

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin		
AWMF-Register Nr.	071-014	Klasse:	S3

Diagnostik und Therapie der unilateralen spastischen Zerebralparese

S3-Leitlinie der

Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin e.V. (DGSPJ)

und

Gesellschaft für Neuropädiatrie e.V. (GNP), Konsortialpartner

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ), Konsortialpartner

Vereinigung für Kinderorthopädie und Unfallchirurgie e.V. (VKOU)*, Konsortialpartner

Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)

Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR)

Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie e.V. (DGH)

Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie e.V. (GPR)

Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU)

Deutscher Verband Ergotherapie e.V. (DVE)

Physio Deutschland - Deutscher Verband für Physiotherapie e. V.

Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie e.V. (DGNR)

Bundesinnungsverband für Orthopädietechnik (BIV)

GlücksAnker – Verein für Eltern im kbo-Kinderzentrum München e.V.

Berufsverband der Kinder- und Jugendärzt*innen e.V. (BVKJ)

Vereinigung für Interdisziplinäre Frühförderung – Bundesvereinigung e.V. (VIFF)

Deutsche Gesellschaft für Medizin für Menschen mit geistiger oder mehrfacher Behinderung e.V. (DGMGB)

SCHAKI e.V. - Deutschlands größte Selbsthilfegruppe für Familien mit Schlaganfallkindern

Gesellschaft für die Analyse Menschlicher Motorik und ihre klinische Anwendung (GAMMA)

*) ehemals Vereinigung für Kinderorthopädie e.V. (VKO)

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen (01VSF21006/ LL-uCP) gefördert.



Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie
und Jugendmedizin e.V.



Herausgebende

Federführende Fachgesellschaft:

Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin (DGSPJ)

Bitte wie folgt zitieren:

Federführende Fachgesellschaft: Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin (DGSPJ)

Titel der Leitlinie: Diagnostik und Therapie der unilateralen spastischen Zerebralparese

Auflage/ Version Datum: 1.0, 04.06.2025

Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/071-014>

Zugriff am (Datum)

Hinweise:

Die Empfehlungen sind in der Regel nach folgendem Schema aufgebaut:

Bei Patienten mit USCP kann/sollte/soll eine Maßnahme angeboten werden.

Die Formulierung kann/sollte/soll legt den Grad der Empfehlung (offen/schwach/stark) fest, die Begrifflichkeit „angeboten werden“ hebt die partizipative Entscheidungsfindung hervor.

Letzteres stellt keine Einschränkung des Empfehlungsgrades dar.

Teilweise musste auf indirekte Evidenz zurückgegriffen werden. Dies ist unter „Darlegung der Evidenzgrundlage“ vermerkt.

INHALTSVERZEICHNIS

HERAUSGEBENDE	1
ÜBERSICHTEN UND ZUSAMMENFASSUNGEN	6
1. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK	15
1.1 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG	15
1.2 VERSORGUNGSBEREICH	16
1.3 PATIENT*INNENZIELGRUPPE	16
1.4 ADRESSATEN	16
1.5 WEITERE DOKUMENTE ZU DIESER LEITLINIE	16
2. DIAGNOSTIK/ KLASSEIFIKATION/ ASSESSMENTS	16
2.1. PRÄVALENZ UND DEFINITION	16
2.2 FRÜHE SYMPTOME	18
2.3 KLASSEIFIKATIONSSYSTEME	20
2.4 ASSESSMENTS	33
2.4.1. ASSESSMENTS RISIKOPATIENTEN	33
2.4.2. ASSESSMENTS VERLAUFSUNTERSUCHUNGEN	45
2.5 KOMORBIDITÄTEN	114
2.6 DIAGNOSTIK	119
2.6.1 MRT	119
2.6.2 GERINNUNGSDIAGNOSTIK	128
2.6.3 GENETISCHE DIAGNOSTIK	128
2.6.4 DIAGNOSTIK KOMORBIDITÄTEN	133
2.7 INSTRUMENTELLE 3D-GANGANALYSE	142
3. KONSERVATIVE THERAPIEMAßNAHMEN	150
3.1 FRÜHE INTERVENTIONEN	151
3.1.1 FRÜHE INTERVENTIONEN/ AT RISK	151
3.1.2 THERAPIE NACH BOBATH, VOJTA UND PETÖ	155
3.1.3 COPCA	157
3.1.4 HEIMPROGRAMM/EIGENÜBUNG	159
3.2 HILFSMITTEL	162
3.2.1 HILFSMITTEL (ROLLSTUHL/WALKER/GEHSTÜTZEN/ANDERE)	162
3.2.2 ORTHESEN UND FUNKTIONELLE ELEKTROSTIMULATION (OBERE UND UNTERE EXTREMITÄT)	163
3.3 INTENSIVTHERAPIEN	175
3.3.1 INTENSIV-THERAPIE DER OBEREN EXTREMITÄT	175
3.3.2 INTENSIV-THERAPIE DER UNTEREN EXTREMITÄT	184
3.4 ALLTAGSORIENTIERTE ANSÄTZE	186
3.4.1 GOAL-/ TASK-ORIENTED-TRAINING/ ACTIVITY BASED TRAINING	186
3.4.2 COGNITIVE ORIENTATION TO DAILY OCCUPATIONAL PERFORMANCE	189
3.5 SPASTIKREDUZIERENDE THERAPIEMAßNAHMEN	192
3.5.1 ORALE UND/ ODER INTRTHEKALE TONUSSENKENDE MEDIKAMENTÖSE THERAPIE	192
3.5.2 BOTULINUMTOXIN THERAPIE	194
3.5.3 SDR	202

3.6 ROBOTERUNTERSTÜTZTE UND COMPUTERGESTÜTZTE THERAPIEFORMEN	206
3.6.1 BIO-FEEDBACK	206
3.6.2 ROBOTICS	209
3.6.3 TMS/ MAGNETSTIMULATION	211
3.6.4 ACTION OBSERVATION TRAINING, MOTOR IMAGERY TRAINING	213
3.6.5 VIRTUAL REALITY	215
3.7 MEDIZINISCHE TRAININGSTHERAPIE UND SPORTTHERAPIE	217
3.7.1 KRAFTTRAINING	217
3.7.2 AUSDAUERTRAINING	220
3.7.3 BALANCETRAINING	221
3.7.4 VIBRATIONSTHERAPIE	223
3.7.5 FUNKTIONELLES/ KINESIOLOGISCHES TAPING	225
3.7.6 DEHNEN	227
3.8 TIERGESTÜTZTE THERAPIE	228
3.8.1 HIPPOTHERAPIE	228
3.9 SPRACHTHERAPIE	230
3.9.1 SPRACHTHERAPIE	230
3.9.2 UNTERSTÜTZTE KOMMUNIKATION	232
3.10 SONSTIGE	234
3.10.1 SENSIBILITÄTSTRAINING	234
 4. OPERATIVE THERAPIEN	 236
 4.1 OBERE EXTREMITÄT	 236
4.1.1 MULTI-LEVEL-EINGRIFFE	241
4.1.2 SCHULTER	243
4.1.3 ELLENBOGEN, UNTERARM, HANDGELENK	245
4.2 UNTERE EXTREMITÄT	264
4.2.1 SINGLE-EVENT-MULTILEVEL-SURGERY	264
4.2.2 REELLE BEINLÄNGENDIFFERENZ (BLD)	266
4.2.3 HÜFT-NAHE PROBLEME	271
4.2.4 KNIE-NAHE INTERVENTIONEN	279
4.2.5 FUß- UND SPRUNGGELENK	288
 5. SCHMERZTHERAPIE	 306
 6. UMWELTFAKTOREN	 307
 7. SELBSTHILFE	 309
 8. WICHTIGE FORSCHUNGSFRAGEN	 310
 8.1 KONSERVATIVE THERAPIEMAßNAHMEN	 310
8.1.1 HOME-BASED TRAINING	310
8.1.2 CO-OP	310
8.1.3 BOTULINUMTOXIN THERAPIE UND SELEKTIVE DORSALE RHIZOTOMIE	310
8.1.4 VIBRATIONSTHERAPIE	310
8.1.5 TMS	311
8.2 INSTRUMENTELLE BEWEGUNGSANALYSE	311
8.2.1 3DGA	311

8.2.2 INSTRUMENTELLE BEWEGUNGSANALYSE DER OBEREN EXTREMITÄT	311
8.3 OPERATIVE THERAPIEINTERVENTIONEN	311
8.3.1 HÜFT-SURVEILLANCE	312
8.3.2 WEICHTEILOPERATIONEN ZUR KORREKTUR DES SPITZFUßES	312
8.3.1 WEICHTEILOPERATIONEN ZUR VERLÄNGERUNG DER ISCHIOCRURALEN MUSKULATUR	312
8.3.2 VENTRALE HEMIEPIPHYSEODESE	313
8.3.3 OPERATIVE KORREKTUR EINES PES PLANOVALGUS	313
8.4 UMWELTFAKTOREN	314
9. ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE	314
9.1 LEITLINIENKOORDINATOR*IN/ANSPRECHPARTNER*IN	314
9.2 KONSORTIALPARTNER*INNEN	315
9.3 BETEILIGTE WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER*INNEN	315
9.2. BETEILIGTE FACHGESELLSCHAFTEN UND ORGANISATIONEN	316
9.3 PATIENT*INNEN/BÜGER*INNENBETEILIGUNG	317
9.4 METHODISCHE BEGLEITUNG	317
10. INFORMATIONEN ZU DIESER LEITLINIE	317
10.1 METHODISCHE GRUNDLAGEN	317
10.2 SYSTEMATISCHE RECHERCHE UND AUSWAHL DER EVIDENZ	317
10.3 KRITISCHE BEWERTUNG DER EVIDENZ	317
10.4 STRUKTURIERTE KONSENSFINDUNG	318
10.5 EMPFEHLUNGSGRADUIERUNG UND FESTSTELLUNG DER KONSENSSTÄRKE	318
11. REDAKTIONELLE UNABHÄNGIGKEIT	319
11.1 FINANZIERUNG DER LEITLINIE	319
11.2 DARLEGUNG VON INTERESSEN UND UMGANG MIT INTERESSENKONFLIKTEN	319
7. EXTERNE BEGUTACHTUNG UND VERABSCHIEDUNG	319
8. GÜLTIGKEITSDAUER UND AKTUALISIERUNGSVERFAHREN	320
9. VERWENDETE ABKÜRZUNGEN	320
10. TABELLENVERZEICHNIS	332
11. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	333
12. LITERATURVERZEICHNIS	334
ANHANG	375

Übersichten und Zusammenfassungen

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Empfehlung	Evidenz-grad	Seite
Diagnostik/ Klassifikation/ Assessments		
Folgende Auffälligkeiten in der klinisch-neurologischen Untersuchung können, in Kombination und bei Persistenz, schon im ersten Lebensjahr auf die Entwicklung einer USCP hinweisen und sollten abgeklärt werden: - Asymmetrische Primitivreflexe, z.B. Moro-Reaktion - Asymmetrie der Haltung: dystone Armhaltung, Fausten, Adduktion des Daumens, spontane Dorsalextension Großzehe, Spitzfußhaltung, Innenrotation des Fußes - Asymmetrisches Bewegungsmuster: Spontanbewegungen der Arme/Beine, frühe Handpräferenz (vor 12 Mon), Strampeln, Robben, Krabbeln, Gangbild, einseitiger Zehengang - Asymmetrie Muskeltonus: ("scarf sign", Schulter, Poplitealwinkel, Dorsalextension Fußgelenk, Adduktoren, Einschränkung Pro/Supination Unterarm) - Einseitige Pyramidenbahnzeichen: Klonus/Catch im Sprunggelenk, persistierender Babinski, Rossolimo, asymmetrischer Reflexstatus, einseitig gesteigerte und verbreiterte Reflexzonen - Einseitig abnorme Handfunktion: kein aktives Greifen, verzögertes Greifen, gestreckte Finger, reduzierte Finger-Daumen-Opposition	B ↑ EK	19
Bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP oder erstmals diagnostizierter zentraler Halbseitensymptomatik soll als cerebrale Bildgebung eine MRT-Untersuchung des Gehirns durchgeführt werden.	A ↑↑	120
Bei Neugeborenen mit Krampfanfällen, hypoxisch-ischämischer oder neonataler Enzephalopathie oder auffälliger cerebralen Ultraschallbefunde soll eine cerebrale MRT-Untersuchung zur Klärung der Ätiologie erfolgen.	A ↑↑	126
Eine genetische Diagnostik sollte bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP zur Klärung der Ätiologie in folgenden Situationen durchgeführt werden: zerebrale Fehlbildungen in der MRT-Untersuchung, unauffällige cerebrale MRT-Untersuchung, unspezifische cerebrale MRT-Befunde, welche die motorische Störung nicht erklären, fortschreitende motorische Störung, schwere Entwicklungsstörung/geistige Behinderung, positive Familienanamnese.	B ↑	130
Bei Patient*innen mit USCP soll bei jeder klinischen Untersuchung nach anfallsverdächtigen Zuständen gefragt werden.	A ↑↑	136
Bei Patient*innen mit USCP mit V.a. Anfallsereignisse soll eine zeitnahe EEG-Untersuchung (Schlaf-EEG) durchgeführt werden.	A ↑↑	136
Bei Patient*innen mit USCP, die eine therapieresistente Epilepsie	EK	141

entwickeln, sollte frühzeitig ein Epilepsiezentrum mit epilepsiechirurgischer Expertise zu Rate gezogen werden.		
GMFCS E&R (Gross Motor Function Classification System, erweitert und überarbeitet) ist ein valides, reliables und einfach zu handhabendes Instrument und soll zur Beschreibung des Schweregrades der motorischen Beeinträchtigung bezüglich Mobilität bei Kindern und Jugendlichen < 18 Jahre mit USCP verwendet werden.	A ↑↑	22
Manual Ability Classification System (MACS) ist ein valides, reliables und einfach zu handhabendes Instrument und soll zur Klassifikation der bimanuellen Performanz der Kinder und Jugendlichen 4-18 Jahre mit USCP verwendet werden.	A ↑↑	26
Bei Risikopatient*innen kann zur Früherkennung einer USCP als standardisierte neurologische Untersuchung HINE (Hammersmith Infant Neurological Examination) bis 18 Monate oder SINDA (Standardized Infant NeuroDevelopmental Assessment neurological scale ab 6 Wochen bis 12 Monaten) verwendet werden.	0 ↔	39
Zur standardisierten Identifizierung und Evaluation von Betätigungswünschen (Komponente Aktivität und Teilhabe) sollte bei Patienten mit USCP das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) eingesetzt werden.	B ↑	46
Zur standardisierten Erfassung der bimanuellen Performanz soll der Assisting Hand Assessment (AHA) für Kinder und Jugendliche im Alter von 18 Monaten-18 Jahren mit USCP eingesetzt werden.	A ↑↑	56
Zur standardisierten Erfassung der Mobilität bei Kindern und Jugendlichen mit USCP kann die Gross Motor Function Measure (GMFM66/88) zur Evaluation des Effekts von Therapien Interventionen eingesetzt werden.	0 ↔	76
Wenn bei Patient*innen mit USCP die passive Gelenkbeweglichkeit standardisiert erfasst wird, soll der Range of motion (pROM) in Winkelgraden erfasst werden.	A ↑↑	91
Bei Patient*innen mit USCP sollten in der klinisch-neurologisch-orthopädischen Untersuchung die (geschwindigkeitsabhängige) Tonuserhöhung, die Muskelkraft, Sensibilität, die posturale Kontrolle und die selektive motorische Kontrolle untersucht werden.	EK	99
Eine 3DGA sollte bei gehfähigen und kognitiv wie mental belastbaren Patient*innen mit USCP (in der Regel ab dem Alter von ca. 4 Jahren) in der Abwägung und Planung von invasiven Interventionen (chirurgischen Eingriffen) erfolgen, wenn das primäre Ziel der Intervention darin besteht, den Gang zu verbessern.	B ↑	144

Konservative Therapie – Physio- und Ergotherapie, Intensivtherapie		
Bei Patient*innen mit USCP sollte eine frühe Intervention mit modifiziertem CIMT oder Bimanueller Therapie zur Verbesserung der Bimanuellen Performanz und Unimanuellen Geschicklichkeit ab dem 1. Lebensjahr angeboten werden.	B ↑	153
Bei Patient*innen mit USCP sollte eine entwicklungsbegleitende Physiotherapie und/oder Ergotherapie zielorientiert zum frühestmöglichen Zeitpunkt erfolgen. Diese können Therapieinhalte nach den Konzepten von Bobath, Vojta oder Petö enthalten, auch wenn die Evidenz aktuell weder eine klare Empfehlung für oder gegen eines der genannten Konzepte ermöglicht.	EK	156
Bei Patient*innen mit USCP soll eine Hand-Intensivtherapie (mCIMT/Bimanuelle Therapie/HABIT) zur Verbesserung der - Bimanuellen Performanz - unimanuellen Geschicklichkeit - Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens - Partizipation und Lebensqualität angeboten werden.	A↑↑	177
Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung der individuellen Ziele, Aktivität und Teilhabe ein „Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity“ (HABIT-ILE) angeboten werden.	B ↑	185
Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung der Kraft und Mobilität ein Krafttraining angeboten werden.	B ↑	218
Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung des Gleichgewichts ein Balance-Training angeboten werden.	B ↑	222
Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung der Gehstrecke ein aerobes Training angeboten werden.	EK	220
Bei Patient*innen mit USCP kann in Bezug auf Dehnen aufgrund mangelnder Evidenz keine Empfehlung dafür oder dagegen gegeben werden.	0 ↔	227
Konservative Therapie - Orthesen		
Bei Patient*innen mit USCP sollen teilhabeorientierte Therapieziele bei der Verordnung von Orthesen berücksichtigt werden.	EK	173
Bei Kindern mit USCP und dynamischem Spitzfuß und/ oder Drop Foot Pattern sollte zum Erreichen eines initialen Fersenbodenkontakts und/ oder zur Verbesserung der Dorsalextension beim Gehen das Tragen einer dynamischen sprunggelenksübergreifenden Orthese angeboten werden.	B ↑	164
Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der unimanuellen Kapazität eine funktionelle Handorthese erwogen werden.	0 ↔	168
Konservative Therapie - Medikamente		
Bei Patient*innen mit USCP und muskulärer Hyperaktivität im Bereich der oberen Extremität sollte eine Botulinumtoxin A Therapie zur Verbesserung - des Aktiven Bewegungsumfangs - der Bimanuellen Performanz - und der Unimanuellen Geschicklichkeit angeboten werden.	B ↑	196
Bei Patient*innen mit USCP mit muskulärem Hypertonus im Bereich der unteren Extremität kann eine Botulinumtoxin A Therapie zur - fokalen Reduktion muskulärer Hyperaktivität - Steigerung des Bewegungsumfangs angeboten werden.	0 ↔	197

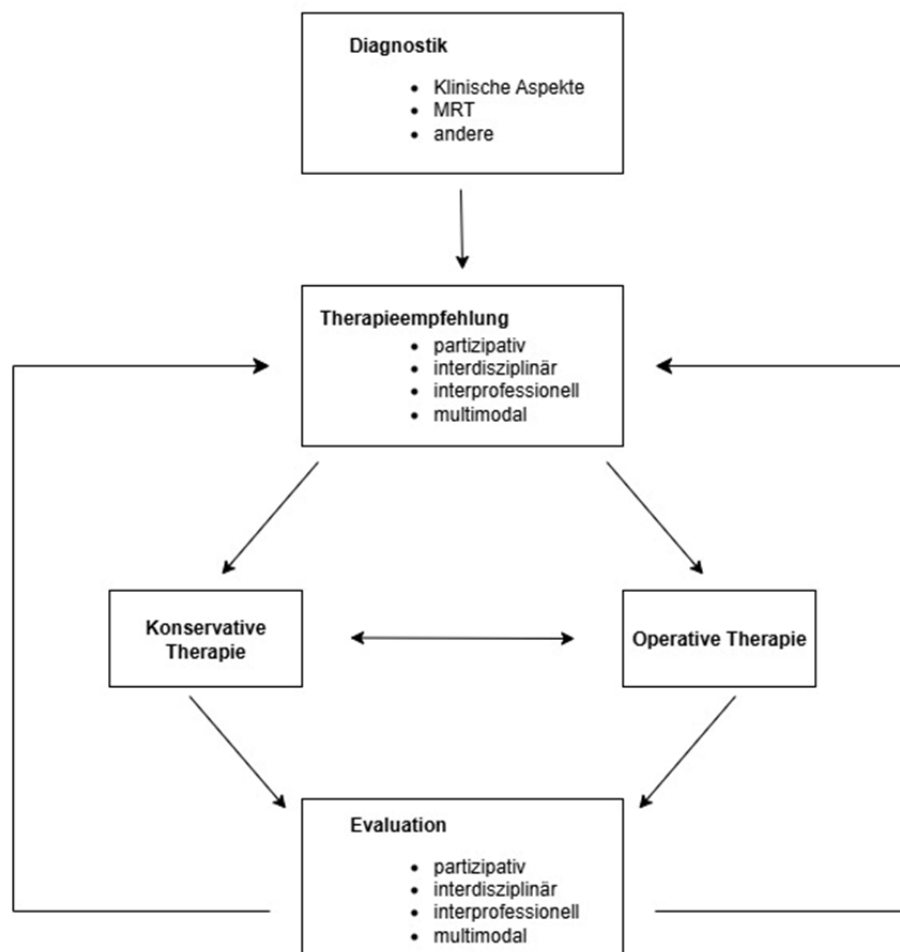
Bei Patient*innen mit USCP kann für den Einsatz oraler tonussenkender Medikamente keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.	EK	192
Bei Patient*innen mit USCP kann zum Einsatz einer Intrathekalen Baclofen Therapie (IBT) keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.	EK	193
Operative Therapie		
Bei Patient*innen mit USCP soll die obere Extremität bei der Diagnostik und Therapie mit allen Muskeln, Gelenken, Nerven und Faszien als funktionelle Einheit betrachtet werden.	EK	236
Bei Patient*innen mit USCP soll die Entscheidungsfindung für eine operative Therapie der oberen Extremität interdisziplinär angeboten werden, um die bestmöglichen patientenspezifischen, funktionellen und/oder kosmetischen Ziele, sowie manuelle Leistungsfähigkeit zu erreichen.	EK	240
Bei Patient*innen mit USCP ändert eine zielgerichtete operative Therapie der oberen Extremität die Ansteuerung der einzelnen Muskeln nicht wesentlich, sondern führt zur Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen. Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der Gesamtpersistenz eine operative Therapie der oberen Extremität erwogen werden.	0 ↔	241
Bei Patient*innen mit USCP und Bewegungseinschränkungen, Fehlhaltungen und schmerzhaften Verspannungen an der Schulter können weichteilige Eingriffe (Faszio-/myo-/tenotomien) zur Reduktion der genannten Beschwerden erwogen werden.	0 ↔	243
Bei Patient*innen mit USCP sollte die Korrektur der strukturellen Ellenbogenbeugekontraktur den funktionellen Erfordernissen angepasst sein. Eine komplette Streckung ist nicht erforderlich. Bei Patient*innen mit USCP und Schwierigkeiten mit Kosmetik und Hygiene sollte eine operative Therapie angeboten werden.	B↑	246
Bei Patient*innen mit USCP kann eine hyperselektive Neurektomie der Ellenbogenflexoren beim Überwiegen der spastischen Komponente erwogen werden.	EK	248
Bei Patient*innen mit USCP und Pronationskontraktur sollte nach Ausschöpfung konservativer Therapiemaßnahmen zur Verbesserung der Funktionalität und zur Behandlung der Pronationsdeformität eine Operation angeboten werden.	B↑	250
Bei Patient*innen mit USCP und Pronationskontraktur kann eine hyperselektive Neurektomie des Pronator teres bei Überwiegen der spastischen Komponente erwogen werden.	0 ↔	251
Bei Patient*innen mit USCP und Spastik der Handgelenkflexoren sowie Schwäche der Handgelenksextensoren kann eine Sehnentransposition der Flexor carpi ulnaris Sehne auf die Extensor carpi radialis brevis Sehne angeboten werden.	0 ↔	254
Bei Patient*innen mit USCP und ausgeprägten Flexionskontrakturen des Handgelenkes kann bei abgeschlossenem Wachstum eine Handgelenksarthrodese angeboten werden.	EK	257
Bei Patient*innen mit USCP und thumb- in-palm Deformität kann nach Ausschöpfung der konservativen Maßnahmen eine operative Therapie zur Verbesserung der Daumenposition und Funktion angeboten werden.	0 ↔	258
Bei Patient*innen mit USCP und Beugehaltung der Finger können nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemaßnahmen Sehnen- / Muskelverlängerungen der Fingerflexoren zur Verbesserung von Funktion und Aktivität angeboten werden.	0 ↔	263

Bei Patient*innen mit USCP, bei denen operative Korrekturen von Gangpathologien auf mehreren Ebenen indiziert sind, sollten diese gemeinsam korrigiert werden im Sinne einer „single event multilevel surgery“ (SEMLS).	B↑	265
Bei Patient*innen mit USCP und einer Beinlängendifferenz sollen bei der Indikation zur Therapie - knöcherne Differenzen - Muskel- und Gelenkkontrakturen - funktionelle Auswirkungen während des Gehens - spastische Gelenkfehlhaltungen insbesondere mit Fokus auf die Stabilität des Beckens und der Hüfte in der Frontalebene berücksichtigt werden.	EK	267
Bei Patient*innen mit USCP und knöcherner (reeller) Beinlängendifferenz sollte die Art der Therapie nach den gleichen Prinzipien wie bei Beinlängendifferenzen anderer Ursache erfolgen. Ab einer Differenz von 2 cm kann eine operative Korrektur erwogen werden.	EK	270
Bei Beteiligung der unteren Extremität sollte im Alter von 5 bis 6 Jahren (ca. 1 Jahr vor der Einschulung) eine Röntgen-Beckenübersichts-Untersuchung zur Früherkennung einer Hüft dysplasie, Hüftlateralisation oder -luxation angeboten werden.	EK	271
Bei Patient*innen mit USCP sollte eine alleinige intertrochantäre Derotations-Variations-Osteotomie zur Prävention einer späteren Hüftluxation nicht erfolgen.	B↑	273
Bei Patient*innen mit USCP und dem Therapieziel der Korrektur einer bestehenden Hüftinnenrotation und der kompensatorischen Beckenrückrotation sollte eine Derotationsosteotomie am Femur angeboten werden.	B↑	275
Bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Spitzfuß sollte eine operative Korrektur zur Verbesserung der Struktur und Funktion angeboten werden.	B↑	289
Bei Patient*innen mit USCP nach Verlängerung des Gastrosoleus-Komplexes besteht für einen positiven Effekt einer operativen Verkürzung der Tibialis anterior Sehne zur Vermeidung eines Fallfußes keine ausreichende Evidenz, so dass für diese Maßnahme keine abschließende Empfehlung gegeben werden kann.	0 ↔	295
Bei Patient*innen mit USCP und dynamischem Pes equinovarus sollte eine operative Balancierung der Muskelkräfte zur Verbesserung auf Struktur- und Funktionsebene angeboten werden.	B↑	298
Bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus kann abhängig von dem Beschwerdebild und nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemaßnahmen, dem Ausmaß der Deformität und der funktionellen Beeinträchtigung sowie deren Auswirkungen auf Aktivität und Teilhabe eine operative Therapie erwogen werden. Die operative Therapie soll eine gegebenenfalls begleitend vorliegende Verkürzung der Wadenmuskulatur berücksichtigen.	EK	304

Interdisziplinärer, interprofessioneller, multimodaler und partizipativer Behandlungsalgorithmus bei USCP

Bei der Behandlung der USCP und der Verlaufsevaluation sollte mit höchster Priorität ein partizipativer, interdisziplinärer und interprofessioneller Ansatz verfolgt werden. Der partizipative Ansatz bezieht sich hierbei primär auf die betroffenen Kinder und Jugendlichen und nach dem „Subsidiaritätsprinzip“ auf die Eltern im Sinne einer bestmöglichen Interessensvertretung von Kindern und Jugendlichen. Entscheidend für eine erfolgreiche Behandlung von Menschen mit einer USCP wird von der LL-Gruppe die Zusammenarbeit von verschiedenen Berufsgruppen (interprofessionelle Zusammenarbeit von Ärzt*innen, Therapeut*innen u.a.) und innerhalb der Berufsgruppen verschiedener Disziplinen (interdisziplinäre Zusammenarbeit von Kinderneurolog*innen, Kinderorthopäd*innen, Sozialpädiater*innen u.a. bzw. Physiotherapeut*innen, Ergotherapeut*innen u.a.) angesehen.

Behandlungsalgorithmus* USCP



***Hinweis:** Es handelt sich um eine Grafik zur Übersicht und nicht um eine evidenzbasierte Empfehlung.

Abbildung 1: Interdisziplinärer, interprofessioneller, multimodaler und partizipativer
Behandlungsalgorithmus bei USCP

Algorithmus zur Diagnostik bei Verdacht auf USCP

Da die USCP häufig auch bei unauffälliger Perinatalanamnese auftritt, sind klinische Frühsymptome von besonderer Relevanz. Der Schlüssel hierzu ist in der frühen Identifizierung pathologischer Asymmetrien zu sehen, welche durch die Persistenz und in der Kombination von Symptomen zu sehen sind. Diagnostischer Gold-Standard ist die neurologische Diagnostik (SP Neuropädiatrie), die mit cerebraler Bildgebung (MRT) bestätigt und, welche bei bestehenden Indikationen durch EEG, augenärztlicher, pädaudiologischer und genetischer Diagnostik sowie Labordiagnostik, einschließlich Gerinnungsdiagnostik ergänzt werden sollte.

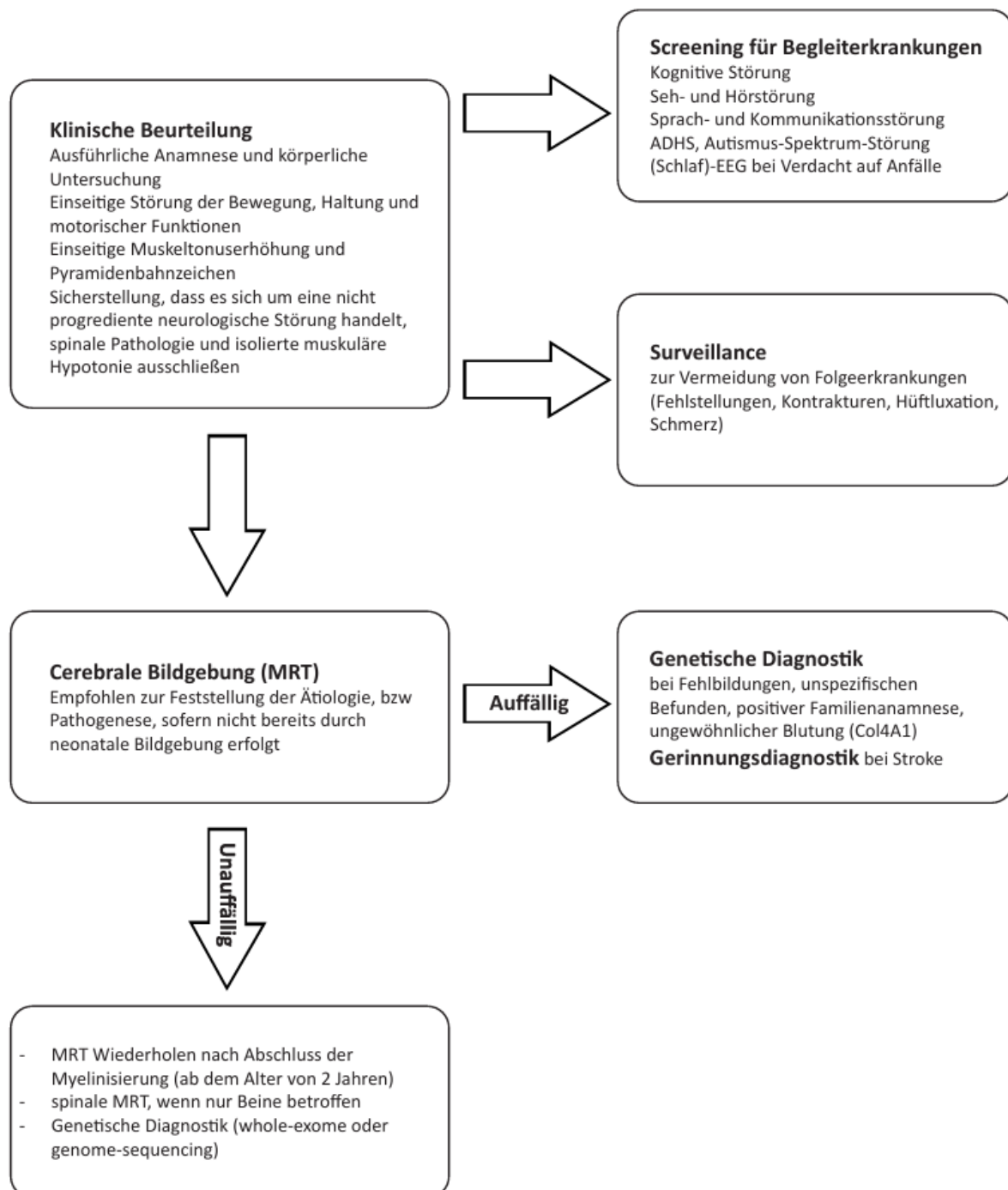


Abbildung 2: Algorithmus zur Diagnostik bei Verdacht auf USCP

Altersabhängige Zusammenstellung der konservativen Therapieverfahren

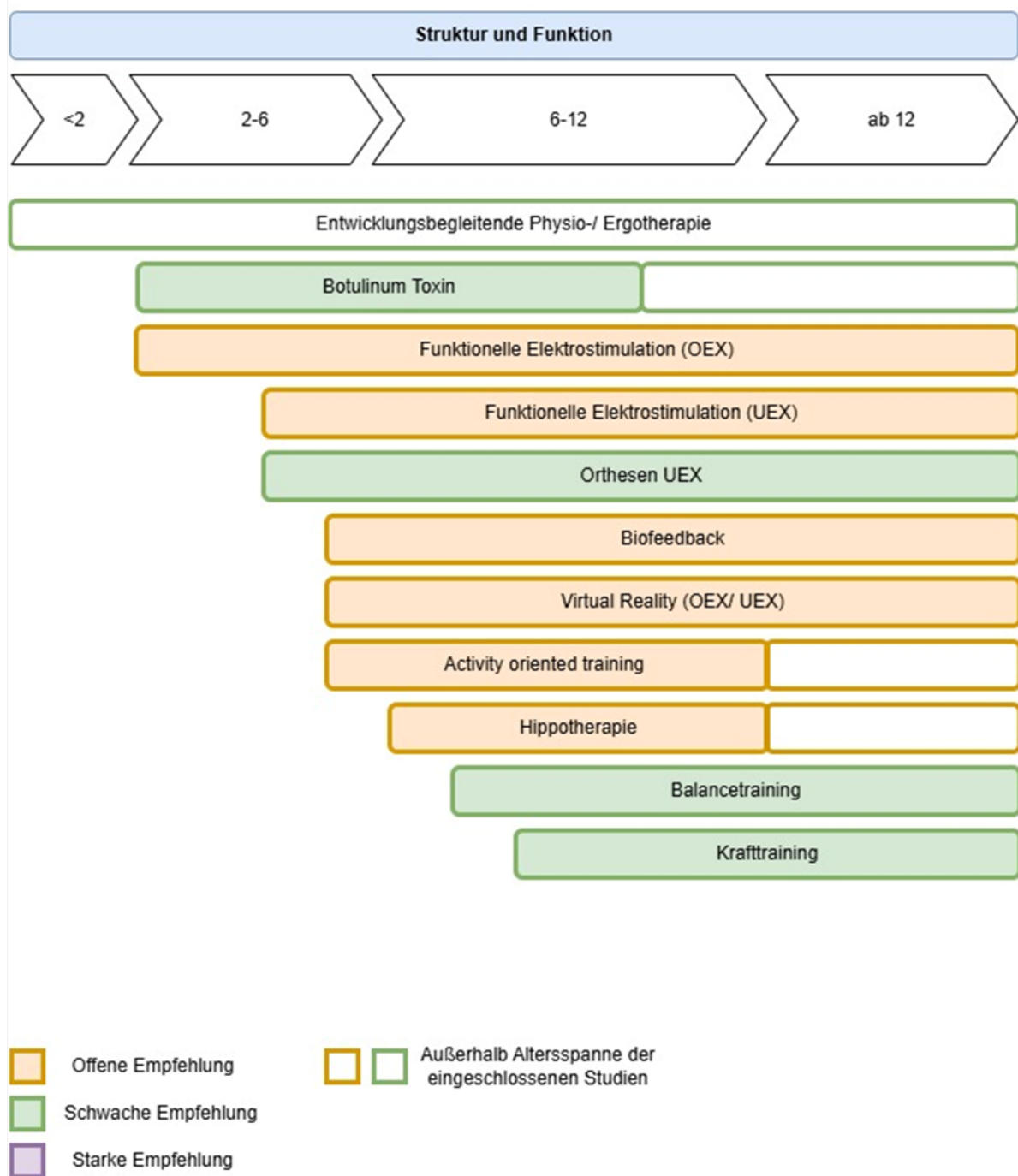


Abbildung 3: Altersabhängige Zusammenstellung der konservativen Therapieverfahren (Outcome: Struktur und Funktion)

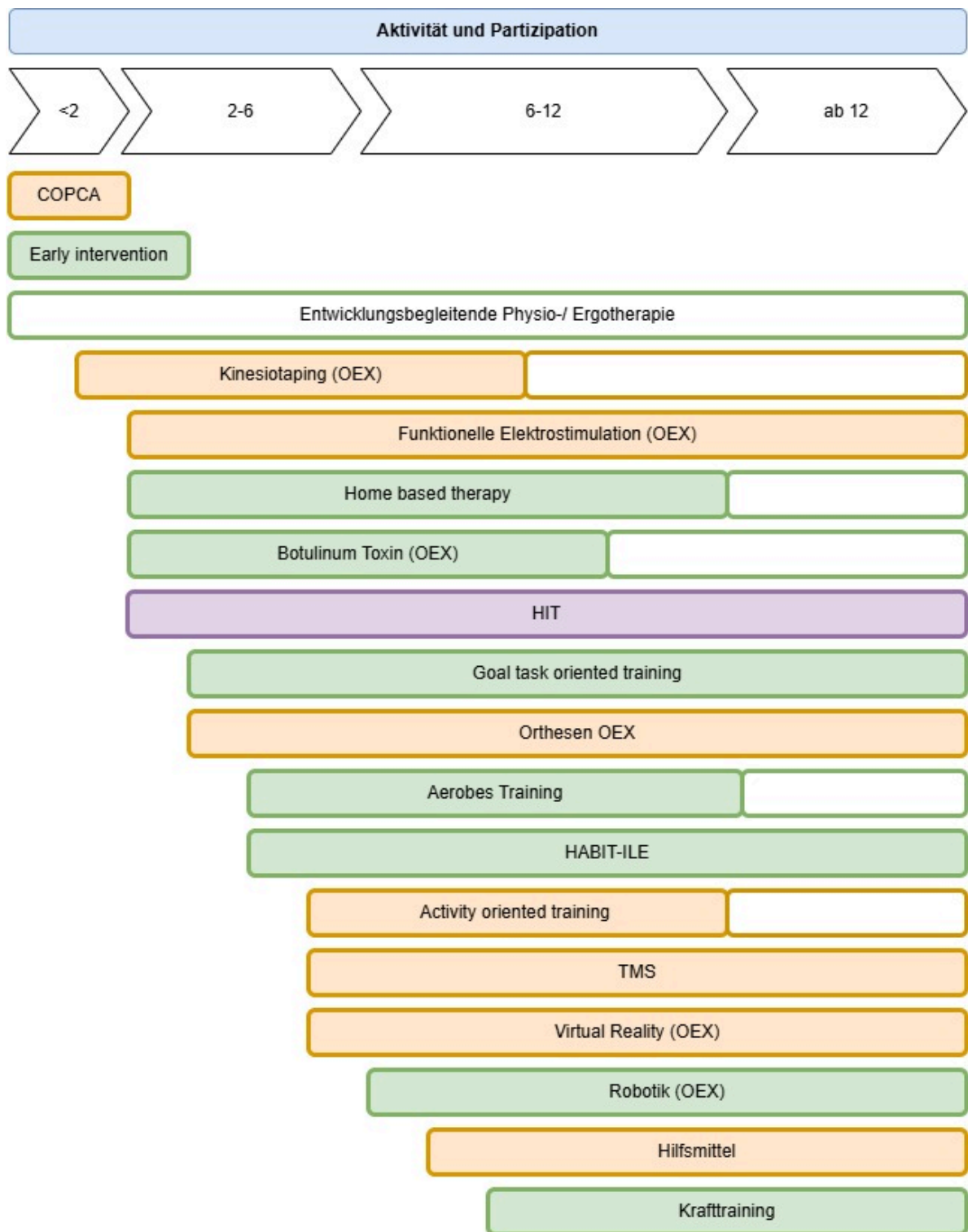


Abbildung 4: Altersabhängige Zusammenstellung der konservativen Therapieverfahren (Outcome: Aktivität und Partizipation)

1. Geltungsbereich und Zweck

1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Folgende Zielsetzungen werden im Rahmen des vorgelegten Leitlinienprojektes verfolgt:

1. Die Etablierung diagnostischer Algorithmen zur Abklärung der Ätiologie: Die frühe Diagnosestellung stellt die Voraussetzung für Frühinterventionen dar. Surveillance Programme sollen etabliert werden, um Spätfolgen (z.B. Skoliose, Hüftluxation) zu vermeiden bzw. frühzeitig zu erkennen und ggf. zu intervenieren. Standards für Routine Check-ups sollen definiert werden (apparative Untersuchungen, z.B. Röntgen, EEG u.a. sowie neuropsychologische, physio- und ergotherapeutische Test- Verfahren). Eingesetzt werden sollen standardisierte und validierte Klassifikationssysteme, um die Beeinträchtigung der Patient*innen besser zu beschreiben und die präzisere Indikationsstellung für konservative und operative Therapieverfahren zu ermöglichen. Darüber hinaus wird somit eine wichtige Grundlage für zukünftige Studien zur Verbesserung der Evidenzlage geschaffen.
2. Die Etablierung evidenzbasierter konservativer Therapieverfahren für die USCP und die Erarbeitung von Empfehlungen mit konkreter Indikationsstellung in den verschiedenen Lebensaltern: Berücksichtigt werden sollen evidenzbasierte Ergotherapie- und Physiotherapieverfahren ebenso wie orthetische, logopädische, neuropsychologische und andere Verfahren.
3. Die Erarbeitung von Empfehlungen für die verschiedenen neuroorthopädischen Verfahren mit konkreten altersbezogenen Indikationsstellungen: Diese sollen sich an den Surveillance-Maßnahmen orientieren und in der Kombination eine Über- ebenso wie eine Unterversorgung vermeiden. Auch sollen durch den richtigen Zeitpunkt der Intervention Folgeschäden und größere Eingriffe vermieden werden.

Weitere Ziele:

- praxisrelevante Fragen höchster Priorität stellen
- Wissen über das evidenzbasierte Vorgehen vermitteln
- Forschungslücken aufzeigen
- individuelle Diagnose- und Behandlungsstrategien auf Basis klinischer Entscheidungsregeln und evidenzbasierten Wissens definieren
- Empfehlungen für eine Vielzahl unterschiedlicher Fachrichtungen aussprechen und ihren Stellenwert innerhalb der klinischen Praxis definieren
- eine wirksame Umsetzungsstrategie dieser Empfehlungen unter Einbeziehung aller für die Beurteilung und Behandlung relevanten medizinischen und paramedizinischen Organisationen erarbeiten
- die Anwendung effektiver Behandlungen erhöhen und ineffektive Behandlungen reduzieren
- die individuelle Belastung durch die Behinderung verringern und die Lebensqualität erhöhen
- die Ausübung alltäglicher Aktivitäten und der Teilhabe zu Hause, in der Schule, bei der Ausbildung, im Beruf und in der Freizeit verbessern

- den Zugang zu Leistungen, insbesondere bei der Gesundheitsversorgung, erleichtern
- das Bewusstsein der Gesellschaft für USCP schärfen

1.2 Versorgungsbereich

Die aus der Leitlinie resultierenden Empfehlungen sollen in Sozialpädiatrischen Zentren, Instituts- und Hochschulambulanzen sowie in anderen Einrichtungen des Gesundheitssystems umgesetzt werden. Die Implementierung soll anhand von Qualitätsindikatoren erfolgen, die die konkrete Umsetzung und die Verbesserung der Versorgung dokumentieren. Als Grundlage gelten die bereits entwickelten Indikatoren, die für die USCP spezifiziert und angepasst werden sollen (1).

1.3 Patient*innenzielgruppe

Patientenzielgruppe sind Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit unilateraler spastischer Cerebralparese oder Patient*innen, bei denen ein Verdacht auf diese Krankheit besteht.

1.4 Adressaten

Die Anwenderzielgruppe/Adressat*innen dieser Leitlinie sind Neuropädiater*innen, Kinder- und Jugendärzt*innen, Orthopäd*innen, Ergotherapeut*innen, Physiotherapeut*innen, Ärzt*innen für Neurorehabilitation e.V., Handchirurg*innen, (Neuro-)Radiolog*innen, Neurolog*innen, Orthopädietechniker*innen in Praxis und Klinik, die sich mit der Behandlung von Patient*innen mit USCP befassen. Außerdem richtet sich die Leitlinie an Eltern, Partner*innen und Angehörige von Betroffenen. Sie dient zur Information für Allgemein- und Hausärzt*innen, (Erwachsene mit USCP), Erzieher*innen, Lehrer*innen und andere Mitarbeiter*innen nicht medizinischer-Berufe.

1.5 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

- Leitlinienreport (inklusive Zusammenfassung der Angaben zu den Interessen und Bewertung/ Erläuterung zum Umgang mit Interessenskonflikten)
- Methodikbericht mit Evidenztabelle
- Kurzversion

2. Diagnostik/ Klassifikation/ Assessments

2.1. Prävalenz und Definition

PICO-Frage: *Wie ist die Prävalenz der USCP? Wie wird USCP bezüglich Neurologie und Schweregrad definiert?*

2.1.1 Definition

Cerebralparese (CP) ist definiert als eine Gruppe von Krankheitsbildern, die zu einer Störung von Bewegung, Haltung und motorischer Funktion führen, permanent, aber nicht unveränderlich sind und durch eine nicht progrediente Störung/Läsion/Auffälligkeit des sich entwickelnden/unreifen Gehirns entstehen (2).

Ausgeschlossen sind: alle progredienten Krankheiten, die zu einem Verlust erworbener Fähigkeiten führen, spinale Erkrankungen und muskuläre Hypotonie als isoliertes neurologisches Zeichen. Zusätzliche Befunde wie Bildgebung, Laborbefunde, etc. gehören nicht zu den Einschlusskriterien. Die CP-Definition basiert damit auf der Phänomenologie (dem klinischen Bild und der Anamnese), nicht auf der Ätiologie. Abhängig von der zugrundeliegenden Hirnstörung können weitere Funktionen betroffen sein – Kognition, Sprache, Kommunikation, Sehen und Hören. Eine Epilepsie kann als weitere Komorbidität auftreten. Schmerzen und sekundäre Muskel-Skelettprobleme sind häufige Folgen (3).

2.1.2 Prävalenz

Die Prävalenz der Gesamt-CP in Europa liegt bei 1,8 pro 1 000 Lebendgeburten (4). Die Prävalenz von CP sank von 1,90 im Geburtsjahr 1980 auf 1,77 pro 1000 Lebendgeburten im Jahr 2003. Die Reduktion ist auf den Rückgang der Prävalenz bei Frühgeborenen und auf Verbesserungen in der Schwangerschaftsvorsorge, Geburtshilfe und der neonatalen Medizin zurückzuführen. Ein Rückgang der CP-Prävalenz ist auch in anderen Ländern mit vergleichbaren Gesundheitsstrukturen (HIC, high income countries) wie z.B. Australien oder Kanada zu beobachten (5, 6). Die USCP macht in Europa etwa ein Drittel der gesamten CP aus (7), wobei ihr Anteil bei Kindern mit normalem Geburtsgewicht höher liegt (knapp 40%) als bei Frühgeborenen (gut 20% bei sehr kleinen FG und gut 30% bei mäßig FG) (8-10). Die USCP-Prävalenz zeigt über die Zeit keine wesentlichen Veränderungen (9, 11, 12). Interessant erscheint jedoch, dass in Schweden, bei einer relativ hohen Prävalenz in den Geburtsjahrgängen 2011-2014 von 0,8 pro 1000 Lebendgeburten eine abnehmende Tendenz beobachtet wurde ($p=0.03$)(13).

2.1.3 Klassifikation von CP-Subtypen

CP wird in Abhängigkeit von den vorherrschenden neurologischen Symptomen in Subtypen eingeteilt. Allen Subtypen ist gemeinsam eine Störung der Bewegung, Haltung und der motorischen Funktionen. Die spastische CP wird zusätzlich charakterisiert durch einen erhöhten Muskeltonus (gekennzeichnet durch einen erhöhten Widerstand gegen passive Bewegung, der Widerstand ist geschwindigkeitsabhängig), pathologische Reflexe (gesteigerte Reflexe, d.h. Hyperreflexie; Pyramidenbahnzeichen, z.B. Babinski). Eine dystone Symptomatik ist häufig assoziiert.

Tabelle 1: Übersicht der CP-Subtypen (SCPE (2000), Horber et al. (2020), Reference and Training Manual of the SCPE)

Subtyp (ICD-10)	Klassifizierung SCPE	Art der Bewegungsstörung	Anteil in Europa
Spastische tetraplegische CP (G80.0)	Bilateral-spastische CP	<i>Spastik ist gekennzeichnet durch eine Muskelhypertonie (mit geschwindigkeitsabhängigem erhöhten Widerstand gegen passive Bewegung) und pathologische Muskeleigenreflexe (Hyperreflexie und/oder verbreiterte Reflexzonen, Pyramidenbahnzeichen), die in abnormen Bewegungs- und Haltungsmustern resultieren.</i>	55%
Spastische diplegische CP (G80.1)			
Spastische hemiplegische CP (G80.2)	Unilateral-spastische CP		33%

Subtyp (ICD-10)	Klassifizierung SCPE	Art der Bewegungsstörung	Anteil in Europa
Dyskinetische CP (G80.3)	Dyskinetische CP Bilateral	<i>Dyskinesie ist gekennzeichnet durch Unwillkürliche, unkontrollierte, wiederholte, manchmal stereotype Bewegungen; Vorherrschen von persistierenden Primitivreflexen; der Muskeltonus ist wechselnd</i>	8%
	Unilateral		? (Einzelfälle)
Ataktische CP (G80.4)	Ataktische CP	<i>Ataxie ist gekennzeichnet durch Verlust geordneter Muskelkoordination, so dass Bewegungen mit abnormer Kraft, Rhythmus und Zielsicherheit durchgeführt werden</i>	4%

Der Schweregrad wird durch funktionelle Scores beschrieben (siehe PICO 2.4, Klassifikationssysteme). Aus populationsbasierten Daten aus Europa geht hervor, dass 94% der Kinder mit USCP in Europa ohne Hilfsmittel gehen können (GMFCS I und II), weitere 4% mit Hilfsmittel (GMFCS III). 3 von 4 Patient*innen (78%) haben eine normale oder nur leicht beeinträchtigte kognitive Entwicklung (IQ>70). 98 bzw. 99% haben keine schwere Seh- oder Hörstörung. Epileptische Anfälle sind bei 1 von 4 Patient*innen dokumentiert (25%), wobei unter Medikation bei 15% weitere Anfälle auftreten (14) (Daten von 3690 Kinder mit USCP im Zeitraum 1990-2006).

In den meisten Fällen ist die Diagnosestellung schon früh (im 1. Lebensjahr) möglich (15, 16). CP-Register fordern ein Mindestalter von 3-5 Jahren beim Einschluss, um progrediente oder transiente neurologische Störungen auszuschließen (2).

Manche Länder stellen eine CP-Diagnose auch, wenn die Störung nach dem Ende der Neonatalzeit entstanden ist (nach dem Alter von 28 Tagen, bei Frühgeborenen korrigiert). Dies wird als postneonatale Cerebralparese verstanden (17).

2.2 Frühe Symptome

PICO-Frage: Welche **Symptome** zu welcher Zeit sollten eine weiterführende, gezielte neuropädiatrische/neurologische Diagnostik auslösen? Ab wann sind erste Symptome bei Kindern zu sehen und welche sind diese?

Hintergrund

Die frühe klinische Diagnose einer USCP ermöglicht für die betroffenen Kinder diagnose-spezifische Frühinterventionen. Eine Frühdiagnose ermöglicht außerdem die Etablierung von Surveillance-Programmen, um Komplikationen vorzubeugen. Für die betroffenen Familien hat die frühe Diagnosestellung eine sehr hohe Relevanz, wie eine Umfrage im Rahmen des Forschungsberichtes des BMAS aufzeigt (Forschungsbericht 613, 11/2022, BMAS).

Es gibt verschiedene klinische Situationen, die bei Verdacht auf eine USCP eine weiterführende gezielte neuropädiatrische/neurologische Diagnostik nahelegen. Bei Risikopatient*innen für die Entwicklung einer USCP (siehe Beschreibung dieser Risikokonstellationen im Kapitel 2.5.1) sind zum Teil Überwachungssysteme (z.B. Frühgeborenen-Nachsorge) etabliert. Dennoch kann eine USCP auch bei Säuglingen ohne vorher identifizierter Risikofaktoren auftreten. Dies zeigt, dass eine isolierte Fokussierung auf bekannte Risikogruppen nicht ausreicht und die genaue Beurteilung aller Kinder mit motorischen Auffälligkeiten notwendig ist. Erste frühe Symptome werden dann von den Eltern

bemerkt und beschrieben oder in der kinderärztlichen Praxis entdeckt.

Abnorme neurologische Symptome bei Säuglingen, insbesondere Asymmetrien von Haltung und Tonus, können auch vorübergehend auftreten (18); eine klinische Unterscheidung zu pathologischen Symptomkonstellationen ist wichtig.

2.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Folgende Auffälligkeiten in der klinisch-neurologischen Untersuchung können, in Kombination und bei Persistenz, schon im ersten Lebensjahr auf die Entwicklung einer USCP hinweisen und sollten abgeklärt werden: – Asymmetrische Primitivreflexe, z.B. Moro-Reaktion – Asymmetrie der Haltung: dystone Armhaltung, Fausten, Adduktion des Daumens, spontane Dorsalextension Großzehe, Spitzfußhaltung, Innenrotation des Fußes – Asymmetrisches Bewegungsmuster: Spontanbewegungen der Arme/Beine, frühe Handpräferenz (vor 12 Mon), Strampeln, Robben, Krabbeln, Gangbild, einseitiger Zehengang – Asymmetrie Muskeltonus: ("scarf sign", Schulter, Poplitealwinkel, Dorsalextension Fußgelenk, Adduktoren, Einschränkung Pro/Supination Unterarm) – Einseitige Pyramidenbahnzeichen: Klonus/Catch im Sprunggelenk, persistierender Babinski, Rossolimo, asymmetrischer Reflexstatus, einseitig gesteigerte und verbreiterte Reflexzonen – Einseitig abnorme Handfunktion: kein aktives Greifen, verzögertes Greifen, gestreckte Finger, reduzierte Finger-Daumen-Opposition	
	Starker Konsens: 100%	

Moro-Reaktion: Moro-Reflex, Umklammerungsreflex

Scarf sign: Der Tonus des Schultergürtels wird beurteilt, indem man die Hand des Babys nimmt und sie wie einen Schal zur gegenüberliegenden Schulter zieht. Die Hand sollte nicht über die Schulter hinausragen und der Ellenbogen sollte die Mittellinie der Brust nicht überschreiten

Babinski-Reflex: die durch das forcierte Bestreichen des lateralen Fußrandes auslösbare tonische Dorsalextension der Großzehe bei gleichzeitiger Plantarflexion bzw. Spreizung der übrigen Zehen.

Rossolimo-Reflex: verstärkt auslösbare Plantarflexion der Zehen.

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 527 Ergebnisse, wovon 22 Publikation als Volltext gelesen wurden. Diese haben überwiegend die standardisierten Assessments für Risikopatient*innen oder die frühe Prädiktion der cerebralen Bildgebung evaluiert. Es wurden für die Fragestellung 3 relevante Studien identifiziert: 1 Guideline für die frühe Diagnose einer CP (16) und 2 prospektive Kohortenstudien mit Kontrollgruppe, welche frühe klinisch-neurologische Auffälligkeiten bei reifgeborenen Kindern mit cerebralem Infarkt (19) und frühgeborenen Kindern mit unilateraler Echogenitätserhöhung im cerebralen Ultraschall (20) untersucht haben. Eine komplette systematische Auflistung der möglichen klinischen Symptome konnte in der Literaturrecherche nicht identifiziert werden. Aufgrund der Relevanz für die Fragestellung wurde daher eine weitere Publikation (21), indirekt hinzugenommen.

Die Guidelines für die frühe Diagnose einer CP (16) beziehen sich auf alle CP-Subtypen, wobei aber auch spezifische klinische Zeichen angegeben werden, die auf eine USCP hinweisen: (1) asymmetrische Handpräferenz, (2) Unfähigkeit, aus dem Sitzen zu kommen (3) Asymmetrie beim Robben, Krabbeln oder Laufen und (4) reduzierte Variabilität des motorischen Verhaltens. Die Autor*innen der Leitlinie fanden diese Liste unvollständig.

Die Studien von Guzzetta (19) und Cioni (20) evaluieren hauptsächlich die Rolle der General Movements in der frühen Diagnose einer USCP und liefern auch wichtige Hinweise auf den Zeitpunkt einer möglichen klinischen Diagnosestellung (bereits im Alter von ca. 6 Monaten).

Sie beziehen sich auf die prospektive Studie von Bouza et al. (1994) (21) mit Ergebnissen serieller neurologischer Untersuchungen einer Gruppe reifgeborener Säuglinge mit cerebralem Infarkt, die neurologisch normal erschienen oder subtile, bzw. vorübergehende Zeichen bis zur zweiten Hälfte des ersten Jahres zeigten. Die Systematik der hier dargestellten Symptome haben die Autor*innen dieser Leitlinie aufgrund der Klarheit der Aufteilung übernommen und die Symptome im Expertenkonsensus ergänzt. Die Studie von Bouza et al. (1994) (21) beschreibt als erstes konsistentes Zeichen für die Entwicklung einer USCP die Asymmetrie des Poplitealwinkels und das asymmetrische Strampeln in vertikaler Hängelage. Diese Aspekte sieht die Leitliniengruppe in den Empfehlungen oben entsprechend integriert. Im Alter von 6 Monaten waren Tonus- und/oder Bewegungsasymmetrien bereits gute Prädiktoren für eine USCP. Die Anzahl der Auffälligkeiten nahm mit dem Alter des Kindes zu. Je früher die Auffälligkeiten auftraten, desto schwerer war die motorische Beeinträchtigung. Im Gegensatz zu anderen CP-Subtypen (bilateral-spastische CP, dyskinetische CP) war eine primär verzögerte motorische Entwicklung nicht typisch für die Entwicklung einer USCP. Für die Unterscheidung von transienten neurologischen Symptomen im Säuglingsalter ist es wichtig, dass die beschriebenen Symptome in Kombination und bei Persistenz als pathologisch bewertet werden.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden. Die Erfahrungsexpert*innen geben eine Präferenz für eine frühe Diagnosestellung an. Die Berücksichtigung der Symptomkombination und Persistenz reduziert das Risiko einer Überdiagnose. Die Praktikabilität ist im Rahmen der kinderärztlichen Vorsorgeuntersuchungen (z.B. U4-U5) gegeben.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen dieser Leitlinie kommen zu der Schlussfolgerung, dass unter der Berücksichtigung der Symptomkombination und Persistenz durch sorgfältige Untersuchungen auf die in der Empfehlung aufgeführten Symptome im ersten Lebensjahr bei Kindern mit oder ohne Risikofaktoren die Frühdiagnose der USCP mit guter Sensitivität und Spezifität möglich ist.

2.3 Klassifikationssysteme

PICO-Frage: Welche **Klassifikationssysteme** sind für die Bestimmung des Schweregrades der motorischen Beeinträchtigung für die oberen und unteren Extremitäten bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP sinnvoll?

Einleitung: Klassifikationssysteme bei Cerebralparese

Um Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit USCP besser vergleichen zu können (z.B. in Therapiestudien) und eine einheitliche Sprache zur klinischen Beschreibung des motorischen Schweregrades zu verwenden, haben sich international standardisierte Klassifikationsmodelle durchgesetzt, die auch prognostisch von Bedeutung sind.

Sie basieren auf Beobachtungen und einer klinischen Bewertung der motorischen Fähigkeiten in typischen Alltagssituationen. Klassifikationssysteme sind nicht dazu gedacht, eine Veränderung über die Zeit oder die Effektivität einer Therapie zu messen (22). Stattdessen dienen sie vor allem:

- der Beschreibung der funktionellen Fähigkeiten und Einschränkungen,
- der Kommunikation zwischen Fachkräften und Familien,
- der Bildung von einheitlichen, vergleichbaren Gruppen für Forschung und epidemiologische Studien.

Ein zentraler Unterschied zu Testinstrumenten besteht darin, dass Klassifikationssysteme keine Leistungsmessung oder quantitativen Daten liefern. Sie eignen sich daher nicht zur Therapieevaluation, sondern bilden Kategorien, die verschiedene Aspekte der funktionellen Fähigkeiten widerspiegeln.

Zu den wichtigsten Klassifikationssystemen für die CP zählen das **Gross Motor Function Classification System (GMFCS)** und seine erweiterte Version (**GMFCS E&R**), das **Manual Ability Classification System (MACS und Mini-MACS)** und die **Bimanual Fine Motor Function (BFMF)**. Weitere identifizierte Klassifikationssysteme sind die **Functional Mobility Scale (FMS)** für die Mobilität und das **Modified House Functional Classification System** für den Einsatz der paretischen Hand bei Aktivitäten. Die **Winters Gage Hicks (WGH) Klassifikation** und die **Sutherland-Klassifikation** bestimmen nicht den Schweregrad der motorischen Beeinträchtigung, sondern identifizieren spezifische Gangmuster. Weitere Klassifikationen für die orthopädische Evaluation bei der Planung von chirurgischen Eingriffen sind die **Zancolli-Klassifikation der Finger- und Handgelenksbewegung** und die **House-Klassifikation für Daumen und Handfläche**.

2.3.1 Hintergrund: Untere Extremität

2.3.1.1 Gross Motor function classification system (GMFCS und GMFCS E & R)

Das GMFCS ist das bekannteste Klassifikationssystem bei CP und bewertet die körpermotorischen Fähigkeiten in 5 Stufen, die von unabhängiger Mobilität (Level I) bis hin zu stark eingeschränkter Mobilität mit der Notwendigkeit von Hilfsmitteln (Level V) reichen. Das GMFCS und seine Erweiterung GMFCS Extended & Revised (23, 24) wurden für alle CP-Subtypen entwickelt und ermöglichen eine international einheitliche Einteilung des motorischen Schweregrades, bei der das Alter des Kindes berücksichtigt wird. Für Kinder von < 2 Jahre bis 18 Jahre werden die Levels I - V genauer in einzelne Altersgruppen aufgeteilt beschrieben. Bei Frühgeborenen wird das Alter bis zum 2. Lebensjahr korrigiert. Die Einteilung erfolgt nach der maximalen Mobilitätsfähigkeit, die das Kind in typischen Alltagssituationen erreichen kann. Die erweiterte GMFCS (GMFCS E & R) für Jugendliche von 12 - 18 Jahren berücksichtigt das Umfeld und die Selbständigkeit. Das GMFCS zeigt den zu erwartenden Verlauf der Entwicklung. Die summarische Notwendigkeit von therapeutischen Maßnahmen und Hilfsmitteln kann mit den Therapiekurven antizipiert werden. Diese ermöglichen eine orientierende Einschätzung der weiteren Entwicklung des Kindes und können für die Beratung der Eltern und die interdisziplinäre Therapieplanung eingesetzt werden.

2.3.1	Empfehlung	Neu Stand 2024)
Empfehlungsgrad: A ↑↑	GMFCS E&R (Gross Motor Function Classification System, erweitert und überarbeitet) ist ein valides, reliables und einfach zu handhabendes Instrument und soll zur Beschreibung des Schweregrades der motorischen Beeinträchtigung bezüglich Mobilität bei Kindern und Jugendlichen < 18 Jahre mit USCP verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕ Validität: Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Palisano et al. (1997), Palisano et al. (2008), Piscitelli et al. (2021)	
	Starker Konsens: 100%	

2.3.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	GMFCS E & R (Gross Motor Function Classification System, erweitert und überarbeitet) sollte auch bei Erwachsenen mit USCP verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Validität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Jahnsen et al. (2006), McCormick et al. (2007), Palisano et al. (2008)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche für Klassifikationssysteme bei USCP ergab 234 Ergebnisse. Diese haben keine Publikationen beinhaltet, welche psychometrische Eigenschaften von Klassifikationssystemen untersuchen. Die Erweiterung der Suche auf CP ergab 2480 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden insgesamt 24 Publikationen für alle Klassifikationssysteme, wovon 11 Publikationen die psychometrischen Eigenschaften oder die Stabilität des GMFCS über die Zeit untersucht haben und den Einschlusskriterien entsprachen.

Das systematische Review und die Metaanalyse von Piscitelli et al. 2021(25) (indirekt) fasst die Evidenz bezüglich der psychometrischen Eigenschaften von GMFCS und GMFCS E & R zusammen. Die Testgütekriterien wurden bei GMFCS für 3164 und für GMFCS E & R für 1022 Patient*innen untersucht.

Palisano et al. (1997) (23) (indirekt) beschrieben die Entwicklung des GMFCS und untersuchten die Inhaltsvalidität. Die Konstruktvalidität wurde in zahlreichen Studien analysiert. Die Metaanalyse fasst 8 Studien zur Konstruktvalidität zusammen und ergibt einen gepoolten Korrelationskoeffizienten von 0,77 (95% CI 0,73 – 0,81; I² ; 56%) zwischen GMFCS und MACS. Reliabilitätsstudien mit insgesamt 1714 Bewerter*innen (1321 Eltern und 393 medizinische Fachkräfte/Therapeut*innen) wurden zusammengefasst. Die Metaanalyse der Studien für intra-rater Reliabilität von Therapeut*innen ergab einen gepoolten Korrelationskoeffizienten (ICC) von 0,95 (95% CI 0,81 – 0,99; I² ; 97%), für die Übereinstimmung zwischen Therapeut*innen (inter-rater Reliabilität) ICC von 0,94 ((95% CI 0,88 – 0,97; I² ; 95%), für die Übereinstimmung zwischen Therapeut*innen und Eltern/Bezugspersonen ICC von 0,93 (95% CI 0,85 – 0,96; I² ; 95%). Zusammenfassend zeigt diese Metaanalyse einen hohen Evidenzgrad in Bezug auf Reliabilität und Konstruktvalidität.

Palisano et al. (2008) (24) (indirekt) publizierte die Weiterentwicklung des Systems mit Berücksichtigung der Altersklasse 12-18 Jahre (GMFCS E & R) und seine Konstruktvalidität. Die inter-rater Reliabilität wurde in 5 Studien untersucht, darunter 4 durch Therapeut*innen. Die Metaanalyse ergab einen gepoolten ICC von 0,96 (95% CI 0,91 – 0,98; I² ; 95%). Die 4 Studien mit inter-rater Reliabilität zwischen Therapeut*innenTherapeut*innen und Eltern ergaben einen gepoolten ICC von 0,90 (95% CI 0,77 – 0,96; I² ; 96%). Zusammenfassend war die Evidenzqualität hoch für Reliabilität und Konstruktvalidität.

In den Arbeiten von Rosenbaum et al. (2002) (26), Beckung et al. (2007) (27) und Hanna et al. (2009) (28) (alle indirekt) wurde der Langzeitverlauf der GMFM-Werte (Gross Motor Function Measure) über die Zeit für die unterschiedlichen GMFCS-Stufen dargestellt. Diese Untersuchungen ermöglichen, die Prognose des grobmotorischen Fortschritts bei Kindern mit CP zu bestimmen. Sie sind für die Aufklärung, Beratung und Therapieplanung von Patient*innen mit CP hilfreich.

In mehreren Publikationen wurde die Stabilität des GMFCS im Langzeitverlauf demonstriert: McCormick et al. (2007) (29) bei 103 Patient*innen, Alriksson-Schmidt et al 2017 (30) bei 736 Patient*innen, und Huroy et al. (2022) (31) bei 1670 Patient*innen (alle indirekt). In der letzten Arbeit konnte gezeigt werden, dass 85,9% der untersuchten Patient*innen ein stabiles GMFCS-Level im Verlauf behielten (Kappa gewichtet 0,91 ,95% CI 0,89 – 0,92).

Mit dem Eltern-Fragebogen GMFCS Family & S11 Report Questionnaire (32) (33) (indirekt) kann ein halbstandardisiertes Interview (ca. 15 Minuten) durchgeführt werden. So können

Eltern und Betroffene die Einstufung in die GMFCS-Klassifikation mitbestimmen. Dies gibt die Möglichkeit, die Alltagsprobleme besser zu erfassen, um zu relevanten Therapiezielen zu gelangen. Morris et al 2004 (indirekt) (32) hat für 93 Patient*innen einen ICC von 0,94 (95% CI 0,90 – 0,96) beschrieben.

Jahnsen et al. (2006) (34) und McCormick et al. (2007) (29) zeigten in ihren Publikationen, dass GMFCS auch für erwachsene Patient*innen mit CP angewendet werden kann (insgesamt 165 Patient*innen). Von den psychometrischen Eigenschaften wird in dieser Patientengruppe nur die Reliabilität beschrieben (bei Jahnsen et al. (2006) für 62 Patienten ICC=0,93 – 0,95, 95% CI 0,89 – 0,97).

Das GMFCS wurde in zahlreiche Sprachen übersetzt (Stand 01/2025 26 Sprachen). Das System und die Therapiekurven sind online auf deutsch frei verfügbar.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die starke Empfehlung für Patient*innen < 18 Jahren mit USCP wird begründet durch die hohe Qualität der Evidenz für gute psychometrische Eigenschaften. Die Praktikabilität ist in der klinischen Situation gegeben. Eine kostenlose deutsche Übersetzung steht zur Verfügung, wodurch keine zusätzlichen Kosten oder Zeitaufwand entstehen. Der Nutzen überwiegt einem potenziellen Schaden deutlich. Der niedrigere Empfehlungsgrad für Erwachsene wird durch die Indirektheit der Evidenz begründet. Während der Konsensusfindung war die Präferenz der Erfahrungsexpert*innen deutlich.

Schlussfolgerung

Mit dem international etabliertem GMFCS und GMFCS E&R gelingt es, Patient*innen mit USCP bezüglich der motorischen Beeinträchtigung vergleichbar zu beschreiben und valide Angaben über die Prognose der motorischen Beeinträchtigung zu geben. Die Anwendung ist enorm praktikabel, weit verbreitet und erleichtert die tägliche Arbeit durch eine gemeinsame Sprache.

2.3.1.2 Weitere Klassifikationssysteme für die untere Extremität und Mobilität:

2.3.1.2.1 Die Functional Mobility Scale (FMS)

Aus der systematischen Literaturrecherche untersuchte eine Publikation (35) GMFCS in Kombination mit FMS bei 788 Patient*innen in einem orthopädischen Zentrum. In dieser Publikation wird die Kombination der beiden Klassifikationen empfohlen, ohne jedoch den CP-Subtyp zu präzisieren. Die FMS bewertet die funktionale Mobilität von Kindern mit CP über 3 typische Distanzen: 5, 50 und 500 Meter. Dabei werden sowohl die benötigten Hilfsmittel, als auch die Effizienz der Fortbewegung erfasst. Dieses System bietet eine ergänzende Perspektive zu den grobmotorischen Fähigkeiten. Die FMS ist auf deutsch kostenlos online verfügbar. Zanudin et al. (2017) (indirekt) (36) fasst die psychometrischen Eigenschaften von FMS zusammen und beschreibt einen hohen Evidenzgrad für gute inter-rater Reliabilität dieses Systems. Die FMS wurde auch als Testinstrument zur Evaluierung von Therapieeffekten bei Patient*innen mit spastischer Diplegie angewendet (37) (indirekt).

In der Gruppe der Patient*innen mit USCP sind 94% der Patient*innen ohne Hilfsmittel gehfähig (siehe Kapitel Prävalenz und Diagnose); daher sehen die Autor*innen dieser Leitlinie einen Vorteil bei der Anwendung von FMS in der Gruppe der bilateral-spastischen

Cerebralparese und nicht bei USCP.

2.3.1.2.2 Die Winters Gage Hicks (WGH) Klassifikation und Sutherland-Klassifikation

Die systematische Literaturrecherche ergab 3 Publikationen über die Winters Gage Hicks (WGH) Klassifikation und Sutherland-Klassifikation bei Patient*innen mit USCP (38-40). Diese Klassifikationen beschreiben nicht den motorischen Schweregrad, sondern spezifische Gangmuster, welche bei USCP das Gangbild kategorisieren können. Sie sind wertvoll für die Planung orthopädischer Eingriffe und werden häufig in Verbindung mit der Bewegungsanalyse eingesetzt.

Internet-Links

- GMFCS Deutsch mit Therapiekurven: https://www.netzwerk-cerebralparese.de/wp-content/uploads/2022/05/GMFCS_Therapiekurven_3_2014.pdf
- GMFCS-Elternfragebogen: <https://canchild.ca/en/resources/42-gross-motor-functionclassification-system-expanded-revised-gmfcs-e-r>
- Functional Mobility Scale Deutsch: <https://www.kispi.uzh.ch/d3/2474/the-funktional-mobility-scale-fms-mobilit%C3%A4tsskala-f%C3%BCr-kinder-mit-zerebralparese?id=2474>
- WGH-Klassifikation:

Typ I: Plantarflexion des Sprunggelenks in der Schwungphase mit Spitzfußdeformität beim initialen Bodenkontakt, jedoch ausreichender Dorsalflexion in der Standphase.

Typ II: Anhaltende Plantarflexion des Sprunggelenks während der Stand- und Schwungphase.

Typ III: Plantarflexion des Sprunggelenks mit fortschreitender Beteiligung der proximalen Gelenke und eingeschränkter Kniebeugung in der Schwungphase.

Typ IV: Plantarflexion des Sprunggelenks mit eingeschränkter Beweglichkeit des Kniegelenks und begrenzter Flexion-Extension der Hüfte.

- Klassifikation von Sutherland:

Crouch-Gang: Mindestkniebeugung in der Standphase > 30°.

Jump-Knee-Gang: Erste Kniebeuge-Spitze > 30°, gefolgt von einer minimalen Kniebeugung von 10° bis 20° in der Einzelstützphase.

Steifer-Knie-Gang: Maximale Kniebeugung in der Schwungphase ist auf 45° begrenzt oder die Kniebeugung tritt verspätet in mehr als 30 % der Schwungphase auf.

Rekursions-Knie-Gang: Überstreckung des Knies (> 0°) in der Standphase.

2.3.2 Hintergrund: Obere Extremität

2.3.2.1 Manual Ability Classification System (MACS)

Das MACS wurde 2016 analog zu der GMFCS-Skala für die obere Extremität entwickelt (41) und findet im klinischen Setting und in der Forschung breite Anwendung. Das MACS ist fokussiert auf die bimanuelle Performanz von Kindern im Alter 4-18 Jahre mit allen CP-Subtypen. Es beschreibt, wie gut Kinder ihre beiden Hände im Alltag einsetzen können. Es werden 5 Levels beschrieben, wobei Level I eine uneingeschränkte Nutzung der Hände beschreibt, während Level V eine stark eingeschränkte Nutzung darstellt. Erfasst werden die

Fähigkeiten des Kindes, mit Objekten umzugehen, die wichtig für die Aktivitäten des täglichen Lebens sind, z.B. beim Spielen und in der Freizeit, oder beim Essen und Anziehen. Die Unterscheidung zwischen den einzelnen Levels wird durch zusätzliche Beschreibungen erleichtert. Die Einordnung erfolgt durch Befragung des Kindes oder der Bezugspersonen, und berücksichtigt das Lebensalter sowie die altersspezifischen manuellen Fähigkeiten. Die Einteilung folgt einer Ordinalskala.

Mini-MACS wurde nach demselben Konzept 2017 entwickelt und klassifiziert die bimanuelle Performanz der Kinder < 4 Jahren im Alltag (42).

2.3.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A ↑↑	Manual Ability Classification System (MACS) ist ein valides, reliables und einfach zu handhabendes Instrument und soll zur Klassifikation der bimanuellen Performanz der Kinder und Jugendlichen 4-18 Jahre mit USCP verwendet werden.	
Qualität der Evidenz		
Reliabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕ Validität: Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Eliasson et al. (2006), Piscitelli et al. (2021) SR	
	Starker Konsens: 100%	

2.3.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Manual Ability Classification System (MACS) ist ein valides, reliables und einfaches Instrument und sollte zur Klassifikation der bimanuellen Performanz der Erwachsenen mit USCP verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Validität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Eliason et al. (2006 und 2023), van Meeteren et al. (2010)	
	Starker Konsens: 100%	

2.3.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Für Kinder 1-4 Jahre mit USCP sollte zur Klassifikation der bimanuellen Performanz Mini-MACS verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität: Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Eliasson et al. (2017), Hou et al. (2022), Skoutelis et al. (2022)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage:

Eingeschlossen wurden 5 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften oder die Stabilität des MACS/Mini-MACS untersuchten, darunter ein systematischer Review.

Der systematische Review mit Metaanalyse von Piscitelli et al. (2021) (25), fasst die Testgütekriterien des MACS zusammen. In diesen Publikationen wurde das MACS bei 3533 Kindern untersucht.

Die Metaanalyse beinhaltet 5 Studien bezüglich intrarater-Reliabilität zwischen Therapeut*innen mit einem gepooltem ICC von 0,97 (95% CI 0,97 – 0,98; I^2 48%). 3 Studien über die intra-rater Reliabilität bei Eltern /Bezugspersonen ergaben einen gepoolten ICC von 0,95 (95% CI 0,91 – 0,98; I^2 86%). 8 Studien über die inter-rater Reliabilität zwischen Therapeut*innen ergaben einen gepoolten Korrelationskoeffizienten (ICC) von 0,94 (95% CI: 0,91 – 0,96; I^2 92%). 10 Studien evaluierten die Übereinstimmung (interrater-Reliabilität) zwischen Therapeut*innen und Eltern/Bezugspersonen mit einem gepooltem ICC von 0,94 (95% CI 0,89 – 0,97; I^2 96%).

Die Konstruktvalidität des MACS wurde in 6 Studien untersucht: die Korrelation mit GMFCS war 0,77 (95% CI 0,73 – 0,81; I^2 56%). Messfehler und Änderungssensitivität wurden in einer Studie untersucht mit dem Ergebnis eines geringen Standardfehlers (0,2) und minimaler erkennbarer Änderung (0,7).

Insgesamt war die Qualität der Evidenz hoch für eine gute Reliabilität und für Konstruktvalidität, moderat für Messfehler und unklar für Änderungssensitivität.

Die Stabilität des MACS über einen längeren Zeitraum wurde in den Publikationen von Öhrvall et al. (2013) (43) und Klevberg et al. (2021) (44) untersucht. 1267 Kinder im Alter von 4 bis 17 Jahren wurden in der Längsschnittstudie von Öhrvall et al. begleitet. Nach einem Jahr beschrieben die Autor*innen einen ICC von 0,97, bei einer maximalen Abweichung zwischen den Beurteilungen von einem MACS-Level und nach 3-5 Jahren weiterhin eine gute Übereinstimmung (ICC = 0,96). Insgesamt stellen die Autor*innen eine hohe Stabilität über einen Zeitraum von 5 Jahren fest, höchste Stabilität wird für die Level I und V angegeben.

Eine longitudinale Studie von Eliasson et al. (2023) (45) beschreibt die Entwicklung des Einsatzes der betroffenen Hand bei bimanuellen Aufgaben bei 171 Kindern mit USCP im Alter von 18 Monaten bis 18 Jahren. Es konnte gezeigt werden, dass Kinder und Jugendliche mit USCP mit einem MACS-Level I-III den größten Zuwachs in der bimanuellen Performanz bereits im frühen Alter zeigen und im Alter von 7 Jahren ein Plateau erreichen. Sie verfügen dann über eine stabile Fähigkeit, ihre betroffene Hand bei bimanuellen Aktivitäten zu nutzen. Der Gebrauch der betroffenen Hand entwickelte sich also hauptsächlich im frühen Vorschulalter. Die MACS-Stufen waren prädiktiv für die Geschwindigkeit und das Ausmaß der bimanuellen Leistungsentwicklung.

van Meeteren et al. (2010) (46) demonstrierten die Anwendbarkeit bei 83 jungen Erwachsenen mit normaler kognitiven Entwicklung.

Das MACS ist online in 28 Sprachen (darunter auch eine deutsche Übersetzung) frei verfügbar.

Die Entwicklung des Mini-MACS, Klassifikationssystem der bimanuellen Performanz für Kinder unter 4 Jahre, wurde in der Studie von Eliasson et al. (2017) (42) dargestellt. Untersucht wurden 61 Kinder. Die Autor*innen konnten eine gute interrater-Reliabilität ermitteln: Eltern/Therapeut*in 1 (ICC = 0,90; 95 % CI 0,84 – 0,99), Eltern/Therapeut*in 2 (ICC = 0,90; 95 % CI 0,84 – 0,99) und Therapeut*in 1/Therapeut*in 2 (ICC = 0,97; 95 % CI 0,84–0,99). Hou et al. (2022) (47) und Skoutelis et al. (2022) (48) untersuchten die inter-rater Reliabilität und Test-

Retest-Reliabilität in 104 Kindern aus Ost-Asien und 63 Kindern aus Griechenland.

Auch das Mini-MACS ist online frei verfügbar.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die starke Empfehlung für Patient*innen im Alter von 4-18 Jahren mit USCP wird durch die hohe Qualität der Evidenz für gute psychometrische Eigenschaften begründet. Die Praktikabilität ist in der klinischen Situation gegeben. Eine kostenlose deutsche Übersetzung steht zur Verfügung, wodurch keine zusätzlichen Kosten oder Zeitaufwand entstehen. Der Nutzen überwiegt einem potenziellen Schaden. Während der Konsensusfindung war die Präferenz der Erfahrungsexpert*innen deutlich.

Der schwache Empfehlungsgrad für erwachsene Patient*innen mit USCP wird durch die Indirektheit der Evidenz begründet. Die Autor*innen der Leitlinie finden dieses System auch bei Erwachsenen mit den gleichen Vorteilen anwendbar, ohne potenziellen Schaden. Es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen.

Der schwache Empfehlungsgrad für Patient*innen im Alter von 1-4 Jahren mit USCP wird durch den moderaten Evidenzgrad für gute psychometrische Eigenschaften (1 Studie adäquater Qualität) begründet. Der Nutzen überwiegt einem potenziellen Schaden. Es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen.

Schlussfolgerung

Das MACS ist ein einfaches, reliables Instrument zur Beurteilung der Aktivität der oberen Extremität bei Kindern und Jugendlichen mit CP/USCP. Mit dem international etablierten Klassifikationssystem gelingt es, Patient*innen mit USCP bezüglich der motorischen Beeinträchtigung der oberen Extremitäten vergleichbar zu beschreiben und valide Angaben über die Prognose zu geben. Die Anwendung ist enorm praktikabel, weit verbreitet und erleichtert die tägliche Arbeit durch eine gemeinsame Sprache.

2.3.2.2 Bimanual Fine Motor Function (BFMF)

BFMF wurde zur Klassifikation der motorischen Beeinträchtigung der oberen Extremität 2002 zum ersten Mal beschrieben (27) und 2016 revidiert (49). BFMF klassifiziert die feinmotorische Funktion der Kinder mit CP. Es klassifiziert die Fähigkeit des Kindes in jeder Hand einzeln Gegenstände zu greifen, zu manipulieren und zu halten. Es werden 5 Bewertungsstufen verwendet, wobei niedrigere Stufen auf höhere Fähigkeiten hinweisen. Die Stufen II–IV sind weiter in die Stufen „a“ und „b“ unterteilt, die eine asymmetrische oder symmetrische Handnutzung beschreiben und somit Aufschluss über mögliche Unterschiede zwischen den beiden Händen geben. BFMF wird im Europäischen CP-Register SCPE erhoben und damit Parameter der motorischen Beeinträchtigung der oberen Extremität in mehreren

epidemiologischer CP-Studien, nicht zuletzt aufgrund der Möglichkeit, die Einstufung retrospektiv vorzunehmen. Die deutsche Version wurde 2008 für das Reference and Training Manual der SCPE erstellt (siehe unten).

2.3.6	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Für die Klassifikation der bimanuellen Kapazität sollte Bimanual Fine Motor Function 2.0 (BFMF 2.0) bei Kindern und Jugendlichen mit USCP im Alter von 3-17 Jahren verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Elvrum et al. (2016 und 2017)	
	Starker Konsens: 100%	

2.3.7	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Für die Klassifikation der bimanuellen Kapazität kann Bimanual Fine Motor Function 2.0 (BFMF 2.0) auch bei Kindern von 1 bis < 3 Jahren und Erwachsenen verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Niedrig ⊕⊖⊖⊖ Validität Niedrig ⊕⊖⊖⊖ Praktikabilität Hoch ⊕⊕⊕⊕	Relevante Literatur: Elvrum et al. (2016 und 2017)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage:

Eingeschlossen wurden 2 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von

BFMF untersucht haben.

Die Konstruktvalidität in Korrelation zu MACS wurde von Elvrum et al. (2016) (49) (indirekt) bei 539 Kindern im Alter von 4-12 Jahren mit CP aus Registerdaten untersucht. Es wurde eine hohe Korrelation zur MACS festgestellt (Spearman's rho=0,89; CI 0,86 – 0,91; $p<0.001$). Die Autor*innen der Studie kommen zu der Schlussfolgerung, dass BFMF komplementär zur MACS als Klassifikation der feinmotorischen Kapazität benutzt werden kann.

Weiterhin untersuchten Elvrum et al. (2017) (50) (indirekt) die intra- und interrater Reliabilität bei 79 Kindern mit CP im Alter von 3-17 Jahren. Die Ergebnisse zeigten eine gute intra- und interrater Reliabilität (ICC gesamt 0,86; Cohen's kappa: intra-rater kw: >0,90 und inter-rater kw: >0,85).

Die erste Studie basiert auf Registerdaten. Hier beträgt das Mindestalter der Kinder 4 Jahre. In der zweiten Studie wurden Kinder im Alter von 3-17 Jahren untersucht. Die Autor*innen dieser Leitlinie sind der Meinung, dass dieses Klassifikationssystem auch bei jüngeren Kindern angewendet werden kann, sobald das Kind entsprechende feinmotorische Tätigkeiten durchführen kann, insbesondere sei hier die beurteilte In-Hand-Manipulation zu nennen. Für erwachsene Patient*innen mit CP ergibt die Literaturrecherche keine Studien. Dennoch sehen die Autor*innen dieser Leitlinie keine Schwierigkeiten, diese einfache Klassifikation auch bei Erwachsenen zu verwenden.

Die Praktikabilität dieser Klassifikation ist im Alltag gegeben. Eine Schulung ist nicht erforderlich und es entstehen keine zusätzlichen Kosten.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Der schwache Empfehlungsgrad für die Altersgruppe 3-18 Jahre basiert auf der moderaten Evidenz bezüglich der psychometrischen Eigenschaften. Nur zwei Studien untersuchen die Validität und Reliabilität mit guten Ergebnissen. Es besteht eine breite Nutzung in den Registern. Die Praktikabilität ist gegeben. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden. Die Erfahrungsexpert*innen geben eine Präferenz an.

Die offene Empfehlung für die Altersgruppe unter 3 Jahren und bei Erwachsenen basiert auf der sehr geringen Evidenz in dieser Altersgruppe (Indirektheit). Die Praktikabilität ist gegeben. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden. Die Erfahrungsexpert*innen geben eine Präferenz an.

Schlussfolgerung

BFMF ist ein einfaches Klassifikationssystem der feinmotorischen Kapazität der oberen Extremität bei Kindern mit CP mit guter Praktikabilität, das vorwiegend in CP-Registern verwendet wird. Es liefert komplementäre Informationen zur MACS. Bezüglich der psychometrischen Eigenschaften wurde eine moderate Evidenz gefunden.

2.3.2.3 Weitere Klassifikationssysteme für die obere Extremität

2.3.2.3.1 Modified House Functional Classification System

Eine Publikation aus der systematischen Literaturrecherche stellt die Entwicklung des modifizierten House Functional Classification Systems vor (51). Diese Klassifikation bewertet die spontane Handfunktion von Kindern mit USCP auf einer Skala von 0 bis 8. Es fokussiert sich auf die praktische Nutzung der Hand in alltäglichen Situationen von "keine funktionelle Nutzung" (0) bis "normale Funktion" (8). Dieses System hilft, spezifische Ziele für die Therapie zu identifizieren. Es ist Bestandteil des Testinstruments Shriners Upper Extremity Evaluation (siehe Kapitel Testinstrumente für die unimanuelle Kapazität) und nützlich für die Beurteilung der Auswirkungen von chirurgischen Eingriffen an der oberen Extremität. Die Konstruktvalidität ergibt eine signifikante Korrelation mit der MACS. Eine deutsche Übersetzung steht nicht zur Verfügung. Die Autor*innen der Leitlinie sehen bei der Nutzung der Modified House Functional Classification System gegenüber MACS und BFMF keine Vorteile.

Eine Publikation aus der systematischen Literaturrecherche (52) beinhaltet 2 weitere Klassifikationssysteme für die Finger- und Handgelenksdeformität. Sie beschreiben nicht den Schweregrad der motorischen Beeinträchtigung der oberen Extremität, sondern liefern Informationen über die auffällige Haltung der Hände.

Zancolli-Klassifikation der Finger- und Handgelenksbewegung

Die Zancolli-Klassifikation wird verwendet, um die aktive Streckung von den Fingern und dem Handgelenk bei Kindern mit CP zu bewerten.

- Typ I: Gute aktive Streckung,
- Typ II: Eingeschränkte Streckung mit kompensatorischen Bewegungen,
- Typ III: Fehlende aktive Streckung.

2.3.2.3.2 House-Klassifikation für Daumen und Handfläche

Diese Klassifikation fokussiert sich auf die Position des Daumens und seine Beziehung zur Handfläche. Sie kategorisiert typische Fehlstellungen und deren Einfluss auf die Greiffunktion.

Internet-Links

MACS: http://www.macs.nu/files/MACS_German_2010.pdf

<https://www.macs.nu/download-content.php> - 28 Sprachen Stand 01/2025

Mini-MACS: <https://www.macs.nu/download-mini-content.php> - 15 Sprachen Stand 01/2025

BFMF:

Bimanual Fine Motor Function (BFMF), Übersetzt für die Deutsche Version des Reference and Training Manuals mit Rückübersetzung, Februar 2009 von I. Krägeloh-Mann, U.Petruch, I. Michaelis

Stufe 1

Die eine Hand: manipuliert ohne Beschränkung. Die andere Hand: manipuliert ohne Beschränkung oder mit Einschränkungen bei komplexeren feinmotorischen Aufgaben

Stufe 2

(a) Die eine Hand: manipuliert ohne Beschränkung. Die andere Hand: nur Greifen oder Halten möglich

(b) Beide Hände: Einschränkungen bei komplexeren feinmotorischen Aufgaben

Stufe 3

(a) Die eine Hand: manipuliert ohne Beschränkung. Die andere Hand: keine Funktion

(b) Die eine Hand: Einschränkungen bei komplexeren feinmotorischen Aufgaben. Die andere Hand: nur Greifen oder Halten oder weniger möglich

Stufe 4

(a) Beide Hände: nur Greifen oder Halten möglich

(b) Eine Hand: nur Greifen möglich. Die andere Hand: nur Greifen oder Halten oder weniger möglich

Stufe 5

Beide Hände: nur Halten oder weniger möglich

Tabelle 2: Modified House Functional Classification System

Grade	Designation	Activity level	Consolidated level
0	Does not use	Does not use hand	Unable to use
1	Poor passive assist	Uses as stabilizing weight only	
2	Fair passive assist	Can hold object placed in hand	Passive use (grades 1, 2, 3)
3	Good passive assist	Can hold and stabilize object for use by other hand	
4	Poor active assist	Can activate grip weakly	
5	Fair active assist	Can grip object and stabilize well	Active use (grades 4, 5, 6)
6	Good active assist	Can grip object and manipulate it	
7	Spontaneous use, partial	Can perform bimanual activities easily	
8	Spontaneous complete use,	Uses hand completely without reference to other hand	Spontaneous use (grades 7, 8)

2.4 Assessments

2.4.1. Assessments Risikopatienten

PICO-Frage: Welche **Instrumente** sind für die Verlaufskontrolle der Risikopatienten/Risikokinder für die Entwicklung einer USCP sinnvoll?

Einleitung

Anamnestische und klinische Faktoren können vor der Geburt, in der Neugeborenenzeit und direkt postnatal auf das Risiko für die Entwicklung einer USCP hinweisen (15, 16). Diese werden in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst:

Tabelle 3: Anamnestische und klinische Risikofaktoren für die Entwicklung einer USCP

Vor der Geburt	In der Neugeborenenzeit	Nach der Neugeborenenzeit
- Angeborene Fehlbildung - Intrauterine Wachstumsverzögerung - Mehrlingsschwangerschaft - Intrauterine Infektionen, Chorioamnionitis - Pränatal bekannte genetische Varianten	- Frühgeburtlichkeit - Hypoxisch-ischämische oder neonatale Enzephalopathie - Stroke - Infektionen (z.B. Meningitis) - Schädel-Hirn-Trauma	- Schädel-Hirn-Trauma - Komplikation nach Operationen - Infektionen (z.B. Meningitis) - Stroke

Eine frühe cerebrale Bildgebung (Ultraschall des Schädels, cerebrale MRT) identifiziert ebenfalls Risikofaktoren für die Entwicklung einer USCP (14, 16, 53), siehe auch PICO 1.7.1). Prädiktiv sind folgende Auffälligkeiten:

- cerebrale Fehlbildungen, die das motorische System einseitig betreffen
- unilaterale intraventrikuläre Blutung (Grad IV) mit parenchymatöser Infarzierung
- periventrikuläre Leukomalazie, die das motorische System einseitig betrifft
- neonataler Stroke im Bereich der Arteria cerebri media mit Asymmetrie der Myelinisierung im hinteren Kapselschenkel

Für Kinder mit diesen anamnestischen, klinischen oder bildgebenden Risikokonstellationen für die Entwicklung einer USCP sind zum Teil Überwachungssysteme (z.B. Frühgeborenen-Nachsorge) etabliert. **Standardisierte klinische Untersuchungen** und **standardisierte Testinstrumente für die Beurteilung der Motorik** unterstützen in der Nachsorge die Frühdiagnose einer USCP.

Zu den wichtigsten Testinstrumenten in der systematischen Literaturrecherche zählen:

- Hand Assessment for Infants (HAI)
- Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE)
- Standardized Infant NeuroDevelopmental Assessment Neurological Scale (SINDA)
- General Movement Assessment (GMA)
- Infant Motor Profile (IMP)
- Alberta Infant Motor Scale (AIMS)
- Test of Infant Motor Performance (TIMP)
- Neurosensory Motor Development Assessment (NSMDA)

- Developmental Assessment of Young Children (DAYC)

2.4.1.1 Standardisierte motorische Testinstrumente

Hand Assessment for Infants (HAI)

Hintergrund

Das Hand Assessment for Infants (HAI) ist ein standardisiertes Beobachtungsverfahren zur Beurteilung der Handfunktion bei Säuglingen im Alter von 3 bis 12 Monaten mit einem hohen Risiko für unilaterale motorische Beeinträchtigungen. Der HAI basiert auf einer spielerischen Interaktion mit dem Säugling, bei der verschiedene Greif- und Handbewegungen beobachtet und analysiert werden. Die standardisierte Testdurchführung beinhaltet eine strukturierte Spielsituation, in der das Kind gezielt zum ein- und beidseitigen Gebrauch der Hände angeregt wird. Das Verhalten wird gefilmt und später anhand einer standardisierten Skala bewertet.

Das HAI misst das Ausmaß und die Qualität der zielgerichteten Handlungen, die mit jeder Hand einzeln und mit beiden Händen zusammen ausgeführt werden. Dadurch können 3 Ergebnisse ermittelt und quantifiziert werden: ein einseitiger Handgebrauchswert für jede Hand und ein Wert für den Gebrauch beider Hände zusammen. Die beiden einseitigen Werte werden auch verwendet, um einen Asymmetrie-Index zu berechnen, der den Seitenunterschied quantifiziert. Der Vergleich des Ergebnisses mit Normwerten kann dabei helfen, Säuglinge mit hohem Risiko zu identifizieren, die von einer Intervention profitieren würden.

Der s-HAI folgt einem ähnlichen Prinzip, ist jedoch eine gekürzte Version mit einer reduzierten Anzahl an Aufgaben und einer verkürzten Beobachtungszeit. Zudem kann er nach Anleitung auch von Eltern durchgeführt werden und das Video an den/ die zertifizierte(n) Therapeut*innen gesandt werden. Dies erleichtert den Einsatz in klinischen und Forschungskontexten, in denen eine schnelle, aber dennoch valide Einschätzung der Handfunktion benötigt wird. Diese Version kann zu diagnostischen Zwecken, nicht aber zur Erfassung therapeutischer Effekte eingesetzt werden.

Die Durchführung des HAI dauert etwa 10 bis 15 Minuten, wobei die nachfolgende Videoanalyse und Bewertung zusätzliche Zeit in Anspruch nimmt. Der s-HAI benötigt eine kürzere Beobachtungszeit von etwa 5 bis 10 Minuten, wodurch die Gesamtzeit für die Testung reduziert wird.

Für die Durchführung des HAI und s-HAI werden folgende Materialien benötigt:

- Eine standardisierte Auswahl an Spielzeugen, die unterschiedliche Greifarten und Handnutzungen herausfordern (z. B. kleine Bälle, Rasseln, Stofftiere, Stapelspielzeug)
- Eine Videoaufzeichnungsmöglichkeit zur nachträglichen Analyse der Handbewegungen
- Ein standardisiertes Bewertungsprotokoll zur objektiven Einordnung der beobachteten Handfunktionen

2.4.1.1	Empfehlung	Neu: Stand 2024

Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Risikopatienten kann zur Früherkennung einer USCP der HAI (Hand Assessment for Infants) als geeigneter Test eingesetzt werden. Er kann ab dem Alter von 3,5 Monaten bis 12 Monate verwendet werden.
Qualität der Evidenz:	
Sensitivität: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Spezifität: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Reliabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Relevante Literatur: Krumlinde-Sundholm et al. (2017), Waagenar et al. (2020), Ryll et al. (2021), Ullenhag et al. (2021)
	Starker Konsens: 100%

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab insgesamt 1450 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden insgesamt 18 Publikationen für alle Testinstrumente für Risikopatient*innen. Für die Beurteilung der Evidenzgrundlage für den HAI wurden 5 Studien eingeschlossen, welche die psychometrischen Eigenschaften untersuchten und den Einschlusskriterien entsprachen.

Krumlinde-Sundholm L. et al. (2017)(54) beschreiben die Entwicklung und Validierung des HAI mit dem Ziel, ein Instrument zur quantitativen Messung des bilateralen Handgebrauchs und möglichen asymmetrischen Handfunktionen zu schaffen. Der HAI umfasst 12 unimanuelle und 5 bimanuelle Testaufgaben, die auf einer 3-stufigen Skala bewertet werden. Die Untersuchung der internen Skalengültigkeit mittels Rasch-Analyse zeigte, dass der Test eine unidimensionale Messung mit hoher Personenreliabilität ermöglicht. Der HAI kann somit sowohl die Gesamt-Handnutzung als auch Unterschiede zwischen der besseren und der weniger funktionellen Hand quantifizieren.

Die Studie von Ek et al. (2019) (55) befasst sich mit der Erstellung normativer Referenzwerte für die HAI. In der Studie wurden 489 HAI-Bewertungen von gesunden Säuglingen im Alter von 3 bis 10 Lebensmonaten aus Italien und Schweden analysiert. Die Ergebnisse zeigten eine stetige Zunahme der Handfähigkeiten mit zunehmendem Alter. Zudem wurden normative Entwicklungskurven erstellt, die die erwartete Entwicklung der Handfunktion für jede Altersgruppe darstellen. Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Handnutzung zwischen Geschlechtern oder Nationalitäten. Eine minimale durchschnittliche Seitendifferenz von 0,1 Rohpunkten zwischen der rechten und linken Hand wurde festgestellt, jedoch ohne klinische Relevanz. Die normativen Referenzwerte der HAI ermöglichen es nun, Abweichungen von der normalen Handfunktion für jedes Lebensmonat zu identifizieren und tragen zur Früherkennung von Auffälligkeiten bei.

Die Studie von Wagenaar et al. (2019) (56) vergleicht verschiedene Methoden zur frühzeitigen

Vorhersage von USCP bei Säuglingen mit unilateralen perinatalen Hirnläsion (UPBI). Untersucht wurden die prädiktive Genauigkeit der Magnetresonanztomographie (MRT) inklusive Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) sowie die HAI.

Insgesamt wurden 45 Säuglinge (24 Termingeborene, 21 Frühgeborene) mit UPBI untersucht. Sie erhielten MRT-Scans und DTI-Messungen im Neugeborenenalter sowie HAI-Bewertungen vor 5, zwischen 5 und 8 sowie zwischen 8 und 12 Lebensmonaten. Der Vergleich der betroffenen und nicht betroffenen Seite zeigte signifikante Unterschiede in den MRT- und HAI-Messungen. Die Ergebnisse zeigen, dass DTI-basierte Asymmetrie-Indizes der corticospinalen Bahnen (CST) bereits vor 5 Lebensmonaten eine hohe Vorhersagekraft für USCP aufweisen (AUC = 0,94), während HAI insbesondere nach 8 Lebensmonaten eine zuverlässige Prognose ermöglicht (AUC = 1,0). Vor 5 Lebensmonaten war DTI die genaueste Methode, während HAI ab 8 Monaten alle USCP-Fälle korrekt identifizierte. Die Studie schlussfolgert, dass eine Kombination aus bildgebenden Verfahren und standardisierten klinischen Tests wie HAI die frühzeitige Identifikation von Säuglingen mit hohem USCP-Risiko verbessern kann.

Ryll et al. (2021) (57) bewerteten in einer prospektiven Längsschnittstudie die Sensitivität, Spezifität und Vorhersagekraft der HAI und bestimmten Cut-off-Werte für verschiedene Altersstufen.

Es wurden 203 Säuglinge im Alter von 3 bis 12 Lebensmonaten mit der HAI untersucht. Die spätere Diagnose einer USCP mit ≥ 24 Lebensmonaten diente als externer Referenzstandard. Die Analyse umfasste Receiver-Operating-Characteristic-Kurven (ROC), Likelihood-Ratios und prädiktive Werte. Die HAI zeigte eine hohe Vorhersagegenauigkeit für USCP, wobei die Fläche unter der ROC-Kurve (AUC) zwischen 0,77 und 0,95 lag. Die Sensitivität variierte zwischen 63% und 93%, während die Spezifität zwischen 62% und 91% lag. Die Genauigkeit nahm mit zunehmendem Alter zu und erlaubte eine erste zuverlässige Vorhersage ab 3,5 Monaten.

Ullenhag et al. (2021) (58) untersuchten die Interrater- und Test-Retest-Reliabilität der HAI sowie die Messgenauigkeit und die kleinste nachweisbare Veränderung (Smallest Detectable Difference, SDD). 55 Säuglinge (26 weiblich, 29 männlich) wurden in 2 Gruppen untersucht: 25 mit klinischen Anzeichen einer USCP und 30 altersgerecht entwickelte Kinder. 3 erfahrene Ergotherapeut*innen bewerteten unabhängig voneinander die HAI-Videoaufnahmen. Die Interrater- und Test-Retest-Reliabilität waren für die Gesamtbewertung (Both Hands Measure, BoHM) und die Einzelskalen (Each Hand Sum Score, EaHS) exzellent (ICC 0,96–0,99). Für einzelne Testitems lag die Übereinstimmung zwischen gut und exzellent (ICC 0,81–0,99). Die kleinste nachweisbare Veränderung (SDD) betrug 3 HAI-Einheiten für den BoHM, was bedeutet, dass Veränderungen über diesem Wert als echte Verbesserung interpretiert werden können. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass HAI eine hohe Reliabilität und geringe Messfehler zeigt, was sie zu einem verlässlichen Instrument für Forschung und klinische Praxis macht.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Der HAI ist ein Testinstrument speziell für die Früherkennung von USCP. Der Evidenzgrad ist moderat für gute Validität, Reliabilität und Prädiktion. Der Nutzen überwiegt einem

potenziellem Schaden deutlich. Es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen. Die offene Empfehlung wird dadurch begründet, dass trotz moderaten Evidenzgrades für gute psychometrische Eigenschaften und hohem Prädiktionswert bezüglich USCP, die Anwendbarkeit von HAI im Alltag limitiert ist. Die Zertifizierung, der Personal- und Materialbedarf und die Zeit für Bewertung der Videoaufnahme schränken die Praktikabilität im Alltag ein. Aus diesem Grund hat sich die Leitliniengruppe für eine Herabstufung entschieden.

Schlussfolgerung

HAI ist ein valides und zuverlässiges Instrument zur frühen Identifikation von USCP. Die normativen Referenzwerte der HAI ermöglichen es, Abweichungen von der normalen Handfunktion für jeden Lebensmonat zu identifizieren.

2.4.1.2 Testinstrumente für die standardisierte neurologische Untersuchung

2.4.1.2.1 Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) und Hammersmith Neonatal Neurological Examination (HNNE)

Hintergrund

Die Hammersmith Neonatal Neurological Examination (HNNE) ist eine schnelle, praktische und einfach durchzuführende Untersuchung für Neugeborene mit 34 Items zur Beurteilung des Tonus, der motorischen Muster, der Beobachtung spontaner Bewegungen, der Reflexe, der visuellen und auditiven Aufmerksamkeit und des Verhaltens. Die Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) hat eine ähnliche Struktur wie die Neugeborenenuntersuchung. Der HINE ist für Säuglinge im Alter zwischen 3 und 24 Lebensmonaten gedacht. Die Durchführung dauert 5–15 min. Der HINE ist in folgende 3 Abschnitte unterteilt:

1. Neurologische Untersuchung mit 26 Items (Hirnnerven, Körperhaltung, Bewegungen, Muskeltonus, Reflexe und Asymmetrien); Jedes Item wird mit 0 bis 3 Punkten bewertet, wobei höhere Werte auf eine bessere neurologische Funktion hinweisen. Die maximale Gesamtpunktzahl beträgt 78 Punkte (Optimalitätsscore)
2. Grenzsteine der motorischen Entwicklung (Motorische Meilensteine, 8 Items)
3. Verhalten (3 Items).

Sowohl der HNNE als auch der HINE wurden in großen Kohorten von gesunden Kindern standardisiert. Die Ergebnisse des HINE können verwendet werden, um ein hohes Risiko für CP in einem frühen Alter zu erkennen und das selbstständige Sitzen und Gehen bei Hochrisiko-Säuglingen vorherzusagen. Zur Beurteilung einer altersentsprechenden Entwicklung wird das Ergebnis an das korrigierte Alter bei Untersuchung adaptiert. Es wurden sowohl Cut-off-Scores zur Vorhersage einer CP (16), als auch Perzentilen für das Alter zwischen 3 und 7 Lebensmonaten vorgestellt (59).

2.4.1.2.2 Standardized Infant NeuroDevelopmental Assessment neurological scale (SINDA)

Hintergrund

Das Instrument SINDA ist eine neurologische, entwicklungsneurologische und emotionale

Skala zur frühzeitigen Erkennung von Entwicklungsstörungen bei Säuglingen im Alter von 6 Wochen bis 12 Monaten. Sie wurde entwickelt, um standardisiert neurologische und entwicklungsbezogene Auffälligkeiten zu identifizieren und eine frühzeitige Intervention zu ermöglichen. Die Untersuchungsbögen zum Manual stehen zum Download zur Verfügung.

Die Untersuchung mit der SINDA-Skala umfasst mehrere Kernbereiche, von denen auch die „neurological scale“ isoliert betrachtet werden kann. Die Bewertung erfolgt anhand standardisierter Kriterien, die es ermöglichen, individuelle Abweichungen von der typischen Entwicklung festzustellen. Ein auffälliges Ergebnis in der SINDA-Skala kann auf eine CP oder eine globale Entwicklungsverzögerung hinweisen. Für die Durchführung und Dokumentation von SINDA ist ein Manual erforderlich, welches die Dokumentationsbögen auf deutsch beinhaltet.

2.4.1.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Risikopatient*innen kann zur Früherkennung einer USCP als standardisierte neurologische Untersuchung HINE (Hammersmith Infant Neurological Examination) bis 18 Monate oder SINDA (Standardized Infant NeuroDevelopmental Assessment neurological scale ab 6 Wochen bis 12 Monaten) verwendet werden.	
Qualität der Evidenz:		
Sensitivität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Spezifität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Validität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Reliabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	<i>RELEVANTE LITERATUR:</i> Nokav et al. (2017), Hadders-Algra et al. (2019)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab insgesamt 1450 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden insgesamt 18 Publikationen für alle Testinstrumente für Risikopatienten. Für die Beurteilung der Evidenzgrundlage für HINE und SINDA wurden 5 Publikationen eingeschlossen, welche die psychometrischen Eigenschaften untersucht haben, und den Einschlusskriterien entsprachen, darunter eine Guideline. Es handelt sich um indirekte Evidenz.

HINE

Novak et al 2017(16) (indirekt) empfehlen HINE in der Guideline zur Früherkennung der CP als standardisierte neurologische Untersuchung. Für die Prädiktion von USCP werden HINE-Scores 50-73 angegeben, basierend auf der Publikation von Romeo et al 2008. In dieser Analyse war bemerkenswert, dass 26% der Kinder mit einer USCP im Alter von 12 Lebensmonaten ein HINE-Score ≥ 67 aufwiesen. Ebenso haben die Autor*innen eine starke ($r=-0,82$) und signifikante ($p<0,0001$) negative Korrelation zwischen HINE-Score und GMFCS-Level festgestellt (60).

George et al 2021(61) (indirekt) untersuchen in ihrer prospektiven Kohortenstudie frühe klinische und MRT-Biomarker für kognitive und motorische Entwicklung bei 98 Frühgeborenen <31 Schwangerschaftswochen. Diese Studie untersuchte, welche Kombinationen aus frühen klinischen Untersuchungen und MRT die besten Vorhersagen für motorische und kognitive Outcomes im Alter von 2 Jahren ermöglichen. Erhoben wurden HNNE, General Movements Assessment (GMA), Neonatal Behavioural Scale in der 32. SSW, TEA und im korrigierten Alter von 3 Monaten sowie MRT-Untersuchungen. Die Beurteilung im Alter von 2 Jahren erfolgte mit den Bayley Scales of Infant and Toddler Development. Die beste Vorhersage für motorische Entwicklung war die Kombination aus GMA im Alter von korrigiert 3 Monaten, MRT zum errechneten Termin (TEA-MRT) und HNNE-Reflexbewertung in der 32. Woche.

Morgan et al 2019 (62) (indirekt) analysierten in einer retrospektiven Studie mit 441 Hochrisiko-Säuglingen aus 3 italienischen Krankenhäusern die kombinierte diagnostische Genauigkeit von cerebraler Bildgebung, GMA und HINE zur frühen Diagnose von CP bei Hochrisiko-Säuglingen. Alle Tests wurden im korrigierten Alter von 3 Monaten durchgeführt. Die neurologischen und motorischen Entwicklungen wurden bis zum Alter von 2 Jahren verfolgt. Die diagnostische Genauigkeit für CP betrug 88 % Sensitivität / 62 % Spezifität für HINE mit 3 Monaten, 95 % Sensitivität und 97 % Spezifität für das Fehlen von figety movements (FM) in der GMA, 79 % Sensitivität und 99 % Spezifität die cerebrale MRT

Die kombinierte Vorhersagekraft aller 3 Tests ergibt eine Sensitivität von 97,86 %, Spezifität von 99,22 %, einen positiven prädiktiven Wert (PPV) von 98,56 % und einen negativen prädiktiven Wert (NPV) von 98,84 %. Die Kombination aller 3 Methoden bietet die höchste Genauigkeit und erlaubt eine frühzeitige Diagnose mit hoher Sicherheit. Diese Ergebnisse unterstützen die Empfehlung, eine multimodale Diagnostik in der klinischen Praxis zu etablieren, um betroffenen Kindern frühzeitig eine optimale Förderung zu ermöglichen.

In der prospektiven Beobachtungsstudie von Romeo et al 2022 (63) (indirekt) wurde die neurologische Entwicklung 174 Frühgeborener <32.SSW ohne erkennbare zusätzliche Risikofaktoren mithilfe des HINE in den ersten 12 Lebensmonaten untersucht. Das HINE wurde bei diesen Kindern im korrigierten Alter von 3, 6, 9 und 12 Lebensmonaten durchgeführt. Es wurden sowohl globale als auch einzelne Scores analysiert, um typische neurologische Entwicklungsverläufe zu erfassen. Die Daten dienen als Referenzwerte für die standardisierte Untersuchung von frühgeborenen Säuglingen. Diese Studie liefert neue Referenzwerte für das HINE bei risikoarmen Frühgeborenen und hebt Unterschiede zur Entwicklung reifgeborener Kinder hervor.

SINDA:

Die Studie von Hadders-Algra et al. (2019) (64) (indirekt) untersuchte die Reliabilität und

prädiktive Validität der SINDA. 3 geschulte Untersucher*innen bewerteten unabhängig voneinander Videoaufzeichnungen von 24 neurologischen Untersuchungen zweimal. Für die prädiktive Validität wurden 181 Säuglinge (mittleres Gestationsalter: 30 SSW, Bereich: 22–41 SSW), die eine nicht-universitäre Kinderklinik besuchten, im Alter von korrigiert 3 Monaten mit der 28-teiligen neurologischen Skala von SINDA untersucht. Eine auffällige Entwicklung wurde definiert als ein Bayley Mental Developmental Index oder Psychomotor Developmental Index <70 oder die Diagnose einer CP (untersucht im korrigierten Alter von > 24 Lebensmonaten).

Die Intraklassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) für die intra- und interrater Übereinstimmung lagen zwischen 0,923 und 0,965, was eine exzellente Reliabilität belegt. 31 % der untersuchten Kinder (n=56) hatten mit 24 Monaten eine auffällige Entwicklung; darunter 29 Kinder mit CP. Ein neurologischer Score unterhalb der 25. Perzentile (≤ 21) sagte atypische Entwicklung mit einer Sensitivität von 89 % und einer Spezifität von 94 % voraus. Für CP betrugen die Sensitivität 100 % und die Spezifität 81 %, d. h., alle Kinder mit CP wurden korrekt identifiziert. Insbesondere in nicht-universitären, ambulanten Einrichtungen kann SINDA eine wertvolle einfache Ergänzung zur frühzeitigen Identifikation von Risikokindern darstellen.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die offene Empfehlung für HINE und SINDA als standardisierte neurologische Untersuchung zur Früherkennung einer USCP basiert auf der geringen Evidenz bezüglich der psychometrischen Eigenschaften, Sensitivität und Spezifität, welche nur als indirekte Evidenz bei CP und nicht spezifisch für USCP vorliegen. Aufgrund der Indirektheit hat sich die Leitliniengruppe für eine Herabstufung des Empfehlungsgrades entscheiden. Der Nutzen überwiegt einem potenziellen Schaden deutlich. Es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen. Die Praktikabilität ist für beide Instrumente gegeben.

Schlussfolgerung

HINE und die neurologische Skala von SINDA sind einfache Instrumente zur standardisierten neurologischen Untersuchung von Risikopatient*innen.

2.4.1.3 Weitere standardisierte motorische Testinstrumente

Im folgenden Abschnitt werden standardisierte motorischen Testinstrumente für Risikopatienten beschrieben, welche bei der systematischen Literaturrecherche im Zusammenhang mit der Früherkennung von CP eine Rolle spielen, aber aufgrund der Evidenzlage von der Leitliniengruppe keine Empfehlung im Zusammenhang mit USCP formuliert werden konnte.

2.4.1.3.1 General Movement Assessment (GMA)

Die systematische Literaturrecherche ergab insgesamt 9 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von GMA und die prognostische Aussagekraft bezüglich CP untersucht haben und den Einschlusskriterien entsprachen: 1 Guideline, 2 systematische

Reviews und 6 weitere Studien.

Die GMA dient der videobasierten Beurteilung der Spontanmotorik bei Früh- und Neugeborenen und Säuglingen. Als pathologische Bewegungsmuster gelten „cramped-synchronized“ (CS)-Bewegungen vor dem errechneten Geburtstermin sowie das Fehlen von „fidgety movements“ (FM) im Alter von 3 bis 5 Lebensmonaten. CS-General-Movements zeichnen sich durch eine steif-rigide und synchronisierte Bewegungsabfolge des Rumpfes und der Extremitäten aus. Im Gegensatz dazu sind FM durch wechselnde, fließende Bewegungen mit geringer Amplitude innerhalb variabler und komplexer Bewegungssequenzen charakterisiert.

Zur Quantifizierung der motorischen Auffälligkeiten werden der General Movement Optimality Score (GMOS) und im Alter von 9 bis 20 Lebenswochen der Movement Optimality Score (MOS) bestimmt. Diese setzen sich aus der Beurteilung des motorischen Repertoires und der Bewegungsqualität zusammen und ermöglichen eine Einschätzung des Schweregrades der motorischen Beeinträchtigung. Es besteht eine Korrelation zwischen den MOS-Werten und dem Level des Gross Motor Function Classification System (GMFCS). Darüber hinaus werden asymmetrische segmentale Bewegungen mit einer USCP und zirkuläre Armbewegungen mit einer dyskinetischen CP in Verbindung gebracht (65). Die Guidelines von Novak et al. (2017) (16) empfehlen GMA als motorisches Testinstrument zur Frühdiagnose der CP. Es wird jedoch in der Empfehlung erwähnt, dass einige Kinder mit USCP von der GMA übersehen werden können.

Der systematische Review von Kwong et al. (2018) (66) fasst die prädiktive Validität früher spontaner Bewegungen für die spätere Diagnose einer CP zusammen, basierend auf 47 Studien. Die Ergebnisse zeigten, dass das GMA während der „Fidgety-Periode“ (korrigiertes Alter von 10 bis 20 Wochen) die höchste Sensitivität (97 %) und Spezifität (89 %) aufweist. Die Autor*innen betonen, dass das Fehlen von FM ein besonders starkes Risiko für eine spätere CP-Entwicklung darstellt. Trotz der hohen Sensitivität können jedoch falsch-positive Ergebnisse auftreten, weshalb eine alleinige Nutzung des GMA für die Diagnose der CP nicht empfohlen wird.

Die Studie von Einspieler et al. (2019) (65) basiert auf einer Beobachtungskohorte von 468 Kindern mit bestätigter CP-Diagnose, die zwischen 2012 bis 2019 an 24 internationalen Studienzentren rekrutiert wurden. Die Kinder erhielten im Alter von 9 bis 22 Wochen eine GMA-Bewertung und ihre motorische Funktion wurde später mithilfe des GMFCS klassifiziert. Von den untersuchten Kindern mit CP wiesen 92 eine USCP auf (ca. 20 %). Ein bedeutender Prädiktor für USCP war das Vorhandensein asymmetrischer segmentaler Bewegungen bei Säuglingen im Alter von 3 bis 5 Monaten. Diese Asymmetrien traten insbesondere in den Hand- und Fingerbewegung der betroffenen Seite auf. Die Analyse ergab, dass 34 Säuglinge mit einer späteren Diagnose einer USCP (37 %) keine Asymmetrie von segmentalen Bewegungen aufwiesen und unter ihnen waren 6 Säuglinge, die FM entwickelt hatten. Daher formulieren die Autor*innen, dass Fälle von USCP von der GMA übersehen werden können.

Im systematischen Review mit Meta-Analyse von Baak et al. (2023) (67) wurden frühe Prädiktoren der neurologischen Entwicklung speziell nach perinatalem arteriellem Stroke (PAIS) analysiert. Die GMA zeigte im Alter von 9-18 Wochen nach einem neonatalem Stroke eine Sensitivität von 84 % (95% CI: 57–97) und Spezifität von 80 % (49–97). Frühere GMA (0–6 Wochen) zeigen eine hohe Sensitivität aber niedrige Spezifität. Die AutorInnen schlussfolgerten, dass die Kombination aus MRT der kortikospinalen Bahnen und motorischen Assessments (HAI, GMA) die höchste prädiktive Genauigkeit für USCP nach PAIS bietet (siehe auch Kapitel frühe MRT).

Zusammenfassend ist GMA ein wichtiges videobasiertes Instrument für die frühe standardisierte Beurteilung der Spontanmotorik. Aufgrund der niedrigen Spezifität für USCP hat diese Leitliniengruppe keine Empfehlung für oder gegen die Verwendung von GMA zur Früherkennung von USCP ausgesprochen.

2.4.1.3.2 Infant motor profile (IMP)

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 Publikationen, welche die prädiktive Validität von IMP analysiert haben.

Das IMP ist ein motorisches Assessment für Säuglinge und Kleinkinder ab dem Alter von 3 Monaten bis zum Laufbeginn, um die Qualität von Spontanbewegungen bei älteren Säuglingen und Kleinkindern beurteilen zu können. Das IMP besteht aus 5 verschiedenen Domänen: Variation, Adaptabilität, Symmetrie, Flüssigkeit und Performance. Das IMP besteht aus 80 Items, die in unterschiedlichen Ausgangsstellungen (Rückenlage, Bauchlage, Sitz, Stand und Gang) während spontanem Bewegungsverhalten, Reichen, Greifen und Manipulieren geprüft werden.

Die Studie von Azim Rezaei et al. (2019) (68) untersucht die Zusammenhänge zwischen 3 motorischen Tests zur Beurteilung der motorischen Entwicklung bei 61 frühgeborenen Säuglingen mit Geburtsgewicht unter 2500g: IMP, NSMDA und AIMS. Die Autor*innen schlussfolgern, dass diese Tests vergleichbare Ergebnisse zur motorischen Entwicklung liefern. Das IMP bietet jedoch eine detailliertere Beurteilung der Bewegungsqualität, während die AIMS einfacher anzuwenden ist.

Die Studie von Rizzi et al. (2021) (69) untersuchte die prädiktive Validität von IMP, GMA und AIMS für Entwicklungsstörungen bei 86 Risikopatient*innen. Die GMA wurde mit 3 Monaten, das IMP und die AIMS mit 5 Monaten durchgeführt. Mit 18 Monaten wurde die neurologische Entwicklung der Kinder überprüft. Das IMP erweist sich als der stärkste Prädiktor für eine auffällige neurologische Entwicklung, mit einer hohen diagnostischen Genauigkeit (AUC = 0,92). Ein IMP-Gesamtwert unter 70 zeigte eine hohe Sensitivität (93%) und Spezifität (81%) zur Vorhersage einer Entwicklungsstörung.

Aufgrund dieser Evidenzlage konnte von der Leitliniengruppe zur Anwendung von IMP im Zusammenhang mit USCP bei Risikopatient*innen keine Empfehlung ausgesprochen werden.

2.4.1.3.3 Alberta Infant Motor Scale (AIMS)

Die systematische Literaturrecherche ergab eine Guideline und 2 Studien, welche die psychometrischen Eigenschaften und prognostische Aussagekraft von AIMS analysierten.

Die AIMS ist ein standardisierter motorischer Test, der zur Beurteilung der grobmotorischen Entwicklung von Säuglingen im Alter von 0 - 18 Lebensmonaten eingesetzt wird. Die AIMS basiert auf der Beobachtung spontaner Bewegungen in 4 Positionen: Rückenlage, Bauchlage, Sitzhaltung und Stand. Es werden insgesamt 58 Items beurteilt. Die Durchführung dauert ca. 10–20 Minuten und ist im klinischen Alltag praktikabel.

Die Guidelines von Novak et al. (2017) (16) formulieren eine eingeschränkte Empfehlung für AIMS bei Risikokindern im Alter von > 5 Monaten: AIMS ist in 86% prädiktiv für eine auffällige motorische Entwicklung. Die Studie von Azim Rezaei et al 2019 (68) und Rizzi et al. (2021) (69) wurden bereits bei IMP vorgestellt.

Aufgrund dieser Evidenzlage konnte von der Leitliniengruppe zur Anwendung von AIMS bei Risikopatient*innen keine Empfehlung ausgesprochen werden.

2.4.1.3.4 Test of infant motor performance (TIMP)

Die systematische Literaturrecherche ergab eine Guideline und 3 weitere Studien, welche die psychometrischen Eigenschaften und prognostische Aussagekraft von TIMP bei der Früherkennung von CP analysierten.

TIMP ist eine Beurteilung der Haltung und spontanen Bewegungen bei Säuglingen im Alter von 32 Wochen bis 4 Lebensmonaten. Der TIMP umfasst 42 Items, die sich auf 2 Kategorien verteilen:

1. Beobachtung spontaner Bewegungen (13 Items):

- Beurteilung der spontanen motorischen Aktivitäten in Rücken-, Seiten- und Bauchlage, sowie im Sitzen.
- Erfassung von Asymmetrien, Qualität der Bewegungen und Muskelspannung.

2. Gezielte motorische Aufgaben (29 Items, z. B. Kopfkontrolle beim Aufrichten, Beinreaktionen bei Positionsänderungen).

Die Bewertung erfolgt anhand einer Skala mit abgestuften Punktwerten für die Qualität der Bewegungsausführung. Die Durchführung des Tests dauert ca. 25–40 Minuten.

Die Guidelines von Novak et al. (2017) (16) formulieren eine eingeschränkte Empfehlung für TIMP bei der Früherkennung von CP bei Risikokinder im Alter von < 5 Monaten.

Die Studie von Madayi et al. (2021) (70) bewertet die motorische Entwicklung von 288 VLBW-Säuglingen <1500 g Geburtsgewicht mittels TIMP, analysiert Risikofaktoren für atypische TIMP-Werte (aTIMP) und die Korrelation zwischen TIMP und den Bayley-III-Ergebnissen im Alter von 2 Jahren. Die Säuglinge wurden zwischen der 34. SSW und 16 Wochen korrigiertem Alter (CA) mittels TIMP untersucht. 20 % der Säuglinge (58/288) zeigten atypische TIMP-Werte (aTIMP) mit folgenden Risikofaktoren: sehr niedriges Geburtsgewicht (<750 g: OR 4,8), PVL (OR 22,4), NEC (≥ Stadium 2: OR 4,6), intubationspflichtige Reanimation (OR 2,7). TIMP zeigte eine hohe Spezifität (80–82 %) und negativen prädiktiven Wert (85–94 %) für motorische und kognitive Defizite (Bayley-III <85).

Aufgrund dieser Evidenzlage konnte von der Leitliniengruppe zur Anwendung von TIMP keine Empfehlung formuliert werden.

2.4.1.3.5 NeuroSensory Motor Developmental Assessment (NSMDA)

NSMDA wurde in der systematischen Literaturrecherche in der Guideline Novak et al. (2017) (16) und in einer weiteren Studie gefunden.

NSMDA ist ein standardisiertes Instrument zur neurologischen Beurteilung der Entwicklung von Säuglingen und Kleinkindern. Die Beurteilung umfasst folgende 6 Bereiche: Muskeltonus, Haltungsreaktionen, Bewegungskoordination und -qualität, Grob- und Feinmotorik, sensorische Verarbeitung und Reaktionen, funktionelle Fähigkeiten und Bewegungsstrategie. Die Untersuchung dauert ca. 20–45 Minuten.

Novak et al. (2017) (16) formulierten eine eingeschränkte Empfehlung für NSMDA bei der Früherkennung von CP bei Risikokindern im Alter von > 5 Lebensmonaten. Demnach ist

NSMDA in 82% prädiktiv für eine auffällige motorische Entwicklung. Die Studie von Azim Rezaei et al. (2019) (68) zur Korrelation zwischen IMP, AIMS und NSMDA bei Frühgeborenen wurde bereits bei IMP beschrieben

Aufgrund dieser Evidenzlage konnte von der Leitliniengruppe zur Anwendung von NSMDA keine Empfehlung formuliert werden.

2.4.1.3.6 Developmental Assessment of Young Children (DAYC)

DAYC ist ein standardisiertes entwicklungsdiagnostisches Instrument, das zur Beurteilung der Entwicklung von Kindern im Alter von 0 bis 5 Jahren 11 Monaten dient. Das DAYC umfasst 5 Entwicklungsbereiche: Kognition (z. B. Problemlösungsfähigkeiten, Gedächtnis) Kommunikation (Sprachverständnis, expressive Sprache), sozial-emotionale Entwicklung (Interaktionen, emotionale Regulation), adaptives Verhalten (Alltagsfähigkeiten, Selbstständigkeit), Motorik (Grob- und Feinmotorik).

Die Bewertung erfolgt durch Beobachtung, Elterninterviews und direkte Interaktion mit dem Kind. Der Test kann in verschiedenen Umgebungen durchgeführt werden (z. B. Klinik, zu Hause, Kindergarten). Die Ergebnisse werden mit normierten Referenzwerten verglichen, um eine mögliche Entwicklungsverzögerung zu identifizieren. Die Durchführung dauert 30 bis 60 Minuten.

DAYC wurde in der systematischen Literaturrecherche lediglich in der Guideline von Novak et al. beschrieben, mit einer bedingten Empfehlung für Risikopatient*innen. Aufgrund dieser Evidenzlage konnte von der Leitliniengruppe zur Anwendung keine Empfehlung formuliert werden.

2.4.2. Assessments Verlaufsuntersuchungen

PICO-Frage: Welche **Instrumente** sind für die Einleitung adäquater Therapiemaßnahmen und Verlaufsuntersuchung mit der Frage nach therapeutischem Ergebnis im Bereich der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP sinnvoll?

2.4.2.1 Assessments zur Identifizierung der Problembereiche aus Sicht der Patient*innen und zur individuellen Zielsetzung

2.4.2.1.1 Canadian Occupational Performance Measure (COPM)

Hintergrund

Das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) wurde ursprünglich im Rahmen des Kanadischen Ergotherapiemodells entwickelt, welches als Leitlinie für eine klientenzentrierte Ergotherapie dienen sollte (71), (72). Das COPM ist ein individualisiertes, klientenzentriertes halbstrukturiertes Interview, in dem im ersten Schritt die im Alltag problematischen Aktivitäten/Betätigungsbereiche aus Sicht der Klienten identifiziert werden. In Folge wird für die 5 wichtigsten Aktivitäten die subjektiv wahrgenommene Ausführung der Aktivität und die damit empfundenen Zufriedenheit erfasst (73). Vor der Einleitung von Therapiemaßnahmen wird das COPM eingesetzt und mit der Frage nach therapeutischem Ergebnis wird die Bewertung der Ausführung und Zufriedenheit wiederholt (22). Die Bewertung erfolgt auf einer ordinalen Zehnerskala. Das COPM ist flexibel einsetzbar und kann bei verschiedenen Altersgruppen und in unterschiedlichen Kontexten angewendet werden. Aus diesen identifizierten Betätigungen können dann konkrete Ziele z.B. mit Hilfe des Goal

Attainment Scales (GAS, siehe unten) für die Therapie formuliert werden.

Die Durchführung dauert ca. 30-45 Minuten und umfasst folgende Bereiche:

- Erhebung von problematischen Aktivitäten/Betätigungen in den 3 Alltagsbereichen Selbstversorgung, Produktivität und Freizeit
- Der/ die Patient*in/Eltern bewerten die Wichtigkeit der genannten Aktivitäten auf einer Skala von 1 bis 10
- Es werden 5 Aktivitäten festgelegt, die der/ die Klient*in zuerst bearbeiten möchte, die Performanz und Zufriedenheit mit der 10er Skala bewertet und ein Gesamtwert berechnet.
- Evaluation: Nach einer bestimmten Zeit werden die Ausführung und Zufriedenheit erneut bewertet, um den Fortschritt zu messen
- Eine Veränderung von mehr als 2 Punkten auf der Skala wird als klinisch signifikant bewertet (74)

2.4.2.1.	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B↑	Zur standardisierten Identifizierung und Evaluation von Betätigungswünschen (Komponente Aktivität und Teilhabe) sollte bei Patient*innen mit USCP das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	Relevante Literatur (USCP): Cusick et al. (2006 und 2007), (CP) Kang et al. (2020), Sakzewski et al. (2007) SR	
	Konsens: 93%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche für Patient*innen mit USCP ergab 67 Ergebnisse, die Erweiterung der Suche auf Cerebralparese 169 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden 5 Publikationen, welche den Einschlusskriterien entsprachen.

Ein systematischer Review von Sakzewski et al. (2006) (75) (indirekt, CP) untersucht die psychometrischen Eigenschaften der Testinstrumente für die Partizipation der Kinder mit CP im Alter von 5-13 Jahren. Von den 16 Testinstrumenten zeigen nur COPM und GAS in diesem Review eine Änderungssensitivität. Der Review fasst Studien für die Inhaltsvalidität,

Konstruktvalidität und Kriteriumsvalidität des COPM zusammen. Die Test-Retest-Reliabilität zeigt Koeffizienten von 0,76-0,89 in 2 der Studien. Es werden 12 pädiatrische Studien benannt, in denen COPM als Outcome-Parameter verwendet wurde und 5 Studien, welche die Änderungssensitivität belegen.

Das COPM wurde ursprünglich für Erwachsene entwickelt, eignet sich jedoch auch für pädiatrische Anwendungen. Die Studie von Cusick et al. (2007) (76) untersuchte, wie das COPM an junge Kinder (2–8 Jahre) angepasst werden kann, insbesondere im Rahmen klinischer Studien zu USCP.. Um es für Kinder anzupassen, wurden Kategorien wie „Arbeit“ und „Haushaltsmanagement“ gestrichen. Es wurden die psychometrischen Eigenschaften der angepassten Version bewertet und die Auswirkungen einer feiner abgestuften Bewertungsskala („Halb-Punkte“ statt der üblichen 10-Punkte-Skala) untersucht. Eltern von 42 Kindern mit USCP bewerteten die Performanz und ihre Zufriedenheit in Bezug auf priorisierte Aktivitäten der Kinder. Die angepasste COPM-Version wurde von den Eltern als relevant und verständlich empfunden. Die interne Konsistenz war sowohl für die Performanz ($\alpha = 0,73$) als auch die Zufriedenheit ($\alpha = 0,83$) hoch. Die Halb-Punkte-Skala erhöhte zwar die Präzision der Bewertungen, führte jedoch zu einer geringeren internen Konsistenz bei der Zufriedenheitsskala. Das angepasste COPM zeigte signifikante Veränderungen nach Interventionen und korrelierte moderat mit dem Goal Attainment Scaling (GAS). Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die angepasste COPM-Version ein robustes Instrument für pädiatrische Studien darstellt. Allerdings wird die Verwendung einer 20-Punkt-Skala statt 10 Punkten nicht empfohlen, da sie die Vergleichbarkeit mit anderen Studien erschwert.

Die Studie von Cusick et al. (2006) (RCT) (77) untersuchte den relativen Nutzen des COPM (angepasst für Kinder) und des Goal Attainment Scaling (GAS) als Evaluationsinstrumente in der pädiatrischen Rehabilitation. Teilnehmer*innen waren 41 Kinder mit USCP (Durchschnittsalter: 3,9 Jahre). Die Kinder wurden in 2 Gruppen randomisiert: nur Ergotherapie vs Ergotherapie + eine Botulinumtoxin-A-Injektion (als bewährte Intervention betrachtet). Die Auswirkungen der Intervention wurden mit GAS und COPM untersucht. Beide Instrumente waren sensitiv für Veränderungen innerhalb der Gruppen und erfassten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. COPM war zeiteffizienter in Schulung, Entwicklung und Durchführung. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die Wahl zwischen COPM und/oder GAS von Studienzielen, logistischen und ressourcenbezogenen Faktoren abhängig ist. Beide Instrumente sind sensitiv für Veränderungen durch bewährte Interventionen, untersuchen jedoch unterschiedliche Aspekte.

Die Studie von Kang et al. (2020) (indirekt, CP) (78) untersuchte, wie das COPM Veränderungen über 3 Jahre bei Kindern mit CP dokumentieren kann. Bei 124 Kindern im Alter von 2–6 Jahren mit spastischer CP, GMFCS-Level I – III, setzten die Betreuer*innen ein bis 3 langfristige COPM-Ziele, die jährlich über 3 Jahre neu bewertet wurden. Die mittleren Scores bei Performanz stiegen signifikant von 2,93 (Basislinie) auf 7,37 im dritten Jahr. Ein „Ceiling-Effekt“ (Score ≥ 8) wurde bei 35 % der Ziele nach einem Jahr und bei 60 % nach 3 Jahren festgestellt. Die Scores für Zufriedenheit erhöhten sich von 4,42 (Basislinie) auf 7,82 im dritten Jahr, wobei 67 % der Ziele im dritten Jahr einen Deckeneffekt erreichten. Die Wichtigkeit der Ziele blieb über 3 Jahre hinweg hoch und stabil. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass das COPM klinisch bedeutsame Veränderungen in Leistung und Zufriedenheit über 3 Jahre messen kann. Jedoch wurden Deckeneffekte ab dem zweiten Jahr bei vielen Zielen festgestellt. Um diese zu minimieren, wird von den Autor*innen eine regelmäßige Neudefinition der Zielbeschreibung empfohlen. Die Ergebnisse zeigen die Relevanz der COPM für langfristige Evaluationen in der Rehabilitation und die Notwendigkeit, sie mit objektiven Messungen zu ergänzen.

Eine Studie von Ostenjo et al. (2008) (79) mit 13 Kindern mit CP (23–50 Monate alt, 8 Kinder mit USCP), die an einem 9-monatigen Rehabilitationsprogramm teilnahmen, analysierte COPM-Berichte, GAS-Ziele und Fragebögen zur Umsetzung der Ziele. Die von den Eltern priorisierten Probleme im COPM bezogen sich meist auf Aktivitäten. Diese Prioritäten änderten sich während des Prozesses der Zielsetzung und -umsetzung. GAS-Ziele wurden häufig in alltägliche Aktivitäten zu Hause und im Kindergarten eingebunden. Eine hohe Zielerreichung und eine leichte Verbesserung in der elterlichen Wahrnehmung der Performanz wurden festgestellt. Eltern und Fachkräfte berichteten von Vorteilen durch konkrete und messbare Ziele, äußerten jedoch auch Herausforderungen in diesem Zusammenhang. Die Autor*innen kommen zur Schlussfolgerung, dass die Kombination von COPM und GAS einen dynamischen und interaktiven Prozess der Zielsetzung und -umsetzung förderte. Dieser Ansatz unterstützte die Integration von Rehabilitationszielen in den Alltag und ermöglichte eine flexible Anpassung der Interventionen.

Für die Durchführung von COPM ist es sinnvoll, an einer Schulung zur angemessenen Interviewführung und zum Einsatz der Bewertungsskala bei unterschiedlichem Klientel teilzunehmen, um zu gewährleisten, dass das Interview klientenzentriert ohne unabsichtliche Vorgabe oder Lenkung durch gestellte Fragen durchgeführt wird. Es ist kein spezifisches Material neben den COPM-Dokumentations- und Auswertungsbogen erforderlich. Für Kinder stehen ergänzend Bildkarten (KIDS activity cards) zur Verfügung.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die schwache Empfehlung wird durch die Indirektheit der Evidenz begründet. Positiv bewertet wurden in der Konsensfindung der patientenorientierte Einsatz und die guten psychometrischen Eigenschaften. Als unerwünschter Effekt wird die Herausforderung durch Zeit- und Personalaufwand benannt. Die Praktikabilität ist dadurch eingeschränkt. Der Nutzen überwiegt aber dem potenziellen Schaden. Während der Konsensfindung war die Präferenz der Erfahrungsexpert*innen deutlich.

Schlussfolgerung

Mit Hilfe des patientenorientierten, international etablierten COPM gelingt es, vor und während Therapiemaßnahmen Problembereiche aus dem Alltag und aus der Sicht der Patient*innen zu identifizieren und die Zufriedenheit mit der Ausführung der Aktivität standardisiert zu erfassen.

Internet-Links

<https://www.skvshop.de/ergotherapie/copm-canadian-occupational-performance-measure-978-3-8248-1140-3.html>

2.4.2.1.2 Goal Attainment Scale (GAS)

Hintergrund

Das Goal Attainment Scale (GAS) wurde ursprünglich als Methode zur Festlegung und Messung klientenzentrierter/patientenzentrierter Ziele im Bereich der psychischen Gesundheit

veröffentlicht (80). GAS ist ein Testinstrument zur Überprüfung selbst gesetzter Ziele. Vor der Einleitung von Therapiemaßnahmen und bei Verlaufsuntersuchungen mit der Frage nach therapeutischem Ergebnis ermöglicht das GAS eine individuelle Zielsetzung der Patient*innen bezüglich problematischer Aktivitäten und deren Überprüfung. Es ist weder diagnose- noch altersspezifisch.

In einem halbstrukturierten Interview wird aus der Perspektive des/ der Kindes/Patient*innen/Eltern ein Ziel festgelegt. Die Durchführung dauert ca. 45 Minuten und umfasst folgende Bereiche:

- Festlegung eines oder mehrerer Ziele
- Für jedes Ziel werden Indikatoren festgelegt, mit deren Hilfe die Zielerreichung überprüft werden kann.
- Diese Indikatoren werden in eine 5-stufige Skala überführt, in deren Mitte das erwartete Ergebnis steht. Davon ausgehend werden je 2 Stufen nach oben („mehr als erwartet“ und „viel mehr als erwartet“) und 2 Stufen nach unten („weniger als erwartet“ und „viel weniger als erwartet“) gebildet. Hierbei wird die Ausführung vor der Intervention mit „-2“ bewertet. Das erwartete Ergebnis wird mit „0“ bewertet, weniger als erwartet mit „-1“ und etwas mehr als erwartet mit „+1“. Eine deutlich besser als erwartete Ausführung der Aktivität wird mit „+2“ beschrieben.
- Falls gewünscht, können die Ergebnisse mithilfe einer Formel als T-Score angegeben werden, wobei 50 einen Schwellenwert für die allgemeine Zielerreichung darstellt.
- Cusack et al. führten eine 7-stufige GAS-Skala ein, wobei sie zu den ursprünglichen 5 eine niedrigere und eine höhere Stufe hinzufügten, um Decken- und Bodeneffekte zu vermeiden.

2.4.2.2	Empfehlung	Neu Stand 2024

Empfehlungsgrad: B↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Überprüfung der individuellen Zielsetzung bezüglich Aktivität und Teilhabe das Goal attainment scaling (GAS) eingesetzt werden.
Qualität der Evidenz:	
Reliabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	Relevante Literatur: (USCP) Cusick et al. (2006), Sakzewski et al. (2007), Steenbeck et al. (2007 und 2010), Ostenjo et al. (2008), McMorran et al. (2016)
	Konsens: 85%

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 110 Ergebnisse, die Erweiterung der Suche auf Cerebralparese 201 Ergebnisse 08/2024. Eingeschlossen wurden 8 Publikationen, die den Einschlusskriterien entsprachen, darunter ein RCT und 2 Reviews.

Der systematische Review von Sakzewski et al. (2006) (75) (indirekt, CP) hat die psychometrischen Eigenschaften der Testinstrumente für die Partizipation der Kinder mit CP im Alter von 5-13 Jahren zusammengefasst. Von den 16 Testinstrumenten waren nur COPM und GAS sensitiv für Veränderungen. Es wurde die Evidenz für die Inhaltsvalidität und Kriteriumsvalidität von GAS beschrieben. GAS zeigt einen Bodeneffekt und kann eine Verschlechterung nicht erkennen. Die intrarater-Reliabilität von GAS wurde in einer Studie mit gutem Ergebnis (ICC 0,96) untersucht. Die interrater-Reliabilität ergab folgende Korrelationskoeffizienten ICC 0,6 – 0,98 bei behandelnden Therapeut*innenTherapeut*innen, ICC 0,96 unabhängige Therapeut*innenTherapeut*innen. Die Änderungssensitivität wurde für Patient*innen mit CP und motorischer Entwicklungsstörung demonstriert.

Ein weiterer kritischer Review von Steenbeck et al. (2007) (81) (indirekt, CP) untersuchte die psychometrischen Eigenschaften von GAS, unabhängig der zugrundeliegenden Diagnose. Es wurde auf die mangelnde Evidenz bezüglich Reliabilität eingegangen. Außerdem wurden Bedenken bezüglich der Änderungssensitivität beschrieben, unter anderem aufgrund der Subjektivität des Gewichtungsprozesses und auch bei der Interpretation von Ergebnissen. Eine weitere potenzielle Verzerrung, die zu falscher Sensibilität gegenüber Veränderungen führt, könnten Bodeneffekte sein. Das ursprüngliche GAS von Kiresuk and Sherman (80) wurde vor und nach der Intervention bewertet. Eine Verschlechterung konnte nur bewertet werden, wenn der Start als –1 definiert war. Experimente mit einem zusätzlichen Wert von –3 für Verschlechterung (6-Punkte-Skala) und einer 7-Punkte-Likert-Skala zeigten Möglichkeiten auf, alle ursprünglichen Zielerreichungsniveaus beizubehalten und gleichzeitig die Boden- und Deckeneffekte zu vermeiden. Alle in dem Review enthaltenen Artikel berichteten, dass Teams und Eltern mit der Arbeit mit GAS sehr zufrieden sind, was auf eine akzeptable „soziale Validität“ hindeutet.

Steenbeck et al. (2010) (82) (indirekt, CP) untersuchten in der Folge die interrater-Reliabilität des GAS in der Rehabilitation von Kindern mit CP. Die Studie verglich die Reliabilität von GAS-Skalen, die von den eigenen Therapeut*innen der Kinder erstellt wurden, mit denen, die von unabhängigen Therapeut*innen entwickelt wurden. Im Rahmen eines interdisziplinären Rehabilitationsprogramms wurden 64 GAS-Skalen für 23 Kinder erstellt und von jeweils 2 Therapeut*innen unabhängig bewertet. GAS-Skalen, die von den eigenen Therapeut*innen erstellt wurden, zeigten eine ausgezeichnete Interrater-Reliabilität ($\kappa = 0.82$). Skalen von unabhängigen Therapeut*innen hatten eine geringere, aber immer noch gute Reliabilität ($\kappa = 0.64$). Unterschiede zwischen den Bewertungen resultierten meist aus unterschiedlichen Interpretationen der Fähigkeiten der Kinder. Die Autor*innen kommen zur Schlussfolgerung, dass GAS-Skalen, die von den eigenen Therapeut*innen der Kinder erstellt wurden, zuverlässiger sind.

Die Studie von Cusick et al. (2006) (77), eine randomisiert-kontrollierte Studie, untersucht den relativen Nutzen des COPM (angepasst für Kinder) und des GAS als Evaluationsinstrumente in der pädiatrischen Rehabilitation. Teilnehmer waren 41 Kinder mit USCP (Durchschnittsalter: 3,9 Jahre). Die Kinder wurden in 2 Gruppen randomisiert: nur Ergotherapie vs Ergotherapie + eine Botulinumtoxin-A-Injektion (als bewährte Intervention betrachtet). Die Auswirkungen der Intervention wurden mit GAS und COPM untersucht. Beide Instrumente waren sensitiv für Veränderungen innerhalb der Gruppen und erfassten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, untersuchten jedoch unterschiedliche Aspekte.

OstenjØ et al. (2009) (79) (indirekt, 62%USCP) zeigten in ihrer Studie, dass die Kombination von COPM und GAS das Setzen und Umsetzen von Zielen in der Rehabilitation von Kleinkindern mit milder bis moderater CP unterstützt. In einer Studie mit 13 Kindern (23–50 Monate alt, 8 Kinder mit USCP) zeigte sich, dass die Zielsetzung und -umsetzung ein dynamischer Prozess war, bei dem Eltern und Fachkräfte eng zusammenarbeiteten. Die Ziele wurden erfolgreich in den Alltag der Kinder integriert (z. B. zuhause und im Kindergarten). Es gab eine hohe Zielerreichung sowie kleine, aber erkennbare Verbesserungen in der Leistungswahrnehmung der Eltern. Die Methode stellte Eltern und Fachkräfte aber auch vor einige Herausforderungen; diese waren die Entwicklung der GAS-Skalen, der Mangel an Ressourcen für die Umsetzung und die Abstimmung der zielgerichteten Aktivitäten auf die Interessen und Besonderheiten des Kindes.

Löwing et al. (2011) (83) (indirekt, CP) analysierte die Beziehung zwischen von Familien gewählten Zielen und standardisierten Messwerten. Teilnehmer*innen waren 22 Kinder mit CP (Alter 1–6 Jahre), die 12 Wochen zielgerichtete Therapie erhielten. Alle Ziele wurden in den ICF-CY-Bereich "Aktivität und Partizipation" eingeordnet. Die meisten Ziele betrafen Mobilität und Selbstversorgung. Die Verbesserung des T-Scores im Bereich der Mobilitätsziele korrelierte mit Fortschritten in den standardisierten Tests für Mobilität (GMFM-66 und PEDI). Die Verbesserung im T-Score für die Selbstversorgungsziele korrelierten mit höherer Unabhängigkeit in der Selbstversorgung (PEDI). Die Ergebnisse zeigen, dass individuelle familienzentrierte Ziele und standardisierte Maßnahmen sinnvoll kombiniert werden können, um Fortschritte in der Therapie umfassender zu bewerten. Die Wahl der Ziele durch Familien spiegelt ihre Prioritäten wider und zeigt, dass Therapieansätze, die auf individuelle Bedürfnisse eingehen, effektiver sind

Bexelius et al. (2018) (84) (indirekt, Kinder mit Behinderung) analysieren in ihrer Studie die Qualität von Zielsetzungen in der pädiatrischen Rehabilitation anhand der SMART-Kriterien (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Timed). 161 Ziele von 42 Kindern (1,5–5,5 Jahre) mit Behinderungen (z. B. Cerebralparese, Down-Syndrom) wurden untersucht. Die Ziele

erfüllten überwiegend die SMART-Kriterien, insbesondere bei Spezifität und Relevanz. Die größte Herausforderung war die Erstellung klar definierter Bewertungsmaßstäbe. Die Studie hebt hervor, dass hochwertige Zielsetzungen eine wichtige Rolle in der evidenzbasierten Praxis spielen können, da sie sowohl die Effektivität als auch die Zusammenarbeit zwischen Familien und Fachkräften fördern.

McMorran et al. (2016) (85) (indirekt, diplegische CP) untersucht den Einsatz des GAS zur Bewertung von Ergebnissen chirurgischer und nicht-chirurgischer Interventionen bei Kindern mit diplegischer Cerebralparese. 45 Kinder wurden untersucht (20 chirurgisch, 25 nicht-chirurgisch behandelt). Beide Gruppen erreichten im Durchschnitt ihre Ziele, wobei die chirurgische Gruppe bessere Ergebnisse erzielte (mittlerer T-Score: 56,3 vs. 47,1). Es wurde keine signifikante Korrelation zwischen GAS und Gait Profile Score als objektiver Parameter festgestellt, was darauf hinweist, dass kinematische Analysen nicht direkt mit von Patient*innen wahrgenommenen Verbesserungen übereinstimmen. GAS ermöglichte eine individuellere Bewertung der Therapieerfolge, indem es die Bedürfnisse und Ziele von Patient*innen und Familien stärker berücksichtigt. Die Studie zeigt, dass kinematische Daten allein nicht ausreichen, um die Auswirkungen von Interventionen vollständig zu bewerten. GAS ist ein nützliches Werkzeug, um patientenspezifische Ergebnisse zu bewerten und sollte in Kombination mit objektiven Maßstäben verwendet werden, um eine umfassendere Beurteilung zu ermöglichen.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die schwache Empfehlung wird durch die Indirektheit der Evidenz und die moderate Evidenz bezüglich Validität, Reliabilität und Praktikabilität begründet. Positiv bewertet wurden in der Konsensfindung der patientenorientierte individuelle Einsatz und die Relevanz bezüglich Aktivität und Teilhabe. Als unerwünschter Effekt wird die Herausforderung durch Zeit- und Personalaufwand benannt. Die Praktikabilität ist dadurch eingeschränkt. Der Nutzen überwiegt aber einem potenziellen Schaden. Während der Konsensfindung war die Präferenz der Erfahrungsexpert*innen deutlich, insbesondere wurde von Erfahrungsexpert*innen die positive Verstärkung durch die Überprüfung der Zielsetzung betont.

Schlussfolgerung

Mit GAS können bedeutungsvolle Zielaktivitäten aus der Perspektive des Kindes und der Eltern gemessen werden. Die Autor*innen dieser Leitlinie formulierten anhand der vorliegenden Evidenz eine moderate Empfehlung für den Einsatz von GAS zur Überprüfung der individuellen Zielsetzung bezüglich Aktivität und Teilhabe bei Patient*innen mit USCP.

Internet-Links

https://www.lzg.nrw.de/_media/pdf/service/Veranst/110705_Workshop_Zielerreichungsskale_n/leitfaden_gas_endversion.pdf

2.4.2.2 Aktivität der oberen Extremität

Einleitung

Die Beurteilung der Aktivität der oberen Extremität bei Patient*innen mit USCP umfasst unterschiedliche Testinstrumente, die entweder auf beobachtungsbasierten Verfahren oder auf Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) beruhen. Beide Ansätze liefern wichtige Informationen über die motorische Funktion und die Auswirkungen der Beeinträchtigung auf die Lebensqualität, jedoch mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Beobachtungsbasierte Assessments (observation-based) werden von geschulten Fachkräften durchgeführt und basieren auf der direkten Analyse motorischer Fähigkeiten. Sie bewerten sowohl die Kapazität (das maximal mögliche Leistungsniveau), als auch die Performanz (tatsächliche Leistung im Alltag). **Patient-Reported Outcome Measures (PROMs)** erfassen hingegen die subjektive Wahrnehmung der Betroffenen bzw. ihrer Eltern zu den Auswirkungen der Einschränkungen im Alltag. Diese Selbstauskunftsinstrumente ermöglichen Einblicke in die Lebensqualität, die Teilhabe und die Zufriedenheit mit der Handnutzung. Eine Kombination beider Methoden ist möglich.

Beobachtungsbasierte Testinstrumente umfassen Assessments für die unimanuelle Kapazität und für die bimanuellen Performanz. Die **unimanuelle Kapazität** beschreibt die Fähigkeit des betroffenen Arms, motorische Aufgaben isoliert und unabhängig von der anderen Extremität auszuführen. Sie ist fokussiert auf die Geschicklichkeit und Schnelligkeit des paretischen Arms und dient der Beurteilung des Potenzials für die Verbesserung der Funktion durch spezifische Interventionen.

Im Gegensatz dazu bedeutet die **bimanuelle Performanz** die Fähigkeit, beide Hände koordiniert für alltagsrelevante Aufgaben einzusetzen. Sie gibt Einblick in die tatsächliche Integration der betroffenen Hand in funktionelle Aktivitäten und reflektiert damit die Alltagsrelevanz der motorischen Fähigkeiten.

Der zentrale Unterschied liegt darin, dass die unimanuelle Kapazität die maximale motorische Fähigkeit des betroffenen Arms unter optimalen Bedingungen misst, während die bimanuelle Performanz die praktische Nutzung beider Hände im Alltag bewertet. Während die unimanuelle Kapazität primär durch die Schwere der motorischen Beeinträchtigung limitiert wird, beeinflussen bei der bimanuellen Performanz auch Faktoren wie Motivation, kompensatorische Strategien und die Einbindung der nicht betroffenen Hand die Ergebnisse. Die Ergebnisse in einer Studie von Sakzewski et al. (2010) (75) bestätigen eine enge Korrelation zwischen unimanueller Kapazität und bimanueller Performanz. Sie stellen allerdings die Annahme infrage, dass eine Verbesserung der unimanuellen Kapazität automatisch zu einer Steigerung der bimanuellen Performanz führt.

Die Unterscheidung zwischen beiden Konzepten kann für die Therapieplanung eine Rolle spielen, da unimanuelle und bimanuelle Fähigkeiten unterschiedliche Trainingsansätze erfordern. Während die Verbesserung der unimanuellen Kapazität oft durch intensives, isoliertes Training des betroffenen Arms angestrebt wird, fokussiert das Training der bimanuellen Performanz auf die Koordination und Zusammenarbeit beider Hände.

Zu den wichtigsten Testinstrumenten für USCP zählen:

- Für die bimanuelle Performanz: Assisting Hand Assessment (AHA) und seine Versionen für verschiedene Altersgruppen, Mini- Assisting Hand Assessment (Mini-AHA), Revised Video-Observation Aarts and Aarts Module: Determine Developmental Disregard (VOAA-DDD-R) und Besta-Scale
- Für die unimanuelle Kapazität: Melbourne Assessment (MUUL), Quality of upper Extremity Skills Test (QUEST), Schriners Hospital for Children Upper Extremity

Evaluation (SHUEE), Box and Block Test, Jebsen Taylor Test of Hand Function (JTTH) und der Tyneside Pegboard Test (TPT)

- Selbstbeurteilungsinstrumente (PROMS): ABILHAND-Kids, Children's Hand-Use Experience Questionnaire (CHEQ) und Mini-CHEQ, Revised Pediatric Motor Activity Log (PMAL-revised), Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI, PEDI_CAT) und Duruöz Hand Index (DHI)

Testinstrumente für die Beurteilung der Struktur und Funktion (Spastizität, Kraft, Sensibilität, Selektive motorische Kontrolle bzw. instrumentierte Messungen werden in den entsprechenden Kapiteln dieser Leitlinie separat dargestellt.

2.4.2.2.1 Testinstrumente für die bimanuelle Performanz der oberen Extremität

2.4.2.2.1.1 Assisting Hand assessment (AHA)

Hintergrund:

Das AHA 18-18 wurde für Kinder mit unilateraler CP und Plexusparese entwickelt. Die betroffene Hand wird im Konzept AHA als „Assistenzhand“ bezeichnet. Das AHA erfasst, wie effektiv Kinder mit einer unilateralen Einschränkung ihre paretische Hand als Assistenzhand in einer beidhändigen Situation einsetzen

In einer 10 bis 15-minütigen videographierten standardisierten Spielsituation werden jeweils 22 Items in 6 Kategorien bewertet: allgemeiner Einsatz, Einsatz des Armes, Greifen/Loslassen, feinmotorische Anpassung, Koordination und Tempo. Bewertet wird die Qualität der Durchführung. Aus der Bewertung entsteht ein Gesamtscore, der auf eine Ordinalskala umgerechnet werden kann.

Für die standardisierte beidhändige Situation stehen 3 unterschiedliche Versionen zur Verfügung. Kinder von 18 Monaten bis 5 Jahren spielen mit dem angebotenen Spielzeug, von 6-12 Jahren stehen 2 motivierende Brettspiele zur Verfügung und ab 12 Jahren kann aus einem altersentsprechenden Brettspiel (Go with the flow) oder 2 bimanuellen Aktivitäten (Sandwich machen, Geschenk verpacken) ausgewählt werden.

Im Vordergrund des AHA steht nicht die Messung der maximalen Leistungsfähigkeit der paretischen Hand in einer Testsituation, sondern die Performanz, d. h. wie effektiv das Kind seine Hand in einer bedeutungsvollen beidhändigen Situation einsetzt.

Das Mini-AHA wurde 2013 auf der Basis und Konzept des AHA entwickelt. Das Mini-AHA misst, wie effektiv Kinder im Alter von 8 -18 Monaten mit klinischen Zeichen einer USCP ihre betroffene Hand in beidhändigen Spielaktivitäten einsetzen können. Das Mini-AHA umfasst 20 Items.

Es wurde eine Version der AHA für erwachsene Patient*innen nach Stroke (86, 87) publiziert. Diese Version wurde speziell für Patient*innen nach Stroke entwickelt und beinhaltet daher auch Items für diese Population, sodass die Evidenz dieser Version in der aktuellen Leitlinie nicht weiter diskutiert wird.

2.4.2.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A ↑↑	Zur standardisierten Erfassung der bimanuellen Performanz soll der Assisting Hand Assessment (AHA) für Kinder und Jugendliche im Alter von 18 Monaten-18 Jahren mit USCP eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Hoch ⊕⊕⊕⊕ Validität Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Relevante Literatur: Krumlinde-Sundholm et al. (2007), Gilmore et al. (2010), Klingels et al. (2010), Graves et al. (2010), Holmefur et al. (2016), Louwers et al. (2016)	
	Starker Konsens. 96%	

2.4.2.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Zur standardisierten Erfassung der bimanuellen Performanz kann der Mini-AHA bei Kindern im Alter von 8-18 Monate eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Sehr niedrig ⊖⊖⊖⊖ Validität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Greaves et al. (2013)	
	Starker Konsens. 100%	

Die systematische Literaturrecherche für Testinstrumente für die Aktivität der oberen Extremität bei USCP ergab 245 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden insgesamt 26 Publikationen für alle Testinstrumente. Für die Beurteilung der Evidenzgrundlage für den AHA wurden 8 Publikationen eingeschlossen, welche die psychometrischen Eigenschaften von AHA und seinen Versionen und Mini-AHA untersuchten und den Einschlusskriterien entsprachen. Von den 8 Publikationen sind 3 systematische Reviews und ein Mega-Review von systematischen Reviews.

3 systematische Reviews (88-90) fassen die psychometrischen Eigenschaften des AHA zusammen und empfehlen dieses Instrument für die Evaluation der bimanuellen Performanz bei Kindern mit USCP aufgrund der guten psychometrischen Eigenschaften. Validität und Reliabilität des Kids-AHA wurden in den zusammengefassten Studien an mehr als 500 Patient*innen demonstriert. Ein mega-Review der systematischen Reviews als indirekte Evidenz für Patient*innen mit CP (91) empfiehlt AHA zusammen mit ABILHAND-Kids und MUUL als geeignetes Instrument für die Evaluation der Handfunktion bei Kindern mit USCP 6-12 Jahre.

Die Entwicklung von AHA für Kinder im Alter von 18 Monaten bis 12 Jahren wurde 2003 von Krumlinde-Sundholm et al. publiziert. Die Items von AHA wurden mittels Rasch-Analyse in eine Hierarchie gebracht (92). Die AHA-Rohwerte wurden in intervallskalierte Daten mittels der Rasch-Analyse konvertiert und in lineare reskalierte Rasch-Messungen mit einer Spannbreite von 0-100 AHA-Units konvertiert (1 AHA Unit = 0,19 Rasch Measurement Logits). Eine hohe Zahl der AHA-Units entspricht einer höheren beidhändigen Performanz.

Die Inhaltsvalidität wurde durch die unidimensionale Struktur in der 22-Item-Version demonstriert (93). Die Kinder in dieser Studie (409 Assessments von 303 Kindern) zeigten eine große Bandbreite an Fähigkeiten bei der Nutzung des betroffenen Arms, wie sich in der Spannweite der AHA-Messwerte widerspiegelt. Es wurde weder ein Decken- noch ein Bodeneffekt festgestellt. Die geschätzte Personen-Trennzureliabilität war hoch (Cronbachs Alpha 0,97/0,96), und der AHA erwies sich als effektiv bei der Unterscheidung zwischen Kindern mit unterschiedlichen Fähigkeiten in 7 klar abgegrenzten Stufen, was durch einen Trennindex von 5,42 gezeigt wurde.

Das AHA zeigt eine gute Veränderungssensitivität: Veränderungen können gemessen, Entwicklungen festgehalten und die Behandlung evaluiert werden (Person separation reliability estimate: $r=0.97$) (93).

Die interrater-Reliabilität zeigte einen Koeffizienten (ICC) von 0,98 (2 Bewerter*innen, 16 Patient*innen) und 0,97 (20 Bewerter*innen, 6 Patient*innen) (94). Die intrarater Reliabilität war exzellent mit ICC 0,99 für 20 Bewerter*innen, ebenso die Test-Retest-Reliabilität: für Small kids AHA ICC 0,99, School-Kids-AHA ICC 0,98. Der Standardmessfehler (SEM) war 1,5, der kleinste erkennbare Unterschied (SDD) <4 (94).

Holmefur et al. (2016) (95) publizierten die psychometrischen Eigenschaften einer überarbeiteten Version des Assisting Hand Assessment: Kids-AHA 5.0. Es wurden 4 bestehende Items inhaltlich überarbeitet und ein neues Item ergänzt, wodurch die Skala von Version 4.4 auf 27 Items erweitert wurde. Die Bewertung erfolgte anhand von 164 Videoaufzeichnungen von Kindern mit unilateraler CP im Alter von 18 Monaten bis 12 Jahren. Zur Beurteilung der Skaleneigenschaften wurden Rasch-Analysen durchgeführt. Nach Ausschluss nicht ausreichend passender Items wurde eine 20-Item-Skala entwickelt, die eine zufriedenstellende Modellanpassung zeigte. Die unidimensionale Struktur wurde durch Hauptkomponentenanalyse bestätigt. Die Personen-Reliabilitätskoeffizient betrug 0,98, was

eine hohe Trennschärfe des Instruments belegt. Zudem wurde eine Umrechnungstabelle zur Vergleichbarkeit der Scores zwischen Version 4.4 und 5.0 erstellt. Die Version Kids-AHA 5.0 weist somit eine verbesserte interne Skalengültigkeit auf, wodurch die Sensitivität für Veränderungen sowie die Effizienz der Bewertung erhöht wurden. Die reduzierte Anzahl an Items führt zu einer kürzeren Bewertungszeit, ohne die Messqualität zu beeinträchtigen.

Die Studie von Louwers et al. (2016) (96) hatte 2 Ziele: (1) die Entwicklung und Validierung eines neuen Testinstruments für Jugendliche (Ad-AHA) und (2) die Überprüfung der Konstruktvalidität der AHA-Skala für den erweiterten Altersbereich von 18 Monaten bis 18 Jahren. In Phase 1 wurde das Ad-AHA-Brettspiel „Go with the Floe“, entwickelt. In Phase 2 wurde die Konstruktvalidität der AHA-Items für 126 Jugendliche (Alter: 10 bis 18 Jahre) und 164 Kinder (Alter: 18 Monate bis 12 Jahre) mittels Rasch-Analyse überprüft, welche die Unidimensionalität der AHA-Skala für die gesamte Altersgruppe von 18 Monaten bis 18 Jahren bestätigte.

Durchführung: das AHA wird von ausgebildeten Ergotherapeut*innen durchgeführt. Voraussetzung ist ein Fortbildungskurs mit Zertifikat. Die Untersuchungssituation wird gefilmt und anschließend ausgewertet. Dauer insgesamt ca. 10 bis 15 Minuten für die Videoaufnahme, ca. 30 Minuten für die Auswertung, je nach Erfahrung des Bewerter. Abhängig vom Alter, wird ein entsprechendes Testmaterial benötigt.

2.4.2.2.1.2 Mini-AHA

Greaves et al. (2013) (97) publizierten die Validitätsstudie für das Mini-Assisting Hand Assessment (Mini-AHA), einer Methode zur Bewertung der Handfunktion bei Kindern im Alter von 8 bis 18 Monaten USCP. Ziel war es, die Wirksamkeit der Mini-AHA zu prüfen und ihre interne Skalengültigkeit zu bewerten. Basierend auf der AHA für ältere Kinder wurden Testitems angepasst und neue erstellt. 30 geeignete Spielzeuge wurden ausgewählt, um beidhändige Aktionen zu fördern. 108 Bewertungen von Kindern mit einseitiger CP (Alter 8-18 Monate) wurden durchgeführt. Eine Rasch-Analyse prüfte die interne Validität der Skala. 20 Testitems wurden als geeignet identifiziert. Reliabilitätsstudien für Mini-AHA fehlen bislang.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die starke Empfehlung für die Anwendung von AHA zur standardisierten Erfassung der bimanuellen Performanz für Kinder und Jugendliche im Alter von 18 Monaten bis 18 Jahren mit USCP wird durch die hohe Evidenzqualität bezüglich Validität, Reliabilität und Änderungssensitivität bei zahlreichen Patient*innen mit USCP begründet. Die Autor*innen dieser Leitlinie haben sich trotz Limitierung der Praktikabilität durch Zeit- und Personalaufwand sowie Notwendigkeit einer Videoaufnahme und Spielmaterial für eine starke Empfehlung ausgesprochen. Der Nutzen überwiegt einem potenziellen Schaden. Während der Konsensfindung war die Präferenz der Erfahrungsexpert*innen deutlich.

Die offene Empfehlung zur Anwendung der Version für 8 bis 18 Monate (Mini AHA) wird durch die geringe Evidenz bezüglich Validität und noch fehlender Evidenz bezüglich Reliabilität begründet. Die Anwendbarkeit ist ähnlich wie bei AHA limitiert. Der Nutzen überwiegt einem

potenziellen Schäden. Es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen.

Schlussfolgerung

Das AHA ist ein reliables, valides und in Studien und Alltag weit verbreitetes Instrument für die standardisierte Messung der bimanuellen Performanz der Kinder und Jugendlichen mit USCP. Die Autor*innen dieser Leitlinie haben sich für eine starke Empfehlung ausgesprochen.

Das Mini-AHA ist ein valides Instrument zur Messung der bimanuellen Performanz bei Kindern im Alter von 8-18 Monate mit Zeichen einer USCP.

Internet-Links AHA

www.cpteaching.com

2.4.2.2.1.3 Weitere Assessments für die bimanuelle Performanz:

2.4.2.2.1.3.1 Revised Video-Observation Aarts and Aarts Module: Determine Developmental Disregard (VOAA-DDD-R)

Ein systematischer Review (90) und eine weitere Studie von Houwink et al. (2013) (98) beschreiben psychometrische Eigenschaften vom VOAA bei Kindern mit USCP im Alter von 2,5-8 Jahren. VOAA ist eine video-basierte Evaluation der spontanen Nutzung des betroffenen Armes mit dem Ziel, Entwicklungsdefizite zu identifizieren. Bewertet werden zwei spezifische Aufgaben: „Perlen auffädeln“ – eine Aufgabe, bei der die Nutzung beider Hände erforderlich ist und „Muffin dekorieren“ – eine Aufgabe, bei der die Nutzung beider Hände lediglich angeregt wird. Die Gesamtdauer und Häufigkeit der Nutzung der betroffenen Hand werden für drei Bereiche – Greifen, Halten und Loslassen – bewertet. Schulung, Testmaterial und Videoaufnahmen sind erforderlich. Die Dauer der Durchführung beträgt 10 Minuten, die Auswertung weitere 20 Minuten. Die Intrarater- und interrater-Reliabilität wurden für eine kleine Gruppe mit gutem Ergebnis untersucht (Intrarater ICC: 0,96-1,00, kappa 0,63-0,85, Interrater ICC: 0,95-1,00, kappa 0,62-0,67, Test-Retest: ICC 0,87-1,00).

Die Studie von Houwink et al. (2013) (98) beschrieben die Validität und Reliabilität eines überarbeiteten Video-Observation Aarts und Aarts-Moduls: Determine Developmental Disregard (VOAA-DDD-R). 25 Kinder mit CP (2 Jahre 9 Monate bis 8 Jahre) wurden untersucht. Die klasseninternen Korrelationskoeffizienten (0,79–1,00) zeigten eine gute Reliabilität. Die absolute Übereinstimmung war hoch, die Standardmessfehler lagen zwischen 4,5 und 6,8 % und die kleinsten erkennbaren Unterschiede lagen zwischen 12,5 und 19,0 %. Eine deutsche Übersetzung sowie eine Ausbildung zur Nutzung des Assessments stehen in Deutschland nicht zur Verfügung.

2.4.2.2.1.3.2 Besta-Scale

Die Studie von Rosa-Rizzotto et al. (2014) (99) analysierte die Besta-Skala, welche sowohl die Greiffähigkeit auf Anweisung (Kapazität) als auch die spontane Nutzung der betroffenen Hand in Alltagsaktivitäten (Performance) bewertet. Die Studie bestand aus einer Reliabilitäts- und einer Validitätsprüfung. Zur Reliabilitätsprüfung wurden 39 Kinder mit USCP im Alter von 18

Monaten bis 12 Jahren untersucht. Die Testsitzungen wurden videodokumentiert und von 20 unabhängigen Ratern ausgewertet. Zur Validitätsprüfung wurden 105 Kinder über ein Jahr hinweg 5 mal getestet. Die Kriteriumsvalidität wurde durch den Vergleich mit der QUEST-Skala mittels Pearson-Korrelation geprüft. Die Interrater-Reliabilität war moderat ($K = 0,47$), während die Intrarater-Reliabilität exzellent ausfiel ($ICC = 0,927$). Die interne Konsistenz der Skala war mit einem Cronbachs Alpha von 0,972 hoch. Die Validitätsanalyse zeigte eine starke Korrelation zwischen der Besta-Skala und der QUEST ($r = 0,81$, $p < 0,0001$), was die Kriteriumsvalidität des Instruments bestätigte. Die Skala kann zwischen leichter und moderater Beeinträchtigung nicht genau differenzieren. Eine deutsche Übersetzung steht nicht zur Verfügung.

2.4.2.2.2. Testinstrumente für die unimanuelle Kapazität der oberen Extremität

Hintergrund

Tabelle 4: Zusammenfassung der Testinstrumente für die unimanuelle Kapazität der oberen Extremität

Testinstrument	Erstpublikation	Was wird gemessen	Alter	Material	Fortbildung, Zertifikat	Zeit für die Durchführung
Melbourne Assessment 2	Randall et al. (2014) (100)	1. Bewegungsumfang (ROM) 2. Genauigkeit der Bewegungen 3. Geschicklichkeit 4. Schnelligkeit, Geschmeidigkeit	2 ½-15 J.	Kit und Material, hohe Kosten	Nicht erforderlich	30 Min. Video
Shriners Hospital for Children Upper Extremity Evaluation (SHUEE)	Dauids et al. (2006) (101)	1. Spontane handfunktion (SFA) 2. Dynamische Positionsausrichtung 3. Greifen und Loslassen in 3 verschiedenen Handgelenkpositionen	3-18 Jahre	Manual	Nicht erforderlich	30-40 Min. Video
Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST)	DeMatteo et al. (1992) (102)	dissoziierte Bewegungen, unterstützte Greiffunktion, gewichtstragende Fähigkeiten, Schutzreaktionen	18 Mo-8J	Handbuch frei verfügbar	Nicht erforderlich	30 Min
Box and	Mathiowetz (1985)	grobe manuelle	alle	Kasten mit	Nicht erforderlich	5 Min.

Block Test	(103)2x	Geschicklichkeit		Trennwand und 150 Würfeln, Stoppuhr	h	
Tyneside Pegboard Test	Basu et al. (104)	feinmotorische Fähigkeiten	4-15 Jahre	Pegboard	Nicht erforderlich	
Jebsen-Taylor Hand Function Test	Jebsen et al. (1969) und Taylor et al. (1973) (105, 106)	7 unimanuelle Aufgaben	5-18 Jahre	Handbuch und Material	Nicht erforderlich	10-15 Min

Melbourne Assessment 2 (MA2)

Der MA2 ist die revidierte Version des *Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function (MUUL)*. Der MA2 ist ein Test zur Bewertung von 4 Aspekten der Bewegungsqualität der oberen Extremität im Alter von 2,5-15 Jahren: (i) Bewegungsumfang (range of motion), (ii) Genauigkeit der Reichweite und Platzierung, (iii) Geschicklichkeit beim Greifen, Loslassen und Manipulieren und (iv) Geschmeidigkeit (100). Der Test umfasst 14 Aufgaben, bei denen ein Kind einfache Gegenstände erreichen, greifen, loslassen und manipulieren muss. Die Testleistung jedes Kindes wird zur späteren Bewertung per Video aufgezeichnet. Die Bewertung erfolgt über die 30 Bewertungspunkte anhand einer 3-, 4- oder 5-Punkte-Skala und individuell definierter Bewertungskriterien.

Shriners Hospital for Children Upper Extremity Evaluation (SHUEE)

Der SHUEE wurde für die standardisierte Evaluation der oberen Extremität vor und nach orthopädischen Interventionen (101) entwickelt. Der SHUEE umfasst 3 Hauptkomponenten: die dynamische Positionsanalyse (DPA), die die segmentale Ausrichtung der betroffenen Extremität untersucht, die spontane Funktionsanalyse (SFA), die den alltäglichen Gebrauch der betroffenen Hand bewertet und die Fähigkeiten zu greifen und loszulassen. Die Durchführung der SHUEE umfasst eine zweistufige Beurteilung: der spontane Gebrauch der betroffenen Extremität während alltagsnaher vorgegebener Aktivitäten und eine Bewegungsanalyse unter standardisierten Bedingungen. Die durchschnittliche Dauer beträgt ca. 30-45 Minuten. Der Test ist für Kinder im Alter von 3-18 Jahren konzipiert und bietet eine strukturierte Bewertung basierend auf Videoaufzeichnungen. Das Testmaterial beinhaltet spezifische Objekte für Greif- und Manipulationsaufgaben.

Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST)

Der QUEST wurde entwickelt, um die Qualität der Bewegungen der oberen Extremität bei

Kindern mit USCP zu bewerten. Er umfasst 4 Domänen: dissoziierte Bewegungen, unterstützte Greiffunktion, gewichtstragende Fähigkeiten und Schutzreaktionen. Die Durchführung dauert etwa 30 Minuten und erfordert verschiedene Objekte zur Beurteilung der Greif- und Bewegungsfähigkeiten.

Box and Block Test (BBT)

Der BBT misst die Geschicklichkeit der Hand und ist geeignet für Patient*innen aller Altersgruppen. Der/ die Patient*in soll innerhalb von 1 Minute so viele einzelne Würfel wie möglich von einer Seite der Box über eine Trennwand auf die andere Seite transportieren. Bewertet wird die Anzahl der jeweils transportierten Würfel. Der Test ist einfach durchzuführen; die Durchführung beträgt keine 5 Minuten. Benötigt wird ein rechteckiger Kasten geteilt durch eine Trennwand mit 150 Würfeln (2,5 cm Kantenlänge) und eine Stoppuhr. Das Material und das Handbuch mit Normwerten sind kostenpflichtig erhältlich. Für schwer betroffene Patient*innen mit wenig Hand-Armfunktion besteht ein Bodeneffekt.



Abbildung 6: Versuchsaufbau BBT (https://www.physio-pedia.com/Box_and_Block_Test)

Tyneside Pegboard Test (TPT)

Der TPT bewertet die Feinmotorik und die Handgeschicklichkeit. Der TPT wurde als elektronisch gestützte modifizierte Version des 9-Hole Peg Test (9-HPT) mit 3 unterschiedlich großen Stiften konzipiert. Die unimanuellen Aufgaben erfordern das einzelne Aufnehmen und Platzieren von 9 Stiften auf einer Seite des Pegboards. Bei der bimanuellen Aufgabe müssen die Stifte durch eine mittig platzierte Barriere von einer Hand an die andere weitergegeben werden. Die Durchführung dauert in der Regel wenige Minuten und erfordert ein standardisiertes Pegboard mit passenden Stiften. Der Test erfasst Messzeiten elektronisch, um subjektive Fehlerquellen zu minimieren.

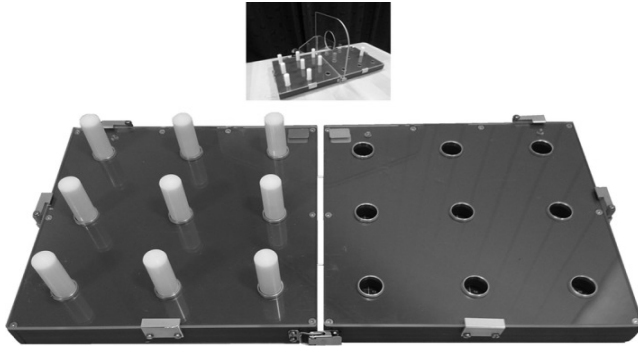


Abbildung 7: Versuchsaufbau TPT

(Originalpublikation aus pubmed Basu AP, Kirkpatrick EV, Wright B, Pearse JE, Best KE, Eyre JA. The Tyneside Pegboard Test: development, validation, and observations in unilateral cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2018 Mar;60(3):314-321. doi: 10.1111/dmcn.13645. Epub 2017 Dec 16. PMID: 29247458; PMCID: PMC5838545.)

Jebsen-Taylor Hand Function Test (JTHFT)

Der JTHFT wurde ursprünglich für Erwachsene entwickelt (107) und für Kinder angepasst (108). Der Test besteht aus 7 Items: das Schreiben, Simulieren des Umblätterns von Seiten, Simulieren von Füttern, große schwere sowie große leichte Objekte anheben und kleine Alltagsgegenstände aufheben. Jedes Item wird gemäß einem standardisierten Protokoll mit beiden Händen nacheinander ausgeführt. Es wird die Zeit pro Item gemessen und ein Gesamtscore (Summe in Sekunden) pro Hand gebildet. Das Item „Schreiben“ ist nicht in diesem Score enthalten (107) und es wird in der Regel bei Kindern nicht durchgeführt.

2.4.2.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Die unimanuelle Kapazität, Schnelligkeit und Geschicklichkeit können im Rahmen der Eingangsdiagnostik zu Beginn der Therapiemaßnahmen und im Verlauf je nach individueller Zielsetzung mit standardisierten Instrumenten erfasst werden, insbesondere vor und nach Interventionen. Eine Empfehlung für oder gegen einen bestimmten standardisierten Test kann auf Grundlage der identifizierten Literatur nicht gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Validität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Reliabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Relevante Literatur: Gilmore et al. (2010), Klingels et al. (2010), Randall et al. (2014), Araneda et al. (2019), Tofani et al. (2020), Liang et al. (2021), Lennon et al. (2023), Decraene et al. (2021)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Melbourne Assessment 2 (MA2)

Die systematische Literaturrecherche für Testinstrumente für die Aktivität der oberen Extremität bei unilateral-spastischer Cerebralparese ergab 245 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden insgesamt 26 Publikationen für alle Testinstrumente. Für die Beurteilung der Evidenzgrundlage für den MA2 wurden 5 Publikationen eingeschlossen, welche die psychometrischen Eigenschaften von MA2 bzw. seiner früheren Versionen untersuchten, darunter 2 systematische Reviews, 1 Mega-Review von systematischen Reviews und 2 Validitätsstudien. Die Studien umfassen insgesamt mehr als 200 Kinder.

Die systematischen Reviews von Klingels et al. (2010) (90) und Gilmore et al. (2010) (88) fassten die psychometrischen Eigenschaften von der ursprünglichen Version des Melbourne Assessment of upper limb function (MUUL) und bei Kindern mit USCP im Alter von 5-15 Jahren zusammen. Beide Studien empfahlen MUUL in Kombination mit AHA und mit einem Fragbogen zur Evaluation der unimanuellen Kapazität. Die Konstruktvalidität ergab eine gute globale Korrelation mit PEDI (Spearman's rho=0,72). Sowohl die interrater Reliabilität (ICC 0,95 bei 15 Bewerter*innen, 20 Kindern, 0,98 bei 12 untrainierten Bewerter*innen und 0,99 bei 12 trainierten Bewerter*innen), als auch die intrarater Reliabilität (ICC 0,97 bei 20 Bewerter*innen, n=20 Patient*innen und ICC 0,97 bei 2, n=21 Kinder) und die Test-Retest-Reliabilität (ICC 0,98 -0,97) waren gut. Der Standardmessfehler (SEM) war 3,2%, der kleinste

erkennbare Unterschied (SDD) 8,9%.

Randall et al. (2012) (100) schlugen in ihrer Studie eine erweiterte Version des MUUL für Kinder 2,5-15 Jahre vor. Das Modified Melbourne Assessment (MMA) wurde entwickelt, um die Praktikabilität und Anwendbarkeit in der klinischen Routine zu verbessern. Das MMA reduziert die Anzahl der zu bewertenden Aufgaben, wodurch die Testdurchführung weniger zeitaufwendig wird. Die Validität wurde bei 30 Patient*innen, darunter 22 Kindern mit USCP demonstriert. Trotz der Vereinfachung bleibt die diagnostische Aussagekraft des Instruments erhalten.

Die Studie von Randall et al. (2014) (100) untersuchte die Konstruktvalidität einer weiteren Revision dieses Testinstrumentes, der MA2. Mithilfe einer Rasch-Analyse wurden die Rohdaten von 163 Kindern (94 Jungen, 69 Mädchen, Durchschnittsalter 8 Jahre) untersucht. Die Analysen ergaben, dass die ursprüngliche 37-Score-Skala keine Unidimensionalität aufwies. Stattdessen konnten vier voneinander unterscheidbare Subskalen identifiziert werden: Range of Movement (Bewegungsumfang), Accuracy (Genauigkeit), Dexterity (Geschicklichkeit) und Fluency (Flüssigkeit). Durch die Eliminierung oder Reskalierung bestimmter Items wurde die Skala optimiert, sodass die 4 neuen Subskalen eine bessere Modellanpassung und hohe interne Konsistenz zeigten. Die Ergebnisse unterstützen die überarbeitete Version MA2, die 14 Aufgaben mit insgesamt 30 Bewegungsbewertungen umfasst.

Die Änderungssensitivität der ursprünglichen MUUL oder der revidierten MA2 wurde bislang nicht untersucht.

Die Praktikabilität der MA2 ist begrenzt, Kit und Testmaterial sind kostenpflichtig erhältlich. Eine Videoaufnahme und Auswertung sind erforderlich mit einem Zeitaufwand von min. 30 Minuten.

Shriners Hospital for Children Upper Extremity Evaluation (SHUEE)

Die systematische Literaturrecherche ergab 4 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von SHUEE, darunter 2 systematische Reviews, 1 Mega-Review von systematischen Reviews und 2 weitere Studien niedriger Qualität zur Anwendbarkeit und Änderungssensitivität von SHUEE. Die Studien umfassen insgesamt ca. 80 Patient*innen.

Die Validitätsstudien ergaben geringe Evidenz für die Konstruktvalidität und Kriteriumsvalidität. Die Reliabilitätsstudien zeigten eine gute Übereinstimmung zwischen Bewerter*innen (Interrater ICCs 0,90 für SFA, 0,89 für DPA, kappa gewichtet =1,00 für Greifen und Loslassen bei 4 Bewerter*innen und 11 Patient*innen mit USCP). Für die intrarater Reliabilität wurden ICCs 0,98-0,99. Die Test-Retest-Reliabilität wurde nicht untersucht.

Die Studie von Jose et al. (2019) (109) untersuchte die Anwendbarkeit bei 40 Patient*innen im Alter von 2-18 Jahren, darunter 30 mit USCP mit ähnlichen Ergebnissen bezüglich Reliabilität. Eine weitere Studie von Lennon et al. (2023) (110) demonstrierte die Änderungssensitivität in einer kleinen retrospektiven Kohortenstudie (19 Kindern mit USCP). Es wurde untersucht, ob die SHUEE Veränderungen der Funktion der oberen Extremitäten nach orthopädischen Eingriffen erfassen kann. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die DPA-Werte nach chirurgischen Eingriffen signifikant verbesserten, insbesondere im Bereich des Handgelenks. Die SFA-Werte blieben unverändert, was darauf hindeutet, dass chirurgische Eingriffe zwar die strukturelle Ausrichtung verbessern, jedoch keine direkten Auswirkungen auf den spontanen Handgebrauch haben. Diese Ergebnisse bestätigen die Zuverlässigkeit der SHUEE als

Instrument zur präoperativen Beurteilung und zur Dokumentation postoperativer Verbesserungen der segmentalen Ausrichtung. Sie unterstützt die klinische Entscheidungsfindung, indem sie Veränderungen nach chirurgischen Eingriffen sichtbar macht, jedoch keine signifikanten Verbesserungen des alltagsrelevanten Handgebrauchs nachweist. Die Praktikabilität ist limitiert durch den Zeitaufwand und die Notwendigkeit einer Videoaufnahme.

Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST)

Die systematische Literaturrecherche ergab 3 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von QUEST zusammenfassten, darunter 2 systematische Reviews und 1 Mega-Review von systematischen Reviews. Die Studien umfassten insgesamt ca. 110 Patient*innen.

Die Konstruktvalidität von QUEST wurde in Korrelation mit Peabody Developmental Motor Scale ($r=0,84$) und MUUL ($r=0,83$) gezeigt. Die intrarater Reliabilität war moderat-gut mit ICCs 0,69-0,89, die interrater Reliabilität sehr gut mit ICCs 0,90-0,96, ebenso die Test-Retest-Reliabilität: 0,95. Der Standardmessfehler (SEM) war 5%, der kleinste erkennbare Unterschied (SDD) war 13,8%.

Box and Block Test

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von BBT bei insgesamt ca. 200 Patient*innen mit USCP untersuchten. Eine Studie wurde bei Kindern mit CP durchgeführt (111) (indirekte Evidenz), aber der Anteil der Kinder mit USCP betrug 70%, so dass auch diese zur Beurteilung der Evidenzlage herangezogen wurde.

Die Studie von Liang et al. (2021) (112) untersuchte die Test-Retest-Reliabilität, die Messfehler, die Konstruktvalidität sowie die Interpretierbarkeit des BBT (Minimal Clinically Important Difference, MCID). Insgesamt wurden 100 Kinder mit USCP untersucht, von denen 50 den BBT zweimal im Abstand von 2 Wochen durchführten. Zusätzlich wurden der MA2, der Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT-2) und der Pediatric Motor Activity Log Revised (PMAL-R) zur Validierung herangezogen. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Test-Retest-Reliabilität (ICC = 0,98) sowie eine geringe Messfehlerquote (MDC95 = 5,95 Blöcke). Die Konstruktvalidität wurde als gut bewertet, da alle formulierten Hypothesen bestätigt wurden. Die MCID-Werte lagen zwischen 5,29 und 6,46, was darauf hindeutet, dass eine Verbesserung von mindestens 7 Blöcken als klinisch bedeutsame Veränderung gewertet werden kann. Die Autor*innen empfehlen den Test für den klinischen Einsatz und für Forschungszwecke, um Therapieerfolge objektiv zu messen.

Araneda et al. (2019) (111) (indirekte Evidenz, 70% USCP) analysierten in ihrer retrospektiven Studie die Reliabilität und Änderungssensitivität des JTTHF und des BBT bei Kindern mit CP (70% USCP). Es wurden Test-Retest-Analysen durchgeführt, um die Stabilität der Testergebnisse über kurze (14 Tage) und lange (120 Tage) Zeiträume zu bewerten. Die Ergebnisse zeigten, dass beide Tests über kurze Zeiträume zuverlässig waren, insbesondere der JTTHF für beide Hände und der BBT für die weniger betroffene Hand. Über längere Zeiträume hinweg war die Zuverlässigkeit jedoch geringer. Zudem reagierten beide Tests empfindlich auf Verbesserungen durch die Therapie, wobei der JTTHF in der weniger

betroffenen Hand weniger sensitiv war. Die Autor*innen empfehlen daher die Nutzung dieser Tests zur kurzfristigen Beurteilung von Therapieeffekten bei Kindern mit CP.

Tyneside Pegboard Test (TPT)

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von TPT bei ca. 130 Patient*innen mit USCP beschrieben.

Basu et al. (2018) (104) beschrieben die Entwicklung, Validierung und Anwendung des TPT. Normative Daten mit 974 gesunden Teilnehmer*innen (4 bis 80 Jahre) zur Erhebung von Referenzwerten zeigten eine U-förmige Beziehung zwischen Alter und Geschicklichkeit: die Fertigkeit nahm bis zum Jugendalter zu, blieb stabil bis etwa 50 Jahre und nahm dann mit zunehmendem Alter wieder ab. Test-Retest-Reliabilität: Intraclass-Korrelationskoeffizienten (ICC) von 0,74 bis 0,91 bestätigten eine moderate bis hohe Reliabilität des Tests. Eine gewisse Lernkurve wurde festgestellt, insbesondere bei der bimanuellen Aufgabe. Die TPT-Ergebnisse korrelierten signifikant mit anderen etablierten Tests: Purdue Pegboard Test ($r = -0,611$ für bimanuelle Aufgaben, $p < 0,001$), AHA und ABILHAND-Kids zur Bewertung bimanuellen Fähigkeiten ($r = 0,63-0,69$).

Der Vergleich zwischen unilateraler CP und gesunder Kontrollgruppe ergab folgende Aspekte:

- Kinder mit unilateraler CP zeigten unimanuelle und besonders ausgeprägte bimanuelle Defizite.
- die bimanuelle Leistung war überproportional schlechter als die unimanuelle, selbst nach Korrektur für die Beeinträchtigung der betroffenen Hand.
- die nicht betroffene Hand war ebenfalls in ihrer Geschicklichkeit eingeschränkt, wenn auch weniger stark.

Die Autor*innen schlussfolgerten, dass der TPT ein valides und zuverlässiges Instrument zur Messung der Geschicklichkeit ist. Besonders auffällig war die disproportionale Beeinträchtigung der bimanuellen Geschicklichkeit bei USCP. Dies weist auf die Notwendigkeit hin, gezielte bimanuelle Therapieansätze zu entwickeln, die über reines Krafttraining hinausgehen und die Koordination beider Hände fördern.

Decraene et al. (2021) (113) untersuchten die psychometrischen Eigenschaften des TPT und analysierten zusätzlich, wie sensomotorische Beeinträchtigungen die manuelle Geschicklichkeit beeinflussen. In einer Querschnittsstudie wurden 49 Kinder mit USCP im Alter von 6 bis 15 Jahren (Durchschnittsalter 9 Jahre und 8 Monate) untersucht. Zusätzlich zum TPT wurden standardisierte Tests zur motorischen und sensorischen Funktion durchgeführt, darunter: Spastizität (modifizierte Ashworth-Skala), Griffstärke (Jamar-Dynamometer), Stereognosie (Taktile-Objekterkennung), Spiegelbewegungen (quantitative Messung der unwillkürlichen Mitbewegungen der nicht aktiven Hand).

Die Korrelation mit AHA, ABILHAND-Kids und CHEQ wurde erfasst. Es wurde eine hohe negative Korrelation zwischen AHA und den bimanuellen TPT-Aufgaben gefunden ($r = -0,76$ bis $-0,78$). Dies zeigt, dass Kinder, die im AHA schlechter abschneiden, auch im TPT länger für die Aufgaben benötigen. Mit ABILHAND-Kids wurde eine moderate bis hohe negative Korrelation festgestellt ($r = -0,64$ bis $-0,68$). Die Korrelationen zwischen CHEQ und den TPT-

Ergebnissen waren niedriger als bei AHA und ABILHAND ($r = -0,38$ bis $-0,52$), was darauf hindeutet, dass CHEQ eher unterschiedliche Aspekte der bimanuellen Performanz misst. Die Analyse zeigt, dass der TPT valide ist, um Unterschiede in der manuellen Geschicklichkeit zu erfassen.

Die wichtigsten Prädiktoren für die manuelle Geschicklichkeit waren: Stereognosie als stärkster Einflussfaktor für die Geschicklichkeit, Griffstärke, Spiegelbewegungen in der stärker beeinträchtigten Hand sowie Spastizität.

Die Ergebnisse unterstreichen die wichtige Rolle sensorischer Beeinträchtigungen (v.a. Stereognosie) für die manuelle Geschicklichkeit bei Kindern mit USCP. Therapeutische Ansätze sollten daher nicht nur auf motorische Aspekte wie Kraft und Beweglichkeit fokussieren, sondern auch die sensorische Wahrnehmung gezielt trainieren

Jebsen-Taylor Hand Function Test

Die systematische Literaturrecherche ergab 4 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von JTHFT bei 150 Patient*innen mit USCP untersuchen: ein systematisches Review (90), ein Mega-Review (91) und 2 Studien als indirekte Evidenz bei Kindern mit CP (111, 114), allerdings mit einem Anteil an USCP von 70% und 50%, so dass auch diese Publikationen für die Beurteilung der Evidenzlage herangezogen wurden.

Die Validität wurde in Relation zu SHUEE untersucht. Eine gute intrarater, interrater und Test-Retest-Reliabilität wurden festgestellt.

Araneda et al. (2019) (111) (indirekte Evidenz, 70% USCP) untersuchte in einer retrospektiven Studie die Zuverlässigkeit und Änderungssensitivität des JTTHF und des BBT bei Kindern mit CP (siehe bei BBT).

Tofani et al. (2020) (114) (indirekte Evidenz) bewerten die Validität des JTHFT bei 84 Kindern mit CP (50% USCP) im Alter von 6 -18 Jahren. Die Ergebnisse zeigen eine ausgezeichnete interne Konsistenz des JTHFT mit Cronbachs Alpha-Werten von 0,944 für die nicht-dominante Hand und 0,911 für die dominante Hand. Zudem wurde eine signifikante positive Korrelation zwischen den JTHFT-Ergebnissen und den MACS-Levels gefunden ($p < 0,01$), was die Validität bestätigt. Eine hohe Variabilität wurde insbesondere bei der Schreibaufgabe (Item 1 des JTHFT) festgestellt, was auf die Unterschiede in den individuellen motorischen Fähigkeiten hinweist. Die Autor*innen empfehlen die Anwendung von JTHFT in klinischen und rehabilitativen Kontexten zur Evaluierung der unimanuellen Kapazität und zur Messung von Therapieerfolgen.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Es werden 6 Testinstrumente für die Evaluation der unimanuellen Kapazität mit ihren psychometrischen Eigenschaften und Limitierungen dargestellt. Diese Testinstrumente erfassen unterschiedliche Bereiche wie Schnelligkeit und Geschicklichkeit, Greif- und Loslassfunktion, unter standardisierten Bedingungen. Die Evidenzlage bezüglich

psychometrischer Eigenschaften der einzelnen Testinstrumente bei USCP ist insgesamt gering (insbesondere bezüglich der Änderungssensitivität) und die Praktikabilität ist aufgrund der Zeit-, Personal- und Materialaufwand eingeschränkt. Melbourne Assessment 2 hat zwar solide psychometrische Eigenschaften und wird von 2 Reviews empfohlen, die Praktikabilität ist aufgrund der hohen Kosten und Zeitaufwand deutlich limitiert. Die Autor*innen dieser Leitlinie können daher auf Grundlage der identifizierten Literatur keine Empfehlung für oder gegen einen bestimmten standardisierten Test abgeben.

Schlussfolgerung

Die unimanuelle Kapazität kann bei Patient*innen mit USCP im Rahmen der Eingangsdiagnostik, zu Beginn der Therapiemaßnahmen und im Verlauf mit standardisierten Instrumenten evaluiert werden, insbesondere vor und nach Interventionen. Die Wahl des jeweiligen Testinstrumentes richtet sich nach der individuellen Zielsetzung und Ressourcen.

Internet-Links

MA2: <https://www.rch.org.au/melbourneassessment/>

SHUEE: https://cdn-links.lww.com/permalink/jbjs/c/jbjs_2017_03_12_davids_326_sdc1.pdf

QUEST: <https://canchild.ca/en/shop/19-quality-of-upper-extremity-skills-test-quest>

BBT: https://www.physio-pedia.com/Box_and_Block_Test

JTHFT: https://scireproject.com/wp-content/uploads/2022/05/worksheet_jebesen-1-1.pdf

2.4.2.2.3 Patient Reported Outcome Measures (PROMS, Patientenfragebögen)

2.4.2.2.3.1. Children`s Hand-use Experience Questionnaire (CHEQ)

Hintergrund

Der Mini-CHEQ und CHEQ sind computergestützte adaptive Online-Fragebögen. Sie wurden für Kinder und Jugendliche im Alter von 3-8 Jahren und 6-18 Jahre entwickelt, die eine funktionelle Einschränkung einer Hand, z.B. USCP, erworbener Hemiparese oder Dysmelie haben (115). Sie erfassen 29 Tätigkeiten, die typischerweise mit 2 Händen durchgeführt werden. Sie dokumentieren die Erfahrungen von Kindern im Umgang mit ihrer betroffenen Hand bei diesen typischerweise beidhändigen Alltagsaktivitäten. Der Fragebogen kann von den Kindern allein (Empfehlung: ab 13 Jahren) oder mit den Eltern ausgefüllt werden.

Die Unterkategorien von CHEQ beinhalten:

- Greif-Effizienz („grasp efficacy“): misst die Effektivität des Greifens, wenn beide Hände beteiligt sind.
- Zeitaufwand („time consumption“): vergleicht die für eine Aktivität benötigte Zeit mit Gleichaltrigen.
- Empfundene Beeinträchtigung („feeling bothered“): bewertet, wie sehr das Kind sich beim selbstständigen Durchführen der Aktivitäten gestört fühlt.

Zusätzlich erfasst CHEQ, ob die Kinder die Aktivitäten selbstständig ausführen und ob sie dafür eine oder beide Hände benutzen (binäre Skala). Höhere Werte bedeuten, dass insgesamt mehr Aktivitäten durchgeführt oder eine höhere Zufriedenheit in den Unterkategorien erreicht wurde. Der CHEQ kann die bimanuelle Leistung beschreiben, kann genutzt werden, die Ziele für die Behandlung zu definieren und um die Effekte der Behandlung zu evaluieren. Für den Mini-CHEQ für Kinder im Alter von 3-8 Jahren, welcher 21 für diese Altersgruppe angepasste Aktivitäten beinhaltet, liegen aktuell noch keine psychometrischen Daten vor.

2.4.2.6	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B↑	Child Hand-use Experience Questionnaire (CHEQ) erfasst als Fragebogen, wie Kinder ihre betroffene Hand bei bimanuellen Alltagsaktivitäten einsetzen. CHEQ und Mini-CHEQ sollten bei Kindern und Jugendlichen mit USCP ab einem Alter von 3 Jahren als Patient Reported Outcome Measure (PROM) verwendet werden, um Ziele für eine Behandlung zu definieren und die Effekte der Behandlung zu evaluieren.	
Qualität der Evidenz:		
Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Reliabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Sköld et al. (2011), Amer et al. (2016), Ryll et al. (2019)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche für Testinstrumente für die Aktivität der oberen Extremität bei USCP ergab 245 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden insgesamt 26 Publikationen für alle Testinstrumente. Für die Beurteilung der Evidenzgrundlage für den CHEQ wurden 5 Publikationen eingeschlossen, welche die psychometrischen Eigenschaften untersuchen (insgesamt ca. 330 Patient*innen), darunter 4 Studien moderater Qualität und ein Mega-Review von systematischen Reviews (91).

Die Studie von Sköld et al. (2011) (115) beschreibt die Entwicklung von CHEQ und untersucht die Validität im Hinblick auf die Testinhalte und interne Struktur der 3 enthaltenen Skalen. Teilnehmer*innen waren 86 Kinder und Jugendliche (6–18 Jahre) mit USCP, Plexusparese oder Reduktionsdefekten der oberen Extremität. Die interne Struktur der Skalen wurde durch die Rasch-Analyse gestützt. CHEQ zeigte hohe interne Konsistenz und differenzierte zwischen

verschiedenen Fähigkeitsniveaus der Teilnehmer*innen.

Die Studie von Amer et al. (2016) (116) überprüfte die Validität und Test-Retest-Reliabilität der internetbasierten Version des CHEQ. Insbesondere wurde die neu entwickelte 4-stufige Bewertungsskala getestet. Teilnehmer waren 242 Kinder mit USCP (6–18 Jahre). Die neue 4-stufige Bewertungsskala erfüllte die empfohlenen Kriterien. Ein Item wurde entfernt, da es nicht zur Gesamtstruktur passte. Die Skalenstruktur des CHEQ zeigte eine hohe interne Konsistenz. Der Test-Retest-Reliabilitätskoeffizient (ICC) für die 3 Skalen betrug: Griff-Effektivität: 0,91, benötigte Zeit: 0,88, empfundene Beeinträchtigung: 0,91.

Die Studie von Ryll et al. (2019) (117) untersuchte, ob der CHEQ Veränderungen in der bimanuellen Performanz präzise erfassen kann. Dazu wurden 44 Kinder im Alter von 6 bis 16 Jahren vor und nach einer 2-wöchigen intensiven bimanuellen Therapie mit dem CHEQ sowie der Goal Attainment Scale (GAS) als Vergleich bewertet. Es wurden Hypothesen über den erwarteten Veränderungsumfang formuliert und mit Korrelationen, Effektgrößen sowie Receiver Operating Characteristic (ROC)-Analysen überprüft. Die Ergebnisse zeigten, dass das CHEQ in der Lage ist, Veränderungen in der bimanuellen Leistung zu erfassen, jedoch mit begrenzter Genauigkeit. Die Skala „Feeling bothered“ zeigte die höchste Differenzierungsfähigkeit zwischen Kindern mit und ohne Fortschritt (AUC = 0,73), während „Grasp efficacy“ (AUC = 0,69) und „Time utilization“ (AUC = 0,67) knapp unterhalb der Schwelle für eine gute Diskriminationsfähigkeit lagen. Effektgrößen und Korrelationen bestätigten die Hypothesen, wobei die Veränderungswerte mit denen der GAS korrelierten ($r = 0,34–0,38$).

In einer komparativen Studie untersuchten Ryll et al. (2017) (118) den Zusammenhang zwischen AHA und CHEQ bei 34 Kinder mit USCP im Alter von 6 bis 18 Jahren. Das AHA bewertete den spontanen Gebrauch der betroffenen Hand während spielerischer Aktivitäten, während der CHEQ die subjektive Wahrnehmung der Kinder bezüglich der Effizienz des Greifens, der benötigten Zeit und der empfundenen Einschränkungen erfasste. Die Ergebnisse zeigten, dass AHA und CHEQ nur eine geringe bis moderate Korrelation aufweisen ($r = 0,28–0,50$). Die Varianzaufklärung zwischen beiden Instrumenten liegt zwischen 8 % und 25 %, was darauf hinweist, dass sie unterschiedliche, aber verwandte Aspekte der bimanuellen Performanz messen. Die Autor*innen schlussfolgern, dass AHA und CHEQ verschiedene, aber komplementäre Dimensionen der Handfunktion erfassen. Daher wird empfohlen, beide Instrumente gemeinsam zu nutzen, um sowohl objektive als auch subjektive Aspekte der bimanuellen Performanz bei Kindern mit USCP zu bewerten.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die schwache Empfehlung für die Verwendung von CHEQ basiert auf der moderaten Evidenz bezüglich Validität, Reliabilität und Änderungssensitivität bei Kindern mit USCP. Die Praktikabilität ist gegeben, der Fragebogen ist kostenlos online verfügbar. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden und es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen. Allerdings wurde in der Konsensfindung durch die Erfahrungsexpert*innen als möglicher Schaden die Konfrontation mit eigenen Defiziten benannt. Dies kann zur Enttäuschung/Traurigkeit bei Kindern führen.

Schlussfolgerung

Die internetbasierte Version des CHEQ/MiniCHEQ bietet eine valide und reliable objektive Methode zur Beurteilung der subjektiven Erfahrung der betroffenen Kinder im Alltag.

Internet-Links

<http://www.cheq.se>

2.4.2.2.3.2. ABILHAND-kids

Hintergrund

Der ABILHAND und der ABILHAND-Kids sind Fragebogen-basierte Assessments zur Selbsteinschätzung der manuellen Fähigkeiten im Alltag. Während der ABILHAND für Erwachsene mit motorischen Einschränkungen entwickelt wurde und für Patient*innen mit Stroke, rheumatoider Arthritis und neuromuskulären Erkrankungen validiert wurde, richtet sich der ABILHAND-Kids speziell an Kinder mit USCP (119). Die Durchführung erfolgt durch eine Befragung, bei der die Person oder ihre Bezugsperson die Fähigkeit zur Durchführung verschiedener alltäglicher Aktivitäten bewertet. Die Aufgaben reichen von einfachen Greifbewegungen bis hin zu komplexeren Handhabungen von Objekten. Die Dauer der Testdurchführung beträgt etwa 10–15 Minuten. Das Testmaterial besteht aus einem standardisierten Fragebogen mit einer 3-stufigen Skala zur Einschätzung der Schwierigkeiten bei alltäglichen Handaktivitäten. Der ABILHAND ermöglicht eine subjektive Einschätzung der funktionellen Handnutzung und dient zur Evaluierung von Therapieerfolgen.

2.4.2.7	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	ABILHAND erfasst als Fragebogen die Handfunktion in bimanuellen Alltagsaktivitäten und kann bei Erwachsenen als PROM-Tool verwendet werden. ABILHAND-Kids ist für Kinder mit USCP angepasst und kann sowohl von Eltern als auch Kinder ausgefüllt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Validität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Reliabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Klingels et al. (2010), Gilmore et al. (2010), Bleyenheuft et al. (2017)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 4 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von ABILHAND-Kids untersuchen (insgesamt ca. 240 Patient*innen), darunter 2 systematische Reviews, ein Mega-Review von systematischen Reviews und eine Studie moderater Qualität.

Die systematischen Reviews von Klingels et al. (2010) (90) und Gilmore et al. (2010) (88) beschrieben die Evidenz bezüglich Inhaltsvalidität und Konstruktvalidität. Intrarater und interrater Reliabilität wurden nicht untersucht, die Test-Retest-Reliabilität ist exzellent, ebenso die interne Beständigkeit. Die 2 systematischen Reviews empfehlen ABILHAND-Kids zusammen mit AHA und MUUL für Kinder im Alter von 5-16 Jahren mit USCP.

Die Studie von Bleyenheuft et al. (2017) (120) untersuchte die Änderungssensitivität/ des ABILHAND-Kids-Fragebogens nach intensiven motorischen Trainingsinterventionen. Insgesamt wurden 98 Kinder (6–19 Jahre) vor, direkt nach und einige Zeit nach einer intensiven Therapie (80–90 Stunden) getestet. Die Ergebnisse zeigten signifikante Verbesserungen der manuellen Fähigkeiten zwischen der ersten und zweiten Messung ($p < 0,001$), jedoch keine signifikanten Veränderungen zwischen der zweiten und dritten Messung. Jüngere Kinder (6–12 Jahre) zeigten größere Verbesserungen als ältere Kinder (13–19 Jahre). Kinder mit MACS II profitierten stärker von der Intervention als Kinder mit leichteren oder schwereren Einschränkungen.

Die Durchführung ist online und kostenlos. Der Test besteht aus 21 Items und die Dauer beträgt ca. 10 Minuten. Eine deutsche Übersetzung existiert nicht.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die offene Empfehlung für die Verwendung von ABILHAND-Kids basiert auf der geringen Evidenz bezüglich Validität, Reliabilität und Änderungssensitivität. Die Praktikabilität wird durch eine fehlende deutsche Übersetzung limitiert, aber der Fragebogen ist kostenlos online verfügbar. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden und es besteht eine Präferenz der Erfahrungsexpert*innen. Allerdings wurde in der Konsensfindung durch die Erfahrungsexpert*innen als möglicher Schaden die Konfrontation mit den eigenen Defiziten benannt. Dies kann zu Enttäuschung/Traurigkeit bei Kindern führen.

Schlussfolgerung

ABILHAND-Kids kann als PROM-Tool in der Evaluation der oberen Extremität bei bimanuellen Alltagsaktivitäten verwendet werden.

Internet-Links

<https://www.rehab-scales.org/scale/abilhand>

<https://www.rehab-scales.org/scale/abilhand-kids>

2.4.2.2.3.3. Weitere PROMS

Revised Pediatric Motor Activity Log (PMAL-revised)

PMAL (121) und PMAL-Revised sind elternbasierte Fragebögen zur Erfassung der Nutzung der betroffenen oberen Extremität bei Kindern mit USCP 7 Monate-8 Jahre und wurden analog zu Motor Activity Log für Patient*innen mit Stroke entwickelt. Die systematische Literaturrecherche ergab eine Studie (121) und ein systematischer Review, welche die psychometrischen Eigenschaften von PMAL bei USCP beschreiben.

Wallen et al. (2009) (121) untersuchen die Validität, Reliabilität und Skaleneigenschaften des PMAL, insbesondere die beiden Skalen „How Often“ (Häufigkeit der Nutzung) und „How Well“ (Qualität der Nutzung). Mittels Rasch-Analyse wurde die Messstruktur des PMAL überprüft. Die ursprünglichen Skalen wiesen Probleme in der Kategorisierung auf, sodass eine Anpassung der Bewertungsskala erforderlich war. Nach einer Neustrukturierung erfüllten beide Skalen die Anforderungen des Rasch-Modells und zeigten eine hohe Test-Retest-Reliabilität (Intraclass-Korrelationskoeffizient: 0,94 für „How Often“, 0,93 für „How Well“). Die Studie kommt zu dem Schluss, dass das überarbeitete PMAL ein valides und zuverlässiges Instrument zur Bewertung der alltagsrelevanten Handfunktion bei Kindern mit CP ist. Einschränkungen bestehen jedoch für Kinder mit sehr stark oder sehr schwach ausgeprägter Handfunktion, da die Skala für diese Extremgruppen nicht optimal differenziert.

Die Test-Retest Reliabilität ist mit ICC 0.93-0.94 gut (52).

Wallen und Ziviani weisen in einer Publikation 2013 (122) darauf hin, dass es mehrere Revisionen von PMAL mit dem gleichen Akronym gibt (Revised PMAL und PMAL Revised, Uswatte et al. (2012) (123) und Wallen et al. (2009) (121), welche in ihrer Struktur, Zahl der Items und Skala jeweils unterschiedlich sind und daher bei der Verwendung dieses Instrumentes Vorsicht geboten ist. Psychometrische Eigenschaften der verschiedenen Revisionen können nicht gepoolt werden. Die Durchführung dauert 5-15 Minuten, das Handbuch ist kostenpflichtig, ein Training ist nicht erforderlich. Insgesamt ist der Evidenzgrad bei USCP sehr gering.

Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)

Siehe Kapitel Selbständigkeit für die psychometrischen Eigenschaften von PEDI.

Duruöz Hand Index (DHI)

Die systematische Literaturrecherche ergab eine Studie, welche die Validität und Reliabilität von DHI (ursprünglich ein Fragebogen für Patient*innen mit rheumatoider Arthritis entwickelt) bei Kindern mit USCP beschreibt (124). Teilnehmer waren 23 Kinder mit USCP im Alter von 7-16 Jahre. Für die Test-Retest-Reliabilität wird ein ICC von 0,94 angegeben. Die Korrelation zwischen DHI und MACS war signifikant hoch ($r = 0,840$, $p = < 0,010$). Die Autor*innen schlussfolgern, dass DHI ist ein valider und zuverlässiger Fragebogen für Patient*innen mit USCP ist. Der Evidenzgrad ist sehr gering einzuschätzen.

2.4.2.3 Assessments Mobilität

Einleitung

Daten aus populationsbasierten Registern in Europa zeigen, dass 94% der Patient*innen mit USCP ohne Hilfsmittel laufen können (GMFCS I-II), weitere 4 % laufen mit Hilfsmitteln (GMFCS III) (siehe Kapitel Prävalenz, (14)). Mobilität ist eine zentrale Domäne der ICF und spielt eine entscheidende Rolle für die Selbstständigkeit und Teilhabe von Patient*innen mit USCP. Daher ist die Erfassung der Mobilität von Bedeutung, insbesondere vor und nach Interventionen. Die Beurteilung der Mobilität umfasst unterschiedliche Testinstrumente, die entweder auf beobachtungs-basierten Verfahren oder auf Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) beruhen. Beide Ansätze liefern wichtige Informationen über die motorische Funktion und die Auswirkungen der Beeinträchtigung auf die Lebensqualität, jedoch mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Beobachtungsbasierte Assessments (observation-based) werden von geschulten Fachkräften durchgeführt und basieren auf der objektiven Analyse motorischer Fähigkeiten qualitativ und quantitativ (Länge der Gehstrecke, Schnelligkeit). **Patient-Reported Outcome Measures (PROMs)** erfassen hingegen die subjektive Wahrnehmung der Betroffenen bzw. ihrer Eltern zu den Auswirkungen der Einschränkungen im Alltag. Diese Selbstauskunftsinstrumente ermöglichen Einblicke in die Lebensqualität, die Teilhabe und die Zufriedenheit der Betroffenen. Eine Kombination beider Methoden ist möglich (22).

Testinstrumente für die Beurteilung der Struktur und Funktion (Gelenkbeweglichkeit, Spastizität, Kraft, Sensibilität, selektive motorische Kontrolle) bzw. instrumentierte Messungen wie die Ganganalyse werden in den entsprechenden Kapiteln dieser Leitlinie separat dargestellt.

2.4.2.3.1 Testinstrumente zur Erfassung der Mobilität

2.4.2.3.1.1. *Gross motor function measure (GMFM)*

Hintergrund:

Die GMFM ist ein klinisches Instrument zur quantitativen Erfassung motorischer Fähigkeiten und deren Entwicklung im Kontext von Therapien und Interventionen. Er misst Veränderungen über die Zeit und dient der Evaluation von Therapieeffekten. Die ursprüngliche Version, GMFM-88, umfasst 88 Aufgaben und wurde nach der Einführung durch Russel et al. (1989) (125) international etabliert. Später entstand die gekürzte Version GMFM-66 (126), welche 22 Aufgaben ausschloss. Beide Versionen bewerten motorische Fähigkeiten entlang 5 Dimensionen (A: Liegen/Drehen, B: Sitzen, C: Krabbeln/Knieen, D: Stehen, E: Gehen/Rennen/Springen). Die Beurteilung erfolgt auf einer 4-Punkte-Skala, wobei die GMFM-88 eine ordinalskalierte und die GMFM-66 eine intervallskalierte Bewertung ermöglicht.

Während die GMFM-88 insbesondere für schwer betroffene Kinder (GMFCS IV–V) und für Vergleiche mit/ohne Orthesen oder Hilfsmittel geeignet ist, bietet die GMFM-66 durch computergestützte Auswertung mit dem Gross Motor Ability Estimator (GMAE) eine verbesserte Interpretation von Scores und wird bevorzugt in wissenschaftlichen Studien genutzt.

Die Durchführung der GMFM-88 dauert ca. 45–60 Minuten. Die Aufgabenreihenfolge ist flexibel, maximal 3 Versuche pro Aufgabe sind gestattet. Die GMFM-66 ist entsprechend kürzer, die Aufgaben sind hierarchisch nach Schwierigkeit geordnet. Motivation ist erlaubt, jedoch keine Hilfestellung.

Die Anwendung der GMFM erfordert eine zertifizierte Schulung. Zusätzlich entstehen Kosten für Schulungsmaterialien, das Manual und die Softwarelizenz für die GMFM-66.

2.4.2.8	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Zur standardisierten Erfassung der Mobilität bei Kindern und Jugendlichen mit USCP kann die Gross Motor Function Measure (GMFM66/88) zur Evaluation des Effekts von Therapien und Interventionen eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Ferre-Fernandez et al. (2020), Alotaibi et al. (2014), Debuse et al. (2011), Harvey et al. (2008)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab für die Mobilität und Selbständigkeit bei USCP 186 Ergebnisse, die Erweiterung der Suche auf CP 1627 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden 18 Publikationen, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Daraus fassten insgesamt 4 systematische Reviews (1 Review guter Qualität und 3 weitere geringer Qualität) die psychometrischen Eigenschaften von GMFM-66 und GMFM-88 zusammen. Es handelt sich um indirekte Evidenz bei > 800 Patient*innen mit CP; in vielen Publikationen wird der Anteil der Patient*innen mit USCP angegeben, insgesamt ca. 300 Patient*innen im Alter von 5 Monaten bis 16 Jahren.

Harvey et al. (2008) (37) untersuchten die psychometrischen Eigenschaften und die klinische Anwendbarkeit von Testinstrumenten zur Aktivitätsbewertung bei Kindern mit CP.

Für die Interrater-Reliabilität von GMFM zeigten sich Intraklassenkorrelationskoeffizienten (ICC) zwischen 0,92 und 0,99, je nach Studie für GMFM-88, ICC zwischen 0,87 und 0,99 für GMFM-66. Für Test-Retest-Reliabilität ICC von 0,76 bis 1,0 für GMFM-88 und ICC von 0,87 bis 0,99 GMFM-66. Beide Versionen der GMFM weisen eine hohe interne Konsistenz auf (Cronbachs Alpha = 0,99). Für die Inhaltsvalidität wurden die hierarchische Anordnung der Aufgaben im GMFM als sinnvoll bestätigt. Es zeigte sich eine hohe Korrelation zwischen GMFM-Scores und anderen etablierten Messmethoden (z. B. GMFCS). Beide Versionen der

GMFM sind empfindlich für klinische Veränderungen, insbesondere in den Dimensionen D (Stehen) und E (Gehen, Rennen, Springen). Die GMFM-66 weist eine höhere Sensitivität für Veränderungen als die GMFM-88 auf, da sie eine intervallskalierte Bewertung verwendet. Effektgrößen für die GMFM-66 waren signifikant größer als für die GMFM-88.

Die systematische Übersichtsarbeit bestätigt, dass sowohl die GMFM-88 als auch die GMFM-66 gute psychometrische Eigenschaften aufweisen.

Die Reviews von Debusse et al. (2011)(127) und Alotaibi et al. (2014) (128) bestätigten GMFM-88 und GMFM-66 als zuverlässige Instrumente zur Messung von Veränderungen in der grobmotorischen Funktion bei Kindern mit CP. Es wird ein „**Ceiling-Effekt**“ beschrieben (d.h. die höchsten möglichen Werte oder Scores werden von vielen Teilnehmern erreicht werden), wodurch die **Sensitivität des Tests für Verbesserungen** eingeschränkt ist.

Ferre-Fernandez et al. (2020) (129) überprüften in ihrem Review das Evidenzniveau der psychometrischen Eigenschaften von Outcome-Messinstrumenten für motorische und funktionelle Fähigkeiten bei Kindern CP GMFCS-Stufen I–V. Die GMFM (alle Versionen) war das am häufigsten untersuchte Messinstrument und zeigte die besten Ergebnisse. Besonders Validität und Änderungssensitivität wurden durch starke Evidenz gestützt.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Es zeigte sich Evidenz moderater Qualität für die guten psychometrischen Eigenschaften von beiden Varianten der GMFM bei einer großen Zahl von Patient*innen mit CP für Validität, Reliabilität und Änderungssensitivität. Die Autor*innen dieser Leitlinie stufen aus folgenden Gründen den Evidenzgrad ab und formulierten eine offene Empfehlung: indirekte Evidenz, hoher zeitlicher und personeller Aufwand, dadurch eingeschränkte Praktikabilität. Durch den „ceiling Effekt“ ist die **Sensitivität des Tests für Verbesserungen** auf hohem Funktionsniveau eingeschränkt. Dies hat gerade für die Patient*innen mit USCP, die durch relativ gute grobmotorische Funktionalität gekennzeichnet sind, eine Relevanz.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend ist die GMFM ein standardisierter Test zur Erfassung der Mobilität von Patient*innen mit CP mit guten psychometrischen Eigenschaften und limitierter Praktikabilität.

Internet-Link(GMFM):<https://www.canchild.ca/en/resources/44-gross-motor-function-measure-gmfm>

2.4.2.3.1.2. Weitere Testinstrumente für einzelne Bereiche der Mobilität (Gehstrecke, Schnelligkeit, Treppen, Gleichgewicht)

Hintergrund

Tabelle 5: Zusammenfassung der Testinstrumente für einzelne Bereiche der Mobilität

Testinstrument	Publikationen	Alter	Was wird gemessen	Durchführung	Material
Time up and down stairs (TUDS)	<i>Zaino et al. (2004) (130)</i>	Ab 8 Jahren (Normwerte für 6-14 Jahren)	Mobilität, Schnelligkeit, Gleichgewicht	14 Treppen hoch und hinuntersteigen	Treppe, Stoppuhr
Timed up and go test (TUG)	<i>Dhote et al. (2012) (131)</i> <i>Williams et al. (2005) (132)</i> <i>Chrysagis et al. (2014) (133)</i> <i>Hassani et al. (2014) (133, 134)</i>	Ab 3 Jahren	Mobilität, Schnelligkeit, Gleichgewicht, Haltungskontrolle	Stuhl mit Lehne, Aufstehen, 3 m gehen, umdrehen, wieder setzen	Stuhl mit Lehne, Stoppuhr
1 minute walk test	<i>McDowell et al. (2005) (135)</i> <i>Chrysagis et al. (2014) (133)</i> <i>Hassani et al. (2014) (134)</i>	Ab 3 Jahren	Mobilität, Schnelligkeit	Messung der Strecke in 1 Minute	Gehstrecke mind. 20 Meter, Stoppuhr, Messband
Functional walk test (FWT)	<i>Quinn et al. (2011) (136)</i>	Ab 4 Jahren	Mobilität, Gleichgewicht (Kniestand, Aufstehen, Stehen, Gehen, Treppen)	Gehen mit einer selbstgewählten/maximal möglichen Geschwindigkeit, Richtungswechsel, Treppensteigen oder Hindernisse	Markierte Gehstrecke, Stoppuhr, Hindernisse, Markierung Richtungswechsel
10 meter fast walk test	<i>Thompson et al. (2008) (137)</i> <i>Chrysagis et al. (2014) (133)</i>	Ab 4 Jahren	Mobilität, Gleichgewicht	Gehen so schnell wie möglich, jedoch ohne zu rennen, über 10-Meter-Distanz.	Markierte Gehstrecke 10 Metern, Stoppuhr, Messband
S11-Selected 10 meter walk test	<i>Chrysagis et al. (2014) (133)</i>	12-18 Jahre	Selbstgewählte Gehgeschwindigkeit (m/s)	Gehen mit üblicher, selbstgewählter Geschwindigkeit über 10-Meter-Distanz.	Markierte Gehstrecke 10 Metern, Stoppuhr, Messband
6minute walk	<i>Thompson et</i>	Ab 4	Mobilität,	Gehen markierter	Markierte

test (6MWT)	<i>al. (2008) (137)</i> <i>Nsega Leukeu et al. (2012) (138)</i>	Jahren	Schnelligkeit, Ausdauer	Strecke mit selbstgewählten, aber zügigen Geschwindigkeit für 6 Minuten. Distanz in Metern wird gemessen.	Gehstrecke von 30 Metern, Stoppuhr zur Zeitmessung, Messband, evtl. Stuhl für Pausen
Functional Mobility Scale (FMS)	<i>Harvey (2007) (139) und (2010) (140)</i> <i>Graham (2004) (141)</i>	Ab 2 Jahren	Mobilitätsskala unter Berücksichtigung der Hilfsmittel,	Gehfähigkeit über 3 Distanzen (5, 50 und 500 m)	Notwendige Gehhilfe

Time up and down stairs (TUDS)

Der TUDS bewertet die Fähigkeit einer Person, eine Treppe hinauf- und hinunterzusteigen

Testdurchführung: der/ die Patient*in steht am unteren Ende der Treppe. Auf das Startsignal hin steigt die Person so schnell wie möglich die Treppe hinauf, dreht sich an der obersten Stufe um und steigt wieder hinunter. Die Zeit wird vom ersten Schritt bis zur Rückkehr in die Ausgangsposition gestoppt. Falls eine Gehhilfe benötigt wird, wird dies notiert.

Die Bewertung basiert auf der benötigten Zeit.

Timed up and go test (TUG)

Der TUG ist ein weit verbreiteter, standardisierter Test zur Beurteilung der Mobilität, des Gleichgewichts und des Sturzrisikos. Er wird häufig bei älteren Erwachsenen eingesetzt. Ziel des Tests ist es, die Zeit zu erfassen, die eine Person benötigt, um aus einer sitzenden Position aufzustehen, eine kurze Strecke zu gehen, sich umzudrehen und sich wieder hinzusetzen.

Testdurchführung: Der Patient sitzt auf einem Stuhl mit Armlehnen, steht auf das Startsignal hin auf, geht 3 Meter nach vorne, wendet, kehrt zurück und setzt sich wieder hin. Die Zeit wird von der ersten Bewegung bis zum erneuten Sitzen gestoppt. Ein Wert von ≤ 10 Sekunden gilt als normale Mobilität, während ein Wert $> 13,5$ Sekunden mit einem erhöhten Sturzrisiko korreliert.

1 minute walk test (1MWT)

Der 1MWT ist ein einfacher und zeiteffizienter Test zur Beurteilung der Gehgeschwindigkeit und Ausdauer. Ziel des Tests ist es, die in einer Minute zurückgelegte Gehstrecke zu erfassen

Testdurchführung: Der/ die Patient*in beginnt auf einer markierten Startlinie und geht auf das Startsignal hin so schnell wie möglich, für eine Minute, sicher und ohne zu rennen. Die zurückgelegte Distanz wird nach Ablauf der Zeit gemessen.

Functional walk test (FWT)

Der FWT misst die Gehgeschwindigkeit, Mobilität und Ausdauer in Kombination mit funktionellen Aufgaben wie Richtungswechseln oder dem Überwinden von Hindernissen.

Testdurchführung: Der/ die Patient*in beginnt an einer markierten Startlinie, geht auf das Startsignal hin mit einer selbstgewählten oder maximal möglichen Geschwindigkeit, oft unter Einbeziehung bestimmter Aufgaben (z. B. Richtungswechsel, Treppensteigen oder Hindernisse). Die Zeit wird gemessen, oder die zurückgelegte Distanz innerhalb einer definierten Zeit erfasst.

10 meter fast walk test (10m FWT)

Der 10m FWT ist ein standardisierter Test zur Messung der maximalen Gehgeschwindigkeit über eine kurze Distanz.

Testdurchführung: Der/ die Patient*in beginnt an einer markierten Startlinie, geht auf das Startsignal hin so schnell wie möglich über die 10-Meter-Distanz, jedoch ohne zu rennen. Die Zeit wird gestoppt, sobald der/ die Patient*in die Ziellinie überschreitet.

Eine Gehgeschwindigkeit von $\geq 1,2$ m/s wird mit einer normalen funktionellen Mobilität assoziiert, während $< 0,8$ m/s auf eine erhöhte Sturzgefahr und eingeschränkte Gehfähigkeit hinweisen kann.

S11-Selected 10 meter walk test (SS-10mWT)

Der SS-10mWT ist ein standardisierter Test zur Messung der selbstgewählten Gehgeschwindigkeit über eine Distanz von 10 Metern.

Testdurchführung: Der/ die Patient*in beginnt an einer markierten Startlinie und geht mit seiner üblichen, selbstgewählten Geschwindigkeit über die 10-Meter-Distanz. Eine Gehgeschwindigkeit von $\geq 1,0$ m/s wird mit einer guten funktionellen Mobilität assoziiert, während $< 0,8$ m/s auf eine erhöhte Sturzgefahr oder Mobilitätseinschränkungen hindeuten kann.

6minute walk test (6MWT)

Der 6MWT ist ein standardisierter, submaximaler Belastungstest zur Beurteilung der aeroben Kapazität und funktionellen Ausdauer. Er misst die Distanz, die eine Person in 6 Minuten auf ebenem Untergrund zurücklegen kann.

Testdurchführung: Der/ die Patient*in geht auf einer geraden, markierten Strecke mit einer selbstgewählten, aber zügigen Geschwindigkeit für 6 Minuten, darf bei Bedarf stehen bleiben oder sich kurz ausruhen, soll aber versuchen, so weit wie möglich zu gehen. Nach 6 Minuten wird die zurückgelegte Distanz (in Metern) gemessen.

Functional Mobility Scale (FMS)

Die FMS wurde entwickelt, um die Gehfähigkeit in verschiedenen Alltagsumgebungen zu klassifizieren (siehe auch Klassifikationssysteme).

Die FMS bewertet die Gehfähigkeit über 3 unterschiedliche Distanzen: 5 Meter (zu Hause), 50 Meter (in der Schule oder Klinik) und 500 Meter (draußen, in der Gemeinschaft), und die Notwendigkeit von Gehhilfen. Die Mobilität des Kindes wird anhand einer 6-stufigen Skala (0–5) für die 3 Distanzen eingeschätzt.

2.4.2.9	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Die Gehstrecke und -geschwindigkeit bei Kindern und Jugendlichen mit USCP GMFCS I-III können mit standardisierten Instrumenten erfasst werden, insbesondere vor und nach Interventionen. Eine Empfehlung für oder gegen einen bestimmten standardisierten Test kann auf Grundlage der identifizierten Literatur nicht gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Validität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Reliabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Praktikabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Zanudin et al. (2017), Himuro et al. (2017)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 systematische Reviews, welche die psychometrischen Eigenschaften von Testinstrumenten für einzelne Aspekte der Mobilität untersuchten. Es handelt sich um indirekte Evidenz.

Der systematische Review von Zanudin et al. (2017) (36) untersuchte die psychometrischen Eigenschaften von Testinstrumenten zur Messung der Gangqualität und Gehleistung. Es zeigte sich eine moderate bis starke Evidenz für die Validität dieser Testinstrumente und für die Interrater Reliabilität von den hier tabellarisch dargestellten Testinstrumenten. Die Änderungssensitivität aller untersuchten Testinstrumente wurde als "unbekannt" eingestuft, da hierzu keine ausreichenden Daten vorlagen. Ein wesentliches methodisches Problem waren die kleinen Patientenkohorten.

Der systematische Review von Himuro et al. (2016) (142) bewertete die klinische Anwendbarkeit und psychometrischen Eigenschaften von einfachen, schnellen und leicht anwendbaren Messinstrumenten zur Beurteilung der Gehfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen mit CP.

5 relevante Messinstrumente wurden identifiziert: 1-Minute Walk Test, Timed Up and Go Test, Functional Mobility Scale, ABILOCO-Kids, Gillette Functional Assessment Questionnaire (die letzten 2 werden bei PROMs diskutiert).

Alle Tests können in weniger als 5 Minuten durchgeführt werden, erfordern keine spezielle Schulung des Prüfers und benötigen nur minimales Equipment. Die Reliabilität und Validität dieser Tests wurde mit "begrenzter" bis "starker" Evidenz bewertet, während die Messfehler und Änderungssensitivität nur unzureichend untersucht wurden.

Diese Messinstrumente eignen sich für die klinische Beurteilung der Gehfähigkeit von Kindern und Jugendlichen mit CP, da sie schnell, einfach und ohne großen Aufwand anwendbar sind. Allerdings ist die Evidenzlage zu Messfehlern und Responsivität begrenzt, was die Aussagekraft bezüglich Veränderungen im Zeitverlauf einschränken könnte.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Es werden 8 Testinstrumente für die Evaluation der einzelnen Bereiche der Mobilität mit ihren psychometrischen Eigenschaften dargestellt. Diese erfassen unterschiedliche Bereiche der Mobilität wie Gehstrecke, Schnelligkeit, Treppensteigen, Gleichgewicht, Ausdauer unter standardisierten Bedingungen und sind ab unterschiedlichem Alter anwendbar. Die Evidenzlage bezüglich psychometrischer Eigenschaften der einzelnen Testinstrumente bei USCP ist sehr gering (insbesondere bezüglich der Änderungssensitivität). Es handelt sich um schnell durchführbare Tests mit einer Dauer meist unter < 5 Minuten. Die Praktikabilität wird durch personellen Aufwand limitiert. Die Autor*innen dieser Leitlinie können daher auf Grundlage der identifizierten Literatur keine Empfehlung für oder gegen einen bestimmten standardisierten Test abgeben.

Schlussfolgerung

Die Gehstrecke und Geschwindigkeit bei Kindern und Jugendlichen mit USCP, die meist gehfähig sind, können mit standardisierten Instrumenten erfasst werden, insbesondere vor und nach Interventionen.

2.4.2.3.2. Patient Reported Outcome Measures (PROMS, Patientenfragebögen)

2.4.2.3.2.1 Gait Outcomes Assessment List (GOAL)

Hintergrund

Die GOAL wurde entwickelt, um alltagsrelevante und patientenzentrierte Veränderungen in der Mobilität zu erfassen und bietet eine umfassende Perspektive auf die Auswirkungen von Interventionen. Das Hauptziel der GOAL besteht darin, Veränderungen der Mobilität aus der Perspektive von Patient*innen und ihren Familien zu erfassen.

Die GOAL umfasst 48 Items, die in 8 Domänen unterteilt sind:

1. Aktivität des täglichen Lebens und Selbständigkeit
2. Gehen und Mobilität
3. Schmerz, Beschwerden und Müdigkeit
4. Körperliche Aktivitäten, Sport und Freizeit
5. Gangbild und Aussehen

7. Gebrauch von Schienen und Hilfsmitteln

8. Körperbild und Selbstwertgefühl

Die GOAL erfasst nicht nur motorische Fähigkeiten, sondern auch Aspekte wie Selbstbild, Schmerzen und Nutzung von Hilfsmitteln, die in anderen Bewertungsmethoden fehlen.

Die Antworten werden auf einer ordinalen Skala bewertet. Die Durchführung der GOAL erfolgt durch Fragebögen und Beobachtungsaufgabe und dauert in der Regel 20–30 Minuten. Die GOAL ist als Fragebogen auf deutscher Sprache kostenlos verfügbar.

2.4.2.10	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Der Fragebogen GOAL (Gait Outcome Assessment List) ist ein geeignetes Instrument, Gang und Mobilität der Kinder und Jugendlichen als PROM-Tool zu erfassen. GOAL deckt darüber hinaus mit Fragen nach Schmerzen, Selbstständigkeit, Selbstwertgefühl und Freizeitaktivitäten alle ICF-Domänen ab und sollte bei gehfähigen Kindern und Jugendlichen mit USCP zur Erst- und Verlaufsbeurteilung eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Validität Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Relevante Literatur: Thomason et al. (2018), Boyer et al. (2022), Bonfert et al. (2022)	
	Starker Konsens: 95%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 3 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von GOAL untersuchen.

Thomason et al. (2018) (143) (indirekt) hatten als Ziel, die Validierung der GOAL bei 105 gehfähigen Kindern mit CP (GMFCS Level I–III, Alter: 6–20 Jahre). Die Ergebnisse der GOAL wurden mit Standard-Bewertungsmethoden wie dem Gait Profile Score (GPS) verglichen. GOAL konnte zwischen den GMFCS-Stufen unterscheiden (GMFCS I: $72,5 \pm 12,7$; GMFCS II: $61,4 \pm 13,0$; GMFCS III: $38,8 \pm 10,6$; $p < 0,001$). Moderate Korrelationen zeigten sich zwischen GOAL und anderen funktionellen Skalen (z. B. FAQ-Walking: $r = 0,77$; GPS: $r = -0,59$). Die Autor*innen schlussfolgerten, dass GOAL ein valides Messinstrument bei Kindern mit CP ist. Sie bietet eine patientenzentrierte Perspektive, indem sie elterliche und kindliche Prioritäten einbezieht, und ergänzt bestehende objektive Methoden wie die instrumentelle

Ganganalyse.

Boyer et al. (2021) (144) (indirekt, 17% USCP) hatten als Ziel, die Validität des GOAL-Fragebogens zu erweitern, die Wichtigkeit einzelner Elemente aus Sicht der Betreuungspersonen zu priorisieren und freie Zielsetzungen (freie Texteingaben) zu kategorisieren. Diese Validierungsstudie umfasste 310 Betreuungspersonen von 310 Personen mit CP im Alter von 3 bis 25 Jahren, 17% davon waren Patient*innen mit USCP. Alle Teilnehmer*innen wurden mittels GOAL-Fragebogen (Version 5.0) sowie durch eine Ganganalyse evaluiert. Die Validität des Instruments wurde durch den Vergleich mit anderen etablierten Messmethoden (Fragebögen, Kinematik, Sauerstoffverbrauch) geprüft. Die Validität der GOAL war zufriedenstellend, mit stärkerer Konkurrenzvalidität als Konstruktvalidität. Fatigue (Ermüdung) war die höchste Priorität für Betreuungspersonen, gefolgt von Aspekten des Gangbildes und der Gangästhetik.

Die wichtigsten und schwierigsten Ziele unterschieden sich nach GMFCS-Level:

- GMFCS I–II: Höhere Priorisierung von anspruchsvolleren motorischen Fähigkeiten (z. B. Sport).
- GMFCS III–IV: Wichtige Ziele waren Alltagsaktivitäten (ADL), Mobilität und Selbständigkeit.

Häufig genannte freie Textziele waren selbstständige Toilettennutzung, verbesserte Feinmotorik und Ballspiele.

Die Autor*innen schlussfolgerten, dass GOAL ein valides Evaluationsinstrument bei CP ist. Die Priorisierung spezifischer Gang- und Mobilitätsziele kann eine gezieltere Therapieplanung ermöglichen. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von Fatigue-Management und Gangbild-Optimierung in der therapeutischen Versorgung von Personen mit CP.

Bonfert et al. (2022) (145) (indirekt) untersuchten die Test-Retest-Reliabilität und Konstruktvalidität der deutschen GOAL-Version bei gehfähigen Kindern mit CP. Diese multizentrische Querschnittsstudie umfasste 91 Kinder und Jugendliche mit CP (GMFCS Level I: n=32; Level II: n=27; Level III: n=32, davon N=36, 40% mit USCP). Die GOAL wurde von den primären Betreuungspersonen ausgefüllt, während 15 Kinder (GMFCS Level I) den Fragebogen selbstständig bearbeiteten. Zur Test-Retest-Reliabilität wurde der Fragebogen nach 2 Wochen erneut von 36 Betreuungspersonen ausgefüllt. Die Konstruktvalidität wurde durch die Korrelation der GOAL-Werte mit den GMFCS-Leveln überprüft. Die Gesamt-GOAL-Scores nahmen mit steigenden GMFCS-Leveln signifikant ab. Die Test-Retest-Reliabilität war exzellent, mit einer Intraclass-Korrelationskoeffizient (ICC) von 0,94 für den Gesamtscore. Die interne Konsistenz (Cronbach's α) war hoch und lag zwischen 0,72 (für Nutzung von Orthesen) und 0,98 (für Gehen und Mobilität). In 3 von 7 Domänen bewerteten Betreuungspersonen die Kinder signifikant schlechter als die Kinder sich selbst. Die Abweichung zwischen Patienten- und Betreuer einschätzungen unterstreicht die Bedeutung der Einbeziehung der Perspektiven von Kindern und Familien in Therapieentscheidungen.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die schwache Empfehlung stützt sich auf die Evidenz moderater Qualität bezüglich psychometrischer Eigenschaften. Der Nutzen überwiegt deutlich einem eventuellen Schaden. Als Schaden wurde von Erfahrungsexpert*innen die Konfrontation mit den eigenen Defiziten gesehen. Diese kann auch zu Enttäuschung/ Traurigkeit bei Kindern führen. Die Praktikabilität im Alltag ist gegeben. Es besteht eine hohe Präferenz der Erfahrungsexpert*innen.

Schlussfolgerung

Der Fragebogen GOAL ist ein geeignetes Instrument, Gang und Mobilität der Kinder und Jugendlichen als PROM-Tool zu erfassen. Er ermöglicht eine patientenorientierte Bewertung. Die GOAL erfasst nicht nur motorische Fähigkeiten, sondern auch Aspekte wie Selbstbild, Schmerzen und Nutzung von Hilfsmitteln, die in anderen Bewertungsmethoden fehlen.

Internet-Link:

https://lab.research.sickkids.ca/pscoreprogram/wp-content/uploads/sites/72/2024/09/GOAL-German-Parent_watermarked-1.pdf

https://lab.research.sickkids.ca/pscoreprogram/wp-content/uploads/sites/72/2024/09/GOAL-German-child_watermarked-1.pdf

2.4.2.3.2 Weitere Proms:

ABILOCO-Kids

Die AbilocoKids-Skala wurde für die individuelle Bewertung der Mobilität von Kindern mit CP im Alter von 6-15 Jahren entwickelt und umfasst 27 Items, die die Mobilität in verschiedenen Kontexten bewerten. Die Skala ordnet Aktivitäten von einfachen Mobilitätsaufgaben (z. B. Gehen auf ebenem Boden) bis hin zu komplexen Bewegungsmustern (z. B. Gehen auf unebenem Terrain, Treppensteigen ohne Unterstützung). Jede Aufgabe wird mit ja/nein bewertet. Die Dauer der Durchführung beträgt 5 bis 10 Minuten.

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 systematische Reviews (36, 142) (indirekt, CP), welche die psychometrischen Eigenschaften von Abiloco-Kids bei 172 Patient*innen mit CP zusammenfassten. Es wird eine gute Test-Retest-Reliabilität mit ICC von 0,96 beschrieben. Die Validität wurde durch die Korrelation mit 1MWT $r=0,70$ ($p<0,01$), mit 6MWT ($r=0,70$, $p<0,05$) und GMFCS-Levels $r=-0,88$ ($p<0,001$) gezeigt. Beide Studien finden keine Evidenz für die Änderungssensitivität. Eine deutschsprachige Version des Fragebogens steht nicht zur Verfügung. Die Autor*innen dieser Leitlinie formulierten aufgrund der indirekten Evidenz und limitierter Praktikabilität für diesen Fragebogen keine Empfehlung für Patient*innen mit USCP.

Gillette Functional Assessment Questionnaire (FAQ)

Der FAQ wurde speziell entwickelt, um die tatsächliche Mobilität im Alltag über verschiedene Distanzen und in unterschiedlichen Umgebungen zu erfassen und nicht nur die maximal mögliche Leistung in einer klinischen Umgebung.

Der FAQ besteht aus 2 Hauptkomponenten:

1. FAQ Walking Scale (FAQ-Walk): eine 10-stufige Skala zur Bewertung des Gehens im Alltag, wobei die Skala von 0 (keine Gehfähigkeit) bis 9 (uneingeschränkte Gehfähigkeit in allen Umgebungen) reicht.

2. FAQ-Kurzfragebogen: Ein Fragebogen, der von den Eltern oder Betreuungspersonen ausgefüllt wird und spezifische Fragen zur täglichen Mobilität des Kindes beinhaltet. Die Dauer der Durchführung beträgt in der Regel 5 bis 10 Minuten. Eine deutsche Übersetzung des FAQ-Walk steht kostenlos zur Verfügung, jedoch nicht des Kurzfragebogens.

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 systematische Reviews (36, 142) (indirekt), welche die psychometrischen Eigenschaften von FAQ bei 166 Patient*innen mit CP im Alter von 4-32 Jahren zusammenfassen. Es wird eine sehr gute Intrarater-Reliabilität (ICC 0,92), Interrater-Reliabilität zwischen Therapeut*innen (ICC 0,81-0,92) und zwischen Eltern und Therapeut*innen 0,94 (0,98-0,96) beschrieben. Die Validität wurde durch Korrelationen mit WeeFim und Parameter der instrumentierten Ganganalyse nachgewiesen. Es wurde keine Evidenz für die Änderungssensitivität gefunden. Die Autor*innen dieser Leitlinie formulierten für diesen Fragebogen keine Empfehlung für Patient*innen mit USCP.

Internet-Link: <https://www.kispi.uzh.ch/d3/2475/gillette-functional-assessment-questionnaire-walking-scale-fragebogen-zur-funktionellen-gang-beurteilung?id=2475>

MobQues 28/47

Die MobQues 28/47 dient dazu, die von Eltern oder Betreuungspersonen wahrgenommenen Schwierigkeiten der Kinder bei der Ausführung alltäglicher Mobilitätsaktivitäten zu erfassen.

Es existieren 2 Versionen des Fragebogens:

- MobQues47: umfasst 47 Items und wird hauptsächlich in der klinischen Praxis eingesetzt.
- MobQues28: beinhaltet 28 Items und wird vorwiegend für Forschungszwecke verwendet.

Jedes Item bewertet eine spezifische Mobilitätsaktivität, wie z.B. "Aufstehen von einem Stuhl" oder "Treppensteigen". Die Antwortskala reicht von 0 (unmöglich ohne Hilfe) bis 4 (überhaupt nicht schwierig). Die Gesamtscores werden auf einer Skala von 0 bis 100 ausgedrückt, wobei höhere Scores eine geringere Mobilitätseinschränkung anzeigen. Das Ausfüllen des Fragebogens dauert in der Regel zwischen 10 und 20 Minuten. Eine deutsche Version wurde in dieser Recherche nicht gefunden.

Die systematische Literaturrecherche ergab 4 Studien (2 Studien von Van Ravesteyn et al. (2010) (146, 147), Dallmeijer et al. (2011) (148) und Roorda et al. (2017) (149)) (indirekt), welche die psychometrischen Eigenschaften von MobQues bei > 600 Patient*innen mit CP im Alter von 4-13 Jahren untersuchten, ohne Angabe der Anzahl der Patient*innen mit USCP. Es wird eine sehr gute Intrarater-Reliabilität von MobQues 47 (ICC 0,92) und MobQues 28 (ICC 0,87), Interrater-Reliabilität (ICCs 0,96–0,99) beschrieben. Die Validität wurde durch Korrelation mit GMFCS-Levels und Korrelationen mit der GMFM-66 ($r = 0,75$ für MobQues47 und $r = 0,67$ für MobQues28) gezeigt. Die interne Konsistenz wurde durch einem Cronbach's Alpha von 0,99 demonstriert, was auf eine hohe Homogenität der Items hinweist.

Trotz der guten Evidenzlage für gute Reliabilität und Validität des MobQues 28/47 formulierten die Autor*innen dieser Leitlinie aufgrund der ausschließlich indirekten Evidenz und limitierter Praktikabilität für diesen Fragebogen keine Empfehlung für Patient*innen mit USCP.

Internet-Link: https://www.vumc.nl/standaard-tonen-op-pagina/mobques47_version1.5_english.htm?disposition=inline

2.4.2.4 Assessments zur Beurteilung der Selbstständigkeit

Hintergrund

Die einseitige motorische Störung kann bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP die Selbstständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens (Activity of daily living, ADL) wie Anziehen, Essen, Körperpflege oder Schreiben deutlich beeinflussen (27, 150). Die Förderung der Selbstständigkeit ermöglicht nicht nur die aktive Teilhabe im Alltag – etwa in Familie, Schule oder Freizeit, sondern beeinflusst auch das Selbstwertgefühl und die Lebensqualität.

Zur Beurteilung der Selbstständigkeit im Alltag stehen verschiedene standardisierte Messinstrumente zur Verfügung.

2.4.2.4.1 Pediatric evaluation of Disability Inventory (PEDI), PEDI-CAT (Computer Adaptive Test), PEDI D

Das PEDI, die weiterentwickelte Version PEDI-CAT und seine deutsche Version (151, 152) sind standardisierte Instrumente zur Erfassung von Selbstständigkeit, Mobilität und sozialen Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen im Alter von etwa 6 Monaten bis 20 Jahren. Ziel der Instrumente ist es, die Alltagskompetenzen in verschiedenen Lebensbereichen systematisch zu erfassen und Veränderungen im Zeitverlauf oder im Rahmen von Therapien abzubilden.

Beim klassischen PEDI-D werden funktionelle Fertigkeiten und die Leistungsfähigkeit des Kindes in 3 Bereichen bewertet – Selbstversorgung, Mobilität und soziale Funktionen. Zusätzlich wird die tatsächliche Leistung anhand der Unterstützung durch Betreuungspersonen in der Ausführung von Alltagsaktivitäten sowie die erforderlichen Anpassungen des Umfeldes wie z.B. der Hilfsmittelbedarf beurteilt. Die PEDI-CAT erfasst ebenfalls die Leistungsfähigkeit in den Bereichen Selbstversorgung, Mobilität sowie soziale und kognitive Kompetenzen und fügt den Bereich der Eigenverantwortung hinzu. Eine gesonderte Skala für den Unterstützungs – und Anpassungsbedarf entfällt dadurch. Es wird ein computergestütztes, adaptives Testverfahren genutzt, das die Testdauer verkürzt und die Genauigkeit erhöht. Die PEDI-CAT ist außerdem breiter anwendbar, z. B. auch bei älteren Kindern oder Kindern mit leichten kognitiven Einschränkungen.

Die Durchführungsdauer variiert je nach Version: Das PEDI dauert etwa 45–60 Minuten, während die PEDI-CAT aufgrund des adaptiven Verfahrens in der Regel 15–30 Minuten in Anspruch nimmt. Die PEDI-CAT kann auf einem Tablet oder Computer durchgeführt werden und erfordert keine speziellen Materialien, jedoch eine entsprechende Lizenz mit der die

einzelnen Testdurchführungen und Auswertungen inklusive Manual auf einer Online- Plattform erworben und durchgeführt werden können. Das Handbuch zum PEDI-D sowie die Test – und Auswertungsbögen in Papierform sind ebenfalls kostenpflichtig zu erwerben.

2.4.2.4.2 Assessment of Motor and process Skills (AMPS):

Das AMPS ist ein standardisiertes, beobachtungsbasiertes Verfahren zur Beurteilung der Alltagskompetenz von Kindern und Erwachsenen ab etwa 2 Jahren, die in ihrer selbständigen Alltagsausführung eingeschränkt sein könnten. Ziel des AMPS ist es, die Qualität der Ausführung von Alltagsaktivitäten im natürlichen Kontext – etwa Kochen, Anziehen oder Hausarbeit – systematisch zu erfassen. Dazu werden motorische und prozessbezogene (kognitive) Fertigkeiten bei der Durchführung alltäglicher Aktivitäten evaluiert und hinsichtlich Sicherheit, Häufigkeit von Hilfsbedarf, Effizienz und physischer Anstrengung bewertet (153).

Es werden 2 alltagsrelevante Aufgaben aus einer Reihe von vorgegebenen standardisierten Aufgaben ausgewählt, die vom/ von der Patient*in ausgeführt werden. Die motorischen und prozessbezogenen Fertigkeiten (z. B. Kraftdosierung, Zielgerichtetheit, Anpassungsfähigkeit) werden auf einer 4-Punkte-Skala bewertet und anschließend mit einer speziellen Software analysiert. Die Durchführung des AMPS dauert etwa 30–40 Minuten. Eine Besonderheit des AMPS ist, dass eine mehrtägige zertifizierte Fortbildung verpflichtend ist.

2.4.2.11	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann die Selbständigkeit und Aktivität im täglichen Leben mit dem Pediatric evaluation of Disability Inventory (PEDI/PEDI-CAT) oder mit dem Assessment of Motor and process Skills (AMPS) standardisiert erfasst werden.	
Qualität der Evidenz:		
Validität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Reliabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Praktikabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	<i>Literatur:</i> James et al. (2014 und 2016), Shore et al. (2019)	
	Konsens: 88%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche für Mobilität und Selbständigkeit bei USCP ergab 186 Ergebnisse, die Erweiterung der Suche auf CP 1627 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden 4 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von Assessments für die Selbständigkeit im täglichen Leben untersucht haben, darunter eine Studie als direkte Evidenz für AMPS bei Patient*innen mit USCP.

James et al. (2013) (154) (indirekt) untersuchen in einem systematischen Review verfügbare ADL-Messinstrumente systematisch auf ihre psychometrischen Eigenschaften und Anwendbarkeit bei Kindern und Jugendlichen mit CP im Alter von 5 bis 18 Jahren. Die PEDI zeigte die besten psychometrischen Eigenschaften zur Erfassung der ADL-Fähigkeit bei Grundschulkindern. Das AMPS war das umfassendste Instrument zur Bewertung der tatsächlichen ADL-Leistung und -Kapazität über alle Altersgruppen hinweg, obwohl weitere Validierungsstudien speziell mit CP-Kindern empfohlen werden. Die Autor*innen betonen, dass ADL-Leistungen ein zentrales Ziel in der Therapie von Kindern mit CP darstellen und entsprechend mit geeigneten, validierten Instrumenten regelmäßig erfasst werden sollten. Die Studie schlussfolgerte, dass PEDI zur Erfassung der ADL-Fähigkeit im Grundschulalter und das AMPS zur Beurteilung der ADL-Leistung bei Kindern und Jugendlichen jeden Alters mit CP eingesetzt werden können.

James et al. (2016) (155) untersuchten die Test-Retest-Reliabilität des AMPS bei 30 Kindern im Alter von 8 bis 16 Jahren mit USCP im Rahmen einer größeren randomisierten kontrollierten Studie. Die Kinder führten an 2 aufeinanderfolgenden Tagen 2 AMPS-Aufgaben gemäß den standardisierten Durchführungsrichtlinien durch. Die Test-Retest-Reliabilität und die Intra-Rater-Reliabilität waren exzellent. Veränderungen in den AMPS-Werten spiegelten echte Veränderungen in der Leistungsfähigkeit oder Kapazität wider und waren somit klinisch aussagekräftig.

Shore et al. (2017) (156) und (2019) (157) (indirekt) untersuchten in 2 Studien psychometrische Eigenschaften von PEDI-CAT bei Kindern und Jugendlichen mit CP. In der Studie von 2017 (156) lag der Schwerpunkt auf der Validität der PEDI-CAT. Es wurde untersucht, ob die 4 Domänen der PEDI-CAT zwischen Kindern mit unterschiedlichen funktionellen Fähigkeiten unterscheiden können – basierend auf GMFCS und MACS. Die Ergebnisse zeigten, dass insbesondere die Domänen Mobilität und Alltagsaktivitäten sehr gut zwischen gehfähigen (GMFCS I–III) und nicht gehfähigen Kindern (GMFCS IV–V) sowie zwischen manuell unabhängigen (MACS I–II) und abhängigen (MACS III–V) Kindern unterscheiden können.

Die Studie von 2019 (157) (indirekt) ergänzte diese Erkenntnisse durch die Analyse der Konstruktvalidität (konvergente und divergente Validität) sowie der Test-Retest-Reliabilität bei 101 Kindern mit CP. Die PEDI-CAT zeigte hohe Korrelationen (z. B. $r = 0,85$ für Mobilität und FMS). Die Test-Retest-Reliabilität war in allen Domänen exzellent.

Für WeeFIM wurde aufgrund der eingeschränkten Praktikabilität keine Empfehlung formuliert.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades:

Die offene Empfehlung basiert auf der geringen Evidenz für Patient*innen mit USCP. PEDI/PEDI-CAT und AMPS zeigen gute Reliabilität und Validität, AMPS auch für USCP. Beide

Assessments erfassen die Selbständigkeit und die Qualität der Ausführung der Aktivität im täglichen Leben. Sie thematisieren aber auch Schwächen der Patient*innen als unerwünschte Effekte. Die Praktikabilität ist durch Zeit, Personal, kostenpflichtige Lizenzen und Schulungsmaterial deutlich limitiert.

Schlussfolgerung

PEDI/PEDI CAT und AMPS können die Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) bei Patient*innen mit USCP zuverlässig standardisiert erfassen, ihre Praktikabilität im klinischen Alltag ist limitiert.

2.4.2.4.3 Weitere Testinstrumente für die Selbständigkeit

Functional independence Measure for Children (WeeFIM):

Der WeeFIM ist ein standardisiertes Beobachtungsinstrument zur Beurteilung der Selbständigkeit von Kindern im Alter von etwa 6 Monaten bis 7 Jahren (bei Kindern mit Entwicklungsverzögerungen auch älter). Der WeeFIM erfasst 18 Items, die in 3 Bereiche unterteilt sind: Selbstversorgung, Mobilität und kognitive Funktionen (z. B. Kommunikation, soziale Interaktion, Problemlösen). Die Bewertung erfolgt auf einer 7-Punkte-Skala, wobei 1 vollständige Abhängigkeit und 7 vollständige Selbständigkeit bedeutet. Die Einschätzung kann durch direkte Beobachtung oder Befragung von Bezugspersonen erfolgen. Die Durchführung dauert in der Regel 15–30 Minuten. Für die Anwendung benötigt man das entsprechende Manual, standardisierte Bewertungsbögen und ggf. ein Computerprogramm zur Datenauswertung. Die Lizenz ist sehr teuer, eine deutsche Version steht nicht zur Verfügung.

Im systematischen Review von Ferre-Fernandez et al. (2020) (129) (*indirekt*) werden die psychometrischen Eigenschaften von WeeFim bei insgesamt 207 Kindern mit CP (darunter auch 45 Kinder mit USCP) zusammengefasst und basierend auf der Studie von Park et al. (2013) (158) eine gute interrater- und Test-Retest Reliabilität sowie Strukturvalidität beschrieben. Für WeeFIM wurde von den Autor*innen dieser Leitlinie aufgrund der eingeschränkten Praktikabilität keine Empfehlung formuliert.

2.4.2.5 Gelenkbeweglichkeit

Hintergrund

Der Muskeltonus ist bei einer USCP einseitig erhöht. Im Verlauf des Wachstums und mit der Dauer der Erkrankung resultieren oft typische Folgeerscheinungen. Die eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit kann zu Schmerzen, Fehlstellungen, Kontrakturen und funktionellen Einschränkungen führen. Die präzise Messung der Gelenkbeweglichkeit (Range of Motion, ROM) ist daher essenziell für die Diagnose, Verlaufskontrolle und Therapieplanung.

Die goniometrische Messung stellt die am weitesten verbreitete Methode zur quantitativen Erfassung der Gelenkbeweglichkeit dar. Mit einem manuellen Goniometer wird der Winkel zwischen 2 benachbarten Körpersegmenten in Bezug auf die anatomische Neutralstellung bestimmt. Die Beweglichkeit wird als 3-stellige Zahlkombination ausgedrückt, wobei die Bewegung von der Neutral-Null-Stellung aus in Winkelgraden angegeben wird. Somit kann jede Bewegung und auch jede Bewegungseinschränkung eindeutig angegeben werden. Diese

Methode ist einfach, kostengünstig und in klinischen Settings gut einsetzbar, dadurch ist die Praktikabilität gegeben.

Für eine höhere Präzision werden auch digitale Goniometer eingesetzt.

Es wird zwischen aktiver und passiver Gelenkbeweglichkeit unterschieden. Während die passive ROM durch den/ die Untersucher*in bestimmt wird, erfasst die aktive ROM die vom/ von der Patient*in selbst initiierte Bewegung.

Die Assessments Melbourne Assessment of unilateral upper limb function (MUUL) und Shriners Hospital for children upper extremity evaluation (SHUEE) für die obere Extremität beinhalten bereits die Messung von ROM.

2.4.2.12	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A↑↑	Wenn bei Patient*innen mit USCP die passive Gelenkbeweglichkeit standardisiert erfasst wird, soll der Range of motion (pROM) in Winkelgraden erfasst werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Validität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Praktikabilität Hoch ⊕⊕⊕⊕	<i>Relevante Literatur:</i> Flamand et al. (2013), Platz et al. (2005), Ayala et al. (2021)	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 813 Ergebnisse für Testinstrumente für Struktur und Funktion bei USCP, die Erweiterung der Suche auf Reviews bei CP weitere 163 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden 3 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften der Testinstrumente für die Gelenkbeweglichkeit untersucht haben. Es handelt sich um indirekte Evidenz.

Platz et al. (2005) (159) (indirekt) beschrieben in einem systematischen Review die klinischen Skalen und deren psychometrischen Eigenschaften zur Beurteilung von Spastizität. Daten zur Reliabilität ergaben, dass goniometrische Messungen eine bessere Interrater-Reliabilität aufweisen als visuelle Schätzungen. Die Reliabilität hängt stark von der Standardisierung der Durchführung und Erfahrung des/ der Untersucher*in ab. Intra- und interrater Reliabilität war zusammenfassend moderat hoch-hoch (0,60-1,0), sowohl visuell als auch mit dem

Goniometer. Die Reliabilität ist besser, wenn die seriellen Messungen von derselben Person durchgeführt werden.

Flamand et al. (2013) (160) (indirekt, spastische CP) untersuchen in einem systematischen Review die psychometrischen Eigenschaften von Spastizitätsmessinstrumenten, die bei Kindern und Jugendlichen mit spastischer CP angewendet werden. pROM mit Goniometer zeigte in diesem Review ebenfalls eine moderat-hohe Reliabilität und ein Standardfehler (SEM) von 3,2–9,3°. Die konvergente Validität wurde am Beispiel der Tardieu-Skala (R2-Messung) untersucht und zeigt eine moderate Korrelation ($r = 0,49$, $p = 0,009$). Weitere Korrelationen zur pROM wurden mit inertialen Sensoren (Angle of Catch) untersucht mit variablem Ergebnis je nach Muskelgruppe ($r = 0,43–0,95$). Die Autor*innen schlussfolgerten, dass pROM-Messungen mit Goniometer zuverlässig sind, aber nicht ausreichend validiert. Es besteht ein deutlicher Mangel an Daten zur Änderungssensitivität, insbesondere zur klinischen Relevanz von Veränderungen im pROM.

Ayala et al. (2021) (161) untersuchten (indirekt, spastische CP) in ihrer systematischen Übersichtsarbeit die Assessments und Interventionen zur Spastizitätsbeurteilung bei Kindern unter 2 Jahren, die an spastischer CP leiden oder ein hohes Risiko dafür aufweisen. Es wurden keine spezifischen Daten zur Reliabilität von pROM bei Kindern < 2 Jahre gefunden. Bei älteren Kindern mit spastischer CP ist die Interrater-Reliabilität von pROM an den unteren Extremitäten akzeptabel, wurde aber für die Altersgruppe < 2 Jahren nicht untersucht. Die Konstruktvalidität von pROM bei Kindern < 2 Jahren wurde ebenfalls nicht untersucht. PROM wurde in mehreren Interventionsstudien als Outcome-Maß verwendet (z. B. bei BoNT-A oder Stoßwellentherapie). Es fanden sich signifikante Veränderungen der Gelenkwinkel (z. B. verbesserte Dorsalflexion), jedoch unzureichend quantifiziert. Die Qualität der Evidenz wurde für diese Altersgruppe durchweg als niedrig eingestuft. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass pROM zwar klinisch weit verbreitet und einfach anzuwenden ist, es aber keine ausreichende psychometrische Evidenz für den Einsatz zur Beurteilung bei Säuglingen unter 2 Jahren gibt.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die Evidenz für die psychometrischen Eigenschaften von pROM ist gering bis moderat für die Reliabilität, gering für die Validität. Die gefundene Evidenz ist indirekt. Die Praktikabilität ist gegeben. Trotz geringer Evidenz hat sich die Autor*innengruppe für eine starke Empfehlung für die Verwendung von pROM ausgesprochen, wenn eine standardisierte Erfassung der Gelenkbeweglichkeit z.B. vor und nach Interventionen erfolgen soll. Die pROM-Messung ist im Alltag praktisch alternativlos. Der Nutzen überwiegt potenziellen Schaden deutlich. Es besteht eine deutliche Präferenz von Erfahrungsexpert*innen

Schlussfolgerung

Die regelmäßige und standardisierte Erfassung der Gelenkbeweglichkeit ist wichtig für das Management von Patient*innen mit USCP. Sie dient nicht nur der Verlaufskontrolle, sondern auch der Evaluation therapeutischer Interventionen oder operativer Eingriffe. Darüber hinaus

liefert die pROM-Messung wichtige Daten für die interdisziplinäre Therapieplanung im Team aus Physiotherapie, Ergotherapie und Orthopädie. Die präzise Messung der Gelenkbeweglichkeit bei Patient*innen mit CP stellt zwar eine klinische Herausforderung dar, ist jedoch für die effektive Versorgung unerlässlich.

2.4.2.6 Weitere Assessments zu Struktur und Funktion

Hintergrund:

Folgende Elemente sind wichtige Bestandteile der klinisch-neurologischen Untersuchung bei Patient*innen mit USCP:

Tonuserhöhung

Ein zentrales neurologisches Merkmal der USCP ist die Spastik. Der erhöhte Muskeltonus ist charakterisiert durch einen geschwindigkeitsabhängigen erhöhten Widerstand gegen passive Bewegung. Eine Läsion im zentralen Nervensystem führt zu einer gestörten Regulation der spinalen Reflexbögen. Dies äußert sich darin, dass bei schnellen passiven Bewegungen eines Gelenks ein deutlich erhöhter Widerstand spürbar ist, der bei langsamen Bewegungen geringer ausfällt. Diese Tonuserhöhung tritt bei USCP einseitig auf und betrifft insbesondere die distalen Extremitäten der betroffenen Seite – häufig die Hand- und Fußgelenke.

Die Spastik hat weitreichende funktionelle Konsequenzen. Sie kann willkürliche Bewegungen beeinträchtigen und zur Entwicklung von Kontrakturen und Deformitäten führen.

Assessments zur Beurteilung der Tonuserhöhung:

Zur quantitativen Einschätzung von Spastizität werden in der klinischen Praxis häufig die *Modified Ashworth Scale (MAS)* sowie die *Tardieu Scale* eingesetzt. Beide Skalen messen den Widerstand gegenüber passiver Bewegung, unterscheiden sich jedoch im methodischen Ansatz und in der Interpretation.

Modified Ashworth Scale (MAS)

Die MAS ist eine klinische Skala, die zur Beurteilung des Muskeltonus bei passiver Bewegung verwendet wird. Sie basiert auf der ursprünglichen Ashworth Scale von 1964 (162) wurde jedoch 1987 von Bohannon und Smith (163) modifiziert, um feinere Abstufungen der Spastizität zu ermöglichen.

Durchführung: Der/ die Patient*in liegt in entspannter Rückenlage. Der/ die Untersucher*in bewegt den betroffenen Gelenkbereich (z.B. Ellenbogen oder Knie) schnell über seinen vollständigen Bewegungsumfang (ROM – Range of Motion) durch. Die Bewegung erfolgt einmalig und schnell. Die Beurteilung erfolgt anhand des Widerstandes, der während der Bewegung spürbar ist.

Skalenwerte:

0: Kein erhöhter Tonus

1: Leichte Tonuserhöhung („catch and release“) oder minimaler Widerstand am Ende des Bewegungsausmaßes

1+: Leichte Tonuserhöhung („catch“), gefolgt von einem minimalen Widerstand

2: Stärker ausgeprägte Tonuserhöhung in den meisten Anteilen des Bewegungsweges, die betroffenen Gliedmaßen sind aber leicht beweglich

3: Erhebliche Erhöhung des Muskeltonus, passive Bewegung ist schwierig

4: keine passive Bewegung möglich

Vorteile und Limitationen:

Die MAS ist einfach und schnell durchführbar, jedoch stark subjektiv, anfällig für Variabilität zwischen Untersucher*innen und abhängig von der Kooperation.

Tardieu Scale

Beschreibung:

Die Tardieu-Skala berücksichtigt die Geschwindigkeit der passiven Bewegung und unterscheidet somit besser zwischen Spastizität und struktureller Muskelverkürzung. Sie bewertet den muskulären Widerstand bei verschiedenen Bewegungsgeschwindigkeiten und misst den Winkel, bei dem ein Dehnungsreflex ausgelöst wird (sogenannter „catch“).

Durchführung:

Passive Bewegung des Gelenks in 3 definierten Geschwindigkeiten:

V1: so langsam wie möglich (zur Beurteilung der Gelenkbeweglichkeit),

V2: Geschwindigkeit, die der in der Schwerkraft fallenden Extremität entspricht,

V3: maximale Geschwindigkeit.

Bei V3 wird der Winkel, bei dem ein Widerstand auftritt („catch“), dokumentiert (R1).

R2 ist der volle Bewegungsumfang bei V1.

Die Differenz R2–R1 gibt Aufschluss über den dynamischen spastischen Anteil.

Beurteilungsskala:

0: Kein Widerstand

1: Leichter Widerstand während der passiven Bewegung ohne klaren Stopp in einer bestimmten Winkelstellung

2: Klarer Stopp („catch“) in einer bestimmten Winkelstellung, der die passive Bewegung unterbricht, aber dann nachlässt

3: erschöpflicher Klonus in einer bestimmten Winkelstellung, der kürzer als 10 Sekunden

dauert, wenn die Position gehalten wird

4: unerschöpflicher Klonus in einer bestimmten Winkelstellung, länger als 10 Sekunden, wenn die Position gehalten wird

5: Bewegung nicht möglich

Vorteile:

Die Tardieu Scale unterscheidet dynamische Spastizität von fixierten Kontrakturen.

Weitere, in der Literaturrecherche gefundene Assessments zur Beurteilung der Tonuserhöhung:

- klinische Testinstrumente: Ely-Test, Hypertonia Assessment Tool (HAT), Australian Spasticity Assessment Scale (ASAS), Numeric Rating Scale (PROM)
- Instrumentelle Testmethoden:
 - o biomechanisch: Pendulum-Test (Knie Extensoren), Sensoren (Akzelerometer, Gyroskop, magnetische Sensoren), Stiffness Tool (L-Stiff, Lokomat)
 - o elektrophysiologisch: Hoffmann-Reflex (H-Reflex), Tonic Stretch Reflex Threshold
 - o sono-elastographisch: Acoustic radiation force impulse elastography, real-time sonoelastography

Muskelkraft

Die Muskelkraft ist eine grundlegende Voraussetzung für die Ausführung gezielter Bewegungen im Alltag. Bei Kindern mit USCP ist die Muskelkraft auf der betroffenen Körperseite deutlich reduziert.

Die Kraftminderung betrifft insbesondere die distalen Muskelgruppen (z. B. Hand, Fuß), kann aber auch proximale Bereiche (z. B. Schultergürtel, Hüfte) einschließen (164). Sie resultiert nicht nur aus Inaktivität oder muskulärer Atrophie, sondern primär aus einer zentral gestörten neuromuskulären Aktivierung. Kinder mit USCP zeigen häufig eine verzögerte, unvollständige oder unspezifische Muskelrekrutierung auf der betroffenen Seite.

Die reduzierte Muskelkraft beeinträchtigt Funktionen wie Greifen, Heben, Stützen und Gehen, Haltung und Gleichgewicht. Sie steht in enger Wechselwirkung mit anderen motorischen Störungen wie Spastik, Koordinationsproblemen und reduzierter selektiver motorischer Kontrolle. Daher ist die gezielte Kraftdiagnostik (z. B. über Handkraftmessung, isometrische Tests) ein wichtiger Bestandteil der motorischen Beurteilung.

Assessments für die Beurteilung der Muskelkraft:

- manuelle Muskelkraftmessung: MRC-Skala (Medical Research Council, Oxford Skala), Daniel and Worthingham Skala, Skala des Muskelfunktionstests nach Kendall, Grip-

pinch strength test mit Dynamometer

- instrumentelle Messungen: Task-oriented Arm-hAnd Capacity (TAAC) und Cup task und Box task

MRC-Skala:

Die MRC-Skala dient der standardisierten Beurteilung der Muskelkraft und bewertet die willkürliche Muskelkraft auf einer Skala von 0 bis 5:

0: Keine Kontraktion – Es ist keinerlei sichtbare oder tastbare Muskelaktivität vorhanden.

1: Sichtbare oder tastbare Muskelkontraktion, aber keine Bewegung im Gelenk möglich.

2: Bewegung möglich, jedoch nur bei Aufhebung der Schwerkraft (z. B. in Seitenlage oder bei Abstützung des Körperteils).

3: Bewegung gegen die Schwerkraft möglich, aber nicht gegen zusätzlichen Widerstand.

4: Bewegung gegen Schwerkraft und gegen Widerstand ist möglich, aber die Kraft ist vermindert.

5: Normale Muskelkraft – volle Bewegung gegen Schwerkraft und normalen Widerstand.

Task-oriented Arm-hAnd Capacity (TAAC)

Die TAAC wurde entwickelt, um task-orientierte Muskelkraft während alltäglichen (ADL)-Aufgaben zu messen – also funktionelle Kraft in einer realitätsnahen Situation.

Die TAAC umfasst ein Messgerät mit 2 standardisierten Aufgaben (siehe Abbildung 7):

- Kisten Aufgabe (Crate Task): bimanuell – Das Kind hebt eine befestigte Kiste mit beiden Händen und hält sie 5 Sekunden horizontal.
- Karaffenaufgabe (Pitcher Task): unimanuell – Das Kind hebt eine Karaffe (mit der betroffenen und nicht-betroffenen Hand) und hält sie horizontal. Die maximale isometrische Kraft (Peak Force), die während dieser 5 Sekunden ausgeübt wird, wird gemessen. Jede Aufgabe wird 3× durchgeführt (mit 30 Sekunden Pause).

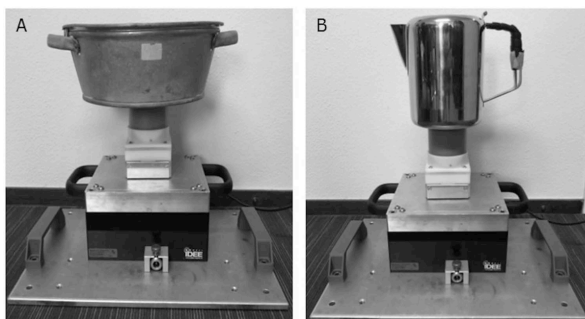


Abbildung 8: Versuchsaufbau TAAC

(Quelle für die Abbildung: Originalpublikation in Pubmed: (165), Rameckers E, Bastiaenen C, Gordon A, Smeets R. Construct Validity of a Task-Oriented Bimanual and Unimanual Strength Measurement in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Ther.* 2020 Dec 7;100(12):2237-2245. doi: 10.1093/ptj/pzaa173. PMID: 32936866; PMCID: PMC7720643.)

Cup task und Box task

Dekkers et al. (2019) (166) beschrieben 2 funktionelle Krafttests für die obere Extremität bei Kindern mit USCP:

- Cup-Task: einhändiger Test zur Erfassung der maximalen Muskelkraft. Das Kind hebt einen Becher mit einer Hand horizontal an, hält ihn für 5 Sekunden. Startgewicht: für die nicht-betroffene Hand (NAH): 500 g, Steigerung in 100 g Schritten, für die betroffene Hand (AH): Das maximal erreichbare Gewicht wird durch schrittweises Befüllen mit Wasser ermittelt
- Box-Task: Test zur Messung der beidseitigen Armkraft. Benötigt wird eine Kunststoffbox (0,8 kg) mit Griffen, Gewichtssäckchen. Das Kind hebt die Box beidhändig horizontal an, hält sie 5 Sekunden, Start mit leerer Box, dann schrittweise Steigerung der Gewichte (0,5–2 kg).

Sensibilität

Die Sensibilität – die Fähigkeit, Reize wie Berührung, Druck, Temperatur oder Lageveränderung wahrzunehmen – spielt eine wichtige Rolle für die motorische Steuerung. Bei Patient*innen mit USCP sind sensorische Funktionen häufig beeinträchtigt, obwohl die Störung vorrangig als motorisch beschrieben wird (167).

Patient*innen mit USCP weisen häufig Störungen in der taktilen Wahrnehmung (Berührung) und Diskrimination (z. B. 2-Punkt-Diskrimination), Propriozeption (Lage- und Bewegungsempfinden) und Stereognosie (Form-/Objekterkennung durch Tasten) auf der betroffenen Körperseite auf (168). Diese sensorischen Defizite sind auf Läsionen in den afferenten Bahnen des somatosensorischen Systems zurückzuführen, insbesondere bei kortikalen oder subkortikalen Schädigungen. Besonders Stereognosie und taktile Diskrimination zeigten starke Korrelationen mit motorischen Fähigkeiten.

Die gestörte Sensibilität ist häufig bei USCP und wird klinisch oft unterschätzt (167); sie beeinträchtigt die Bewegungsplanung. Beispielsweise können Schwierigkeiten bei der Handpositionierung, beim Greifen oder bei der Objektmanipulation auftreten. Sensorische Störungen sind eng mit funktionellen Einschränkungen verbunden und beeinflussen Alltagskompetenz, Körperwahrnehmung und das motorische Lernen negativ.

Die Assessments für die Beurteilung der Sensibilität sind Untersuchungsmethoden der neurologischen Untersuchung:

- TPD (Zweipunktdiskriminierung)
- taktile Identifizierung bekannter Objekte,
- Richtung einer passiven Bewegung (Propriozeption)

Posturale Kontrolle

Die posturale Kontrolle – die Fähigkeit, das Gleichgewicht aufrechtzuerhalten und die

Körperhaltung an wechselnde Anforderungen anzupassen – ist eine Voraussetzung für funktionelle Mobilität. Bei Patient*innen mit USCP ist die posturale Kontrolle häufig beeinträchtigt, was sich sowohl im Stehen als auch bei dynamischen Aktivitäten wie Gehen oder Greifen zeigt (169).

Die Gleichgewichtsstörung bei USCP resultiert aus einer Kombination von neuromuskulären Defiziten: eingeschränkte Muskelkraft, gestörte selektive Bewegungssteuerung, sensorische Defizite und eine reduzierte Fähigkeit zur antizipatorischen und reaktiven Haltungskontrolle. Besonders typisch ist eine asymmetrische Körperhaltung mit erhöhter Belastung der weniger betroffenen Seite und einer verminderten Stabilität der betroffenen Seite (170).

Diese Einschränkungen beeinflussen nicht nur die statische Balance, sondern auch die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit, etwa beim Übergang vom Sitzen zum Stehen oder beim Richtungswechsel beim Gehen. Zudem zeigen Kinder mit USCP eine verzögerte posturale Antwort auf Gleichgewichtsverluste, was das Sturzrisiko erhöht.

Assessments für die Beurteilung der posturalen Kontrolle:

- Pediatric Balance scale (PBS)
- Berg Balance Scale (BBS)
- Kids-BESTest/Mini-BESTest (Balance Evaluation-System-Test)
- Timed „up and go“ (TUG)
- Early Clinical Assessment of Balance (ECAB)
- Fullerton Advanced Balance Scale (FAB)

Selektive motorische Kontrolle:

Die selektive motorische Kontrolle (SMK) beschreibt die Fähigkeit, gezielte und isolierte Bewegungen einzelner Muskelgruppen unabhängig von anderen Muskelaktivitäten auszuführen. Bei Patient*innen mit CP ist diese Fähigkeit häufig beeinträchtigt, sie zeigen oft Mitbewegungen (Synkinesien), unkoordinierte Muskelaktivität oder die Unfähigkeit, Bewegungen differenziert auszuführen (171).

Die Störung der SMK entsteht durch zentrale Läsionen, insbesondere der kortikospinalen Bahnen, die für feine motorische Steuerung entscheidend ist (172). Das führt dazu, dass z. B. beim Beugen des Ellenbogens gleichzeitig auch die Schulter oder die Hand aktiviert wird – eine gleichzeitige Aktivierung antagonistischer Muskeln erschwert die Ausführung funktioneller Bewegungen.

Die Bedeutung der SMK liegt darin, dass sie eine wichtige Voraussetzung für die funktionelle Motorik ist. Eine gute selektive Kontrolle ermöglicht gezielte Greifbewegungen, das Gehen oder das selbstständige Essen. Einschränkungen in der SMK wirken sich somit direkt auf die Alltagskompetenz und Selbstständigkeit aus. Außerdem kann eine mangelnde SMK zu

Fehlbelastungen und Muskelverkürzungen führen, was langfristig orthopädische Komplikationen wie Kontrakturen begünstigt (173).

Assessments für die Beurteilung der selektiven motorischen Kontrolle:

- Selective Control Assessment of the Lower Extremity (SCALE) (173)
- Selective Control of The Upper Extremity Scale (SCUE)

2.4.2.13	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollten in der klinisch-neurologisch-orthopädischen Untersuchung die (geschwindigkeitsabhängige) Tonuserhöhung, die Muskelkraft, Sensibilität, die posturale Kontrolle und die selektive motorische Kontrolle untersucht werden.	
	Konsens: 93%	
2.4.2.14	Evidenzbasiertes Statement	Neu 2024
Statement	Für Patient*innen mit USCP kann zur Auswahl der Instrumente für ein standardisiertes Assessment bei der Untersuchung von - Muskeltonus - Muskelkraft - Sensibilität - Gleichgewicht - selektiver motorischer Kontrolle keine evidenzbasierte Empfehlung ausgesprochen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Reliabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Validität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Ayala et al. (2021), Platz et al. (2005), Klingels et al. (2010), Foang et al. (2003), Meseguer-Henarejos et al. (2018), , Mackey et al. (2004), Flamand et al. (2013), Aloraini et al. (2022), Dekkers et al. (2014), Johnson et al. (2023), Wagner et al. (2016), Yildiz et al. (2022)	
	Konsens: 93%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 813 Ergebnisse für Testinstrumente für Struktur und Funktion bei USCP. Die Erweiterung der Suche auf Reviews bei CP ergab weitere 163 Ergebnisse.

Tonuserhöhung

Eingeschlossen wurden 8 Publikationen, welche die Assessments für die **Tonuserhöhung** untersucht haben, weitere 2 wurden durch die Durchsicht der Referenzlisten ergänzt. Die Evidenz für diese Assessments wird in der folgenden Tabelle 6 zusammengefasst, es handelt sich um indirekte Evidenz (CP):

Tabelle 6: Zusammenfassung Assessments Tonuserhöhung

Elemente der klinisch-neurologisch-orthopädischen Untersuchung	Assessment	Was wird gemessen	Alter	Evidenz	Literatur
Muskeltonus-Erhöhung Klinische Skalen	Modifizierte Ashworth-Skala	Widerstand gegen passive Bewegung	> 2 Jahre	Negative /variable Reliabilität, negative Validität, Praktikabilität gut	Meseguer-Henarejos et al. (2018) (175), Flamand et al. (2013) (160)
	Tardieu-Skala	Geschwindigkeitsabhängige Bewegungskomponente	> 2 Jahre	Negative /variable Reliabilität, positive Validität, Praktikabilität gut	Flamand et al. (2013) (160)
	Ely-Test (nur für rectus femoris),	Spastizität M. rectus femoris	4-19 Jahre	Sehr geringe Evidenz für gute Reliabilität	Aloraini et al. (2022) (176) SR
	Hypertonia Assessment Tool (HAT)	7 items für Spastizität, Dystonie und Rigidität	4-19 Jahre	Sehr gering	Aloraini et al. (2022) (176) SR

	Australian Spasticity Assessment Scale (ASAS)	Quantifiziert Spastizität	2-15 Jahre	Sehr gering	Love et al. (2016) (177) Aloraini et al. (2022) (176) SR
	Numeric Rating Scale	PROM für Spastizität der Fußgelenke (1-10)	7-18 Jahre	Sehr gering	Aloraini et al. (2022) (176) SR
Instrumentell					
Biomechanisch	Pendulum-Test (Knie Extensoren), Sensoren (Akzelerometer, Gyroskop, magnetische Sensoren) Stiffness Tool (L-Stiff, Lokomat)	Objektive Quantifizierung der Spastizität	k.A.	Sehr gering	Aloraini et al. (2022) (176) SR
Elektrophysiologisch	Hoffmann-Reflex, tonic stretch reflex threshold	Objektive Quantifizierung	k.A.	Sehr gering	Aloraini et al. (2022) (176) SR
Ultrashall	Sonoelastographie	Objektive Quantifizierung	k.A.	Sehr gering	Aloraini et al. (2022) (176) SR

- Meseguer-Henarejos et al. (2018) (175) (indirekt, CP) untersuchten in einem systematischen Review mit Metaanalyse die inter- und intra-rater Reliabilität der MAS bei der Anwendung auf obere und untere Extremitäten. Es wurden 8 separate Metaanalysen zu verschiedenen Kombinationen von Extremität, Beurteilungstyp und Reliabilität durchgeführt. Die inter-rater Reliabilität war für die obere Extremität: ICC = 0,781; Kappa = 0,625, für die untere Extremität: ICC = 0,686; Kappa = 0,360, die intra-rater Reliabilität (Innerhalb eines Beurteilers) für die obere Extremität: ICC = 0,748; Kappa = 0,593, untere Extremitäten: ICC = 0,644; Kappa = 0,488. Die MAS zeigte eine höhere Zuverlässigkeit bei der Beurteilung der oberen Extremitäten.
- Platz et al. (2005) (159) (indirekt, CP) untersuchten in einem systematischen Review klinische Messinstrumente zur Beurteilung von Spastizität hinsichtlich psychometrischer Eigenschaften. Es gibt Hinweise darauf, dass eine hohe Interrater-Reliabilität für die Ashworth- und modifizierte Ashworth-Skala unter bestimmten Bedingungen erreichbar ist – allerdings nicht in allen Fällen. Für viele Skalen fehlen jedoch verlässliche Daten zur Reliabilität, insbesondere zur Test-Retest-Reliabilität.
- Flamand et al. (2013) (160) (indirekt, CP) fassten in einem systematischen Review die psychometrischen Eigenschaften von Messinstrumenten zur Spastizität bei Kindern und Jugendlichen mit CP zusammen. Kein einzelnes Instrument erfüllte alle psychometrischen Anforderungen vollständig. Die Reliabilität war die am häufigsten

untersuchte Eigenschaft. Die Werte reichten dabei von niedrig bis exzellent, je nach Instrument und Muskelgruppe. Validitätsnachweise waren begrenzt. Die Tardieu-Skala und neurophysiologische Tests (z. B. EMG, H-Reflex) zeigten vielversprechende Resultate. Die Änderungssensitivität blieb jedoch insgesamt unzureichend belegt. Klinische Skalen wie MAS und Tardieu leiden unter methodischen Schwächen (z. B. geringe Standardisierung). Neurophysiologische und biomechanische Tools zeigten insgesamt die besten Resultate hinsichtlich Reliabilität und Diskriminierungsfähigkeit, sind jedoch aufwendiger in der Anwendung. Die Autor*innen schlussfolgern, dass aufgrund der insgesamt geringen Datenlage kein einzelnes Spastizitätsmessinstrument für Kinder und Jugendliche mit CP uneingeschränkt empfohlen werden kann.

- Aloraini et al. (2022) (176) (indirekt, CP) untersuchten in einer systematischen Übersicht die Messinstrumente zur Spastizitätsbewertung und deren psychometrische Eigenschaften bei Kindern und Jugendlichen mit CP. Es wurden 22 verschiedene Spastizitätsbewertungsinstrumente identifiziert, mit unterschiedlichem Evidenzgrad in Bezug auf ihre psychometrischen Eigenschaften. Die Ergebnisse zeigen, dass es derzeit nur begrenzte Evidenz dafür gibt, eine bestimmte Methode zur Spastizitätsmessung bei Kindern und Jugendlichen mit CP zu empfehlen. Die derzeit verfügbaren Methoden zur Spastizitätsbewertung weisen entweder unzureichende psychometrische Eigenschaften auf oder sind in der klinischen Praxis schwer anwendbar.
- Ayala et al. (2021) (161) (indirekt, CP) untersuchten in einem systematischen Review die aktuelle Evidenzlage zu diagnostischen Verfahren und therapeutischen Interventionen zur Behandlung von Spastizität bei Kindern mit CP unter 2 Jahren. Im Bereich der Diagnostik zeigte sich, dass bisher kein Evaluationsinstrument über ausreichende psychometrische Eigenschaften für die Altersgruppe unter 2 Jahren verfügt.

Muskelkraft

Es wurden 9 Publikationen eingeschlossen, welche die psychometrischen Eigenschaften von Testinstrumenten für die **Muskelkraft** untersuchten. Die Assessments und die Evidenz werden in der folgenden Tabelle 7 dargestellt:

Tabelle 7: Zusammenfassende Beschreibung Assessments Muskelkraft

Elemente der klinisch-neurologisch-orthopädischen Untersuchung	Assessment	Was wird gemessen	Alter	Evidenz	Literatur
Manuelle Muskelkraftmessung (MMT)	MRC-Skala (Medical Research Council, Oxford Skala)	Quantifiziert Muskelkraft der einzelnen Muskelgruppen in 5	K.A.	Indirekt, keine zu USCP	<i>Kleyweg et al. (1991) (178)</i>

		Kategorien			
	Daniel and Worthingham Skala	Quantifiziert Muskelkraft der einzelnen Muskelgruppen auf 8-Punkt-Skala	5-15 Jahre	1 Studie und 1 SR geringer Qualität	Klingels et al. (2010) (52), Dekkers et al. (2014) (166)
	Skala des Muskelfunktionstests nach Kendall	Quantifiziert Muskelkraft	k.A.	indirekt	<i>Kendall et al (2005) (179)</i>
Instrumentelle Muskelkraftmessung	Grip-pinch strength test	Griffkraft mit Dynamometer	5-15 Jahre	1 Studie und 1 SR geringer Qualität	<i>Mathiowetz et al (103),</i> Klingels et al. (2010) (90), Dekkers et al. (2014) (180)
	Task-oriented Arm- hAnd Capacity (TAAC)	Muskelkraft während alltäglichen (ADL)-Aufgaben	6-18 Jahre	Direkte Evidenz (USCP), gering	Geijen et al. (2020) (165), (2019) (181)
	Cup task und Box task	Einhändige maximale Muskelkraft und beidhändige Armkraft	7-18 Jahre	Direkte Evidenz, (USCP), gering	Dekkers et al. (2019) (166)

Der systematische Review von Dekkers et al. (2014) (180) (indirekt, CP) untersuchte, welche Instrumente zur Messung der Kraft in den oberen Extremitäten bei Kindern mit CP derzeit verfügbar sind und wie zuverlässig, valide und praktikabel diese sind. Die Autor*innen identifizierten insgesamt 28 Studien, die Kraftmessinstrumente bei Kindern mit CP evaluierten. Diese Instrumente reichten von manuellen Muskeltests (z. B. MMT), über Handdynamometer bis hin zu isokinetischen Systemen. Die meisten Studien konzentrierten sich auf isometrische oder isotonische Messmethoden. Ein wesentliches Ergebnis des Reviews ist, dass die meisten verfügbaren Instrumente zwar praktikabel und einfach anzuwenden sind, aber häufig unzureichende Angaben zur Messgenauigkeit, Reliabilität und Validität liefern. Besonders problematisch ist, dass viele Studien kleine Stichprobengrößen aufweisen oder keine standardisierten Testprotokolle verwenden. Dies schränkt die Vergleichbarkeit der Ergebnisse

und die Übertragbarkeit in die klinische Praxis erheblich ein. Dennoch zeigten sich einige Instrumente – insbesondere Hand- und Greifkraftmessungen mit Dynamometern – als vielversprechend hinsichtlich ihrer Reliabilität und Anwendbarkeit, besonders bei älteren Kindern oder Kindern mit leichter Ausprägung der CP. Für schwerer betroffene Kinder fehlen hingegen vielfach geeignete, valide Messinstrumente. Die Autor*innen kommen zu dem Schluss, dass es zum Zeitpunkt der Studie keinen Goldstandard zur Messung der Kraft in den oberen Extremitäten bei Kindern mit CP gibt. Sie betonen die Notwendigkeit, in Zukunft methodisch hochwertigere Studien durchzuführen, die standardisierte Protokolle verwenden, unterschiedliche Schweregrade der CP berücksichtigen und die psychometrischen Eigenschaften der Instrumente systematisch evaluieren.

2 instrumentelle Methoden wurden in der Literaturrecherche gefunden, welche für Patient*innen mit USCP entwickelt und untersucht wurden. Dekkers et al. (2019) (166) evaluierten die Konstruktvalidität, Test-Retest-Reliabilität und Interrater-Reliabilität von Cup-Task und Box-Task bei 86 Kindern mit USCP (7–12 Jahre), GMFCS I–II, MACS I–III. Beide zeigten exzellente Test-Retest und Interrater-Reliabilität. Die Korrelation mit isometrischer Griffkraft war moderat ($r=0,63$ für Cup-Task und $0,55$ für Box-Task). 27 % der Kinder konnten die Cup-Task mit der betroffenen Hand nicht durchführen – häufig bei MACS III. Die Tests sind für MACS I–II gut geeignet, für MACS III eingeschränkt. Es gibt noch keine Erkenntnisse über minimale klinisch relevante Änderungen nach einem Training.

Geijlen et al. (2019 und 2020) (165, 181) überprüften in 2 Querschnittsstudien die Test-Retest-Reliabilität und die Konstruktvalidität der TAAC bei 105 Kindern mit USCP im Alter von 6 bis 18 Jahren. Die Test-Retest-Reliabilität war moderat-gut über alle Aufgaben hinweg, sowohl für die stärker als auch die schwächer betroffene Hand. Die bilateralen Aufgaben zeigten eine vergleichbare oder sogar bessere Zuverlässigkeit als die unilateralen Aufgaben. Es zeigten sich niedrig-moderate Korrelationen mit etablierten Messinstrumenten wie Griffkraftmessung, JTHFT, ABILHAND-kids und COPM. Die niedrige Korrelation zum COPM deutet darauf hin, dass TAAC ein anderes Konstrukt misst – nämlich objektive, funktionelle Kraftleistung, nicht subjektive Einschätzungen.

Sensibilität

Die systematische Literaturrecherche ergab 1 Publikation, welche die psychometrischen Eigenschaften von Testinstrumente für die **Sensibilität** untersuchte. Die Evidenz und die Assessments werden in der folgenden Tabelle 8 dargestellt:

Tabelle 8: Zusammenfassende Beschreibung Untersuchung Sensibilität

Elemente der klinisch-neurologisch-orthopädischen Untersuchung	Assessment	Was wird gemessen	Alter	Testgütekriterien	Evidenz	Literatur
Sensibilität (nur OE)						

	TPD	2-Punkt Diskriminierung	5-15 J	Gute Reliabilität (inter-rater und Test-Retest)	Sehr gering, 1 Studie	Klingels et al. (2010) (52)
	Taktile Identifizierung bekannter Objekte	Stereognosie	5-15 J	Gute Reliabilität (inter-rater und Test-Retest)	Sehr gering	Klingels et al. (2010) (52)
	Richtung passive Bewegung	Propriozeption	5-15 J	Gute Reliabilität (inter-rater und Test-Retest)	Sehr gering	Klingels et al. (2010) (52)

Klingels et al. (2010) (52) untersuchten die Interrater- und Test-Retest-Reliabilität der klinischen Beurteilung motorischer und sensorischer Beeinträchtigungen der oberen Extremitäten bei 30 Kindern im Alter von 5 bis 15 Jahren mit USCP. Es wurden sensorische Funktionen (Oberflächensensibilität, Zweipunktdiskriminierung, Stereognosie und Propriozeption) erfasst. Für alle untersuchten sensorischen Modalitäten zeigte sich eine gute Übereinstimmung. Insgesamt war die Test-Retest-Reliabilität höher als die Interrater-Reliabilität.

Posturale Kontrolle

Eingeschlossen wurden 5 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von Testinstrumenten für die **posturale Kontrolle** untersuchten. Die Evidenz und die Assessments werden in der folgenden Tabelle 9 dargestellt:

Tabelle 9: Zusammenfassende Beschreibung Assessments posturale Kontrolle

Assessments Gleichgewicht	Was wird gemessen	Zeit	Alter	Gütekriterien	Evidenz	Literatur
Pediatric Balance scale (PBS)	Transfers, Sitzen, Stehen, Tandemstand, Einbeinstand, sich drehen, vom Boden aufheben, Stehen mit ausgestreckten Armen	10-20 Min	1-16 Jahre	Gute Reliabilität und Validität	Moderate Evidenz für Validität, geringe Evidenz für Reliabilität, geringe Evidenz für USCP	Johnson et al. (2023) (182) Saether et al. (2013) (183)
Berg Balance Scale (BBS)	Transfers, Sitzen, Stehen, Tandemstand, Einbeinstand, sich drehen, vom Boden	10-20 Min	6-14 Jahre	Gute Reliabilität, wenig Daten	Gering für USCP	Johnson et al. (2023)

	aufheben, stehen mit ausgestreckten Armen			zur Validität		(182) Saether et al. (2013) (183)
Kids-BESTest/Mini-BESTest (Balance Evaluation-System-Test)	36 Aufgaben, Mini-BEST 14 Aufgaben: 1. Antizipatorische proaktive Gleichgewicht 2. Reaktive posturale Kontrolle 3. Sensorische Orientierung 4. Dynamisches Gehen	30 Min (Mini-Best 10-15 Min)	7-18 Jahre	Gute Reliabilität, Validität gering	Gering für USCP	Johnson et al. (2023) (182) Saether et al. (2013) (183)
Timed „up and go“ (TUG)	Mobilität, Gleichgewicht, Sturzneigung, Schnelligkeit	5 Min	3-19 Jahre	Gute Reliabilität, Validität gering	Gering für USCP	Johnson et al. (2023) (182) Saether et al. (2013) (183)
Early Clinical Assessment of Balance (ECAB)	Rumpf- und Kopfkontrolle: Kopfflexion, Extension, Rumpfdrehung, Gleichgewicht im Sitzen, Haltungskontrolle im Sitzen und Stehen, Drehen, Treppen, max. 64 Punkte	30 Min	0,5-12 Jahre	Gute Reliabilität und Validität	Geringe Evidenz für USCP	Johnson et al. (2023) (182) Saether et al. (2013) (183)
Fullerton Advanced Balance Scale (FAB)	Stehen mit geschlossenen Augen, Gegenstand greifen mit ausgestrecktem Arm, Drehen, Stufen, Tandem Laufen, Einbeinstand, 2beinhüpfen, Laufen mit Kopfdrehung, reaktive Haltungskontrolle, Max. 40 Punkte	10-12 Min	5-16 J	Gute Reliabilität, Validität gering	Geringe Evidenz für USCP	Johnson et al. (2023) (182) Rose et al. (2006) (184)

Saether et al. (2013) (183) (indirekt, CP) analysierten in einer systematischen Übersichtsarbeit klinische Instrumente zur Beurteilung des Gleichgewichts bei Kindern und Erwachsenen mit CP. Insgesamt wurden 22 unterschiedliche klinische Gleichgewichtsassessments gefunden. Die erfassten Instrumente unterschieden sich hinsichtlich ihres Inhalts, ihres klinischen Anwendungsbereichs, ihrer Konstruktion, sowie hinsichtlich der untersuchten Populationen. Für viele Instrumente konnte lediglich ein moderates oder limitiertes Evidenzniveau festgestellt werden, insbesondere im Hinblick auf Reliabilität und Änderungssensitivität. Die Analyse zeigte zudem, dass viele der verfügbaren Instrumente ursprünglich nicht für Personen mit CP entwickelt wurden. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass, obwohl eine Vielzahl klinischer Werkzeuge zur Beurteilung des Gleichgewichts existiert, es an verlässlicher Evidenz zur Reliabilität und Sensitivität für Veränderungen mangelt.

Johnson et al. (2023) (182) (indirekt, Kinder (mit CP)) analysierten in einer systematischen Übersichtsarbeit die psychometrischen Eigenschaften funktioneller Tests zur Beurteilung der posturalen Kontrolle bei Kindern. Der Review war nicht speziell auf Kinder mit CP fokussiert, die Testverfahren waren jedoch bei Kindern mit CP untersucht. Die meisten Tests zeigten eine gute Reliabilität (Intraklassenkorrelation > 0,70 in 95 % der Fälle), jedoch erwies sich die Validität als inkonsistent und in vielen Fällen methodisch schwach belegt. Besonders strukturelle Validität, interne Konsistenz und Responsivität waren nur für wenige Tests (n = 3) dokumentiert. Nur 2 Tests – der Kids-BESTest und die Fullerton Advanced Balance Scale (FAB) – deckten alle relevanten Aspekte der posturalen Kontrolle ab. Bei den übrigen Tests wurden jeweils nur einzelne Systeme wie antizipatorische posturale Anpassungen, Orientierung im Raum oder sensorische Strategien bewertet. Bezüglich der praktischen Anwendbarkeit (Feasibility) wurden Testdauer, benötigte Ausrüstung und Kosten berücksichtigt. Die meisten Tests konnten innerhalb von 5 bis 20 Minuten durchgeführt werden und waren kostenfrei verfügbar.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass zwar eine Vielzahl an Tests existiert, die meisten jedoch nicht alle posturalen Kontrollsysteme abbilden und nur unzureichend validiert sind.

Selektive motorische Kontrolle

Die systematische Literaturrecherche ergab 2 Publikationen, welche die psychometrischen Eigenschaften von Testinstrumenten für die **selektive motorische Kontrolle** untersuchten. Die Evidenz wird in der folgenden Tabelle 10 dargestellt:

Tabelle 10: Beschreibung Assessments selektive motorische Kontrolle

Elemente der klinisch-neurologisch-orthopädischen Untersuchung	Assessment	Was gemessen wird	Alter	Testgütekriterien	Evidenz	Literatur
Selektive motorische						

Kontrolle						
	Selective Control of the upper extremity scale (SCUES)	4 Komponenten: 1. Spiegelbewegungen, 2. Bewegungen anderer Gelenke 3. Körperbewegungen 4. aktive Range of motion (ROM)	3-18 Jahre	Gute Reliabilität und Validität Praktikabilität limitiert (Videoaufnahme und Auswertung erforderlich)	Gering, direkte Evidenz	Wagner et al, (2016) (185) Yildiz et al. (2022) (186)

Wagner et al. (2016) (185) beschrieben die Entwicklung und Validierung der Selective Control of the Upper Extremity Scale (SCUES), einem klinischen Instrument zur Beurteilung der selektiven motorischen Kontrolle der oberen Extremität bei Kindern mit USCP. Die SCUES basiert methodisch auf der bereits etablierten SCALE zur Beurteilung der unteren Extremitäten. Die Endversion der Skala umfasst 5 Gelenksegmente (Schulter, Ellenbogen, Unterarm, Handgelenk, Hand/Finger) und bewertet charakteristische Symptome reduzierter SMC – darunter Spiegelbewegungen, Mitbewegungen anderer Gelenke, Rumpfbewegungen – mittels eines 4-stufigen Scores (von „keine SMC“ bis „normale SMC“). Die SCUES korrelierte signifikant mit der SHUEE ($\rho = 0,69$; $p = 0,003$), wies aber keine signifikante Korrelation mit dem MACS ($\rho = -0,24$; $p = 0,369$) oder dem Box-and-Block-Test ($\rho = 0,47$; $p = 0,066$) auf. Dies unterstreicht die spezifische Aussagekraft der SCUES zur Bewertung von SMC, während allgemeine Fähigkeitsklassifikationen wie das MACS nicht zwingend die zugrunde liegenden motorischen Steuerungsdefizite abbilden.

In der Studie von Yildiz et al. (2022) (186) wurde die SCUES hinsichtlich ihrer Konstruktvalidität, diskriminativen Validität sowie ihrer Intra- und Interrater-Reliabilität untersucht. An der Studie nahmen 33 Kinder mit USCP im Alter von durchschnittlich 11,5 Jahren teil. Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede der SCUES-Werte zwischen dem betroffenen und nicht betroffenen Arm sowie zwischen verschiedenen Gelenkbereichen. Ebenso ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen entsprechend dem MACS. Die SCUES korrelierte stark negativ mit dem Jebsen-Taylor-Handfunktionstest (JTT; $\rho = -0,80$) und dem MACS ($\rho = -0,78$), was auf eine gute Konstruktvalidität hinweist. Die Reliabilitätsanalyse ergab exzellente intra- und interrater Zuverlässigkeit ($ICC > 0,75$) für alle Gelenke.

Für die SCALE-Skala zur Beurteilung der selektiven motorischen Kontrolle der unteren Extremität wurde für Patient*innen mit USCP in dieser Literaturrecherche keine Evidenz gefunden.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

Die Autor*innen dieser Leitlinie fanden es wichtig, die Elemente der klinisch-neurologisch-

orthopädischen Untersuchung bezüglich Struktur und Funktion bei Patient*innen mit USCP zusammenzufassen. Neben der geschwindigkeitsabhängigen Tonuserhöhung als zentrales Merkmal der spastischen Bewegungsstörung sind weitere Aspekte wie die Muskelkraft, Sensibilität, die posturale Kontrolle und die selektive motorische Kontrolle häufig beeinträchtigt, aber bei der Diagnostik und Therapieevaluation unterschätzt oder wenig berücksichtigt. Im Rahmen eines diagnostischen und therapeutischen Gesamtkonzepts sprechen die Autor*innen als Expertenkonsensus, mit Präferenz der Erfahrungsexpert*innen, eine schwache Empfehlung für die Berücksichtigung dieser Aspekte aus.

Bezüglich der standardisierten Erfassung der Tonuserhöhung, Muskelkraft, Sensibilität, posturaler Kontrolle und der selektiven motorischen Kontrolle kann zur Auswahl der Instrumente anhand der Literatur keine Empfehlung formuliert werden. Zur Messung der Tonuserhöhung sind die klinischen Instrumente zwar praktikabel und breit verbreitet, weisen aber unzureichende und variable Testgütekriterien auf. Die Evidenz ist in fast allen Bereichen indirekt. Geringe direkte Evidenz findet sich bei der Messung der selektiven motorischen Kontrolle. Die Praktikabilität ist bei den Testinstrumenten zur Messung der posturalen Kontrolle und Muskelkraft eingeschränkt

Schlussfolgerung

Die Untersuchung von Muskeltonus, Muskelkraft, Sensibilität, Gleichgewicht/posturaler Kontrolle und selektiver motorischer Kontrolle erscheint für die Einleitung adäquater Therapiemaßnahmen und Verlaufsuntersuchungen mit der Frage nach therapeutischem Ergebnis im Bereich der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP wichtig. Es sind dafür standardisiert anwendbare Instrumente beschrieben: Bezüglich ihrer Auswahl kann jedoch keine evidenzbasierte Empfehlung ausgesprochen werden.

Internet-Links

MAS: <https://www.rehaktivruegge.de/wp-content/uploads/MAS-modifizierte-Ashworth-Skala.pdf>

TS: <https://de.scribd.com/document/125423421/Tardieu-Scale>

MRC: <https://www.ars-neurochirurgica.com/scores-und-klassifikationen/mrc-einteilung-der-kraftgrade>

Skala des Muskelfunktionstests nach Kendall: <https://langs.physio-pedia.com/de/kendall-muscle-grading-system-de/>

2.4.2.7 Testinstrumente für die Ausdauer/ Leistungsfähigkeit

Hintergrund

Patient*innen mit CP zeigen eine reduzierte allgemeine körperliche Belastbarkeit, dies kann sich sowohl auf ihre Mobilität im Alltag als auch auf die Teilnahme an Freizeitaktivitäten, Schulalltag und sozialem Leben auswirken (187). Daten aus populationsbasierten Registern in Europa zeigen, dass 94% der Patient*innen mit USCP ohne Hilfsmittel gehen können (GMFCS I-II), weitere 4 % gehen mit Hilfsmittel (GMFCS III) (14). Gerade aufgrund des hohen

Funktionsniveaus ist die Erfassung der körperlichen Ausdauer und Leistungsfähigkeit ein wichtiger Bestandteil der funktionellen Beurteilung. Die eingeschränkte Ausdauer kann unter anderem durch eine muskuläre Schwäche, eine erhöhte Energieaufwendung bei Bewegungen, asymmetrische Bewegungsmuster und sekundäre orthopädische Veränderungen entstehen. Vorzeitige Ermüdung kann die Selbständigkeit und Motivation im Alltag erheblich beeinflussen.

Zur Beurteilung der kardiovaskulären Leistungsfähigkeit stehen verschiedene Testverfahren zur Verfügung, die sich hinsichtlich ihres physiologischen Ansatzes (aerob vs. anaerob) und des Durchführungssettings (laborbasiert vs. feldbasiert) unterscheiden (187):

- Aerobe Tests messen die Leistungsfähigkeit unter submaximaler oder maximaler Belastung über längere Zeit. Dabei wird der Energiebedarf primär durch Sauerstoffaufnahme gedeckt. Diese Tests geben Auskunft über die Effizienz des Herz-Kreislauf- und Atmungssystems, die Fähigkeit zur Bewegung über längere Zeiträume und den allgemeinen Trainingszustand. Ein häufig verwendeter Parameter ist die $VO_2\text{max}$ – die maximale Sauerstoffaufnahme – welche als Goldstandard zur Beurteilung der aeroben Kapazität gilt (188). Dabei wird die Sauerstoffaufnahme über eine Atemmaske kontinuierlich gemessen. Trotz der hohen Aussagekraft ist dieses Verfahren im klinischen Alltag oft schwer umsetzbar, da es technisches Equipment, medizinische Aufsicht und die Kooperation des Kindes erfordert. Beispiele hierfür sind Stufenprotokolle auf Fahrradergometer oder Laufbänder mit Spiroergometrie.
- Anaerobe Tests erfassen die Fähigkeit, kurzfristig hohe Intensitäten aufrechtzuerhalten, bei denen der Energiebedarf überwiegend ohne Sauerstoffzufuhr gedeckt wird. Diese Leistung ist relevant für funktionelle Anforderungen im Alltag wie schnelles Laufen, Hüpfen oder Treppensteigen. Ein typischer anaerober Test ist z. B. der Wingate-Test auf dem Fahrradergometer, der in einem sehr kurzen, aber intensiven Zeitraum die maximale Leistung misst.
- Laborbasierte Tests – wie die Spiroergometrie – bieten präzise, kontrollierte Messbedingungen und ermöglichen die direkte Erfassung von physiologischen Parametern wie $VO_2\text{max}$, Herzfrequenz, Atemminutenvolumen oder Laktat. Sie erfordern jedoch spezielles Equipment, medizinisches Fachpersonal und eine hohe Kooperationsfähigkeit der Kinder, weshalb sie im Alltag oft nur eingeschränkt einsetzbar sind.
- Feldbasierte Tests sind praxisnah, weniger aufwendig und gut für den klinischen Alltag geeignet, aber auch weniger präzise. Sie messen die Leistungsfähigkeit unter alltagsnahen Bedingungen und eignen sich besonders bei jüngeren oder kognitiv eingeschränkten Kindern. Typische Beispiele sind der Shuttle Run Test oder der Muscle Power Sprint Test (MPST).

1.4.2.14	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann die kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit durch die Messung von VO2max auf einem Laufband oder Fahrrad-Ergometer erfasst werden. Eine Empfehlung für oder gegen ein bestimmtes standardisiertes Protokoll kann auf Grundlage der identifizierten Literatur nicht gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Validität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Reliabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Praktikabilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Balemans et al. (2013), Lennon et al. (2015)	
	Konsens: 85%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 813 Ergebnisse für Testinstrumente zur Untersuchung der Struktur und Funktion, die Erweiterung der Suche nach Reviews bei CP weitere 163 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden 2 systematische Reviews, welche die psychometrischen Eigenschaften von verschiedenen Protokollen zur Messung der Ausdauer bei Kindern und Erwachsenen mit CP untersuchten. Es handelt sich um indirekte Evidenz. Die CP-Subtypen werden in den Publikationen nicht präzisiert, sondern nur das Funktionsniveau mittels GMFCS.

Balemans et al. (2013) (189) (indirekt, CP) bewerteten die psychometrischen Eigenschaften von Messverfahren zur Erfassung der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit bei Kindern mit CP im Alter von 5 bis 14 Jahren. Insgesamt wurden 5 Studien identifiziert – 2 für aerobe und 3 für anaerobe Tests. Besonders gut schnitten 2 feldbasierte Tests ab: der Shuttle Run Test (SRT) für die aerobe Kapazität und der Muscle Power Sprint Test (MPST) für die anaerobe Kapazität. Beide zeigten starke Evidenz für gute Validität und Reliabilität. Die laborbasierten Tests (z.B. Fahrradergometer, Laufband oder Armkurbelergometer) zeigten hingegen nur geringe bis moderate Evidenz, häufig aufgrund methodischer Schwächen und unzureichender statistischer Analysen. Die Autor*innen empfehlen die Standardisierung von

Testprotokollen. Feldbasierte Tests bieten Vorteile hinsichtlich Kosten, Einfachheit und Durchführbarkeit, während laborbasierte Verfahren ressourcenintensiver sind.

Lennon et al. (2015) (190) (indirekt, Erwachsene mit CP) untersuchten in einem systematischen Review die psychometrischen Eigenschaften von Messverfahren zur Bewertung der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit bei Erwachsenen mit CP. Die Ergebnisse zeigten, dass es moderate Evidenz für gute Konstrukt- und Kriteriumsvalidität sowie Test-Retest-Reliabilität bei laborbasierten Fahrradergometrie-Tests für aerobe und anaerobe Kapazität bei gehfähigen Erwachsenen mit CP gibt. Eine submaximale Fahrradergometrie zeigte ebenfalls moderate Evidenz für gute Kriteriumsvalidität. Im Gegensatz dazu wurde für den weit verbreiteten 6-Minuten-Gehtest (6MWT) starke Evidenz für eine schlechte Kriteriumsvalidität als Maß für maximale aerobe Kapazität festgestellt. Für Rollstuhlfahrer gibt es nur begrenzte Evidenz für eine gute Reliabilität bei der Verwendung eines Ergometer-Tests für maximale aerobe Belastung.

Tabelle 11: Aerobe Protokolle für Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Patient*innen mit CP (Kinder und Jugendliche)

	Relevante Studien	Modalität	Alter	Nr.	GMFCS	Beschreibung	Outcome	Psychometrische Eigenschaften
<i>Labortest</i>								
Laufband	(191), Verschuren et al. 2016 (192)	Laufen	11,9+-2,9 11,8+-2,9 Jahre	N=25 N=24	I-II	Gehen mit zunehmender Geschwindigkeit bis zur Erschöpfung	VO ₂ max (ml/kg/min), Geschwindigkeit (km/h)	Nicht untersucht
Fahrrad-Ergometer Test	Brehm et al 2014 (193)	Fahrrad fahren	7-12 Jahre	N=12	I-III	Fahrrad fahren mit konstanter Geschwindigkeit und zunehmender Belastung bis zur Erschöpfung	VO ₂ max (ml/kg/min) Spitzenleistung (W/kg)	Test-Retest Reliabilität +
Arm Ergometer-Test	Verschuren et al 2013 (194)	Armübungstest	13,3+-3,6 Jahre	N=23	III-IV	Der Arm kurbelt bei konstanter Geschwindigkeit und zunehmender Belastung bis zur Erschöpfung	VO ₂ max (ml/kg/min) Spitzenleistung (W/kg)	Nicht untersucht
<i>Feldtest</i>								
10 m shuttle run test	Verschuren et al, 2006 (195) Balemans et al. , 2007 (196) und	Laufen	11,9+-2,9 Jahre 12+-2,8 Jahre	N=25 N=68	I-II	Laufen auf einer 10 m Strecke, die Geschwindigkeit nimmt jede Minute zu, bis zur Erschöpfung	VO ₂ max (ml/kg/min), shuttles/Zeit (min)	Kriteriumsvalidität + Test-Retest Reliabilität + SEM 0.48, SDC 1.32

	Balemans et al 2015(197)							
7,5 m shuttle run test	Verschuren et al 2011 (198)	Laufen	12+-3 Jahre	N=13	III	Laufen auf einer 7,5 m Strecke, die Geschwindigkeit nimmt jede Minute zu, bis zur Erschöpfung	VO2 max (ml/kg/min), shuttles/Zeit (min)	Test-Retest-Reliabilität + (ICC 0.98)
10 m shuttle ride test	Verschuren et al 2013 (194)	Rollstuhlfahren	13,3+-3,6 Jahre	N=23	III-IV	Rollstuhlfahren auf einer 10 m Strecke, die Geschwindigkeit nimmt jede Minute zu, bis zur Erschöpfung	VO2 max (ml/kg/min), Zeit (min)	Test-Retest-Reliabilität + Kriteriumsvalidität +

Tabelle 12: Anaerobe Protokolle für Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei CP-Patient*innen (Kinder und Jugendliche)

	Relevante Studien	Modalität	Alter	Nr.	GMFCS	Beschreibung	Outcome	Psychometrische Eigenschaften
<i>Labortest</i>								
Wingate Fahrradtest	Dallmeijer et al 2013 (148)	Fahrradfahren	7-13 Jahre	N= 22	I-III	Fahrradfahren so schnell wie möglich gegen eine konstante Belastung für 20/30 Sekunden	Durchschnittsleistung (W/kg)	Test-Retest Reliabilität+
Wingate Armübungstest	Verschuren et al 2013 (194)	Armübungstest	7-18 Jahre	N= 23	III-IV	Der Arm kurbelt so schnell wie möglich gegen eine konstante Belastung für 30 Sekunden	Durchschnittsleistung (W/kg)	Test-Retest Reliabilität+ Kriteriumsvalidität +
<i>Feldtest</i>								
Muscle Power Sprint Test (MPST)	Verschuren et al, 2007 (196) und 2013 (194)	Laufen	12,1 +- 2,8 Jahre	N= 68 N= 26	I-II	Rennen so schnell wie möglich 6x auf einer 15 m Strecke	Durchschnittsleistung (W/kg) Zeit (s)	Test-Retest Reliabilität+ Kriteriumsvalidität + Konstruktvalidität +

Muscle Power Sprint Test mit Rollstuhl	Verschuren et al 2013 (194)	Rollstuhlfahren	11,6 +3 Jahre	N= 23	III-IV	Rollstuhlfahren so schnell wie möglich 6x auf einer 15 m Strecke	Durchschnittsleistung (W/kg) Zeit (s)	Test-Retest-Reliabilität+ Konstruktvalidität +

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabellen Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Begründung des Empfehlungsgrades

In Anlehnung an die 2 systematischen Reviews und aufgrund der ausschließlich indirekten Evidenz kann eine Empfehlung für oder gegen ein bestimmtes standardisiertes Protokoll zur Erfassung der kardiovaskulären Leistungsfähigkeit nicht formuliert werden. Erwünschter Effekt ist die Information über kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit, Ausdauer und Fitness der Patient*innen. Als unerwünschten Effekt kann die körperliche Belastung während verschiedener Protokolle (Herz, Lunge) genannt werden.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen der Leitlinie finden es wichtig, dass die Ausdauer und körperliche Leistungsfähigkeit gerade bei meist gehfähigen Patient*innen mit USCP berücksichtigt werden. Die standardisierten Messungen sind hingegen ressourcenintensiv und im Alltag kaum praktikabel.

2.5 Komorbiditäten

PICO-Frage: Welche **zusätzlichen Beeinträchtigungen/Komorbiditäten** treten neben der motorischen Beeinträchtigung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP auf? Welche Folgeerscheinungen sind im Verlauf der Erkrankung zu berücksichtigen?

Neben den charakteristischen motorischen Symptomen treten bei vielen Patient*innen mit USCP weitere gesundheitliche Beeinträchtigungen auf, die in der klinischen Praxis als **Komorbiditäten** oder **Folgeerscheinungen (Komplikationen)** bezeichnet werden (18, 199) (199), (200) Obwohl die zugrundeliegende Hirnfehlbildung oder Hirnläsion nicht progredient ist, können sich Komorbiditäten und Folgeerscheinungen mit der Zeit verändern oder sich entwickeln und die Aktivität, Partizipation und Lebensqualität beeinträchtigen (199).

Komorbiditäten sind zusätzliche Beeinträchtigungen (Anfallsleiden, sowie sensorische, kognitive oder psychische Störungen), die parallel zur CP auftreten und aus derselben zentralnervösen Schädigung resultieren (199). Sie sind keine Folge der motorischen Einschränkungen, sondern treten als direkte Konsequenz der Hirnschädigung auf, die zur CP führte.

Typische Komorbiditäten bei USCP sind:

- Kognitive Entwicklungsstörungen (IQ < 70)

- Epilepsie (ICD-10: G40.0-G40.9)
- Seh- oder Hörstörungen (ICD-10: H53-H54; H90-H95)
- Sprach- und Kommunikationsstörungen (ICD-10: R47-R49)
- Aufmerksamkeitsdefizit und Hyperaktivität (ICD-10: F90.0), Autismus-Spektrum-Störung (ICD-10: F84.0-F84.9)

Diese Komorbiditäten variieren in Häufigkeit und Schwere. Die Komorbiditäten beeinflussen maßgeblich die Teilhabe im Alltag, die schulische Entwicklung und die Lebensqualität.

Komplikationen oder Folgeerscheinungen sind sekundäre Probleme, die sich im Verlauf der Erkrankung entwickeln, meist als direkte Folge der motorischen Beeinträchtigung, des veränderten Muskeltonus oder der eingeschränkten Beweglichkeit.

Typische Komplikationen bei USCP sind:

- Gelenkfehlstellung, Kontrakturen, Beinlängendifferenz (ICD-10: M84.0-M84.99; M21.0-M21.99; M67.1-M67.99)
- Hüftsubluxation oder -luxation (ICD-10: M24.3-M24.49)
- Skoliose (ICD-10: M41.4-M41.9)
- Osteoporose bzw. verringerte Knochendichte (ICD-10: M81.9-M81.99)
- Mangelernährung, Ernährung über Gastrostoma (ICD-10: E46; Z93.1)
- Schmerzen (ICD-10: M79.6-M79.69)

Diese Komplikationen entstehen im Krankheitsverlauf.

Populationsbasierte Studien untersuchten die Häufigkeit und Ausprägung begleitender Beeinträchtigungen (Komorbiditäten). Patient*innen mit USCP zeigten im Vergleich zu anderen CP-Subtypen (bilateral-spastische CP, dyskinetische CP) häufiger ein milderes klinisches Bild (14, 201). Die meisten Kinder sind gehfähig und weisen keine schwerwiegenden Komorbiditäten auf. Etwa 25%-30% der Patient*innen entwickeln eine Epilepsie. Diese Daten haben eine besondere Bedeutung in der frühen Beratung der Familien bezüglich Prognoseeinschätzung und Therapieplanung bei diesem CP-Subtyp.

Im folgenden Abschnitt wird auf die einzelnen Komorbiditäten kurz eingegangen:

Kognitive Beeinträchtigung

Kognitive Probleme im Sinne von Lernschwierigkeiten oder einer Intelligenzminderung finden sich bei Kindern mit USCP seltener als bei anderen Formen der Zerebralparese. Uvebrant (1988) (202) stellte in seiner populationsbasierten Studie mit 169 Kinder mit USCP bei 12 % der Frühgeborenen mit USCP eine leichte Intelligenzminderung fest; 6 % der reifgeborenen Kinder hatten eine schwere und 13 % eine leichte Intelligenzminderung. In der SCPE-Datenbank mit über 11.000 Kindern aus europäischen CP-Registern (14) hatten 78 % eine normale oder nahezu normale kognitive Entwicklung ($IQ \geq 70$), 15 % wiesen eine milde bis moderate Intelligenzminderung auf ($IQ\ 50-69$) und 7 % hatten eine schwere kognitive Beeinträchtigung ($IQ < 50$). Fehlings et al. (2021) (203) verglichen das kognitive Profil von

Kindern mit USCP nach MCA-Infarkt mit Kindern, deren USCP Folge einer periventrikulären Infarzierung war. Kinder mit USCP als Folge eines Infarktes zeigten im Vergleich zur PVI-Gruppe im Schnitt schlechtere neurokognitive und sensomotorische Outcomes. Darüber hinaus sollte bei Patient*innen mit CP ein besonderes Augenmerk auf exekutive Funktionen gelegt werden, da diese einen bedeutenden Einfluss auf die Lebensqualität haben (204).

Sehstörungen werden in den populationsbasierten Kohorten (14) bei etwa 22 % der Kinder mit USCP beschrieben, davon sind 2 % schwer beeinträchtigt (Visus < 0,3), 20 % haben leichtere Einschränkungen. Schwere zerebrale Sehprobleme sind selten und werden hauptsächlich bei zum Termin geborenen Kindern berichtet (Prävalenz etwa 5 %). In der australischen Kohorte (201) hatten 24% eine Sehstörung, 1% eine schwere Sehstörung. Eine Hemianopsie wird wahrscheinlich oft übersehen, da sie von den Kindern gut kompensiert wird und nur erkannt wird, wenn gezielt danach gesucht wird (200). Die Bildgebung des Gehirns (MRT) kann einen Hinweis geben, wenn die optische Strahlung oder der visuelle Kortex auf einer Seite eindeutig beeinträchtigt ist, beispielsweise aufgrund einer porenzephalen Läsion oder eines ausgedehnten Infarkts.

Hörstörungen wurden bei lediglich 5 % der Kinder mit USCP festgestellt, 1 % mit schwerem Hörverlust (> 70 dB).

Epilepsie ist eine wichtige Komorbidität bei USCP, sie kommt bei etwa einem Drittel der Kinder vor. Eine Epilepsie tritt bei USCP häufiger auf, wenn kortikale Fehlbildungen oder kortikale Läsionen vorliegen. Zur ausführlichen Beschreibung der Epilepsie und Diagnostik siehe separater Abschnitt zu Epilepsie und EEG.

Sprach- und Kommunikationsprobleme:

In einer populationsbasierten Kohorte aus Australien (201), N=3466 Patient*innen mit CP geboren 1996 - 2005) hatten von 976 Patient*innen mit USCP 36% ein Sprach- und Kommunikationsproblem („Some impairment“), 4% konnten nicht sprechen („nonverbal“). Uvebrandt (1988) (202) fand in seiner populationsbasierten Kohorte von 169 Kinder mit USCP 12 Kindern mit schwerem Sprachproblem, alle hatten auch eine schwere Intelligenzminderung, 8 von diesen Patient*innen hatten auch eine Epilepsie.

ADHS und Autismus-Spektrum-Störung:

Zur Prävalenz der Verhaltensauffälligkeiten bei USCP gibt es wenig populationsbasierte Registerdaten. Einzelne Studienergebnisse müssen nach Meinung der Autor*innen dieser Leitlinie vorsichtig interpretiert werden, da die diagnostischen Kriterien z.T. nicht einheitlich sind. Novak et al. (2012) (199) fand in einem systematischen Review moderate Evidenz für das Auftreten von Verhaltensauffälligkeiten bei 1 von 4 Kindern mit CP und Evidenz hoher Qualität für ein erhöhtes Risiko bei kognitiven Störungen, ohne Daten speziell für USCP (199). Pahlman et al. (2022) (205) untersuchten bei 184 Kindern mit CP in einer populationsbasierten Studie den Zusammenhang zwischen neuropsychiatrischen Störungen (Autismus-Spektrum-Störung und/oder ADHS) und MRT-Befunden, um festzustellen, ob bestimmte Läsionsmuster mit einem erhöhten Risiko für diese Störungen assoziiert sind. Autismus kam bei 30 %, ADHS

bei 31 % der Kinder vor; 15 % hatten beide Diagnosen. Autismus war signifikant häufiger bei Kindern mit Läsionen der weißen Substanz, ADHS war signifikant häufiger bei Kindern mit Infarkt der Arteria cerebri media (62 %). Kinder mit bilateralen Hirnläsionen hatten häufiger eine Intelligenzminderung und eine Epilepsie, aber nicht häufiger einen Autismus oder ADHS als Kinder mit unilateralen Läsionen. **Die Autor*innen schlussfolgern, dass Autismus und ADHS bei Kindern mit CP häufig sind, unabhängig vom Schweregrad der motorischen Einschränkungen.** Die Art der Hirnläsion (insbesondere weiße Substanz vs. Arteria cerebri media) kann laut Autor*innengruppe Hinweise auf das Risiko spezifischer neuropsychiatrischer Begleitstörungen geben.

Für die Beschreibung der Häufigkeit der Folgeerscheinungen steht weniger Evidenz aus populationsbasierten Studien zur Verfügung.

Gelenkfehlstellung, Kontrakturen, Beinlängendifferenz

Eine einseitige Muskeltonuserhöhung führt bei Patient*innen mit USCP typischerweise zu Gelenkfehlstellung unterschiedlicher Ausprägung (206). An der oberen Extremität kommt es zu einer Adduktion-/Innenrotation der Schulter, Flexion des Ellbogens, Pronation des Unterarmes, zur Flexion des Handgelenkes, der Finger und Daumen („Thumb-in-palm Deformität“, „Schwanenhalsdeformität“).

An der unteren Extremität können sich eine Adduktion, Innenrotation und Flexion der Hüfte, Knieflexion und Fußfehlstellungen entwickeln.

Typische Fußfehlstellungen bei USCP sind:

- Spitzfuß
- Klumpfuß, häufig in Kombination mit einem Spitzfuß
- Pes planovalgus

Eine *Beinlängendifferenz* bei Verkürzung des betroffenen Beins um mehr als 1,5 cm, die als reell bezeichnet wird, tritt bei ca. 1/3 der Patient*innen mit USCP auf (207).

Fehlstellungen können einzeln oder in Kombinationen an der betroffenen Extremität auftreten. Bleiben die Gelenke zu lange in der jeweiligen Fehlstellung, kommt es zur Verkürzung der Muskulatur, Sehnen, Bänder und Gelenkkapseln und es entwickeln sich nicht reversible Kontrakturen. Fußfehlstellungen führen zu Schmerzen, Druckläsionen, Bildung von Schwielen und beeinträchtigen die Schuhversorgung und die Mobilität.

Hüftluxationen und -subluxationen sind bei USCP seltener als bei bilateral betroffenen Kindern (208) und (209). Generell gilt, dass das Risiko der Hüft-Subluxation mit höherem GMFCS-Level zunimmt. In der Studie von Hägglund et al. (209) hatten 95,7% der Kinder mit USCP einen Migrationsindex nach Reimers < 33% (also keine Subluxation), 4,3% einen Reimers-Index von 33-39% und keine Luxation. Die Studie belegt eine starke Abhängigkeit des Subluxationsrisikos vom CP-Subtyp und insbesondere vom GMFCS-Level. Während Kinder

mit bilateral-spastischer CP ein Risiko von bis zu 79 % für eine Hüftluxation aufwiesen, blieb das Risiko bei Kindern mit reiner Ataxie oder USCP bei null. Noch deutlicher war die Korrelation mit dem GMFCS-Level: kein Kind mit GMFCS I entwickelte eine relevante Hüftkopfverlagerung, 64 % der Kinder mit GMFCS V zeigte hingegen einen MI > 40 %.

Skoliose

Skoliose tritt bei Kindern mit USCP häufiger bei schlechter Rumpfkontrolle oder bei funktionellen Asymmetrien im Gangbild auf, abhängig vom Alter und GMFCS-Level (210, 211). In der prospektiven Registerstudie von 666 Kindern mit CP im Alter von 4-18 Jahre hatten von 129 Kindern mit USCP 35 eine klinisch milde, 4 eine klinisch moderat-schwere Skoliose. Von den 4 letzteren zeigte das Röntgenbild bei 2 Kindern einen Cobb-Winkel von 0-10 Grad, bei einem Kind einen Cobb-Winkel von 11-20 Grad. Diese Studie zeigte auch einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem GMFCS-Level und dem Risiko, eine Skoliose zu entwickeln, unabhängig vom CP-Subtyp. Kinder mit einem hohen motorischen Einschränkungsggrad (GMFCS IV–V) hatten ein signifikant höheres Risiko, bis zum Alter von 18 Jahren eine moderate oder schwere Skoliose zu entwickeln – etwa 50 %. Dagegen war das Risiko bei Kindern mit GMFCS I oder II nahezu vernachlässigbar.

Weitere, bei CP beschriebene Folgeerscheinungen wie *Mangelernährung*, *Ernährung über Gastrostoma* und *Osteoporose* und sind bei USCP deutlich seltener beschrieben. Diese Komplikationen treten typischerweise bei Patient*innen mit schweren motorischen Funktionseinschränkungen (GMFCS IV–V) auf.

Die Analyse der Prävalenz der Gastrostomie bei 661 norwegischen Kindern mit CP, darunter 232 mit USCP (10) ergab einen einzigen Patient*innen mit USCP und Gastrostoma. Der Anteil der Kinder mit Gastrostomie betrug insgesamt 14 %, wobei diese besonders häufig bei schwer betroffenen Kindern mit bilateral-spastischer oder dyskinetischer CP vorkam.

In einer populationsbasierten Multizenterstudie untersuchten Dahlseng et al. (2012) (212) die Prävalenz und Unterschiede in der Anwendung der Ernährung mittels Gastrostomie bei Kindern CP in 6 europäischen Ländern. Von 1295 Kinder geboren 1999-2001 hatten 457 Kinder eine USCP, davon wurden 3 Kinder über Gastrostoma ernährt. Diese Studie unterstreicht, dass die Ernährung über Gastrostoma bei Kindern mit USCP sehr selten ist, begründet durch das hohe motorische Funktionsniveau dieser Patientengruppe.

Osteoporose ist ebenfalls bei Patient*innen mit schwerer motorischer Beeinträchtigung (GMFCS IV-V) und Inaktivität von Bedeutung. Trinkh et al. (2025) (213) nennen als Risikofaktoren außerdem die Unterernährung und langjährige Einnahme bestimmter Antiepileptika; letzteres spielt bei Patient*innen mit USCP und Epilepsie eine Rolle.

Schmerzen

Hierzu verweisen wir auf das entsprechende Kapitel dieser Leitlinie.

2.6 Diagnostik

PICO-Frage: Welche diagnostischen Maßnahmen sind zur ätiologischen Klärung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP sinnvoll?

Einleitung

Die Diagnose der USCP wird klinisch gestellt, die Definition, auf der sie beruht, ist eine phänomenologische mit der Eingrenzung auf eine Gehirnerkrankung und einen bestimmten Zeitraum der Entstehung (siehe Abschnitt Definition USCP). Um die Ätiologie oder Pathogenese zu verstehen, ist eine spezifische Diagnostik sinnvoll und notwendig, zu der im Folgenden Stellung genommen wird.

2.6.1 MRT

PICO-Frage: Ist die Durchführung einer **MRT** des Schädels bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP sinnvoll?

Hintergrund

Die CP entsteht durch eine nicht progrediente Störung / Läsion / Auffälligkeit des sich entwickelnden Gehirns (2). Ereignisse, die das sich entwickelnde Gehirn betreffen verursachen Läsionen oder Fehlbildungen abhängig vom Stadium der Gehirnentwicklung. Cerebrale Magnetresonanztomographie kann Läsionen oder Fehlbildungen identifizieren. Während des 1. und 2. Schwangerschaftstrimesters ist die corticale Neurogenese ein Hauptfaktor der Gehirnentwicklung, charakterisiert durch Proliferation, Migration und Organisation der neuronalen Vorläuferzellen, später der Neuronen. Störungen zu diesem Zeitpunkt sind insbesondere durch Fehlbildungen gekennzeichnet.

Während des 3. Trimesters und neonatal, wenn die grobe Architektur des Gehirns etabliert ist, sind Wachstum und Differenzierung, welche bis in die postnatale Phase andauern (Bildung von Axonen, Dendriten und Synapsen, Myelinisierung) vorherrschend. Störungen zu diesem Zeitpunkt sind durch Läsionen gekennzeichnet. Im frühen 3. Trimester ist vor allem die weiße Substanz, insbesondere die periventriculäre weiße Substanz betroffen, gegen Ende der Schwangerschaft werden corticale und tiefe graue Substanz empfindlicher (214).

In der Neonatalzeit und im ersten Lebensjahr steht als cerebrale Bildgebung die Schädelsonographie als Bedside-Test zur Verfügung. Im Vergleich zu seriellen Ultraschalluntersuchungen bringt die MRT des Schädels Zusatzinformationen, die wichtig sind für die Beratung bezüglich Outcome: Myelinisierung der hinteren Kapselschenkel, kortikale Fehlbildungen und Läsionen, Auffälligkeiten im Bereich der hinteren Schädelgrube (53). Bei CT-Untersuchungen besteht der Nachteil einer Strahlenbelastung und eingeschränkter Aussagekraft bezüglich Auffälligkeiten des Kortex, der hinteren Schädelgrube und der Myelinisierung.

Die cerebrale MRT ist keine Bedside-Untersuchung. Im Säuglingsalter können „feed and sleep“-Methoden für die Durchführung angewendet werden, meistens wird im Kleinkindalter jedoch eine Sedierung oder Narkose für die Durchführung benötigt.

Zur MRT bei USCP liegen 3 verschiedene Arten von Publikationen vor und werden im folgenden Abschnitt dargestellt:

- Beschreibung populationsbasierter oder zentrumbasierter Kohorten mit Prozentangaben der auffälligen Befunde und Beschreibung der verschiedenen MRT-Muster bei früh- und reifgeborenen Kindern mit USCP
- Publikationen, die quantitative oder qualitative Messinstrumente für die Beschreibung der MRT-Befunde vorschlagen
- Publikationen, die zum Verständnis Morphologie-Funktion beitragen.

2.6.1.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A ↑↑	Bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP oder erstmals diagnostizierter zentraler Halbseitensymptomatik soll als cerebrale Bildgebung eine MRT-Untersuchung des Gehirns durchgeführt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Identifizierung Pathogenese/Ätiologie Hoch ⊕⊕⊕⊕ Prognose Komorbiditäten Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Krägeloh-Mann et al. (2007), Robinson et al. (2009), Reid et al. (2014), Horber et al. (2020)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage:

Die systematische Literaturrecherche ergab 861 Ergebnisse für die Diagnostik der USCP, die Erweiterung der Suche auf Reviews bei CP weitere 187 Ergebnisse.

Identifizierung der Pathogenese/Ätiologie

Eingeschlossen wurden 33 Publikationen, welche die diagnostische Wertigkeit der cerebralen MRT (Erklärung der Pathogenese/Ätiologie, Morphologie-Funktionsbeziehung oder Scoring-Systeme) untersuchten und den Einschlusskriterien entsprachen.

9 eingeschlossene Studien untersuchten die Prozentzahl der auffälligen Befunde in der cerebralen Bildgebung bei Kindern mit CP, darunter 2 Reviews und 7 populationsbasierte oder Kohortenstudien. Alle Publikationen gaben separat die Anzahl der Patient*innen mit USCP an und 3 Studien untersuchten nur Patient*innen mit USCP. Insgesamt sind 2076 Patient*innen

mit USCP in diesen Publikationen erfasst. In 4 Studien wurden auch Patient*innen mit cerebraler CT-Untersuchung eingeschlossen. Die Fragestellung war, in welcher Prozentzahl die Ätiologie oder zumindest die Pathogenese der CP durch die MRT-Untersuchung zu erklären ist (diagnostischen Ausbeute).

Der systematische Review von Krägeloh-Mann et al. (2007) (215) zeigte, dass die cerebrale MRT bei 86 % der untersuchten Kindern mit CP Auffälligkeiten aufwies und in 83 % der Fälle Hinweise auf die zugrunde liegende Ursache lieferte. Die häufigsten MRT-Befunde waren periventrikuläre Läsionen der weißen Substanz (56 %), gefolgt von Läsionen der grauen Substanz (18 %) und Hirnfehlbildungen (9 %). In diesem Review, hatten 90% der Patient*innen mit USCP Auffälligkeiten in der cerebralen MRT. Frühgeborene hatten häufiger periventrikuläre Läsionen (90 %), während bei reifgeborenen Kindern häufiger graue Substanzläsionen und Hirnfehlbildungen vorkamen. Die Autor*innen schlussfolgern, dass die cerebrale MRT hilfreich ist, den Zeitpunkt und die zugrunde liegende Ursache der Schädigung bei CP besser zu verstehen.

Reid et al. (2014) (216) fassten populationsbasierte Studie zur cerebralen Bildgebung bei CP 1995 und 2012 zusammen und beschrieben in 86% Auffälligkeiten. Von den insgesamt 393 Patient*innen mit USCP wiesen 89% Auffälligkeiten in der cerebralen Bildgebung auf.

In populationsbasierten Studien, welche nur cerebrale MRT untersuchten (14, 217), wurden in einer Prozentzahl von 95,4% und 94% Auffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen mit USCP beschrieben. In etwa 10% traten Fehlbildungen des Gehirns auf, in ca. 40% überwiegend Läsionen der weißen Substanz und in ca. 30% überwiegende Läsionen der grauen Substanz. Die unspezifischen Befunde lagen bei etwa 7%. Damit ist davon auszugehen, dass die zerebrale MRT in gut 90% der Kinder- und Jugendlichen mit USCP auffällig ist. Sie gibt zudem Hinweise auf die Pathogenese bei 83% dieser Patient*innen.

In retrospektiven und prospektiven Krankenhausbasierten Kohortenstudien zur MRT bei Patient*innen mit USCP betrug die Prozentzahl der auffälligen Befunde 91 % (218) -95,5% (219). Wenn sowohl MRT als auch CT-Befunde berücksichtigt wurden, lag die diagnostische Ausbeute bei 82% (220) bis 85,85% (221).

Reorganisation, Morphologie-Funktion-Beziehung

Da bei der USCP die zugrunde liegende Gehirnveränderung meist nur eine Gehirnhälfte (-hemisphäre) betrifft und, wie oben ausgeführt, früh in der Gehirnentwicklung entsteht, gibt es bezüglich der funktionellen Ausfälle Kompensationsmöglichkeiten durch Reorganisation in die gesunde Hemisphäre, die in den folgenden Studien systematisch untersucht wurden. Deren Ergebnisse sind wichtig für die Einschätzung und Prognose der funktionellen Defizite bei Kindern mit USCP.

Die systematische Literaturrecherche ergab 21 Publikationen, welche die Morphologie-Funktionsbeziehung und Reorganisation des motorischen Systems, sensorischen Systems und der Sprache bei einseitigen Hirnläsionen und USCP untersuchten, darunter 4 systematische Reviews.

Staudt et al. (2000) (222) beschrieben bei 12 Patient*innen mit USCP eine starke Korrelation zwischen motorischer Beeinträchtigung der oberen und unteren Extremität und der Ausdehnung der periventrikulären Läsion. Die Studie von Staudt et al. (2002) (223) lieferte Evidenz, dass die Art der kortikospinalen Reorganisation bei Patient*innen mit USCP vom Ausmaß der Hirnläsion abhängt. Demnach wurden 2 Möglichkeiten der Beteiligung der

ipsilateralen Hemisphäre beschrieben: (i) vom prämotorischen Typ, d. h. ohne ipsilaterale motorische Projektionen, aber mit erheblicher Aktivierung ipsilateraler prämotorischer Bereiche, dies war charakteristisch für kleinere Läsionen, oder (ii) vom primären motorischen Typ, d. h. mit abnormalen ipsilateralen kortikospinalen Projektionen zur paretischen Hand, charakteristisch für größere Läsionen. Die Studie von Staudt et al. (2004) (224) befasste sich mit der Frage, ob die Reorganisation nach einer angeborenen Hirnschädigung bei Patient*innen mit USCP durch den „Zeitpunkt“ der Läsion während der pränatalen und perinatalen Periode beeinflusst wird. Untersucht wurden 34 Patient*innen mit USCP mit verschiedenen Läsionstypen, die ein früheres oder späteres ‚Timing‘ charakterisieren (Fehlbildung, PVL, Infarkt) mittels transkranieller Magnetstimulation und fMRI. Die Autor*innen formulierten folgende „Regeln“ der sensomotorischen Reorganisation bei USCP:

- wenn eine Läsion die normale kontralaterale kortikospinale Kontrolle über die paretische Hand aufhebt, behält die gesunde Hemisphäre die ursprünglich angelegte, schnell leitende ipsilaterale kortikospinale Bahnen zur paretischen Hand bei
- über eine Reorganisation mit ipsilateralen kortikospinalen Bahnen kann eine sinnvolle Handfunktion erreicht werden; sie ist jedoch nie so gut wie die Funktion, die die kontralaterale Bahn vermittelt.
- die Effektivität der sensomotorischen Reorganisation mit ipsilateralen kortikospinalen Bahnen nimmt gegen Ende der Schwangerschaft deutlich ab; ipsilaterale Bahnen, die nach Läsionen im späten dritten Trimenon rekrutiert werden, vermitteln oft keine sinnvolle Handfunktion mehr.

Staudt et al. (2002) (223) konnten zeigen, dass nach linkshemisphärischen Läsionen der Sprachareale homotope Regionen der gesunden rechten Hemisphäre rekrutiert werden können. Lidzba et al. (2017) (225) untersuchten Läsionsmerkmale, die die interhemisphärische Reorganisation des Sprachverständnisses und der Sprachproduktion bei Patient*innen mit USCP und linkshemisphärischen Hirnläsionen (periventrikuläre Läsionen und MCA-Infarkte) charakterisieren. Die Reorganisation der Sprachproduktion war dabei vordergründig (bei 16 von 17 Patient*innen). Die etwas weniger beobachtete zusätzliche Reorganisation des Sprachverständnisses (7 von 19) stand im Zusammenhang mit temporo-parietalen Läsionen, insbesondere am Gyrus supramarginalis, und an der hinteren Inselrinde.

Das systematische Review von Gaberova et al. (2018) (226) fasste fMRT-Studien zur Reorganisation bei Patient*innen mit USCP zusammen. Zusätzlich zu den bereits vorgestellten Studien wurden auch Studien bezüglich des sensorischen Systems bei USCP zusammengefasst mit der Konklusion, dass das sensorische System limitierter gegenüber einer Reorganisation erscheint, wahrscheinlich aufgrund des Fehlens einer primären ipsilateralen somatosensorischen Repräsentation. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die Reorganisationsmodelle unterschiedlich und vom Ausmaß und Zeitpunkt des Schadens abhängig sind.

Mehrere Studien analysierten die Morphologie-Funktionsbeziehung bei Patient*innen mit USCP. Hierzu wurden MRT-Auffälligkeiten in Korrelation mit der Handfunktion angeschaut. Holmström et al. (2010) (227) analysierten die Handfunktion in Relation zu Läsionen und kortikalen Projektionen bei 17 Patient*innen mit USCP und fanden, dass die Kombination aus Art, Lokalisation und Ausmaß der Läsion ein stärkerer Prädiktor für die Handfunktion ist als der Läsionstyp allein. Feys et al. (2010) (228) fanden in ihrer Studie von 53 Kindern mit USCP,

dass Kinder mit periventrikulären Läsionen die beste motorische Funktion erzielten. Innerhalb dieser Gruppe schnitten Kinder mit rein periventrikulären Läsionen im Vergleich zu gemischten Läsionen deutlich besser ab. Die Ergebnisse zeigten außerdem, dass MCA-Infarkte und Basalganglien-/Thalamusläsionen signifikant mit einer schlechteren Handfunktion korrelierten. Dies entspricht den o.g. Beobachtungen, dass späte 3. Trimenon Läsionen, um die es sich hier handelt, auch bei Rekrutierung der ipsilateralen Bahn, eine schlechtere Handfunktion ermöglichen. Holmefur et al. (2013) (229) explorierten in ihrer Studie bei 32 Kindern mit USCP anatomische Auffälligkeiten für die Prädiktion der Handfunktion. Die Läsionstypen waren vorwiegend MCA Infarkte und Läsionen der periventrikulären weißen Substanz (white matter damage of immaturity). Sie fanden, dass die höchste Vorhersagekraft für eine bessere Entwicklung der Handfunktion das Fehlen einer zusätzlichen Beteiligung der Basalganglien und des Thalamus war, unabhängig von der Art der Hirnläsion.

Die Handfunktion wurde auch anhand des Schädigungsmusters und des Ausmaßes der Schädigung der weißen Substanz vorhergesagt.

Reid et al. (2015) (230) untersuchten in einer populationsbasierten Studie den Zusammenhang zwischen cerebralen MRT-Befund und motorischer Outcome bei CP und Läsionen der weißen Substanz. Eingeschlossen wurden 272 Patient*innen, 40% USCP. Bilateralität und Symmetrie der Läsionen, Grad des Substanzverlusts und Kleinhirnanomalien waren die stärksten unabhängigen Prädiktoren für die grobmotorische Funktion.

Mailleux et al. (2017) (231) korrelierten in ihrer Studie die Handfunktion mit dem Zeitpunkt der zugrundeliegenden Hirnläsion und fanden, dass in der Gruppe der Läsionen der kortikalen und tiefen grauen Substanz Ort und Ausmaß der Läsion einen größeren Einfluss auf die Handfunktion zu haben scheinen als in der Gruppe Läsionen der periventrikulären weißen Substanz. Die gleiche Autorengruppe korrelierte kinematische Auffälligkeiten in der 3D-Bewegungsanalyse mit dem Zeitpunkt der zugrundeliegenden Hirnläsion und fanden, dass kinematische Auffälligkeiten bei Kindern mit Läsionen der kortikalen und tiefen grauen Substanz im Vergleich zu früheren Läsionen der periventrikulären weißen Substanz stärker von der Lokalisation und dem Ausmaß der Läsion beeinflusst werden. Eine Läsion der hinteren Kapselschenkel (PLIC) war ein wichtiger Prädiktor für pathologische Handbewegungen, unabhängig vom Zeitpunkt der Läsion.

Riva et al. (2013) (232) korrelierten in einer prospektiven Studie die kognitive Entwicklung mit cerebralen Auffälligkeiten und EEG-Veränderungen bei 26 Patient*innen mit USCP und fanden, dass auf individueller Ebene größere Läsionen und einige EEG-Merkmale (hauptsächlich Verlangsamung als Zeichen einer strukturellen Hirnschädigung), häufiger mit geringeren intellektuellen Fähigkeiten verbunden waren.

Inguaggiato et al. (2013) (233) stellten in einem systematischen Review die Evidenz bezüglich Effekte der nichtinvasiven Interventionen auf cerebrale Strukturen und Funktion bei Kindern mit USCP zusammen. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass nichtinvasive Rehabilitationsstrategien messbare neuroplastische Veränderungen im sensorisch-motorischen Kortex hervorrufen, die mit einer Verbesserung der motorischen Fähigkeiten in der betroffenen Extremität einhergehen. Diese Schlussfolgerung ist jedoch aufgrund der starken methodischen Einschränkungen der überprüften Studien weitgehend eingeschränkt.

In einer populationsbasierten Registerstudie untersuchten Himmelmann et al. (2020) (7) das funktionelle Profil von Patient*innen mit CP in Korrelation mit MRT-Auffälligkeiten, darunter 1320 Kinder mit USCP. Bei USCP dominierten 2 verschiedene Muster: Läsion der weißen

Substanz und Läsionen der grauen Substanz (Infarkt der mittleren Hirnarterie). Die beiden Gruppen hatten ein ähnliches Beeinträchtigungsindexprofil, unterschieden sich jedoch hinsichtlich der Prävalenz begleitender Beeinträchtigungen. Kinder mit USCP und Läsionen der grauen Substanz hatten einen höheren Anteil schwerer kognitiven Beeinträchtigungen und Epilepsie als Kinder mit Läsionen der weißen Substanz.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die starke Empfehlung resultiert aus dem hohen Evidenzgrad, der auf großen Registern und Krankenhauskohorten für Patient*innen mit CP, speziell auch mit USCP, beruht. Die Praktikabilität ist gegeben. Für die Untersuchung wird im Kleinkindalter Sedierung oder Narkose benötigt mit entsprechenden Risiken. Zur Auswertung der Bilder ist ein entsprechendes Gerät, Personal und Ausbildung notwendig. Der Nutzen überwiegt dem potenziellen Schaden. Die Erfahrungsexpert*innen zeigten in der Konsensfindung eine deutliche Präferenz für die Durchführung der Untersuchung.

Schlussfolgerung

Auch wenn die Diagnose der USCP klinisch gestellt wird, ist die cerebrale MRT-Untersuchung eine sinnvolle und notwendige zusätzliche Diagnostik bei Patient*innen mit USCP, da sie in gut 90% die zugrunde liegende Gehirnveränderung nachweisen kann, und meistens auch die Pathogenese aufzeigen kann. Die MRT-Untersuchung ermöglicht durch die Erfassung der Lokalisation und Ausdehnung der der USCP zugrunde liegenden Läsion/Fehlbildung auch ein Verständnis für Morphologie-Funktions-Beziehung, d.h. für die Schwere des motorischen Funktionsdefizits und erlaubt, das Risiko für Komorbiditäten wie Epilepsie und kognitive Beeinträchtigung einzuschätzen.

Quantitative oder qualitative Messinstrumente für die Beschreibung der MRT-Befunde

3 Publikationen beschrieben quantitative oder qualitative Messinstrumente (Scores) für die Beschreibung der cerebralen MRT-Befunden.

Shiran et al. (2014) (234) beschrieben ein quantitatives Score-System für die Hirnläsionen, die bei USCP vorliegen. Folgende Punkte werden berücksichtigt:

- Anzahl der betroffenen Lappen (für jeden betroffenen Lappen wurde 1 Punkt vergeben, bis zu einem Maximum von 4 Punkten, wenn alle 4 Lappen in der verletzten Hemisphäre betroffen waren).

- Läsion der weißen Substanz:

- a. der Volumenverlust der weißen Substanz in den betroffenen Regionen im Vergleich zur nicht betroffenen Seite. Das Ausmaß des Volumenverlusts der weißen Substanz wurde wie folgt beschrieben: keiner (0 Punkte), leicht (1 Punkt), wenn der Volumenverlust weniger als 40 % beträgt, mittel (2 Punkte), wenn der Volumenverlust etwa 40–60 % beträgt, und schwer (3 Punkte), wenn der Volumenverlust mehr als 60 % beträgt.

- b. Das Vorhandensein von T2-Signaländerungen, die eine Gliose widerspiegeln, wurde unabhängig vom Ausmaß mit 1 Punkt und das Fehlen von Gliose mit 0 Punkten bewertet.

c. Das Vorhandensein parenchymaler zystischer Veränderungen (ohne Exvacuodilatation des Ventrikels) wurde mit 1 Punkt bewertet, das Fehlen zystischer Veränderungen mit 0 Punkten.

3. Läsionen der grauen Substanz:

a. Eine Auffälligkeit der grauen Substanz des Kortex wurde unabhängig vom Ausmaß mit 1 Punkt bewertet. Eine Anomalie der grauen Substanz des Kortex spiegelte sich im Falle einer Läsion durch Ausdünnung und/oder Signalanomalie wieder und durch Verdickung und abnormale Struktur im Falle einer angeborenen Fehlbildung. b. Tiefe Läsionen der grauen Substanz wurden auf das Ausmaß der Beteiligung der Basalganglien und des Thalamus hin untersucht, indem für jeden 1 Punkt vergeben wurde, bis zu einer maximalen Punktzahl von 4 Punkten, wenn Nucleus caudatus, Putamen, Globus pallidus und Thalamus betroffen waren.

4. Schwere Läsionen der weißen Substanz wurden bewertet, indem für das Vorhandensein von Signaländerungen in jedem der folgenden Punkte 1 Punkt vergeben wurde:

vorderer Kapselschenkel, hinterer Kapsel der inneren Kapsel und äußere Kapsel. Darüber hinaus wurde das Vorhandensein einer Asymmetrie der Hirnstiele auf Höhe des Mittelhirns ebenfalls mit 1 Punkt bewertet

Der Score wurde bei 27 Patient*innen mit USCP angewandt und zeigte eine hohe Inter- und Intrarater-Reliabilität sowie signifikante Assoziationen mit manuellen Scores: MACS; Jebsen-Taylor test of hand function, CHEQ.

Himmelman et al. publizierten 2017 (235) das qualitative System Magnetic Resonance imaging Classification System (MRICS), basierend auf den pathogenetischen Auffälligkeiten, welche einer CP zugrunde liegen können. Ziel des Systems war, eine Klassifikation für CP-Register zu etablieren. Es wurde eine Harmonisierung mit Klassifikationen aus anderen CP-Registern vorgenommen. Das MRICS besteht aus 5 Hauptgruppen: A. Fehlbildungen (kortikale und andere Fehlbildungen), B. Läsionen der weißen Substanz (PVL, Blutung und die Kombination aus beiden), C. Läsionen der grauen Substanz (Basalganglien-Thalamus-Läsionen, kortikale Läsionen und arterielle Infarkte), D. Unspezifische Befunde und E. Normalbefunde. MRICS ermöglicht CP-Registern, Befunde anhand der MRT-Bilder oder anhand des schriftlichen Befundes zu klassifizieren. Ausführliche Beschreibung für Lehrzwecke und Fallbeispiele stehen online kostenlos zur Verfügung.

Fiori et al. (2015) (236) beschreiben eine semiquantitative Skala (sqMRIscale) für cerebrale MRT-Befunde bei Patient*innen mit USCP als Folge einer Läsion der weißen Substanz. In der Publikation wird die Skala bei 23 Patient*innen mit USCP untersucht und mit AHA, Melbourne Assessment, Jebsen-Taylor Test und Stereognosie. Schwerere Läsionen korrelierten mit einer schlechteren sensorisch-motorischen Funktion der paretischen Hand und einer beeinträchtigten strukturellen Konnektivität in der Hemisphäre kontralateral zur klinischen Seite der Hemiplegie. Die quantitative strukturelle MRI-Bewertung zeigte sich nützlich zur Untersuchung der Struktur-Funktions-Beziehungen des Gehirns, muss jedoch weiter validiert werden

Internet-Link

MRICS: <https://scpe.edu.eacd.org/scpe/reference-and-training-manual.php>

PICO-Frage: In welchem Alter sollte eine MRT des Schädels durchgeführt werden? Welche Vorteile hat eine frühe MRT des Schädels vs. späte MRT-Untersuchung?

1.6.1.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A ↑↑	Bei Neugeborenen mit Krampfanfällen, hypoxisch-ischämischer oder neonataler Enzephalopathie oder auffälliger cerebralen Ultraschallbefunde soll eine cerebrale MRT-Untersuchung zur Klärung der Ätiologie erfolgen.	
Qualität der Evidenz:		
Frühe Identifizierung Pathogenese/Ätiologie Hoch ⊕⊕⊕⊕ Prognose Komorbiditäten Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Novak et al. (2017), Wagenaar et al. (2020), Baak et al. (2023)	
	Starker Konsens: 100%	
1.6.1.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei unauffälliger cerebraler Bildgebung vor dem Abschluss der Myelinisierung (etwa Alter von 2 Jahren) bei einem Kind mit halbseitiger motorischer Störung sollte die MRT-Untersuchung nach dem Alter von 2 Jahren wiederholt werden. Eine auffällige MRT-Untersuchung vor dem Alter von 2 Jahren, welche die Pathogenese der USCP eindeutig erklärt, sollte nicht wiederholt werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzlage

Es wurden 7 Publikationen eingeschlossen, welche die diagnostische Wertigkeit einer frühen MRT-Untersuchung (neonatal und im Säuglingsalter) analysierten, darunter eine Guideline, ein systematischer Review und 3 weitere Studien.

Novak et al. (2017) (16) formulierten eine starke Empfehlung für die Durchführung einer MRT-

Untersuchung bei Risikopatienten, um Auffälligkeiten in den motorischen Arealen zu detektieren, basierend auf Evidenz hoher Qualität und mit der Anmerkung, dass eine normale MRT-Untersuchung die Diagnose einer CP nicht ausschließt.

Ryll et al. (2019) (117) entwickelten und validierten in ihrer Studie ein prädiktives Modell zur frühzeitigen Vorhersage von USCP bei 52 Säuglingen mit asymmetrischen perinatalen Hirnläsionen. Es wurde innerhalb eines Monats nach dem errechneten Geburtstermin eine MRT-Untersuchung durchgeführt und zwischen 3,5 und 4,5 Monaten die Handfunktion mittels HAI bewertet. Das Modell verwendete prädiktive Faktoren wie Beteiligung der kortikospinalen Bahnen und der Basalganglien/Thalamus in der MRT, die HAI-Werte, das Gestationsalter und das Geschlecht. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Vorhersagegenauigkeit für USCP (AUC = 0,98) für das Modell Kombination von MRT-Befunden mit der frühen Handfunktionsbewertung erwies sich als zuverlässig für eine frühzeitige Risikoabschätzung.

George et al. (2021) (61) untersuchten in ihrer prospektiven Kohortenstudie frühe klinische und MRT-Biomarker für kognitive und motorische Entwicklung bei 98 Frühgeborenen <31 Schwangerschaftswochen. Die Frage war, welche Kombinationen aus frühen klinischen Untersuchungen und MRT das motorische und kognitive Outcome im Alter von 2 Jahren am besten vorhersagen. Erhoben wurden HNNE, General Movements Assessment (GMA), Neonatal Behavioural Scale in der 32. SSW, TEA und im korrigierten Alter von 3 Monaten sowie MRT-Untersuchungen. Die Beurteilung im Alter von 2 Jahren erfolgte mit den Bayley Scales of Infant and Toddler Development. Die beste Vorhersage für motorische Entwicklung war die Kombination aus GMA im Alter von korrigiert 3 Monaten, MRT zum errechneten Termin (TEA-MRT) und HNNE-Reflexbewertung in der 32. Woche.

Die Studie von Wagenaar et al. (2019) (56) verglich verschiedene Methoden zur frühzeitigen Vorhersage von USCP bei 45 Säuglingen mit unilateralen perinatalen Hirnläsion (UPBI). Untersucht wurden die prädiktive Genauigkeit der Magnetresonanztomographie (MRT) inklusive Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) sowie die Hand Assessment for Infants. Die Ergebnisse zeigten, dass DTI-basierte Asymmetrie-Indizes der corticospinalen Bahnen (CST) bereits vor 5 Lebensmonaten eine hohe Vorhersagekraft für USCP aufwiesen (AUC = 0,94), während HAI insbesondere nach 8 Lebensmonaten eine zuverlässige Prognose ermöglichte (AUC = 1,0). Vor 5 Lebensmonaten war DTI die genaueste Methode, während HAI ab 8 Monaten alle USCP-Fälle korrekt identifizierte. Die Studie schlussfolgert, dass eine Kombination aus bildgebenden Verfahren und standardisierten klinischen Tests wie HAI die frühzeitige Identifikation von Säuglingen mit hohem USCP-Risiko verbessern kann.

Der systematische Review von Baak et al. (2023) (67) untersuchte frühe Prädiktoren nach einem perinatalen arteriellen ischämischen Schlaganfall. Eine frühe (neonatale) MRT kann in 80-90% Veränderungen erkennen, die mit einer USCP assoziiert sind. Die Beteiligung der hinteren Kapselschenkel und der Basalganglien in der neonatalen MRT nach Stroke zeigt in der Kombination eine Sensitivität von 88% (72–97%) und Spezifität von 95% (87–99%) für die Entwicklung einer USCP. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die Kombination aus MRT-gestützter Analyse der kortikospinalen Bahnen und motorischen Assessments (GMA, HAI) die höchste prädiktive Genauigkeit für USCP nach neonatalem arteriellen Stroke bietet. Für nicht-motorische Outcomes (kognitive Defizite, Sprachprobleme oder Verhaltensstörungen) konnten keine zuverlässigen frühen Marker identifiziert werden.

Übersichtsartikel von Michael-Asalu et al. (2019) (237) und Mendoza-Sengco et al. (2023) (15) (beide indirekt, CP) zur frühen Diagnose der Cerebralparese betonen, dass unauffällige frühe

MRT-Untersuchungen bei Patient*innen mit USCP nach Abschluss der Myelinisierung, in der Regel nach dem Alter von 2 Jahren, wiederholt werden sollten, weil milde periventrikuläre Gliosen oder Basalganglien-Thalamusläsionen vor dem Abschluss der Myelinisierung übersehen werden können. Hierzu liegen keine systematisch durchgeführten Studien vor, daher formulierte die Leitliniengruppe eine Empfehlung als Expertenkonsensus. Wiederum fand die Leitliniengruppe wichtig zu formulieren, dass frühe MRT-Untersuchungen, die auffällig sind und die Pathogenese der USCP eindeutig erklären, im Verlauf nicht wiederholt werden sollten, weil bei unveränderter Symptomatik keine neuen Erkenntnisse zu erwarten sind.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die starke Empfehlung resultiert aus dem hohen Evidenzgrad. Der Nutzen bezüglich korrekter Diagnose, Abschätzung des Schweregrades der USCP und der Komorbiditäten überwiegt einem potenziellen Schaden bei einer frühen MRT, welche mit Sedierung durchgeführt wird. Für die Wiederholung einer unauffälligen MRT-Untersuchung nach Abschluss der Myelinisierung wurde aufgrund fehlender systematischer Untersuchungen eine Empfehlung als Expertenkonsensus formuliert. Bei einer unnötigen Wiederholung der MRT-Untersuchung überwiegt der potenzielle Schaden.

Schlussfolgerung

Eine frühe MRT-Untersuchung ist sehr hilfreich für die frühe Diagnose einer USCP, für die Beratung bezüglich Einschätzung des motorischen Schweregrades und zusätzlicher Komorbiditäten.

2.6.2 Gerinnungsdiagnostik

PICO-Frage: Bei welchen Symptomen und wann sollte eine **Gerinnungsdiagnostik** bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP durchgeführt werden?

Bezüglich Gerinnungsdiagnostik verweist die Leitliniengruppe auf die folgenden AWMF-Leitlinien:

- S3-Leitlinie 022-029 "Arteriell ischämischer Schlaganfall im Kindesalter (> Neugeborenenalter)"
- S2k-Leitlinie 024 – 024 Schlaganfall und Sinus-Venen-Thrombose des Neugeborenen

2.6.3 Genetische Diagnostik

PICO-Frage: Bei welchen Symptomen und wann sollte bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP eine **humangenetische Diagnostik** zur Anwendung kommen?

Hintergrund:

In den letzten Jahren hat die genetische Diagnostik eine zunehmende Bedeutung erlangt. Moderne genomische Verfahren wie Whole-Exome-Sequencing (WES) und Whole-Genome-Sequencing (WGS) konnten die Rolle genetischer Faktoren bei der Ätiologie der CP aufzeigen

(238). Zahlreiche Studien untersuchten monogenetische Ursachen oder Prädispositionsfaktoren im Zusammenhang mit CP. Insbesondere die Diagnose einer potenziell behandelbaren progredienten Erkrankung, welche sich klinisch als „CP-Mimikry“ manifestieren kann, ist für Betroffene von Bedeutung (239).

Studien zur genetischen Diagnostik bei Cerebralparese suchen nach Kopienzahlvariationen (Copy Number Variations CNVs), Einzelgenmutationen oder nach Prädisposition und Vulnerabilitätsfaktoren (240-242).

- Kopienzahlvariationen beschreiben strukturelle Veränderungen, die dadurch entstehen, dass bestimmte Gene in erhöhter oder verringerter Kopienzahl vorliegen (Duplikation oder Deletion). Im Gegensatz zu klassischen Punktmutationen betreffen CNVs größere Bereiche des Genoms, die mehrere Gene umfassen können.
- Es wurden eine Reihe von Einzelgenmutationen bei Patient*innen mit CP-Patient*innen im Zusammenhang mit Hirnfehlbildungen oder mit Ionkanalerkrankungen identifiziert, meistens bei ataktischer CP.
- Studien zur Prädisposition und Vulnerabilitätsfaktoren untersuchen z.B. häufige genetischen Varianten mit Prädisposition zur Thrombose oder Blutung in CP-Kohorten
- Studien zu Kandidatengenen suchen nach monogenen Krankheitsgenen im Zusammenhang mit CP.

Verwendete Verfahren für diese Analysen sind Array-CGH (Comparative Genomic Hybridization, ermöglicht das Hochdurchsatz-Screening auf Deletionen oder Duplikationen im Genom), Whole-Exome-Sequencing (WES) und Whole-Genome-Sequencing (WGS) (237).

Vorteil der genetischen Diagnosestellung ist die Möglichkeit einer genetischen Beratung. Patient*innen und Eltern erhalten Informationen über das Wiederholungsrisiko. Durch die genaue Diagnosestellung können weitere aufwendige Untersuchungen vermieden werden. Die Probengewinnung erfolgt durch eine Blutentnahme.

Nachteil der genetischen Diagnostik sind die Befunde unklarer klinischen Relevanz. Nicht alle genetischen Varianten, die identifiziert werden, haben eine eindeutige klinische Bedeutung. Die Komplexität der Interpretation erschwert die Beratung, da die Ergebnisse nicht immer eine klare Erklärung für die Erkrankung liefern. Eine genetische Diagnose kann für Betroffene und ihre Familien emotional belastend sein, insbesondere wenn sie mit einer ungünstigen Prognose oder einer fehlenden Therapieoption verbunden ist. Die Speicherung und Nutzung genetischer Daten werfen ethische und datenschutzrechtliche Fragen auf, insbesondere hinsichtlich der Weitergabe an Dritte oder mögliche Diskriminierung (z. B. durch Versicherungen) (243). Die Durchführung der genetischen Analyse ist mit hohen Kosten verbunden.

2.6.3.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Eine genetische Diagnostik sollte bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP zur Klärung der Ätiologie in folgenden Situationen durchgeführt werden: - cerebrale Fehlbildungen in der MRT-Untersuchung - unauffällige cerebrale MRT-Untersuchung - unspezifische cerebrale MRT-Befunde, welche die motorische Störung nicht erklären, - fortschreitende motorische Störung, - schwere Entwicklungsstörung/geistige Behinderung, - positive Familienanamnese.	
Qualität der Evidenz:		
Identifizierung Ätiologie Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Zarrei et al. (2018), Gonzales-Mantilla et al. (2023)	
	Starker Konsens: 100%	

2.6.3.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Indikation zur genetischen Diagnostik sollte eine Whole-Exom oder Whole-Genom-Sequenzierung erfolgen.	
Qualität der Evidenz:		
Identifizierung Ätiologie Moderat ⊕⊕⊕⊖ Praktikabilität Moderat ⊕⊕⊕⊖	<i>Relevante Literatur:</i> Zarrei et al. (2018), Gonzales-Mantilla et al. (2023)	
	Starker Konsens: 100%	

2.6.3.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Kindern nach neonatalem Schlaganfall sollte neben einer Gerinnungsdiagnostik eine gezielte genetische Untersuchung auf prädisponierende Faktoren erfolgen (nach Schlaganfall-Leitlinie AWMF-Reg.Nr 022-029).	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab 861 Ergebnisse für die Diagnostik bei USCP, die Erweiterung der Suche auf Reviews bei CP weitere 187 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden 7 Publikationen über die genetische Diagnostik, welche den Einschlusskriterien entsprachen, darunter ein systematischer Review zur Cerebralparese als indirekte Evidenz, eine Studie zur USCP als direkte Evidenz und 5 weitere Studien zu der Relevanz der COL4A-Mutation bei Cerebralparese und speziell USCP.

Zarrei et al. (2018) (244) untersuchten seltene und de novo CNVs bei Patient*innen mit USCP, aus 9 klinischen Zentren aus Ontario, Kanada, um deren Häufigkeit und potenzielle genetische Relevanz zu bestimmen. 97 Kinder mit USCP wurden zusammen mit ihren biologischen Eltern genetisch untersucht. DNA wurde mittels Mikroarray-Technologie auf CNVs analysiert. Die CNVs der Patient*innen wurden mit einer Kontrollgruppe von 10.851 gesunden Individuen verglichen. Familien mit auffälligen CNV-Befunden erhielten eine Exomsequenzierung zur Identifikation zusätzlicher genetischer Veränderungen. De novo CNVs wurden in 7,2 % der Fälle gefunden. Seltene vererbte CNVs wurden bei 18,6 % der Patient*innen nachgewiesen, darunter CNVs in Regionen, die mit bekannten genomischen Störungen in Verbindung stehen (z. B. 22q11.21-Duplikationen). In 23,7 % der Probanden konnte eine genetische Ursache für die USCP identifiziert werden. Die Ergebnisse bestätigen, dass genetische Faktoren eine signifikante Rolle in der Ätiologie der USCP spielen. De novo CNVs sind häufiger als in Kontrollgruppen. Die Autor*innen unterstreichen die Relevanz der genetischen Diagnostik bei CP, insbesondere bei Patient*innen ohne klare perinatale Risikofaktoren.

Im systematischen Review und Meta-Analyse von Gonzales-Mantilla et al. (2023) (245) (indirekt, CP) wurde der diagnostische Nutzen von Exom- oder Genomsequenzierung bei CP untersucht. Eingeschlossen wurden Studien mit mindestens 10 CP-Patient*innen, die mittels Exom- oder Genomsequenzierung untersucht wurden (13 Studien mit insgesamt 2612 CP-Patient*innen; in vier Studien wurde der Anteil der Patient*innen mit USCP mit 24,5%-41% angegeben). Die Gesamtdiagnoserate lag bei 31,1 % (95 %CI 24,2–38,6 %; $I^2 = 91$ %). Die Diagnoserate war in pädiatrischen Populationen (34,8 %) höher als in Erwachsenenpopulationen (26,9 %). Studien mit Ausschlusskriterien (z. B. Patient*innen ohne erkennbare Risikofaktoren für CP) hatten eine höhere Diagnoserate (42,1 %) als Studien ohne solche Kriterien (20,7 %). Pathogene oder wahrscheinlich pathogene Varianten wurden in verschiedenen Genen identifiziert, die mit neurologischen Auffälligkeiten in Verbindung stehen, darunter *CTNNB1*, *SPAST*, *GNAO1*, *ATL1*, *CACNA1A* und *TUBB4A*. In 36,8 % der Fälle mit genetischem Befund führte dieser zu Änderungen im klinischen Management (z. B.

medikamentöse Anpassungen, gezielte Überwachungsmaßnahmen).

Auch wenn die eingeschlossenen Studien nicht populationsbasiert und zum Teil sehr selektiert waren, zeigt der Review die Rolle genetischer Faktoren bei der CP auf. Eine frühzeitige genetische Diagnose kann nicht nur zur ätiologischen Klärung beitragen, sondern auch therapeutische und prognostische Entscheidungen verbessern. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass diese Meta-Analyse starke Evidenz dafür liefert, dass Exomsequenzierung als diagnostische Standardmethode für CP-Patient*innen in Betracht gezogen werden sollte.

Bezüglich der 13 Studien in dieser Meta-Analyse fällt auf, dass die Diagnosekriterien für CP in den Studien heterogen betrachtet wurden und teilweise nicht den aktuellen Diagnosekriterien entsprechen. In Studien wie von Chopra et al. (2022) (246) (indirekt, CP) mit klaren Diagnosekriterien, fanden sich pathogene und wahrscheinlich pathogene Varianten bei 26,0 % der Patient*innen mit CP (13 von 50). Sie betonten, dass jede Person in ihrer Kohorte mit einer genetischen Auffälligkeit, die auf WES identifiziert wurde, mindestens eines der folgenden Merkmale aufwies: (a) Klassifizierung als kryptogene CP (d. h. keine Risikofaktoren für CP identifiziert: keine Frühgeburtlichkeit oder niedriges Geburtsgewicht, keine perinatalen Komplikationen); (b) Klassifizierung als CP-Mimikry (d. h. progressive Erkrankungen); (c) syndromale Merkmale/ Fehlbildungen; (d) blutsverwandte Eltern. Die Autor*innen dieser Leitlinie verwendeten diese Situationen für die Empfehlung einer genetischen Diagnostik.

Die Empfehlung zur Durchführung einer genetischen Diagnostik bei schwerer kognitiver Entwicklungsstörung/geistiger Behinderung resultiert aus der AWMF-Leitlinie S2k zur Intelligenzminderung.

Die eingeschlossenen Studien hatten als Grundlage für eine präzise Diagnosestellung eine Whole-Exome- oder Whole-Genome-Sequenzierung.

5 Studien berichteten die Rolle der Defekte im COL4A1-Gen (247-251) (alle indirekt). Mutationen im COL4A1-gen erhöhen dieser Publikationen zufolge nicht nur das Risiko für Stroke, sondern auch für Schizenzephalie und Porenzephalie (bzw periventrikuläre weiße Substanzschädigungen) nach pränatalen und ggf. (bei Frühgeborenen) peri-neonatalen Blutungen, wobei sie in der letztgenannten Gruppe jeweils 50 % bzw 16 % ausmachen. Defekte im COL4A1-Gen können vererbt werden (autosomal dominant mit reduzierter Penetranz) oder neu auftreten. Da der Phänotyp hauptsächlich aus einer Erkrankung kleiner (oder großer) Gefäße besteht, die die Augen und am häufigsten auch andere Organe wie die Nieren betreffen kann, ist eine gründliche Familienuntersuchung wichtig. Systematische Analysen in populationsbasierten Kohorten zu COL4A1-Mutation bei USCP stehen nicht zur Verfügung, so dass die Autor*innen der Leitlinie eine Empfehlung als Expertenkonsensus für genetische Diagnostik bei Schlaganfall formuliert haben.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Der schwache Empfehlungsgrad wird durch die moderate Evidenzlage mit einer Studie als direkte Evidenz begründet. Der Nutzen einer genetischen Diagnostik besteht in der

Identifizierung der Ätiologie und Abgrenzung möglicher Behandlungsoptionen. Potenzielle Schäden für Patient*innen und Angehörige entstehen durch Verunsicherung bei unklarem Ergebnis und Stigmatisierung. Daher einigte sich die Leitliniengruppe auf eine schwache Empfehlung in klar definierten Situationen. Erfahrungsexpert*innen zeigten eine Präferenz für die Durchführung.

Schlussfolgerung

Nach cerebraler Bildgebung ist die genetische Diagnostik mittels WES/WGS bei Patient*innen mit USCP und cerebraler Fehlbildungen in der MRT, bei unauffälliger oder unspezifischer cerebraler MRT-Untersuchung, fortschreitender motorischer Störung, schwerer Entwicklungsstörung/geistige Behinderung, positiver Familienanamnese der nächste diagnostische Schritt.

2.6.4 Diagnostik Komorbiditäten

PICO-Frage: *Welche diagnostischen Maßnahmen sind erforderlich, um bei Kindern mit USCP die **Komorbiditäten und Folgeerscheinungen zu diagnostizieren**? Welche **Surveillance-Programme** sind zur Prävention von Folgeerscheinungen sinnvoll?*

Diagnostik kognitive Störung: AWMF-Leitlinie S2k Intelligenzminderung

Diagnostik Epilepsie: siehe Empfehlungen im separaten Abschnitt dieser Leitlinie

Diagnostik Sehstörung, Hörstörung, Sprachstörung: in Anlehnung an die Guidelines Ashwal et al. (2004) (252) und Review Novak et al. (2012) (199) wird diesbezüglich keine separate Empfehlung zur Diagnostik formuliert, diese Untersuchungen sind Bestandteile des Neugeborenen Screenings und der kinderärztlichen Vorsorgeuntersuchung

ADHD: AWMF—Leitlinie S3 ADHS bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen

Autismus: AWMF-Leitlinie S3 Autismus-Spektrum-Störungen im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter, Teil 1: Diagnostik

2.6.4.1 Surveillance-Programme zur Prävention der Folgeerscheinungen:

Präventionsprogramme wie die Hüftampel, Wirbelsäulenampel und Fußampel sind Instrumente zur frühzeitigen Erkennung und Behandlung muskuloskelettaler Komplikationen bei Kindern mit CP. Diese Programme basieren auf standardisierten Screening-Protokollen, die auf dem Schweregrad der motorischen Beeinträchtigung (GMFCS-Level) und spezifischen Risikofaktoren beruhen.

2.6.4.1.1 Hüftampel

Hägglund et al. (2014) (209) (indirekt, CP) untersuchte die Wirksamkeit eines populationsbasierten Vorsorgeprogramms zur Verhinderung von Hüftluxationen bei Kindern mit CP über einen Zeitraum von 20 Jahren in Südschweden. Seit 1994 wird dort das CPUP-Programm angewendet, das eine strukturierte klinische und radiologische Überwachung der Hüftentwicklung bei Kindern mit CP ermöglicht. Ziel ist es, beginnende Luxation der

Hüftgelenke frühzeitig zu erkennen und präventive Maßnahmen zu ergreifen, bevor es zu einer vollständigen Luxation kommt. Die Studie zeigt durch den Vergleich 3 Geburtskohorten (eine Kontrollgruppe (Geburtsjahre 1990–1991), eine erste Studiengruppe (1992–1997) sowie eine zweite Studiengruppe (1998–2007)), einen signifikanten Rückgang der Inzidenz von Hüftluxationen durch das Überwachungsprogramm.

Im Untersuchungszeitraum unterzogen sich 13 % der insgesamt 689 Kinder aus den Studiengruppen präventiven chirurgischen Eingriffen, darunter Adduktor-Psoas-Tenotomien und proximale Varusosteotomien. Es zeigte sich, dass vor allem Kinder mit hohem funktionellen Einschränkungsgang (GMFCS-Level IV und V) sowie mit bilateraler-spastischer oder dyskinetischer CP häufiger operativ behandelt wurden. Der Anteil an Kindern mit präventiver Operation nahm signifikant mit dem GMFCS-Level zu. Ein wichtiger Befund der Studie ist, dass keine der in das CPUP aufgenommenen Kinder eine Hüftluxation entwickelte – abgesehen von 2 nicht operablen Fällen – was auf die Effektivität des Programms hinweist. Die Autor*innen betonen die Bedeutung der frühzeitigen Identifikation von Risikokindern, der regelmäßigen radiologischen Kontrolle und der rechtzeitigen Durchführung präventiver Operationen. Sie argumentieren, dass Hüftluxationen bei Kindern mit CP durch ein strukturiertes Überwachungsprogramm vollständig vermeidbar sind.

In Deutschland wird die sogenannte „Hüftampel“ verwendet. Die Hüftampel nutzt den Migrationsindex (MI) nach Reimers zur Beurteilung der Hüftkopfüberdachung. In Kombination mit dem GMFCS-Level erfolgt eine Einteilung in Ampelfarben:

Grün: MI < 30 % – niedriges Risiko; jährliche klinische und radiologische Kontrollen

Gelb: MI 30–40 % – moderates Risiko; halbjährliche Kontrollen und konservative Maßnahmen wie Physiotherapie oder Botulinumtoxin-Injektionen

Rot: MI > 40 % – hohes Risiko; Indikation zur operativen Intervention

2.6.4.1.2 Wirbelsäulenampel

Die Wirbelsäulenampel wurde analog zur Hüftampel zur Früherkennung und Prävention von Skoliose, insbesondere bei Kindern mit höherem GMFCS-Level, entwickelt (siehe Link unten).

Durchführung: Ab dem 4. Lebensjahr werden regelmäßige klinische Untersuchungen durchgeführt, ergänzt durch radiologische Kontrollen bei erhöhtem Risiko. Die Einteilung erfolgt ebenfalls in Ampelfarben.

Grün: Keine klinischen Auffälligkeiten; jährliche Kontrollen.

Gelb: Erste Anzeichen einer Skoliose; halbjährliche Kontrollen und konservative Maßnahmen wie Physiotherapie.

Rot: Deutliche Skoliose; Indikation zur Korsettversorgung oder operativen Therapie.

2.6.4.1.3 Fußampel:

Ziel: Frühzeitige Erkennung und Behandlung von Fußfehlstellungen wie Spitzfuß oder Klumpfuß, die bei Kindern mit CP häufig auftreten.

Durchführung: Die Fußampel basiert auf der klinischen Beurteilung der Fußstellung, der Beweglichkeit und der Funktion im Alltag. Je nach Schweregrad erfolgt eine Einteilung in

Ampelfarben:

Grün: Normale Fußstellung; regelmäßige Kontrollen.

Gelb: Leichte Fehlstellungen; konservative Maßnahmen wie Physiotherapie oder Orthesen.

Rot: Schwere Fehlstellungen; Indikation zur operativen Korrektur.

Internet-Link:

Hüft-Ampel: http://cpup.se/wp-content/uploads/2013/07/CPUPprevent_hip_dislocation20130210.pdf

https://www.swiss-cp-reg.ch/wp-content/uploads/sites/11/2025/03/Hueftbroschuere_deutsch.pdf

Wirbelsäulen-Ampel: <https://www.netzwerk-cerebralparese.de/wp-content/uploads/2022/02/Wirbelsaeulenampel-Artikel-KJA.pdf>

Fuß-Ampel: <https://www.netzwerk-cerebralparese.de/wp-content/uploads/2022/09/220903-Fussampel-i-A4.pdf>

2.6.4.2 Epilepsie, EEG

Hintergrund

Epilepsie ist aufgrund der kortikalen Fehlbildungen und kortikalen Läsionen, welche einer USCP zugrunde liegen können, eine wichtige Komorbidität (253). Die EEG-Diagnostik ist nützlich, sowohl um eine wahrscheinliche Epilepsiediagnose zu untermauern als auch um das Vorhandensein oder Fehlen eines definierbaren Epilepsiesyndroms zu kategorisieren. Kinder mit ausgeprägten EEG-Anomalien haben ein höheres Risiko für Entwicklungsverzögerungen und kognitive Beeinträchtigungen. Das EEG kann auch auffällig sein, wenn keine klinisch erkennbaren Anfälle in der Anamnese vorliegen (253).

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit folgenden Fragen: Wie relevant ist eine Epilepsie als Komorbidität bei Patient*innen mit USCP, und in welchen Situationen ist eine EEG-Untersuchung sinnvoll, um Auffälligkeiten frühzeitig diagnostizieren zu können und eine Überdiagnostik zu vermeiden.

Empfehlungen über die konkrete Behandlung einer Epilepsie sind nicht der Bestandteil dieser Leitlinie. Wir verweisen diesbezüglich auf die aktuellen Leitlinien zur Anfallsbehandlung.

Präzisierung der in diesem Abschnitt verwendeten Definitionen:

Aktive Epilepsie: Anfälle unter laufender antiepileptischer Medikation (Definition der CP-Register)

Therapieresistente Epilepsie: Versagen von adäquaten Therapieversuchen von 2 in Mono- oder Kombinationstherapie gut tolerierten, für das Epilepsiesyndrom und den Anfallstyp zutreffend ausgewählten Antiepileptika in einer adäquaten Dosis für eine ausreichende Dauer, um anhaltende Anfallsfreiheit zu erreichen (Konsensusdefinition Internationale Liga gegen

Epilepsie).

2.6.4.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A↑↑	Bei Patient*innen mit USCP soll bei jeder klinischen Untersuchung nach anfallsverdächtigen Zuständen gefragt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Frühe Diagnosestellung Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität Hoch ⊕⊕⊕⊕	Literatur: Ashwal et al. (2004), Novak et al. (2012 und 2017), Sellier et al. (2012)	
	Starker Konsens: 100%	
2.6.4.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: A↑↑	Bei Patient*innen mit USCP mit V.a. Anfallsereignisse soll eine zeitnahe EEG-Untersuchung (Schlaf-EEG) durchgeführt werden.	
Qualität der Evidenz:		
Diagnosestellung Hoch ⊕⊕⊕⊕ Praktikabilität Hoch ⊕⊕⊕⊕	Literatur: Ashwal et al. (2004), Novak et al. (2012 und 2017), Wanigasinghe et al. (2010)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab für Komorbiditäten und Diagnostik der Komorbiditäten bei USCP 237 Ergebnisse. Die Erweiterung der Suche auf CP 634 Ergebnisse. Eingeschlossen wurden für Epilepsie 14 Publikationen, welche den Einschlusskriterien entsprachen, darunter eine Guideline und ein systematischer Review. Diese Publikationen

beziehen sich mit 3 Ausnahmen auf Patient*innen mit CP (indirekte Evidenz). Eine weitere Publikation wurde als Expertenempfehlung hinzugenommen (254).

Die eingeschlossenen Publikationen analysieren einerseits Kohorten von CP-Patient*innen mit Angabe der Prozentzahl von Patient*innen mit Epilepsie und Zusammenhang mit anderen Komorbiditäten, andererseits Epilepsiesyndrome und Anfallsarten bei Patient*innen mit CP.

*Publikationen zum Auftreten der Epilepsie bei Patient*innen mit USCP und Assoziation mit anderen Komorbiditäten*

Die Guidelines von Ashwal et al. (2004) (252) (indirekt, CP) empfehlen die Durchführung eines EEGs, wenn bei einem Kind mit CP in der Anamnese oder Untersuchung Anzeichen auf das Vorliegen einer Epilepsie hindeuten (Level A; Evidenzklasse I und II). Der systematische Review von Novak et al. (2012) (199) (indirekt, CP) fasst prognostische Angaben bezüglich CP zusammen, wobei alle Angaben auf hohem Evidenzgrad nach GRADE beruhen: jedes vierte Kind mit CP entwickelt eine aktive Epilepsie, jedes dritte Kind mit CP hatte schon einmal Epilepsie, das Risiko für Epilepsie bei CP steigt mit dem Schweregrad der körperlichen Behinderung, Erwachsene mit CP und Epilepsie sind seltener arbeitsfähig, Kinder mit CP und intellektueller Behinderung haben ein höheres Risiko für Epilepsie. Weder Ashwal et al (252) noch Novak et al (199) formulierten Empfehlungen oder geben konkrete prognostische Angaben speziell für Patient*innen mit USCP.

Sellier et al. (2012) (255) (indirekt, CP) beschrieben in einer populationsbasierten Studie die Prävalenz von Epilepsie bei CP, deren Assoziationen mit neonatalen Faktoren und die zeitlichen Trends bei 9654 Kindern mit CP aus 17 europäischen Registern des SCPE. 35 % der Kinder mit CP hatten eine Epilepsie, wobei 72 % der betroffenen Kinder zum Zeitpunkt der Erfassung antiepileptische Medikamente einnahmen. Aus den 2699 Kindern mit USCP hatten 25,6% eine Epilepsie. Eine höhere Wahrscheinlichkeit für Epilepsie bestand bei Kindern mit Gehirnfehlbildungen, Syndromen, neonatalen Krampfanfällen, neonataler Beatmung und Intensivpflege. Frühgeborene (<32 Wochen) hatten ein geringeres Risiko für Epilepsie als Reifgeborene. Trotz medizinischer Fortschritte sank die Häufigkeit von Epilepsie bei CP nur geringfügig über 2 Jahrzehnte. Die populationsbasierten Studien von Horber et al. (2020) (14) und Himmelmann et al. (2021) (7) aus dem gleichen Netzwerk analysierten die Komorbiditäten bei Kindern mit USCP (N=3690 bzw. 1320 Patient*innen). 25% hatten eine Epilepsie, 15% eine aktive Epilepsie. Kinder mit Läsionen der grauen Substanz und kortikalen Fehlbildungen zeigten einen höheren Anteil an aktiver Epilepsie (unilaterale Fehlbildung 40,7%, unilaterale Läsion der grauen Substanz 29,6%).

Als direkte Evidenz beschreibt die populationsbasierte Studie von Wanigasinghe et al. (2010) (256) die Häufigkeit, Risikofaktoren, klinischen Merkmale und den Verlauf der Epilepsie bei USCP durch perinatale arterielle ischämische Schlaganfälle (AIS). 54 % der 63 Kinder entwickelten eine Epilepsie. Die Entwicklung einer Epilepsie war mit einer Geburt nach der 36. Schwangerschaftswoche und schwereren motorischen Einschränkungen assoziiert, jedoch nicht mit neonatalen Anfällen oder einer familiären Epilepsieanamnese. Die Anfälle begannen meist als epileptische Spasmen oder fokale Anfälle, wobei die EEG-Befunde in vielen Fällen einer idiopathischen fokalen Epilepsie ähnelten. Die Prognose war insgesamt gut: 10 Jahre nach Epilepsiebeginn hatten nur noch 15 % der Kinder eine aktive Epilepsie. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass trotz der hohen Epilepsieprävalenz bei Kindern mit USCP aufgrund von AIS, viele Betroffene Merkmale einer idiopathischen fokalen Epilepsie mit guter Remission zeigen.

In kleineren Kohorten war die Prozentzahl der Patient*innen mit Epilepsie höher. Tillberg et al. (2020) (257) untersuchten klinische Merkmale, EEG-Befunde, die Hirnläsionsmuster sowie ätiologische Risikofaktoren in einer sehr kleinen populationsbasierten Kohorte von 21 Kindern mit USCP aus dem schwedischen CP-Register. Epilepsie war bei 43 % der Kinder assoziiert. Eine Kombination aus Läsion der weißen und grauen Substanz in der MRT war ein zentraler Risikofaktor für Epilepsie. Frühgeborene Kinder mit PVL entwickeln seltener Epilepsie als Reifgeborene.

Pavone et al. (2020) (258) (indirekt, CP) untersuchten in einer retrospektiven Studie Häufigkeit und Art der Epilepsie bei Kindern mit CP (93 Kinder). Von 39 Kindern mit USCP hatten 39% eine Epilepsie.

Szpindel et al. (indirekt, CP) beschrieben 2021 (259) in einer retrospektiven-Linkage-Studie die Prävalenz von Epilepsie bei Kindern mit CP im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung. Daten aus dem Quebec CP-Register wurden mit administrativen Gesundheitsdaten verknüpft. Als Vergleichsgruppe diente eine alters-, geschlechts- und regionsangepasste Kontrollkohorte (n=6040). Die Epilepsieprävalenz lag bei 42,05 % in der CP-Registerkohorte (Anteil der Patient*innen mit USCP davon 34,9%), und bei 1,39 % in der Kontrollgruppe. Die Wahrscheinlichkeit für Epilepsie stieg mit zunehmendem Schweregrad der motorischen Beeinträchtigung (GMFCS-Level). Kinder mit CP und Epilepsie hatten signifikant mehr Krankenhausaufenthalte und Notfallbesuche als Kinder mit CP ohne Epilepsie oder Epilepsie allein. Epilepsie war für etwa 5 % der Notfälle und 10 % der Krankenhausaufenthalte bei Kindern mit CP verantwortlich. Die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus war bei Kindern mit CP und Epilepsie am längsten. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass Kinder mit CP ein signifikant höheres Risiko für Epilepsie als die Allgemeinbevölkerung haben. Kinder mit CP und Epilepsie bilden eine besonders belastete Untergruppe mit komplexen medizinischen Bedürfnissen und erhöhter Nutzung von Gesundheitsdiensten.

Ziel der Studie von Archana et al. (2022) (260) (indirekt, CP) war es, Häufigkeit und Risikofaktoren von Epilepsie bei Kindern mit CP zu analysieren. Eingeschlossen wurden 300 Kinder mit CP. 26 % der Kinder mit CP litten an Epilepsie, bei USCP waren es 30,4 % der Kinder. 89,9 % der betroffenen Kinder hatten medikamentös kontrollierte Epilepsie, 10,1 % therapierefraktäre Epilepsie. Die Schwere der kortikalen Schädigung beeinflusste das Epilepsie-Risiko stärker als der CP-Subtyp selbst. Der GMFCS-Score korrelierte mit der Epilepsie-Häufigkeit, wobei schwerere motorische Einschränkungen mit einer höheren Epilepsie-Rate verbunden war. Neonatale Hypoglykämie war ein relevanter Risikofaktor für Epilepsie in dieser Population.

Riva et al. (2012) (232) untersuchten den Zusammenhang zwischen kognitiver Entwicklung, der Größe und Lokalisation von Hirnläsionen sowie den EEG-Befunden bei 26 Kindern (Alter: 7–14 Jahre) mit angeborenen, einseitigen Hirnläsionen und USCP. Ziel war es, Faktoren zu identifizieren, die die kognitive Entwicklung beeinflussen.

- Kognitive Entwicklung: 70 % der Kinder hatten einen Gesamt-, Verbal- und Handlungs-IQ innerhalb des normalen Bereichs. Läsionsgröße und EEG-Veränderungen waren mit niedrigerem IQ assoziiert.
- Zusammenhang zwischen Läsionstyp und kognitivem Profil: Kinder mit größeren Läsionen zeigten signifikant niedrigere IQ-Werte. Kinder mit arteriellen ischämischen Schlaganfällen (AIS) hatten schlechtere kognitive Ergebnisse als Kinder mit periventrikulärer Leukomalazie (PVL)
- EEG-Merkmale: 19 von 26 Kindern hatten keine lokale Verlangsamung im EEG.

Verlangsamung und Abflachung der Aktivität im EEG waren mit niedrigeren IQ-Werten korreliert. Die epileptiforme Aktivität zeigte einen moderaten negativen Zusammenhang mit dem IQ, war jedoch weniger signifikant als die EEG-Verlangsamung.

- Reorganisation: Kinder mit linksseitigen Läsionen zeigten häufig eine rechtshemisphärische Verlagerung der Sprachverarbeitung. Der sogenannte "Crowding-Effekt" wurde beobachtet: Die funktionelle Reorganisation von Spracharealen kann auf Kosten anderer kognitiver Funktionen gehen (z. B. visuell-räumliche Fähigkeiten).

Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die meisten Kinder mit USCP als Folge von Läsionen eine normale kognitive Entwicklung haben, jedoch besteht ein individuelles Risiko für kognitive Defizite, insbesondere bei großen Läsionen und ausgeprägten EEG-Anomalien. Die Läsionsgröße ist ein wichtiger Prädiktor für kognitive Einschränkungen. EEG-Verlangsamung ist ein besserer Indikator für kognitive Defizite als epileptiforme Aktivität. Funktionelle Reorganisation kann bei linksseitigen Läsionen zu einer rechtshemisphärischen Sprachdominanz führen, was möglicherweise andere kognitive Funktionen beeinträchtigt.

Publikationen zu Anfallsart, Epilepsiesyndrome, Behandlung der Epilepsien bei USCP

Cooper et al. (2017) (261) (indirekt, 42% USCP) analysierten in ihrer populationsbasierte Kohortenstudie aus dem Victorian CP-Register aus Australien die elektroklinischen Merkmale der Epilepsien bei CP und ihre Prognose. Eingeschlossen wurden 166 Kinder mit CP als Folge einer isolierten Läsion der weißen Substanz, 70 davon mit USCP. 23 % der Patient*innen mit USCP entwickelten eine Epilepsie

Beschriebene Epilepsiesyndrome waren: West-Syndrom bei 4 Kindern; fokale Epilepsie bei 30 Kindern mit EEG-Mustern, die typischerweise mit frühkindlicher occipitaler Epilepsie oder benigner Rolando-Epilepsie assoziiert sind; Fieberkrämpfe bei 13 Kindern, 4 von ihnen entwickelten später fokale Anfälle; idiopathische generalisierte Epilepsie bei 2 Kindern.

80 % der betroffenen Kinder waren zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung seit mindestens 2 Jahren anfallsfrei. Die meisten Epilepsien waren selbstlimitierend und erforderten nur vorübergehend antiepileptische Medikation. Die Autor*innen schlussfolgerten, dass die Epilepsien bei Kindern mit CP und WML elektroklinische Merkmale aufweisen, die typischerweise bei benignen Epilepsiesyndromen im Kindesalter auftreten. Der Verlauf ist in den meisten Fällen günstig, und eine langfristige antiepileptische Therapie ist nicht immer erforderlich.

Cooper et al. (2023) (262) (indirekt, 41% USCP) untersuchten in einer populationsbasierten Kohorte von 256 Kindern mit CP infolge prä-/perinataler vaskulärer Läsionen die Epilepsiesyndrome zur Klassifikation, Beschreibung der Verläufe und Prognose. Ausschlusskriterien waren genetische oder syndromale CP-Formen. Von den 256 Kindern hatten 41% eine USCP, 39% der Kinder mit USCP hatten eine Epilepsie. 93 (36 %) hatten mindestens einen Anfall nach der Neugeborenenperiode, und 87 (34 %) entwickelten eine Epilepsie. Kinder mit Epilepsie hatten häufiger neonatale Anfälle, eine BSCP und GMFCS-Level IV/V). 56 Kinder (60 %) zeigten elektroklinische Merkmale selbstlimitierender fokaler Epilepsien (S11E-Variante). 67 % der Kinder mit Epilepsie waren zum letzten Follow-up seit über 2 Jahren anfallsfrei. Die meisten Kinder mit S11E-Variante zeigten eine gute Prognose. Kinder mit West-Syndrom hatten eine variable Prognose, aber einige erreichten Anfallsfreiheit.

Die Autor*innen schlussfolgerten, dass Epilepsiesyndrome bei Kindern mit CP ähnliche Charakteristika wie die Syndrome bei Kindern ohne CP haben, wobei die meisten Epilepsien altersabhängig und selbstlimitierend verlaufen. Insbesondere tritt die S11E-Variante deutlich häufiger bei Kindern mit CP auf als in der Allgemeinbevölkerung.

Dos Santos et al. (2023) (13) (indirekt, 38% USCP) untersuchten in einer populationsbasierten Studie basierend auf dem CP-Register von Westschweden (140 Kinder mit CP, 53 mit USCP) die Häufigkeit und Charakteristika der Epilepsie sowie den Einfluss der antiepileptischen Medikation und deren Langzeiterfolg. 43 % der Patient*innen hatten eine Epilepsie (n = 60 von 140) in der Gesamtgruppe, 26% der Patient*innen mit USCP. Die häufigsten EEG-Befunde waren: fokale (57 %) oder multifokale epileptische Entladungen (27 %). 19 % der Patient*innen hatten einen Status epilepticus, besonders häufig bei dyskinetischer CP. Infantile Spasmen traten bei 14 % auf und waren mit schwereren Beeinträchtigungen assoziiert. Eine bessere Prognose hatten Kinder mit: Epilepsiebeginn nach 2 Jahren, Läsionen der weißen Substanz und mit weiblichem Geschlecht ($p = 0.019$). Erhöhtes Risiko für persistierende Epilepsie zeigte sich bei frühem Anfallsbeginn (<2 Jahre) ($p = 0,004$), schwere intellektuelle Behinderung ($IQ < 50$), schwere motorische Einschränkungen (GMFCS V). Epilepsie war mit einem höheren Auftreten von Autismus (ASD) assoziiert, nicht jedoch mit ADHS.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die starke Empfehlung beruht bei beiden Empfehlungen auf dem hohen Evidenzgrad aus großen populationsbasierten Studien speziell für USCP, dass 25-30% der Patient*innen mit USCP eine Epilepsie haben und aktive Epilepsien mit kognitiver Entwicklungsstörung assoziiert sind. Es gibt wiederum keine Evidenz oder systematische Untersuchungen, dass regelmäßige, routinemäßige EEG-Untersuchungen ohne Hinweis für Anfälle zu anderen therapeutischen Konsequenzen und damit besserer Prognose führen. Deshalb empfehlen die Autor*innen der Leitlinie eine zeitnahe EEG-Untersuchung (möglichst Schlaf-EEG) bei V.a. Anfallsereignissen. Ein Schlaf-EEG wird begründet durch die Tatsache, dass in vielen Publikationen Merkmale einer idiopathischen fokalen Epilepsie beschrieben sind, bei der typischerweise EEG-Auffälligkeiten im Schlaf aktiviert sind. Die Praktikabilität für die EEG-Untersuchung ist gegeben, eine gewisse Belastung für die Betroffenen entsteht durch den Schlafentzug. Der Nutzen überwiegt einem möglichen Schaden. Die Erfahrungsexpert*innen äußerten eine Präferenz für dieses Vorgehen.

2.6.4.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und sprachlichen und/oder kognitiven Entwicklungsauffälligkeiten oder Teilleistungsstörung sollte ein Schlaf-EEG auch ohne Anfallsereignisse durchgeführt werden.	
	Konsens: 93%	

2.6.4.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP, die eine therapieresistente Epilepsie entwickeln, sollte frühzeitig ein Epilepsiezentrum mit epilepsiechirurgischer Expertise zu Rate gezogen werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzlage

In Anlehnung an die S2k-Leitlinie für Intelligenzminderung formulierten die Autor*innen der Leitlinie ein Expertenkonsensus bezüglich der Durchführung einer EEG-Untersuchung auch ohne Anfallsereignisse bei Kindern mit sprachlichen und oder kognitiven Entwicklungsstörung oder Teilleistungsstörung. Ein valides EEG muss nicht wiederholt werden.

Bajer et al. (2020) (254) (indirekt) untersuchten die kognitive Entwicklung von 75 Kindern und Jugendlichen vor und nach einer Hemisphärotomie, einem chirurgischen Eingriff zur Behandlung schwerer Epilepsie. Ziel war es, Prädiktoren für die intellektuelle Entwicklung zu identifizieren. Der präoperative kognitive Status war der stärkste Prädiktor für den postoperativen IQ. 71 % der nicht schwer beeinträchtigten Patient*innen behielten ähnliche IQ-Werte wie vor der Operation. 75 % der schwer beeinträchtigten Patient*innen entwickelten sich postoperativ weiter. Eine längere Epilepsiedauer vor der Operation war mit einem niedrigeren Ausgangsniveau assoziiert. Eine gute Anfallskontrolle war ein positiver Prädiktor für die postoperative kognitive Entwicklung. Die Ergebnisse zeigen, dass trotz der chirurgischen Diskonnektion einer Hemisphäre viele Patient*innen eine stabile oder verbesserte kognitive Entwicklung zeigen. Ein früher Anfallsbeginn und eine lange

Epilepsiedauer korrelieren mit einer schlechteren kognitiven Ausgangslage. Ein guter postoperativer Anfallsstatus verbessert die kognitive Prognose, insbesondere bei schwer beeinträchtigten Patient*innen. Aus diesem Grund unterstreichen die Autor*innen, dass bei therapieresistenten Epilepsien eine frühe Evaluation bzgl. epilepsiechirurgischer Maßnahmen wichtig ist.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Der Expertenkonsensus resultiert bei beiden Empfehlungen aus fehlenden prospektiven Studien, welche die Rolle des EEGs bei Patient*innen mit USCP untersuchten. Die Autorengruppe war der Meinung, dass aufgrund der Beeinträchtigung der kognitiven Entwicklung und der potenziellen Möglichkeit, diese zu beeinflussen, die Durchführung eines Schlaf-EEG in der ersten Empfehlung und die schnelle epilepsiechirurgische Expertise in der zweiten Empfehlung für die Patient*innen vorteilhaft ist. Der Nutzen überwiegt einem potenziellen Schaden (Belastung durch Schlafentzug und Anfallsprovokation).

Schlussfolgerung

Die EEG-Untersuchung ist ein essenzielles diagnostisches Instrument bei Kindern mit USCP, da sie erhebliche therapeutische Konsequenzen nach sich ziehen kann, die die Prognose wesentlich beeinflussen können.

2.7 Instrumentelle 3D-Ganganalyse

PICO-Frage: Welche Instrumente sind für die Einleitung adäquater Therapiemaßnahmen und Verlaufsuntersuchung mit der Frage nach therapeutischem Ergebnis im Bereich der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP sinnvoll?

Hintergrund

Die instrumentelle 3D-Ganganalyse (hier nun 3DGA genannt) umfasst ein systematisches und klar dokumentierbares Repertoire von objektiven, validen und reliablen biomechanischen Untersuchungstechniken zur Funktionsdiagnostik, vielfach mit Hilfe von sogenannter markerbasierter 3D-Technologie (Markern, die auf dem Körper zur Bewegungserfassung angebracht werden). Die 3DGA umfasst zudem die computergestützte Aufbereitung, Darstellung und Strukturierung der Daten zur Diagnostik sowie auch deren Interpretation.

Sie ist eine erweiterte Form der Bewegungsanalyse, welche neben Video-Daten u.a. die Bewegung des Körpers objektiv in 3 Dimensionen vermisst, also sagittal, frontal und transversal. Diese Methode bietet u.a. tiefgehende Einblicke in die Gelenkrotationen und Winkel der verschiedenen Körpersegmente (z.B. Oberkörper, Becken, Hüfte, Knie und Fuß).

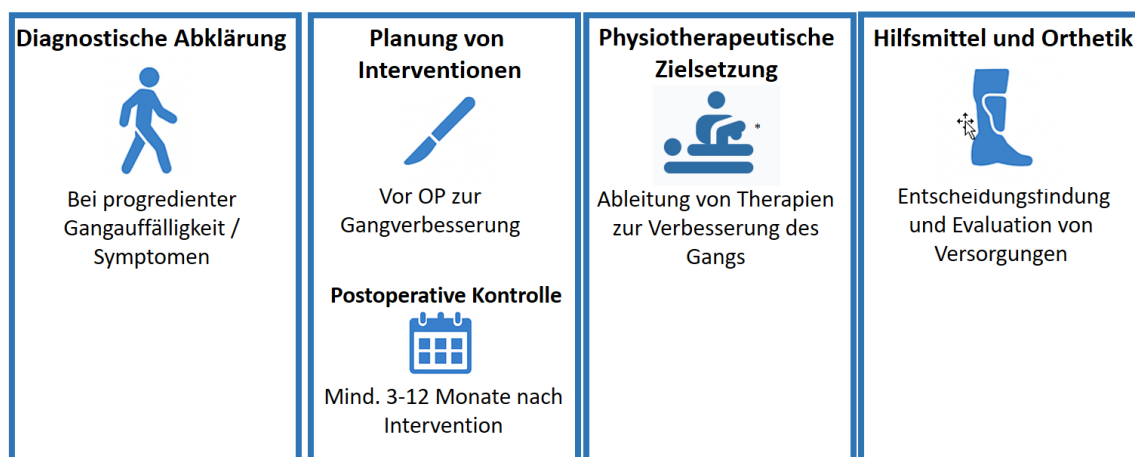
Das Potential der instrumentellen Bewegungsanalyse für die **obere Extremität** für die evidenzbasierte Medizin findet in einem Statement (siehe Kapitel operative Therapien, Empfehlung 4.1.2) Berücksichtigung.

In der 3DGA werden verschiedene instrumentelle Methoden kombiniert, u.a. die Methode der Kinematik (u.a. Gelenk- und Segmentwinkel), der Kinetik (u.a. Gelenkdrehmomente und -leistung), der Pedobarographie (ebenfalls ein kinetisches Verfahren, das Kräfte und Druckverteilungen unter dem Fuß misst, die auf den Boden übertragen werden) und der Elektromyographie (elektrische Aktivität von Muskeln zur Erfassung von Muskelfunktion und der Nerven-Muskel-Interaktion, in der Regel via Oberflächen-Elektromyographie). Die Gelenkkinetik erfolgt, indem die Bewegungsdaten der Körpersegmente (kinematische Daten) mit den gemessenen Bodenreaktionskräften (kinetische Daten) kombiniert werden. Dies ermöglicht es, die in den Gelenken wirkenden Momente und Kräfte zu berechnen und so die mechanischen Belastungen detailliert zu messen.

Die 3DGA liefert also neben Einblicken in veränderte Bewegungen, auch Erkenntnisse zur Belastung von Geweben, Knochen und Gelenken und unterstützt so die Erkennung von Gangabweichungen und Lokalisierung von Deformitäten, sowie die Identifikation von Fehlstellungen, atypischen Bewegungsmustern oder auch eine detaillierte und objektive Bewertung der bei CP oft veränderten Muskelaktivität und –funktion.

Anwendungen der 3DGA bei USCP betreffen u.a. die Abwägung und Planung von invasiven Interventionen, die Abklärung von progredienten Gangbeeinträchtigungen oder Symptomen, die Kontrolle nach invasiven Interventionen, die Hilfsmittelversorgung und Orthetik oder die Ableitung spezifischer Therapieziele in der Physiotherapie. Ergänzend zu bemerken ist, dass Hirnschädigung, die die CP verursacht hat, nicht fortschreiten wird, aber die Symptome und vor allem sekundäre muskuloskelettale Pathologien und Gangauffälligkeiten zunehmen und sich verschlechtern können und u.U. im Laufe der Zeit zu veränderten Symptomen und Funktionseinbußen führen, einschließlich Schmerzen.

Einsatz instrumentelle 3D Ganganalyse ab ~ 4 Jahren



* Icon made by Freepik from www.flaticon.com

Abbildung 9: Visuelle Darstellung zu den Empfehlungen der instrumentellen 3D Ganganalyse

2.8.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Eine 3DGA sollte bei gehfähigen und kognitiv wie mental belastbaren Patient*innen mit USCP (in der Regel ab dem Alter von ca. 4 Jahren) in der Abwägung und Planung von invasiven Interventionen (chirurgischen Eingriffen) erfolgen, wenn das primäre Ziel der Intervention darin besteht, den Gang zu verbessern.	
Qualität der Evidenz:		
Allgemeine Qualität: Moderat ⊕⊕⊕⊖	States et al. (2024), States et al. (2021), Wren et al. (2020)	
	Konsens: 89%	

2.8.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP und progredienter Gangbeeinträchtigung oder Symptomen sollte eine 3DGA durchgeführt werden, um multiplanare Abweichungen (sagittale, koronare und transversale Segment- oder Gelenkbewegungen) zu differenzieren oder um Fehlbelastungen und Muskelfehlfunktionen zu lokalisieren.	
Qualität der Evidenz:		
Allgemeine Qualität: Moderat ⊕⊕⊕⊖	States et al. (2024), States et al. (2021), Wren et al. (2020)	
	Konsens: 81%	

2.8.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte in Abhängigkeit des Rehabilitationsbedarfs ein Abstand von 3-12 Monaten zwischen Intervention und postoperativer Untersuchung mittels 3DGA nach invasiven Interventionen (chirurgischen Eingriffen) eingehalten werden, um ausreichend Zeit für die Rehabilitation zu ermöglichen. Relevante Literatur: Thomason et al. (2011); Miller (2018)	
	Konsens: 87%	

2.8.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP können basierend auf den Ergebnissen der 3DGA spezifische Therapieziele in der Physiotherapie festgelegt werden, die darauf abzielen, das Gehen zu verbessern.	
Qualität der Evidenz:		
Allgemeine Qualität: Moderat ⊕⊕⊕⊖	States et al. (2024), States et al. (2021), Wren et al. (2020)	
	Starker Konsens: 100%	

2.8.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP kann die 3DGA erwogen werden, um die Entscheidungsfindung in der Hilfsmittelversorgung und Orthetik zu unterstützen und deren Wirksamkeit zu überwachen.	
Qualität der Evidenz:		
Allgemeine Qualität: Moderat ⊕⊕⊕⊖	States et al. (2024), States et al. (2021), Wren et al. (2020)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche für 3DGA bei USCP ergab 698 Ergebnisse, die ergänzende Suche zudem 298 Ergebnisse, darunter die Reviews von States et al. (2021) (263) und Wren et al. (2020) (264). Zur Vermeidung redundanter Entwicklungen sowie Einbeziehung international etablierter Empfehlungen wurde die Recherche auf bereits bestehende Leitlinien ausgeweitet und States et al. (2024) (265) gefunden. Dieser klinische Leitfaden basiert auf den Reviews von States et al. (2021) (263), sowie Wren et al. (2020) (264) und 2011 (266). Insgesamt wurden in States et al. (2024) (265) nach Datenreduktion 969 Studien identifiziert, die für die 3DGA zur Behandlung von Kindern mit CP relevant sind. Anders als bei weiteren Assessments, gibt es bei der 3DGA bei CP ebenfalls bereits Untersuchungen zur Effizienz der Diagnostik.

Allgemein wurde in den zitierten wissenschaftlichen Arbeiten zur 3DGA bei CP oft nicht spezifisch zwischen uni- und bilateraler Betroffenheit unterschieden, sondern teils auch gemischte Kohorten untersucht, was im Folgenden zum Tragen kommt.

Im Resümee überwiegt aktuell der Anteil der Studien bei 3DGA, welche die **3DGA als Outcome** benutzen (263). Dadurch bietet sich die Möglichkeit der Objektivierung und Dokumentation von Behandlungsergebnissen. Generell generiert die 3DGA selbst Outcomes auf Struktur und Funktionsebene des ICF, welche allerdings grundsätzlich ebenfalls gute

Zusammenhänge mit der Alltagsmobilität bei CP zeigen, sowohl bei USCP, als auch bei BSCP (267).

Daneben gibt es weitere Evidenz, welche sich mit dem Nutzen der **3DGA als diagnostisches Hilfsmittel** beschäftigt, bzw. als zusätzliche Intervention. Die Studien zeigten dabei, dass eine 3DGA die vorherigen, rein klinischen Empfehlungen zur Behandlung zu einem substanziellen Anteil verändert (265, 268). Folgende Aspekte lassen sich bezugnehmend auf die Guideline /Übersichtsarbeit von States et al. (2024) (265) und Hebda-Boon et al. (2023)(268) ebenfalls zusammenfassen:

Die 3DGA beeinflusst Behandlungsplanung und -durchführung / Entscheidungsprozesse für konservative und chirurgische Behandlungen bei CP. Therapieentscheidungen nach der klinischen Untersuchung werden durch die 3DGA oftmals geändert (269-274).

Wenn die 3DGA von den initial rein-klinisch ausgearbeiteten Plänen abweicht, wird ein „gesundes Konfliktelement“ in der medizinischen Behandlungsplanung eingeführt, das zur konstruktiven Diskussion zwischen den Behandlern, Eltern und Patient*innen über das weitere Vorgehen anregt (268).

Chirurg*innen sind mit 3DGA eher geneigt, ursprünglich geplante Eingriffe zu streichen, als weitere vorzunehmen. Es kommt **mit 3DGA zu weniger Operationsempfehlungen** als ohne (266, 269-274).

Im Laufe des Lebens können durch die Durchführung der 3DGA vor geplanten Operationen, die **Häufigkeit und die Lebenszeitkosten von OPs bei CP vermutlich reduziert** werden. Dies gelte vor allem in der Planung bei komplexer "Single-Event-Multilevel-Chirurgie", bei welcher mehrere Korrekturen bestehender Weichteil- und Knochenprobleme in einem einzigen orthopädischen Eingriff vorgenommen werden, da dies die Anzahl späterer OPs ggf. reduziert (270, 275, 276).

Weitere Studien belegen zudem das **Potenzial der 3DGA zur Verbesserung des Behandlungsergebnisses** (274, 277){Molenaers, 2006 #259, 278-286}.

Hervorzuheben sind 2 randomisierte-kontrollierte Studien (engl. RCT) mit einem Follow-up von etwa einem Jahr über den zusätzlichen Nutzen der 3DGA bei CP (274, 277). Diese Studien berichteten über **positive Ergebnisse durch eine zusätzliche 3DGA in der Diagnostik für die Aktivitäts- und Partizipationskomponenten der ICF**. Vergleicht man den Effekt orthopädisch-chirurgischer Maßnahmen mit und ohne vorheriger 3DGA, so fanden Wren et al. (2013) (274), dass orthopädisch-operierte Patient*innen mit vorheriger 3DGA eine signifikant stärkere Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität im Child Health Questionnaire erreichen, als Patient*innen ohne 3DGA. 25.6 % der eingeschlossenen Patient*innen (N = 40 von 156) waren mit USCP betroffen.

Daneben führte das Hinzufügen einer 3DGA zur üblichen Behandlungsplanung und -versorgung bei CP bei der Arbeit von Fonvig et al. (2020) (277) ebenfalls zu einer statistisch signifikant höheren Verbesserung des GMFM-66 (Gross Motor Function Measure). Der mittlere Unterschied von 3.05 GMFM Punkten ([95% CI: 1.12–4.98], Effektgröße η^2 : 0.145) wurde als klinisch relevant interpretiert. Nach Cohen (1988)(287) ist dies als statistisch großer Effekt zu interpretieren. Hier wurde nach der 3DGA ein klinischer Bericht mit Empfehlungen für interdisziplinäre Maßnahmen wie Physiotherapie, orthopädische Chirurgie, Orthesen oder Spastikbehandlung erstellt. Bei den empfohlenen Interventionen dominierten nicht-chirurgische Maßnahmen. Dabei waren 71.7% (N= 43 von 60) der Teilnehmer*innen mit USCP

betroffen (277). Spezifische Patient-Reported Outcomes spiegelten diese Effekte in derselben Studie allerdings nicht gleichermaßen wider (288).

Weitere quasi-experimentelle und/oder retrospektive Studien (nicht RCTs) kamen durchweg zu dem Schluss, dass eine **3DGA nützlich für die Verbesserung der postoperativen, orthopädischen Ergebnisse in Bezug auf das Gangbild** selbst war (265), wobei die Mehrzahl davon primär auf bilateral betroffene Patient*innen fokussiert war und durch retrospektive Analysemethoden limitiert bleibt. In diesem Kontext zeigen die Ergebnisse von Molenaers et al. (2006) (278) bei 424 Kindern mit CP, dass die 3DGA das Alter des ersten orthopädisch chirurgischen Eingriffs verzögert. In dieser Arbeit waren zwischen 32-44% der Patient*innen mit USCP betroffen. Filho et al. (2008) (279) zeigen, dass Patient*innen, deren orthopädische Behandlung den Empfehlungen der 3DGA entspricht, eine deutlichere Verbesserung des Gehens aufweisen, als wenn dies nicht der Fall ist. Dabei waren 3 der 38 (7.9%) Patient*innen Kinder mit USCP. MacWilliams et al. (2016) (280) zeigen ebenfalls, dass die Verwendung der 3DGA zur Indikation zur Verlängerung der ischiokruralen Muskulatur zu weniger Überkorrekturen basierend auf der Kinematik des Knies und einem besseren Behandlungsergebnis auf Struktur und Funktionsebene des ICF führt, sofern die Indikation unter Verwendung der Gangdaten gestellt wird. Rajagopal et al. (2020) (281) zeigen, dass Überkorrekturen auch bei Verlängerung der Wade besser vermieden werden, wenn Ergebnisse der 3DGA zur Muskelmodellierung berücksichtigt werden. Auch hier stieg die Rate der positiven OP-Ergebnisse durch die Verwendung der 3DGA signifikant an. Hier wurden die Daten von 891 Beinen retrospektiv analysiert, ohne konkrete Angabe zu uni- oder bilateraler Betroffenheit.

Auch Niklasch et al. (2015) (282) zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit eines unbefriedigenden OP-Ergebnisses im Hinblick auf Outcomes auf ICF-Ebene der Struktur und Funktion geringer ist, wenn das Ausmaß einer femoralen Derotationsosteotomie bei CP anhand der 3DGA (Kinematik) im Vergleich zur rein klinischen Untersuchung und Bildgebung allein bestimmt wird. Die Ergebnisse von Chang et al. (2006) (283) gehen in die gleiche Richtung: Patient*innen, bei denen die Behandler den aus der 3DGA abgeleiteten Empfehlungen folgten, zeigten eine höhere Wahrscheinlichkeit ein positives Ergebnis zu erzielen als Patient*innen, bei denen man sich nicht an diese Empfehlungen hielt (basierend auf kinematischen Gelenkwinkeln). Allerdings waren auch in dieser Arbeit alle Kinder bilateral betroffen. Wiederum bei bilateral betroffenen Kindern zeigten Gough und Shortland (2008)(284), dass die 3DGA und deren kinematische Kennwerte helfen, Kinder mit CP, die von einem chirurgischen Eingriff profitieren würden, von denjenigen zu unterscheiden, bei denen eher eine nicht-operative Behandlung angebracht ist.

Darüber hinaus gibt es ebenfalls **konsensbasierte, internationale Empfehlungen zur chirurgisch invasiven Behandlung bei CP, welche dem beschriebenen Mehrwert der 3DGA Rechnung tragen und diese empfehlen**. Hierbei werden Messwerte bei der Indikation und der Nachkontrolle bei Wadenverlängerung, bei Derotations-Osteotomie am Femur, bei anterioren distal femoralen Hemi-Epiphyseodesen oder bei Verlängerung der ischiokruralen Muskulatur berücksichtigt (289, 290).

Weitere Arbeiten beschäftigen sich ebenfalls gezielt mit dem **akzessorischen Nutzen der 3DGA für die Physiotherapie**. Franki et al. (2014) (285) zeigen, dass es durch das Hinzufügen der 3DGA bei der **Selektion individualisierter Physiotherapie** zu einer stärkeren Verbesserung der Gangparameter wie Schrittlänge und Kniekinematik kommt als ohne 3DGA. Van den Broeck et al. (2010) (286) zeigen ebenfalls, dass die Verbesserung beim Gehen, Laufen und Springen im GMFM-88 nach einem individuell auf Grundlage der 3DGA

festgelegten Protokoll im Vergleich zum allgemeinen Trainingsprogramm ausgeprägter war. Beide Studien inkludierten allerdings nur bilateral Betroffene und eher kleine Stichproben; N= 10 (285) und N = 16 (286).

Darüber hinaus wird die **3DGA auch im Kontext der Orthetik bei USCP eingesetzt**: AFOs (engl. ankle-foot orthosis) bieten grundsätzlich eine direkte Kontrolle der Fuß- und Sprunggelenke im Gang und wirken zudem indirekt auf Knie- und Hüfte. AFOs beeinflussen darüber hinaus ebenfalls kompensatorische Gangabweichungen bei USCP, welche man auch mittels 3DGA quantifizieren kann. Die 3DGA erlaubt dabei die Effektivität einer AFO auf Gangparameter objektiv zu erfassen, indem sie die biomechanische Wirkung auf Kinematik und Kinetik quantifiziert (u.a. (291-294)). Weiteres auch im Kapitel 3.2.2. So ist auch der objektive Vergleich unterschiedlicher Orthesentypen möglich (295, 296). So kann man individuell Vor- und Nachteile abwägen. Bei Kindern mit USCP wird die 3DGA auch eingesetzt, um die Wirksamkeit von FES-Geräten (Funktionelle Elektrostimulation) zu testen (297, 298). Zu bemerken bleibt, dass, wie z.B. Firouzeh et al. (2021) (299) erörtern, die Zielsetzung und Evaluation von Orthesen in Bezug auf Aktivität und Partizipation nebst der biomechanischen Überprüfung ebenfalls natürlich von großer Bedeutung ist.

Im Sinne einer differenzierten Betrachtungsweise sollen, analog zu States et al. (2024) (265), auch etwaige Nachteile der 3DGA bzw. kritische Punkte bei der Verwendung genannt werden:

Eine 3DGA kann Mehrkosten verursachen, wobei die Kostendeckung durch Versicherungen/Kostenträger etc. unterschiedlich sein kann.

Der lokale Zugang zu Laboren für eine 3DGA ist in einigen Gebieten ggf. eingeschränkt, Familien und Kinder müssen, wie in der Behandlung bei USCP oftmals aber generell, unter Umständen Zeit und Mühe aufwenden, um zu einer Einrichtung zu gelangen, welche eine 3DGA anbietet. Insofern unterscheidet sich aber der Aufwand, ein qualifiziertes 3D Ganglabor zu finden und dort eine aussagekräftige Analyse durchführen zu lassen, nicht wesentlich von dem, eine*n erfahrene*n Facharzt/-ärztin und/oder Operateur*in oder ein spezialisiertes Zentrum für die Versorgung von Patient*innen mit USCP zu konsultieren. Es bedarf allerdings spezifischem Equipment und Personal und zum anderen kann die Datenverarbeitung und –auswertung sowie deren Besprechung zusätzliche Zeit in Anspruch nehmen.

Bei jungen Kindern (<4 Jahren) und kognitiv stärker Beeinträchtigten ist die 3DGA unserer Ansicht nach ggf. fordernd und kann durch den zu erbringenden Zeitaufwand für die Kinder ggf. belastend sein, was sich vermutlich aber zukünftig durch die Weiterentwicklung der Technik zur Vereinfachung der Bewegungserfassung verbessern wird.

Die 3DGA liefert eine fundierte und präzise Datenbasis, welche hilft, informierte Entscheidungen zu treffen. Doch ist es schlussendlich auch der Kreis der Behandler*innen, der auch auf Grundlage von Expertise, Erfahrung und des individuellen Gesamtkontextes informierte Behandlungsempfehlungen ausspricht. Wren et al. (2013) (274) diskutieren in diesem Zusammenhang auch potenzielle Probleme, dass Chirurg*innen ggf. dazu neigen, den objektiven Ergebnissen der 3DGA nicht bzw. nur inkonsistent zu folgen, was den Benefit der 3DGA u.U. schmälert. Dies liegt allerdings nicht in der Methodik der 3DGA begründet. Sie bietet daher eher eine Chance für eine objektivierbare Diagnostik und einen nachvollziehbaren Entscheidungsprozess.

Wichtig zu bemerken ist darüber hinaus, dass

- auch nach Meinung von Khouri und Desailly (2017) (300) die Ergebnisse der 3DGA die

klinische Bewertung ergänzen, diese aber nicht ersetzen. Die Untersuchungen müssen gemeinsam interpretiert werden.

- es für den Nutzen der 3DGA in der Klinik essenziell sein könnte, Eltern wie Kinder über die Ergebnisse der 3DGA zu informieren (277). So können auch diese Personen selbst den Inhalt der 3DGA verstehen und sich damit kritisch an der weiteren Planung der Behandlung beteiligen. Daher scheint es wichtig, Eltern wie potenziell auch Patient*innen frühzeitig zu informieren, wenn Entscheidungen durch die 3DGA getroffen werden und Ziele für Maßnahmen festgelegt werden (288).
- die Interpretation der Daten der 3DGA zwar spezifischer, individueller Expertise bedarf, aber z.B. auch orthopädische Chirurg*innen aus verschiedenen Einrichtungen mit 3DGA zu reliablen Übereinstimmungen bei Behandlungsempfehlungen kommen (301).
- unerwünschte Ereignisse durch die zusätzliche Diagnostik der 3DGA für Patient*innen nicht berichtet wurden und mit sehr großer Wahrscheinlichkeit auch nicht zu erwarten sind. Die 3DGA ist z.B. mit keinem zusätzlichen Risiko oder etwaiger Strahlenbelastung verbunden. Keine Studie berichtete darüber, dass die zusätzliche Nutzung der 3DGA dem individuellen Patient*innen auf irgendeiner Ebene des ICF zum Nachteil wurde.

In Summe wird die Empfehlung B für eine 3DGA vor und nach invasiven Interventionen also u.a. durch die Qualität der Evidenz begründet. Auch wenn die Auswirkungen der 3DGA auf die Behandlungsergebnisse vor allem bei USCP in Isolation weiterer Forschung bedürfen, überwiegt insbesondere bei komplexeren operativen Fällen oder vor Eingriffen mit großer Tragweite (z.B. mit Gefahr der Überkorrektur) der Nutzen dem potenziellen Schaden deutlich. In diesem Kontext liefert die 3DGA oft entscheidungsleitende Grundlagen. Zudem hat sich in den letzten Jahren der Zugang zur 3DGA im deutschsprachigen Raum deutlich verbessert. Immer mehr spezialisierte Einrichtungen, Kliniken oder universitäre Zentren verfügen über Ganglabore, die internationalen Standards entsprechen. Damit steht die 3DGA im Hinblick auf ihre Verfügbarkeit heute in weiten Teilen auf einer Ebene mit der Verfügbarkeit der spezialisierten operativen oder rehabilitativen Versorgung von Kindern und Jugendlichen mit USCP. Somit überwiegen die positiven Effekte für die Patient*innen deutlich. Während der Konsensusfindung war die Präferenz der Elternvertretung für die Verwendung der 3DGA zudem sehr deutlich.

Schlussfolgerung

Die 3DGA hat sich als wertvolles und hochpräzises Diagnostikinstrument in der Versorgung etabliert. Sie wird oft in spezialisierten Zentren angeboten und gehört bei der Planung und Kontrolle invasiver Maßnahmen und insbesondere auch bei Patient*innen mit progredienter Gangbeeinträchtigung oder Symptomen zum Standard. Sie ermöglicht eine objektive, detaillierte und ganzheitliche Beurteilung des Gangbildes. Mit Hilfe der 3DGA können vor allem invasive Behandlungsstrategien gezielter, risikoärmer und damit erfolgreicher für die individuellen Patient*innen geplant, durchgeführt und kontrolliert werden. Sie unterstützt

zudem u.a. bei der Hilfsmittelversorgung und Orthetik und bietet Potential in der konservativen Therapie. Die 3DGA erfordert spezialisierte Infrastruktur sowie interdisziplinäre Auswertungskompetenz und wird primär gezielt eingesetzt, wo sie entscheidungsrelevante Informationen liefert. Der Einsatz der 3DGA erfolgt daher bedarfsgerecht, basierend auf der klinischen Fragestellung und der Komplexität der Gangstörung. So wird die 3DGA gezielt und differenziert genutzt, um sowohl die bestmögliche Versorgung zu gewährleisten, als auch um Ressourcen effizient zu nutzen.

3. Konservative Therapiemaßnahmen

Die übergeordnete Schlüsselfrage dieses Kapitels war: *Welche **konservativen Therapiemaßnahmen** führen zu einer Verbesserung von Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur?*

Jede untersuchte Therapiemaßnahme stellt eine eigene PICO-Frage dar, welche im Folgenden beschrieben und beurteilt werden. Dabei wurde explizit nach den Therapieinhalten und -methoden gesucht und auf ihre Evidenz geprüft. Um die komplette Evidenz abzudecken, wurde zusätzlich nach Studien zu „Ergotherapie“ und „Physiotherapie“ gesucht, die Studien wurden jedoch entsprechend den Inhalten der durchgeführten Interventionen den unten aufgeführten Therapien zugeordnet. Die empfohlenen Therapieinhalte können von Ergo- und Physiotherapeut*innen erbracht werden (ggf. in Zusammenarbeit mit Orthopädiemechaniker*innen beispielsweise bei Orthesen). Für eine bessere Übersicht wurde eine Gruppierung (siehe Tabelle 13) vorgenommen, welche es erleichtern soll, die einzelnen Therapien zu finden. Bitte beachten Sie, dass auch eine andere Sortierung der Therapien möglich wäre.

Tabelle 13: Gruppierung der konservativen Therapien

Frühe Interventionen	Frühe Interventionen/at risk
	Bobath, Vojta, Petö
	COPCA (zusätzlich)
	Heimprogramm/Eigenübung
Hilfsmittel	Hilfsmittel (Rollstuhl/Walker/Gehstützen/andere)
	Orthesen (obere und untere Extremität)
	Funktionelle Elektrostimulation (FES)
Intensivtherapien	Intensiv-Therapie der oberen Extremität (z.B. CIMT....)
	Intensiv-Therapie der unteren Extremität
Alltagsorientierte Ansätze	Goal-/ Task-oriented-training/ activity based training

	Cognitive orientation to daily occupational performance
Spastizität	Orale tonussenkende medikamentöse Therapie
	Intrathekale tonussenkende Medikation
	Botulinumtoxin Therapie
	SDR (zusätzlich)
Roboterunterstützte und computergestützte Therapieformen	Bio-Feedback
	Robotics
	TMS/ Magnetstimulation
	Action observation training, Motor imagery training
	Virtual reality incl. Wii, Serious Gaming, Mitii.....
Medizinische Trainingstherapie und Sporttherapie	Repetitives Üben einzelner selektiver Bewegungen/funktionelles Training
	Krafttraining
	Ausdauer
	Balance
	Vibrationstherapie
	Kinesio-Taping
	Dehnen
Tiergestützte Therapie	Hippotherapie
Sprachtherapie	Sprachtherapie
	Unterstützte Kommunikation
Sonstige	Sensibilitätstraining

3.1 Frühe Interventionen

3.1.1 Frühe Interventionen/ at risk

PICO-Frage: *Verbessert eine **Early Intervention** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bei der USCP führt die Schädigung des Gehirns zu einer Beeinträchtigung der motorischen Fähigkeiten zunächst auf einer Körperseite. Bei Säuglingen und Kleinkindern mit USCP sind früher asymmetrischer Handgebrauch und anhaltendes Ballen der stärker betroffenen Hand oft die ersten Anzeichen (302). Kinder mit USCP haben oft eine ausgeprägte Beteiligung der Hand mit übermäßiger Daumenadduktion und -flexion sowie eingeschränkter aktiver Handgelenksexension (302). Diese Haltungsänderung erschwert die Durchführung sowohl ein- als auch zweihändiger Handlungen mit der stärker betroffenen oberen Extremität. Kinder mit USCP entwickeln daher bereits in den frühen Spielerfahrungen Kompensationsstrategien und vernachlässigen ihre stärker betroffene Seite (303, 304). Dieses, als „Learned Non-Use“ (erlernter Nichtgebrauch) bezeichnete Phänomen schränkt wiederum die Möglichkeiten von Kindern mit USCP, neue Fähigkeiten und Strategien zu erlernen, weiter ein (303). Als Folge der Funktionsstörungen kann es bei Kindern mit USCP bereits im frühen Alter zu fortschreitenden Weichteil- sowie knöchernen Veränderungen und Kontrakturen kommen, was die Hand- und Armfunktion weiter einschränkt (150, 305, 306).

Durch die dargestellte motorische Funktionsstörung der oberen Extremität und dem verstärkten Einsatz von Einhandstrategien (307) kommt es bei Patient*innen mit USCP zu einer Einschränkung in den bimanuellen Fähigkeiten und als Folge dessen zu Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL).

Um den dargestellten Problemen vorzubeugen, werden Frühinterventionen (engl. „Early Intervention“ eingesetzt. Early Intervention bedeutet, Kinder und Jugendliche, bei denen das Risiko schlechter Ergebnisse besteht, frühzeitig zu identifizieren und ihnen wirksame Unterstützung zukommen zu lassen. In der internationalen klinischen Praxisleitlinie für Early Intervention für Kinder im Alter von 0 bis 2 Jahren mit oder mit einem hohen Risiko für eine CP werden Maßnahmen und Interventionen beschrieben, die geeignet sind, um den Vorteil der Plastizität des Gehirns in den ersten Lebensjahren zu nutzen, um motorische Outcomes zu maximieren und sekundäre Komplikationen zu minimieren (308). Frühinterventionsmaßnahmen können Physio-, Ergo- und Sprachtherapie und andere Leistungen im familiären Kontext umfassen, die auf die Bedürfnisse des Kindes und der Familie abgestimmt sind. Als Frühintervention bei USCP werden beispielsweise die Modified Constraint-Induced Movement Therapy (mCIMT), die Bimanuelle Therapie (BMT), Bobath, Vojta, Petö (s. Kap. 3.1.2) und COPCA (s. Kap. 3.1.3) eingesetzt.

Die im Bereich der oberen Extremität vorwiegend eingesetzten Interventionen mCIMT und BMT (302, 303, 308) basieren auf den Prinzipien des motorischen Lernens (309) und werden im Folgenden kurz dargestellt.

Das mCIMT ist eine an die Bedürfnisse und Fähigkeiten von Kindern mit USCP, im Alter von 18 Monaten bis 4 Jahren, angepasste Form der ursprünglichen CIMT und basiert auf der Theorie des erlernten Nichtgebrauchs (310, 311). Im Rahmen von mCIMT werden die unimanuellen Bewegungen und Handlungen der betroffenen Extremität trainiert, indem die Nutzung der nicht betroffenen Extremität eingeschränkt wird und gleichzeitig intensive,

strukturierte, spielerische und kindgerechte Übungen durchgeführt werden. mCIMT kann in verschiedenen Umgebungen wie zu Hause, in der Schule oder in einer therapeutischen Einrichtung durchgeführt werden (311). Für die frühen Interventionen im Säuglingsalter wurde eine weitere Form, das sogenannte Baby-CIMT für Säuglinge und Kleinkinder entwickelt (312). Dies besteht aus 2 Therapieblöcken von 6 Wochen, mit 6-wöchiger Pause, mit Therapiezeiten von 30 Minuten pro Tag an 6 Tagen pro Woche.

Die Bimanuelle Therapie wurde ebenfalls speziell für Kinder mit unilateraler CP entwickelt und wird laut Hoare and Greaves (313) als ein Prozess des Erlernens beidhändiger Fähigkeiten durch die wiederholte Anwendung sorgfältig ausgewählter, zielgerichteter, beidhändiger Aktivitäten, die spezifische beidhändige Aktionen und Verhaltensweisen provozieren, bezeichnet. Hier besteht das Ziel in der Förderung der Zusammenarbeit beider Hände bei verschiedenen Aktivitäten, um die motorischen Fähigkeiten und die Koordination zu verbessern. Die BMT für Kinder variiert in den Ansätzen und Dosierung, ist spielerisch und altersgerecht gestaltet, um leicht in den Alltag integriert werden zu können und die Einbeziehung von Eltern und Betreuungspersonen zu umfassen (303, 314-316).

Weitere detaillierte Informationen zu mCIMT und bimanueller Therapie befinden sich im Kapitel Intensivtherapien der oberen Extremität (s. Kap. 3.3.1).

3.1.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte eine frühe Intervention mit modifiziertem CIMT oder Bimanueller Therapie zur Verbesserung der bimanuellen Performanz und unimanuellen Geschicklichkeit ab dem 1. Lebensjahr angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Bimanuelle Performanz Niedrig ⊕⊕⊕⊖	Mailleux et al. (2021) Nordstrand et al. (2015)	
Unimanuelle Geschicklichkeit Moderat ⊕⊕⊕⊖		
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu Early Intervention bei USCP ergab n=20 Suchergebnisse, wovon n=2 Studien den Einschlusskriterien entsprachen.

Zur Empfehlung haben die Studienergebnisse aus dem Systematischen Review von Mailleux et al. (2021) (317) und die retrospektive Kohortenstudie von Nordstrand et al. (2015) (318) geführt.

In dem systematischen Review zu frühen Interventionen bei USCP haben Mailleux et al. (2021) (317) 4 RCT's mit n=88 Kindern mit USCP eingeschlossen, bei denen die Kinder zu Beginn der Intervention max. 24 Monate alt waren. Untersucht wurden in den Studien das mCIMT gegenüber der bimanuellen Therapie (315b, 319a), das Baby-CIMT gegenüber der Babymassage (320) sowie das mCIMT gegenüber keiner Therapie (321). Das Alter der eingeschlossenen Kinder mit USCP betrug 8-15 Monate bei Chamudot et al. (315b, 319a), 3

bis 8 Monate bei Eliasson et al. (2018) (320) und 5 bis 34 Monate bei Hwang et al. (2020) (321). Die Therapieintensität und -dauer lag zwischen 30 Minuten bis 2 Stunden pro Tag an 5 bis 6 Tagen die Woche über 3 bis 12 Wochen.

In der ICF-Domäne „Aktivitäten und Partizipation“ wurden in den Studien anhand des Mini-AHA zur Überprüfung der „Bimanuellen Performanz“ sowie das Hand-Assessment of Infants (HAI) zur Überprüfung der „unimanuellen Geschicklichkeit“ signifikante Effekte nachgewiesen.

Bei dem Outcome „Bimanuelle Performanz“ zeigte sich insgesamt ein sehr großer Effekt ($d=2,98$) in den Arbeiten von Chamudot et al. (315b, 319a), sowie ein großer Effekt für mCIMT ($d_{\text{Morris}} = -0,888$) und bimanuelle Therapie ($d_{\text{Morris}}=0,888$).

Für das Outcome Verbesserung der „unimanuellen Geschicklichkeit“ wurde mit dem HAI ein mittlerer Effekt von $d=0,57$ (320) nachgewiesen.

In der Kohortenstudie von Nordstrand et al. (2015) (318) wurde der Zusammenhang von einer frühen Intervention mit Baby-CIMT gegenüber keiner Therapie bei $n=72$ Kindern mit USCP und den Ergebnissen aus dem AHA im Alter von 24 Monaten analysiert. Die Autor*innen kommen zu dem Ergebnis, dass eine Intervention mit Baby-CIMT ein signifikanter Prediktor für höhere funktionale Level im AHA Ergebnis ist ($OR\ 5.83$; umgerechnet hat Baby-CIMT einen großen Effekt: $d=0.972$) (318).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle und den Summary of Findings im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für das Outcome Verbesserung der „Bimanuellen Performanz“, gemessen mit dem Mini-AHA eine niedrige Evidenz und für das Outcome „unimanuelle Geschicklichkeit“ gemessen mit dem HAI moderate Evidenz vor.

Generell wird die Evidenz aus Systematischen Reviews und RCT's als hoch, die Evidenz aus Kohortenstudien jedoch als niedrig eingestuft. Dies führte bei dem Outcome „Bimanuelle Performanz“ zusammen mit dem hohen Risiko für Bias in den Originalstudien trotz einer Hochstufung für sehr große Effekte zu einer niedrigen Evidenzbeurteilung nach GRADE. Dies entspricht einem offenen Empfehlungsgrad. Bei dem Outcome „Unimanuelle Geschicklichkeit“ lag hohe Evidenz aus RCT's vor, weshalb nach Herabstufung für ein hohes Risiko für Bias und einer Hochstufung für einen großen Effekt ein moderater Evidenzgrad vorliegt. Dies entspricht einem schwachen Empfehlungsgrad.

Die Leitliniengruppe hat den Empfehlungsgrad für das Outcome „Bimanuelle Performanz“ jedoch aufgrund der hohen Relevanz des für die Alltagsaktivitäten und Teilhabe auf eine „B-sollte“ Empfehlung hochgestuft.

Die Bimanuelle Performanz und unimanuelle Geschicklichkeit sind für die Durchführung von Aktivitäten des täglichen Lebens, die Selbstversorgung und die Partizipation von großer Relevanz. Die oben dargestellten Ergebnisse aus dem Systematischen Review und der Kohortenstudie zeigen sehr große Effekte von mCIMT bzw. Bimanueller Therapie auf die Bimanuelle Performanz sowie mittlere Effekte von Baby-CIMT auf die unimanuelle Geschicklichkeit. Der Nutzen überwiegt somit deutlich einem potenziellen Schaden.

Bezüglich der Präferenz zwischen den beiden Interventionen (mCIMT oder BMT) sollten Eltern selbst wählen können.

Die Praktikabilität beider früher Interventionen ist gut, da beide individuell auf Säuglinge und Kleinkinder mit USCP angepasst sind und die Aktivitäten und Übungen im spielerischen Setting in verschiedenen Kontexten erfolgen. Damit eignen sich die Interventionen auch, in

einem interdisziplinären Frühfördersetting umgesetzt zu werden.

Auch in der internationalen Leitlinie zu frühen Interventionen bei CP werden mCIMT oder bimanuelle Therapie als Frühe Intervention für USCP empfohlen (308).

Die hier vorliegende Evidenz gilt für den Einsatz früher Interventionen (Baby-CIMT/ BMT) für Babys ab 3 Monaten, da dies der untersuchten Studienpopulation entspricht. Der Praxisleitlinie zufolge sollten Frühinterventionen für USCP ab dem Zeitpunkt der Verdachtsdiagnose beginnen (16), um die neuronale Plastizität durch spezifisches Training zu nutzen (16, 322) und den Bedürfnissen der Eltern zu entsprechen (308). Auch wird laut Morgan et al. (2021) (308) davon abgeraten abzuwarten, weil dann das kritische Fenster der neuronalen Plastizität nicht bzw. falsch genutzt wird (16, 322).

Schlussfolgerung

Zur Verbesserung der „Bimanuellen Performanz und unimanuellen Geschicklichkeit“ wird für Patient*innen mit USCP aufgrund der hohen Relevanz der Outcomes für die Alltagsperformanz eine „sollte Empfehlung“ für frühe Interventionen mit modifiziertem CIMT oder Bimanueller Therapie ab dem 1. Lebensjahr ausgesprochen. Grundlage für den Therapiebeginn ist die vorliegende niedrige bis moderate Evidenz für Kinder ab 3 Monaten.

3.1.2 Therapie nach Bobath, Vojta und Petö

PICO-Frage: *Verbessert eine **Therapie nach Bobath/ Vojta/ Petö** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Die Diagnosestellung der CP ist bereits im Alter von 3 Monaten (korrigiert) möglich, was einen frühzeitigen Therapiebeginn ermöglicht (16). Dies ist eine besondere Errungenschaft, da die Therapie in den ersten 2 Jahren als besonders wichtig gilt, um Folgeschäden zu reduzieren (323). Es gibt verschiedene Therapiekonzepte, nach denen Patient*innen mit USCP bereits ab dem Säuglingsalter entwicklungsbegleitend behandelt werden können. Dabei sind die Ziele der Therapie, die Entwicklung des Kindes zu unterstützen und die individuellen Bedürfnisse/ Ziele und die Persönlichkeit des Kindes in den Vordergrund zu stellen. Das folgende Kapitel umfasst die Therapieinhalte nach den Konzepten von Petö, Vojta und Bobath.

Bei dem Therapiekonzept nach Petö („Konduktive Förderung“) handelt es sich um ein therapeutisches Konzept, das von einem einzigen Therapeuten durchgeführt wird mit Betonung der Bewegungsrhythmizität. Das Ziel der Therapie ist es, die Kinder zu einem möglichst selbstständigen und unabhängigen Leben zu führen (<https://www.zentrum-konduktive-foerderung.de/konduktive-foerderung.html#breadcrumbs>).

Vorstellung und Ziel der Vojta-Therapie ist es, durch eine therapeutische Anwendung der Reflexlokomotion elementare Bewegungsmuster ganz oder in Teilbereichen wieder zu erreichen. Der/ die Therapeut*in übt auf bestimmte Körperzonen gezielten Druck aus, wodurch eine unwillentliche Bewegungsreaktion des/der Patient*in folgt. Dadurch sollen Muskelfunktionen, die für spontane Bewegungen im Alltag benötigt werden, aktiviert werden (<https://www.vojta.com/de/vojta-prinzip/vojta-therapie>).

Das Behandlungskonzept nach Bobath ist ein handlungs- und lösungsorientierter Therapieansatz. Die Ressourcen und definierten, später selbstgestellten Ziele der

Patient*innen stehen bei der Therapie im Vordergrund. Dem/ der Patient*in werden Bewegungsstrategien vermittelt, die ihm/ ihr bei Alltagsaktivitäten helfen, wobei das Lebensumfeld mit in die Behandlung einbezogen wird (<https://www.bobath-konzept-deutschland.de/>).

3.1.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte eine entwicklungsbegleitende Physiotherapie und/oder Ergotherapie zielorientiert zum frühestmöglichen Zeitpunkt erfolgen. Diese können Therapieinhalte nach den Konzepten von Bobath, Vojta oder Petö enthalten, auch wenn die Evidenz aktuell weder eine klare Empfehlung für oder gegen eines der genannten Konzepte ermöglicht.	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium „USCP“ ergab zur Therapie nach **Petö** n = 1 Suchergebnis, welches nicht den Einschlusskriterien entsprach. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach „CP allgemein“ wurden n = 10 (Systematic) Reviews gefunden, wovon ein Review eingeschlossen werden konnte. Die Studie fasst die Effektivität der Therapie bei 185 Kindern mit CP zusammen. 10 Studien (2xRCT, 8xFallserie) wurden eingeschlossen. In den verschiedenen ICF-Ebenen (Struktur und Funktion, Aktivität, Teilhabe und umweltbedingte Faktoren) wurden keine größeren Effekte der Interventionsgruppen (Therapie nach Petö) gegenüber den Kontrollgruppen festgestellt. Verglichen wurde Petö mit „traditional early intervention“ - Programmen, dem „British special education program“, „neurodevelopmental treatment“ und Intensivtherapie (324) (indirekt, CP).

Die Qualität des Reviews ist nach den Kriterien von „Amstar“ als sehr niedrig einzustufen.

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium „USCP“ ergab zur Therapie nach **Vojta** keine Suchergebnisse. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n = 17 Suchergebnisse gefunden, wovon 2 Studien (1x Fallserie, 1x RCT) eingeschlossen werden konnten. Insgesamt wurden n = 17 Kinder mit CP nach Vojta therapiert. Die Kontrollgruppe erhielt Rumpfraining oder Gangtraining. Hohe Effekte zeigten sich bei der Verbesserung des Gleichgewichts (325) (indirekt, CP). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Vojta mit Bobath kombiniert wurde und dadurch die Aussagekraft reduziert ist. Darüber hinaus sind keine bzw. nur geringe Effekte auf die Mobilität (GMFM) beobachtet worden (326).

Die Qualität der Evidenz ist in Bezug auf die Outcomes „Gleichgewicht“ und „Mobilität“ als niedrig bzw. sehr niedrig einzustufen.

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium „USCP“ ergab zur Therapie nach **Bobath** n = 3 Treffer, wovon keine Studie den Einschlusskriterien entsprach. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n = 5 (Systematic) Reviews gefunden. Aus einem systematischen Review (327) konnte eine Studie extrahiert und eingeschlossen werden (104) (indirekt, BSCP). In der randomisierten kontrollierten Studie wurde die Effektivität eines Trainings der Rumpfkontrolle nach dem Bobath-Prinzip untersucht. Es wurden hohe Effekte bei der Verbesserung des Gleichgewichts und mittlere Effekte der Kraft der Rumpfmuskulatur erzielt.

Die Qualität der Evidenz ist als niedrig (Gleichgewicht) bzw. sehr niedrig (Kraft) einzustufen.

Als zusätzliche Literatur (Experten-Literatur) wurde das systematische Review von Novak et al. (328) (indirekt, CP), welches in der systematischen Literaturrecherche nicht mit den vordefinierten Suchwörtern zu den Therapien (Petö, Vojta, Bobath) gefunden wurde, in die Diskussion mit einbezogen. Die Autor*innen kamen zu dem Entschluss, dass eine Therapie nach Vojta, Bobath oder Petö in Anbetracht der aktuellen Studienlage wahrscheinlich ineffektiv ist, um das motorische Lernen zu verbessern. Der Expertenkonsens der vorliegenden Leitlinie folgt der Nicht-Empfehlung der Studie von Novak et al. (2019) nicht, was im folgenden Absatz begründet wird.

Insgesamt ist die Qualität der Evidenz durchweg niedrig bzw. sehr niedrig. Trotzdem halten die Mandatsträger*innen eine frühzeitig beginnende entwicklungsbegleitende Physiotherapie und/ oder Ergotherapie für wichtig. Der Therapiebeginn sollte frühestmöglich, also unmittelbar nach Diagnosestellung bzw. bei Risikokonstellationen (z.B. Frühgeburtlichkeit) erfolgen. Entwicklungsbegleitend ist im Sinne einer motorischen Frühförderung zu verstehen und dient der Unterstützung motorischen Lernens und der Förderung der Eltern-Kind-Interaktion im Kontext der vorliegenden Beeinträchtigung. Darüber hinaus gehen die Mandatsträger*innen davon aus, dass die Aktivierung und Verbesserung der Lokomotion helfen kann Folgeschäden zu reduzieren. Auch wenn sich dies allein auf Grund der Studienlage nicht gut belegen lässt, wird das Vorliegen eines solchen Effektes für sehr wahrscheinlich gehalten. Es wurde für wichtig erachtet, dass Elemente der Therapie möglichst gut in den Alltag integrierbar sind. Die Eltern sollten bei der Wahl der Therapieinhalte (Bobath, Vojta, Petö) mit einbezogen werden und die für Sie beste Therapie wählen können. Bei der Therapiewahl sollten mögliche Auswirkungen auf die Eltern-Kind-Beziehung beobachtet werden bzw. diese grundsätzlich im Vordergrund stehen. Auch sind die zeitlichen Ressourcen der Familie zu berücksichtigen. In Summe überwiegt der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden.

Aufgrund von mangelnder Evidenz mit nur (sehr) geringer Qualität wird in Anbetracht der Wichtigkeit der Therapie eine schwache Empfehlung in Form eines Expertenkonsens gewählt.

Die Therapie sollte von qualifizierten Physiotherapeut*innen/ Ergotherapeut*innen, welche Erfahrungen mit Kindern haben, durchgeführt werden. Ein interdisziplinäres Setting, wie es z.B. in Frühförderstellen vorliegt, ist im Rahmen der entwicklungsbegleitenden Physiotherapie grundsätzlich sinnvoll.

Schlussfolgerung

Aufgrund der Relevanz der Therapie und der großen Bedeutung eines frühzeitigen Therapiebeginns (potenzielle Reduzierung von Folgeschäden) wird trotz geringer Datenlage mit sehr niedriger Qualität eine schwache Empfehlung für die Durchführung einer entwicklungsbegleitenden Physiotherapie und/oder Ergotherapie in Form eines Expertenkonsens ausgesprochen. Die Therapieinhalte (Bobath/ Vojta/ Petö) sollten von den Eltern mitbestimmt werden können.

3.1.3 COPCA

PICO-Frage: *Verbessert ein familienzentriertes „COPing with and CAring for Infants with Special Needs“ (COPCA) Training die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard*

Hintergrund

Familien werden im Rahmen von therapeutischen Frühinterventionen bei Kindern mit Entwicklungsstörungen eine zunehmende Bedeutung zugemessen. Beim familienzentrierten Therapieprogramm „COPing with and CAring for Infants with Special Needs“ (COPCA) werden die Familien unterstützt, individuelle Lösungsansätze für die Herausforderungen im Alltag zu entwickeln. COPCA-Therapeut*innen nehmen keine leitende Rolle ein, sondern unterstützen die Eltern, autonom zu agieren und die für die eigenen Bedürfnisse und Ziele beste Handlungsstrategie zu entwickeln. Eine besondere Rolle nehmen dabei auch das Wohlergehen und die Bedürfnisse der Geschwisterkinder mit ein, welche bei Bedarf mit in die Therapie eingeschlossen werden (329).

3.1.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann das familienzentrierte Therapieprogramm „COPing with and CAring for Infants with Special Needs“ (COPCA) zur Verbesserung der „Family Empowerment“ angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Unterstützung und Beziehungen Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Hielkema et al. (2020) (330)	
	Konsens: 85%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zum Thema COPCA (erweiterte Suche „CP allgemein“) ergab n = 6 Suchergebnisse, wovon 4 Studien (4xRCT) den Einschlusskriterien entsprachen. Alle 4 Studien wurden von der gleichen Arbeitsgruppe veröffentlicht. Die 2 neuesten Veröffentlichungen aus dem Jahr 2020 untersuchten, ob Kinder im Alter zwischen 1 bis 9 Monaten (korrigiert) mit einem hohen Risiko einer CP von einer COPCA-Therapie mehr profitieren als Kinder, welche ein typisches Physiotherapie-Programm („Neuro Developmental Treatment“) erhalten. Beide Gruppen wurden für ein Jahr 1x wöchentlich therapiert (30-60min pro Therapieeinheit) (330, 331).

Bezüglich des motorischen Verhaltens gemessen mit dem „Infant Motor Profile“ (bewertet unter anderem die Symmetrie der Bewegung, Bewegungs-Repertoire, -Adaptation) wurde kein statistischer Unterschied zwischen den beiden Gruppen nach einem Jahr Therapie beobachtet (331) (indirekt, hohes Risiko einer CP).

Die 2. Studie konzentrierte sich auf familienzentrierte Zielkriterien. Das primäre Outcome war die „Family Empowerment Scale“ (FES), welche die Unterstützung in der Familie darstellt. Eine COPCA-orientierte Therapie ist assoziiert mit besseren FES-Werten. Im Detail betrachtet ist

der wahrgenommene emotionale Stress der Eltern (Sorgen über Versorgung, sozialer Teilhabe und Aktivität des Kindes) und der zeitliche Stress (wahrgenommene Zeit und Limitationen durch die Versorgung des Kindes) in der COPCA-Gruppe geringer als in der Kontrollgruppe (330) (indirekt, hohes Risiko einer CP).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Insgesamt ist die Qualität der Evidenz in Bezug auf das Zielkriterium „Unterstützung und Beziehungen“ aufgrund von Risk of Bias und Indirektheit (geringer Anteil von Kindern mit USCP)* als sehr niedrig einzustufen.

Positiv bezüglich der Praktikabilität ist zu bewerten, dass die Therapie nach Anleitung auch zu Hause durchgeführt werden kann. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden.

Das Zielkriterium „Family Empowerment“ wird in der frühen Entwicklungsphase der Kinder als hochrelevant angesehen. Daher wird trotz sehr niedriger Qualität der Evidenz eine offene Empfehlung für die Durchführung einer COPCA-Therapie ausgesprochen.

Schlussfolgerung

Aufgrund der positiven Auswirkungen auf das hochrelevante Zielkriterium (Unterstützung durch die Eltern, „Family Empowerment“) wurde eine offene Empfehlung für die Durchführung einer COPCA-Therapie beschlossen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.1.4 Heimprogramm/Eigenübung

PICO-Frage: *Verbessert ein **Home-based Training** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP ist die Muskelkontrolle und -koordination auf einer Körperseite beeinträchtigt, was sich erheblich auf die motorischen Fähigkeiten auswirkt. Die Fähigkeit, Gegenstände zu ergreifen und wieder loszulassen, sowie die Geschicklichkeit der betroffenen Hand sind eingeschränkt, was die Durchführung alltäglicher Aktivitäten sowie die Teilhabe beeinträchtigt (150, 332). Patient*innen mit USCP erleben beispielsweise Schwierigkeiten in der Mobilität (sich fortbewegen, Greifen, Geschicklichkeit), den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), der Selbstversorgung, Freizeit und Partizipation (75, 333).

Ein relevanter Kontext für Patient*innen, um neue tägliche Aktivitäten zu erlernen, ist in der Regel das häusliche Umfeld (334). Interventionen in diesem Kontext werden als „Home-based programs“ (häusliche Programme) bezeichnet und umfassen therapeutische Aktivitäten, die das Kind mit elterlicher Unterstützung im häuslichen Umfeld durchführt. Diese Programme gelten als nützliche Ergänzung oder sogar als Ersatz für zentrenbasierte Therapien in der Rehabilitation von Kindern mit CP (335). Häusliche Programme bieten eine einzigartige Gelegenheit, kontinuierlich zu trainieren und spezifische Aufgaben in einem relevanten

Kontext zu üben. Sie ermöglichen es den Eltern, das Training in ihre tägliche Routine mit dem Kind zu integrieren, was den Transfer des Erlernten, die Wiederholung von Aufgaben und somit die Intensität steigert (336). Durch das zusätzliche Training können möglicherweise bereits erreichte Interventionseffekte leichter beibehalten werden.

3.1.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte ein Home-based Training zur Verbesserung der unimanuellen Geschicklichkeit und Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Unimanuelle Geschicklichkeit Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Selbständigkeit Moderat ⊕⊕⊕⊖ Erreichen individueller Ziele Moderat ⊕⊕⊕⊖/ Hoch ⊕⊕⊕⊕	Roldán-Pérez et al. (2022), Ferre et al. (2017), James et al. (2015), Chiu et al. (2014)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu Home-based Training bei USCP ergab n=10 Suchergebnisse, wovon n=0 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. Aus der systematischen Literaturrecherche zu den Interventionen „Occupational Therapy, Intensivtherapien der oberen Extremität und Virtual Reality“ konnten jedoch 4 Studien eingeschlossen werden, bei denen ein Heimtraining als Intervention untersucht wurde.

Die wichtigsten Studienergebnisse, die zur Empfehlung geführt haben sind 4 randomisierte kontrollierten Studien von Ferre et al. (2017) (337), Roldán-Pérez et al. (2022) (338), Chiu et al. (2014) (339) und James et al. (2015) (340) mit insgesamt n=220 Patient*innen mit USCP. Das Alter der Studienteilnehmer betraf 2 bis 12 Jahre.

Untersucht wurden in den Studien das Home-based-Hand Arm Bimanual Therapy (Home-HABIT), (s. Kap. 3.3.1) (337) und das „Move it to improve it“ Programm (MiTii) allein (340), aber auch Kombinationstherapien aus einem „specific task home program“ mit Daumenabduktionssplint (Tragedauer: 6 Std./Tag) (338) und home-based Wii Sports mit Standardtherapie (339) (s. Kap. 3.6.5). Vergleichsinterventionen waren eine Standardtherapie, das lower-limb functional intensive training (LIFT) und ein specific task program ohne

Daumenabduktionssplint. Das Heimtraining wurde in der häuslichen Umgebung von den Bezugspersonen durchgeführt, welche vorab angeleitet und teilweise per Video supervidiert wurden. Die Therapiedauer der Interventionen betrug 6 bis 20 Wochen mit einer täglichen Trainingsdauer von etwa 2 bis 5 Stunden an 3 bis 5 Tagen pro Woche.

Die in den Studien untersuchten Outcomes, bei denen die Effektivität von Heimtraining nachgewiesen wurde, können alle der ICF-Domäne „Aktivitäten und Partizipation“ zugeordnet werden.

Die Bimanuelle Performanz wurde in 3 RCT's (337, 338, 340) anhand des sehr validen AHA gemessen, jedoch ohne signifikante Effekte nach Ende der Intervention.

Bei der unimanuellen Geschicklichkeit wurden mit dem MUUL (340), dem JTHFT (338-340) sowie dem 9-Hole-Pegtest (339) keine signifikanten Effekte nachgewiesen. Mit dem BBT jedoch konnte die Studie zum Home-HABIT einen sehr großen signifikanten Effekt von $d_{\text{Morris}}=2.63$ direkt nach der Intervention von 9 Wochen aufzeigen (337).

Das Outcome „Selbständigkeit in Aktivitäten des täglichen Lebens“ wurde in 2 RCT's mit dem AMPS (340) und CHEQ (338) untersucht. (340) konnten hier mit dem AMPS einen mittleren ($d_{\text{Morris}}=0,6$) bis großen signifikanten Effekt ($d_{\text{Morris}}=0,8$) für den Einsatz von Mitli als Heimtraining nachweisen. Beim CHEQ hingegen zeigte sich kein signifikanter Effekt.

Zur Überprüfung partizipativ entwickelter individueller Ziele nach dem Home-HABIT wurde in dem RCT von (337) das sehr valide „Canadian Occupational Performance Measure“ (COPM; s. Kap. 2.5.2) verwendet. Hier zeigten sich sehr große signifikante Effekte in der „Performanz“ ($d_{\text{Morris}}: 6.643$), nicht jedoch im Bereich „Zufriedenheit“ ($d_{\text{Morris}}: -0.218$).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle und den Summary of Findings (SoF) im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für die Durchführung eines Heimtrainings bei Patient*innen mit USCP ein niedriger Evidenzgrad für das Outcome „unimanuelle Geschicklichkeit, Zufriedenheit mit Erreichen individueller Ziele“ (gemessen mit BBT, COPM), ein moderater Evidenzgrad für Selbständigkeit (gemessen mit AMPS) sowie ein hoher Evidenzgrad für das Outcome „Performanz von Erreichen individueller Ziele“ (gemessen mit COPM) vor.

Zu dieser Evidenzbeurteilung nach GRADE führte die generelle Einstufung von RCT's als hohe Evidenz, zusammen mit einer Herabstufung aufgrund von Risk of Bias (alle Studien) und nur 2 vorliegenden Studien pro Outcome (Selbständigkeit, COPM) sowie der Inkonsistenz der Ergebnisse aufgrund verschiedener Assessments (unimanuelle Geschicklichkeit). Eine Hochstufung nach GRADE erfolgte bei den Outcomes Selbständigkeit sowie Performanz mit Erreichen individueller Ziele (COPM), da hier große bis sehr große Effekte in den Studien nachgewiesen wurden.

Aufgrund der Relevanz des Outcomes „Unimanuelle Geschicklichkeit“ in den ADLs für die Alltagsperformanz und Teilhabe wurde der Empfehlungsgrad auf B hochgestuft, was einer „sollte“ Empfehlung entspricht.

Weitere Informationen zur Evidenzbeurteilung nach GRADE können sie den Summary of Findings (SoF) und dem Evidenzprofil im Anhang (Methodikbericht) entnehmen.

Als erwünschte Effekte eines Heimtrainings sind aufgrund der dargestellten Ergebnisse große Effekte für die Outcomes Unimanuelle Geschicklichkeit (BBT), Selbständigkeit (AMPS) und das Erreichen individueller Ziele (COPM) zu erwarten. Demnach überwiegt der Nutzen deutlich

einem potenziellen Schaden.

Die Praktikabilität von Home-based Training ist sehr gut und es ist darüber hinaus ressourcenschonend. So kann das Heimtraining von den Bezugspersonen im häuslichen Umfeld durchgeführt werden und lässt sich somit gut in den Alltag integrieren. Zur Sicherstellung der Qualität des Trainings erfolgen zu Beginn eine Elternanleitung und bei Bedarf Videosupervisionen. Das Home-based Training kann gut zu anderen Therapien ergänzt werden.

Je nach Kapazitäten und Zielsetzung (z.B. aufgabenspezifisch) kann das Heimtraining als Intensivtraining, zeitlich begrenzt als alleinige Therapie oder Begleittherapie für einige Wochen bis Monate eingesetzt werden.

Die Studienergebnisse aus der systematischen Literaturrecherche beinhalten lediglich Outcomes der oberen Extremität. Der Einsatz eines Heimtrainings für Outcomes der unteren Extremität lässt ebenfalls positive Effekte erwarten. Die Leitliniengruppe möchte daher an dieser Stelle explizit auf eine bestehende Forschungslücke hinweisen.

Schlussfolgerung

Für Patient*innen mit USCP wird zum Einsatz eines Heimtrainings zur Verbesserung der „unimanuellen Geschicklichkeit und der Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens“ aufgrund der Relevanz dieser Outcomes für den Alltag eine „sollte“ Empfehlung ausgesprochen. Grundlage für diese Empfehlung ist ein niedriger bis moderater Evidenzgrad.

3.2 Hilfsmittel

3.2.1 Hilfsmittel (Rollstuhl/Walker/Gehstützen/andere)

PICO-Frage: *Verbessert das Nutzen von **Hilfsmitteln (Rollstuhl/ Walker/ Gehstützen)** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Aufgrund der stärkeren Betroffenheit der oberen Extremität wird die Gehfähigkeit bei Patient*innen mit USCP (fast) immer erreicht (341). 94% der Kinder mit USCP in Europa können ohne Hilfsmittel gehen (GMFCS I und II), 4% benötigen Hilfsmittel zum Gehen (GMFCS III) (14). Trotzdem kann die Mobilität der Patient*innen im Alltag eingeschränkt sein, was die Partizipation beeinträchtigt.

3.2.1	Empfehlung	Neu Stand 2024

EK	Auch wenn in der Regel bei Patient*innen mit USCP keine Mobilitätshilfen (Rollstuhl, Walker, Gehstützen) notwendig sind, können diese in Einzelfällen zur Verbesserung der Teilhabe angeboten werden.
	Starker Konsens: 96%

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n=2 Treffer, wovon keine Studie den Einschlusskriterien entsprach. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n=46 (systematische) Reviews gefunden. Aus dem systematischen Review von Montero und Gómez-Conesa (2014) (342) konnten n=2 Studien (2x Crossover Design, indirekt, BSCP) extrahiert werden.

In den beiden Studien wurde bei Patient*innen mit BSCP das Gehen mit einem anterioren bzw. posterioren Walker mittels instrumenteller Ganganalyse verglichen. Die Ergebnisse der Studien waren heterogen. So beobachteten Konop et al (2009) (343) keinen statistischen Unterschied des Energieverbrauchs beim Gehen mit den unterschiedlichen Walkern. Dies wurde mittels dem „Energy Expenditure Index“ beurteilt, welcher aus Herzfrequenz und Gehgeschwindigkeit berechnet wird. Demgegenüber sahen Park et al. (2001) (344) einen geringeren Sauerstoffgebrauch beim Gehen mit posteriorem Walker. Zudem war die Körperhaltung beim Gehen mit posteriorem Walker aufrechter.

Die aufgeführte Literatur aus der systematischen Recherche ist jedoch kaum übertragbar auf Patient*innen mit USCP. Das Nutzen von Walkern als Mobilitätshilfen birgt Schwierigkeiten bei Patient*innen mit USCP aufgrund der meist stärkeren Betroffenheit der oberen Extremität. Zudem sind Mobilitätshilfen (Rollstuhl, Walker, Gehstützen) bei Patient*innen mit USCP meist nicht notwendig. Trotzdem können sie in Einzelfällen die Teilhabe und Aktivität deutlich verbessern, weshalb ein Expertenkonsens dafür ausgesprochen wurde.

Schlussfolgerung

Das Nutzen von Mobilitätshilfen (Rollstuhl, Walker, Gehstützen) ist bei Patient*innen mit USCP nur in Einzelfällen notwendig. Jedoch kann die Aktivität und Teilhabe dadurch positiv beeinflusst werden. Daher wird trotz ungenügender Datenlage eine offene Empfehlung mittels Expertenkonsens für das Nutzen von Mobilitätshilfen ausgesprochen.

3.2.2 Orthesen und funktionelle Elektrostimulation (obere und untere Extremität)

Einführung

Bei Orthesen und der funktionellen Elektrostimulation (FES) handelt es sich um 2 unterschiedliche Methoden zur Unterstützung der motorischen Funktion bei Patient*innen mit neuromuskulären Einschränkungen. Während Orthesen als externe mechanische Hilfsmittel eingesetzt werden, um Bewegungsabläufe zu stabilisieren, zu führen oder zu unterstützen, nutzt die FES elektrische Impulse, um gezielt Muskelkontraktionen auszulösen und dadurch Bewegung zu ermöglichen oder zu verbessern.

Das Hauptziel beider Interventionen ist die Verbesserung der Funktion und Mobilität der Patient*innen, um ihre Teilhabe und Selbstständigkeit im Alltag zu fördern. Orthesen bieten eine strukturelle Unterstützung, indem sie biomechanische Defizite ausgleichen und

Fehlstellungen vorbeugen. Die FES hingegen stellt eine aktive Therapiemöglichkeit dar, die durch elektrische Impulse gezielt Muskelfunktionen anregen und trainieren kann.

PICO-Frage: *Verbessert eine **Versorgung mit Orthesen an der unteren Extremität** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Ein effizientes Gangbild kann für Patient*innen mit CP ein wichtiges Therapieziel darstellen, da eine (unabhängige) Mobilität im Alltag die Partizipation positiv beeinflusst. Orthesen zur Verbesserung von Gang und Haltung sind fester Bestandteil des Versorgungs- und Therapieprozesses von Patient*innen mit CP. Um den Bewegungsablauf zu verbessern, können je nach Therapieziel und dem zugrundeliegenden Problem (z.B. Spitzfuß oder Fallfuß) verschiedene orthetische Versorgungen in Betracht gezogen werden. Die Orthesen variieren in ihrem Aufbau und den verwendeten Materialien und bieten verschiedene Level von Steifigkeit bzw. Gelenkkontrolle (345).

3.2.2.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Kindern mit USCP und dynamischem Spitzfuß und/ oder Drop Foot Pattern sollte zum Erreichen eines initialen Fersenbodenkontakts und/ oder zur Verbesserung der Dorsalextension beim Gehen das Tragen einer dynamischen sprunggelenksübergreifenden Orthese angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Gangqualität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖⊖	Buckon et al. (2001), Romkes et al. (2002), Romkes et al. (2006), Balaban et al. (2007), Schweizer et al. (2014), Schmid et al. (2016), Tavernese et al. (2017), Altschuck et al. (2019),	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu Orthesen der unteren Extremität ergab n = 17 Suchergebnisse, wovon n = 11 Studien (6x Crossover Design, 4x kontrollierte Studie, 1xFallserie) den Einschlusskriterien entsprachen.

Die untersuchten Orthesen waren in ihrem Aufbau und Ziel heterogen: Posterior leaf spring (PLS) (4x), hinged AFO (HAFO) (7x), Carbon fiber AFO (CAFO) (1x), solid AFO (SAFO) (2x), dynamic AFO (DAFO) (1x), Carbon Modular Orthosis (Ca.M.O.) (1x). Meist wurde das Gehen in der Ebene mittels 3D-Ganganalyse validiert (291, 293, 346-352). Weitere Studien untersuchten die Auswirkungen des Tragens einer Orthese beim Rennen (353) oder Treppen auf- und absteigen (354). In 4 Studien wurden nur Kinder mit USCP und dynamischem Spitzfuß eingeschlossen (293, 348-350). Die eingesetzten Orthesen waren HAFO und DAFO. Die Abbildung 9 zeigt die Orthesen. Bei der HAFO wird durch eine hintere Anlage eine Plantarflexion blockiert (0° Dorsalextension), in Richtung Dorsalextension ist aber eine unbegrenzte Bewegung möglich. Die von Romkes et al. (2002) (348) genutzte DAFO ist nach der Hylton-Methode konstruiert (Hylton 2000, Hylton N. *Dynamic Orthotic Concepts*:

Background and Experiences. Dortmund, Germany: Verlag Orthopaedie-Technik, 2000). Es zeigte sich beim Gehen eine Verbesserung der maximalen Dorsalextension des oberen Sprunggelenks in der Standphase durch das Tragen einer Orthese (DAFO: $d=0,77$ (348); HAFO: $d=0,96$ (293) und $d=1,46$ (348).

In einer Studie (291) wurden die Auswirkungen des Tragens einer Toe Off-Orthese bei Drop Foot Pattern evaluiert. Hierbei zeigte sich keine Verbesserung des „Gait Profile Score“ als Parameter der allgemeinen Gangabweichung im Vergleich zur Norm, aber eine Steigerung der Dorsalextension des oberen Sprunggelenks (initialer Bodenkontakt, Schwungphase) durch das Tragen der Orthese.

Der Winkel des oberen Sprunggelenks beim initialen Bodenkontakt (gemessen in 8 Studien) (291, 293, 346, 348-352) zeigte zudem unabhängig von der Art der Orthese eine Verbesserung im Sinne einer besseren Dorsalextension mit hoher Effektstärke. Die Heterogenität der Ergebnisse ist jedoch als hoch einzuschätzen (Metaanalyse: Cohens $d=2,95$; I-Quadrat: 0,93). Ausreißend hohe Effekte wurden dabei durch das Tragen der Ca.M.O. erzielt (352). Es handelt sich dabei um eine Orthese aus Carbon, welche an das vorliegende Gangbild (Gruppe 1: moderate bis starke Kniehyperextension/ Kauergang oder Gruppe 2: milde Kniehyperextension/ Kauergang bzw. neutrale Position) angepasst wurde. Gruppe 1 erhielt eine „steife“ Ca.M.O, Gruppe 2 wurde mit einer flexiblen Ca.M.O. versorgt. Es zeigten sich gegenüber den anderen Studien deutlich höhere Effekte auf den Winkel des OSG beim initialen Kontakt und in der Standphase. Aufgrund der dünnen Studienlage (nur eine Studie mit 15 Patient*innen) kann jedoch keine Empfehlung über die genaue Art der Orthese gegeben werden.



Abbildung 10: In den Studien untersuchte Orthesen

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf das Zielkriterium „Gangqualität“ ist aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der Interventionen und eingesetzten Orthesen als sehr niedrig einzustufen.*

Insgesamt ist durch das Tragen einer Orthese eine Verbesserung der Gangqualität im Sinne einer Verbesserung des initialen Bodenkontakts und der Dorsalextension des oberen Sprunggelenks zu beobachten. Durch die Verbesserungen des Gehens kann auch von positiven Auswirkungen auf die Aktivität und Teilhabe ausgegangen werden. Unerwünschte Nebenwirkungen können Schwielen oder Druckstellen sein. Bei der Versorgung und Überprüfung der Orthesen muss dies berücksichtigt werden. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden.

Aufgrund der hohen Effekte auf die Dorsalextension beim Gehen bei dynamischem Spitzfuß und/ oder Drop Foot Pattern wird trotz der dünnen Datenlage eine schwache Empfehlung für das Tragen einer sprunggelenksübergreifenden Orthese ausgesprochen.

Aufgrund der Heterogenität der genutzten Orthesen kann keine Empfehlung für die genaue Art und Konstruktion der Orthese gegeben werden. Die in den Studien genutzten Orthesen waren alle sprunggelenksübergreifend (oberes und unteres Sprunggelenk übergreifend). Weitere Eigenschaften der Orthese, welche die Mandatsträger*innen der Leitlinie diskutierten, werden im weiteren Verlauf des Kapitels dargestellt.

Des Weiteren kann keine evidenzbasierte Aussage über die Effektivität einer Orthese bei Erwachsenen gegeben werden, da die Studien ausschließlich Kinder einschlossen. Eine therapiezielorientierte Versorgung wurde diskutiert.

Schlussfolgerung

Aufgrund der positiven Auswirkungen auf die Gangfunktion mit hohen Effekten wird trotz sehr niedriger Qualität der Evidenz eine schwache Empfehlung für das Tragen einer sprunggelenksübergreifenden Orthese ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

Anforderungen an die Orthese

3.2.2.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte eine Orthese zur Verbesserung des Gehens die Muskelaktivität in den verschiedenen Gangphasen adäquat führen und die Rockerfunktionen unterstützen	
	Konsens: 89%	

3.2.2.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte die Bewegungsfreiheit zur Aufrechterhaltung der Dynamik über die Orthese gewährleistet sein.	
	Konsens: 90%	

Aufgrund der Heterogenität der untersuchten Orthesen in den oben dargestellten Studien und der unterschiedlichen Bezeichnungen für ähnliche Orthesenarten kann keine Empfehlung für oder gegen eine bestimmte Orthese gegeben werden. Die LL-Gruppe einigte sich daher auf 2 Expertenkonsens, was eine Orthese erfüllen sollte bzw. was vermieden werden sollte.

Die Bezeichnung „Muskelaktivität in den Gangphasen adäquat führen“ beschreibt die gezielte Unterstützung und Führung der Muskelfunktionen durch eine Orthese während der verschiedenen Gangphasen. Ziel ist es, die Aktivität der Muskulatur so zu modulieren, dass eine effiziente und physiologische Fortbewegung ermöglicht wird. Dabei sollte verhindert werden, dass unkontrollierte oder ineffektive Muskelaktivitäten, wie spastische Bewegungsmuster, den Gangablauf negativ beeinflussen. Gleichzeitig sollte die Orthese die Muskelfunktionen so unterstützen, dass der Energieverbrauch reduziert und die Belastung für

Gelenke und Muskulatur minimiert werden. Die Führung der Muskelaktivität durch die Orthese kann dabei sowohl durch eine gezielte Begrenzung, als auch durch die Förderung bestimmter Bewegungsabläufe erreicht werden.

Die Rockerfunktionen, die als Teil des physiologischen Gangzyklus betrachtet werden, umfassen die kontrollierte Abrollbewegung des Fußes von der Ferse über die Fußsohle bis hin zu den Zehen. Diese Abrollmechanik lässt sich in 3 Hauptphasen unterteilen:

1. Heel Rocker: Beginn der Standphase, bei der der Fuß von der Ferse aus Kontakt zum Boden aufnimmt.
2. Ankle Rocker: Übergang zur Mittelstandphase, bei dem der Fuß um das Sprunggelenk abrollt.
3. Forefoot Rocker: Abschluss der Standphase, bei dem die Zehen den Bodenkontakt halten, während die Ferse sich hebt.

Eine Orthese, die diese Rockerfunktionen unterstützt, trägt wesentlich dazu bei, einen flüssigen, stabilen und energieeffizienten Gangablauf zu gewährleisten. Fehlen diese Funktionen, beispielsweise durch eine eingeschränkte Beweglichkeit des Sprunggelenks oder eine fehlende Unterstützung durch die Orthese, kann es zu kompensatorischen Bewegungen kommen, die langfristig die Gelenke und die Muskulatur belasten.

Ein entscheidender Aspekt in der orthopädiotechnischen Versorgung ist die Abwägung zwischen Bewegungsfreiheit und der erforderlichen Stabilität. Eine ausreichende Bewegungsfreiheit in der Orthese ermöglicht eine natürliche Dynamik des Gangbildes, die für einen physiologischen Bewegungsablauf essenziell ist. Bei Patient*innen mit neurologischen Einschränkungen, wie USCP, sollte die Bewegungsfreiheit in der Orthese daher gezielt so gestaltet werden, dass sie die Dynamik des Gehens erhält, ohne die notwendige Stabilität und Kontrolle zu gefährden. Dies ist insbesondere für die Förderung der aktiven Muskularbeit wichtig, die durch die Orthese unterstützt, jedoch nicht vollständig ersetzt werden sollte.

PICO-Frage: *Verbessert eine **Versorgung mit Orthesen an der oberen Extremität** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Funktionelle Handorthesen haben primär das Ziel, die Aktivität und Partizipation der Patient*innen zu verbessern. Sie werden während der Aktivität (z.B. beim Halten und Greifen) getragen, um die Ausführung der Tätigkeit durch eine verbesserte Positionierung der Hand zu erleichtern und positiv zu beeinflussen (355).

3.2.2.4	Empfehlung	Neu Stand 2024

Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der unimanuellen Kapazität eine funktionelle Handorthese erwogen werden.
Qualität der Evidenz:	
Unimanuelle Kapazität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Ozer et al. (2006), Burtner et al. (2008), Barroso et al. (2011), Louwers et al. (2011), Roldan-Perez et al. (2022) Zusätzliche Literatur: Becher (2023)
	Starker Konsens: 95%

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu Orthesen der oberen Extremität ergab n = 44 Suchergebnisse, wovon n = 5 Studien (2xRCT, 1xkontrollierte Studie, 1xFallserie, 1xCrossover Design) den Einschlusskriterien entsprachen.

In 3 Studien wurde der unmittelbare Effekt der Orthese untersucht (356-358), während in den weiteren 2 Studien die Orthese als Therapieintervention über einen längeren Zeitraum genutzt wurde (359, 360). Untersucht wurden funktionelle Handgelenks-/ Daumen-Orthesen, welche dynamisch oder statisch konstruiert wurden. Die Abbildungen 10 a)-d) zeigen die evaluierten Orthesen. Louwers et al. (2011) (358) untersuchten den unmittelbaren Effekt des Tragens einer statischen Orthese (statisch volarer Aluminium-Splint aus Thermoplast in Nullstellung) auf die bimanuelle Performanz gemessen mit dem AHA. Die Testung fand 3x mit einem Zeitraum von einer Woche zwischen den Tests statt. Bei der ersten und letzten Untersuchung wurde der AHA ohne Orthese durchgeführt, bei der zweiten Untersuchung wurde die Orthese an der betroffenen Hand getragen. Dabei zeigte sich nur ein kleiner Effekt (d= 0,234) zwischen dem ersten und zweiten Termin. In einer kontrollierten Studie untersuchten Burtner et al. (2008) (357) die Griff- und Pinch-Kraft sowie die Geschicklichkeit (gemessen mit „Adapted Nine-Hole-Peg-Test“) beim Tragen von keiner, oder einer dynamischen (Spiral-Orthese Thermoplast (20 – 30° Extension mit 30° Bewegungs-Möglichkeit)) bzw. statischen Orthese (Thermoplast 20 – 30° Extension). Es zeigte sich ein kleiner Effekt auf die Geschicklichkeit durch das Tragen einer statischen Orthese und ein mittlerer Effekt beim Tragen einer dynamischen Orthese verglichen mit keiner Orthese. In Bezug auf die Kraft waren unabhängig von der Art der Orthese nur kleine Effekte zu beobachten. Barroso et al. (2011) (356) nutzten eine statische Orthese (Neopren und Thermoplast statische volare Einlage (20 – 30° Extension)). Die Assessments (Dynamometrie zur Erfassung der Griffkraft und Jabson Taylor Handfunction-Test zur Beurteilung der Handfunktion) wurden mit und ohne Orthese ausgeführt. Es zeigte sich ein großer Effekt sowohl auf die Griffkraft als auch auf die Handfunktion.

In 2 weiteren Studien wurde die Orthese als Therapie-Intervention genutzt. In der randomisierten kontrollierten Studie von Roldan-Perrez et al. (2022) (360) führten sowohl die Kontrollgruppe als auch die Interventionsgruppe ein zielorientiertes, bimanuelles Training über 6 Wochen (1std am Tag/ 7 Tage pro Woche) durch. Die Interventionsgruppe trug zusätzlich eine dynamische Orthese (Neopren McKie-Splint ohne Handgelenks-Einschluss) für 6 Stunden am Tag für 5 Tage pro Woche. Es zeigte sich kein Effekt durch die zusätzliche Therapie mit der Orthese auf die Handfunktion (Jabson Taylor Handfunktion) oder bimanuelle Performanz (AHA). In Bezug auf die Kraft (Unterarm, Griff, Pinch) zeigte die Kontrollgruppe bessere Ergebnisse (Unterarm/ Pinch, kleine Effekte) bzw. kein Unterschied (Griff). In Bezug

auf Partizipation gemessen mit dem CHEQ 2.0 wurde in keiner der beiden Gruppen eine Verbesserung bei „dem Gefühl, beeinträchtigt zu sein“ gesehen. Ozer et al. (2006)(359) untersuchten das Tragen einer Orthese gegenüber einer Behandlung mittels funktioneller Elektrostimulation und die Kombination aus beiden Therapien über einen Zeitraum von 6 Monaten. Die neuromuskuläre Elektrostimulation konnte zuhause durchgeführt werden. Die Behandlungsdauer betrug eine Stunde täglich aufgeteilt in 2x 30min oder 3x 20min Training. Bei der Orthese handelte es sich um eine dynamische Orthese, welche Hand-(Gelenk) und Ellenbogen miteinschloss. Positive Effekte auf die Griffkraft und die Handfunktion (Melbourne Assessment of Unilateral Limb Function) nach 6 Monaten Therapie wurden dabei nur bei der Kombinationstherapie aus neuromuskulärer Elektrostimulation und Orthese erzielt.

Als zusätzliche Experten-Literatur wurde die Studie von Becher (2023) (361) aufgenommen. Der Autor untersuchte die Auswirkungen von einem Monat Tragezeit (im Mittel $7,7 \pm 1,7$ std Tragezeit/ Tag) einer funktionsverbessernden Orthese aus Silikon mit Handgelenks-Einschluss auf die bimanuelle Performanz (gemessen mit dem AHA). Es zeigte sich ein mittlerer Effekt (0,461).

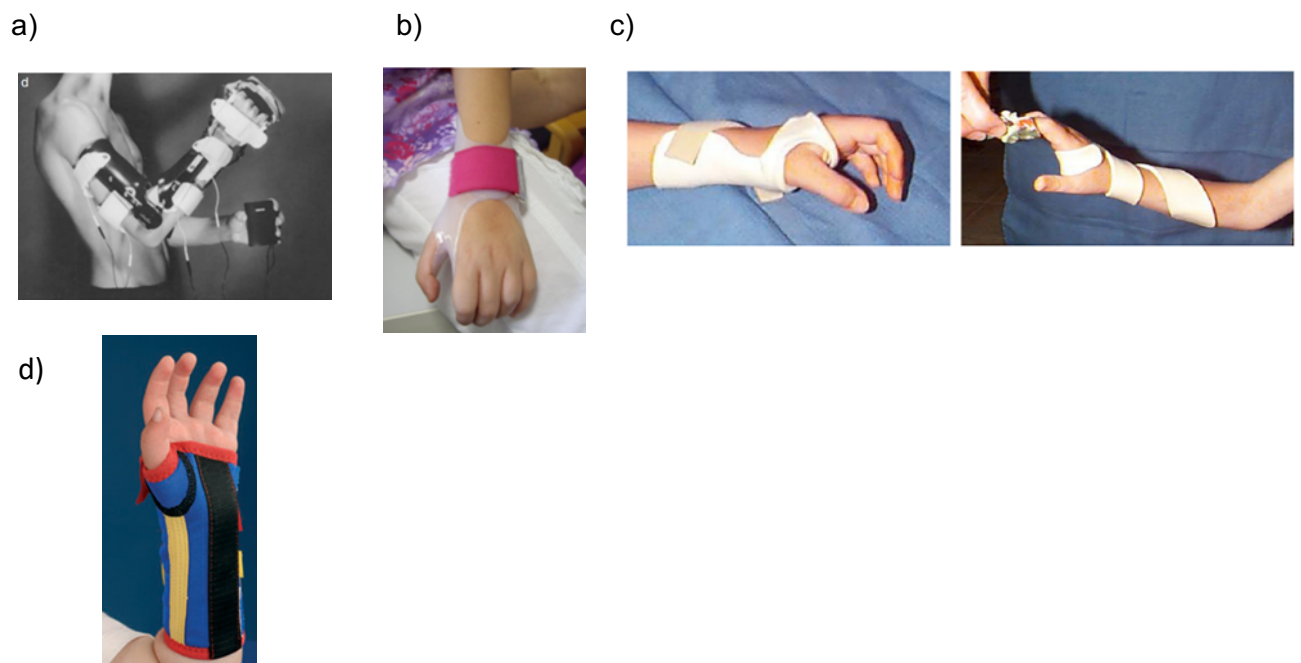


Abbildung 11a-d): In den Studien genutzte Handorthesen: a) Ozer et al. (2006); b) Becher (2023); c) Burtner et al. (2008) statisch; d) Burtner et al. (2008) dynamisch; e) Louwers et al. (2011)

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf das Zielkriterium „unimanuelle Kapazität“ ist aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der Interventionen und eingesetzten Orthesen als sehr niedrig einzustufen.*

Die Ergebnisse und genutzten Orthesen in den beschriebenen Studien sind heterogen. Es zeigen sich teils mittlere bis hohe Effekte auf das Zielkriterium „unimanuelle Kapazität“. Bezüglich der Praktikabilität ist positiv zu erwähnen, dass die Orthesen gut in den Alltag integriert werden können. Unerwünschte Nebenwirkungen können Schwielen oder Druckstellen sein. Bei der Versorgung und Überprüfung der Orthesen muss dies berücksichtigt werden. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden.

Schlussfolgerung

Aufgrund der geringen und heterogenen Datenlage wurde eine offene Empfehlung für das Tragen einer funktionellen Handorthese ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

PICO-Frage: *Verbessert eine **funktionelle/ neuromuskuläre Elektrostimulation** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Die FES bietet eine alternative oder ergänzende Möglichkeit zur Unterstützung der Mobilität, indem sie Muskeln gezielt durch elektrische Impulse aktiviert. Die FES verfolgt das Ziel, die Gangqualität zu verbessern und zur Stärkung der betroffenen Muskulatur beizutragen.

3.2.2.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der Kraft der Dorsalextensoren und der Gangqualität eine Behandlung mittels funktioneller Elektrostimulation (FES) (bei ausreichend Akzeptanz) * angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Gangqualität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Kraft Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Pool et al. (2014), Pool et al. (2015), Pool et al. (2016), Bailes et al. (2017), El Shamy et al. (2016)	
	Konsens: 92% *Keine mehrheitliche Zustimmung: 50%	

3.2.2.6	Empfehlung	Neu Stand 2024

Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann eine Therapie mittels funktioneller Elektrostimulation (FES) für die obere Extremität zur Verbesserung der Griffkraft und unimanuellen Kapazität und/ oder bimanuellen Performanz bevorzugt in Kombination mit einer Orthese und/ oder Botulinumtoxin angeboten werden.
Qualität der Evidenz:	
Unimanuelle Kapazität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Bimanuelle Performanz Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Kraft Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Ozer (2006), Xu (2015), Yildizgören (2014), Elnaggar (2020)
	Konsens: 85%

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zur „funktionellen Elektrostimulation“ und „neuromuskulären Elektrostimulation“ ergab N=48 Suchergebnisse, wovon N=11 Studien (7xRCT, 4x Fallserie) den Einschlusskriterien entsprachen. Davon betrafen N=6 Studien (3xRCT, 3x Fallserie) die untere Extremität (362-367) und N=5 Studien (4xRCT, 1x Fallserie) die obere Extremität (359, 368-371).

Die genutzten Elektrostimulationssysteme in den Studien, welche die untere Extremität therapierten, waren WalkAide (363, 365-367) und Ness L300 Foot Drop System (362). Der Interventionszeitraum lag zwischen 8 und 12 Monaten. Die Tragedauer betrug zwischen ein bis 6 Stunden pro Tag an 3 bis 6 Tagen pro Woche. Es zeigte sich eine verbesserte Fußhebung (d=0,80 (367) bzw. d=1,61 (362) beim Gehen mit aktivierter FES gegenüber ausgeschaltetem System. Ein 12-wöchiges Tragen des Ness L300 Systems über bis zu 6 Stunden am Tag während der Aktivität hatte einen höheren Effekt (d=0,49) (362) auf die Fußhebung beim Gehen ohne FES als das Nutzen der WalkAide über 8 Wochen und 4 Stunden täglich (d=0,21) (367). Sehr hohe Effekte auf die Kraft der Dorsalextensoren hatte das Tragen der FES sowohl bei einer kürzeren Tragedauer (1 Stunde am Tag, d=1,37 (365) als auch bei einer längeren Tragezeit (4 Stunden am Tag, d=1,09 (366). El Shamy et al. (2016) (363) zeigten darüber hinaus eine Reduzierung des Energieverbrauchs während des Gehens nach einer Therapie mittels FES wohingegen bezüglich der Gehgeschwindigkeit die Ergebnisse heterogen sind mit teils starken Effekten im Sinne einer schnelleren Gehgeschwindigkeit (d=2,09 (363); 0,877 (362)) aber auch langsamerer Gehgeschwindigkeit mit kleinem Effekt (d=-0,487 (367)).

Im nächsten Abschnitt wird die Evidenz der Studien, welche die obere Extremität untersuchten, dargelegt. In den Studien wurde die FES als Training genutzt; die Outcomes wurden ohne FES evaluiert. Ozer et al. (2006) (359) untersuchten die Behandlung mittels FES gegenüber dem Tragen einer Orthese und die Kombination aus beiden Therapien über einen Zeitraum von 6 Monaten. Die FES konnte zuhause durchgeführt werden. Die Behandlungsdauer betrug eine Stunde täglich aufgeteilt in zweimal 30 Minuten oder dreimal 20 Minuten Training. Bei der Orthese handelte es sich um eine dynamische Orthese, welche Hand-(Gelenk) und

Ellenbogen miteinschloss. Positive Effekte auf die Griffkraft und die Handfunktion (gemessen mit „Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function“ (MUUL)) nach 6 Monaten Therapie wurden dabei nur bei der Kombinationstherapie aus FES und Orthese erzielt. Elnaggar et al. (2020) (368) verglichen 4 Gruppen, wobei die erste Gruppe Botulinumtoxin-A Injektionen erhielt (einmalige Injektion), die zweite Gruppe wurde mit FES (3x 15-minütige Therapieeinheiten pro Woche) therapiert, die dritte Gruppe erhielt eine Kombination aus Botulinumtoxin-A Therapie und FES. Die Kontrollgruppe führte ein Physiotherapie-Programm durch. Es zeigten sich kleine bis mittlere Effekte durch FES auf die bimanuelle Performanz (AHA) und unimanuelle Kapazität (MUUL) verglichen mit der Kontrollgruppe. Hohe Effekte wurden in der dritten Gruppe erzielt, welche die Kombinationstherapie aus Botulinumtoxin-A und FES erhielt. Die Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von Yildizgören et al. (2014) (371) überein, welche eine Verbesserung der Handfunktion gemessen mit dem „Abilhand-Kids“ in der Gruppe beobachteten, welche neben einer statischen volaren Handgelenksorthese 30-minütige Elektrostimulationsbehandlungen (an 5 Tagen die Woche für insgesamt 6 Wochen) erhielten. Xu et al. (2015) (370) zeigten eine effektivere Muskelrekrutierung (Koordination und Aktivierung von Agonist und Antagonist) bei einer Kombinationstherapie von CIMT und FES (20 Minuten pro Tag an 5 Tagen pro Woche für insgesamt 2 Wochen, behandelte Muskeln: M. extensor carpi radialis und M. extensor digitorum der betroffenen Seite). Mäenpää et al. (2004) (369) beobachteten eine Verbesserung der individuellen Ziele gemessen mit der „Goal Attainment Scale“ durch eine zusätzliche FES-Therapie über 5 Wochen. Die Verbesserungen hielten dabei mindestens bis zur Follow-up-Messung nach 12 Wochen an. Die Ergebnisse zeigen eine Favorisierung der FES als Ergänzung bzw. Begleittherapie (z.B. zu Botulinum-Toxin, CIMT oder Orthesen).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist sowohl bezüglich des Outcomes „Gangqualität“ als auch „Kraft“ aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der untersuchten Interventionen* als sehr niedrig einzustufen. In Bezug auf die Zielkriterien „unimanuelle Kapazität“ und „bimanuelle Performanz“ (hoher Risk of Bias)* ist die Qualität der Evidenz als sehr niedrig und bezüglich „Kraft“ als niedrig (moderater Risk of Bias)* einzustufen.

Die Erfahrungsexpert*innen erklärten eine starke Befürwortung der FES und nannten eine Reduktion von Stolpern und Verbesserungen der Aktivität im Alltag als positive Ergebnisse der FES. Allerdings weist die FES auch Grenzen im Alltag zum Beispiel beim Spielen mit Sand und Wasser auf. Als unerwünschte Effekte wurden Unbehagen/ Angst vor der FES genannt. Zudem ist es fraglich, inwiefern auch tiefere Muskelschichten durch die Therapie erreicht werden können.

Zusammenfassend wurden sehr hohe Effekte im Bereich Struktur und Funktion (Gangqualität, Kraft) durch eine FES der unteren Extremität und hohe Effekte bezüglich der FES als Kombinationstherapie (zusätzlich zu Botulinum-Toxin, CIMT oder Orthesen) im Bereich der oberen Extremität erzielt. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden, weshalb eine offene Empfehlung für das Nutzen einer FES ausgesprochen wurde.

Schlussfolgerung

Aufgrund der sehr hohen Effekte der FES auf die Outcomes „Kraft“ und „Gangqualität“ und der hohen Effekte der FES als Kombinationstherapie (zusätzlich zu Botulinumtoxin oder Orthese) auf die Outcomes „unimanuelle Kapazität“, „bimanuelle Performanz“ und „Kraft“ wird trotz (sehr) niedriger Qualität der Evidenz eine offene Empfehlung für die Durchführung einer FES

ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

Der Versorgungsprozess umfasst eine ausreichende Testung, ob der Patient mit der FES zurechtkommt, diese akzeptiert und davon profitiert. Es besteht die Gefahr, dass es zu einer ungewollten Innervation von Muskeln bei nicht exakt aufgetragenen Elektroden kommt (372).

In der Literatur werden folgende Kontraindikationen der FES angegeben:

- Instabiles Herzleiden
- Implementierte Herzschrittmacher
- Akute Gefahr von Hämorrhagie oder Thromboembolie

Folgende Bedingungen sollten zudem unter Anderem beobachtet werden:

- Schwangerschaft
- Epilepsie
- Empfindungsstörungen
- Keine Stimulation über verletzte Haut (372)

Weitere Empfehlungen (UEX und OEX betreffend)

Teilhabeorientierte Therapieziele

Hintergrund

Partizipation wird von der WHO als „involvement in life situation“ (Beteiligung an Lebenssituation) definiert (WHO, 2001). Die Teilnahme an alltäglichen Aktivitäten, wie beispielsweise Sport im Verein oder Spielen mit anderen Kindern, nimmt eine Schlüsselrolle für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen ein (373, 374).

3.2.2.7	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollen teilhabeorientierte Therapieziele bei der Verordnung von Orthesen berücksichtigt werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Ein zentrales Ziel jeder Versorgung ist es, die individuellen Bedürfnisse und Alltagsanforderungen der Patient*innen zu berücksichtigen. Dabei stehen neben der reinen Funktionserhaltung oder -verbesserung auch Aspekte wie Schmerzreduktion, die Förderung der Eigenständigkeit und die soziale Integration im Mittelpunkt. Durch eine gezielte Anpassung der Versorgung an die persönlichen Ziele und Lebensumstände der Betroffenen kann eine nachhaltige Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden.

Die LL-Gruppe spricht eine starke Empfehlung in Form eines Expertenkonsens dafür aus, dass bei der Orthesenversorgung teilhabeorientierte Therapieziele berücksichtigt werden.

Das Ziel einer Orthesenversorgung kann auch die Prävention von negativen Folgen wie (eine Verstärkung von) Kontrakturen oder Fehlstellungen sein. Die LL-Gruppe sah eine Prävention als „zukünftige Teilhabe“ an. Wenn mögliche negative Folgen einer fehlenden oder falschen Orthesenversorgung vermieden werden können, hat dies auch einen positiven Einfluss auf die Teilhabe im Erwachsenenalter.

Eine ausführliche Diagnostik (einschließlich 2D oder 3D Ganganalyse für die UEX, siehe auch Kapitel 2.7) kann helfen, die bestmögliche Orthesenart für jede/n Patient*in zu evaluieren. Vor der Versorgung kann so das zugrundeliegende Problem identifiziert werden und im weiteren Prozess kann durch Folge-Untersuchungen eine mögliche notwendige Anpassung der Orthese/ FES erkannt werden.

Planung der Versorgung im interdisziplinären Team

3.2.2.8	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte die Indikationsstellung für die Orthesenversorgung unter Einbezug eines interdisziplinären Teams erfolgen.	
	Starker Konsens: 95%	

Da die Wahl der geeigneten Therapie individuell getroffen werden muss, ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit (Ärzt*innen, Orthopädietechniker*innen und Therapeut*innen) erforderlich. Nur durch die gemeinsame Abwägung der funktionellen Einschränkungen, der persönlichen Therapieziele und der Lebenssituation des Patient*innen kann die bestmögliche Versorgung sichergestellt werden.

Daher spricht die LL-Gruppe eine schwache Empfehlung dafür aus, dass die Indikationsstellung für die Orthesenversorgung unter Einbezug eines interdisziplinären Teams erfolgen sollte.

Einsatz von Nachtlagerungsschienen

Hintergrund

Nachtlagerungsschienen werden primär eingesetzt, um Verbesserungen im Bereich der ICF-Domäne „Funktion und Struktur“ zu erzielen, wie beispielsweise einer Reduktion von Muskelkontrakturen. Da diese Art von Orthesen die natürliche Bewegung des Gelenks verhindern, werden diese nur in der Nacht bzw. über einen kurzen Zeitraum getragen.

3.2.2.9	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP können Nachtlagerungsschienen zur Prophylaxe von Kontrakturen für die untere und obere Extremität erwogen werden.	
	Starker Konsens. 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab keine Suchergebnisse zum Thema „Nachtlagerungsschienen“.

Als erwünschte Effekte einer Versorgung mit Nachtlagerungsschienen wurden in der LL-Gruppe die Prophylaxe von Kontrakturen und das Hinauszögern von operativen Maßnahmen diskutiert. Als unerwünschte Nebeneffekte wurden neben Schwielen und Druckstellen auch die Beeinträchtigung des Nachtschlafs angesehen. Einschränkungen der Bewegungsfreiheit in der Nacht könnten die kortikospinale Reifung der Patient*innen beeinträchtigen. Bei korrekter Versorgung überwiegt der Nutzen einem potenziellen Schaden.

Die Erfahrungsexpert*innen sprachen Bedenken aus und berichteten, dass die Nachtlagerungsschienen bei Kindern unbeliebt seien.

Schlussfolgerung

Aufgrund der erwünschten Effekte (Prophylaxe von Kontrakturen und das Hinauszögern von operativen Maßnahmen) wurde trotz möglicher unerwünschter Nebenwirkungen (z.B. Druckstellen, Beeinträchtigung des Nachtschlafs) eine offene Empfehlung in Form eines Expertenkonsens für die bedarfsgerechte Versorgung mit Nachtlagerungsschienen ausgesprochen.

3.3 Intensivtherapien

3.3.1 Intensiv-Therapie der oberen Extremität

PICO-Frage: *Verbessert eine **Intensivtherapie der oberen Extremität** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bei der USCP führt die Schädigung des Gehirns zu einer Beeinträchtigung der Körperhaltung und Bewegung vorwiegend auf einer Körperseite, wobei die obere Extremität meist mehr betroffen ist als die untere Extremität (375). Kinder mit USCP haben oft eine ausgeprägte Beteiligung der Hand mit übermäßiger Daumenadduktion und -flexion sowie eingeschränkter aktiver Handgelenksextension (302). Diese Haltungsänderung erschwert die Durchführung sowohl ein- als auch zweihändiger Handlungen mit der stärker betroffenen oberen Extremität. Kinder mit USCP entwickeln daher Kompensationsstrategien mit einem verstärkten Einsatz von Einhandstrategien und vernachlässigen ihre stärker betroffene Seite (303, 304, 307, 376). Dieses Phänomen wird als „Learned Non-Use“ bezeichnet. Die beeinträchtigten Funktionen der oberen Extremität, vor allem die bimanuellen Fähigkeiten führen bei der USCP zu erheblichen Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), der Selbstversorgung, Freizeit, sowie der Partizipation (303, 306, 333, 376-378).

Um den beschriebenen Einschränkungen der oberen Extremität auf die Alltagsaktivitäten und Partizipation entgegenzuwirken werden spezialisierte intensive Behandlungsansätze (die sog. Hand-Intensivtherapien (HIT)) eingesetzt, die darauf abzielen, die motorischen Fähigkeiten und die funktionelle Nutzung der Hände zu verbessern. Zu dieser Gruppe gehören die Interventionen Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT), Bimanuelle Therapie (BMT), Hand-Arm-Bimanual Intensive Therapy (HABIT), Spiegeltherapie, Elektrostimulation (s. Kap. 3.2.2) und robotergestützte Therapien (s. Kap. 3.6.2) verstanden. Spiegeltherapien werden in dieser Leitlinie nicht behandelt, weil sie bei Kindern nicht eingesetzt werden. Im Folgenden werden die HIT mCIMT, die Bimanuelle Therapie und das HABIT kurz dargestellt. HIT werden

ab einem Alter von 2 Jahren eingesetzt. Bezüglich des früheren Einsatzes sei auf das Kapitel Early Intervention (3.1.1) verwiesen.

Das **modified CIMT (mCIMT)** ist eine an die Bedürfnisse und Fähigkeiten von Kindern mit USCP angepasste Modifizierung der ursprünglichen CIMT von Taub et al. (2004) (379) (310, 311). mCIMT basiert auf den Prinzipien des motorischen Lernens (spezifische Übungen, Feedback) und der Neuroplastizität. Das Ziel von mCIMT ist es, die unimanuellen Bewegungen und Handlungen der betroffenen Extremität zu verbessern (313). Dafür werden 2 Schlüsselstrategien eingesetzt, die darin bestehen die Nutzung der weniger betroffenen Extremität einzuschränken (z.B. durch einen Handschuh, Splint) und gleichzeitig intensive, strukturierte Übungen durchzuführen (380). Es gibt weitere modifizierte Formen von CIMT, wie z.B. das Baby-CIMT (s. Kap. 3.1.1), hybride CIMT usw., die unter mCIMT zusammengefasst werden. In dieser Leitlinie wird daher „mCIMT“ als genereller Begriff verwendet. Bezüglich des optimalen Umfangs und der Intensität von mCIMT gibt es verschiedene Ansätze. Typischerweise umfasst mCIMT mehrere Stunden tägliches Training über einen Zeitraum von 2 bis 4 Wochen. Studien haben gezeigt, dass eine Intensität von mindestens 3 Stunden pro Tag erforderlich ist, um signifikante Verbesserungen zu erzielen (379, 381). mCIMT kann in verschiedenen Umgebungen wie zu Hause, in der Schule oder in einer therapeutischen Einrichtung durchgeführt werden (311).

Weitere HIT stellen die BMT und das HABIT dar.

Die BMT definieren Hoare et al. (2017) (313) als einen Prozess des Erlernens beidhändiger Fähigkeiten durch die wiederholte Anwendung sorgfältig ausgewählter, zielgerichteter, beidhändiger Aktivitäten, die spezifische beidhändige Aktionen und Verhaltensweisen provozieren. BMT verwendet ebenfalls Prinzipien aus der Theorie des motorischen Lernens. Das Ziel der BMT besteht darin die bimanuelle Koordination in ADL zu verbessern. BMT für Kinder ist spielerisch und altersgerecht gestaltet, um die Einbeziehung von Eltern und Betreuungspersonen und Integration in den Alltag zu erleichtern. Bezüglich der Ansätze und Dosierung gibt es verschiedene Ansätze (303, 314-316).

Ein intensiver Ansatz der BMT ist das für Kinder mit USCP entwickelte und evaluierte HABIT von Charles et al. (2006) (375). HABIT basiert ebenfalls auf der Theorie des motorischen Lernens und enthält, wie auch das mCIMT, die Strategie der intensiven, strukturierten und kindgerechten Übungen. Im Gegensatz zu mCIMT wird jedoch auf eine Einschränkung der weniger betroffenen Extremität verzichtet, ausgehend von der Annahme, dass eine verbesserte bimanuelle Koordination am besten durch das Trainieren bimanueller Fähigkeiten erreicht wird. Demzufolge werden im HABIT intensive, strukturierte und kindgerechte Übungen eingesetzt, die an Komplexität zunehmen und einen bimanuellen Handgebrauch erfordern (375). HABIT wird, wie mCIMT, ebenfalls in intensiven Blöcken durchgeführt, die mehrere Stunden tägliches Training über mehrere Wochen umfassen. Eine Studie von Gordon et al. (2007) (382) empfiehlt eine Intensität von mindestens 90 Stunden über einen Zeitraum von 3 Wochen.

Im Rahmen dieser Leitlinie werden BMT und HABIT gleichgesetzt, da es sich bei beiden Ansätzen um eine Bimanuelle Therapie handelt.

3.3.1.1	Empfehlung	Neu Stand

		2024
Empfehlungsgrad: A ↑↑	Bei Patient*innen mit USCP soll eine Hand-Intensivtherapie (mCIMT/Bimanuelle Therapie/HABIT) zur Verbesserung der - Bimanuellen Performanz - unimanuellen Geschicklichkeit - Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens - Partizipation - und Lebensqualität angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Bim. Performanz, Selbständigkeit, Partizipation u. Lebensqualität Hoch ⊕⊕⊕⊕ Uniman. Geschicklichkeit Moderat ⊕⊕⊕⊖	mCIMT: SR's: Hoare et al. (2019); Tervahauta et al. (2017), Sakzewski et al. (2014), Chiu et al. (2016) RCT's: Bingöl et al. (2023), Ramey et al. (2021), Mohamed et al. (2021), Simon-Martinez et al. (2020)	
Uniman. Geschicklichkeit, Selbständigkeit Hoch ⊕⊕⊕⊕	BMT/HABIT: SR's: Klepper et al. (2019), Alahmari,et al. (2020) RCT's: Bleyenheuft et al. (2015), Brandao et al. (2014), Ferre et al. (2017)	
	Starker Konsens: 100%	

3.3.1.2	Empfehlung	Neu Stand

		2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei der Behandlung von Patient*innen mit USCP mit einer Hand-Intensivtherapie sollte zur Verbesserung von Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens bevorzugt Bimanuelle Therapie/HABIT angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Selbständigkeit Hoch ⊕⊕⊕⊕	mCIMT: SR's: Hoare et al. (2019); Tervahauta et al. (2017), Sakzewski et al. (2014) RCT's: Bingöl et al. (2023), Ramey et al. (2021)	
Selbständigkeit Hoch ⊕⊕⊕⊕	BMT/HABIT: SR's: Klepper et al. (2019), Alahmari et al. (2020) RCT's: Bleyenheuft et al. (2015), Brandao et al. (2014), Ferre et al. (2017)	
	Starker Konsens: 100%	

3.3.1.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP mit ausgeprägtem „Learned Non-use“ sollte mCIMT bevorzugt angeboten werden.	
	Starker Konsens: 100%	

3.3.1.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei der Behandlung von Patient*innen mit USCP sollten in einer Hand-Intensivtherapie (mCIMT/Bimanuelle Therapie/HABIT) partizipativ entwickelte, individuelle alltagsorientierte Ziele mit dem COPM formuliert und überprüft werden.	
Qualität der Evidenz:		
Erreichen ind. Ziele Hoch ⊕⊕⊕⊕	mCIMT: SR's: Hoare et al. (2019); Tervahauta et al. (2017), Sakzewski et al. (2014) RCT's: Bingöl et al. (2023)	
Erreichen ind. Ziele Hoch ⊕⊕⊕⊕	BMT/HABIT: SR's: Klepper et al. (2019), Alahmari et al. (2020) RCT's: Bleyenheuft et al. (2015), Brandao et al. (2014), Ferre et al. (2017)	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu Intensivtherapien der oberen Extremität bei USCP ergab insgesamt n=3

Suchergebnisse, wovon n=14 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. Die Studienergebnisse wurden anhand der 2 untersuchten Therapieverfahren mCIMT und Bimanuelle Therapie bzw. HABIT analysiert und werden im Folgenden nacheinander dargestellt. Dargestellt werden generell die Effektstärken (Cohen's d oder dMorris) aus dem Vergleich der Testergebnisse der beiden Messzeitpunkte Baseline gegenüber direkt nach der Intervention (ca. 4-12 Wochen), wenn nicht anders angegeben. Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die wichtigsten Studienergebnisse, die zu den Empfehlungen geführt haben, sind für die mCIMT die 4 systematischen Reviews von Hoare et al. (2019), Tervahauta et al. (2017), Sakzewski et al. (2014) und Chiu et al. (2016) (383-386) und 4 RCT's von Bingöl et al. (2023), Mohamed et al. (2021), Ramey et al. (2021) und Simon-Martinez et al. (2020) (387-390) mit insgesamt n=1270 Patient*innen. Für BMT und HABIT sind die wichtigsten Studienergebnisse die 2 systematischen Reviews von Alahmari et al. (2020) und Klepper et al. (2019) (391, 392) und 3 RCT's von Bleyenheuft et al. (2015), Brandao et al. (2014), Ferre et al. (2017) (337, 393, 394) mit insgesamt n=329 Patient*innen. Das Alter der Patient*innen betrug für die mCIMT, BMT und HABIT Studien zwischen 2 und 16 Jahren.

Die Frequenz und Dauer der Therapie betrug bei den mCIMT Studien im Durchschnitt zwischen 0,5 bis 8 Stunden pro Tag, 2 bis 7 Tagen pro Woche über eine Gesamtdauer von 2 bis 12 Wochen.

Bei den BMT und HABIT Studien betrug die Frequenz der Therapie 2 bis 6 Stunden pro Tag, an 2 bis 3 Tagen über einen Gesamtzeitraum von 2 bis 18 Wochen.

Outcomes in der Domäne „Struktur und Funktion“ der ICF

Der Einfluss von mCIMT auf das Outcome „Griffkraft“ wurde in dem systematischen Review von Hoare et al. (2019) (383) mit 7 eingeschlossenen RCT's und einem weiteren RCT von Mohamed et al. (2021) (388) anhand des Dynamometers überprüft. Die verschiedenen Vergleiche aus Hoare et al. (2019) (383) konnten keinen Unterschied in der Effektivität von CIMT gegenüber einer anderen Therapie (z.B. Ergotherapie, BMT/HABIT) nachweisen. In dem RCT von Mohamed et al. (2021) (388) zeigte die Kontrollgruppe mit der Kombination aus Spiegeltherapie plus Taping größere Effekte als die Interventionsgruppe mit mCIMT (dMorris -1.69).

Der Effekt von HABIT auf das Outcome „Verbesserung der Griffkraft“ wurde in einem RCT von Bleyenheuft et al. (2015) (393) mit dem Dynamometer untersucht. Hier zeigte sich beim Vergleich von HABIT-ILE gegenüber HABIT-ILE ein sehr großer Effekt auf die Griffkraft der betroffenen Hand (dMorris=1,139).

Den Einfluss von mCIMT auf die motorische Kontrolle der Hand- und Armbewegungen haben Simon-Martinez et al. (2020) (390) in einem RCT im Rahmen einer Kombinationstherapie aus mCIMT mit Action Observation Training (AOT, s. Kap. 3.6.4) anhand der 3D Analyse untersucht. Hier konnten die Autor*innen große Effekte von mCIMT mit AOT auf die Items „Reach to grasp“ (Ergreifen): Zeit: d=0.8402; Bewegungsverlauf: d=0.8402; Spitzengeschwindigkeit (m/s): d=1.1547), „Reach Upwards“ (nach oben greifen) Bewegungsverlauf: d=0.8402; Spitzengeschwindigkeit (m/s): d=1.0931) sowie „Hand To Shoulder“ (Hand zur Schulter) Bewegungsverlauf: d=0.9051) aufzeigen.

Outcomes in der Domäne Aktivitäten und Partizipation

Der Effekt von mCIMT auf das die „bimanuelle Performanz“ wurde in den 3 systematischen Reviews von Hoare et al. (2019); Tervahauta et al. (2017), Sakzewski et al. (2014) (383-385) mit 16 eingeschlossenen RCT's und einem weiteren RCT von Ramey et al. (2021) (389) anhand des AHA untersucht.

Im Vergleich von mCIMT gegenüber einer Therapie mit niedriger Dosis (2 RCT's, 0-25 Std./Woche, z.B. Ergotherapie) zeigte mCIMT mit d=1.3366 (MD 5.44 AHA units higher [2.37 to 8.51] einen größeren Effekt als die Kontrollgruppe (383). In der Meta-Analyse mit 4 eingeschlossenen RCT's hingegen wurde mit d=0.13 [-0.39 to 0.66] kein Unterschied nachgewiesen (381).

Im Vergleich von mCIMT gegenüber einer Therapie mit höherer Dosis (3 RCT's, >25 Std./Woche, z.B. ind. OT, BMT) konnten Hoare et al. (2019) (383) in ihrem Systematischen Review kein Unterschied in der Effektivität nachgewiesen werden.

Im Vergleich von mCIMT gegenüber einer Therapie mit gleicher Therapieanzahl (7 RCT's, z.B. BMT/HABIT, Ergotherapie) zeigte sich ebenfalls kein Unterschied (383, 385). Nur in dem Systematischen Review von Tervahauta et al. (2017) (384) erreichte mCIMT größere Effekte (d=0.39 [-0.75, 1.54]) als die Vergleichsgruppe mit BMT. Grundlage hierfür ist allerdings nur

ein eingeschlossenes RCT (Zafer et al., 2016 zit. n. 384).

Im RCT von Ramey et al. (2021) (389) konnten die Autor*innen einen sehr großen signifikanten Effekt von mCIMT mit hoher Dosis (60 Std./Woche) gegenüber einer Standardtherapie mit niedriger Therapiedosis (MD 23.7 (SE), [-1.6, 49.1] nachweisen. Auch bei anderen mCIMT Formen gegenüber der Standardtherapie zeigten sich große Effekte (30 Std./Woche: MD=10.6 [-16.1, 33.3]; mCIMT mit Splint: MD=17.0, [-8.4, 42.4]) (389).

Der Einfluss von BMT/HABIT auf die Bimanuelle Performanz wurde in dem systematischen Review von Klepper et al. (2017) (392) mit 4 eingeschlossenen RCT's und 3 weiteren RCT's (337, 393, 394) mit dem AHA (n=217 Patient*innen) gemessen. Hier konnten durchweg keine großen signifikanten Effekte im Vergleich von BMT gegenüber intensiver BMT oder HABIT/HABIT-ILE nachgewiesen werden.

Der Effekt von mCIMT auf das Outcome „unimanuelle Geschicklichkeit“ wurde in 4 systematischen Reviews von (383-386) mit 30 eingeschlossenen RCT's und 3 weiteren RCT's (387-389) anhand von 4 verschiedenen Assessments (MUUL, JTHFT, BBT, QUEST) mit insgesamt n=710 Patient*innen mit USCP überprüft. Effekte zeigten sich hier mit dem QUEST als Messinstrument und in dem systematischen Review von (386).

Die unimanuelle Geschicklichkeit wurde in 3 systematischen Reviews (383-385) und den o.g. 3 RCT's mit dem QUEST gemessen. Ein mittlerer Effekt in den Items (Grasp: d= 0.5542, MD 7.57 [2.10, 13.05]; Dissociated Movement (DissM): d=0.5608, MD 5.95 [2.02, 9.87]; Weight Bearing (WB): d=0.6484, MD 5.92 [2.21, 9.6] zeigte sich hier bei (383) im Vergleich von mCIMT gegenüber einer Intervention niedrigerer Dosis (3 RCT's, 0-25 Std./Woche, z.B. Ergotherapie).

Große Effekte in den einzelnen Items vom QUEST) zeigten sich bei Tervahauta et al. (2017) (384) mit 4 eingeschlossenen RCT's (n=116 Patient*innen mit USCP) (total score: 1.39 (0.33, 2.45) ; Diss.M.: 1.08 (0.08, 2.09); grasp: 1.48 (0.41, 2.56); WB: 0.84 (-0.13, 1.82) (395 zit. n. Tervahauta et al., 2017).

Bei dem Vergleich von mCIMT gegenüber keiner Intervention, gemessen mit JTHFT, 9-Hole-Pegtest, QUEST, MUUL, BOTMP konnten Chiu et al. (2016) (386) mit 5 eingeschlossenen RCT's einen mittleren Effekt (d=0.63, [0.20 to 1.06]) nachweisen. Bei dem Vergleich von mCIMT gegenüber einer Therapie von gleicher Intensität hingegen zeigte sich kein Effekt.

Der Effekt von BMT/HABIT auf das Outcome „Unimanuelle Geschicklichkeit“ wurde in dem systematischen Review von Klepper et al. (2019) (392) und der Meta-Analyse von Alahmari et al. (2020) (391) mit 6 eingeschlossenen RCT's und weiteren 3 RCT's (337, 393, 394) bei insgesamt n=329 Patient*innen gemessen. Als Assessments wurden das MUUL, der JTHFT, der BBT und das QUEST eingesetzt. Mit dem BBT gemessen zeigten sich hier ein sehr großer signifikanter Effekt (dMorris=2,63) bei Ferre et al. (2017) (337) und ein mittlerer Effekt (d Morris= 0.52) bei Bleyenheuft et al. (2015) (393).

Der Einfluss von mCIMT auf die Selbständigkeit in ADL wurde in 2 systematischen Reviews (383, 384) mit 6 eingeschlossenen RCT's (n=321 Patient*innen mit USCP) und weiteren 2 RCT's (387, 389) mit 147 Patient*innen überprüft. Bingöl et al. (2023) (387) konnten einen großen Effekt (dMorris 0.941) von mCIMT auf die unimanuelle Geschicklichkeit, gemessen mit dem Abhilhand-kids, nachweisen. Mit dem PEDI (Item S11-Care) zeigten Hoare et al. (2019) (383) einen mittleren Effekt von d=0.4945 (MD -1.09, [-2,42 to 0,24]) im Vergleich von mCIMT gegenüber einer Therapie gleicher Dosis (z.B. BMT/HABIT, OT).

Der Effekt von BMT/HABIT auf das Outcome „Selbständigkeit in den ADL“ wurde in dem systematischen Review von Klepper et al. (2017) (392) und 2 RCT's (393, 394) an insgesamt

n=204 Patient*innen mit dem Abilhand-kids und dem PEDI überprüft. Anhand des Abilhand-kids konnten Bleyenheuft et al. (2015) (393) einen sehr großen Effekt (dMorris=1,091) nachweisen und Brandao et al. (2014) (394) einen mittleren Effekt (dMorris=0,676). Mit dem PEDI-S11 Care konnten die Gruppe von Brandao et al. (2014) (394) ebenfalls einen großen Effekt (dMorris=0,807) von HABIT gegenüber BMT nachweisen.

Bei dem Einfluss von mCIMT auf das Outcome „Erreichen individueller, partizipativ entwickelter Ziele“, gemessen mit dem COPM, wurden im Vergleich von mCIMT gegenüber einer anderen Therapie (high-dose (z.B. ind. OT, BMT), dose-matched z.B. BMT/HABIT, OT) keine Unterschiede in den Effekten aufgezeigt. Überprüft wurde dies in 3 systematischen Reviews (383-385) mit 6 eingeschlossenen RCT's mit ca. n=320 Patient*innen mit USCP.

Der Effekt von BMT/HABIT auf das Outcome „Erreichen individueller Ziele“ wurde anhand des COPM in der Übersichtsarbeit von Klepper et al. (2017) (392) und 2 RCT's (337, 394) gemessen (n=102 Patient*innen). Sehr große Effekte im Bereich COPM-Performanz konnten sowohl für den Vergleich von HABIT gegenüber LIFT (d Morris: 6.643) (337); wie auch HABIT im Vergleich zu BMT (d Morris: 3.118; (394)) nachgewiesen werden. Auch für den Bereich COPM-Zufriedenheit wurden mittlere (0.69 [-0.33, 1.71] (392) bis sehr große Effekte (d Morris: 2.095) (394) nachgewiesen.

Die Partizipation und Lebensqualität wurden ebenfalls Gegenstand der Untersuchungen zu mCIMT und die Ergebnisse in 2 systematischen Reviews (383, 384) mit 2 eingeschlossenen RCT's und dem RCT von Bingöl et al. (2023) (387) erfasst. Hier konnten im Vergleich von mCIMT mit einer Therapie gleicher Dosis anhand des KIDSCREEN Fragebogens zur Lebensqualität große Effekte für die Bereiche Phys. Wellbeing (MD 5.10 [-0.43, 10.63]) und School Environment (MD 4.50 [-2.47, 11.47]) nachgewiesen werden (385).

Auch Bingöl et al. (2023) (387) zeigten in ihrem RCT große bis sehr große Effekte (d Morris: Phys. Act. 0.846; Friends 1.407; School & Learn 1.379) von mCIMT gegenüber BMT auf die Lebensqualität (gemessen mit KIDSCREEN, n=30 Patient*innen).

Auch für BMT/HABIT wurden für das Outcome Partizipation, gemessen mit dem Assessment of Life Habits (Life-H) mittlere Effektstärken für die Performanz (d Morris=0.564) und Zufriedenheit (dMorris= 0,526) aus einem RCT (393) nachgewiesen.

Zusammengefasst liegt für **mCIMT** zu den Outcomes Verbesserung der „motorischen Kontrolle der Hand- und Armfunktion, Bimanuellen Performanz, Selbständigkeit, Partizipation und Lebensqualität“ hohe Evidenz und für die Outcomes „Kraft und Unimanuelle Geschicklichkeit“ moderate Evidenz vor.

Für die **Bimanuelle Therapie und HABIT** liegt zusammengefasst zu den Outcomes Verbesserung der „Kraft, Unimanuelle Geschicklichkeit, Selbständigkeit und Erreichen individueller Ziele“ hohe Evidenzqualität, für das Outcome „Bimanuelle Performanz“ moderate Evidenz und für das Outcome „Partizipation“ niedrige Evidenz vor.

Bei der Evidenzbeurteilung nach GRADE wird die Evidenz aus Systematischen Reviews und RCT's als hoch eingestuft, weshalb in die zu erwartende Effekte ein großes Vertrauen besteht.

Für mCIMT führte daher die Evidenzbeurteilung nach GRADE bei den Outcomes (motorische Kontrolle, Bimanuelle Performanz, Selbständigkeit, Erreichen individueller Ziele, Partizipation) zusammen mit der Herabstufung für ein Risiko für Bias in den Studien (alle Outcomes) und einer Hochstufung für große (+1) und sehr große Effekte (+2) zu einer hohen Evidenzbeurteilung. Dies entspricht einem Empfehlungsgrad A.

Für BMT/HABIT führte die Evidenzbeurteilung nach GRADE zusammen mit einer

Herabstufung für ein Risiko für Bias in den Studien (alle Outcomes), einer Herabstufung aufgrund von Inkonsistenz in den Assessments (Unimanuelle Geschicklichkeit, Selbständigkeit) und einer Hochstufung für große bis sehr große Effekte (+1/+2) zu einem hohen Evidenzgrad für die Outcomes Kraft, Unimanuelle Geschicklichkeit Selbständigkeit und Erreichen individueller Ziele“. Dies entspricht einem Empfehlungsgrad A.

Bei mCIMT lag für das Outcome „Unimanuelle Geschicklichkeit“ ebenfalls hohe Evidenz aus Systematischen Reviews und RCT's vor. Hier musste jedoch aufgrund von Inkonsistenz in den eingesetzten Assessments herabgestuft werden, weshalb nach Herabstufung für ein Risiko für Bias und einer Hochstufung für einen großen Effekt ein moderater Evidenzgrad nach GRADE vorliegt*.

Bei BMT/HABIT ergab die Evidenzbeurteilung nach GRADE für das Outcome „Bimanuelle Performanz“ einen moderaten Evidenzgrad, da keine großen Effekte vorliegen und somit keine Hochstufung erfolgt. Für BMT/HABIT erfolgte bei dem Outcome „Partizipation“ im Rahmen der Evidenzbeurteilung eine weitere Herabstufung, weil nur Evidenz aus einem RCT vorliegt und somit die Gefahr für ein Publikationsbias vorliegt.

Erwünschte Effekte von einer Intervention mit mCIMT sind mittlere bis sehr große Effekte auf die bimanuelle Performanz (AHA, Vergleich mit low-dose), unimanuelle Geschicklichkeit (QUEST, Vergleich mit low-dose), Selbständigkeit (Abilhand-kids, PEDI) und Lebensqualität (KIDSCREEN).

Für die bimanuelle Therapie liegen die erwünschten Effekte bei mittleren bis sehr großen Effekten auf die unimanuelle Geschicklichkeit (BBT), Selbständigkeit (Abilhand-kids, PEDI), Erreichen individueller Ziele (COPM- Performanz und Zufriedenheit) und Partizipation (Life-H).

Als unerwünschte Effekte sind bei mCIMT in den Studien Hautirritationen und teilweise eine geringe Toleranz beim Tragen des Handschuhs (oder ähnlichem) beschrieben. Der Nutzen überwiegt dennoch deutlich einem potentiellen Schaden. Für BMT/HABIT wurden keine negativen Effekte berichtet, so dass der Nutzen deutlich einem potentiellen Schaden überwiegt.

Seitens der Praktikabilität erfordern sowohl mCIMT, die BMT als auch HABIT als Intensivtherapien einen hohen zeitlichen Aufwand von allen Beteiligten und entsprechend große Ressourcen vom Gesundheitswesen. Eine Hand-intensivtherapie mit mCIMT oder BMT/HABIT ist deshalb in Form von Therapieblöcken in der Versorgung von Patient*innen mit USCP einzusetzen. Hier ist außerdem eine Kombination aus Intensivblöcken in Klinik und Training zu Hause gut möglich.

Zielsetzungen für das HIT sollten generell partizipativ, d.h. gemeinsam mit Patient*innen und Angehörigen unter Einsatz des COPM entwickelt werden (s. Empfehlung 3.3.1.4).

Bezüglich der Präferenz zwischen den beiden Interventionen (mCIMT oder BMT/HABIT) sollten die Patient*innen mit USCP und/oder deren Bezugspersonen wählen können. Vergleiche der Effekte beider Interventionen haben darüber hinaus gezeigt, dass bei gleicher Intensität generell kein Unterschied bezüglich der Effektivität besteht. Bei der bimanuellen Therapie zeigten sich aber größere Effekte bei der Selbständigkeit in ADL und für das Erreichen individueller Ziele. Bei Vorliegen eines starken „Learned Non-Use“ Phänomens ist bevorzugt mCIMT einzusetzen, da hier ein unimanuelles Training der stärker betroffenen Extremität erfolgt.

Eine noch nicht abschließend geklärte Frage betrifft den optimalen Umfang/Frequenz/Dauer

und die Intensität von HIT. Konsens besteht hier aktuell darin, dass eine hohe Intensität von größter Bedeutung ist (303). Für weitere Informationen sei an dieser Stelle auf die Arbeiten von Greaves et al. (2024) (303) verwiesen.

Die Leitliniengruppe hat den Empfehlungsgrad für die Outcomes „Bimanuelle Performanz und unimanuelle Geschicklichkeit“ aufgrund der hohen Relevanz für die Alltagsaktivitäten und Teilhabe von B (sollte) auf eine „A“ Empfehlung (soll) hochgestuft.

Für die Outcomes „Kraft und motorische Kontrolle der Hand- und Armfunktionen“ wurde trotz vorliegender großer Effekte keine Empfehlung ausgesprochen, weil diese in den anderen Outcomes im Alltag mit trainiert werden.

Schlussfolgerung

Für den Einsatz von Hand-Intensivtherapien bei der Behandlung von Patient*innen mit USCP wurden 3 Empfehlungen mit einem Empfehlungsgrad A und B sowie ein Expertenkonsens konzertiert.

Mit einem Empfehlungsgrad B (Grundlage ist hohe Evidenz) wird empfohlen, dass bei der Behandlung von Patient*innen mit USCP in der Hand-Intensivtherapie (mCIMT/BMT/HABIT) partizipativ entwickelte, individuelle alltagsorientierte Ziele mit dem COPM formuliert und überprüft werden sollten.

Auf der Grundlage vorliegender hoher Evidenz und der hohen Relevanz der Outcomes für die Alltagsperformanz wird mit einem Empfehlungsgrad A die nachfolgende Empfehlung ausgesprochen. Zur Verbesserung der „Bimanuellen Performanz, unimanuellen Geschicklichkeit, Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens, Partizipation und Lebensqualität“ soll für Patient*innen mit USCP eine Handintensivtherapie in Form von modifiziertem CIMT, Bimanueller Therapie oder HABIT ab 2 Jahren angeboten werden.

Zur Verbesserung der Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens sollte bei der Behandlung von Patient*innen mit USCP mit einer Hand-Intensivtherapie bevorzugt die Bimanuelle Therapie oder HABIT angeboten werden. Grundlage für den Empfehlungsgrad „B“ ist ein hoher Evidenzgrad für das Outcome „Selbständigkeit“ bei beiden Hand-Intensivtherapien, aber größeren Effekten bei BMT/HABIT Therapie im Vergleich zu mCIMT.

Abschließend wird zum Einsatz von mCIMT ein Expertenkonsens ausgesprochen mit der Empfehlung, dass bei Patient*innen mit USCP mit einem ausgeprägtem „Learned Non-use“ Phänomen bevorzugt mCIMT angeboten werden sollte.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.3.2 Intensiv-Therapie der unteren Extremität

PICO-Frage: *Verbessert eine intensive funktionelle Therapie der unteren Extremität die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Als „intensive funktionelle Therapie der unteren Extremität“ werden intensive Therapieblöcke verstanden, welche in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden können. Die genutzten

Strategien beinhalten Prinzipien des motorischen Lernens (396) und der Neuroplastizität (z.B. Veränderungen im Gehirn durch Übungs-Wiederholung, Steigerung der Komplexität, Motivation und Reward-Mechanismus) (397, 398). Bei der intensiven Therapie der USCP wird meist der Fokus auf die unimanuelle Handfunktion oder bimanuelle Performanz gelegt (s. Kap. 3.3.1). Es gibt aber auch Therapieformen, bei denen die intensive Therapie der oberen und unteren Extremität kombiniert werden (z.B. „Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremity“ (HABIT-ILE) (399) oder „lower-limb functional intensive training“ (LIFT) (400).

3.3.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung der individuellen Ziele, Aktivität und Teilhabe ein „Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity“ (HABIT-ILE) angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Zufriedenheit mit/ Ausführung von Alltagsaktivitäten Moderat ⊕⊕⊕⊖	Bleyenheuft et al. (2015), Bleyenheuft et al. (2020), Araneda et al. (2022)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab insgesamt n = 52 Suchergebnisse, wovon 6 Studien (5xRCT, 1x kontrollierte Studie) den Einschlusskriterien entsprachen. Ein RCT wurde aufgrund der passenden Intervention („Lower-Extremity Functional Training“ (LIFT)) aus der systematischen Suche zum Bereich „Balance-Training“ übernommen. Folgende Therapieinterventionen wurden in den Studien untersucht: „Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower Extremity“ (HABIT-ILE) (399, 401, 402), Training von persönlichen Zielen im Alltag (401), konzentrisches Krafttraining (403), Rückwärtsgehen (404), Gangtraining mit Pedometer (405), Lower Extremity intensive functional training (LIFT) (400). Es wurden sehr hohe Effekte auf die Ausführung von Alltagsaktivitäten (COPM - performance: d=5,137 (401), d=3,333 (402), Assessment of Life Habits (Life-H) performance: d= 0,564 (399), d= 0,972 (399) und die Zufriedenheit damit nach HABIT-ILE beobachtet (COPM - Satisfaction: d= 4,803 (401), d= 3,437 (402) und Assessment of Life Habits (Life-H) satisfaction: d= 0,518 (399), d= 1,204 (399).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf die Outcomes „Ausführung/ Performanz von Aktivitäten und Partizipation“ sowie „Zufriedenheit mit Ausführung/ Performanz von Aktivitäten und Partizipation“ ist aufgrund von Risk of Bias und großen Effekten als moderat einzustufen*.

Die Therapie lässt sich flexibel in den Alltag integrieren, da sie nach Anleitung auch zu Hause durchgeführt werden kann. Es sind keine unerwünschten Effekte durch die Therapie mit HABIT-ILE bekannt, weshalb der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden überwiegt. Daher wurde bei moderater Qualität der zugrundeliegenden Literatur eine schwache Empfehlung für die Durchführung von HABIT-ILE ausgesprochen.

Die Ergebnisse der weiteren Interventionen auf andere Zielkriterien waren heterogener, weshalb keine weitere Empfehlung beschlossen wurde.

Schlussfolgerung

Aufgrund der hohen Effekte von HABIT-ILE auf die Outcomes „Ausführung/ Performanz von Aktivitäten und Partizipation“ sowie „Zufriedenheit mit Ausführung/ Performanz von Aktivitäten und Partizipation“ wird bei moderater Qualität der Evidenz eine schwache Empfehlung für die Durchführung von HABIT-ILE ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.4 Alltagsorientierte Ansätze

3.4.1 Goal-/ Task-oriented-training/ activity based training

PICO-Frage:

*Verbessert **Task-/Goal-oriented Training** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit einer unilateralen spastischen CP (USCP) ist die Muskelkontrolle und -koordination auf einer Körperseite beeinträchtigt, was sich erheblich auf die motorischen Fähigkeiten auswirkt. Die Fähigkeit Gegenstände zu ergreifen und wieder loszulassen sowie die Geschicklichkeit der betroffenen Hand sind eingeschränkt was die Durchführung alltäglicher Aktivitäten sowie die Teilhabe beeinträchtigt. Patient*innen mit USCP erleben beispielsweise Schwierigkeiten in der Mobilität (sich fortbewegen, Greifen), den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) (406), der Selbstversorgung (43), in Freizeitaktivitäten und im Spiel (407, 408) sowie in der Teilhabe in Kindergarten, Schule und im Beruf.

Das „goal- oder task-orientierte Training“ (GOT, auf Deutsch: ziel- oder aufgabenorientiertes Training) ist eine evidenzbasierte therapeutische Methode, die speziell darauf abzielt, die funktionellen Fähigkeiten von Kindern zu verbessern, indem sie an bedeutungsvollen und zielgerichteten Aktivitäten teilnehmen. Diese Intervention wird häufig bei Kindern mit Entwicklungsstörungen, neurologischen Erkrankungen wie z.B. CP oder nach Verletzungen eingesetzt.

Das Hauptziel des GOT ist es, die Selbstständigkeit und die Lebensqualität der Kinder zu erhöhen. Des Weiteren fördert GOT die motorischen Fähigkeiten, die Problemlösungsfähigkeiten und das Selbstbewusstsein von Kindern. Im Rahmen des goal- oder task orientierten Training werden gemeinsam mit dem Kind und den Eltern spezifische, messbare und erreichbare Ziele gesetzt. Diese Ziele sind oft alltagsnah und beziehen sich auf Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs), wie Anziehen, Essen oder Körperpflege. Durch die Fokussierung auf konkrete Aufgaben/Aktivitäten, die für das Kind relevant und motivierend sind, wird die aktive Teilnahme und das Engagement des Kindes gefördert (335, 409).

Auf dieser Grundlage wird ein individueller Trainingsplan erstellt und bei Bedarf angepasst. Die Übungen und Aktivitäten beim Goal- oder task orientierten Training so gestaltet, dass sie die motorischen, kognitiven und sozialen Fähigkeiten des Kindes fördern.

3.4.1.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP kann Goal-task-oriented Training zur Verbesserung der Bimanuellen Performanz und unimanuellen Geschicklichkeit angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Bimanuelle Performanz Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Unimanuelle Geschicklichkeit Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Aarts et al. (2010), Beckers et al (2021), Brandao et al. (2014), Roldán-Pérez et al. (2022), Sakzewski et al. (2011)	
	Konsens: 93%	

3.4.1.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte Goal-task-oriented Training zur Verbesserung der Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens und des Erreichens individueller Ziele angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Selbständigkeit Hoch ⊕⊕⊕⊕ Individuelle Zielerreichung Moderat ⊕⊕⊕⊖	Aarts et al. (2010), Beckers et al. (2021), Brandao et al. (2014), Roldán-Pérez et al. (2022), Sakzewski et al. (2011)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu goal- oder task-oriented Training bei USCP ergab n=14 Suchergebnisse, wovon n=5 Studien den Einschlusskriterien entsprachen.

Die wichtigsten Studienergebnisse, die zur Empfehlung geführt haben sind 4 randomisierte kontrollierte Studien (338, 410-412) sowie eine Fallserie (413) mit insgesamt n=180 Patient*innen mit USCP.

Untersucht wurde in den Studien das GOT allein oder in Kombination mit anderen Interventionen wie z.B. CIMT, Bimanuelle Therapie oder als Heimtraining mit Splintversorgung. Vergleichsinterventionen waren eine Standardtherapie, ein unstrukturiertes GOT, ein aufgabenspezifisches Heimtraining oder Bimanuelle Therapie.

Die in den Studien untersuchten Outcomes, bei denen die Effektivität von GOT nachgewiesen wurde, können alle dem Bereich Aktivitäten und Partizipation zugeordnet werden.

Die Bimanuelle Performanz wurde in 3 RCT's (338, 411, 412) und der Fallserie (413) anhand des AHA gemessen. Hier wurden direkt nach der Intervention mit GOT (4 bis 12 Wochen) kleine Effekte von $d=0,43$ (412); $d=0,2$ [-1.045 - 1.44] (413) erfasst.

Bei der unimanuellen Geschicklichkeit wurden signifikante kleine Effekte mit dem MUUL ($d=0,4$) und (411) mit dem JTHFT ($d=0,2$) nachgewiesen (412).

Das Outcome Selbständigkeit in Aktivitäten des täglichen Lebens wurde in 3 RCT's (338, 411, 412) untersucht. Anhand des speziell für Kinder mit USCP validierten Abilhand-kids konnten Aarts et al. (2010) (412) einen sehr großen Effekt ($d=1,01$) und Brandao et al. (2014) (411) einen mittleren Effekt ($0,7$ [$0,1, 1,2$]) nachweisen.

Für die Überprüfung selbst formulierter individueller Ziele wurde in 3 RCT's (410-412) und der Fallserie (413) das sehr valide Canadian Occupational Performance Measure (COPM; s. Kap. 2.5.2) verwendet. Hier zeigten sich sehr große signifikante Effekte sowohl in der „Performanz“ ($d=1,31$ (412); $d=2,557$ ($0,89 - 4,23$) (413); $d=3,1$ (411)) als auch im Bereich „Zufriedenheit“ ($1,31$ (412); $2,557$ ($0,89 - 4,23$) (413); $d=2,1$ (411)).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für die Anwendung von goal-oder task oriented Training bei Patient*innen mit USCP sehr niedrige und niedrige für die Outcomes „Bimanuelle Performanz und unimanuelle Geschicklichkeit“ sowie moderate (Performanz und Zufriedenheit) bis hohe Evidenz (Selbständigkeit) vor.

Zu dieser Evidenzbeurteilung nach GRADE führte die Einstufung der Fallserie von (413) als niedrige Evidenz bei den Outcomes „Bimanuelle Performanz“ sowie „Performanz und Zufriedenheit“, zusammen mit einer Herabstufung aufgrund von Risk of Bias (alle Studien) und einer Hochstufung bei großen Effekten für die Outcomes „Selbständigkeit sowie Performanz und Zufriedenheit“ (412, 413) zu dieser Evidenzbeurteilung.*

Die Mobilität und Fähigkeit verschiedene Aktivitäten des täglichen Lebens durchzuführen sind von großer Relevanz für die Selbständigkeit und die soziale Partizipation. Die Ergebnisse aus der systematischen Literaturrecherche konnten kleine Effekte für die Outcomes Bimanuelle Performanz und unimanuelle Geschicklichkeit sowie sehr große signifikante Effekte für die Outcomes Selbständigkeit (Abilhand-kids) und das Erreichen individueller Ziele (COPM) nachweisen. Demnach überwiegt der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden.

Die Praktikabilität von goal-oder task oriented Training ist gut. Ein Therapieblock besteht aus 10-12 Einheiten und ist Patient*innen- sowie alltagsorientiert. Die Patientenpräferenz ist hoch, da selbst gewählt Aktivitäten trainiert werden.

Schlussfolgerung

Für Patient*innen mit USCP wird zum Einsatz von goal- oder task-oriented Training zur

Verbesserung der „Selbständigkeit“ in den Aktivitäten des täglichen Lebens und des „Erreichens individueller Ziele“ auf Grundlage der moderaten bis hohen Evidenz eine „sollte“ Empfehlung ausgesprochen.

Zur Verbesserung der „Bimanuellen Performanz“ und „unimanuellen Geschicklichkeit“ wird aufgrund der Relevanz der Outcomes für die Alltagsperformanz für Patient*innen mit USCP trotz niedriger Evidenzlage eine offene Empfehlung ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.4.2 Cognitive orientation to daily occupational performance

PICO-Frage: *Verbessert **Cognitive Orientation to Occupational Performance (CO-OP)** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Die Fähigkeit Gegenstände zu ergreifen und wieder loszulassen sowie die Geschicklichkeit der betroffenen Hand ist bei Patient*innen mit USCP eingeschränkt wodurch die Durchführung alltäglicher Aktivitäten sowie die Teilhabe beeinträchtigt sind. Patient*innen mit USCP erleben beispielsweise Schwierigkeiten in der Mobilität (sich fortbewegen, Greifen), den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) (406), der Selbstversorgung (43), in Freizeitaktivitäten und im Spiel (407, 408) sowie der Teilnahme an der Schule und im Beruf.

Ein Therapieansatz aus Kanada, der in den 1990er Jahren entwickelt wurde, ist das „Cognitive Orientation to Occupational Performance (CO-OP) auf Deutsch „Kognitive Orientierung zur täglichen Betätigungsausführung“ (409a, 414). CO-OP ist ein klientenzentriertes und problemlösungsorientiertes Verfahren, das auf performanzbasierter Therapie aufbaut. Dabei stehen die individuellen Bedürfnisse und Ziele der Klienten im Mittelpunkt.

Der kognitiv orientierte CO-OP-Ansatz umfasst 4 zentrale Strategien zum Erwerb spezifischer Fähigkeiten, zur Anwendung allgemeiner und spezifischer kognitiver Strategien zur Problemlösung, zur Übertragung und Anwendung der erlernten Fähigkeiten in unterschiedlichen Kontexten und schließlich für den Transfer der neu erworbenen Fertigkeiten in den Alltag.

Ein Behandlungsplan bei CO-OP umfasst 3 vom Kind ausgewählte Betätigungsziele, die innerhalb von 10 Therapiesitzungen erreicht werden sollen. Dieser Ansatz kann in einem individuellen oder gruppenbasierten Format umgesetzt werden (415). Ursprünglich wurde CO-OP für Patient*innen mit Umschriebenen Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen (UEMF) entwickelt (409). Mittlerweile wird das Interventionsverfahren bei einer Vielzahl neurologischer Beeinträchtigungen einschließlich der CP angewendet (416).

3.4.2	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand (2024)
Statement	Bei Patient*innen mit USCP kann zum Einsatz der „Kognitiven Orientierung zur täglichen Betätigungsausführung“ (CO-OP) keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden. Es besteht Forschungsbedarf zum Einsatz von CO-OP bei Patient*innen mit USCP.	
Qualität der Evidenz:		
Niedrig ⊕⊕⊖⊖	SR zu CP: Roostaei et al. (2022) zusätzlich: Novak et al. (2020) zu USCP: keine Studien	
	Mehrheitliche Zustimmung: 73%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n=0 Suchergebnisse zu CO-OP bei USCP. Eine erneute systematische Literaturrecherche zur Cerebralparese allgemein (einschließlich bilateraler CP) ergab n=20 Suchergebnisse, wovon n=1 Studie den Einschlusskriterien entsprach. Der Systematische Review von Novak et al. (2020) entspricht ebenfalls den Einschlusskriterien und wurde aufgrund seiner Relevanz zu Interventionen bei CP hinzugefügt.

Zur Empfehlung haben die Studienergebnisse aus den Systematischen Reviews zu CP allgemein von Roostaei et al. (417) (indirekte Evidenz, CP, 42% USCP) und Novak et al. (2020) (328) (indirekte Evidenz, CP) geführt.

In einer Meta-Analyse konnten Roostaei et al. (417) (indirekte Evidenz, CP, 42% USCP) die Effektivität von CO-OP gegenüber anderen Interventionen anhand des COPM (s. Kap. 2.5.2) berechnen. Grundlage dafür waren 4 RCT's mit insgesamt n=105 Patient*innen, wovon n=60 eine CP hatten (Anteil USCP davon 61%). Die Meta-Analyse zeigte, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Effekten aus der Interventionsgruppe (CO-OP) gegenüber der Kontrollgruppe (andere Therapie) gibt. So beträgt die Effektstärke in dem Outcome „Performanz“ (WMD¹=1,52; 95%CI [-1,58-4,63]; p=0,33) und für den Bereich „Zufriedenheit“ (WMD=1,71; 95% CI [-1.14-4.57]; p=0.24).

(328) (indirekte Evidenz, CP) kommen in ihrem Systematischen Review zu dem Ergebnis, dass CO-OP bei Patient*innen mit CP die Funktion und Selbstversorgung verbessern kann. Grundlage für diese Aussage sind die Ergebnisse aus 2 RCT's und 2 Beobachtungsstudien zu CO-OP, bei denen auch Patient*innen mit CP (GMFCS I-IV) im Alter von 4 bis 28 Jahren eingeschlossen wurden. In einer der Beobachtungsstudien wurden laut Autor*innen mittlere

¹ weighted mean difference

Effekte ($d = 0,66$) auf die Funktionsverbesserung nachgewiesen.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für die Anwendung von CO-OP bei Patient*innen mit USCP zur „Verbesserung der Performanz und Zufriedenheit in selbst ausgewählten individuellen Alltagszielen“ gemessen mit dem COPM nur indirekte Evidenz aus 2 Systematischen Reviews zur CP vor.

Generell wird die Evidenz aus Systematischen Reviews als sehr hoch eingestuft, weshalb ein großes Vertrauen in zu erwartende Effekte vorliegt. Es gab jedoch keinen signifikanten Unterschied in der Effektivität von CO-OP im Vergleich zu anderen Interventionen. (328) (indirekte Evidenz, CP) heben jedoch in ihrer Übersichtsarbeit u.a. die mittleren Effekte von CO-OP hervor. Zusammen mit einer Herabstufung aufgrund einer hohen Inkonsistenz der Ergebnisse aus den Originalstudien beider Systematischer Reviews ((in 417) Performanz: $I^2 = 92,8\%$; Zufriedenheit: $I^2 = 89,9\%$) sowie der Indirektheit der Evidenz (CP) führte dies zu einer niedrigen Evidenzbeurteilung nach GRADE. *

Die Mobilität und Fähigkeit verschiedene Aktivitäten des täglichen Lebens durchzuführen sind von großer Relevanz für die Selbstständigkeit und die soziale Partizipation. Den Ergebnissen aus der systematischen Literaturrecherche zufolge ist jedoch unklar welche Effekte durch eine Intervention mit CO-OP für Patient*innen mit USCP zu erwarten sind. Dennoch überwiegt der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden.

Die Praktikabilität von CO-OP ist gut und es besteht eine hohe Akzeptanz dem Therapieverfahren gegenüber. Ein Therapieblock besteht aus 10-12 Einheiten, ist Patient*innen- und alltagsorientiert. Auch ist ein Transfer der erlernten Fähigkeiten ein Ziel der Intervention, was die Übertragung in den Alltag verbessert. Aufgrund des kognitiv orientierten Vorgehens ist CO-OP nur für kognitiv gut entwickelte Patient*innen anwendbar. Das trifft auf Patient*innen mit USCP in der Regel zu.

Eine Intervention mit CO-OP hat sich für Kinder und Erwachsene mit umschriebenen Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen (UEMF) als effektive Intervention bewährt (verbesserte Bereiche der Körperfunktionen, Aktivitäten und Teilnahme) (418). Da Patient*innen mit USCP häufig vergleichbare kognitive Fähigkeiten wie Patient*innen mit UEMF aufweisen und die motorischen Einschränkungen geringer sind als die bei bilateraler CP, wären positive Effekte durch die CO-OP Intervention für Patient*innen mit USCP durchaus zu erwarten.

Da ein evidenzbasiertes Statement aktuell jedoch nicht möglich ist, sei explizit auf das Vorliegen einer Forschungslücke hingewiesen.

Schlussfolgerung

Für Patient*innen mit USCP kann aufgrund des niedrigen Evidenzgrades für eine Intervention nach CO-OP sowie fehlender Studien zu USCP keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.

Da es sich bei CO-OP um ein vielversprechendes Therapieverfahren empfehlen wir die Überprüfung der Effektivität für Patient*innen mit USCP in randomisierten kontrollierten Studien.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.5 Spastikreduzierende Therapiemaßnahmen

3.5.1 Orale und/ oder intrathekale tonussenkende medikamentöse Therapie

PICO-Frage: *Verbessert eine **orale und/oder intrathekale Medikation** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bezüglich der klinischen Problematik verweisen wir auf das Kapitel Botulinumtoxin A.

In diesem Kapitel werden die orale und intrathekale Medikation als tonussenkende Maßnahmen dargestellt. Baclofen und andere Medikamente werden zur Senkung eines erhöhten Muskeltonus eingesetzt. Bei der oralen Gabe kommen nur geringe Dosen durch die Blut-Hirnschranke und höhere Dosierungen führen zu Nebenwirkungen wie starker Sedierung, Verwirrtheit, Muskelschwäche, Schwindel, Übelkeit und in einigen Fällen Krampfanfällen und Halluzinationen (419).

Bei der intrathekalen Baclofen Therapie (IBT) wird eine Pumpe abdominal subkutan platziert und mit einem Katheter verbunden, der lumbal in den Intrathekalraum führt (420).

3.5.1.1	Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP kann für den Einsatz oraler tonussenkender Medikamente keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.	
Qualität der Evidenz	Zu USCP und BSCP keine Studien vorhanden	
	Starker Konsens: 100%	

3.5.1.2	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP kann zum Einsatz einer Intrathekalen Baclofen Therapie (IBT) keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Spastizität Moderat ⊕⊕⊕⊖	Systematische Reviews zu BSCP: Masrour et al. (2024), Kudva et al. (2021), Buizer et al. (2018), Hasnat et al. (2015), Pin et al. (2011), Novak et al. (2020) zu USCP: keine Studie*	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu **oraler Medikation** bei USCP ergab insgesamt n=16 Suchergebnisse, wovon n=0 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. Eine erneute systematische Literaturrecherche zur Cerebralparese allgemein (einschließlich bilateraler CP) ergab n=40 Suchergebnisse, wovon n=0 Studien den Einschlusskriterien entsprachen.

Zum Einsatz oraler Medikation bei Patient*innen mit USCP liegt somit keine Evidenz vor, aus der sich eine Empfehlung ableiten lässt.

Die systematische Literaturrecherche zu **intrathekaler Medikation** bei USCP ergab insgesamt n=4 Suchergebnisse, wovon keine Studie den Einschlusskriterien entsprach. Eine erneute systematische Literaturrecherche zur CP allgemein ergab n=18 Suchergebnisse, wovon n=6 Studien den Einschlusskriterien entsprachen.

Die wichtigsten Studienergebnisse zum Einsatz von **intrathekaler Medikation**, die zu den Empfehlungen geführt haben, sind die systematischen Reviews von Buizer et al. (2018), Hasnat et al. (2015), Masrour et al. (2024), Pin et al. (2011), Novak et al. (2020) (328, 419, 421-424) (indirekt, CP) mit insgesamt ca. n=1000 Patient*innen mit CP. Untersucht wurde in den Studien der Einsatz einer IBT oder die selektive dorsale Rhizotomie (SDR) ohne Kontrollgruppe.

In den Studien wurden verschiedene Outcomes untersucht, die Effektivität einer IBT wurde jedoch nur für die Spastizität nachgewiesen was der ICF-Domäne „Struktur und Funktion“ zugeordnet wird.

Die Reduktion der Spastizität als Outcome wurde in den systematischen Reviews (419, 421-424) (alle indirekt, CP) mit 19 eingeschlossenen Studien (Kohorten-, Fallstudien, Fallserien) anhand der Ashworth Skala (AS) oder modifizierten Ashworth Skala (MAS) an ca. 890 Patient*innen mit CP untersucht. In Masrour et al. (2024) (419) (indirekt, CP) wurden sehr große Effekte von d= -1.4837 (AS: 95% CI [-1.8585; -1.1088]); d= -1.7845 (MAS: [-2.8704; -

0.6986]), MAS und AS gesamt: short-term subgroup $d = -1.7000$, $[-2.1546; -1.2454]$; long-term subgroup $d = -1.6124$ $[-2.0872; -1.1376]$ nachgewiesen. Sehr große Effekte wurden auch mit der modifizierten AS ($d = 2.25$, 95% CI $[1.78-2.71]$) und der Ashworth Skala ($d = 1.46$ $[1.27-1.66]$) berechnet (416) (indirekt, CP). In beiden systematischen Reviews werden die großen Effekte auf eine Senkung der Spastizität durch die IBT zurückgeführt.

Weitere ausführliche Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für den Einsatz von intrathekalen Baclofen Therapie bei Patient*innen mit USCP zu dem Outcome „Reduktion der Spastizität“ eine moderate Evidenzqualität aus 6 systematischen Reviews vor.

Generell wird die Evidenz aus Systematischen Reviews als hoch angesehen. Im Rahmen der Evidenzbeurteilung nach GRADE führte dies zusammen mit einer Herabstufung aufgrund eines Risikos für Bias (-1) in den Originalstudien, Inkonsistenz der Ergebnisse ($I^2 = 72\%-86\%$) (419) und Indirektheit der Patientenpopulation (indirekt, CP) (-1) sowie einer Hochstufung für sehr große Effekte (+2) zu einer moderaten Evidenzqualität. *

Den systematischen Reviews zufolge sind durch eine IBT sehr große Effekte auf die Spastizität zu erwarten. Die oben dargestellten Ergebnisse aus den Studien sind jedoch nicht geeignet, um den Nutzen für Patient*innen mit USCP zu zeigen, da sie vor allem die Anwendung bei Patient*innen mit CP mit einem hohen GMFCS Level (4 und 5) untersucht haben. In der NICE Leitlinie wird die Anwendung von IBT für CP Patient*innen mit einem GMFCS Level III bis V empfohlen (425). Nach Einschätzung der LL-Gruppe liegt das GMFCS-Level für Patient*innen mit USCP in der Regel zwischen GMFCS 1-2, dies schränkt die Übertragbarkeit der Ergebnisse erheblich ein.

Als unerwünschter Effekt besteht bei einer IBT aus klinischer Sicht ein großes Risiko für eine Beeinträchtigung des nicht betroffenen Beins. Darüber hinaus werden in den Studien als häufigste Nebenwirkungen eine Wundinfektion, Meningitis, Komplikationen an Pumpe und Katheter sowie das Auslaufen der zerebrospinalen Flüssigkeit genannt (419, 421, 424). Der Nutzen von IBT für Patient*innen mit USCP ist somit unklar, die Möglichkeit eines potenziellen Schadens überwiegt.

Schlussfolgerung

Aufgrund fehlender Evidenz kann für Patient*innen mit USCP zum Einsatz oraler tonussenkender Medikamente keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.

Zum Einsatz einer Intrathekalen Baclofen Therapie (IBT) bei Patient*innen mit USCP liegt moderate indirekte Evidenz (CP, sehr eingeschränkte Übertragbarkeit) vor. Es bestehen Bedenken bezüglich negativer Auswirkung für die nicht betroffene Seite. Vor diesem Hintergrund kann bei Patient*innen mit USCP zum Einsatz einer Intrathekalen Baclofen Therapie (IBT) keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.5.2 Botulinumtoxin Therapie

PICO-Frage: Verbessert eine **Botulinumtoxin** Therapie die Teilhabe, Aktivität, Funktion und

Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?

Hintergrund

Bei der USCP führen unterschiedliche Schweregrade und Kombinationen von Beeinträchtigungen der sensorischen Funktionen, des Muskeltonus, der Muskelkraft und des Bewegungsumfangs zu motorischen Funktionsstörungen. Eine mit der USCP assoziierte Funktionsstörung ist die Spastizität, welche das Konsortium „Support Program for Assembly of a Database for Spasticity Measurement“ (SPASM) als eine Störung der sensorisch-motorischen Kontrolle, die durch eine Läsion des oberen Motoneurons verursacht wird und sich in intermittierenden oder anhaltenden unwillkürlichen Muskelkontraktionen äußert, definiert (426). Spastizität tritt häufig bei neurologischen Erkrankungen wie Cerebralparese, Multipler Sklerose oder nach einem Schlaganfall auf. Je nach Schweregrad der Spastizität kann die erhöhte Muskelspannung zu motorischen Beeinträchtigungen (z.B. Muskelsteifheit, eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit), Schmerzen, Schwierigkeiten in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) bzw. der Selbstversorgung und langfristig zu Kontrakturen in den Gelenken führen (425, 426). Die Spastizität kann demzufolge die Lebensqualität und Partizipation in verschiedenen Lebensbereichen von Patient*innen mit USCP erheblich beeinträchtigen (425, 427).

Zur Behandlung von Spastizität beziehungsweise einer erhöhten muskulären Hyperaktivität werden in der internationalen NICE Leitlinie (425) verschiedene Maßnahmen genannt, darunter Physiotherapie, eine medikamentöse Therapie (oral und intrathekal) (s. Kap. 3.5.1), Botulinumtoxin A, orthopädische Maßnahmen sowie die selektive dorsale Rhizotomie als chirurgische Maßnahme. (s. Kap. 3.5.4). Ziel dieser Interventionen ist es, die Muskelspannung zu reduzieren und die Beweglichkeit zu verbessern oder zu erhalten. Maßnahmen zur Reduktion der muskulären Hyperaktivität sollten stets gemeinsam mit den Patient*innen und ihren Bezugspersonen oder Pflegenden entwickelt und implementiert werden. Außerdem sollten sie individuell und zielorientiert sein (425).

Im Bereich der oberen Extremität werden BoNT-A Injektionen vor allem zur Minderung des gesteigerten Muskeltonus in Schulter, Ellbogen, Handgelenk und Daumen u.a. mit dem Ziel der Verbesserung der Greiffunktionen eingesetzt werden (Becher in 428, 429). Im Bereich der unteren Extremität wird Botulinumtoxin vorwiegend zur Senkung der Spastizität in den Hüftbeugern und -adduktoren, den Kniebeugern und den Unterschenkelmuskeln zur Verbesserung von Stand, Stabilität und Gang eingesetzt.

Die Behandlungsplanung und Durchführung von Botulinumtoxin A Injektionen erfolgt in einem interdisziplinären Team von Ärzten und Therapeut*innen. Sie beinhaltet eine individuelle Zielsetzung, eine Diagnostik des Muskeltonus, des Bewegungsumfangs der Gelenke und der motorischen Funktionen, die Behandlungstechniken bei den Injektionen mit BoNT-A selbst und die anschließende physio- und/oder ergotherapeutische Intervention.

Die Injektionen mit Botulinumtoxin A werden ultraschallgesteuert und damit präzise und nebenwirkungsreduzierend durchgeführt. Um bei den Patient*innen eine stress- und schmerzfreie Injektion von BoNT-A zu ermöglichen gibt es die Möglichkeit zur Sedierung (430).

3.5.2.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP und muskulärer Hyperaktivität im Bereich der oberen Extremität sollte eine Botulinumtoxin A Therapie zur Verbesserung - des Aktiven Bewegungsumfangs - der Bimanuellen Performanz - und der Unimanuellen Geschicklichkeit angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
AROM, Bimanuelle Performanz, Unimanuelle Geschicklichkeit Hoch ⊕⊕⊕⊕	Sakzweski et al. (2014) Elnaggar et al. (2020), Lidman et al. (2015/2020), Ferrari et al. (2014), Rameckers et al. (2009), Lowe et al. (2007), Fehlings et al. (2000)	
	Starker Konsens: 100%	

3.5.2.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte bei der Behandlung mit Botulinumtoxin A eine Analgesie/Sedierung angeboten werden.	
	Starker Konsens: 100%	

3.5.2.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte bei der Behandlung mit Botulinumtoxin A eine Lokalisationskontrolle durchgeführt werden.	
	Konsens: 94%	

3.5.2.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP mit muskulärem Hypertonus im Bereich der unteren Extremität kann eine Botulinumtoxin A Therapie zur - fokalen Reduktion muskulärer Hyperaktivität - Steigerung des Bewegungsumfangs angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
ROM, Spastizität Moderat ⊕⊕⊕⊖	Hinzugefügt: Blumettiet al. (2019) Love et al. (2001), Polak et al. (2002)	
	Konsens: 81%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu einer Botulinumtoxin Therapie bei USCP ergab insgesamt n=70 Suchergebnisse, wovon n=11 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. 9 Studien haben sich mit dem Einsatz von BoNT-A im Bereich der oberen Extremität befasst, 2 Studien mit Outcomes für die untere Extremität. Für den Einsatz von BoNT-A im Bereich der unteren Extremität wurde deswegen, nach Prüfung der Einschlusskriterien, ein systematischer Review zu CP (indirekte Evidenz) eingeschlossen. Die Studienergebnisse werden im Folgenden nacheinander dargestellt.

Die wichtigsten Studienergebnisse zum Einsatz von **Botulinumtoxin A im Bereich der**

oberen Extremität, die zu den Empfehlungen geführt haben, sind der systematische Review von Sakzweski et al. (2014) (431) und 8 RCT's (432-440) mit insgesamt n=341 Patient*innen mit USCP. Das Alter der Patient*innen betrug in den Studien 2 bis 10 Jahre.

Untersucht wurde in den Studien Injektionen mit BoNT-A in Muskeln der oberen Extremität in Kombination mit Ergotherapie und/oder Physiotherapie, BoNT-A in Kombination mit Ergotherapie und Splintversorgung sowie BoNT-A mit Elektrostimulation. Vergleichsinterventionen waren die Ergotherapie und/oder Physiotherapie, Injektionen mit BoNT-A in anderer Dosierung oder erst nach 6 Monaten (Ende der Studie) sowie die Elektrostimulation allein.

Zusammengefasst gab es in den Studien die Messzeitpunkte zu Beginn der Intervention (Baseline), direkt nach der Intervention (4-12 Wochen), Follow-up nach 3 Monaten und/oder nach 6 Monaten. Weitere Informationen zu den angewandten Behandlungstechniken (Lokalisationskontrolle, Sedierung, Zielmuskeln) können in den Evidenztabelle (Methodikteil) nachgelesen werden.

Die in den Studien untersuchten Outcomes, bei denen die Effektivität von BoNT-A Injektionen in Zielmuskeln der unteren Extremität nachgewiesen wurde, können im Rahmen der ICF sowohl dem Bereich „Struktur und Funktion“ (Spastizität, ROM, GMFM) als auch dem Bereich „Aktivitäten und Partizipation“ (Gehen) zugeordnet werden.

Struktur und Funktion

Die Reduktion der Spastizität als Outcome wurde in 3 randomisierten kontrollierten Studien (433, 437, 439) anhand der modifizierten Ashworth Skala an n=258 Patient*innen mit USCP gemessen, jedoch ohne signifikante Unterschiede.

Die Veränderung des aktiven und passiven Bewegungsumfangs der Gelenke, (ROM), wurde ebenfalls in 3 RCT's (433, 435, 439) überprüft. Hier konnten lediglich in der Studie von Lidman et al. (2015) (435) sehr große Effekte auf die Verbesserung des aktiven ROM (AROM) der Supination im Unterarm (dMorris (B vs. 3 Mon.) = 1.063 nachgewiesen werden. Bei dem Follow-up von 6 Monaten hat der Effekt deutlich nachgelassen (d Morris= -2.125). Auch im AROM der Ellbogenstreckung zeigten sich große negative Effektstärken von dMorris: -1.205 (B vs. 3 Mon.) und mit dMorris: -0.824 ein nachlassender Effekt nach 6 Monaten. Die negative ES spricht für größere Effekte in der Kontrollgruppe. Bezüglich weiterer Gelenkmessungen AROM Messungen und des passiven ROM konnten in den Studien keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Aktivitäten und Partizipation

Das Outcome Verbesserung der „bimanuellen Performanz“ durch eine BoNT-A Injektion wurde in 3 RCT's (432, 434, 435) anhand des AHA mit n=92 Patient*innen mit USCP untersucht. Sehr große Effekte konnten in dem RCT von Elnaggar et al. (2020) (432) für die beiden Interventionsgruppen (d Morris: IGA vs. CG: 1,268; dMorris IGC vs. CG: 1.423) im Vergleich zur Kontrollgruppe (Physiotherapie) gezeigt werden. Mittlere Effekte wurden von Lidman et al. (2015) (435) mit dMorris: 0,58 (B vs. 3 Mon.) und dMorris: 0,724 (B vs. 6 Mon.) nachgewiesen.

Die „unimanuellen Geschicklichkeit“ wurde in dem systematischen Review von Sakzewski et al. (2014) (431) mit 4 eingeschlossenen RCT's und 3 weiteren RCT's (432, 437, 439) anhand von 3 verschiedenen Assessments (Melbourne Assessment, MUUL, QUEST) an insgesamt n=245 Patient*innen überprüft. Mit dem MUUL als Messinstrument konnten Elnaggar et al. (2020) (432) einen großen signifikanten Effekt von BoNT-A mit anschließender

Elektrostimulation (dMorris (IGC vs. CG)= 0,875) direkt nach der Intervention und einen großen Effekt nach 6 Monaten (dMorris (IGC vs. CG)= 0,875) nachweisen. Auch mit dem QUEST wurden große signifikante Effekte sowohl direkt nach der Injektion von BoNT-A (d=0,834) von (433) und (437) nach 3 Monaten (MD 5.50 SE(2.20), 95%CI [1.20 to 9.80] p*) und nach 6 Monaten (MD 4.51 (2.09), 95%CI [0.41 to 8.6] p*) gezeigt.

Das Outcome „Selbständigkeit“ in den Aktivitäten des täglichen Lebens wurde ebenfalls in dem systematischen Review (431) mit 3 eingeschlossenen RCT's und 3 weiteren RCT's (433, 434, 437) anhand von 2 Assessments (Abilhand-kids und PEDI) an insgesamt n=211 Patient*innen überprüft. Signifikante Unterschiede mit einem mittleren bzw. großen Effekt konnte jedoch lediglich in der Studie von Fehlings et al. (2000) (433) mit dem PEDI als Messinstrument direkt nach der Intervention (PEDI S11-Care: d=0,833, PEDI gesamt: d=0,69) nachgewiesen werden.

Das „Erreichen individueller Ziele“ als Outcome wurde in dem systematischen Review von Sakzewski et al. (2014) (431) mit 3 eingeschlossenen RCT's und einem weiteren RCT (437) anhand von dem COPM und GAS an insgesamt n=186 Patient*innen mit USCP überprüft. Mit dem GAS zeigten sich mit d=0.92 (95% CI [0.57 to 1.27], B vs. direkt nach Intervention) (431) und bei Lowe et al. (2007) (437) große signifikante Effekte durch die Injektionen mit BoNT-A und anschließender Ergotherapie. (B vs. 3 Mon.) parent: MD 3.50 (1.54) [0.47; 6.52]; B vs. 6 Mon.: MD 3.94 (1.46), 95% CI [1.07 to 6.81]). Mit dem COPM als Messinstrument wurden in den Studien keine signifikanten Effekte gezeigt.

Die wichtigsten Studienergebnisse zum Einsatz von **Botulinumtoxin A im Bereich der unteren Extremität**, die zu den Empfehlungen geführt haben, sind der systematische Review von Blumetti et al. (2019) (441) (indirekt, CP) mit 2 eingeschlossenen RCT's mit Patient*innen mit USCP und die 2 RCT's von Lowe et al. (2001) und Polak et al. (2002) (442, 443) mit insgesamt n=257 Patient*innen mit USCP.

Untersucht wurden in den Studien Injektionen mit BoNT-A in Muskeln der unteren Extremität in Kombination mit Physiotherapie oder Ergotherapie, BoNT-A in Kombination mit Ergotherapie und Splintversorgung sowie BoNT-A mit Elektrostimulation. Vergleichsinterventionen waren die Ergotherapie und/oder Physiotherapie allein oder Injektionen mit BoNT-A in anderer Dosierung.

Die in den Studien untersuchten Outcomes, bei denen die Effektivität von BoNT-A Injektionen in Zielmuskeln der unteren Extremität nachgewiesen wurde, können im Rahmen der ICF sowohl dem Bereich „Struktur und Funktion“ (Spastizität, ROM, GMFM) als auch dem Bereich „Aktivitäten und Partizipation“ (Gehen) zugeordnet werden.

Struktur und Funktion

Die Reduktion der Spastizität als Outcome wurde in dem systematischen Review von Blumetti et al. (2019) (441) (indirekt, CP) mit 4 eingeschlossenen RCT's anhand der Ashworth Skala an n=258 Patient*innen mit bilateraler CP, davon hatten n=30 Patient*innen eine USCP. Ein großer bis sehr großer Effekt auf die Spastizität an den Plantarflexoren des Fußgelenks (d=0.8148) und Hüftadduktoren (d= 3.4151) konnte für die Patientenpopulation mit CP, nicht aber für die Patient*innen mit USCP nachgewiesen werden.

Die Veränderung des Bewegungsumfangs der Gelenke (ROM) an dem Fußgelenk wurde ebenfalls in dem systematischen Review von Blumetti et al. (2019) (441) (indirekt, CP) mit 5 eingeschlossenen RCT's und einem weiteren RCT (442) an n=272 Patient*innen mit CP

überprüft, davon hatten n=24 Patient*innen eine USCP. Hier wurden sowohl für Patient*innen mit USCP sehr große signifikante Effekte (B vs. 3 Mon.: MD 9.9, 95%CI [2.08,17.72]; B vs. 6 Mon. = MD 10, 95% [4.1,15.9] (442), wie auch für Patient*innen mit BSCP (Vergleich B vs. 3 Mon.: MD 6.36 [4.03,8.69], d: 0.6859; Vergleich B vs. 6 Mon. = MD 6.48 [4.42,8.53], d=0.8477) (441) (indirekt, CP) nachgewiesen.

Aktivitäten und Partizipation

Das Outcome „Gehen“ wurde in dem systematischen Review von Blumetti et al. (2019) (441) (indirekt, CP) mit einem eingeschlossenen RCT und einem weiteren RCT (443) an insgesamt n=78 Patient*innen mit USCP überprüft. Signifikante Effekte von der Injektion mit BoNT-A konnten diese Studien auf die Steigerung der Geschwindigkeit und Schrittlänge nicht nachweisen.

Weitere ausführliche Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Nebenwirkungen

Nebenwirkungen von Injektionen zu Botulinumtoxin A treten laut der Übersichtsarbeit von Blumetti et al. (2019) (441) (indirekt, CP) bei 37% der Studienteilnehmer aus 6 RCT's auf. Mit $I^2=95\%$ sind diese sehr heterogen. Als häufigste Nebenwirkungen werden Übelkeit, Erbrechen, vorübergehende Muskelschwäche und Schmerzen an der Injektionsstelle genannt. Der Nutzen von BoNT-A überwiegt dennoch einem potenziellen Schaden.

Zusammengefasst liegt für den Einsatz von Botulinumtoxin A im Bereich der oberen Extremität für die Outcomes Verbesserung des „aktiven Bewegungsumfangs, der bimanuellen Performanz und unimanuellen Geschicklichkeit“ eine hohe Evidenzqualität aus einem systematischen Review und 9 RCT's vor. Generell gilt die Evidenz aus Systematischen Reviews und RCT's als hoch, weshalb in zu erwartende Effekte ein großes Vertrauen besteht. Dies führte bei der Evidenzbeurteilung zusammen mit einer Herabstufung aufgrund eines Risikos für Bias (-1) in den Originalstudien und einer Hochstufung für sehr große Effekte (+2) zu einer hohen Evidenzqualität für die o.g. Outcomes.

Für den Einsatz von BoNT-A im Bereich der unteren Extremität liegt für die Outcomes Reduktion der „Spastizität“ und Steigerung des „aktiven Bewegungsumfangs“ moderate Evidenz aus einem systematischen Review und RCT's vor. Hier erfolgte im Rahmen der Evidenzbeurteilung nach GRADE jedoch nach einer Herabstufung für ein Risiko für Bias (-1) ebenfalls eine aufgrund von Indirektheit der Patientenpopulation (CP) (-1) und unzureichender Präzision der Ergebnisse (-1). Nach einer Hochstufung für einen großen Effekt (+2) der indirekten Evidenz (CP) liegt hier ein moderater Evidenzgrad nach GRADE vor.*

Die Spastizität der unteren Extremität ist ein häufiges Problem bei USCP (47%) (MRT-Daten von 1999-2009), in der Literatur meist nur im Rahmen von Studien mit bilateralen Patient*innen beschrieben. Die Ergebnisse aus diesen Studien zu Patient*innen mit vorwiegend bilateraler CP lassen auch Rückschlüsse über die Reduktion der Spastizität bei USCP zu, da die in den Studien mituntersuchten Patient*innen mit USCP diesbezüglich keine grundsätzlichen Unterschiede aufwiesen, eine vergleichbare Pathophysiologie vorliegt und damit ein vergleichbares Ansprechen auf die Medikation anzunehmen ist. Daraus folgt eine Vergleichbarkeit auf Struktur und Funktionsebene, bezüglich der Aktivitäts- und Partizipationsebene ist eine Vergleichbarkeit nicht gegeben. Die LL-Gruppe sieht eine

grundsätzliche Forschungslücke darin, dass die Rolle der Spastik für die untere Extremität bei USCP im Hinblick auf Funktionen, Aktivitäten und Teilhabe unklar ist.

Praktikabilität

Bei den Injektionen mit BoNT-A sind eine Sedierung (Angstlösung, Schmerzfreiheit) und Lokalisationskontrolle (Ultraschall, EMG) zu empfehlen. Die Leitliniengruppe verweist dazu explizit auf die Empfehlungen aus den NICE Leitlinien zu „Spastizität“ und Botulinumtoxin A (425, 430).

Eine Lokalisationskontrolle gilt nach Auffassung der Leitliniengruppe als „Goldstandard“ bei der Behandlung der USCP mit Botulinumtoxin A. Zwar ist die Überlegenheit (gegenüber der Injektion ohne Lokalisationskontrolle) in den Studien zu USCP nicht nachgewiesen worden, das Therapieprinzip der „fokalen Tonusreduktion“ legt eine Lokalisationskontrolle jedoch nahe.

Der Ultraschall ist die, innerhalb der Leitliniengruppe, am häufigsten eingesetzte Lokalisationskontrolle bei der Behandlung von Patient*innen mit USCP. Der Einsatz des Ultraschalls als Lokalisationskontrolle wird mit der guten Identifikation der zu injizierenden Muskeln einerseits und der von „no go areas“ (z.B. Gefäßen) andererseits begründet. Darüber hinaus lassen sich Informationen über den Muskelzustand (Umbauprozesse, Größe etc.) gewinnen. Über das im Gegensatz zum Ultraschall bei der Behandlung der USCP wenig eingesetzte EMG lassen sich Informationen zur fokalen muskulären Hyperaktivität gewinnen.

Als negative Aspekte ist zu nennen, dass beide Verfahren einen organisatorischen Aufwand und zusätzliche Geräte bedürfen, wodurch mehr Zeit für das Injektionsprozedere erforderlich ist. Das EMG verursacht darüber hinaus einen zusätzlichen Schmerzreiz (Einsatz von Injektionsnadeln mit einem größeren Durchmesser). Die Verlässlichkeit des EMG-Signals ist bei der Dystonie höher als bei der Spastizität, wodurch es zu Fehleinschätzungen kommen kann.

Seitens der Praktikabilität gilt der Ultraschall ist ubiquitär verfügbar und gut erlernbar (Basiskonntnisse sind bei allen Fachärzten, die in die Behandlung involviert sind, vorhanden). Das EMG als Lokalisationskontrolle erfordert zusätzliche Geräte mit geringerer Verfügbarkeit, die Anwendung erfordert spezielle Kenntnisse und die Ausbildung darin ist aufwendig.

In Bezug auf Indikationsstellung und Behandlungstechniken zu Injektionen mit Botulinumtoxin A bei Patient*innen mit USCP wurden von der der Leitliniengruppe die Problematik der temporären Effekte von BoNT-A Injektionen und die damit verbundene Notwendigkeit von Re-Injektionen sowie die Umbaueffekte der Muskulatur und Atrophie (Kraftminderung) bei wiederholten Injektionen diskutiert. Eine Indikation für BoNT-A kann beispielsweise nach Wachstumsschüben oder bei strukturellen Veränderungen (z.B. Spitzfuß) erfolgen, um eine Operation hinauszuschieben.

Nach ausführlicher Diskussion innerhalb der Leitliniengruppe wurde der Empfehlungsgrad B (sollte) für Injektionen mit BoNT-A im Bereich der unteren Extremität auf eine offene Empfehlung geändert. Gründe dafür waren, dass eine „sollte“ Empfehlung zu 60-75% im Alltag umgesetzt werden sollte und dies von der LL-Gruppe so nicht als sinnvoll betrachtet wird. In der Nutzen-Schaden-Abwägung wurde möglichen Umbaueffekten und Muskelatrophien eine Relevanz beigemessen.

Schlussfolgerung

Zur Verbesserung des „aktiven Bewegungsumfangs, der bimanuellen Performanz sowie der unimanuellen Geschicklichkeit“ sollte für Patient*innen mit USCP und einer muskulären Hyperaktivität im Bereich der oberen Extremität eine Botulinumtoxin A Therapie angeboten werden. Grundlage für den Empfehlungsgrad „B“ ist eine durchweg hohe Evidenzqualität für die genannten Outcomes.

Bei Patient*innen mit USCP mit muskulärem Hypertonus im Bereich der unteren Extremität kann Botulinumtoxin A zur fokalen Reduktion muskulärer Hyperaktivität und Steigerung des Bewegungsumfangs angeboten werden.

In einem Expertenkonsens wird empfohlen, dass bei Patient*innen mit USCP bei der Behandlung mit Botulinumtoxin A eine Lokalisationskontrolle durchgeführt werden sollte.

In einem weiteren Expertenkonsens wird empfohlen, dass bei Injektionen mit BoNT-A bei Patient*innen mit USCP eine Sedierung/Analgesie angeboten werden sollte.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.5.3 SDR

PICO-Frage: *Verbessert eine **Selektive Dorsale Rhizotomie** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bezüglich der klinischen Problematik verweisen wir auf das Kapitel Botulinumtoxin A Therapie.

Zur Behandlung von Spastizität beziehungsweise einer erhöhten muskulären Hyperaktivität werden in der internationalen NICE Leitlinie (425) verschiedene Maßnahmen genannt, darunter Physiotherapie, eine medikamentöse Therapie (oral und intrathekal) (s. Kap. 3.5.1), Botulinumtoxin A (s. Kap. 3.5.2), orthopädische Maßnahmen sowie die selektive dorsale Rhizotomie (SDR, s. Kap. 3.5.3) als chirurgische Maßnahme. Das Hauptziel dieser Interventionen ist eine Reduktion der Spastizität, um die Bewegungsfähigkeit, sowie Kontrolle über Bewegungen zu und damit die Lebensqualität der Patient*innen zu verbessern.

Maßnahmen zur Reduktion der muskulären Hyperaktivität sollten stets gemeinsam mit den Patient*innen und ihren Bezugspersonen oder Pflegenden entwickelt und implementiert

werden. Außerdem sollten sie individuell und zielorientiert sein (425). In diesem Kapitel wird die SDR dargestellt. Hierbei handelt es sich um einen neurochirurgischen Eingriff, bei dem bestimmte sensorische Nervenwurzeln im Rückenmark durchtrennt werden, um spastische Muskelkontraktionen zu reduzieren (444). Diese Methode wird hauptsächlich bei Patient*innen mit spastischer CP angewendet (444, 445).

Die SDR wird vor allem bei Kindern mit spastischer CP eingesetzt, die auf konservative Behandlungen wie Physiotherapie und medikamentöse Therapie nicht ausreichend ansprechen (444-446). Die Auswahl der Patient*innen erfolgt nach strengen Kriterien mit umfassenden neurologischen und orthopädischen Untersuchungen, um die Eignung der Patient*innen für den Eingriff zu bestimmen. Unter Vollnarkose wird ein kleiner Schnitt im unteren Rückenbereich gemacht, um Zugang zum Rückenmark zu erhalten. Die sensorischen Nervenwurzeln werden identifiziert und selektiv durchtrennt (s. Abbildung 11, aus Kudva et al. (2021) S. 2). Nach der SDR erfolgen eine intensive Physiotherapie und Rehabilitation, um die neu gewonnene Bewegungsfreiheit zu maximieren und die Muskulatur zu stärken.

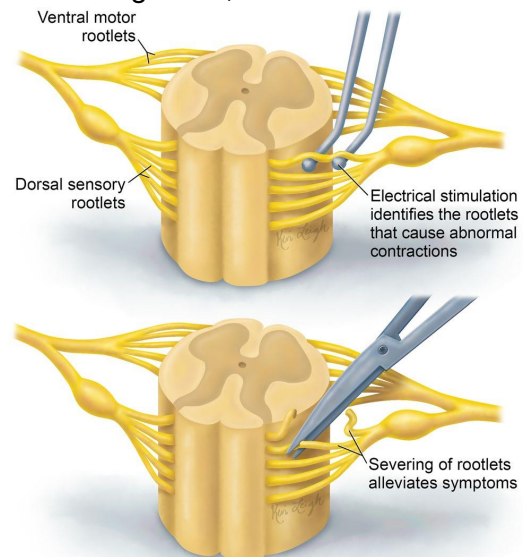


Abbildung 12: Selektive Dorsale Rhizotomie

Für weitere Informationen verweisen wir auf die internationale NICE Leitlinie zu Spastizität (425) und SDR (446).

3.5.3	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP kann zum Einsatz der Selektiven Dorsalen Rhizotomie (SDR) keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Minderung Spasitizität Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Licci et al. (2024), Merckx et al. (2023); Kudva et al. (2021), Davidson et al. (2020), Novak et al. (2020), Tedroff et al. (2019), McLaughlin et al. (2002), Zhan et al. (2019)	
	Konsens: 81%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu selektiver dorsaler Rhizotomie bei USCP ergab insgesamt n=4 Suchergebnisse, wovon n=1 Studie den Einschlusskriterien entsprach. Eine

erneute systematische Literaturrecherche zur Cerebralparese allgemein (einschließlich bilateraler CP) ergab n=20 Suchergebnisse, wovon n=8 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. Der Systematische Review von Novak et al. (2020) (328) entspricht ebenfalls den Einschlusskriterien und wurde aufgrund seiner Relevanz zu Interventionen bei CP hinzugefügt.

Die wichtigsten Studienergebnisse zum Einsatz von SDR, die zu den Empfehlungen geführt haben, sind 8 systematische Reviews (328, 423, 447-451, und 452) mit insgesamt mehr als n=1000 Patient*innen mit CP (alles indirekte Evidenz) und eine Fallserie (453) mit n=11 Patient*innen mit USCP. Das Alter der Patient*innen betrug zwischen 4 bis 28 Jahren. Untersucht wurde in den Studien die SDR in Kombination mit Physiotherapie oder Rehabilitation, Vergleichsgruppen gab es keine.

In den Studien wurden verschiedene Outcomes untersucht, die Effektivität wurde zur Spastizität (ICF-Domäne „Struktur und Funktion“) und der Aktivitäten nachgewiesen. In vielen der Systematischen Reviews wurden keine Effekte angegeben, sondern ein Range ohne Mittelwerte und die Verbesserung oftmals qualitativ beschrieben. Die fehlenden objektiven Ergebnisse begründen die Autor*innen u.a. mit den Studienarten und den eingesetzten Messinstrumenten, welche oftmals keine gute Validität zeigen (s. Kap. 2.5.2).

Die Reduktion der Spastizität als Outcome wurde in 7 systematischen Reviews (328, 423, 449-452) (indirekt, CP) mit ca. 80 eingeschlossenen Studien (RCT's, Kohorten-, Fallstudien, Fallserien) anhand der Ashworth Skala (AS) oder modifizierten Ashworth Skala (MAS) an mehr als n=1000 Patient*innen mit CP untersucht. Laut Autor*innen gilt ein Unterschied von 2 Skalenpunkten als klinisch relevant.

Licci et al. (2024) (449) (indirekt, CP) haben in ihrem systematischen Review eine Fallserie und 3 retrospektive Kohortenstudien eingeschlossen mit n=274 Patient*innen mit CP (GMFCS Level IV-V). Bei dem Follow-up zwischen 14-24 Monaten wurde im Mittel eine Reduktion der Spastizität von 1.09-3.2 Punkten erreicht und ist damit als klinisch relevanter Unterschied anzusehen.

Merckx et al. (2023) (451) (indirekt, CP) haben 9 Studien mit n=752 Patient*innen mit einem GMFCS Level II-IV eingeschlossen und geben für das Follow-up nach 6 Monaten eine Reduktion zwischen 0.3-0.55 (AS score, klinisch nicht relevant) und 0-2.9 (MAS score, davon 50% signifikant) an.

Kudva et al. (2021) (423) (indirekt, CP) haben 4 RCT's und 24 Beobachtungsstudien mit n=1016 Patient*innen mit CP eingeschlossen und beschreiben eine AS und MAS-Reduktion von 0.12-2.6 (SD±1.3), in 18 von 28 Studien wurde ein signifikanter Unterschied gefunden.

McLaughlin et al. (2002) (450) (indirekt, CP) haben in ihrer Meta-Analyse mit 3 eingeschlossenen Studien (n=90 Patient*innen) einen Mittelwertsunterschied von -1,1 (9 Mon. n. OP), -1,0 (24 u.38 Mon. n. OP) berechnet und ist somit klinisch relevant.

Zur USCP liegt die retrospektive Fallstudie von Zhan et al. (2019) (453) mit n=11 Patient*innen (GMFCS Level I+II) mit einem Altersdurchschnitt von 5,7 Jahren vor. Hier konnten die Autor*innen für eine SDR an den Muskeln Gastrocnemius, Soleus, Hamstrings (M. Musculus biceps femoris, M. semimembranosus und M. semitendinosus) und Hüftadduktoren einen großen Effekt für 3 Wochen nach der OP (cohen's d: -1.767 [-3.16 - -0.373]) und das Follow-up (d=-2.871 [-4.555 - -1.187]) nachweisen.

Das Gross Motor Function Measure (GMFM) wurde eingesetzt, um die Effektivität der SDR auf die Aktivitäten von Patient*innen mit CP nachzuweisen. Hier konnten Zhan et al. (2019)

(453) einen großen Effekt von $d=1,019$ (95%CI [-0.238 - 2.275] für Patient*innen mit USCP nachweisen.

In den Systematischen Reviews (indirekt, CP) wurde die Effektivität einer SDR mit einer Steigerung des GMFM Wertes von 2,4-5,5 (range, Mean), (449), 6.5 (SD $\pm$ 5.9) bis 12.1 (SD $\pm$ 18.9) (18/28 Studien mit sign. Unterschied, klinisch relevant) (423) angegeben. In der Meta-Analyse von McLaughlin et al. (2002) (450) wurden Mittelwertsunterschiede von 6,1% (9 Mon.) und 7,7% (24 Mon.) berechnet, was ebenfalls als klinisch relevant anzusehen ist. Den Autor*innen zufolge gilt eine Verbesserung von mind. 5 Wertpunkten bei dem GMFM klinisch relevant.

Weitere ausführliche Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für den Einsatz einer Selektiven Dorsalen Rhizotomie bei Patient*innen mit USCP zu dem Outcome „Reduktion der Spastizität“ nur niedrige Evidenzqualität aus 7 systematischen Reviews vor.

Generell wird die Evidenz aus Systematischen Reviews als hoch angesehen, weshalb in die zu erwartende Effekte ein großes Vertrauen besteht. Im Rahmen der Evidenzbeurteilung nach GRADE führte dies zusammen mit einer Herabstufung aufgrund eines Risikos für Bias in den systematischen Reviews (meist niedrige Qualität) (-1) und der Indirektheit der Evidenz (CP) (-1) jedoch zu einer niedrigen Evidenzqualität.* Die Herabstufung der Evidenz auf Grund der Indirektheit der Evidenz erfolgte auf Grund der fraglichen Übertragbarkeit der Ergebnisse der Studienpopulation bilateraler spastischer CP auf die USCP. Die LL-Gruppe vertrat hier die Einschätzung, dass der Mechanismus der Entstehung der Spastizität zwischen den Populationen zwar identisch sei, die Auswirkungen der Reduktion der Spastizität auf Funktionen, Aktivitäten und Partizipation sowie die Lebensqualität jedoch nicht.

Bei Einsatz einer SDR können unerwünschte Nebenwirkungen auftreten. In dem systematischen Review von Tedroff et al. (2020) (452) wurden folgende Inzidenzen an Komplikationen länger als ein Jahr nach der SDR beschrieben: Hyperlordose 16-40%, Skoliose 11-57%, Spondylolisthese. Spondylolyse 1-20%, beeinträchtigte Blasenkontrolle 1-29%, Bein- und Rückenschmerzen 29-71%. Sensorische Störungen traten summarisch in ca. 50% der Patienten auf, waren aber nur transitorischer Natur (< 1 Jahr). Gleiches gilt für pulmonale und gastrointestinale Symptome. Die Autor*innen selbst weisen darauf hin, dass diese Symptome bei Kindern mit CP häufig sind und ihnen keine Differenzierung möglich war, welche Komplikationsraten als direkte Folge der Operation angesehen werden müssen und welche als Komorbiditäten der Grunderkrankung CP. Auch wenn die Komplikationen und Nebenwirkungen durch mittlerweile verbesserte OP-Techniken (z.B. Zugang über ein level ohne langstreckiges Eröffnen des Spinalkanals) nach Einschätzung der LL-Gruppe deutlich minimiert wurden, ist darauf hinzuweisen, dass potenzielle Nebenwirkungen irreversibel sein können. Dies beeinflusst die Nutzen-Schaden-Abwägung negativ.

Die LL-Gruppe sieht eine grundsätzliche Forschungslücke darin, dass die Rolle der Spastik bei USCP im Hinblick auf Funktionen, Aktivitäten und Teilhabe unklar ist, insbesondere im Zusammenhang mit dem Einsatz der SDR.

Schlussfolgerung

Auf der Grundlage indirekter niedriger Evidenz und dem potenziellen Risiko irreversibler Nebenwirkungen kann für Patient*innen mit USCP zum Einsatz der Selektiven Dorsalen

Rhizotomie keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.6 Roboterunterstützte und computergestützte Therapieformen

3.6.1 Bio-Feedback

PICO-Frage: Verbessert eine **Feedback-Therapie** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?

Hintergrund

Bei der Feedback-Therapie erhält der Patient Rückmeldung über die Qualität der Bewegung („knowledge of performance“) oder den Erfolg der Aktion („knowledge of results“). Die Art des Feedbacks (z.B. visuell oder auditiv) und die übermittelten Informationen (z.B. Herzfrequenz, Schrittlänge oder Präzision der Bewegung) sind vielfältig und an die Fähigkeiten des Patient*innen angepasst. Ziel der Therapie ist, dass der Patient durch das Feedback die Bewegung unmittelbar verbessern kann, der Lernprozess gesteigert wird und die Motivation und Selbstwirksamkeit gestärkt wird (454). Das Prinzip dahinter ist der sogenannte „Reward-Mechanismus“. Dabei handelt es sich um einen natürlichen Prozess, in dem das Gehirn unterschiedliche Stimuli (z.B. Situationen oder Aktivitäten) mit einem positiven bzw. wünschenswerten Outcome verknüpft. Dies führt zu einer unmittelbaren Veränderung des Verhaltens, um dieses positive Outcome wiederholt zu erlangen (455).

3.6.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann eine gerätegestützte Feedback-Therapie (Reward-Mechanismus*) zum Erreichen folgender Ziele angeboten werden: • Verbesserung der Bewegungsqualität der oberen Extremität (Zielgenauigkeit und Präzision) • Kraft der oberen Extremität • Steigerung der Gehgeschwindigkeit	
Qualität der Evidenz:		
Bewegungsqualität OEX Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Kraft Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Gehgeschwindigkeit Hoch ⊕⊕⊕⊕	Burtner et al. (2014), Hemayattalab et al. (2010), Hemayattalab et al. (2013), Olama et al. (2012), Abul-Rahman et al. (2014), Hamed et al. (2011), Alwhaibi et al. (2020)	
	Konsens: 81%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n=5 Suchergebnisse, wovon 2 Studien (2x RCT) den Einschlusskriterien entsprachen. Die 2 randomisierten kontrollierten Studien wurden vom gleichen Autor veröffentlicht und evaluierten das identische Interventionsprogramm mit den gleichen Probanden, wobei unterschiedliche Zielkriterien untersucht wurden (456, 457). Es wurden 3 Gruppen mit je 15 Kindern mit USCP gebildet. Gruppe 1 erhielt eine Feedback-Therapie mit dem „E-Link Upper Limb Exerciser“. Die durchgeführten Spiele erforderten Bewegungsreaktionen der oberen Extremität auf einen visuellen/ auditiven Stimulus. Gruppe 2 führte ein Physiotherapieprogramm durch, welches Übungen zur Verbesserung der visuell-motorischen Koordination und des Greifens beinhaltete. Gruppe 3 erhielt eine Kombination aus beiden Therapien mit jeweils der halben Übungsdauer. So erhielten alle Kinder über 3 Monate hinweg 3x wöchentlich eine Therapie über 1 Stunde. Die besten Ergebnisse auf die Grob- und Feinmotorik gemessen mit der „Peabody Developmental Motor Scale“ (2. Version) erzielte die Gruppe, welche die Kombinationstherapie erhielt (Gruppe 1 vs. Gruppe 3: Greifen: $d=1,327$). Die Gruppe, welche die Feedback-Therapie durchführte, schnitt besser ab als die Kontrollgruppe (Gruppe 1 vs. Gruppe 2: Greifen: $d=0,874$).

Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n=13 (systematic) Reviews gefunden, wovon eine Studie aus dem Jahr 2019 den Einschlusskriterien entsprach (458). Daraus konnten 7 Studien (3x RCT, 2x kontrollierte Studie, 2x Fallserie) zur weiteren Analyse extrahiert werden, welche Patient*innen mit USCP einschlossen. Insgesamt wurden an n=104 Patient*innen die Auswirkungen einer gerätegestütztes Feedback-Therapie untersucht. Die evaluierten Interventionen und Zielkriterien waren sehr heterogen.

In 5 Studien wurde die obere Extremität trainiert. Hemayattalab et al. (2010) (459) untersuchten, ob die Frequenz des Feedbacks über die Treffer-Ergebnisse beim Dartwerfen einen Einfluss auf die Zielgenauigkeit hat. Eine Gruppe erhielt nach jedem Wurf Rückmeldung über die Trefferleistung, die zweite Gruppe erhielt bei der Hälfte der Würfe ein Feedback, die Kontrollgruppe erhielt bei keinem der Würfe Hinweise. Direkt nach dem Training wurde erneut die Zielgenauigkeit getestet. Dabei schnitt die Gruppe mit 100% Feedback im Training am besten ab. Bei einem erneuten Test 3 Tage nach dem Training war die Zielgenauigkeit der Gruppe mit 100% Feedback schlechter als in den anderen beiden Gruppen. Die gleiche Arbeitsgruppe untersuchte 2013, welchen Effekt ein selbstbestimmtes Feedback auf den Lerneffekt hat (460). Erneut wurde ein Zielwerfen (mit gefüllten Säckchen) durchgeführt. Die Interventionsgruppe konnte die Häufigkeit der Rückmeldung über die Ergebnisse selbst bestimmen, während die Kontrollgruppe nur zu vorgegebenen Zeitpunkten ein Feedback erhielt. Es zeigte sich, dass die Gruppe, welche die Frequenz des Feedbacks selbst bestimmen konnte, einen Tag nach dem Training bessere Ergebnisse erzielte als die Kontrollgruppe ($d= 3,0$). Auch in der Studie von Burtner et al.(461) wurden die Auswirkungen eines reduzierten vs. stetigem Feedbacks untersucht. Die Probanden führten Armbewegungen mit vorgegebenen Zeit-Distanz-Parametern aus. Die Gruppe mit 100% Feedback erzielte bessere Ergebnisse (mittlerer Effekt, $d=0,407$) bezüglich der Genauigkeit der Armbewegung als die Gruppe, welche nur bei 62% der Übungsdauer ein Feedback erhielt. In der Studie von Olama et al. (2012) (462) wurde ein Myofeedback-Training genutzt. Über Elektroden wurde die Genauigkeit und Stärke der Kontraktion des M. triceps brachii abgeleitet und über ein auditives bzw. visuelles Feedback an die Patient*innen übermittelt. Das additive Myofeedback-Training wurde dreimal pro Woche für 20 Minuten über 6 Monate durchgeführt. Dadurch erhöhte sich die Therapiedauer der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe um 1 Stunde pro Woche. Beide Gruppen erhielten ein Physiotherapie-Programm mit isokinetischem Training. Die Aufgaben umfassten unter anderem Greifen, Bewegen, Loslassen von

Gegenständen und Krafttraining (Hand, M. triceps brachii). Nach den 6 Wochen steigerte sich die Kraft des M. triceps brachii (gemessen mittels Dynamometer) in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe stärker mit einem nahezu großen Effekt ($d=0,757$). Abdel-Rahman et al. (2014) (463) nutzten ein Computer Biofeedback Programm mit visuellem Feedback mit dem Ziel der Verbesserung der Handfunktion. Die Kontrollgruppe erhielt ein Physiotherapie-Programm mit Malen und Puzzeln. Eine signifikante Verbesserung der Griffkraft wurde dabei nur in der Interventionsgruppe beobachtet.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist in Bezug auf die Outcomes „Bewegungsqualität“ und „Kraft“ der oberen Extremität aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der Interventionen und genutzten Assessments als sehr niedrig einzustufen. *

2 Studien zu Patient*innen mit USCP konzentrierten sich auf die untere Extremität. Jelsma et al. (2013) (464) sahen keinen positiven Effekt auf die Mobilität („Timed up and downstairs Test“) durch ein 9-wöchiges Training mit dem „Wii Fit Balance Board“ mit inkludiertem visuellem und auditivem Feedback bezüglich der Lage des Körperschwerpunkts. In der Studie von Hamed et al. (2011) (405) führten die Probanden ein Gangtraining durch. Die Übungen umfassten unter anderem Gehen vorwärts/ rückwärts/ seitwärts, Balancieren auf einer Linie oder Gehen auf unterschiedlichem Untergrund. Die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich ein Pedometer befestigt am Gürtel oder Handgelenk. Das Pedometer gibt über ein auditives Signal (Melodien) Auskunft über die Geschwindigkeit und Symmetrie der Bewegung. Nach der 12-wöchigen Übungsdauer zeigte die Interventionsgruppe eine stärkere Verbesserung der Gehgeschwindigkeit als die Kontrollgruppe mit einem hohen Effekt ($d=2,285$).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist in Bezug auf das Outcome „Gehgeschwindigkeit“ auf Grund des hohen Effekts als hoch einzustufen. * Limitierend ist jedoch zu beachten, dass nur eine Studie dazu vorliegt.

Zusammenfassend zeigten sich hohe Effekte auf die Zielkriterien „Bewegungsqualität der oberen Extremität“, „Kraft der oberen Extremität“ und „Gehgeschwindigkeit“ durch eine gerätegestützte Feedback-Therapie. Der Reward-Mechanismus wird von den Mandatsträger*innen als gut etabliertes, evidenzbasiertes psychologisches Lernparadigma angesehen. Als unerwünschte Effekte können Hautirritationen durch mögliche Elektroden (beim Biofeedback-Training) auftreten. Zudem waren die Effekte durch das Training in den genannten Studien nur kurzanhaltend.

Die Erfahrungsexpert*innen berichteten von guten Erfahrungen während der Therapie, aber einem schnell abnehmenden Effekt nach Beendigung der Therapie. Die Möglichkeiten für eine Fortführung des Trainings zu Hause werden als nicht ausreichend angesehen. Das Ziel sollte sein, die Verfügbarkeit für Heim-Übungen zu verbessern (z.B. durch Übungen ohne Geräte). Dadurch könnten die kurzfristigen positiven Effekte der Feedback-Therapie auch längerfristig anhalten.

Schlussfolgerung

Es zeigten sich hohe, aber nur kurzfristig anhaltende Effekte auf die Outcomes „Bewegungsqualität der oberen Extremität“, „Kraft der oberen Extremität“ und „Gehgeschwindigkeit“, weshalb eine offene Empfehlung für die Durchführung einer

gerätegestützten Feedback-Therapie ausgesprochen wurde. Durch eine Verbesserung der Verfügbarkeit der Therapie für Heim-Übungen (z.B. auch durch Übungen ohne Gerät) könnten die positiven Auswirkungen auch längerfristig bestehen bleiben.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.6.2 Robotics

PICO-Frage: *Verbessert der Einsatz einer Robotik (engl. „Robotics“) an der oberen oder unteren Extremität die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Unter einem Roboter versteht man einen multifunktionalen Manipulator, der Materialien oder Teile durch programmierte Bewegungen führt (465). Auch in der Rehabilitation und Therapie werden Roboter unterstützend eingesetzt. Mit Hilfe des Einsatzes einer Robotik werden die Bewegungen während der Therapie gezielt geführt und unterstützt, was den Patient*innen neue Bewegungserfahrungen ermöglicht (466). In der Rehabilitation werden in der Regel 2 verschiedene Arten von Robotern eingesetzt: End-Effektoren und Exoskelette. Exoskelette werden an unterschiedlichen Punkten des/r Patient*in fixiert, um durch unterschiedliche Kräfte und Momente die Bewegung in vorgegebenen Bahnen zu führen. Das Training mit End-Effektoren basiert auf Fußplatten und Plattformen. Durch die (lokal) erzeugte Kraft des Systems wird die Bewegung des/r Patient*in beeinflusst. Eine der Stärken eines robotergestützten Trainings ist die Möglichkeit eines hoch-intensiven, repetitiven und aufgabenorientierten Übens (465). Durch das aus der Bewegung resultierende sensorische Feedback können sich neue motorische Planungs-Prozesse entwickeln, welche die Antizipation und zielgerichtete Ausführung von Bewegungen verbessern (466).

3.6.2	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der unimanuellen Kapazität und bimanuellen Performanz ein exoskelettgestütztes Training an der oberen Extremität der betroffenen Seite angeboten werden.	
Qualität der Evidenz		
Bimanuelle Performanz Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	El Shamy et al. (2018), Picelli et al. (2017), Roberts et al. (2021)	
Unimanuelle Kapazität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖		
	Starker Konsens: 95%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n=28 Suchergebnisse, wovon 4 Studien (2xRCT, 2x Fallserie, 1x kontrollierte Studie) den Einschlusskriterien entsprachen. Ein RCT wurde aufgrund der passenden Intervention (Gangtraining mit dem „Biodex Gait Trainer“) (467) aus

der Suche zum Thema „Physiotherapie“ eingeschlossen. Die untersuchten Interventionen und Therapieziele waren heterogen und umfassten Training mit „Armeo Spring“ (virtual reality)(466, 468, 469) oder „P-CIMT“ (mit Exoskeleton) (469) für die obere Extremität und Roboter-Gang-Training (467, 470) für die untere Extremität. Die Übungsdauer beim Training mit „Armeo Spring“ betrug durchschnittlich 31 Stunden über einen Zeitraum von 10 Tagen bis 12 Wochen. Es zeigten sich meist mittlere bis hohe positive Effekte in Bezug auf die Outcomes unimanuelle Kapazität (QUEST, Canadian Occupational Performance Measure) und die bimanuelle Performanz (QUEST, AHA) (468, 469). Picelli et al. (2017) (466) konnten keine Verbesserung der unimanuellen Kapazität gemessen mit dem „Nine-Hole-Peg-Test“ und dem „Jebsen-Taylor-Handfunction-Test“ feststellen. Dabei muss beobachtet werden, dass in dieser Studie der nicht betroffene Arm trainiert wurde und mit insgesamt 5 Stunden die kürzeste Trainingsdauer durchgeführt wurde.

Die Qualität der Evidenz wurde in Bezug auf die Outcomes „unimanuelle Kapazität“ und „bimanuelle Performanz“ aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der genutzten Assessments/ Interventionen trotz (sehr) großer Effekte als sehr niedrig eingestuft. *

In 2 weiteren Studien wurde die untere Extremität bzw. das Gehen trainiert (467, 470). Gharib et al. (2011) (467) führten ein Training mit dem „Biodex Gait Trainer“ durch, wobei die Probanden Feedback zur Gangqualität erhielten. Nach einer 3-monatigen Übungsdauer mit je 3 Einheiten a 15 Minuten zeigte sich eine Verbesserung der Gangsymmetrie („Ambulation Index“). Yazici et al. (2019) (470) untersuchten die Auswirkungen eines Roboter-Gang-Trainings (12 Wochen, 3 Einheiten pro Woche, 30 Minuten pro Einheit). Es zeigte sich eine Verbesserung der Gehgeschwindigkeit gemessen mit dem „6-minute-walk-test“.

Die Qualität der Evidenz wurde in Bezug auf das Zielkriterium „Gangqualität“ aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der genutzten Assessments/ Interventionen als sehr niedrig eingestuft. *

Vor dem Hintergrund der geringen Evidenzlage und da die genutzten Tools zum Gangtraining (470) als eher praxisfern eingeschätzt wurden, wurde diesbezüglich keine Empfehlung beschlossen. Beim Vorliegen einer Gangstörung kann das Training auch mit anderen Therapiegeräten (z.B. Laufband) in Betracht gezogen werden.

Als unerwünschte Effekte sind mögliche Druckstellen durch das Üben mit einem Exoskelett zu beachten. Die Therapieoption ist nicht überall verfügbar und kann zudem nicht zu Hause durchgeführt werden.

Es zeigten sich im Bereich der oberen Extremität hohe Effekte in Bezug auf einer Verbesserung der unimanuellen Kapazität und bimanuellen Performanz. Deshalb wurde mit Beachtung der positiven Rückmeldung durch die Erfahrungsexpert*innen („Kinder mögen das Training“) eine offene Empfehlung für das Training mit einem Exoskelett für die obere Extremität gewählt.

Schlussfolgerung

In Anbetracht der hohen Effekte auf die Outcomes „unimanuelle Kapazität“ und „bimanuelle Performanz“ wurde trotz sehr niedriger Qualität der Evidenz eine offene Empfehlung für ein exoskelettgestütztes Training beschlossen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.6.3 TMS/ Magnetstimulation

PICO-Frage: *Verbessert eine **nicht-invasive Hirnstimulation (TMS/tDCS)** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Die nicht-invasive Hirnstimulation (*englisch*: non-invasive brain stimulation; NIBS) in Form der sogenannten transkraniellen Magnetstimulation (TMS) oder transkraniellen Gleichstromstimulation (tDCS), ist ein Verfahren der nicht-invasiven und weitestgehend schmerzlosen Stimulation des menschlichen Gehirns (471). Die Verfahren der NIBS gewinnen in der neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung und in der klinischen Praxis zunehmend an Bedeutung, da sie in der Lage sind, grundlegende neuronale Mechanismen beim Menschen *in-vivo* zu untersuchen und – aufgrund neuromodulatorischer Eigenschaften – therapeutisch eingesetzt werden können (471).

Als neuronale Plastizität wird eine aktivitätsabhängige Stärkung oder Schwächung der synaptischen Übertragung bezeichnet (472). Diese gilt als neurophysiologisches Korrelat jeglicher Form von Lernen und Erinnerung und spielt in der Entwicklung des Menschen und in der Pathophysiologie zahlreicher Erkrankungen, z.B. genetischer Syndrome, Epilepsien oder der Cerebralparese, eine entscheidende Rolle (473).

Mit der TMS werden durch das physikalische Prinzip der elektromagnetischen Induktion unter der Spule liegende Neurone transsynaptisch über kortiko-kortikale Verbindungen erregt, während bei der tDCS ein schwacher elektrischer Strom über die Kopfhaut an das Gehirn abgegeben wird (471). Beide Verfahren können, in Abhängigkeit der eingestellten Stimulationsparameter, die neuronale Plastizität beim Menschen beeinflussen und modulieren bzw. diese induzieren und ermöglicht so ihren therapeutischen Einsatz z.B. in der Neuromodulation nach einem Schlaganfall oder bei Patient*innen mit einer Cerebralparese (473).

Bei Patient*innen mit einer USCP sind die neuronale Plastizität und Konnektivität in Abhängigkeit des Zeitpunktes, der Art und der Schwere der zugrundeliegenden Schädigung beeinträchtigt (474). Die TMS und tDCS werden bei der USCP zur Stimulation des motorischen Kortex eingesetzt, um die motorischen Funktionen und die Bewegungsabläufe insbesondere der oberen Extremität bei den Betroffenen während einer funktionellen Therapie, z.B. einem Handfunktionstraining zu unterstützen und zu verbessern (474).

3.6.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP kann an spezialisierten Zentren zur Verbesserung der bimanuellen Performanz eine nicht invasive Hirnstimulation angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Zufriedenheit mit/ Ausführung von Alltagsaktivitäten Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Bimanuelle Performanz Moderat ⊕⊕⊕⊖	Kirton et al. (2016), Kirton et al. (2017)	
	Konsens: 86%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab insgesamt $n = 5$ Suchergebnisse, wovon 5 Studien (5 x RCT) den Einschlusskriterien entsprachen. Es wurden insgesamt $n = 132$ Probandinnen und Probanden untersucht. Die Interventionen verteilten sich wie folgt: 2 x TMS, 3 x tDCS. Als Vergleichsuntersuchungen (Kontrollen) dienten die Sham-Stimulation, die Constraint Induced Movement Therapy (CIMT) und eine „Motor learning Therapy“ (motorisches Lernparadigma).

Auf der Ebene der Struktur und Funktion untersuchte eine Studie (475) die Geschwindigkeit bei einer Greifübung (Cohens $d = -0.118$) und eine Studie (476) die Griffkraft (Cohens $d = 0.94$, 1 Woche post; und $d = 0.89$ 2 Monate post).

Auf der Ebene der Aktivität und Partizipation wurden in $n = 2$ Studien (476, 477) die bimanuelle Performanz (AHA; b -Koeffizient 5.54; signifikant) und die Ausführung von Aktivitäten (COPM; $n.s.$) untersucht. Des Weiteren wurden die Zufriedenheit mit der Ausführung bestimmter Aufgaben (COPM-Performanz) und die unimanuelle Geschicklichkeit untersucht (COPM Satisfaction: $d = 1.3$; (477), $n.s.$ (476), $d = 0.94$ und $d = 0.89$; (478); QUEST: $d = -0.881$; (479)).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf die Outcomes „Zufriedenheit mit/Ausführung von Alltagsaktivitäten“ aufgrund von Risk of Bias und Publikationsbias als moderat einzustufen. In Bezug auf die bimanuelle Performanz ist sie als hoch einzustufen.

In der Verbesserung der bimanuellen Performanz erzielt die Therapie gute Effekte und eine hohe Patient*innenzufriedenheit mit dem Therapieangebot, weshalb der Nutzen einem potenziellen Schaden überwiegt. Unerwünschte Effekte können insbesondere selbstlimitierende milde Kopfschmerzen sein. Die Durchführung der tDCS ist zum Teil

unangenehm. Eine potenziell gefährliche unerwünschte Wirkung ist die Auslösung eines epileptischen Anfalls, weshalb die Therapie in den Händen erfahrener AnwenderInnen bleiben sollte. Einschränkungen sind eine Verfügbarkeit nur an spezialisierten Zentren. Bei der Anwendung ist eine ausreichende Erfahrung in den Methoden (TMS/tDCS) notwendig. In der Durchführung kontrollierter Studien ist die „Sham“-Kontrolle der tDCS eingeschränkt valide. Vor der Stimulation muss das Reorganisationsmuster der USCP, d.h. eine ipsilaterale oder kontralaterale Reorganisation, überprüft werden.

Schlussfolgerung

Aufgrund der starken Effekte der NIBS auf die bimanuelle Performanz (AHA; „Aktivität und Partizipation“) und einer moderaten Qualität der Evidenz in der Zufriedenheit mit den Ausführungen von Alltagsaktivitäten (COPM) wird eine schwache Empfehlung für die Durchführung der Nicht-invasiven Hirnstimulation bei Patient*innen mit USCP ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.6.4 Action observation training, Motor imagery training

PICO-Frage: *Verbessert ein **Action Observation Training** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit einer unilateralen spastischen CP (USCP) sind die Muskelkontrolle und -koordination sowie die Sensorik auf einer Körperseite beeinträchtigt, was sich erheblich auf die motorischen Fähigkeiten auswirkt. Abgesehen von motorischen Ausführungsproblemen können Kinder mit USCP auch Schwierigkeiten bei der motorischen Planung haben (480). Die motorischen und sensorischen Defizite der oberen Extremität beeinträchtigen beispielsweise die Durchführung von Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), der Selbstversorgung, Freizeit und Partizipation (75, 333).

Das „Action observation Training“ (AOT, auf Deutsch: Beobachtungstherapie) stellt einen relativ neuen Behandlungsansatz dar. Er verfolgt das Ziel, durch Beobachten und Nachahmen von motorischen Handlungen, das Spiegelneuronensystem zu aktivieren (481). So sollen neuronale Netzwerke gestärkt werden, die für die Ausführung von Bewegungen verantwortlich sind und dadurch motorische Fähigkeiten schrittweise verbessert und sensorimotorische Defizite reduziert werden (481).

Der Ablauf eines AOT besteht aus der Beobachtung eines Videos oder Live-Demonstrationen von motorischen Handlungen (von anderen Personen ausgeführt), der Imitation (Patient versucht, die beobachteten Handlungen nachzuahmen) und dem Feedback und Anleitungen durch den Therapeuten zur weiteren Bewegungsverbesserung (481). Das AOT wird international bei der Rehabilitation von Patient*innen mit motorischen Beeinträchtigungen eingesetzt, wie zum Beispiel bei Kindern mit USCP, Schlaganfallpatienten oder Personen mit anderen neurologischen Störungen (481). Die Therapiedauer des AOT kann je nach individuellen Bedürfnissen und Fortschritten des Patienten von mehreren Wochen bis über Monate variieren.

3.6.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Kindern mit USCP kann Action Observation Training zur Verbesserung der Bimanuellen Performanz, Unimanuellen Geschicklichkeit, motorischen Kontrolle des Armes und Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Aktivitäten Bimanuelle Performanz, Unimanuelle Geschicklichkeit, Selbständigkeit Niedrig ⊕⊕⊕⊕	Kirkpatrick et al. (2016) Sgandurra et al. (2013)	
Struktur und Funktion: Motorische Kontrolle Moderat ⊕⊕⊕⊕	Simon-Martinez et al. (2020)	
	Konsens: 85%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche zu Action Observation Training bei USCP ergab n=20 Suchergebnisse, wovon n=3 Studien den Einschlusskriterien entsprachen.

Die wichtigsten Studienergebnisse, die zur Empfehlung geführt haben, sind die 3 randomisierten kontrollierte Studien von Kirkpatrick et al. (2016) (482), Sgandurra et al. (2013) (483) und Simon-Martinez et al. (2020) (390) mit insgesamt n=94 Patient*innen mit USCP. Das Alter der Patient*innen betrug im Durchschnitt 5 bis 12 Jahre.

Untersucht wurde in den Studien das AOT allein oder in Kombination mit dem modifizierten CIMT beziehungsweise der Repetitive Play Intervention (RP). Vergleichsinterventionen waren das Schauen von Videosequenzen ohne motorischen Anteil mit anschließenden Übungen wie in der Interventionsgruppe oder das Schauen von allgemeinen Videos und die Repetitive Play Intervention allein.

Die in den Studien untersuchten Outcomes, bei denen die Effektivität von AOT nachgewiesen wurde, können im Rahmen der ICF sowohl dem Bereich „Aktivitäten und Partizipation“ (Bimanuelle Performanz, Selbständigkeit) als auch dem Bereich „Struktur und Funktion“ (motorische Kontrolle) zugeordnet werden.

Der Einfluss von AOT auf das Outcome „motorische Kontrolle“ des Armes wurde in einem RCT von einer Kombinationstherapie aus mCIMT mit AOT anhand der 3D Analyse untersucht (390). Hier konnten die Autor*innen große Effekte von AOT auf die Items „Reach to grasp“ (Ergreifen): Zeit: d=0.8402; Bewegungsverlauf: d=0.8402; Spitzengeschwindigkeit (m/s): d=1.1547), „Reach Upwards“ (nach oben greifen) Bewegungsverlauf: d=0.8402; Spitzengeschwindigkeit (m/s): d=1.0931) sowie „Hand To Shoulder“ (Hand zur Schulter) Bewegungsverlauf: d=0.9051) aufzeigen.

Die Bimanuelle Performanz wurde in den 2 RCT's (482, 483) anhand des AHA erfasst. Hier

wurden mittlere Effekte direkt nach der Intervention (12 Wochen) von $d=0,55$ (482) und nach 24 Wochen $d_{\text{Morris}}=0,468$ (483) gemessen.

Der Effekt von AOT auf das Outcome unimanuelle Geschicklichkeit wurde mit dem Melbourne Assessment 2 (482) beziehungsweise MUUL (483) überprüft. Kirkpatrick et al. (2016) (482) konnten hier mittlere bis große Effekte nachweisen (Range of motion: $d= 0,9256$; Accuracy: $d= 0.8216$; Fluency: $d= 0.5833$; Dexterity: $d= 0.629$).

Das Outcome Selbständigkeit in Aktivitäten des täglichen Lebens wurde ebenfalls in den 2 RCT's (482, 483) untersucht. Sgandurra et al. (2013) konnten anhand des speziell für Kinder mit USCP validierten Abilhand-kids einen mittleren Effekt ($d_{\text{Morris}}=0,549$) nachweisen.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für die Anwendung von Action Observation Training bei Patient*innen mit USCP für die Outcomes „Bimanuelle Performanz, unimanuelle Geschicklichkeit und Selbständigkeit“ niedrige Evidenz vor. Zum Outcome „motorische Kontrolle“ des Armes hingegen liegt ein moderater Evidenzgrad vor.

Zu dieser Evidenzbeurteilung nach GRADE führte, trotz des hohen Evidenzlevels wegen der vorliegenden RCT's, die Herabstufung aufgrund von Risk of Bias (alle Studien) sowie des Vorliegens eines möglichen Publikationsbias aufgrund von nur ein bis 2 Studien pro Outcome (alle Outcomes).

Bei dem Outcome motorische Kontrolle wurde aufgrund der großen Effekte die Evidenz nach der eben dargestellten Herabstufung am Ende hochgestuft was zu einem moderaten Evidenzgrad führt. Da dieses Verfahren in Deutschland jedoch nach Kenntnisstand der Leitliniengruppe für Patient*innen mit USCP noch keine Anwendung findet, wird trotz hohem Evidenzgrad eine „kann“ Empfehlung ausgesprochen.*

Als erwünschte Effekte der AOT sind mittlere Effekte für die Outcomes Bimanuelle Performanz (gemessen mit AHA) und Selbständigkeit (gemessen mit Abilhand-kids) sowie große Effekte auf die Verbesserung der unimanuellen Geschicklichkeit (gemessen mit Melbourne Assessment) sowie motorischen Kontrolle des Armes zu erwarten. Demnach überwiegt der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden.

Die Praktikabilität von AOT ist gut, da die Trainingseinheiten (3 bis 5 Therapien zu 30-45 Minuten pro Woche bei einer Gesamtdauer von 3 Wochen bis 3 Monate) nach vorheriger Einweisung auch zu Hause durchgeführt werden kann. Das AOT eignet sich als Ergänzung zur Standardtherapie für zu Hause und kann als ressourcensparend angesehen werden. Das Medium Videoschauen ist ein für die Patient*innen sehr attraktives und motivierendes Format. Allerdings ist die Methode in Deutschland kaum bis gar nicht verbreitet.

Schlussfolgerung

Für Patient*innen mit USCP wird zum Einsatz von Action Observation Training zur Verbesserung der „Bimanuellen Performanz, unimanuellen Geschicklichkeit, der Selbständigkeit sowie der motorischen Kontrolle“ des Armes auf Grundlage einer niedrigen bis moderaten Evidenz eine offene Empfehlung ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.6.5 Virtual reality

PICO-Frage: Verbessert ein **Virtual reality Training** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und

Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?

Hintergrund

Virtual reality ist eine computergestützte interaktive Simulation, die es dem Benutzer ermöglicht, in einer imaginären Umgebung zu agieren (484). Die Therapie mit einem virtuellen Übungs-Setting findet auch im klinischen Alltag immer mehr Einzug. Die genutzten Tools variieren und umfassen neben handelsüblichen Spielekonsolen (z.B. „Wii Fit“, „Xbox Kinect“) auch therapieorientierte Systeme (z.B. Laufbandtraining in virtueller Umgebung (485-488).

3.6.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der Kraft (obere und untere Extremität) und der Handfunktion (z.B. Greifen, Geschicklichkeit) ein Virtual Reality Training begleitend angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Kraft Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Unimanuelle Kapazität Moderat ⊕⊕⊕⊖	Mitchell et al. (2016), Chiu et al. (2014), El Shamy et al. (2020), Jelsma et al. (2013), Khaledi et al. (2022), Aran et al. (2020), Rostami et al. (2012), Shih et al. (2023), James et al. (2015)	
	Starker Konsens: 95%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab insgesamt n = 39 Treffer, wovon 9 Studien (8xRCT, 1xFallserie) den Einschlusskriterien entsprachen. Die untersuchten Interventionen und Übungsdauer waren sehr heterogen (z.B. Wii fit, virtuelles Montessori Programm, virtuelles CIMT-Programm). Jedoch wurden insgesamt positive Effekte auf die Kraft (untere und obere Extremität) und die Handfunktion (z.B. Greifen, Geschicklichkeit) festgestellt.

In 3 Studien wurden Übungsprogramme für die untere Extremität evaluiert. Mitchell et al. (2016) (489) untersuchten ein webbasiertes Trainingsprogramm mit (Kraft-)Übungen mit dem eigenen Körpergewicht (z.B. Ausfallschritte, Kniebeugen, Balancieren oder auf einen Block steigen). Die Kinder absolvierten an 6 Tagen die Woche für 30min über einen Zeitraum von 20 Wochen das Training. Es zeigte sich eine Verbesserung mit großem Effekt im funktionellen Krafttest der unteren Extremität („sit to stand“, „lateral step up“ und „half-kneel to standing“) und mittlerem Effekt in der Gehstrecke (6 MWT). Keine Effekte auf die Mobilität (TUDS) wurden durch ein Training mit dem Wii Fit balance board über 3 Wochen (je 4 Einheiten a 25min pro Woche) erzielt (464). Ebenso zeigte sich kein positiver Effekt auf die kognitiven Fähigkeiten durch ein Übungsprogramm (VR via Microsoft Kinect), welches unter Anderem Übungen mit Springen, Verlagerung des Körperschwerpunkts oder Fußball-Schießen beinhaltete (490).

In 5 Studien wurde die obere Extremität beübt. Davon nutzten 2 Studien das Spiel „Wii Sports“ (491, 492). In beiden Studien betrug die Übungsfrequenz 3x wöchentlich, wobei der Trainingszeitraum bei El Shamy et al. (2020) doppelt so hoch wie bei Chiu et al. (2014) war

(12 vs. 6 Wochen). Dies könnte auch die heterogenen Ergebnisse in Bezug auf die Griffkraft erklären mit deutlich höherem Effekt bei längerer Übungsdauer. Nach 12 Wochen Training fanden El Shamy et al. (2020) zudem positive Effekte auf die Handfunktion (z.B. Greifen, Geschicklichkeit), ebenso wie 2 weitere Studien, welche ein virtuelles Training basierend auf Montessori (493) bzw. verschiedener Griff- und Kneif-Aufgaben durchführten (494). Shih et al. (2023) (495) untersuchten ein virtuelles CIMT-Training (2x pro Woche je 2,25 Stunden für 8 Wochen). Die Interventionsgruppe erzielte ähnliche Verbesserungen der motorischen Funktionen der oberen Extremität (gemessen mit „Revised Pediatric Motor Activity Log“ wie die Kontrollgruppe, welche ein CIMT-Programm mit Therapeut*innen erhielt. Zudem zeigte die Interventionsgruppe in der 3D-Bewegungsanalyse stärkere Verbesserungen in Bezug auf die Rumpfbeteiligung bei einer unimanuellen „reach-to-grasp“- Aufgabe. James et al. (2015) (496) nutzten das webbasierte Therapieprogramm „Move it to improve it“ (Mitii). Die Interventionsgruppe führte das Programm Mitii für 20 Wochen durch (im Mittel 32,4 Stunden). Die Kontrollgruppe erhielt im gleichen Zeitraum eine Standardtherapie. Mitii beinhaltet zu 60% kognitive Übungen kombiniert mit Übungen für die obere Extremität und zu 40% Übungen für die Grobmotorik. Es zeigte sich kein besserer Effekt auf die unimanuelle Handfunktion („Jebsen–Taylor Test of Hand Function“ und „Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function“ oder die bimanuelle Performanz („Assisting Hand Assessment“). Ein mittlerer positiver Effekt wurde auf die Aktivität im Alltag gesehen („Assessment of Motor and process Skills“).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der untersuchten Interventionen und Assessments, aber großen (Kraft) bzw. sehr großen (unimanuelle Kapazität) * Effekten als niedrig bzw. moderat einzustufen.

Als unerwünschter Nebeneffekt ist der gesteigerte Medienkonsum zu nennen. Das Training kann zum Teil auch zuhause durchgeführt werden, wobei aber Kosten durch die Anschaffung der Soft- und Hardware entstehen.

Erfahrungsexpert*innen berichteten von Erfahrungen mit Kopfschmerzen beim Nutzen von VR-Brillen. Ein Nutzen von VR-Brillen wurde in den Studien nicht untersucht, wodurch auch keine Aussage über die Effektivität dieser gegeben werden kann. Es wurde von Eltern berichtet, dass Kinder viel Spaß beim VR-Training haben.

Schlussfolgerung

Aufgrund der positiven Effekte eines therapiebegleitenden Virtual reality Trainings wird bei niedriger bis moderater Qualität der Evidenz eine offene Empfehlung ausgesprochen. Es sollte jedoch der dadurch gesteigerte Medienkonsum beobachtet werden.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.7 Medizinische Trainingstherapie und Sporttherapie

3.7.1 Krafttraining

PICO-Frage: *Verbessert ein **Krafttraining** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Muskuläre Schwäche ist ein durchgängiges Problem bei Patient*innen mit CP, was durch muskuloskelettale und neuronale Einschränkungen hervorgerufen wird (497) und die Mobilität beeinflussen kann. Durch ein gezieltes Krafttraining kann einer Progredienz der Muskelschwäche entgegengewirkt werden und ein Zuwachs von Muskelmasse und -funktion herbeigeführt werden. Es gibt verschiedene Arten des Krafttrainings, welche unterschiedliche Kontraktionsformen der Muskulatur erfordern (exzentrisch, konzentrisch, auxotonisch, isometrisch). Die exzentrische Kontraktion ist einem Widerstand nachgebend. Der Muskel wird trotz Kontraktion gedehnt. Konzentrisch bedeutet einen Widerstand überwindend. Die Muskulatur kontrahiert. Die auxotonische Kontraktionsform ist eine Kombination aus positiver und negativer Kontraktionsform. Bei der isometrischen Kontraktionsform ändert sich die Länge des Muskels nicht (haltend) (498).

3.7.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung der Kraft und Mobilität ein Krafttraining angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Kraft: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Elnaggar et al. (2019), Elnaggar et al. (2021), Elnaggar et al. (2022 (1-3)), Kara et al. (2019)	
Mobilität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖		
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 16 Treffer, wovon 6 Studien (6xRCT) den Einschlusskriterien entsprachen. Ein RCT wurde aufgrund der passenden Intervention einer der untersuchten Gruppen (plyometrisches Krafttraining) zusätzlich aus der systematischen Suche zum „Balance-Training“ übernommen. Die untersuchten Interventionen und Arten des Krafttrainings waren heterogen und beinhalteten konzentrische (Kniestrecker/- beuger) und (aqua-)plyometrische Übungen, sowie Training mit der Beinpresse. Der überwiegende Teil (n = 6) der eingeschlossenen Studien wurde vom gleichen Autor veröffentlicht. In der ersten Studie untersuchten die Autor*innen die Auswirkungen eines 30-minütigen plyometrischen Krafttrainings (2x pro Woche über 8 Wochen, 10 verschiedene Übungen), welches zusätzlich zur physiotherapeutischen Behandlung durchgeführt wurde. Ein plyometrisches Krafttraining umfasst Übungen, die eine exzentrische Kontraktion des Muskels gefolgt von einer konzentrischen Kontraktion des gleichen Muskels erfordern (Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus, auxotonische Kontraktionsform). Typische Inhalte des plyometrischen Krafttrainings sind Sprungübungen. In der vorliegenden Studie wurden folgende Übungen ausgeführt: Horizontale Übungsausführung: Sprünge vorwärts (einbeinig/ beidbeinig), Sprünge seitlich; vertikale Übungsausführung: Wechselsprünge, Hocksprünge, Springen auf eine Stufe. Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurde ein mittlerer Effekt auf die maximale isometrische Muskelkraft der Kniebeuger und -strecker bei 90° Kniebeugung gemessen (499). In den folgenden 3 Studien wurden die gleichen plyometrischen Kraftübungen verwendet (500-502). Die Kontrollgruppe erhielt eine physiotherapeutische Behandlung. Die Interventionsgruppe zeigte bessere Auswirkungen auf das Gleichgewicht und die Gangsymmetrie als die

Kontrollgruppe, welche nur eine physiotherapeutische Behandlung erhielt (500, 501). Die Gruppe, welche eine Kombination aus plyometrischem Krafttraining und Balance-Training erhielt, zeigte größere Effekte auf die Outcomes Kraft und posturale Stabilität als bei alleinigem Krafttraining (502). Allerdings muss beachtet werden, dass sich die Trainingsdauer bei der Kombinationstherapie verdoppelte. Eine Verbesserung der posturalen Kontrolle und Mobilität unter verschiedenen Aufgaben (Gleichgewicht im Gang, Treppensteigen, vom Sitzen ins Stehen kommen) wurde auch nach einem plyometrischen Krafttraining im Wasser (taillenhoch) gesehen. Das aqua-plyometrische Krafttraining beinhaltete kleine Sprünge auf dem Vorfuß, Einbeinsprünge, Drop-Jumps, Counter-movement-Jumps, beidbeinige Sprünge horizontal. Der Vorteil vom Training im Wasser ist, dass das muskuloskelettale System weniger belastet wird (503). Kara et al. (2019) (504) untersuchten die Auswirkungen eines funktionellen Krafttrainings auf den Gang und die Motorik. Das Training beinhaltete Übungen mit der Beinpresse (exzentrische, konzentrische und isometrische Kontraktion der Kniebeuger und -strecker, des Tibialis anterior und des Gastrosoleus), sowie plyometrische Übungen (mit Sprüngen) und Balance Training. Das Übungsprogramm wurde dreimal pro Woche für 90 Minuten über 12 Wochen (insgesamt 36 Trainingseinheiten) durchgeführt. Es zeigten sich im Anschluss an die Intervention signifikante Verbesserungen im Bereich „Mobilität“ mit hohen Effektstärken (GMFM-E (Gehen, Rennen, Hüpfen): $d = 1,05$, „Timed up and Go Test“ (Zeit, die für folgende Aufgabe gebraucht wird: von einem Stuhl aufstehen, bis zu einer Linie gehen, zum Stuhl zurückgehen und sich wieder setzen): $d = 2,26$ und Gehstrecke in einer Minute: $d = 1,103$). Zudem verbesserte sich die Kraft mit hohen Effektstärken („1-repetition maximum“ an der Beinpresse: $d = 2,26$, 6x15m Rennen: $d = 1,52$). Elnaggar et al. (2022) beobachteten eine Verbesserung der Gangsymmetrie und des Gleichgewichts nach einer 8-wöchigen Trainingsphase mit konzentrischer Aktivierung der in einem Dynamometer (3 Serien von 5-10 Wiederholungen der maximal willentlich möglichen konzentrischen Kontraktion der Knieextensoren und -flexoren der paretischen Seite bei unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeiten von 90, 120, 180, und 240 Grad/ Sekunde), mit einer Pause von 2 Minuten nach jeder Geschwindigkeitsstufe (403).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Insgesamt ist die Qualität der Evidenz in Bezug auf die Zielkriterien „Kraft“ und „Mobilität“ aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der Interventionen und genutzten Assessments als niedrig einzustufen*.

Zusammenfassend zeigten sich die größten Effekte in Bezug auf die Outcomes „Kraft“ und „Mobilität“. Mit vorliegender Evidenz (niedrige Qualität) kann davon ausgegangen werden, dass ein zusätzliches strukturiertes Krafttraining (konzentrisch, plyometrisch, Beinpresse) die Mobilität im Alltag und die Kraft stärker verbessert als eine alleinige physiotherapeutische Behandlung (Kombination aus Gleichgewichtsübungen, Dehnen, Gangtraining, Kraftübungen). Aufgrund der geringen Studienanzahl zu den verschiedenen Arten von Krafttraining kann keine Empfehlung für oder gegen eine bestimmte Trainingsart (plyometrisch, konzentrisch, isometrisch) bei USCP gegeben werden.

Bis auf allgemeine Ermüdungserscheinungen (Muskelschmerz) sind keine unerwünschten Nebeneffekte zu erwarten. Der Nutzen überwiegt deutlich dem Schaden. Das Krafttraining kann nach Anleitung zum Teil auch zu Hause durchgeführt werden.

Die WHO veröffentlichte 2020 eine Aktualisierung der Richtlinien zur körperlichen Aktivität mit besonderen Hinweisen zum Krafttraining, welche auch bei der Therapieplanung bei Patient*innen mit USCP einbezogen werden kann (505).

Schlussfolgerung

Aufgrund der hohen Effekte eines Krafttrainings auf die Outcomes „Kraft“ und „Mobilität“ und der niedrigen Nebenwirkungen (allgemeine Ermüdungserscheinungen durch Training) wird trotz niedriger Qualität der Evidenz eine schwache Empfehlung für die Durchführung eines Krafttrainings ausgesprochen. Jedoch kann keine Empfehlung über die Trainingsart (plyometrisch, konzentrisch, isometrisch) gegeben werden.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.7.2 Ausdauertraining

PICO-Frage: *Verbessert ein **Ausdauertraining** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Regelmäßige körperliche Aktivität kann einer Vielzahl von Zivilisationskrankheiten wie Diabetes Typ 2, Darmkrebs oder kardiovaskulären Krankheiten entgegenwirken und diese positiv beeinflussen (505-508). Weitere positive Einflüsse werden unter anderem auf die mentale Gesundheit (509) und der Aufrechterhaltung bzw. dem Erzielen eines gesunden Körpergewichts erzielt (505, 506). Neben den gesundheitlichen Vorteilen sind auch im Alltag und in der Freizeit mehr Aktivitäten möglich (längere Geh-/ Fahrradstrecken, Wandern etc.). Die aerobe Kapazität ist bei Patient*innen mit CP geringer als in der altersentsprechenden Normpopulation (191), was die Aktivität im täglichen Leben und die Teilhabe negativ beeinflussen kann (510).

3.7.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung der Gehstrecke ein aerobes Training angeboten werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 36 Suchergebnisse, wovon eine Studie den Einschlusskriterien entsprach. In einer kontrollierten Studie untersuchten Yazici et al. (2019) (470) die Auswirkungen eines Roboter-Gangtrainings auf die Zielkriterien Mobilität, Kraft und Gleichgewicht. Die Kontrollgruppe (N=12) und Interventionsgruppe (N=12) führten 3x pro Woche für insgesamt 12 Wochen ein Physiotherapie-Programm durch. Das Physiotherapie-Programm umfasste funktionelle Kräftigungsübungen der unteren Extremität, Gleichgewichtsübungen auf dem Balance-Board und Dehnung. Die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich 3x wöchentlich ein aerobes Gang-Training bei 55-75% der maximalen Herzfrequenz mit Hilfe eines Gangroboters (Innowalk Pro). Die Interventionsgruppe zeigte im Vergleich zur Kontrollgruppe eine Verbesserung der Gehstrecke gemessen mit dem 6-minute-walk-test (Effektstärke d= 0,815). Im Bereich Mobilität (GMFM-88, FAQ-WL) verbesserte sich die Interventionsgruppe nicht stärker als die Kontrollgruppe. Bezüglich der funktionellen Kraftparameter wurden keine („Paretic lateral step“; d= 0,182), mittlere („sit-to-stand“; d= 0,579) und hohe („Standing from half kneeling on the paretic leg“; d= 0,934) Effekte gegenüber der Kontrollgruppe gemessen. Als unerwünschte Nebenwirkungen der Therapie wurden geringer muskuloskelettaler Schmerz, Frustration und Krämpfe genannt.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz aufgrund von Risk of Bias* und der geringen Studienanzahl als sehr niedrig einzustufen.

Das Outcome „Gehstrecke“ wurde in Bezug auf eine Verbesserung der Teilhabe als sehr wichtig eingeschätzt (z.B. Schulweg, Wechseln der Klassenzimmer, Wandertag,...). Daher wurde aufgrund der Wichtigkeit des Themas trotz geringer Datenlage zu Ausdauertraining bei USCP eine schwache Empfehlung in Form eines Expertenkonsens gewählt. Der Aufwand eines allgemeinen Ausdauertrainings ist gering und kann ortsunabhängig durchgeführt werden. Im Allgemeinen sind neben einer Verbesserung der Gehstrecke auch günstige kardiovaskuläre Effekte zu erwarten. Bis auf allgemeine Ermüdungserscheinungen (z.B. muskuloskelettaler Schmerz, Krämpfe) sind keine negativen Nebeneffekte bekannt. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden.

Neben dem in der Studie beschriebenen Gangrobotertraining wurde die Relevanz allgemeiner Maßnahmen (z.B. Schwimmen, Radfahren) sowie besonders ein kindgerechtes (Spielen, Training im Sportverein) Ausdauertraining empfohlen. Dies erhöht die Praktikabilität, darüber hinaus kann das aerobe Training gut in bestehende Therapieangebote integriert werden.

Diese Vorgehensweise entspricht auch der WHO-Empfehlung von 2020, die eine Aktualisierung der Richtlinien zur körperlichen Aktivität vorgenommen hat mit besonderen Hinweisen zum Ausdauertraining, welche auch bei der Therapieplanung bei Patient*innen mit USCP einbezogen werden kann (505).

Schlussfolgerung

Aufgrund der Relevanz des Outcomes („Gehstrecke“) und den zusätzlichen günstigen gesundheitlichen Auswirkungen wird trotz geringer Datenlage mit sehr niedriger Qualität eine schwache Empfehlung für die Durchführung eines aeroben Trainings in Form eines Expertenkonsens ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.7.3 Balancetraining

PICO-Frage: *Verbessert ein **Balance-Training** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Unter posturaler Kontrolle wird die Fähigkeit verstanden, den Körperschwerpunkt sowohl beim ruhigen Stehen als auch während der Bewegung über der Unterstützungsfläche zu halten (511) bzw. das Gleichgewicht wieder herzustellen. Eine posturale Instabilität ist bei Patient*innen mit USCP stärker ausgeprägt als in der Allgemeinbevölkerung (512). Defizite können die Mobilität und Aktivitäten im Alltag beeinflussen und stellen ein Risiko für Stürze dar (513).

3.7.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte zur Verbesserung des Gleichgewichts ein Balance-Training* angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Gleichgewicht: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Basatiny et al. (2015), Kepenek-Varol et al. (2021), Elnaggar (2022)	
	Konsens: 85%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 51 Suchergebnisse, wovon 3 Studien (2 RCTs, 1 Fallserie) den Einschlusskriterien entsprachen. El-Basatiny et al. (2015) (514) untersuchten, ob ein zusätzliches Training von Rückwärtsgehen die posturale Kontrolle verbessert. Die posturale Kontrolle wurde mittels Biodex Balance System (BBS) beurteilt. Es zeigten sich mittlere Effekte bezüglich einer Reduktion der Varianz des Körperschwerpunkts („Overall stability index“, SI) unter verschiedenen Bedingungen (stabil und instabil). Einen nahezu großen Effekt ($d=0,779$) zur Verbesserung des SI beobachteten Kepenek-Varol et al (2021) (515) nach einem Physiotherapieprogramm (basierend auf dem Bobath-Konzept) mit Gleichgewichtsübungen auf dem BBS. 15 Kinder absolvierten über 8 Wochen 3 Trainingseinheiten pro Woche für jeweils 45 Minuten. Davon wurde eine Einheit unter der Anleitung eines Physiotherapeut*innen und die anderen beiden zuhause absolviert. Das Trainingsprogramm umfasste unter Anderem Übungen mit Gewichtsverlagerung (mit/ ohne nach etwas Greifen), Dehnen und Verarbeitung verschiedener sensorischer Inputs (propriozeptiv, vestibulär, taktil, visuell und auditiv). Abschließend wurde ein 15-minütiges Training mit dem BBS durchgeführt. Folgende Trainingsprogramme wurden in stehender Position ohne Festhalten ausgeführt: „Limits of Stability“ (5 min), „Random Control“ (5 min) and „Maze Control“ (5 min). Elnaggar et al (2022) (502) beobachteten keinen positiveren Effekt auf den SI bei der Gruppe, welche ein Balance-Training erhielt gegenüber der Gruppe mit plyometrischem Krafttraining. Das Balance-Training umfasste verschiedene Gleichgewichts-Übungen, welche unterschiedliche Subsysteme des Gleichgewichts ansprechen (z.B. visuell, vestibulär, somatosensorische Systeme). Das Programm umfasste unter Anderem: Stehen mit offenen/ geschlossenen Augen (schulterbreiter Stand und auf einer Linie), Stehen auf einer Linie, Übungen auf dem Balance-Board, Gehen zwischen 2 parallelen Linien, Übungen auf einem Balken und Partnerübungen mit dem Therapeut*innen. Innerhalb der Trainings-Session erhöhte sich der Schwierigkeitsgrad. Das Übungsprogramm wurde 2x pro Woche a 45 Minuten über 8 Wochen durchgeführt. Der beste Effekt den SI wurde nach der Kombinationstherapie Balance-Training und plyometrisches Krafttraining festgestellt, wobei zu beachten ist, dass sich die Übungsdauer verdoppelte (45min Balance-Training, 45 min plyometrisches Krafttraining in insgesamt 16 Trainingssessions).

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf das Zielkriterium „Gleichgewicht“ ist aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der untersuchten Interventionen** als niedrig einzustufen.

Eine gute Gleichgewichtsfähigkeit hat eine hohe Alltagsrelevanz (z. B. beim Gehen im unebenen Gelände, Balancieren (im Kindesalter). Balance-Training ist teilweise auch zuhause durchführbar mit keinen oder günstigen/ einfachen Materialien (z.B. Einbeinstand oder Stehen auf dem Wackelkissen). Daher ist es kosten- und ressourcenschonend. Es sind keine unerwünschten Effekte durch das Training zu erwarten. Der Nutzen überwiegt deutlichem einem potenziellen Schaden. Daher wurde trotz geringer Datenlage mit nur geringer Qualität der Evidenz eine schwache Empfehlung für ein Balance-Training ausgesprochen.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, das Gleichgewicht zu trainieren (z.B. Balance-Board, Balancieren auf einer Linie oder Rückwärtsgehen). In Hinblick auf die Evidenz bei USCP kann keine klare Vorgabe zur Durchführung eines bestimmten Balance-Trainings gegeben werden. Als Grundlage für die gewählten Inhalte sollten die individuellen Ziele des Patient*innen dienen. Diese alltagsrelevanten Aufgaben können auch die Übungsinhalte selbst darstellen (z.B. Fahrradfahren).

Schlussfolgerung

Aufgrund der hohen Alltagsrelevanz des Outcomes „Gleichgewicht“ und der Tatsache, dass keine negativen Folgen durch ein Balance-Training zu erwarten sind, wird trotz der niedrigen Qualität der Evidenz eine schwache Empfehlung für ein Balance-Training ausgesprochen. Dies sollte sich an den individuellen Zielen und alltagsrelevanten Aufgaben orientieren.

*die Begriffe „Gleichgewicht“ und „Balance“ werden in diesem Text als inhaltlich identisch verstanden.

** Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.7.4 Vibrationstherapie

PICO-Frage: *Verbessert eine **Vibrationstherapie** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bei der Vibrationstherapie wird dem Körper durch oszillatorische Bewegungen ein mechanischer Reiz erteilt (516). Die Vibration kann lokal, an bestimmten Körperteilen, angewendet werden oder als Ganzkörpervibrationstherapie auf einer vibrierenden Plattform eingesetzt werden (517). Während der Therapie werden die Veränderungen der Muskel- und Sehnenlänge vom Körper wahrgenommen, was zu einer Reaktion der Antagonisten führt, um das System zu stabilisieren (517). Die Vibrationstherapie wird im Sport eingesetzt (517), aber auch in der Therapie unter anderem zur Steigerung der neuromuskulären Leistung mit dem Ziel zur Stärkung der Muskelkraft und Verbesserung der Balance (516).

3.7.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP kann eine Vibrationstherapie ergänzend angeboten werden.	
	Konsens: 84%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab $n = 3$ Treffer, wovon 1 Studie den Einschlusskriterien entsprach. In einer randomisierten kontrollierten Studie untersuchten Tekin et al. (2021) (518) die Auswirkungen einer Ganzkörpervibrationstherapie (WBV) unter anderem auf die Mobilität. Die Interventionsgruppe (IG) erhielt über 8 Wochen WBV (3x pro Woche, 15 Minuten pro Einheit). Die Frequenz der Vibration betrug 15Hz bei einer Amplitude von 3mm. Zusätzlich wurde 2x pro Woche ein 45-minütiges Physiotherapie-Programm durchgeführt. Die Kontrollgruppe (KG) erhielt nur das Physiotherapie-Programm im gleichen Umfang wie IG. Es zeigten sich im Vergleich zu KG hohe Effekte auf die Mobilität (Gehgeschwindigkeit: $d=0,919$; „Modified Timed Up and Go Test“: $d= 1,269$; „GMFM-E“ (Gehen, Rennen, Hüpfen): $d= 1,327$).

Weitere Informationen zu der zugrundeliegenden Studie können den Evidenztabelle Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Als zusätzliche Literatur (Expertenevidenz) wurde eine retrospektive Datenanalyse von Stark et al. (2020) (519) (indirekt, CP, 7%USCP) herangezogen. In der Studie wurde der GMFM-66 nach dem Rehabilitationsprogramm „Auf die Beine“ bei Kindern mit CP untersucht. Die Inhalte der Therapie waren ein zielorientiertes Training beim stationären Aufenthalt (4 bis 5 Stunden Physiotherapie und 3 WBV-Sessions täglich) und WBV als zusätzliche Heimtherapie über 6 Monate. Das WBV-Programm zu Hause wurde 10x pro Woche für 3x3 Minuten durchgeführt. Die Abbildung 12 zeigt den Zeitplan des ersten Therapiejahrs und der folgenden Jahre. Die Übungen der WBV-Sessions umfassten: Stehen (wenn möglich mit Kniebeugen), Sitzen und Vierfüßlerstand. Die Vibrationsfrequenz wurde an die individuellen Ziele angepasst und nach den aktuellen Empfehlungen gewählt: 5-12Hz für Balance und propriozeptives Training, 12-20Hz zur Verbesserung der Muskelfunktion und 20-27Hz zur Vergrößerung der Muskelmasse. Die Effektstärken auf die grobmotorischen Funktionen gemessen mit dem „GMFM-66“ betrugen im zweiten Jahr des Programms bei Kindern mit USCP ($n = 19$) $d<0,2= 11$; $d= 0,2-0,5=4$; $d>0,8=4$ und im dritten Jahr ($n = 8$) $d<0,2= 3$; $d= 0,2-0,5=2$; $d>0,8=3$.

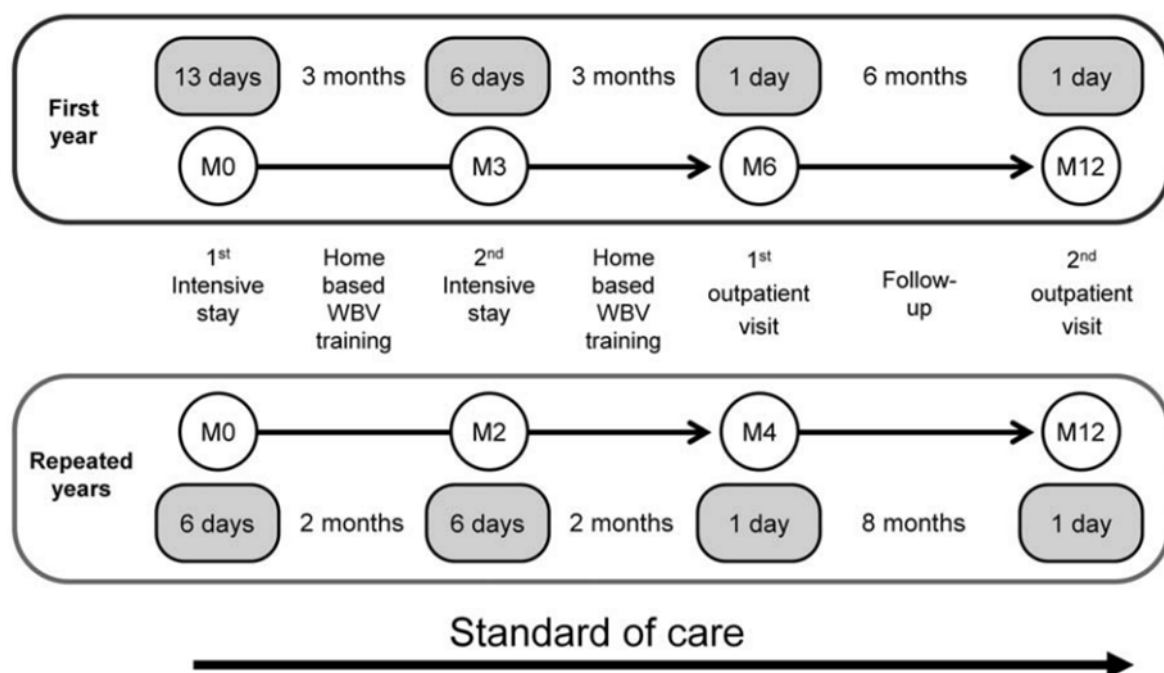


Abbildung 13: Ablauf des Rehabilitationsprogramms „Auf die Beine“ (Stark et al., 2020)

Die Datenlage zur Vibrationstherapie ist sehr dünn, zeigt aber positive Ergebnisse nach WBV. Einschränkend ist zu erwähnen, dass der Zugang zur Therapie durch hohe Kosten für die Patient*innen limitiert ist. Betroffene berichteten jedoch über sehr positive Erfahrungen mit der Therapie. Daher wurde eine offene Empfehlung in Form eines Expertenkonsens gewählt. Bei der Durchführung sollte auf die passende Frequenz und Amplitude der Schwingungen geachtet werden, um unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden. Es bedarf weiterer Forschung, um die Effektivität der Therapie und die effektivste Intensität (Frequenz und Amplitude der Schwingungen, Dauer, Häufigkeit) der Therapie zu etablieren.

Schlussfolgerung

Trotz der geringen Datenlage wurde aufgrund der positiven Erfahrungen der Erfahrungsexpert*innen und der positiven Ergebnisse der ersten Studien eine offene Empfehlung in Form eines Expertenkonsens für das Durchführen einer Vibrationstherapie beschlossen. Es bedarf weiterer Forschung, um die Effektivität der Therapie evidenzbasiert darzustellen.

3.7.5 Funktionelles/ kinesiologisches Taping

PICO-Frage: *Verbessert ein funktionelles/ kinesiologisches Taping die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Beim kinesiologischen Tape handelt es sich um ein elastisches Tape, welches eine weitestgehend freie Bewegung der therapierten Muskeln und Gelenke erlaubt. Es ist ein einfaches, kostengünstiges Verfahren, welches neben dem klinischen Bereich auch im Leistungssport angewendet wird (520). Die Ziele der Therapie umfassen unter anderem eine Schmerzreduktion, Stimulation der Propriozeption, Unterstützung der Muskelaktivierung und der positiven Beeinflussung von Bewegungsmustern (521).

3.7.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ↔	Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der unimanuellen Kapazität und bimanuellen Performanz eine ergänzende Therapie mittels funktioneller oder kinesiologischer Tapes angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Unimanuelle Kapazität/ Bimanuelle Performanz Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Mohamed et al. (2021), Mazzone et al. (2021)	
	Konsens: 90%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 6 Treffer, wovon 2 Studien (1 RCT, 1 Fallserie) den Einschlusskriterien entsprachen. Mohamed et al. (2021) (522) untersuchten die Auswirkungen einer Spiegeltherapie über 12 Wochen mit bzw. ohne zusätzlichem kinesiologischem Taping. Die Gelenkausrichtungen im Handgelenk wurden in Richtung

Extension korrigiert. Das Tape wurde von den metacarpophalangealen Gelenken der Hand dorsal zum Handgelenk/ Unterarm angebracht, um die handgelenksextendierenden Muskeln zu umfassen. Die Tragedauer des Tapes war 5 Tage, worauf eine 2-tägige Pause folgte. Zusätzlich wurde an 5 Tagen pro Woche für 1 Stunde eine Spiegeltherapie durchgeführt. Die Kontrollgruppe führte das Training ohne Tape aus. Durch das Tragen des Tapes gab es nach einem 12-wöchigem Training größere Effekte auf die unimanuelle Kapazität (QUEST: $d=1$, 21 und Box and Block Test: $d=0$, 94).

In der Studie von Mazzone et al. (2011)(523) wurde ein funktionelles Tape genutzt (siehe Abb.13). Das Tape wurde so angebracht, dass eine Abduktion und Extension des Daumens erleichtert wird und die weiteren Finger frei bewegt werden können. Die Kinder erhielten für insgesamt 17 Monate ein Standard-Physiotherapieprogramm. In den ersten und letzten 5 Monaten wurde zusätzlich das Tape getragen (für 6 Tage pro Woche). Die Testung prä-/ post-Intervention (Melbourne Assessment Score) wurde ohne Tape durchgeführt. Es wurden hohe Effekte ($d=0$, 87) nach der Therapie mit Tape beobachtet.

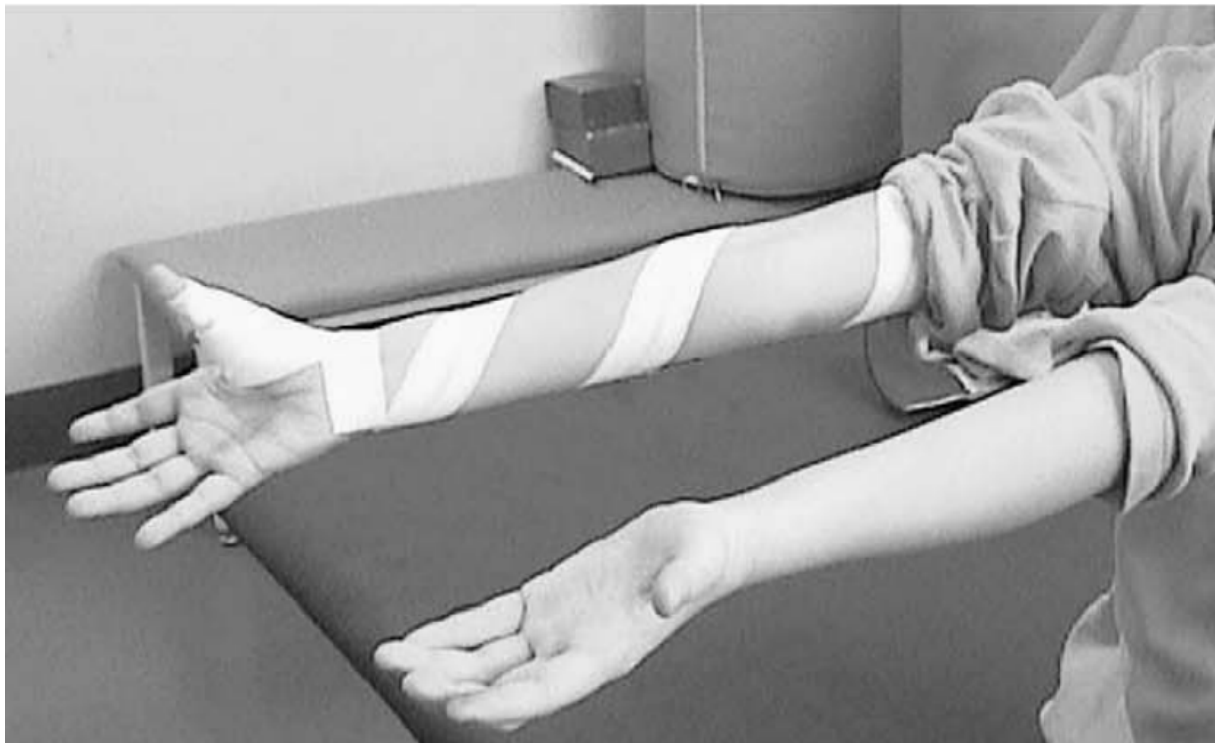


Abbildung 14: Funktionelles Tape (Mazzone et al. 2011)

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf die Zielkriterien „Bimanuelle Performanz“ und „unimanuelle Kapazität“ aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der untersuchten Interventionen und genutzten Assessments als sehr niedrig einzustufen.

Zusammenfassend zeigten sich hohe Effekte in Bezug auf die unimanuelle Kapazität und bimanuelle Performanz. Bis auf mögliche Hautirritationen sind keine unerwünschten Effekte zu erwarten. Der Nutzen überwiegt deutlich einem potenziellen Schaden.

Betroffene berichten, dass die Tapes gut toleriert werden (auch von Jugendlichen). Es handelt sich um eine kleine Versorgung, welche kaum sichtbar ist und im Alltag nicht stört. Das Tape kann durchgehend getragen werden, hält aber nur wenige Tage. Nach Anleitung kann das Tape aber auch durch Laien regelmäßig erneuert werden.

Bei Personen, welche allergisch auf den Klebstoff reagieren sollte kein Tape angebracht werden. Ebenso sollte es nicht auf Hautverletzungen aufgetragen werden.

Schlussfolgerung

Es zeigten sich durch ein funktionelles/ kinesiologisches Taping hohe Effekte auf die unimanuelle Kapazität und bimanuelle Performanz. Positiv bewertet wurde zudem, dass es sich um eine kleine, kostengünstige Versorgung handelt, welche auch von Jugendlichen gut toleriert wird und nach Anleitung auch von Laien geklebt werden kann. Daher wurde trotz geringer Datenlage mit sehr niedriger Qualität eine schwache Empfehlung für die Durchführung eines funktionellen/ kinesiologischen Taping beschlossen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.7.6 Dehnen

PICO-Frage: Verbessert ein **Dehnen** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?

Hintergrund

Die USCP geht mit einem erhöhten Muskeltonus einher, welcher auch zu Kontrakturen führen kann. Es gibt verschiedene konservative und operative Therapieoptionen (z.B. Botulinumtoxin, Myofasciotomie oder Dehnen), um einer Steigerung des Muskeltonus entgegenzuwirken bzw. diesen zu reduzieren.

Je nach Ziel werden beim Dehnen verschiedene Techniken genutzt. Unterschieden wird zum einen zwischen statisch und dynamisch (524) sowie zwischen aktiv und passiv(525). Beim statischen Dehnen wird eine bestimmte Position ruhig für einen gewissen Zeitraum gehalten, während beim dynamischen Dehnen durch kontrollierte Bewegungen der Dehnreiz immer wieder gelockert bzw. verstärkt wird (524). Beim passiven Dehnen wird die Dehnposition durch einen externen Widerstand eingenommen, während beim aktiven Dehnen durch die Muskelaktivität des Antagonisten ein Dehnreiz ausgelöst wird (525).

3.7.6	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP kann in Bezug auf Dehnen aufgrund mangelnder Evidenz keine Empfehlung dafür oder dagegen gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Passive Beweglichkeit Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Boulard et al. (2021)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 23 Suchergebnisse, wovon 1 Studie (Fallserie) den Einschlusskriterien entsprach.

Boulard et al. (2021) (526) untersuchten die kurzfristigen Auswirkungen eines

Dehnprogramms der Dorsalextensoren auf die passive Beweglichkeit. 13 Kinder mit USCP vollzogen ein 5-minütiges passives, statisches Dehnen bei 80% der maximal tolerierbaren Dorsalextension des oberen Sprunggelenks. Die Dehnposition wurde durch ein isokinetisches Dynamometer eingestellt. Unmittelbar nach dem Dehnprogramm steigerte sich die maximal tolerierbare Dorsalextension kurzfristig von 12,3° (8,6) (Mittelwert (SD)) (95% CI: 17,8; 6,8) auf 18,5 (8,5) (95% CI: 23,9; 13,1) mit einem nahezu großen Effekt ($d=0,76$).

Weitere Informationen zu der zugrundeliegenden Studie können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist in Bezug auf das Zielkriterium „passive Beweglichkeit“ aufgrund von Risk of Bias* als sehr niedrig einzustufen.

Über mittel- oder langfristige Effekte des Dehnens kann keine evidenzbasierte Aussage getroffen werden, wodurch der Nutzen des Dehnens und die Auswirkungen auf den Alltag nicht beurteilt werden kann.

Limitierend ist zudem zu beachten, dass die Therapie als unangenehm empfunden wird (ziehender Schmerz).

Da die verfügbare Therapiezeit begrenzt ist, kann das Dehnen gezielt bei Kontrakturen eingesetzt werden. Der Fokus sollte aber bevorzugt auf andere Therapien mit größerem Nutzen auf die individuellen Therapieziele liegen.

Schlussfolgerung

Aufgrund von mangelnder Evidenz über mittel- und langfristige Auswirkungen des Dehnens kann keine evidenzbasierte Empfehlung dafür oder dagegen gegeben werden. Beim Vorliegen von Kontrakturen kann ein gezielter Einsatz von Dehnen erwogen werden.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.8 Tiergestützte Therapie

3.8.1 Hippotherapie

PICO-Frage: *Verbessert eine **Hippotherapie** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Als Hippotherapie wird die Therapie mit einem Pferd verstanden. Durch das Reiten und Training auf dem Rücken des Pferdes erhält der Patient Impulse vom Pferd, die das sensorische, neuromotorische und kognitive System stimulieren (527).

3.8.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der Körperhaltung eine Hippotherapie angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Bewegungsqualität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Matusiak-Wieczorek (2020)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 1 Suchergebnis, welches den Einschlusskriterien entsprach. In einer randomisierten kontrollierten Studie untersuchten Matusiak-Wieczorek et al. (2020) (527) die Auswirkungen einer Hippotherapie auf die Körperhaltung. Gruppe 1 (n = 12) erhielt 2x wöchentlich eine Hippotherapie, Gruppe 2 (n = 13) führte einmal wöchentlich das Training mit dem Pferd durch. Die Übungsdauer betrug pro Einheit 30 Minuten. Die Therapie wurde über 12 Wochen durchgeführt. Die Kontrollgruppe (n = 10) erhielt keine Hippotherapie. Das primäre Outcome war die Haltung und Funktion verschiedener Körperpartien, welche mit der „Sitting Assessment Scale“ (SAS) beurteilt wurde. Die beiden Interventionsgruppen verbesserten sich signifikant besser bezüglich der SAS als die Kontrollgruppe nach der 12-wöchigen Intervention, wobei der Anteil in der Gruppe mit 2x Training pro Woche höher ist als in der Gruppe mit einem Training wöchentlich (91.67% versus 61.54%). In der Kontrollgruppe zeigten 20% eine Verbesserung in der SAS. Die Körperhaltung wurde dabei direkt während der Ausführung der Übungen bewertet. Es wurden keine Filmaufnahmen angefertigt, was die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt.

Weitere Informationen zu der zugrundeliegenden Studie können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz in Bezug auf das Zielkriterium „Bewegungsqualität“ (Körperhaltung und bewegungsbezogene Funktionen) ist aufgrund von Risk of Bias und der geringen Studienanzahl* als sehr niedrig einzustufen.

Die Erfahrungsexpert*innen berichteten von positiven Erfahrungen unter anderem auch auf die psychische Gesundheit durch die Therapie mit Tieren. Sie halten die Hippotherapie für unbedingt empfehlenswert. Allerdings sind die Kosten sehr hoch, was den Zugang zur Therapie limitiert. Einschränkend sollte die Unfallgefahr beim Reiten in die Therapieplanung mit einbezogen werden.

Zur Sicherstellung einer guten Qualität der Therapie wurde die Durchführung durch einen zertifizierten Reittherapeut*innen positiv hervorgehoben.

Schlussfolgerung

Aufgrund der Befürwortung der Erfahrungsexpert*innen und den zusätzlichen günstigen psychischen Auswirkungen wird bei geringer Datenlage mit sehr niedriger Qualität der Evidenz eine offene Empfehlung für die Durchführung einer Hippotherapie ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.9 Sprachtherapie

3.9.1 Sprachtherapie

PICO-Frage: *Verbessert eine Sprachtherapie die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund/Einleitung

Bei Patient*innen mit CP können vielfältige Beeinträchtigungen in der Kommunikation auftreten. Die Prävalenz für Sprach- und Sprechstörungen wird auf etwa 20-50 % geschätzt (528, 529). Der Schweregrad einer Sprachstörung variiert und wird mit dem Subtyp der CP, den kognitiven Fähigkeiten und den motorischen Fähigkeiten assoziiert (528). Wie häufig Sprachstörungen bei der USCP auftreten ist aktuell nicht bekannt.

Durch die Beeinträchtigung der Muskelkontrolle, die für die Sprachproduktion notwendig ist, zeigen Patient*innen mit CP unter anderem oft Schwierigkeiten mit der Artikulation, der Lautstärke und dem Tempo der Sprache (529). Diese motorischen Sprechstörungen werden auch Dysarthrie genannt und kommen etwa bei 50% der Patient*innen mit CP vor (529). Den Autor*innen zufolge ist eine Dysarthrie häufiger bei dyskinetischer CP als bei spastischer CP.

Die Kommunikationseinschränkungen wirken sich negativ auf die Alltagsfunktionen, soziale Interaktion, Partizipation, das subjektive Wohlbefinden und Lebensqualität aus (530-533).

Sprachtherapie, auch Logopädie genannt, befasst sich mit der Behandlung von Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Ziel der Sprachtherapie ist es, die Patient*innen darin zu unterstützen in allen Situationen effektiv und unabhängig zu kommunizieren und dadurch den Zugang zu Bildung und dem sozialen Leben zu steigern (529). In der Sprachtherapie arbeiten Therapeut*innen entweder direkt mit dem Patient*innen und/oder mit den Eltern bzw. Kommunikationspartnern. Zum Einsatz kommen verschiedene Techniken, Übungen und Hilfsmitteln, um spezifische sprachliche und kommunikative Probleme zu adressieren. Diese können beispielsweise Übungen zur Verbesserung der Aussprache, des Sprachverständnisses, des Wortschatzes oder der Grammatik umfassen. Auch Atem- und Stimmübungen sind Teil der Sprachtherapie, um die Stimme zu stärken und zu stabilisieren.

Das Training der Gesprächspartner*innen (Eltern, Erzieher*innen, Lehrer*innen) beinhaltet das Erlernen von hilfreichen Interaktionsstrukturen, welche die Patient*innen*innen in der Kommunikation aktiver werden lässt und die sprachliche Entwicklung fördert (529). Schulungen bzw. Elterntrainings können sowohl in Einzeltherapie als auch in Gruppen stattfinden.

3.9.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann bei Vorliegen einer Sprachstörung Sprachtherapie mit Elterntraining zur Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Kommunikationsfähigkeiten Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Pennington et al. (2016), Chorna et al. (2017) Hinzugefügt: Novak et al. (2020) zu USCP: keine Studien	
	Konsens: 92%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n=0 Suchergebnisse zu Sprachtherapie bei unilateraler spastischer Cerebralparese. Eine erneute systematische Literaturrecherche zur Cerebralparese (einschließlich bilateraler CP) allgemein ergab n=9 Suchergebnisse, wovon n=2 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. Der Systematische Review von Novak et al. (2020) (328) entspricht ebenfalls den Einschlusskriterien und wurde aufgrund seiner Relevanz für Interventionen bei CP hinzugefügt.

Die wichtigsten 3 Studienergebnisse, die zur Empfehlung führen sind die Systematischen Reviews von Novak et al. (2020) (328), Pennington et al. (2016) (530) und Chorna et al. (2017) (534) (alle indirekte Evidenz, CP).

Novak et al. (2020) (328) (indirekt, CP) kommen in ihrem Systematischen Review zu dem Ergebnis, dass ein Elterntraining für Patient*innen mit einer CP die Interaktionsfähigkeiten verbessern kann. Grundlage für diese Aussage sind 2 RCT's bei denen ein Elterntraining für Eltern von Kindern im Alter von ein bis 8 Jahren mit einer CP durchgeführt wurde.

Chorna et al. (2017) (534) (indirekt, CP) fassen in ihrem Systematischen Review 5 Übersichtsarbeiten und 12 weitere Studien mit insgesamt ca. 1415 Patient*innen mit CP im Alter von null bis 2 Jahren zusammen. Hier zeigten Eltern-Kind Interaktionsprogramme wie z.B. das Hanen Programm signifikante positive Effekte auf die Verbesserung in den Kommunikationsfähigkeiten und dem Spracherwerb. Untersucht wurden hier Programme, die präventiv bei Frühgeborenen oder Kindern mit einem Risiko für eine CP, eingesetzt wurden.

Im aktualisierten Cochrane Review von Pennington et al. (2016) (530) (indirekt, CP) wurden 16 Studien analysiert. Die Autor*innen kommen zu dem Ergebnis, dass Sprachtherapie bei CP eine Steigerung der Sprach- und Kommunikationsfähigkeiten bewirken kann. In den einzelnen Studien wurden teilweise signifikante Effekte nachgewiesen.

Eine Zusammenfassung der Effekte aus den Studien in Form einer Meta-Analyse war laut Chorna et al. (2017) (534) und Pennington et al. (2016) (530) zufolge nicht möglich. Als Gründe nennen die Autor*innen hier u.a. das wenig standardisierte Vorgehen bei der Erfassung der Sprachfähigkeiten bei einer CP. Die vielen verschiedenen Messinstrumente und häufig fehlende objektive Darstellung von Studienergebnissen sind für statistische Berechnungen von Effekten nicht verwertbar.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für die Anwendung von Sprachtherapie bzw. Logopädie bei Patient*innen mit USCP zur „Verbesserung der Interaktions- und Kommunikationsfähigkeit“ nur indirekte Evidenz aus 3 Systematischen Reviews zur CP vor.

Generell wird die Evidenz aus Systematischen Reviews als sehr hoch eingestuft. Bei der Evidenzbeurteilung nach GRADE führte dies für die Outcomes „Interaktions- und Kommunikationsfähigkeit“ zusammen mit einer Herabstufung für ein hohes Risiko für Bias in den in den systematischen Reviews (niedrige Qualität) und der Indirektheit der Evidenz (CP), zu einer niedrigen Evidenzqualität. *

Die Fähigkeit mit anderen Menschen zu kommunizieren ist von sehr großer Bedeutung für unsere Alltagsaktivitäten, Bildung, Partizipation und sozialem Eingebundensein. Den Ergebnissen aus der systematischen Literaturrecherche zufolge sind durch den Einsatz der Sprachtherapie mit Elterntraining positive Effekte auf die Outcomes „Verbesserung der Interaktions- und Kommunikationsfähigkeiten“ zu erwarten. Vor diesem Hintergrund überwiegt der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden.

Eine Sprachtherapie mit oder ohne Elterntraining ist von ihrer Praktikabilität gut umsetzbar. Durch das Elterntraining können sprachfördernde Interaktionen in den Alltag mit Patient*innen umgesetzt werden.

Schlussfolgerung

Für Patient*innen mit USCP bei denen eine Sprachstörung vorliegt wird aufgrund der Relevanz von Sprache für die Alltagsaktivitäten, Teilhabe und Lebensqualität eine offene Empfehlung für die Durchführung einer Sprachtherapie mit einem Elterntraining zur Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.9.2 Unterstützte Kommunikation

PICO-Frage: *Verbessert **Unterstützte Kommunikation** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Bezüglich der klinischen Problematik verweisen wir auf das Kapitel Sprachtherapie (s. Kap. 3.9.1).

Unterstützte Kommunikation (UK) ist ein Sammelbegriff für alle Kommunikationsmethoden, die als Unterstützung oder Ersatz für die Lautsprache oder das Schreiben für Personen mit Beeinträchtigungen in der Sprache, im Verständnis von Lautsprache oder von geschriebener Sprache gelten (535, 536). Das Hauptziel von UK ist es die Kommunikations- und Interaktionsfähigkeiten des Individuums verbessern, um auf diese Weise die Partizipation in allen Lebensbereichen zu ermöglichen (536, 537).

Der Prozess der Unterstützten Kommunikation besteht aus der Evaluation der Fähigkeiten des Individuums, der Versorgung mit einer oder mehreren Kommunikationshilfen und der Implementierung dieser Kommunikationshilfen in den Alltag (536). Maßnahmen bzw. Interventionen der Unterstützten Kommunikation erfolgen in vielen Kontexten, wie beispielsweise Kindergärten, Schulen, in ambulanten Settings wie Sozialpädiatrischen Zentren, ambulanten Praxen, Beratungsstellen für UK oder stationären Settings wie z.B.

3.9.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann bei Vorliegen einer Sprachstörung (z.B. Dysarthrie) Unterstützte Kommunikation zur Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Kommunikationsfähigkeiten Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Kent-Walsh et al. (2015), Avagyan et al. (2021) Hinzugefügt: Novak et al. (2020) zu USCP: keine Studien	
	Konsens: 88%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n=0 Suchergebnisse zu Unterstützter Kommunikation bei USCP. Eine erneute systematische Literaturrecherche zur CP (einschließlich bilateraler spastischer CP) allgemein ergab n=90 Suchergebnisse, wovon n=2 Studien den Einschlusskriterien entsprachen. Der Systematische Review von (328) entspricht ebenfalls den Einschlusskriterien und wurde aufgrund seiner Relevanz zu Interventionen bei CP hinzugefügt.

Die wichtigsten 3 Studienergebnisse, die zur Empfehlung führen sind die Systematischen Reviews von Novak et al. (2020) (328) (indirekt, CP), Avagyan et al. (2021) (538) (indirekt, CP) und Kent-Walsh et al. (2015) (539) (indirekt, versch. Diagnosen inkl. CP).

Novak et al. (2020) (328) (indirekt, CP) kommen in ihrem Systematischen Review zu dem Ergebnis, dass Unterstützte Kommunikation bei Patient*innen mit CP die Kommunikation, den Spracherwerb, die Peer-Interaktion sowie die Kommunikation in verschiedenen Kontexten verbessern kann. Grundlage für diese Aussage sind 19 Beobachtungsstudien.

Avagyan et al. (2021) (538) (indirekt, CP) fassen in ihrem Systematischen Review 3 Kohortenstudien und 6 Fallstudien mit insgesamt 294 Patient*innen mit CP zusammen. Hier zeigten Interventionen der UK in 5 von 12 Studien eine signifikante Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten, auch als Langzeiteffekt. Eine Zusammenfassung der Effekte aus den Studien in Form einer Meta-Analyse war laut Avagyan et al. (2021) (538) nicht möglich. Als Gründe nennen die Autor*innen hier u.a. das wenig standardisierte Vorgehen bei der Erfassung der Sprachfähigkeiten bei einer CP.

Der Systematische Review mit Meta-Analyse von Kent-Walsh et al. (2015) (539) (indirekt, versch. Diagnosen inkl. CP) zeigte einen großen Effekt (ES 0,88, SD 0,12) vom Training der Kommunikationspartner von UK-Nutzern auf deren Kommunikationsfähigkeiten.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Zusammengefasst liegt für die Anwendung von Unterstützter Kommunikation bei Patient*innen

mit USCP zur „Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten, des Spracherwerbs, der Peer-Interaktion sowie der Kommunikation in verschiedenen Kontexten“ nur indirekte Evidenz aus 3 Systematischen Reviews zur CP vor.

Generell wird die Evidenz aus Systematischen Reviews als sehr hoch eingestuft, weshalb ein großes Vertrauen in zu erwartende Effekte vorliegt. Die Effekte waren jedoch nicht in allen vorliegenden Untersuchungen signifikant. Dies führte, zusammen mit einem mittleren Risk of Bias in den systematischen Reviews (meist niedrige Qualität) und der Indirektheit der Evidenz (CP), zu einer niedrigen Evidenzbeurteilung nach GRADE. *

Das Gelingen von Kommunikation ist Grundlage für die Teilhabe an allen Lebensbereichen einschließlich der Kontaktaufnahme, dem Aufbau von Beziehungen, Bildung sowie dem sozialen Eingebundensein (536). Den Ergebnissen aus der systematischen Literaturrecherche zufolge sind durch den Einsatz der Unterstützten Kommunikation positive Effekte auf das Outcome „Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten“ zu erwarten.

Patient*innen mit CP und Sprechstörungen erleben oft Misserfolge in der Kommunikation, was das Risiko für die Entstehung von Verhaltensstörungen erhöht, wenn keine Versorgung mit Kommunikationshilfen erfolgt (328). Vor diesem Hintergrund überwiegt der Nutzen deutlich einem potenziellen Schaden.

Seitens der Praktikabilität sind Maßnahmen der Unterstützten Kommunikation als aufwendig anzusehen. Zum einen wegen der elektronischen Kommunikationshilfen, welche sowohl eine Einführung und Anleitung für die UK-Nutzer selbst als auch für die Bezugspersonen (Familie, Kindergarten, Schule, Beruf) erfordern. Zum anderen bedürfen Maßnahmen der Unterstützten Kommunikation der Zusammenarbeit von vielen Fachdisziplinen (s.o. im Kapitel Hintergrund). Nach einer Implementierung von Kommunikationshilfen ist darüber hinaus eine Begleittherapie über einen längeren Zeitraum für den Erfolg von Unterstützter Kommunikation für die Teilhabe wichtig (540).

Schlussfolgerung

Für Patient*innen mit USCP, bei denen eine Sprachstörung vorliegt, wird aufgrund der Relevanz von Sprache für die Alltagsaktivitäten, Teilhabe und Lebensqualität eine offene Empfehlung für die Durchführung von Maßnahmen der Unterstützten Kommunikation zur Verbesserung der Kommunikationsfähigkeiten ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

3.10 Sonstige

3.10.1 Sensibilitätstraining

PICO-Frage: *Verbessert ein **Sensibilitätstraining** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Hintergrund

Die Verarbeitung von sensorischen Informationen beeinflusst die Präzision der Bewegungsausführung (beispielsweise das Greifen) (541, 542). Patient*innen mit USCP sind häufig in der sensorischen Wahrnehmung beeinträchtigt (167).

3.10.1	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP kann in Bezug auf Sensibilitätstraining aufgrund mangelnder Evidenz keine Empfehlung dafür oder dagegen gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Sensibilität Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Kuo et al. (2016), Saussez et al. (2018)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 18 Suchergebnisse, wovon 2 Studien (1xprä-post-Vergleich, 1xRCT) den Einschlusskriterien entsprachen und Therapieinterventionen mit dem Zielkriterium „Sensibilität“ untersuchten. Die untersuchten Interventionen beinhalteten HABIT-ILE (543) und HABIT inkl. taktilem Training (544). Es wurden insgesamt nur geringe oder keine Effekte auf die Sensibilität („Manual Form Perception Test“, „Tactile spatial discrimination with Grating Orientation Task“) beobachtet.

Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Evidenztabelle in im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist in Bezug auf das Zielkriterium „Sensibilität“ aufgrund von Risk of Bias und Heterogenität der Interventionen und genutzten Assessments als sehr niedrig einzustufen.

Schlussfolgerung

Aufgrund der mangelnden Datenlage wurde keine Empfehlung für oder gegen das Durchführen eines Sensibilitätstrainings beschlossen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

4. Operative Therapien

Das Kapitel operative Therapien beschäftigt sich mit der PICO- Frage, ob und welche operativen Therapien bei der **jeweiligen Pathologie** oder Problemen zu einer Verbesserung der **Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur** bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP führen?

4.1 Obere Extremität

Hintergrund

Eine Spastik an der oberen Extremität führt bei Patient*innen mit USCP typischerweise zu einer Adduktion-/Innenrotation der Schulter, einer Flexion des Ellbogens, einer Pronation des Unterarmes sowie einer Flexion des Handgelenkes und der Finger inklusive Daumen (Thumb-in-palm Deformität) (545). An den Langfingern können Knopfloch- oder Schwanenhalsdeformitäten bestehen, die gelegentlich auch an der gleichen Hand parallel auftreten können. Völlig andere Haltungsmuster mit Supination des Unterarms, fixierter Extension des Handgelenks oder zur Faust geschlossenen Fingern kommen ebenfalls vor (546). Bleiben die Gelenke genügend lange in dieser Fehlstellung, kommt es zur Verkürzung der Muskulatur, Sehnen, Bänder und Gelenkkapseln und es entwickeln sich nicht reversible, fixierte Kontrakturen. Durch konservative Therapien möchte man versuchen, solche Kontrakturen zu verhindern (545). Haben sich Kontrakturen erst einmal entwickelt, braucht es in der Regel chirurgische Eingriffe, um sie langfristig aufzuheben (545). An der oberen Extremität überwiegen hierbei Weichteileingriffe (547).

Die chirurgische Indikationsstellung ist individuell und impliziert die interdisziplinäre patientenzentrierte Entscheidungsfindung. **Ziel** der Behandlung der oberen Extremität bei Patient*innen mit USCP ist der Erhalt oder die Verbesserung der **Teilhabe** und der **Funktionalität**. Dabei sollte die obere Extremität mit allen Muskeln und Gelenken als funktionelle Einheit behandelt werden (Empfehlung 4.1.1). Weitere Ziele der operativen Therapie sind außerdem die Schmerzreduktion, die Reduktion von Fehlbelastungen, die **Verbesserung der Hygiene**, die Verbesserung der Akzeptanz bzw. die **Reduktion von Hilfsmitteln** und auch **kosmetische Aspekte**.

4.1.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP soll die obere Extremität bei der Diagnostik und Therapie mit allen Muskeln, Gelenken, Nerven und Faszien als funktionelle Einheit betrachtet werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Für die Expertenempfehlung 4.1.1, 4.1.3 und 4.1.4 wurde keine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Die Expertenempfehlung wurde durch selektive Fachliteratur unterstützt.

Die Evidenzgrundlage zur Verbesserung der Struktur, Funktion, Aktivität und Partizipation bei Patient*innen mit USCP durch operative Maßnahmen an der oberen Extremität ist insgesamt niedrig und konzentriert sich vor allem auf die Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen (ICF-Struktur und -Funktion, siehe Summary of Findings im Anhang Tab 4.1). Es gibt teilweise aber konkrete Empfehlungen über die Auswahlkriterien für eine chirurgische Behandlung (z.B. DeLepeleere et al. (2023) (548), indirekt CP) und neuere Studien implizieren häufig auch die Enddomänen Aktivität und Partizipation in Ihren Studien (z.B. (549), indirekt CP). Louwers et al. (2020) (549) zeigt positive Effekte der Operationen der oberen Extremität auf die Aktivität und Partizipation bei Kindern mit Cerebralparese. Vorhandene indirekte Reviews basieren jedoch ebenfalls auf der Grundlage von Studien geringer oder sehr geringer Qualität.

Es gibt z.B. keine standardisierte Methode zur Auswertung der prä- und postoperativen Daten, und viele Bewertungsmethoden waren nicht validiert. Es war nicht möglich, die Ergebnisse der einzelnen Studien zu vergleichen. Ein Urteil über die Wirksamkeit eines bestimmten chirurgischen Eingriffs auf die Partizipation ist in der Regel schwierig, da in den meisten Studien eine Mehrzahl von chirurgischen Eingriffen und Begleitmaßnahmen angewandt wurden und dadurch von einer Verzerrung der Ergebnisse (Performance Bias) auszugehen ist.

Im Allgemeinen wurde jedoch das Ergebnis der chirurgischen Behandlungen sowohl von den Patient*innen mit USCP als auch von den Chirurgen*Innen und Autor*Innen in allen Studien als erfolgreich beschrieben (550-554). In den einzelnen Kapiteln wird genauer auf die Wirksamkeit (Effekte) und die unerwünschten Ereignisse durch die operativen Eingriffe an der oberen Extremität eingegangen.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen dieser Leitlinie geben in Übereinstimmung mit zahlreicher Fachliteratur (555-557) die Empfehlung, dass bei der Diagnostik und Therapie der oberen Extremität alle Muskeln, Gelenke, Nerven und Faszien als funktionelle Einheit betrachtet werden sollen.

i. Präoperative Diagnostik

Hintergrund

Eine sorgfältige Funktionsprüfung, eine Aufwand-Risiko-Nutzen-Abwägung und eine realistische Therapiezielabsprache sind erforderlich (558, 559), um eine zielführende Therapieplanung vornehmen zu können.

Die Erfassung der teilhabeorientierten Funktion erfolgt in geeigneten Scores → siehe Empfehlungen: Assessments Kapitel 2.4. Die 3D-Bewegungsanalyse kann bei Kindern mit USCP die pathologischen Bewegungsabläufe der oberen Extremität erfassen und quantifizieren (560).

4.1.2	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Die Anwendung einer apparativen, instrumentellen Bewegungsanalyse zur Quantifizierung des Ausmaßes der Pathologie der oberen Extremität sowie die Differenzierung beteiligter Strukturen und Steuerungsprozesse ist Gegenstand aktueller Forschung. Es gibt Hinweise darauf, dass sie zukünftig eine größere Rolle spielen wird.	
Qualität der Evidenz:		
Gesamtqualität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Rozaire et al. (2024)	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche nach systematischen Reviews mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 0 Suchergebnisse. Bei Erweiterung der Suchstrategie nach Patienten mit CP wurden n = 2 Studien gefunden, wovon ein systematisches Review als indirekte Evidenz genutzt werden konnte. Die Suchstrategie, sowie die Bewertung des systematischen Reviews sind im Anhang (Methodikbericht Tab.A4.4.1) dargestellt.

Rozaire et al. (2024) (indirekt CP) (561) führten ein systematisches Review über die instrumentelle Bewegungsanalyse zur Erfassung der Funktion der oberen Extremität bei Patient*innen mit Cerebralparese durch mit dem Ziel, aktuelle Grenzen der klinischen Anwendbarkeit zu ermitteln und Empfehlungen zur Verbesserung der klinischen Anwendbarkeit zu geben.

Zunächst wurden insgesamt 657 Artikel identifiziert, und nach der Auswahl wurden 76 Datensätze mit insgesamt 1293 Patient*innen mit Cerebralparese in die Analyse einbezogen. Die Qualitätsbewertung der überprüften Studien ergab eine mäßige Gesamtqualität mit Mängeln bei der Begründung des Stichprobenumfangs und den Teilnehmerinformationen.

In den Studien wurden überwiegend optoelektronische Bewegungserfassungssysteme verwendet (n = 57/76). Die Population bestand hauptsächlich aus Personen mit spastischer Cerebralparese (834/1293) mit einseitiger Beeinträchtigung (n = 1092/1293). Patient*innen mit schweren Funktionseinschränkungen (MACS IV und V) waren mit 3,4 % der 754 Patient*innen, für die Angaben gemacht wurden, unterrepräsentiert.

In den Artikeln wurden 39 Aufgaben verwendet. Die meisten Artikel konzentrierten sich auf unimanuelle Aktivitäten (n = 66/76) und Greifen oder Greifen und Loslassen (n = 51/76). Bimanuelle kooperative Aufgaben waren nur 3 Aufgaben die in 4 Artikeln vorkamen. Insgesamt wurden in den Artikeln 140 verschiedene Parameter ermittelt. Der am häufigsten verwendete Parameter war die Aufgabendauer, 23 % der Parameter wurden in nur einem Artikel verwendet.

Obwohl in der Literatur eine große Anzahl von Protokollen verfügbar sind, sind weitere Studien erforderlich, bevor der Einsatz der Bewegungsanalyse in der klinischen Praxis in Betracht gezogen wird. Die vorhandenen Protokolle konzentrieren sich in erster Linie auf Populationen,

die in klinischen Studien umfassend untersucht wurden. Diese Protokolle stützen sich in der Regel auf kostspielige und ressourcenintensive Geräte auf dem neuesten Stand der Technik.

Außerdem beinhalten sie oft einhändige Aufgaben, die übermäßig standardisiert sind. Da im Alltag beidhändige Aufgaben überwiegen, spiegeln diese den alltäglichen Gebrauch der Arme der Patient*innen nur begrenzt wider. Es ist deswegen wichtig, weniger Zeit- und Ressourcenaufwendige Protokolle zu entwickeln und stattdessen die Aktivitäten des täglichen Lebens besser abzubilden, um eine Umsetzung in die klinische Routine zu erleichtern.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen dieser Leitlinie kommen in Übereinstimmung mit Rozaire et al. (2024) (561) zum Schluss, dass vor der Einführung der quantitativen Bewegungsanalyse in die klinische Praxis weitere Forschungsarbeiten erforderlich sind. Mit der Empfehlung 4.1.2 soll auf das hohe Potential der instrumentellen Bewegungsanalyse – auch für die obere Extremität- für die evidenzbasierte Medizin hingewiesen werden.

ii. Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Hintergrund

Patient*innen mit USCP können Beeinträchtigungen in mehreren Bereichen aufweisen, sodass multiprofessionellen Teams und ein interdisziplinärer, patientenzentrierter Ansatz eine wichtige Rolle in der Patientenversorgung spielen.

Auch bei der neuroorthopädischen Therapie der oberen Extremität ist die richtige Auswahl, der richtige zeitliche Einsatz und teilweise die Kombination von Therapieverfahren aus dem breiten Behandlungsspektrum anhand einer systematischen Diagnostik und Indikation für spezifische therapeutische und physikalische Maßnahmen und Orthesenversorgungen für die Alltagsaktivität sowie medikamentöse und chirurgische Therapieverfahren wichtig für den Therapieerfolg (562, 563).

Sind beispielsweise bei guter Wahrnehmung und selektiver Willkürmotorik der Fingermuskulatur progrediente neurogene Handfehlstellungen trotz frühzeitiger Therapie und Orthesenversorgung, eventuell in Kombination mit Botulinumtoxin-Injektionen, nicht ausreichend behandelbar, so kann eine rechtzeitige muskel-balancierende Handoperation mit Sehmentransfers zur dauerhaften Funktionsverbesserung indiziert sein. Bei der häufig vorliegenden Spastik der gesamten Muskelkette der oberen Extremität kann eine dosierte intramuskuläre Verlängerung, eine Verlagerung oder ein Release der entsprechenden Muskelgruppen eine gute funktionelle Ausgangsbasis für die weitere Entwicklung der Hand schaffen. Wesentlich ist, dass vor einer geplanten Botulinumtoxin- oder operativen Therapie die Bedeutung vorhandener Deformitäten, struktureller wie funktioneller Art, analysiert wird und mögliche Kompensationsmechanismen aufgedeckt werden (562).

4.1.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP soll die Entscheidungsfindung für eine operative Therapie der oberen Extremität interdisziplinär angeboten werden, um die bestmöglichen patientenspezifischen, funktionellen und/oder kosmetischen Ziele, sowie manuelle Leistungsfähigkeit zu erreichen.	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Für die Expertenempfehlung 4.1.3 wurde keine systematische Literaturrecherche durchgeführt.

Die sorgfältige Beurteilung der Eignung für eine Operation an den oberen Extremitäten auf der Grundlage einer multidisziplinären Diagnostik und die gemeinsame Entscheidungsfindung führte zu einer klinisch relevanten Verbesserung der patientenspezifischen funktionellen und/oder kosmetischen Ziele und der manuellen Leistungsfähigkeit nach einer Operation an den oberen Extremitäten bei Patient*innen mit CP (563) (indirekt). Erfahrungsexpert*innen halten interdisziplinären Austausch für extrem wichtig.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen dieser Leitlinie messen dem interdisziplinären Austausch eine besonders große Bedeutung bei und sprechen deswegen eine soll-Empfehlung aus.

Operative Therapie obere Extremität

Hintergrund

Die operative Therapie der oberen Extremität bei Patient*innen mit USCP sollte stets die Verbesserung von Aktivität und Teilhabe sowie patientenspezifische Ziele adressieren. Die Fähigkeit zur Ansteuerung definierter Muskelgruppen kann durch eine operative Therapie nicht wesentlich verändert werden und hat einen relevanten Einfluss auf die Ergebnisse der operativen Therapie.

Die operative Therapie der oberen Extremität bei Patient*innen mit USCP wird individuell an die zugrundeliegende Funktionseinschränkung angepasst. In der Regel werden verkürzte Muskeln verlängert und/oder transferiert, die muskuläre Imbalance reduziert, die Spastik reduziert und instabile Gelenk stabilisiert. Die Autor*innen dieser Leitlinie befolgen dabei die Grundprinzipien der Empfehlung 4.1.4.

4.1.1 Multi-Level-Eingriffe

4.1.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollte in Abhängigkeit der Schwere (MACS), der individuellen Zielsetzung, der operativen Möglichkeiten und der kognitiven Fähigkeiten folgender Grundsatz gelten: • weichteilige Korrektur bevorzugen • Sehnen-Muskel-Verlängerung vor Transfer • Transfer vor Arthrodese	
	Konsens: 88%	

4.1.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP ändert eine zielgerichtete operative Therapie der oberen Extremität die Ansteuerung der einzelnen Muskeln nicht wesentlich, sondern führt zur Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen. Bei Patient*innen mit USCP kann zur Verbesserung der Gesamtp Performanz eine operative Therapie der oberen Extremität erwogen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Aktivität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Partizipation: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Patientenzufriedenheit: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Cristella et al. (2019), Sköld et al. (2007), Smitherman et al. (2011), van Heest et al. (2008), van Heest et al. (2015)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 5 Suchergebnisse (4 NRSI, 1 RCT), welche den Einschlusskriterien entsprachen. Die detaillierte

Suchstrategie, sowie das Evidenztabelle und die Evidenzzusammenfassung sind im Anhang (Methodikbericht Kapitel A4.1.1- 4.1.3) dargestellt.

Als Evidenzgrundlage lagen somit eine Patientenzahl von $n = 138$ mit einem Alter zwischen 4 und 24 Jahren und einem Follow-up zwischen 3 Monaten und 5 Jahren zu Grunde. Das Evidenzniveau der Studien nach GRADE ist in Abhängigkeit von der ICF-Domäne als sehr niedrig bis moderat zu beurteilen. Eine quantitative Zusammenfassung der Evidenz war auf Grund der Vielzahl der Assessments nicht möglich; ebenso war eine Metaanalyse nicht möglich. Die vielen Outcomes wurden qualitativ zusammengefasst (SoF-Tab.A4.1.3.1). Auf der Strukturebene zeigten mehrere Studien einen sehr großen Effekt auf die dynamische Position des Handgelenks (552-554, 564) bei moderater Evidenz. Die aktive Supination ist in der Studie von Sköld et al. (2007) (551) 5 Jahre postoperativ noch moderat verbessert Cohens $D = 0,54$ - bei sehr niedriger Evidenz.

Auf der **Funktionsebene** zeigen die Ergebnisse sehr unterschiedliche Effekte in Abhängigkeit der gewählten Endpunkte, aber auch bei gleichem Endpunkt sind die Ergebnisse teilweise heterogen (z.B. Bimanuelle Performanz). Die Effektgröße konnte vielfach nicht berechnet werden, die klinische Relevanz des Unterschieds war manchmal unklar. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die unimanuelle Kapazität und die spontane funktionelle Nutzung moderat verbessert werden können (niedrige bis sehr niedrige Evidenz). In einer RCT-Studie (554) zeigte die operative Therapie eine höhere Wirksamkeit gegenüber der Botulinumtoxin- und der regulären Therapie (Evidenz: niedrig); dabei wurde als reguläre Therapie die fortlaufende therapeutische Behandlung definiert, welche ein standardisiertes, ergotherapeutisches Protokoll beinhaltete. In der Studie von Combey et al. (2024) (550) (sehr niedrige Evidenz) wurde bei Patienten mit USCP postoperativ keine signifikante Verbesserung in der bimanuellen Performanz erreicht. Die Studie von Combey et al. (2024) (550) wurde nach der Delphi-Abstimmung publiziert und als selektive Literatur ergänzend hinzugenommen.

Auf der Ebene der **Aktivität und Partizipation** zeigt die Studie von Cristella et al. (2019) (564) (sehr niedrige Evidenz) einen Hinweis auf die postoperative Steigerung der Zufriedenheit im selbstständigen Erreichen von Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs). In einer RCT-Studie von van Heest et al. (2015) (554) wurden 3 Patientengruppen miteinander verglichen: Gruppe 1 erhielt eine operative Therapie, Gruppe 2 eine Therapie mit Botulinum-Toxin und Gruppe 3 eine fortlaufende konservative Therapie mit einem standardisierten ergotherapeutischen Therapieplan („regular therapy“). Die operative Therapie zeigte in mehreren Fragebögen zur Erfassung der Partizipation (Canadian Occupational Performance Measure - COPM) (gegenüber der regulären Therapie), der PODCI-Domäne Bewegung (gegenüber der Botulinum-Toxin-Gruppe und der Gruppe der regulären Therapie), und der Partizipation global (gegenüber beiden Gruppen) einen höheren Effekt nach der operativen Therapie als die Vergleichsgruppen (Evidenz niedrig). Im PedsQL-Standard wurde bei hohen Standardabweichungen kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden (554). Es bestand eine hohe postoperative Patientenzufriedenheit (Goal Attainment scale, Umfrage, Satisfaction Score) bei niedriger Evidenz (550, 554, 564).

In der Literatur finden sich nur 2 Autor*innen, welche qualitativ über unerwünschte Ereignisse berichtet haben (551, 553), (sehr niedrige Evidenz). Während Sköld et al. (2007) (551) von Unzufriedenheit einiger Patient*innen durch Überstreckung der Finger und entstellende Narben berichteten, schrieben van Heest et al. (2008) (553) in ihrer Studie, dass postoperativ keine fixierte Deformität, Überstreckung oder Supinationskontraktur vorkam.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen dieser Leitlinie weisen explizit daraufhin, dass eine zielgerichtete operative Therapie der oberen Extremität die Ansteuerung der einzelnen Muskeln nicht wesentlich ändern kann, sondern lediglich die Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen erreichen kann. Die analysierten Patient*innen zeigten eine hohe Zufriedenheit. Dieser Tatsache wird in der Ergebnisbeschreibung der eingeschlossenen Studien nur bedingt Geltung geschenkt. Die Inhomogenität der behandelten Patient*innen sowie der untersuchten Ergebnisparameter erlauben –evidenzbasiert - deswegen nur eine kann-Empfehlung.

4.1.2 Schulter

PICO-Frage: Welche operativen Maßnahmen der Schulter führen zu einer Verbesserung der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP?

Hintergrund

Im Bereich der **Schulter** kann es aufgrund einer unilateralen Cerebralparese zur Funktionsstörung, Bewegungseinschränkungen, Fehlstellungen, Schmerzen und Subluxationen kommen (546) (559), S. 347; beide indirekt). Schulterprobleme bei Kindern mit Cerebralparese sind selten (Bahm, 2017 (428) , S. 230, indirekt).

Häufig adressierte Muskeln bei Eingriffen sind der M. pectoralis major, M. subscapularis, selten der M. latissimus dorsi, M. teres major (546, 547, 558, 559, 565, 566) (indirekt) und der M. deltoideus.

Dabei gilt die bereits zuvor genannte Aussage (Empfehlung 4.1.5), dass bei Patient*innen mit USCP eine zielgerichtete operative Therapie an der oberen Extremität die Ansteuerung der einzelnen Muskeln nicht wesentlich ändert, sondern die Therapie als Ziel eine Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen verfolgt.

4.1.6	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und Bewegungseinschränkungen, Fehlhaltungen und schmerzhaften Verspannungen an der Schulter können weichteilige Eingriffe (Faszio-/myo-/tenotomien) zur Reduktion der genannten Beschwerden erwogen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Funktion: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Domzalski et al. (2007), Namdari et al. (2010, 2011)	
	Starker Konsens: 100%	

4.1.7	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und schmerzhafter Subluxation des Schultergelenks kann eine Bizeps-Tenodese erwogen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Funktion Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Namdari et al. (2010)	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 3 Suchergebnisse (3 NRSI), welche als indirekte Evidenz genutzt werden konnten (siehe Methodikbericht Kapitel A4.1.1- A4.1.3).

Es findet sich in der Literatur keine direkte Evidenz und auch keine direkten Empfehlungen für eine operative Therapie auf **Schulterebe** bei unilateraler Cerebralparese. Bei der systematischen Recherche wurden 3 nicht randomisierte Interventionsstudien gefunden, welche als indirekte Evidenz genutzt werden können (565-567) (alle indirekte Evidenz). Zusammen kommen die Studien auf eine Zahl von 83 Patient*innen mit einer Altersspanne zwischen 8 und 72 Jahren und einem Follow-up zwischen 7 Monaten und 12 Jahren.

Wenn man die Inhalte der 3 Studien zusammen betrachtet, so scheinen Weichteileingriffe an Muskeln und Sehnen im Bereich der Schulter ein wirksames Mittel zur Schmerzlinderung und zur Verbesserung des passiven Bewegungsumfangs zu sein und können zu einer hohen Patientenzufriedenheit führen. Sie können darüber hinaus zu einer sehr hohen Wirksamkeit bei der Verbesserung der Durchführung von Hygienemaßnahmen führen (565-567), siehe Tab. A4.1.2.2, Tab. A4.1.3.2). Eine Evidenz für die Verbesserung der Teilhabe ist den Angaben nicht zu entnehmen.

Im Einzelnen zeigt eine indirekte Studie bei Patient*innen mit erworbenen Läsionen des oberen motorischen Neurons mit spastischer Hemiplegie (566) eine passive Bewegungsverbesserung sowie eine Schmerzreduktion durch einen Weichteileingriff (Myotenotomie) des M. pectoralis major, des M. latissimus dorsi, des M. teres major und des M. subscapularis.

Bei Schmerzen durch eine Subluxation des Humeruskopfes zeigte sich bei Patient*innen mit erworbenen Läsionen des oberen motorischen Neurons mit spastischer Hemiplegie (indirekte Evidenz) eine Schmerzlinderung durch eine Bizeps-Tenodeseoperation (567).

Eine weitere indirekte Studie (565) konnte bei schwerbetroffenen Patient*innen mit Cerebralparese durch ein M. pectoralis major-Release Verbesserungen in der Schulterabduktion nachweisen, wodurch eine Verbesserung der Hygienemaßnahmen möglich war (12/13); Die befragten Betreuungspersonen würden hierbei die Operation weiterempfehlen.

Als unerwünschtes Ereignis bei operativen Maßnahmen im Bereich der Schulter bestehen die

allgemeinen Operationsrisiken wie Blutungen, Wundinfektionen mit möglichen Wundheilungsstörungen, Nervenverletzungen mit sensiblen oder motorischen Beeinträchtigungen oder auch Verletzung umliegender Muskel- und Sehnenstrukturen. Die von Namdari et al. (2010) (567), 2011 (566), indirekt Läsion des oberen motorischen Neurons) und Domzalski et al. (2007) (565) (indirekt CP) publizierten Rezidivrate von 4 % sowie die unspezifischen Nebenwirkungen einer Operation wie Hämatome und Wundheilungsstörungen von ebenfalls 4 % sind dabei als gering einzustufen. Es muss immer eine kritische Abwägung von Nutzen und Risiken erfolgen.

Die beschriebenen Eingriffe im Bereich der Schulter mit dem Behandlungsziel einer Bewegungsverbesserung und/oder eine Schmerzlinderung ergeben sich bei Kindern und Jugendlichen mit USCP selten. Die Indikation zur Stellungsverbesserung kommt gelegentlich vor.

Eine Präferenz zur Stellungsverbesserung besteht bei Jugendlichen häufiger aus kosmetischen Gründen, um beispielsweise eine Auffälligkeit durch das Abstehen des Arms im Schulterbereich zu vermeiden. Dies ist auch im Rahmen der Teilhabe ein nicht zu unterschätzender Aspekt.

Die Empfehlung ergibt sich insbesondere bei wenig Invasiven, weichteiligen operativen Eingriffen durch ein geringes Risiko bei hoher Akzeptanz und Patientenzufriedenheit.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend sind bei Patient*innen mit USCP und Problemen an der Schulter bei konkreter Zielabsprache und strenger Indikationsstellung weichteilige Eingriffe im Schulterbereich, bei hoher Ergebniszufriedenheit, risikoarm und somit im Rahmen eines Gesamtbehandlungskonzeptes zu erwägen. Auf Grund der geringen Evidenzstärke mit geringen Fallzahlen wurde die Empfehlung als kann-Empfehlung beschlossen.

4.1.3 Ellenbogen, Unterarm, Handgelenk

PICO-Fragen: *Welche operativen Maßnahmen am Ellenbogen führen zu einer Verbesserung der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP? Welche operativen Maßnahmen am Unterarm, Handgelenk und Fingergelenk führen zu einer Verbesserung der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP?*

4.1.3.1 Ellenbogenbeugekontraktur

4.1.3.1.1 Weichteiloperationen bei Ellenbogenbeugekontraktur

Hintergrund

Am häufigsten kommt eine Ellbogenbeugestellung durch eine Tonuserhöhung im M. biceps, M. brachialis und M. brachioradialis vor. Wenn eine volle Extension des Ellenbogens durch manuelle Redression nicht mehr erreichbar ist, liegt eine Gelenkkontraktur vor (568) (indirekt). Die Beugefehlstellung (dynamisch) oder die Beugekontraktur (strukturell) führen zu verminderter Funktionalität und damit zu verminderter Selbstständigkeit bei der Erledigung von Alltagsaufgaben. Die Anpassung des Arbeitsplatzes oder der häuslichen Umgebung ist

teilweise notwendig. Die Pathologie führt häufig zur Stigmatisierung, zur verminderten Pflegbarkeit und zur Einschränkung der selbstständigen Hygiene. Besonders limitierend auf die Lebensqualität wirken Schmerzen.

Das **Ziel** der Therapie der **Ellenbogenbeugekontraktur** ist eine Verbesserung der Streckung in Abhängigkeit der funktionellen Erfordernisse (siehe Empfehlung 4.1.8). Übergeordnete Ziele sind der Erhalt oder Verbesserung der motorischen Fähigkeiten und der Verhinderung des „learned non -use“ der betroffenen Seite.

Als operative Maßnahmen kommen Operationen zur Verlängerung der verkürzten Muskel-Sehnen-Einheiten und ggf. kombiniert hyperselektive Neurektomien zur chirurgischen Reduktion der Spastik in Frage.

4.1.8	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte die Korrektur der strukturellen Ellenbogenbeugekontraktur den funktionellen Erfordernissen angepasst sein. Eine komplette Streckung ist nicht erforderlich. Bei Patient*innen mit USCP und Schwierigkeiten mit Kosmetik und Hygiene sollte eine operative Therapie angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Aktivität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Verbesserung der Kosmetik und der Hygiene: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Patientenzufriedenheit: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Carlson et al. (2012), Dy et al. (2013), Gong et al. (2014), Manske et al. (2001), Namdari et al. (2021)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 5 Suchergebnisse (5 NRSI), welche den Einschlusskriterien entsprachen (33, 566, 569-571). Die Studien wurden bei der Evidenzbewertung abgestuft, wenn es sich auch um Patient*innen anderer CP-Typen oder anderer neurologische Schädigungen handelte und/oder der Anteil der USCP-Patienten zu gering war oder nicht getrennt ausgewertet wurde. (siehe

Methodenbericht Kapitel A4.1.1- A4.1.3).

Das Patientenkollektiv beinhaltete 161 Patient*innen mit einer Altersspanne von 4 bis 54 Jahre und einem Follow-up von 1 bis 9 Jahren.

Die Ergebnisse zeigten auf der **Struktur- (passive Extension) und Funktionsebene (aktive Extension)** eine hohe bis sehr hohe Wirksamkeit bei sehr niedriger Evidenz (569), (570, 571) (indirekt da unklar welcher CP-Typ), Manske et al. (2001) (33) (direkt da USCP separat ausgewertet). Das Benutzen der Hand (**Aktivitätsebene**) wurde bei 11 Aktivitäten signifikant verbessert ((33), sehr niedrige Evidenz). Weitere Patient*innen-relevante positive Verbesserungen wurden in der Studie von Dy et al. (2013) (570) bei einer kleinen Patientengruppe von n = 10 nachgewiesen. Nach einem Follow-up von 9 Jahren zeigten sich verbesserte Hygienemaßnahmen (7 von 9) und bei 9 von 10 der Patient*innen eine Verbesserung der Kosmetik. 90 % der **Patient*innen zeigte eine hohe Zufriedenheit**.

Neben der evidenzbasierten Verbesserung des Range of Motion im Ellenbogengelenk und der dadurch verbesserten funktionellen Möglichkeiten, lässt sich auch eine Reduzierung der bestehenden Schmerzen erzielen. Die Patient*innen profitieren nicht nur funktionell, sondern auch emotional durch die verbesserte Kosmetik.

Unerwünschte Effekte einer operativen Kontrakturbehandlung durch Sehnenverlängerung bzw. Sehnentransfer sind die allgemeinen OP-Risiken, wie Wundheilungsstörung, Blutungen, Nervenverletzungen, sowie allergische Reaktionen auf die bei der Narkose verwendeten Medikamente und Komplikationen durch die Narkose. Carlson et al. (2012) (569) gab diese bei 3 % der Patient*innen an. Bei den Patient*innen von Carlson et al. (2012) (569) zeigten 3 % der Patient*innen eine Recurrence. Der Indikation einer OP geht immer ein kritisches Abwägen der individuellen Risiken und des zu erwartenden Benefits durch die OP voraus. Die Zufriedenheit nach einer OP ist hoch (90%) (570).

Schlussfolgerung

Bei strenger Indikationsstellung und konkreter Festlegung der Ziele ist eine operative Kontrakturbehandlung eine mit nur wenigen Risiken verbundene Option mit gutem Benefit für Patient*innen mit USCP und hoher Patientenzufriedenheit. Die Empfehlungsstärke B ergibt sich aus dem guten Effekt und geringen Komplikationen durch die operative Korrektur einerseits; aber bei niedriger bis sehr niedriger Evidenz.

4.1.3.1.2 Hyperselektive Neurektomie bei Ellenbogenbeugekontraktur

Hintergrund

In den letzten Jahren hat die **hyperselektive Neurektomie** bei spastischen Lähmungen an der oberen Extremität eine Renaissance erfahren. Bei der hyperselektiven Neurektomie wird eine gezielte Durchtrennung motorischer Nervenfasern an ihrem Muskeleintritt durchgeführt, um bei spastischen Lähmungen den gesteigerten Muskeltonus zu reduzieren (siehe Abbildung 14). Für eine relevante Tonus-Minderung ist die Durchtrennung von 2/3 bis 4/5 der Nervenäste erforderlich. Wichtigste Grundlage ist die exakte Kenntnis der topographischen Anatomie der Muskelinnervation. Eine genaue Darstellung der motorischen Nervenäste (unter Lupenbrillenvergrößerung) ist entscheidend, um das Ausmaß und die Lokalisation der Neurektomie präzise steuern zu können (572) (indirekt gemischte Kohorte mit Spastizität unterschiedlicher Pathogenese).

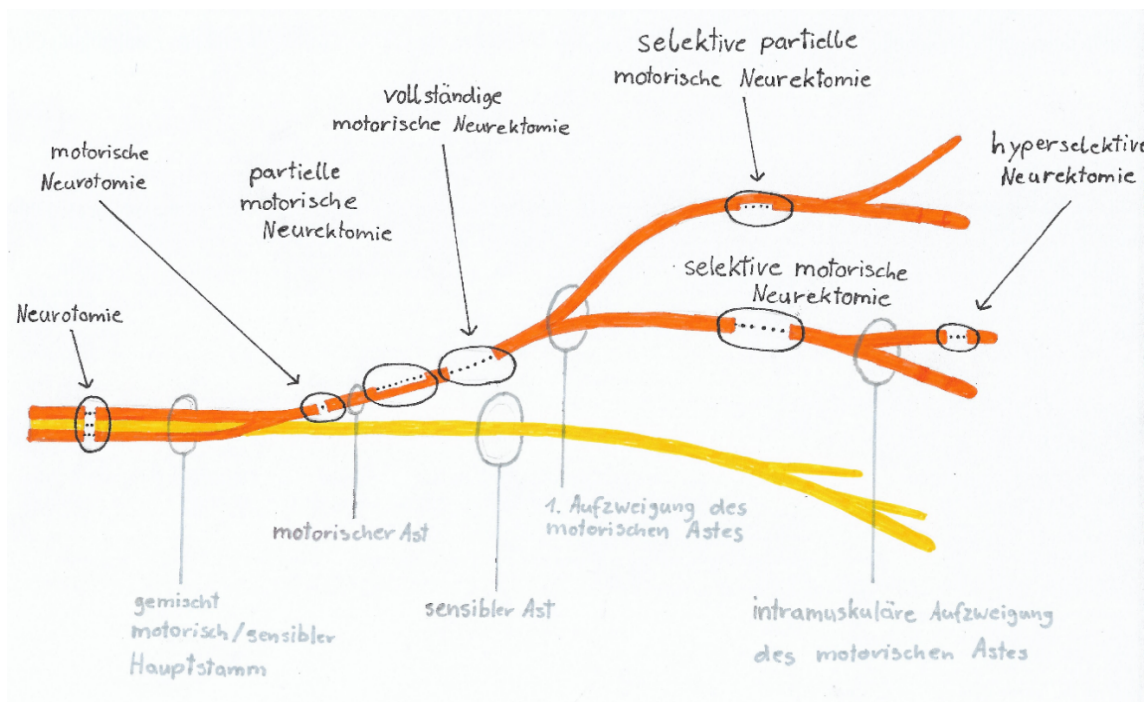


Abbildung 15: Vorgeschlagene Terminologie auf der Grundlage der Definition der derzeit verwendeten Begriffe in Anlehnung an Mikalev & Power 2011 (Bild: Fenner. T. 2025)

4.1.9	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP kann eine hyperselaktive Neurektomie der Ellenbogenflexoren beim Überwiegen der spastischen Komponente erwogen werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n= 0 Suchergebnisse, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden.

Durch selektive Recherche der Autor*innen dieser Leitlinie, wurde die aktuellen Übersichtsarbeit von Megerle & Gohritz (2024) (572) indirekt spastische Lähmungen unterschiedlicher Pathogenese) hinzugefügt.

Megerle & Gohritz (2024) (572) führten zwar keine systematische Recherche durch, sie stellen aber ausführlich die Entwicklung, Prinzipien und Anwendungen dieser Techniken an der oberen Extremität bei Patient*innen mit spastischer Lähmung der oberen Extremität dar und geben einen Überblick über eine Vielzahl von klinischen Ergebnissen. Eine Metaanalyse wurde von den Autor*innen nicht durchgeführt und aus den Übersichtstabellen wird nicht klar, um welche Patientenkohorten es sich gehandelt hat. Die Autor*innen diskutieren, dass eine Objektivierung und der Vergleich der Studien sehr schwierig bis nicht möglich waren. Dies sehen die Autor*innen zum einen auf Grund der nur groben Kategorisierungsmöglichkeit des

Muskeltonus. Außerdem werden die Neurektomien in der Regel mit anderen Maßnahmen wie Sehnenverlängerungen, Sehnentransfers oder Arthrolysen kombiniert, sodass die Ergebnisse nicht vergleichbar sind. Hinzu kommen extrem unterschiedliche Ausgangssituationen, welche die Bildung von homogenen Patientengruppen schwer möglich machen. Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse des Reviews, dass die hyperselektive Neurektomie die Spastizität reduziert, positive Effekte auf das passive und aktive Bewegungsausmaß haben kann und zur Schmerzreduktion führen kann. Die Muskelkraft wird nicht reduziert (573).

Bei korrekter Durchführung sind Komplikationen selten. Von Komplikationen wie Wundinfektionen, Hämatomen, transienten Hypästhesien, Dysästhesien und Parästhesien wurde in dem Review von Megerle & Gohritz (2024) (572) berichtet. Angaben über die Häufigkeit der Komplikationen wurde nicht publiziert.

Trotz der sehr positiven klinischen Ergebnisse wird die Technik der hyperselektiven Neurektomie aktuell nur an wenigen Kliniken durchgeführt (Praktikabilität aktuell eingeschränkt). Sicher wird der allgemeinen Entwicklung Rechnung tragend auch die Anzahl der Anbieter in Zukunft zunehmen.

Schlussfolgerung

In der Literatur gibt es aktuell keine Studie, die ausschließlich die isolierte hyperselektive Neurektomie der Ellenbogenflexoren bei Patient*innen mit USCP untersucht. In den vorhandenen Studien sind sehr inhomogene Patientengruppen eingeschlossen und entweder Begleitoperationen durchgeführt oder die Daten der hyperselektiven Neurektomie an verschiedenen Muskelgruppen gemeinsam betrachtet. Die Autor*innen der Leitlinie möchten jedoch aufgrund der sehr positiven Ergebnisse in der Literatur und der eigenen Erfahrung dennoch eine Expertenempfehlung aussprechen. Nach Abwägen von Nutzen und Schaden kann aus Sicht der Autor*innen der Leitlinie bei Patient*innen mit USCP eine hyperselektive Neurektomie der Ellenbogenflexoren beim Überwiegen der spastischen Komponente erwogen werden.

4.1.3.2 Pronationskontraktur

Hintergrund

Bei Patient*innen mit USCP wird bei der **Pronationsstellung des Unterarms** zwischen einer dynamischen und einer fixierten Kontraktur unterschieden. Die Pronationsstellung entsteht durch ein muskuläres Ungleichgewicht zu Gunsten des M. pronator teres und zu Ungunsten der Unterarmsupinatoren, in der Regel durch Spastik der Pronatoren und (relative) Schwäche der Supinatoren. Durch Verkürzung des M. pronator teres kann eine manifeste Kontraktur entstehen. Die Einschränkung der aktiven Supination führt zu einer eingeschränkten Handfunktion und Beeinträchtigung bei Aktivitäten des täglichen Lebens. Diese Deformität beeinträchtigt nicht nur die Sicht auf die Handfläche, sondern auch deren Gebrauchsfähigkeit und insbesondere die Ausführung bimanueller Tätigkeiten. Dadurch ist u.a. die Körperpflege erschwert; die Gefahr des Verlustes der Selbstständigkeit besteht. **Ziel** der operativen Therapie der Pronationskontraktur ist es, die Neutralstellung zu ermöglichen, damit die betroffene Hand zumindest als Hilfshand eingesetzt werden kann. Wenn möglich soll eine aktive Supination erreicht werden ((568), indirekt). Motorischen Fähigkeiten – wie Greifen und Halten - sollen erhalten oder verbessert werden und ein „learned non-use“ verhindert werden. Durch die Verbesserung der Supinationsbewegung soll die Selbstständigkeit bei der

Körperpflege, beim Essen und im Alltag ermöglicht werden. Ein wichtiges Ziel bei erwachsenen Patient*innen ist der Erhalt der Arbeitsfähigkeit.

Als **operative Therapie** steht zur Reduktion der Spastik die hyperselektive Neurektomie des M. pronator teres zur Verfügung. Bei diesem Verfahren werden gezielt einzelne motorische Nervenfasern direkt am Muskeleintritt durchtrennt (ca. 2/3 der diesen Muskel innervierenden Nervenfasern), um die Spastik und den gesteigerten Muskeltonus zu reduzieren. Wichtigste Grundlage ist die exakte Kenntnis der topographischen Anatomie der Muskelinnervation (572).

Zur Behandlung der Kontraktur sowie weiteren Tonus Reduktion stehen verschiedene Weichteileingriffe zur Verfügung, die letztlich alle die Pronatoren verlängern (M. pronator teres release, Myotomie des M. pronator quadratus) oder umlagern (Transposition des M. pronator teres auf den M. extensor carpi radialis brevis). Der M. pronator teres liefert 79 % des Pronationsdrehmoments ((574), Grundlagenstudie, gesunde Probanden, welche paralytisch wurden). Durch ein Release des Muskels wird der Großteil der deformierenden Drehmomentkraft eliminiert, was zu einer deutlichen Korrektur der Pronationsdeformität führt. Es ist wichtig, dass die Pronationskraft mit dem verbleibenden M. pronator quadratus angemessen erhalten bleibt ((575), USCP).

Die Empfehlungen 4.1.10 - 4.1.12 basieren auf der gleichen Evidenzzusammenfassung, sodass die Darlegung der Evidenz und das Evidence to Decision Framework zusammen diskutiert werden.

4.1.10	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patient*innen mit USCP und Pronationskontraktur sollte nach Ausschöpfung konservativer Therapiemaßnahmen zur Verbesserung der Funktionalität und zur Behandlung der Pronationsdeformität eine Operation angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Aktivität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Bunata (2006), Cobeljic´ et al. (2015), Helin et al. (2018), Kreulen et al. (2006)	
	Starker Konsens: 100%	

4.1.11	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und Pronationskontraktur kann eine hyperselektive Neurektomie des Pronator teres bei Überwiegen der spastischen Komponente erwogen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Helin et al. (2018)	
	Starker Konsens: 100%	

4.1.12	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP und Pronationskontraktur kann Evidenzbasiert keine Empfehlung bezüglich der zu wählenden OP-Technik gegeben werden	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Aktivität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Bunata (2006), Helin et al. (2018), Kreulen et al. (2006)(576)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 4 Suchergebnisse (4 NRSI), welche den Einschlusskriterien entsprachen ((577-579) (576), siehe Methodikbericht Kapitel A4.1.1- A4.1.3).

Bunata (2006) (577), Cobeljic´ et al. (2015) (578) und Kreulen et al. (2006) (576) führten Verlängerungen und / oder Verlagerungen des Muskel-Sehnen-Komplexes durch, während Helin et al. (2018) (579) die hyperselektive Neurektomie untersuchten. Insgesamt wurden 89 Patient*innen in einem Alter von 5 bis 41 Jahren und einem Follow-up von 1 bis 17,5 Jahren nach Eingriffen am Muskel-Sehnen-Komplex nachuntersucht. In die Studie von Helin et al. (2018) (579) wurden 22 Patient*innen mit einem Durchschnittsalter von 12 Jahren und einem Follow-up von durchschnittlich 33 Monaten eingeschlossen.

Auf der **Struktur-, Funktions- und Aktivitätsdomäne** wurden **hohe** bis **sehr hohe Effekte**

durch die **operativen Maßnahmen** erzielt. **Die Qualität der Evidenz** war auf Grund der geringen Anzahl von Studien, unterschiedlichen Endpunkten und geringer Qualität der Einzelstudien **niedrig bis sehr niedrig**.

Auf der **Funktionsebene** publizierte Bunata (2006) (577) eine sehr hohe Wirksamkeit der operativen Therapie mit einer Verbesserung der aktiven Supination um 66° (Cohens D: 2.7) bei niedriger Evidenz. Positiv zu erwähnen ist, dass in der Studie von Cobeljic' et al. (2015) (578) diese Effekte auf die Funktion im langen Follow-up positive Ergebnisse mit teilweisen sehr hohen Effekten (Tab. A4.1.3.4. aktive Supination ist nach 17.5 Jahren im Mittel noch um 75° verbessert, Verbesserung in 2 Funktions-Scores messbar) zeigte. In der Studie von Cobeljic' et al. (2015) (578) wurden 3 Techniken verglichen: die Verlagerung des M. pronator teres zum M. extensor carpi radialis brevis und die Umlenkung (Re-routing) des M. pronator teres mit oder ohne Myotomie des M. pronator quadratus. Cobeljic' et al. (2015) (578) empfehlen ausgehend von Ihren Ergebnissen die isolierte Umlenkung (Re-routing) des M. pronator teres und sehen sie als die wahrscheinlich wirksamste und einfachste Technik. Eine begleitende Myotomie des M. pronator quadratus führt nicht zu einer Verbesserung der Ergebnisse und erfordert einen zusätzlichen chirurgischen Eingriff. Die Aussagekraft ist jedoch durch eine Studie zu gering, um verallgemeinernde Empfehlungen zu treffen. Singh et al. (2020) (575), welcher bei 15 Patient*innen mit USCP in einer ergänzenden Studie (wurde nicht durch die systematische Recherche gefunden) die Wirksamkeit der Verlagerung des M. pronator teres auf den M. extensor carpi radialis brevis bei Pronations- und Handgelenkskontrakturen untersucht hat, macht in seiner Diskussion darauf aufmerksam, dass die Patient*innen/ Patienten-angehörigen über den möglichen Verlust der aktiven Pronation aufgeklärt werden sollten. Bei einem kurzen Follow-up von nur 6 Monaten war dies bei im Mittel 17° ($\pm 7,6^\circ$, range 10° bis 36°). Die Kräftigung des verbleibenden M. pronator quadratus ist deshalb sehr wichtig. Auch nach längerer postoperativer Zeit bleibt die Reduktion der Bewegungsamplitude der aktiven Pronation bestehen (577, 578). Da jedoch aktive Bewegungsamplituden von 50,5° ($\pm 15,3^\circ$, range 15° bis 80°, (577) respektive im Mittel 83° (range 40° bis 90°, (578)) bei den Patient*innen erreicht wurden, sehen wir dies als nicht problematisch an.

Die Studie zur **hyperselektiven Neurektomie** (Helin et al. 2018) (579) des M. pronator teres zeigte bei den Patient*innen eine Verbesserung auf der Funktions- und Aktivitätsebene (Qualität der Evidenz: sehr niedrig). Die postoperative aktive Supination war in der Studie von Helin et al. (2018) (579) geringer als die publizierten Ergebnisse der unterschiedlichen Operationen am Sehnen-Muskel-Komplex von Bunata (2006) (577) und Cobeljic' et al. (2015) (578). Weitere Studien zur Wirksamkeit der hyperselektiven Neurektomie sind notwendig, um die positiven Ergebnisse zu überprüfen und auch Informationen über Langzeitergebnisse zu erhalten. Die Technik der hyperselektiven Neurektomie wird aktuell nur an wenigen Kliniken durchgeführt (Praktikabilität aktuell eingeschränkt). Die möglichen unerwünschten Ereignisse sind die üblichen möglichen Operationskomplikationen ((572), indirekt gemischte Kohorte, ergänzende Literatur). Bei den Patient*innen von Bunata (2006) (577) und Cobeljic' et al. (2015) (578) sind keine Komplikationen aufgetreten (Tab. A4.1.3.4)

Auf Grund der niedrigen Evidenzlage kann man aktuell keiner operativen Therapie den Vorzug geben. Zu dieser Zusammenfassung kommt auch ein systematisches Review von DeLepeleere et al. (2023, (548) indirekt).

In Übereinstimmung mit Cobeljic' et al. (2015) (578) geben die Autor*innen dieser Leitlinie keine Altersbeschränkung für die Operation an, da alle Altersgruppen von ähnlichen Verbesserungen des Bewegungsumfangs und der Funktion der oberen Gliedmaßen zu

profitieren scheinen.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse der Weichteiloperationen sehr hohe Effekte auf die Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen und auch im Langzeitverlauf eine sehr hohe Wirksamkeit auf die Funktion und Aktivität bei keinen berichteten unerwünschten Ereignissen. Die Empfehlungsstärke B wurde angeboten, da die Evidenzlage nach Grade aktuell noch nicht ausreicht, eine stärkere Empfehlung abzugeben. Die Evidenz zur hyperselektiven Neurektomie ist sehr gering, sodass die Autor*innen dieser Leitlinie für diese Therapie eine offene Empfehlung aussprechen.

4.1.3.3 Beugstellung des Handgelenkes

4.1.3.3.1 Sehnentranspositionen Beugstellung des Handgelenks

Hintergrund

Die häufig anzutreffende **Beugstellung des Handgelenkes** ist Folge der Spastizität der Handgelenkflexoren, wobei der M. flexor carpi ulnaris eine zentrale Rolle spielt. Eine aktive Extension im Handgelenk wird aufgrund dieser beugeseitigen Spastizität be-/verhindert, zudem kommt eine Schwäche und Überdehnung der Handgelenksextensoren und ggf. eine Gelenkkontraktur vor. Die Greiffunktion und Greifkraft wird dadurch reduziert ((568), *indirekt*). Das Ziel der Therapie ist die Verbesserung der Handgelenkstellung und das Nutzen der Hand als Hilfshand.

Als operative Therapien stehen Weichteiloperationen und Arthrodesen zur Verfügung.

Die Empfehlungen 4.1.13 - 4.1.15 basieren auf der gleichen Evidenzzusammenfassung (siehe Methodikbericht Tab. A4.1.3.1, sodass die Darlegung der Evidenz und das Evidence to Decision Framework zusammen diskutiert wird.

4.1.13	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und Beugstellung im Handgelenk kann die operative Therapie am Handgelenk zur Verbesserung der Handstellung erwogen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Aktivität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Van Munster et al. (2007, Review), van Heest et al. (2008), van Heest et al. (2015)	
	Konsens: 94%	

4.1.14	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP, Flexionsstellung des Handgelenks und Parese der Handgelenksextensoren können zur Verbesserung der Handgelenksextension Sehnentranspositionen erwogen werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Van Heest et al. (2008)	
	Starker Konsens: 100%	

4.1.15	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und Spastik der Handgelenkflexoren sowie Schwäche der Handgelenksextensoren kann eine Sehnentransposition der Flexor carpi ulnaris Sehne auf die Extensor carpi radialis brevis Sehne angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Aktivität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Patientenzufriedenheit: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Van Heest et al. (2015)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 2 Suchergebnisse (1 RCT, 1 NRSI), welche den Einschlusskriterien entsprachen (553, 554). Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein konnte n = 1 systematisches Review (580) genutzt werden.

Das Ziel dieser Übersichtsarbeit von van Munster et al. (2007) (580) (indirekt CP) war die Evidenz über die Auswirkungen der Operation der spastischen Hand bei Kindern mit Cerebralparese auf die Funktion und Muskelkoordination zu überprüfen. Sie untersuchten die

Datenbanken Medline, Embase und Biological Abstracts in einem Zeitraum von 1966 bis Juni 2006 nach Literatur.

Die Recherche ergab 8 Studien über die Auswirkungen der Operation auf das funktionelle Ergebnis und 3 Studien über die Auswirkung der Operation auf die Muskelkoordination. Die Heterogenität der Ergebnismessungen schloss die Durchführung einer Metaanalyse aus. Die Studien ergaben - bei niedriger Evidenz, dass - auf der Ebene der Beeinträchtigung – ein chirurgischer Eingriff positive Wirkung auf die Supination und Dorsalflexion des Handgelenks hat (**Strukturebene**).

Auf der **Funktions-** und **Aktivitätsebene** deuten die Ergebnisse des Reviews von van Munster et al. (2007) (580), indirekt CP) darauf hin, dass ein chirurgischer Eingriff die Greifstrategie verbessern und zu einer Erweiterung des Greifrepertoires und des spontanen Einsatzes der Hand führen kann, ohne die Geschicklichkeit und die Ausführung von Aktivitäten des täglichen Lebens zu beeinträchtigen. Die Studien zur Muskelkoordination lieferten keine schlüssigen Ergebnisse. Ob die vermeintlich bessere Handfunktion das Ergebnis einer besseren Positionierung der Hand und der Finger oder einer durch den Sehnentransfer induzierten Veränderung der Muskelkoordination ist, bleibt unklar.

Auf Grund dieser offenen Fragestellung führten van Munster et al. (2009) (581) indirekt CP) eine Pilotstudie durch. Auf Grund der geringen Teilnehmerzahl ($n = 3$) wurde die Studie nicht in die Summary of Findings-Tabelle aufgenommen. Die Studie gibt aber gute methodische Hinweise und erste Erkenntnisse für weiterführende Studien. Die operierte Hand zeigte bei allen 3 Teilnehmern nach 3 bis 12 Monaten postoperativ eine Verbesserung der Handstellung und Bewegungsqualität von Handgelenk und Fingern. Die EMG-Daten zeigten, dass die Operation keinen Einfluss auf die Rate der isolierten oder gemeinsamen Muskelrekrutierung, die Hauptantriebskraft (nature of prime power) oder die Latenzzeiten haben. Sie beeinflusste jedoch die Reihenfolge der Muskelrekrutierung: Die atypische EBF-Rekrutierung sank von 55 % vor der Operation auf 30 %, 10 %, und 10 % 3, 6 bzw. 12 Monate nach der Operation (Friedman: $p = 0,04$). Die Ergebnisse dieser Pilotstudie legen nahe, dass die Operation der spastischen Hand nicht nur zu einer verbesserten Handstellung, sondern auch eine bessere Qualität der Handgelenk- und Fingerbewegungen und eine Reduktion der atypischen Rekrutierung der Armmuskeln führt. Letzteres könnte darauf hinweisen, dass eine verbesserte Handhaltung die Fähigkeit einer Person verbessern kann, eine effizientere Strategie aus dem motorischen Repertoire auszuwählen. Weitere Untersuchungen zu den funktionellen Folgen der Operation der spastischen Hand wurde von van Munster empfohlen; mit der Thematik der Verbesserung der Handstellung bei Beugestellung im Handgelenk bei Patient*innen mit USCP beschäftigten sich in den folgenden Jahren nur wenige. Die Ergebnisse von van Heest et al. (2008) (553) und van Heest et al. (2015) (554) sind in der Evidenzzusammenfassung Tabelle A4.1.3.1 zusammengefasst (Kapitel SEMLS obere Extremität zu finden). In Ergänzung zu diesen – bei der systematischen Recherche gefunden Studien - möchten wir aus der gleichen Arbeitsgruppe die Ergebnisse von einer aktuellen Studie von Hutchinson et al. (2025) (582) erwähnen. Die langfristige Nachbeobachtung des Transfers von der Flexor-carpi-ulnaris- zur Extensor-carpi-radialis-brevis-Sehne zeigt bei Patient*innen mit USCP, dass die Ergebnisse zwar unterschiedlich, aber aus Sicht der Patient*innen immer günstig sind. Die Autor*innen sind in Übereinstimmung mit Autor*innen anderer Studien der Ansicht, dass der Grad der Spastizität des übertragenen Muskels für die Variabilität der Handgelenkspositionen in den Langzeitergebnissen verantwortlich ist.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend gibt es zwar einige Studien, welche die Verbesserung der Struktur und Funktion zeigen, aber das Niveau der Studien ist nicht ausreichend, um einen stärkeren Empfehlungsgrad auszusprechen. Weitere Studien, welche neben einem guten Studiendesign patientenrelevante Outcomes in den Domänen Struktur, Funktion, Aktivität und Partizipation beinhalten und auch die Komplikationen mit erfassen sind notwendig. Die Erfahrungsexpert*innen erwähnen eine größere Patientenzufriedenheit nach einer Sehnentransposition im Vergleich zu Behandlungen mit Botulinumtoxin.

Perspektivisch sollte der Frage nachgegangen werden, ob Stereognose und Kognition die Wirkung der Operation auf das Ergebnis beeinflussen.

4.1.3.3.2 Hyperselektive Neurektomie Beugestellung des Handgelenks

Hintergrund

Bei Patient*innen mit USCP liegt häufig eine Spastik der Handgelenkflexoren, insbesondere des M. flexor carpi ulnaris, vor. Liegt noch keine fixierte Beugestellung des Handgelenkes vor, kann diese Spastik durch eine hyperselektive Neurektomie des M. flexor carpi ulnaris dauerhaft reduziert werden. Damit kann optimalerweise einer späteren Beugestellung vorgebeugt werden. Bei diesem Verfahren (siehe auch Kapitel 4.1.3.1 Abb. 13) werden gezielt einzelne motorische Nervenfasern direkt am Muskeleintritt durchtrennt (ca. 2/3 der diesen Muskel innervierenden Nervenfasern), um die Spastik und den gesteigerten Muskeltonus zu reduzieren. Wichtigste Grundlage ist die exakte Kenntnis der topographischen Anatomie der Muskelninnervation (572).

4.1.16	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Flexionsstellung des Handgelenks kann eine hyperselektive Neurektomie der Handgelenkflexoren bei Überwiegen der spastischen Komponente angeboten werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 0 Suchergebnisse, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurde n = 0 systematisches Review gefunden.

Da keine direkte Literatur zur hyperselektiven Neurektomie bei Patient*innen mit Flexionsstellung des Handgelenks bei USCP bei der systematischen Recherche gefunden wurde und die indirekte Evidenzlage auch bei ergänzender selektiver Recherche (Helin et al. (2018, USCP Patienten aber anderes Gelenk, Gras & Leclercq 2017 (573), andere Pathologie+ nur 7 hyperselektive Neurektomien am Handgelenk, Megerle & Gohritz (2024) (572), indirekt gemischte Kohorte mit spastischer Lähmung) sehr gering ist können wir aktuell keine evidenzbasierte Empfehlung aussprechen. Megerle & Gohritz (2024) (572) sprechen in Ihrer Diskussion aus, dass die hyperselektive Neurektomie bei entsprechender Kompetenz in allen Domänen positive Effekte erzielen können. Zukünftige Studien sollten die hyperselektive

Neurektomie an homogenen Patientengruppen mit klar definierten Ergebnisparametern untersuchen.

Schlussfolgerung

Auf Grund der bisherigen Evidenzlage geben die Autor*innen dieser Leitlinie zum aktuellen Zeitpunkt die Expertenempfehlungen ab, dass eine hyperselektive Neurektomie der Handgelenkflexoren bei Überwiegen der spastischen Komponente bei Patient*innen mit USCP und Flexionsstellung des Handgelenks erwogen werden kann.

4.1.3.3 Schwere Handgelenkskontrakturen

Hintergrund

Bei **schweren spastischen Handgelenkskontrakturen** sind Weichteilverfahren allein nicht mehr in der Lage, die gewünschte Korrektur zu erreichen oder aufrechtzuerhalten. Bei diesen Patient*innen ist die Handgelenksarthrodese eine Option, mit der die Hand in einer funktionelleren Position für die Hygiene, das Anlegen von Kleidung und allgemeiner Körperpflege stabilisiert wird.

4.1.17	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und ausgeprägten Flexionskontrakturen des Handgelenkes kann bei abgeschlossenem Wachstum eine Handgelenksarthrodese angeboten werden.	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 0 Suchergebnisse, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurde n = 0 systematisches Review gefunden.

Eine neu publizierte Studie von Cain et al. (2024) (583) (indirekt CP) wurde von den Autor*innen dieser Leitlinie als Ergänzungsliteratur hinzugezogen. Cain et al. (2024) (583) untersuchte 23 Patient*innen unterschiedlicher CP-Typen, wovon 74 % bei einer prospektiven Umfrage teilnahmen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Artikels war bei keinem Patient*innen eine Materialentfernung erforderlich, und kein Patient erlitt während des langen postoperativen Zeitraums eine postoperative Mittelhand- oder andere Fraktur.

Es wurde 1 Komplikation bei einem USCP-Patient*innen verzeichnet, bei welchem eine weitere Operation notwendig war. Ansonsten zeigten die 8 USCP - Patient*innen, welche an der Umfrage teilnahmen, gute (VAS Funktion: 8, VAS Hygiene: 8.1) bis sehr gute Ergebnisse (VAS Zufriedenheit: 10, VAS Kosmetik: 9.6).

Schlussfolgerung

Auf Grund der bisherigen Evidenzlage geben die Autor*innen dieser Leitlinie zum aktuellen Zeitpunkt die Expertenempfehlungen ab, dass bei Patient*innen mit USCP, ausgeprägter Flexionskontraktur und abgeschlossenem Wachstum eine Handgelenksarthrodese erwogen werden kann.

4.1.3.4 Thumb-in-palm Deformität

Hintergrund

Dem Daumen kommt an der Hand eine besonders wichtige Bedeutung zu. Durch die Oppositionsbewegung des Daumens wird das kraftvolle und präzise Greifen von kleinen und großen Gegenständen, mittels Daumen und Zeigefinger, wie der Pinzettengriff ermöglicht. Fehlstellungen oder Funktionseinschränkungen des Daumens beeinträchtigen die Handfunktion entsprechend erheblich. Bei Patient*innen mit USCP ist die sog. Thumb-in-palm Deformität die häufigste Fehlstellung des Daumens. Die Thumb-in-palm Deformität (Daumen-Adduktions-Flexions-Stellung) entsteht primär in Folge eines gesteigerten Tonus, einer Spastizität oder einer Kontraktur entweder der intrinsischen Handmuskulatur (M. adductor pollicis), der extrinsischen Handmuskulatur (M. flexor pollicis) oder einer Kombination aus beiden. Zudem kann eine (konsekutive) Schwäche der Antagonisten (M. abductor pollicis, M. extensor pollicis longus longus) die Funktionseinschränkung verstärken. Unbehandelt kommt es im Verlauf auch zu Kontrakturen der Haut. Eine eventuelle Instabilität des Daumengrundgelenkes in Beuge- oder Streckstellung- vermehrt die Komplexität der Deformität. Funktionell bringt die Thumb-in-palm Deformität damit 2 wichtige Einschränkungen mit sich: (1) Die Beeinträchtigung des Faustschlusses, aufgrund der Position des Daumens in der Handfläche während der Faustbewegung und (2) die Unfähigkeit, den Daumen beim Öffnen der Hand abduzieren zu können und damit Gegenstände greifen zu können (584). **Ziel** einer operativen Therapie ist die Verbesserung der Greifkraft und –funktion ((568), indirekt CP). Eine operative Therapie soll die Daumenstellung gezielt in Richtung Opposition und Abduktion verbessern, um den Daumen aus der Handfläche herauszuführen. Zudem sollte für eine langfristig erfolgreiche Therapie das Gleichgewicht zwischen Flexoren und Extensoren sowie Adduktoren und Abduktoren wiederhergestellt werden. Dies erfolgt über Verlängerung der kontrakten Muskelgruppen, ggf. hyperselektive Neurektomien der spastischen Muskulatur, ggf. Sehnentranspositionen zur Wiederherstellung der Funktion von paretischen Muskelgruppen und ggf. einer Gelenkversteifung in Funktionsstellung.

4.1.18	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und Thumb- in-palm Deformität kann nach Ausschöpfung der konservativen Maßnahmen eine operative Therapie zur Verbesserung der Daumenposition und Funktion angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Gesamtqualität: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Smeulders et al. (2005) Cochrane Review	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab $n = 0$ Suchergebnisse. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden $n = 1$ systematisches Review gefunden. Die Suchstrategie ist im Anhang unter PICO- Frage 4.1.1.3 dargestellt.

Ergänzend wurden die Quellen von *Davids et al. (2009) (585)* und *Alewynse et al. (2015) (586)* genutzt.

Das Ziel des Cochrane Reviews von Smeulders et al. (2005) (587) (indirekt CP) war die Überprüfung der Wirksamkeit von chirurgischen Eingriffen zur Behandlung der Thumb-in-palm Deformität bei Patient*innen mit spastischer Cerebralparese, da eine Vielzahl von unterschiedlichen operativen Verfahren genutzt werden und es keinen Konsensus über die chirurgische Behandlung der Thumb-in-palm Deformität gibt. Die Quelle wird in dieser Leitlinie als indirekte Literatur genutzt.

Die Autor*innen hatten weiterhin das Ziel die Auswahlkriterien für die chirurgische Behandlung zu überprüfen und zu klären, welche Endpunkte (Outcomes) durch eine operative Therapie erreicht werden sollen. Für das systematische Review von Smeulders et al. (2005) (587) wurden die Datenbanken ab 1966 bis Dezember 2004 durchsucht (MEDLINE, EMBASE, CINAHL, Cochrane Central Register of Controlled Trials) und durch händische Suche in den Referenzlisten ergänzt. Trotzdem wurden nach den Ein- und Ausschlusskriterien nur 14 prospektive Studien identifiziert, die prä- und postoperative Ergebnisse verglichen und in diese Übersichtsarbeit aufgenommen werden konnten. Letztlich wurden aber nur 9 Studien näher analysiert. Die 9 eingeschlossenen Studien behandelten 234 Patient*innen. Das Alter bei der Operation reichte von 4 bis 48 Jahren (Median etwa 11 Jahre). Es wurden vierundzwanzig verschiedene Eingriffe durchgeführt, die darauf abzielten, 1) das Daumengrundgelenk zu stabilisieren, 2) die spastischen Daumenadduktoren zu schwächen und 3) die Abduktion und Extension des Daumens zu verstärken. In allen eingeschlossenen Studien wurde untersucht, ob der Daumen bei der Nachuntersuchung aus der Handfläche herausgetreten war (klinisch relevanter Endpunkt, Struktur). Zusätzliche Endpunkte variierten zwischen den Studien. Es gab keinen Konsens über die Auswahlkriterien für die Eignung zur chirurgischen Behandlung. Es gab keine standardisierte Methode zur Auswertung der prä- und postoperativen Daten. Es war deshalb nicht möglich, die Ergebnisse der einzelnen Studien quantitativ zu vergleichen. Ein Urteil über die Wirksamkeit eines bestimmten chirurgischen Eingriffs war nicht möglich, da in den meisten Studien verschiedene chirurgische Eingriffe und Ko-Interventionen verwendet wurden.

Dennoch wurde das Ergebnis der chirurgischen Behandlung der Thumb-in-palm-Deformität im Allgemeinen sowohl von den Patient*innen als auch von den Chirurgen in allen Studien als zufriedenstellend beurteilt. Auf Grund der geringen Qualität der Einzelstudien und der Heterogenität zwischen den Studien haben wir die Gesamtqualität der Evidenz als niedrig eingestuft.

Von der gleichen Arbeitsgruppe wurde 2015 eine nicht-randomisierte Interventionsstudie publiziert (586) (USCP), welche die Thumb-in-palm Deformität in 4 Gruppen nach Tonkin et al. (2008) (588) (indirekt CP) aufteilte. Die Studie wurde nicht bei der systematischen Recherche gefunden, da die im Konsensus definierten Suchwörter dieser Leitlinie weder im Titel, bei den Keywords, noch im Abstrakt vorkamen. Der Artikel wird deshalb auch nur als ergänzende Literaturquelle genutzt. Das Ziel der Studie war die Erfolgsrate der operativen

Therapie der Thumb-in-palm Deformität nach 1 und nach 5 Jahren zu analysieren. Die Autor*innen untersuchten dafür 39 Patient*innen mit USCP mit dem am meisten vorkommenden Typ I nach Tonkin et al. (2008) (588) der Thumb-in-palm Deformität. Dieser Typus hat nur eine Adduktionskontraktur des Daumengrundgelenks mit oder ohne Instabilität des Gelenks. Die chirurgische Korrektur der Thumb-in-palm-Deformität Typ I hatte eine hohe klinische Erfolgsrate und hohe langfristige Patientenzufriedenheit. Allerdings war die Daumenstellung bei 29 % der Patient*innen zwischen der Kurzzeit- und der Langzeitbeobachtung schlechter. Daraus kann geschlossen werden, dass die chirurgische Korrektur der Thumb-in-palm Deformität eine hohe klinische Erfolgsrate hat, aber es sollte – in der Therapie und der Patientenaufklärung - berücksichtigt werden, dass das Ergebnis (etwa 1 Jahr) nach der Operation nicht als endgültig angesehen werden kann.

Die ebenfalls ergänzende Studie von Davids et al. (2009) (585) (USCP) führte eine retrospektive Fallserie durch, bestehend aus 33 Kindern mit USCP, die zwischen 1998 und 2006 eine chirurgische Operation zur Verbesserung der Daumenstellung erhielten und postoperativ nach einem Follow- up von im Mittel 2 Jahren und 2 Monaten untersucht wurden. Ein optimales Ergebnis wurde für die Daumenstellung in Ruhe häufiger erreicht (82 % der Fälle) als für die dynamische / aktive Daumenstellung (61 % der Fälle). Es zeigte sich nur eine geringe Korrelation zwischen dem spontanen Gebrauch der betroffenen Extremität vor der Operation und den postoperativen Veränderungen der dynamischen Ausrichtung des Daumens (Pearson-Korrelationskoeffizient 0,16, $p = 0,39$). Die Autor*innen der Studie interpretieren, dass die Stellung des Daumens in Ruhe kein guter Prädiktor für die dynamische Funktion und das Verbesserungspotential durch einen operativen Eingriff darstellt. Verbesserungen sowohl der Daumenstellung in Ruhe als auch der dynamischen Ausrichtung des Daumens wurden aber unabhängig von der Schwere der Pathologie durch die operative Therapie (bestehend aus Muskel- Release, Sehnentransposition und Stabilisierung des Daumengrundgelenks) erreicht.

Schlussfolgerung

Sowohl das systematische Review als auch die ergänzenden Studien zeigen Verbesserungen in der Struktur und Funktion nach operativer Korrektur der Thumb-in-palm Deformität. Der Einfluss auf Aktivität und Partizipation sowie mögliche Komplikationen wurden bislang nicht systematisch aufgearbeitet. Entsprechend beschränken sich die Autor*innen der Leitlinie auf eine kann Empfehlung zur Verbesserung von Struktur und Funktion. Die Klassifikation der Thumb-in-palm Pathologie – wie es Alewijnse et al. (2015) (586) USCP) gemacht haben - ist nicht nur wichtig für ein gutes Studiendesign, sondern auch für die Wahl der Kombination der operativen Eingriffe.

4.1.3.4.1 „Verlängerung der Daumenadduktoren und Verlagerung der Extensor pollicis longus Sehne“

Hintergrund

Die spezielle Kombination der Eingriffe „Verlängerung der Daumenadduktoren“ und „Verlagerung der Extensor pollicis longus Sehne“ wurde bei Patient*innen mit USCP und Thumb-in-palm Deformität im Rahmen einer SEMLS- durchgeführt und systematisch nachuntersucht (554), weshalb die Autor*innen dieser Leitlinie für diese spezielle Eingriffskombination bei Patient*innen mit USCP und Spastik der Daumenadduktoren und

Schwäche der Daumenextensoren (Thumb-in-palm Deformität Tonkin Typ 1) eine konkrete evidenzbasierte Empfehlung abgeben können.

4.1.19	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und einer Spastik der Daumenadduktoren und Schwäche der Daumenextensoren kann eine operative Verlagerung der Extensor pollicis longus Sehne kombiniert mit einer Verlängerung der Daumenadduktoren zur Verbesserung der Griffkraft im Zweipunktgriff angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Funktion: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Partizipation: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Patientenzufriedenheit: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Van Heest et al. (2015)	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 1 Suchergebnisse (1 RCT), welche als Evidenz zur Empfehlung 4.1.19 genutzt werden konnte (554).

Die Studie verglich die Ergebnisse einer operativen Mehretagenkorrektur (n = 16) auf Grund von multiplen Fehlstellungen (Pronation, Unterarm, Handgelenk und Finger) mit 2 konservativen Therapien namentlich: Botulinum-Toxin-Injektionen (n = 9) und ergotherapeutische Therapie (n = 9) nach einem standardisierten Protokoll. Eine ausführliche Beschreibung der Studie ist in der Tab. A4.1.2.1 (S. 3. Der Tabelle) zu finden, die wichtigsten Endpunkte sind in der Summary of Findings-Tabelle A4.1.3.1 zusammengefasst.

Die Ergebnisse zeigen eine signifikant größere Zunahme der mittleren Griffkraft der betroffenen Hand in der Gruppe 1 (operative Therapie) und Gruppe 3 („reguläre Therapie“ / ergotherapeutische Therapie) im Vergleich zu Gruppe 2 (Gruppe Botulinum-Toxin) (p = 0,004). Gruppe 1 hatte eine mittlere Zunahme der Griffkraft von 0,7 kg und Gruppe 3 eine mittlere Zunahme von 0,4 kg. Gruppe 2 hatte eine mittlere Abnahme der Griffkraft von 0,6 kg. Die Autor*innen dieser Leitlinie sehen deutliche Schwächen im Studiendesign beim Vergleich der 3 Interventionsgruppen. Entsprechend wurde nur eine Empfehlung für die operative Therapie, jedoch nicht die Überlegenheit gegenüber der Therapie mit Botulinumtoxininjektion in den M.

adductor pollicis in die Empfehlung aufgenommen.

Die Autor*innen publizierten keine unerwünschten Effekte.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend möchten die Autor*innen dieser Studie auf Grund der deutlichen Verbesserung der Griffkraft eine Empfehlung für eine operative Verlagerung der Extensor pollicis longus Sehne kombiniert mit einer Verlängerung der Daumenadduktoren zur Verbesserung der Griffkraft im Zweipunktgriff bei Patient*innen mit USCP und einer Spastik der Daumenadduktoren kombiniert mit einer Schwäche der Daumenextensoren aussprechen. Auf Grund der geringen Evidenzstärke mit geringen Fallzahlen wurde die Empfehlung als kann-Empfehlung beschlossen.

4.1.3.5 Fingerbeugehaltung

Hintergrund

Bei Patient*innen mit Cerebralparese können Spastik und Steifheit der Finger und des Daumens maßgeblich zu funktionellen Einschränkungen beitragen, indem sie die gezielte Kontrolle über Greifen und Loslassen erschweren.

Abhängig von dem gesteigerten Muskeltonus, der Spastizität, den Kontrakturen und Paresen oder Pseudoparalysen kommen bei Patient*innen mit USCP verschiedene Deformitäten an den Fingern vor. Typisch ist eine Beugestellung der Finger, die durch eine Tonuserhöhung und / oder Spastizität der extrinsischen Fingerflexoren (M. flexor digitorum profundus und flexor digitorum superficialis) entsteht. Bei der Untersuchung ist zu beachten, dass diese Muskelgruppen auch das Handgelenk beugen. Kombiniert oder einzeln können die intrinsischen Handmuskeln (Mm. lumbricales, Mm. interossei dorsales und palmares, M. flexor pollicis brevis, M. extensor pollicis brevis) Tonusveränderungen (erhöht oder erniedrigt), Spastizität und Kontrakturen aufweisen. Hierdurch kann eine Vielzahl unterschiedlicher Fehlstellungen (Schwanenhalsdeformität, Knopflochdeformität, Intrinsic-Plus-Stellung, Intrinsic-Minus-Stellung) resultieren. Eine gründliche Untersuchung der aktiven und passiven Beweglichkeit der einzelnen Fingergelenke in Handgelenkflexion, -neutralstellung und -extension, sowie in Grundgelenkflexion und -extension ist unerlässlich, um die möglichen Fehlstellungen und deren Ursachen korrekt zu erkennen. Eine ausführliche Beschreibung der Behandlungen am Handgelenk bei Patient*innen mit Cerebralparese hat Carlson et al. (2006)(584) publiziert.

Aufgrund der Heterogenität der Ursachen der o.g. Fehlstellungen und fehlender Evidenz für jede einzelne Konstellation an Veränderungen der Muskeleigenschaften beschränkten sich die Autor*innen dieser Leitlinie auf die Beugehaltung der Finger verursacht durch die extrinsische Handmuskulatur. Für Deformitäten, deren Ursache in der intrinsischen Handmuskulatur liegen, gelten jedoch die gleichen Grundprinzipien: Verlängerung der verkürzten Muskelgruppen, Reduktion der Spastik, Kräftigung der paretischen Muskulatur, Stabilisierung instabiler Gelenke.

Resultiert die Beugehaltung der Finger aus einer Verkürzung der extrinsischen Fingermuskulatur, kommt eine partielle Verlängerung der betroffenen Muskeln (M. flexor digitorum superficialis, M. flexor digitorum profundus, M. flexor pollicis longus) als operative Therapie in Betracht. Eine maximale Verlängerung der Langfingerbeuger kann mittels STP

(Superficialis to Profundus) - Prozedur erreicht werden. Dabei werden die Sehnen des M. flexor digitorum superficialis weit distal durchtrennt und mit der jeweils zum gleichen Finger gehörenden weit proximal durchtrennten distalen Sehne des M. flexor digitorum profundus vernäht. Der M. flexor digitorum superficialis dient dann als Motor und die Funktion der Sehnen (isolierte Beugung im PIP Gelenk) wird geopfert.

4.1.20	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0 ⇔	Bei Patient*innen mit USCP und Beugehaltung der Finger können nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemaßnahmen Sehnen- / Muskelverlängerungen der Fingerflexoren zur Verbesserung von Funktion und Aktivität angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Aktivität: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Matsuo et al. (2001)	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 0 Suchergebnisse. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Die Publikation von Matsuo et al. (2001) (589) wurde durch Handsuche in den Referenzlisten gefunden.

Matsuo et al. (2001) (589) (indirekt > 50% USCP) publizierte eine NRSI-Studie, bei welcher die prä- und postoperativen Daten von 26 Patient*innen und 27 operierten Händen, für die Untersuchung zur Verfügung standen. Über 50% der eingeschlossenen Patient*innen waren Patient*innen mit USCP. Im Gegensatz zu anderen Arbeitsgruppen untersuchte und operierte die Arbeitsgruppe von Matsuo et al. (2001) (589) auch Patient*innen mit geringer Intelligenz (IQ <70%), instabilem Verhalten und Sehschwäche.

Greifen, Halten und Loslassen wurde mit 5 Bällen und 5 Zylindern mit abgestufter Größe (0,5, 1, 3, 5 und 8 cm) untersucht. Die Fähigkeit zum Greifen und Loslassen jeder Kugel- und Zylindergröße wurde mit einem Punkt bewertet und der Gesamt-Score prä- und postoperativ verglichen. Dieser Wert wurde von Matsuo et al. (2001) (589) als Object Handling Score bezeichnet. Eine Verbesserung der Bewertung der Objekthandhabung wurde bei allen 27 behandelten und bewerteten Händen erreicht. Der Score wurde von 6,2 Punkten vor der Operation auf 8,7 Punkte nach der Operation signifikant verbessert. Nach der modifizierten Klassifikation von Zancolli et al. (1983) (556), siehe Kap. 2.3.2.3 Klassifikationssystem für die obere Extremität) wurde bei 25 von 27 Händen eine Verbesserung um mehr als eine Stufe festgestellt, was ebenfalls die Verbesserung der Funktion zeigt.

Die Verbesserung der Aktivitäten des täglichen Lebens wurde mit dem House-Score bewertet.

Die Fähigkeit zur Durchführung jeder Aktivität wurde mit einem Punkt bewertet, und die Gesamtpunktzahl von 0 bis 10 Punkte wurde als Wert für die Aktivitäten des täglichen Lebens bezeichnet. Der Wert für die Aktivitäten des täglichen Lebens betrug im Durchschnitt 5,8 vor und 8,2 nach der Operation, was ebenfalls eine signifikante Verbesserung bedeutet.

In der Studie wurde von keinen unerwünschten Ereignissen berichtet.

Schlussfolgerung

Auf Grund der bisherigen geringen Evidenzlage, jedoch klarer positiver eigener Erfahrung, geben die Autor*innen dieser Leitlinie zum aktuellen Zeitpunkt eine offene Empfehlung ab, dass bei Patient*innen mit USCP und Beugehaltung der Finger nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemaßnahmen Sehnen- / Muskelverlängerungen der Fingerflexoren zur Verbesserung von Funktion und Aktivität angeboten werden können.

4.2 Untere Extremität

PICO-Frage: *Welche operativen Maßnahmen an der unteren Extremität führen zu einer Verbesserung der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP?*

4.2.1 Single-Event-Multilevel-Surgery

Hintergrund

SEMLS an den unteren Extremitäten bedeutet, dass operative Eingriffe auf mehreren Ebenen (Leveln) des Beines in einer Operation durchgeführt werden, wie beispielsweise an der Hüfte, dem Knie, dem Knöchel oder Fuß. Dies können knöcherne oder weichteilige Operationen sein.

SEMLS führt daher durch die Kombination von Eingriffen auf mehreren Leveln zu weniger Operationen insgesamt und reduziert die postoperative Regenerations- und Rehabilitationszeit (590). In der klinischen Praxis wird in Deutschland häufig der Begriff Mehretagen-Operation genutzt.

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Frage, ob Mehretagen-Operationen bei Patient*innen mit USCP und Gangpathologien zu einer globalen Verbesserung des Gehens sowie zur Verbesserung der Aktivität und Partizipation führen. Die strukturellen und funktionellen Verbesserungen auf den unterschiedlichen Ebenen (lokale Verbesserung) der unteren Extremität werden bei den einzelnen Pathologien besprochen.

4.2.1	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP, bei denen operative Korrekturen von Gangpathologien auf mehreren Ebenen indiziert sind, sollten diese gemeinsam korrigiert werden im Sinne einer „single event multilevel surgery“ (SEMLS)	
Qualität der Evidenz:		
Globale Gangverbesserung: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Patientenzufriedenheit Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Dobson et al. (2005), Park et al. (2009), Rutz et al. (2012), Schranz et al. (2017)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 4 Suchergebnisse (4 NRSI), welche den Einschlusskriterien entsprachen (555) (590-592).

Eine Studie betrachtete sowohl die Sorgen der Eltern vor einer SEMLS als auch die postoperative Zufriedenheit (591). Diese Studienergebnisse finden sich in der Evidenztabelle Tab. A4.2.2.1. Die für die Evidenzzusammenfassung geeigneten Studien umfassten 114 Patient*innen im Alter von 3 - 18 Jahren (Mittelwert 11,0 ± 1,6 J.) und einem mittleren postoperativen Follow-up von 5,9 ± 2,7 (Spanne: 2 - 24) Jahren). Zusammenfassend (Tab. A4.2.3.1) zeigen die Studien nach Single-Event-Multilevel-Operation im Mittel einen **sehr hohen positiven Effekt auf den globalen Gangparameter GPS** (Cohens D = 1,46, (592); (590), n = 25) bei **sehr niedriger direkter Evidenzlage**.

Die Abstufung bei der Graduierung – Inkonsistenz - wurde durchgeführt, da der Schweregrad beider Patientengruppen unterschiedlich war. Rutz et al. (2012)(592) operierte und untersuchte Patient*innen mit Winters Typ IV (Gangmuster mit Hüftinnenrotation, -adduktion und -flexion, Beckenvorwölbung und -rückdrehung, Kniebeugestellung und Spitzfuß der betroffenen Seite) (39) und GMFCS II (siehe Kapitel Klassifikation 2.3.1.2.2); bei Schranz et al. (2017, Cohens D GPS: 0, 99) waren in der Studie Patient*innen mit GMFC I und II; diese erklärt möglicherweise den größeren Effekt bei Rutz et al. (2012) (592) Cohens D GPS: 1, 93).

Wichtig ist es im Rahmen der Operationsvorbereitung, ausführlich auf die Sorgen der Kinder und Eltern einzugehen. In der Untersuchung von Park et al. (2009) (591) waren die wichtigsten Sorgen der Eltern vor der Operation in einer Liste von 33 Punkten der „ungleiche Beinumfang“, „Narben“, „Angst vor Rezidiv“, „Beinlängendifferenz“ und die „postoperative Spielaktivität“. Unzufriedenheit über das postoperative Ergebnis wurde von den Eltern vor allem mit einer „unzureichenden Rehabilitation“, „Gehleistung“, „Kosten“ sowie „steifem Gangbild“ in Verbindung gebracht, oder wenn das postoperative Ergebnis schlechter war als erwartet - bei 23 aufgelisteten Punkten (591).

3 Autor*innen berichten über Komplikationen nach SEMLS bei Patient*innen mit USCP: Schranz et al. (2017) (590) (14 Patient*innen, 71 Eingriffe) listen Komplikationen auf, welche nach der Clavien-Dindo Classification (593)eingeteilt wurden: 2 Wundinfektionen und 1 Osteosyntheseversagen; die Komplikationen führten zu keinen langfristigen negativen Folgen;

Dobson et al. (2005) (555) (17 Patient*innen, 70 Eingriffe) berichteten von 1 Patient*in, bei dem/der es Probleme mit der postoperativen Schmerzkontrolle aufgrund eines defekten Epidural-Katheters gab; Rutz et al. (2012)(592) (11 Patient*innen, 41 Eingriffe) und Dobson et al. (2005) (555) berichteten von jeweils 1 Wundinfektion.

Demnach kann festgestellt werden, dass die Komplikationsrate nach SEMLS insgesamt als gering einzustufen ist. Der Vorteil einer SEMLS ist, dass mehrere Eingriffe gleichzeitig durchgeführt werden und dann nur einmalig eine Operation und Rehabilitationsmaßnahme erforderlich sind. Dies hat sowohl für die Kinder als auch die Eltern vielfältige Vorteile.

Schlussfolgerung

Aufgrund der sehr hohen positiven Effekte der SEMLS auf die Gangqualität und der geringen Komplikationsrate kommen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu dem Schluss, dass bei Patient*innen mit USCP, bei denen korrekturbedürftige Pathologien auf mehreren Ebenen bestehen, diese gemeinsam während eines operativen Eingriffes im Sinne eines SEMLS-Eingriffs erfolgen sollte.

Zusammenfassend deutet die Evidenzlage auf einen sehr hohen mittelfristigen Effekt der SEMLS auf die Gangverbesserungen hin, sodass die einmalige Operation auf Grund der klinisch relevanten geringeren Gesamt-Rehabilitationszeit trotz geringem Evidenzlevel zur Empfehlungsstärke B geführt hat.

4.2.2 Reelle Beinlängendifferenz (BLD)

Hintergrund

Beinlängendifferenzen (BLD) können reell – d.h. die Länge der Knochen ist anatomisch unterschiedlich - oder funktionell sein. Bei einer funktionellen Beinlängendifferenz ist die Länge der Knochen anatomisch gleich - aber aufgrund von Beugekontrakturen der Hüft- und Kniegelenke kommt es zu einer funktionellen Verkürzung oder aber bei Spitzfuß zu einer funktionellen Verlängerung der betroffenen Extremität. Eine reelle Beinverkürzung von mehr als 1,5 cm auf der betroffenen Seite findet sich bei jungen Erwachsenen mit USCP kernspintomographisch gemessen in 32% (14 von 44 Pat.) der Fälle (207); die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der betroffenen und nicht-betroffenen Seite betrugen am Kalkaneus 0.9 mm ($p = 0.003$), am Talus 1.3 mm ($p = 0.006$) und an der Tibia 8.1 mm ($p = 0.000$); für das Femur und das Becken waren die Unterschiede nicht signifikant.

Die Auswirkungen einer realen BLD auf das Gehen sind individuell unterschiedlich. Die reelle Verkürzung auf der betroffenen Seite kann bei manchen USCP-Patient*innen auch vorteilhaft sein, da auf der betroffenen Seite häufig gleichzeitig eine funktionelle Beinverlängerung besteht: eine häufig bestehende, eingeschränkte Dorsalextensionsfähigkeit des oberen Sprunggelenks (dynamischer oder fixierter Spitzfuß) führt beim Gehen in der Schwungphase zu Problemen mit der Foot-clearance; in der Standphase kann die Spastik der Wadenmuskulatur zu einem vorzeitigen Abheben der Ferse führen (207); eine eingeschränkte Hüft- und Knieflexion in der Schwungphase, wie dies für den sog. Stiff-Knee-Gait charakteristisch ist, führt ebenfalls zu einer funktionellen Beinverlängerung und kann die Clearance-Probleme noch verstärken (207).

Das Ausmaß der realen BLD kann klinisch u.a. mittels des Blocktests ermittelt werden; dabei werden Holzbrettchen einer definierten Höhe unter das kürzere Bein gelegt, bis das Becken horizontal steht; es gilt als die im Alltag praktikabelste Methode (594). Eine objektive

Quantifizierung ermöglicht die Röntgen-Ganzbeinaufnahme. Wenn eine orthograde Aufnahme aufgrund von Kontrakturen nicht möglich ist, kann die reelle Länge mittels einer MR-Tomographie oder des EOS™-Systems, was nur wenigen Institutionen zur Verfügung steht, exakt ermittelt werden (595-597) (alle indirekt). Ultraschall-basierte Methoden zur Messung der Beinlängendifferenz haben sich bislang nicht allgemein durchgesetzt (594, 598) (indirekt). Die vielfältigen funktionellen Auswirkungen auf das Gehen lassen sich mit der Video-basierten, 2-dimensionalen oder mit der 3D-Ganganalyse erfassen (599, 600) (indirekt keine neurologischen Patienten).

4.2.2.1 Aspekte zur Indikation einer Therapie

4.2.2	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und einer Beinlängendifferenz sollen bei der Indikation zur Therapie - knöcherne Differenzen - Muskel- und Gelenkkontrakturen - funktionelle Auswirkungen während des Gehens - spastische Gelenkfehlhaltungen insbesondere mit Fokus auf die Stabilität des Beckens und der Hüfte in der Frontalebene berücksichtigt werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 1 Studie, die sich mit den funktionellen Auswirkungen einer Beinlängendifferenz bei Patient*innen mit USCP beschäftigte (Allen et al. 2000 (601), siehe Suchstrategie PICO 4.1.2.2). Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews von Patient*innen mit CP wurden keine systematischen Reviews gefunden. Die Literatur wurde daher noch mit indirekter Literatur aus selektiver Literaturrecherche der Autor*innen dieser Leitlinie ergänzt.

Mit Hilfe der Ganganalyse wurden bei USCP-Patient*innen mit BLD von Allen et al. (2000) (601) u.a. folgende Veränderungen auf der nicht-betroffenen Seite nachgewiesen:

- am Hüftgelenk eine vermehrte Bewegungsamplitude und eine vermehrte Flexion über den gesamten Gangzyklus
- am Kniegelenk eine reduzierte Bewegungsamplitude mit vermehrter Flexion über den gesamten Gangzyklus
- am Sprunggelenk eine vermehrte Dorsalextension sowohl in der Stand- als auch der Schwungphase.

Bei Patient*innen mit USCP ohne BLD waren die Gangbildveränderungen auf der nicht-betroffenen Seite ähnlich, aber geringer ausgeprägt. Diese Veränderungen auf der nicht-betroffenen Seite sind als Kompensation eines reell oder funktionell längeren Beins zu werten, wodurch auf der Ebene des Beckens eine vermehrte Symmetrie erzielt wird (601).

In zahlreichen anderen – nicht-USCP-Patientengruppen (auch keine neurologischen

Patienten) wurde berichtet, dass eine BLD von mehr als 1 cm zu Gangauffälligkeiten mit Asymmetrien und bei zunehmender Differenz zu einem optisch sichtbaren Hinken führen können ((599, 600), beide keine neurologischen Patienten). Ab welcher Beinlängendifferenz es zum erhöhten Risiko für degenerative Gelenkveränderungen an Hüft- und Kniegelenk sowie für Rückenschmerzen kommt ist, unklar. Es scheint, dass milde Beinlängendifferenzen bis zu 1,5 cm noch nicht zu degenerativen Veränderungen führen ((602), Kadaverstudie), während Differenzen von mehr als 2 cm häufiger ein Problem darstellen ((599, 602, 603) alle indirekt, keine neurologischen Patienten).

Eine sorgfältige detaillierte Untersuchung mit Analyse der funktionellen Auswirkungen erhöht die Wahrscheinlichkeit und damit die Sicherheit, dass durch eine eventuell geplante Intervention der erwünschte und erwartete Erfolg eintritt. Die ausgeweitete, detaillierte Untersuchung stellt einen zusätzlichen Aufwand dar, dieser ist jedoch vertretbar.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie kommen daher zu der Schlussfolgerung, dass bei der Indikationsstellung zur Therapie einer BLD deren vielfältige Ursachen und funktionelle Auswirkungen zu berücksichtigt werden sollen.

4.2.2.2 Aspekte der präoperativen Diagnostik

Hintergrund

Die Differenzierung zwischen reeller und funktioneller BLD sowie deren Auswirkungen ist für die Erstellung eines Therapiekonzepts wesentlich.

4.2.3	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Beinlängendifferenz sollte präoperativ das Ausmaß der Deformität und die Funktion bevorzugt objektiv und instrumentell analysiert und dokumentiert werden. Eine instrumentelle Ganganalyse kann die Quantifizierung des Effekts einer BLD, genauso wie das Ausmaß etwaiger Begleitpathologien und auch die Darstellung der Effekte etwaiger Interventionen im klinischen Alltag erleichtern.	
	Starker Konsens: 95%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 0 Studien, die sich speziell mit der Diagnosestellung einer BLD bei Patient*innen mit USCP befasst. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden. Ergänzend wurden indirekte Quellen aus selektiver Recherche der Autor*innen genutzt.

Wie bereits dargestellt, sind die Ursachen einer Beinlängendifferenz vielfältig und führen während des Gehens zu unterschiedlichen Kompensationen auf der betroffenen und nicht-

betroffenen Seite.

Die Diagnostik umfasst eine klinische Untersuchung, durch die herausgefunden werden soll, ob es sich um eine reelle oder funktionelle BLD oder um eine Kombination aus reell und funktionell handelt. Wird die Ursache als funktionell eingeschätzt, kann die klinische Untersuchung strukturelle Muskel- und Gelenkkontrakturen identifizieren und möglicherweise von spastisch bedingten Muskelverkürzungen unterscheiden.

Die vielfältigen funktionellen Auswirkungen auf das Gehen lassen sich mit der Ganganalyse erfassen ((599, 600) (indirekt)). Die Möglichkeiten und Vorzüge einer 3DGA-Analyse wurden bereits in Kapitel 2.7 dargestellt und erläutert. Bezüglich der BLD liefert sie zusätzliche, quantitative Informationen zu den funktionellen Auswirkungen - insbesondere zur Position des Beckens und der Hüfte in der Frontalebene -, die mit dem bloßen Auge nur schwer zu erfassen sind. Mittels der 3DGA lässt sich auch der Effekt einer eventuellen Operation mit Angleichung der Beinlänge präoperativ simulieren und quantitativ erfassen, indem die BLD mittels Schuherhöhung ausgeglichen wird.

Wenn keine 3DGA-Analyse verfügbar ist, kann auch eine video-basierte 2-dimensionale Analyse durchgeführt werden. Standardisierte Aufnahmemethoden und Auswerteprotokolle wie der Edinburgh-Visual-Gait-Score ((604), indirekt CP) oder das Analyseformular der Observational Gait Instructor Group ((605), indirekt) helfen, die qualitative Analyse zu verbessern.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie kommen zu der Schlussfolgerung, dass zur präoperativen Diagnostik einer Beinlängendifferenz bei USCP-Patient*innen neben der klinischen Untersuchung weitere Methoden zur Erfassung der funktionellen Auswirkungen eingesetzt werden sollten.

4.2.2.3 Therapie

Hintergrund

Zur Therapie einer realen BLD stehen grundsätzlich verschiedene konservative und operative Methoden zur Verfügung ((606), indirekt).

Als konservative Maßnahme kann eine Schuherhöhung, die langsohlig ausgeführt werden soll, rezeptiert werden; eine ausschließliche Absatzerhöhung unterstützt die Verkürzung der Wadenmuskulatur und damit die Spitzfußentwicklung.

Ab einer Längendifferenz von 2 cm ist eine operative Maßnahme zu diskutieren. Während des Wachstums kann mittels einer knienahen Epiphyseodese das längere Bein im Wachstum gebremst werden. Nach Wachstumsabschluss kann durch eine Verkürzungsosteotomie, das längere Bein an das kürzere angeglichen werden. Alternativ besteht die Möglichkeit, das kürzere Bein via Kallusdistraction zu verlängern; verschiedene Techniken stehen hierzu zur Verfügung ((606), indirekt).

Vogt et al. (2020) (606) (indirekt, nicht neurologisch) haben als Entscheidungshilfe folgende Anhaltspunkte zur Indikation einer Therapie von Beinlängendifferenzen entwickelt:

Differenz 0 bis 1 cm keine Therapie

Differenz 1 bis 2 cm konservativ auf 1 cm reduzieren

Differenz 2 bis 4 cm konservativ, bei ausreichend Restwachstum Epiphyseodese, Verkürzungsosteotomie, Verlängerung

Differenz 4 bis 5 cm konservativ, bei ausreichend Restwachstum Epiphyseodese, Verlängerung

Differenz > 5 cm konservativ, Verlängerung mehrschrittig / kombiniert mit anderen Maßnahmen

4.2.4	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und knöcherner (reeller) Beinlängendifferenz sollte die Art der Therapie nach den gleichen Prinzipien wie bei Beinlängendifferenzen anderer Ursache erfolgen. Ab einer Differenz von 2 cm kann eine operative Korrektur erwogen werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 1 Studie, welche die Therapie einer reellen BLD bei Patient*innen mit USCP mittels Epiphyseodese evaluierte (607). Es konnte keine Studie gefunden werden, die sich mit den weiteren möglichen operativen Therapieverfahren bei USCP befasste. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden.

Corradin et al. (2018) (607) evaluierten die Effekte nach temporärer Epiphyseodese des nicht betroffenen, längeren Beines mittels Röntgendiagnostik und beobachtender Ganganalyse anhand des Edinburgh-Visual-Gait Scores bei 10 Patient*innen. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug durchschnittlich 6,7 Jahre. Die durchschnittliche BLD betrug präoperativ 3,4 cm und zum Follow-up-Zeitpunkt 1,2 cm. Da sämtliche Patient*innen gleichzeitig weitere Eingriffe an der Wadenmuskulatur (6x Vulpius-OP) bzw. am Fuß erhielten, lassen sich die signifikanten Effekte, die mittels Ganganalyse sowohl auf der betroffenen als auch der nicht-betroffenen Seite gefunden wurden, nicht allein auf die Korrektur der BLD zurückführen. OP-Komplikationen traten in Zusammenhang mit der Epiphyseodese nicht auf. Bei 4/10 Patient*innen zeigte sich eine Unterkorrektur von mehr als 1 cm (Spanne 1,5 bis 2 cm).

In der Literatur gibt es keinerlei Hinweise, aus denen sich ableiten ließe, dass eine operative Anpassung der Knochenlänge der einen an die andere Extremität – unabhängig von der Methode - durch das Vorliegen einer USCP beeinflusst werden könnte.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie kommen daher zu der Schlussfolgerung, dass die funktionellen Auswirkungen einer reellen BLD nach den gleichen Prinzipien zu therapieren sind wie BLD anderer Ursache.

4.2.3 Hüft-nahe Probleme

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Empfehlungen für operative Therapien bei Hüftpathologien (vermehrte Hüftinnenrotation, Hüftadduktionskontraktur, Hüftflexionskontraktur, Hüftdysplasie/ -luxation) und der **PICO-Frage**, ob und welche operativen Therapien an der Hüfte zu einer Verbesserung der Struktur, Funktion, Aktivität und Partizipation bei Patient*innen mit USCP und Hüftproblemen führen.

4.2.3.1 Hüftdysplasie-Hüftluxation

4.2.3.1.1 Diagnostik

Hintergrund

Die Hüftdezentrierung ist bei Patient*innen mit USCP selten. In der Registerstudie von Terjesen (2014) (608) wiesen 3 % der USCP-Patient*innen eine Subluxation (Reimers Migrationsindex 33 – 39 %) mit einer Progredienz von 0,2 %/Jahr auf; keines der Kinder zeigte während des Untersuchungszeitraums eine Luxation, wobei die Kinder im Nachuntersuchungszeitraum erst 5 bis 9 Jahre alt waren. Hüftluxation und -subluxation gelten als wichtige Faktoren, welche die Lebensqualität der Patient*innen beeinträchtigen (609). In einer Fallserie von Abousamra et al. (2016) (610) gaben 9 von 12 Patient*innen mit USCP und Hüftlateralisation Schmerzen an. In der Literatur und auch unter den Experten besteht daher die Auffassung, dass die Deformität verhindert bzw. korrigiert werden sollte.

Da die Hüftdysplasie bei Patient*innen mit USCP selten ist, wurde sie häufig erst bei Beschwerden im Erwachsenenalter diagnostiziert. Daher wurden in anderen Ländern Screening-Programme, die eine frühzeitige Diagnose und Behandlung von Hüftdezentrierungen ermöglichen, zur Verhinderung einer progredienten Dislokation entwickelt und etabliert (608). Durch ein Screening-Programm können sich Therapieentscheidungen am Entwicklungsverlauf der Hüfte im Wachstum orientieren. Die operative Technik wiederum orientiert sich an den Prinzipien zur Behandlung der spastischen Hüftdezentrierung (558).

In Deutschland ist solch ein Screening-Programm für Patient*innen mit Cerebralparese nicht etabliert. Die sog. „Hüft-Ampel“ ist ein Instrument, mit dem anhand des Alters, des Funktions-Levels sowie des Reimers Migrationsindex der Überwachungs- und Behandlungsbedarf abgeschätzt werden kann (611).

4.2.5	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Beteiligung der unteren Extremität sollte im Alter von 5 bis 6 Jahren (ca. 1 Jahr vor der Einschulung) eine Röntgen-Beckenübersichts-Untersuchung zur Früherkennung einer Hüftdysplasie, Hüftlateralisation oder -luxation angeboten werden.	
	Starker Konsens: 100%	

4.2.6	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Auch bei unauffälligem Röntgenbefund sollte alle 2 bis 3 Jahre eine radiologische Kontrolle bis zum Wachstumsabschluss angeboten werden.	
	Starker Konsens: 95%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Zur Thematik des Hüftscreenings (Empfehlung 4.2.5, 4.2.6) wurde keine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Die zur Diskussion genutzten Literatur ergibt sich aus n = 3 aus der systematischen Recherche mit den Suchwörtern (siehe PICO 4.1.2.1) für operative Therapien bei Patient*innen mit USCP und Hüftdysplasie, Hüftluxation oder Hüftlateralisation ((592, 608, 610), 38% USCP). Die Diskussion wurde durch selektive Fachliteratur unterstützt.

Zur Beurteilung des Schweregrades einer Hüftdysplasie/Hüftluxation bei Patient*innen mit Cerebralparese wird der Migrationsindex nach Reimers (MI) und der AC-Winkel verwendet, welche auf einem standardisierten Röntgenbild (Beckenübersicht) ausgemessen werden. Für das Hüftscreening empfiehlt Terjesen (2014) (608) bei relevanter Beteiligung des Beines (GMFCS II) ein radiologisches Screening mit 4 bis 5 Jahren; weitere Kontrollen werden bei einem pathologischen MI oder einer eingeschränkten Abduktionsfähigkeit von weniger als 30° empfohlen.

Die beiden anderen Studien beschreiben ältere Patient*innen ((610): 14,3 (2 - 19 Jahre), Rutz et al. (2012) (592): 11,1 (7 - 16) Jahre) mit Hüftdysplasie/-lateralisation mit Winters Klassifikation Typ IV (Gangmuster mit Hüftinnenrotation, -adduktion und -flexion, Beckenvorkippung und -rückdrehung, Kniebeugestellung und Spitzfuß der betroffenen Seite) (Rodda und Graham 2001 siehe Klassifikation 2.3.1.2.2); trotz der Seltenheit stellen sie die negativen Konsequenzen der übersehenen Hüftlateralisation für die in der Regel guten Läufer dar, insbesondere Schmerzen und Verschlechterung des Gehens. Abousamra et al. (2016) (610) empfehlen daher eine erste Röntgenuntersuchung mit 6 Jahren, dann Kontrollen alle 2 Jahre bis Wachstumsabschluss. Rutz et al. (2012) (592) empfehlen eine Röntgenuntersuchung bei Diagnose einer USCP Winters Klassifikation Typ IV und dann alle 1 bis 2 Jahre bis Wachstumsabschluss - es sei denn die Hüftentwicklung ist über einen Zeitraum von 2 Jahren normal. Hieraus wurde der oben beschriebene Expertenkonsens abgeleitet.

Allerdings geht jede Röntgenaufnahme mit einer gewissen Strahlenbelastung einher. Diese ist jedoch bei den heute zur Verfügung stehenden modernen Röntgenanlagen als geringgradig einzustufen und erscheint daher nach derzeitiger Studienlage gerechtfertigt, um die schwerwiegende Komplikation einer symptomatischen Hüftdysplasie zu verhindern. Perspektivisch sollte - durch Auswertungen der Daten von CP-Register - Vorkommen, Progredienz und Symptomatik bis zum Wachstumsabschluss und im Erwachsenenalter bei USCP detailliert analysiert werden, um Evidenz-basierte Empfehlungen bzgl. der Häufigkeit und der Intervalle von radiologischen Untersuchungen geben zu können.

Schlussfolgerung

Bei Patient*innen mit USCP stellt die Hüftlateralisation/-luxation eine schwerwiegende Komplikation dar, die die Lebensqualität der Patient*innen beeinträchtigt. Da ein Hüft-Screening-Programm frühzeitig die Erkennung von pathologischen Hüftentwicklungen ermöglicht, können adäquate Behandlungen rechtzeitig eingeleitet werden.

4.2.3.1.2 Therapie

Hintergrund

Das Ziel der operativen Behandlung liegt in der Schmerzf়reiheit, Mobilitätserhalt und Arthroseverhinderung. Durch die Schmerzf়reiheit und Arthroseverhinderung sollen höhere Gehleistungen, eine bessere Lebensqualität und Aktivität und Partizipation erzielt bzw. erhalten werden.

4.2.7	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei einem Reimers Migrationsindex von > 40% und/oder einer Subluxation/Luxation sollte eine Rekonstruktion des Hüftgelenks entsprechend den Prinzipien der spastischen Hüftdezentrierung angeboten werden.	
	Starker Konsens: 95%	

4.2.8	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patient*innen mit USCP sollte eine alleinige intertrochantäre Derotations-Variations-Osteotomie zur Prävention einer späteren Hüftluxation nicht erfolgen.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Rutz et al. (2012)	
	Starker Konsens: 95%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 2 Suchergebnisse (2 NRSI), welche den Einschlusskriterien entsprachen (Abousamra et al. 2016 (610), Rutz et al. 2012 (592)). Die detaillierte Suchstrategie ist im Anhang (Methodikbericht, PICO-Frage 4.1.2.2) dargestellt.

In der Fallserie von Abousamra et al. (2016) (610) wurden 12 Patient*innen im Alter von 14 Jahren (Spanne 7 - 19 Jahre, 8 Patient*innen GMFCS II, 4 Patient*innen GMFCS I) operiert: 9 Patient*innen hatten vor der Operation Schmerzen, 7 Patient*innen hatten im Alter von durchschnittlich 7 Jahren bereits eine intertrochantäre Derotations-Varisations-Osteotomie;

diese verhinderte die Hüftdysplasie nicht; die Patient*innen wiesen einen MI von durchschnittlich 45 % (Spanne 30 - 86%) auf; durchschnittliche 4 Jahre (Spanne 2 – 8) postoperativ hatte kein Patient Schmerzen, die Patient*innen hielten ihr hohes Funktionsniveau bei verbesserter Hüftmorphologie und blieben während des Nachuntersuchungszeitraums schmerzfrei; 7 von 12 Patient*innen hatten postoperativ eine Beinlängendifferenz von 1 bis 3 cm - der am stärksten betroffene Patient benötigte eine Epiphysiodese des nicht betroffenen Beines.

Rutz et al. (2012) (592) untersuchten 11 Patient*innen (davon 10 GMFCS II, alle Winters Klassifikation Typ IV). mit USCP und Hüftdysplasie mit einem MI von 25 (15 - 57) %; alle Patient*innen erhielten unter anderem eine Varisations-Derotationsosteotomie am proximalen Femur zur Verbesserung der Hüftsituation, 1 Patient erhielt zusätzlich eine Beckenosteotomie; durch den operativen Eingriff (im Rahmen einer SEMLS) verbesserte sich das Gangbild und die Gehfähigkeit, die Hüftdysplasie blieb jedoch unverändert - mit Ausnahme von 1 Hüfte, bei der zusätzlich eine Beckenosteotomie durchgeführt wurde; die Autor*innen folgerten daraus, dass bei Patient*innen mit USCP, Winters-Klassifikation Typ IV und acetabulärer Dysplasie diese am Becken mit korrigiert werden sollte und eine alleine femorale Derotations-Varisations-Osteotomie nicht ausreichend ist.

Perspektivisch sollten die Daten der bestehenden Register bzgl. der Hüftdysplasie speziell für Patient*innen mit USCP detailliert analysiert werden - insbesondere zur Beantwortung der Frage, ab welchem Grad der Dysplasie/Lateralisation ein operatives Vorgehen indiziert ist.

Schlussfolgerung

Die Hüftdysplasie/-lateralisation und -luxation ist eine schwere Pathologie, welche zu Schmerzen führen kann. Die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie kommen daher nach Abwägen von Nutzen und Schaden zu der Schlussfolgerung, dass bei Patient*innen mit USCP und Hüftsubluxation/-luxation die Rekonstruktion des Hüftgelenks entsprechend den Prinzipien der Behandlung einer spastischen Hüftdezentrierung angeboten werden sollte. Eine alleinige intertrochantäre Derotations-Varisations-Osteotomie zeigte keine ausreichenden Effekte und sollte daher nicht durchgeführt werden.

4.2.3.2 Vermehrte Hüftinnenrotation

Hintergrund

Die vermehrte Hüftinnenrotation kann einerseits durch eine vermehrte Antetorsion des Schenkelhalses entstehen, andererseits durch eine Muskelimbalance mit einem Übergewicht der innenrotierenden Muskeln wie Mm. gluteus medius und gluteus minimus, die mediale ischiocrurale Muskulatur sowie die Adduktoren. Auch eine Kontraktur dieser Muskeln kann die vermehrte Innenrotation bedingen. Die Folge ist ein Innenrotationsgang auf der betroffenen Seite. Diese kann durch eine Retraktion des Beckens ipsilateral kompensiert werden (612, 613).

Das Therapieziel ist die bestmögliche Wiederherstellung symmetrischer Verhältnisse mit Verbesserung der Beinausrichtung beim Gehen und die Verringerung einer kompensatorischen Beckenretraktion. Als operative Maßnahmen steht die femorale Derotationsosteotomie zur Verfügung. Diese kann proximal oder distal (suprakondylär) am Femur erfolgen. Als Weichteileingriffe kommen ergänzend Muskel-Sehnen-Operationen der

innenrotierenden Muskeln in Frage.

4.2.9	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patient*innen mit USCP und dem Therapieziel der Korrektur einer bestehenden Hüftinnenrotation und der kompensatorischen Beckenrückrotation sollte eine Derotationsosteotomie am Femur angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Moderat ⊕⊕⊕⊖ Funktion: Niedrig ⊕⊕⊖⊖	Aminian et al. (2003); Chung et al. (2008); Dobson et al. (2005); Kim et al. (2018); Rutz et al. (2012); Saraph et al. (2002)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 6 Suchergebnisse (6 NRSI), welche den Einschlusskriterien entsprachen. Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können im Anhang (Kapitel A4.2.1-A4.2.3) entnommen werden.

Insgesamt wurden in den Studien 95 Patient*innen im Alter von im Durchschnitt $11,0 \pm 2,3$ Jahren (Altersbereich zwischen 4 und 20 Jahren) bei der Operation und einem Follow-up von im Durchschnitt $3,2 \pm 1,7$ Jahren (Spanne 1,1 bis 9,2 Jahre) untersucht. Die operative Therapie der Pathologie vermehrte Hüftinnenrotation war eine Derotationsosteotomie am Femur. Die Operation wurde bei allen Studien im Rahmen einer SEMLS durchgeführt, die auch unterschiedliche Weichteiloperationen an den hüftnahen Muskeln beinhalteten.

Zusammenfassend zeigte die Metaanalyse bei Patient*innen mit USCP und vermehrter Hüftinnenrotation nach femoraler Derotationsosteotomie **sehr hohe positive Effekte** auf der **Strukturdomäne** bei moderater Evidenz. Bei der klinischen Untersuchung der Rotationsfähigkeit veränderte sich die Innenrotationsfähigkeit von $73,4^\circ \pm 3,5^\circ$ auf $37,8^\circ \pm 17,2^\circ$. Die gemittelte, gepoolte Effektgröße lag im Mittel bei einem Cohens D von $2,8 \pm 0,3$ bei sehr hoher Präzision und sehr hoher Homogenität. Die Effektgröße der Außenrotationsfähigkeit entsprach $1,9^\circ \pm 0,4^\circ$, die Außenrotationsfähigkeit veränderte sich im Mittel durch die Operation von $19,2^\circ \pm 17,5^\circ$ auf $34,4^\circ \pm 7,6^\circ$.

In der **Funktionsdomäne** (betrachtet wurde beim Gehen die mittlere Hüft- und Beckenrotation, der Fußöffnungswinkel sowie der Gait Profil Score) zeigte ebenfalls **sehr hohe positive Effekte** nach femoraler Derotationsosteotomie. Durch Heterogenität (-1 Grade) und unpräzise Mittelwerte (-1 Grade) wurde die Evidenz jedoch abgestuft, sodass die **Evidenzstärke als niedrig** einzustufen ist. Die mittlere Hüftrotation beim Gehen (mittlere Hüftrotation während des Gangzyklus oder MAP der Hüftrotation) von 95 Patient*innen zeigte im Mittel einen sehr hohen Effekt von $2,1 \pm 0,4$ (gepoolt, gewichtet, mit einer Heterogenität von $I^2 = 0,80$). Die Heterogenität der Ergebnisse war im Wesentlichen durch die Studie von Chung

et al. (2008) (614) bedingt, welcher durch geringe Standardabweichungen sehr hohe Effektgrößen erzielte. Die Rotation des Hüftgelenks beim Gehen verbesserte sich von präoperativ $19,9^\circ \pm 5,3^\circ$ nach innen auf $2,4^\circ \pm 4,2^\circ$.

Mehrere Autor*innen beschreiben, dass der Effekt auf die Hüftrotation beim Gehen geringer ist als das intraoperative Derotationsausmaß und die intraoperative Beweglichkeitsprüfung erwarten lassen würde (592, 613-615). Aminian et al. 2003 (613) beschreibt bei durchschnittlich 32° Derotation eine Veränderung der Hüftrotation beim Gehen von 20° ; Kim et al. (2018) (615) stellte fest, dass die Veränderung der Hüftrotation beim Gehen nur etwa 50 % des operativ gedrehten Winkels entspricht. Bei einem Patient*in der Arbeitsgruppe von Dobson et al. (2005) war eine Unterkorrektur (1/17) zu finden. Amian et al. (2003) (613) empfiehlt daher, intraoperativ mehr zu derotieren als man aus der 3DGA ableiten würde.

In 6 NRSI-Studien mit einer Gesamtzahl von $n = 95$ Patienten*innen mit USCP wurde die Veränderung der Beckenrotation (mittlere Beckenrotation während des Gangzyklus oder Movement Analysis Profile = MAP der Beckenrotation) während des Gehens untersucht ((555, 592, 612-615), alle USCP). Die Beckenretraktion von $11^\circ \pm 6,0^\circ$ verbesserte sich klinisch relevant auf $4,3^\circ \pm 3,3^\circ$ postoperativ (Cohens D - gepoolt und gewichtet -: $2,0 \pm 0,9$, $I^2 = 0,96$). In der Studie von Kim et al. (2018) (615) erreichten die Patient*innen mit einer Beckenretraktion von mehr als 5° präoperativ nach der Derotationsosteotomie eine physiologische Ausrichtung. Kim et al. (2018) (615) beschreibt, dass bei älteren Patient*innen die Verbesserungen nicht signifikant waren. Es gab keine direkte Evidenz zu Änderungen der Aktivität und Partizipation durch die operative Therapie.

Die aufgetretenen weiteren Komplikationen wurden bereits im Kapitel SEMLS besprochen und sind in der Evidenzzusammenfassung zu finden (Kapitel A4.2.3). Beschrieben wurden 1 tiefe Weichteilinfektion, die eine antibiotische und eine chirurgische Behandlung benötigte, sowie 1 Osteosyntheseversagen. Alle Komplikationen konnten ohne Folgeerscheinungen ausbehandelt werden.

Gesamthaft ist der operative Aufwand als moderat einzustufen, Komplikationen treten selten auf. Für die Patient*innen ist die Operation mit einer vorübergehenden Phase der Entlastung bis zur weitgehenden knöchernen Konsolidierung sowie mit einer erneuten Operation zur Materialentfernung verbunden. Diese Belastungen werden jedoch in Hinblick auf die zu erwartenden positiven Effekte auf das Gangbild, als vertretbar beurteilt.

Perspektivisch sollte das Ausmaß der erforderlichen intraoperativen Derotation genauer analysiert werden; ferner sollte geklärt werden, welche Untersuchungsmethoden für die Festlegung verwendet werden sollten (klinische Beweglichkeit, Antetorsion des Femurs, 3DGA), um insbesondere Unterkorrekturen aber auch Überkorrekturen zu vermeiden.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend zeigen 6 Studien nach femoraler Derotationsosteotomie sehr hohe, klinisch relevante Effekte auf die Struktur (moderate Evidenzstärke) und Funktion (zusammenfassend niedrige Evidenzstärke) bei Patient*innen mit USCP und vermehrter Hüftinnenrotation. Nach Abwägung von Nutzen und Schaden empfehlen daher die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie, dass Patient*innen mit USCP und vermehrter Innenrotationsfähigkeit der Hüfte und Innenrotationsgang - auch in Verbindung mit einer Beckenretraktion - eine femorale Derotationsosteotomie angeboten werden sollte (Empfehlungsstärke B).

4.2.3.3 Hüftbeugekontraktur

Hintergrund

Bei der Hüftbeugekontraktur handelt sich um einen chronischen Bewegungsverlust des Gelenks mit strukturellen Veränderungen der Hüftbeugemuskulatur – v.a. des M. iliopsoas - und / oder der Gelenkkapsel. Die Hüftbeugekontraktur führt zu einer Störung der normalen Biomechanik des aufrechten Stehens und Gehens. Es kann zu Kompensationen wie vermehrter Beckenvorkippung, verstärkter Lendenlordose oder Kauergang kommen

Das Ziel einer Intervention ist die Verbesserung der Extensionsfähigkeit des Hüftgelenks und die Reduktion der Kompensationsmechanismen.

Die operative Therapie der Hüftbeugekontraktur beim Patient*innen mit USCP wird häufig im Rahmen der Mehretagen-Operation (SEMLS) durchgeführt. Als Operationen werden die Verlängerung der Hüftbeuger sowie Extensionsosteotomien des proximalen Femurs isoliert oder in Kombination durchgeführt (590, 592, 612, 616).

4.2.10	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Hüftbeugekontraktur kann eine Korrektur (Verlängerung der Hüftbeuger, Extensionsosteotomie proximales Femur) insbesondere im Rahmen von SEMLS angeboten werden.	
	Konsens: 88%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 0 Suchergebnisse, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden, welche die isolierten Effekte der operativen Therapie der Hüftbeugekontraktur untersuchten.

Im Rahmen der SEMLS wird auch diese Komponente adressiert (siehe Kapitel. 4.2.1).

Perspektivisch sollte der Effekt der operativen Eingriffe (Verlängerung der Hüftbeuger, Extensionsosteotomien des proximalen Femurs) bei Patient*innen mit USCP mit Hüftbeugekontraktur genauer untersucht werden hinsichtlich der Verbesserung der Hüftstreckung aber auch von Kompensationsmechanismen wie z.B. der Beckenvorkippung oder Kauergang.

Schlussfolgerung

Auf Grund der geringen direkten Evidenzlage zur Therapie der Hüftbeugekontraktur bei USCP können die Autor*innen dieser Leitlinie keine evidenzbasierte Empfehlung abgeben. Die Autor*innen sind nach Abwägung des Verbesserungspotentials für das Stehen und Gehen sowie der möglichen Komplikationen der Ansicht, dass die operative Therapie der

Hüftflexionskontraktur insbesondere im Rahmen einer SEMLS erwogen werden kann.

4.2.3.4 Hüftadduktionskontraktur

Hintergrund

Die Hüftadduktionskontraktur kann eine Komponente der Gangpathologie bei Patient*innen mit USCP darstellen. Sie führt zu Kompensationen insbesondere beim Gehen mit Elevation des Beckens auf der betroffenen Seite.

Ziel der operativen Therapie ist die Verbesserung der Abduktionsfähigkeit des Hüftgelenks, eine Verminderung der Beckenschiefstellung und damit eine Verbesserung der Symmetrie. Operativ erfolgt die Behandlung üblicherweise mittels einer Verlängerung der Adduktoren. Eine Korrektur mittels Osteotomie ist denkbar (Valgisationsosteotomie), aber nicht als Standard zur Behandlung einer Adduktionskontraktur etabliert.

4.2.11	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Adduktionskontraktur oder relevanter Seitendifferenz kann eine Adduktorenrelease insbesondere im Rahmen von SEMLS angeboten werden.	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n = 0 Suchergebnisse, welche den Einschlusskriterien entsprachen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden, welche die isolierten Effekte der operativen Therapie der Hüftadduktionskontraktur untersuchten.

Im Rahmen der SEMLS wird auch diese Komponente adressiert (siehe Kapitel. 4.2.1).

Die Anzahl der durchgeführten Adduktorentenotomien variiert stark in den Publikationen (7 - 100 %) (590, 592, 612, 615, 616). Der Effekt der Adduktorentenotomie wird in den meisten Studien nicht gesondert beschrieben. Nur in der Studie von Rutz et al (2012) (592) wird ein positiver Effekt durch eine Verbesserung des Movement Analysis Profile (MAP) des Hüftabduktionswinkels dargestellt.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann aus Sicht der Autor*innen dieser Leitlinie bei Patient*innen mit USCP und Adduktionskontraktur eine Korrektur durch eine Verlängerung der Adduktoren nach Abwägen von Schaden und Nutzen erwogen werden. Diese wird üblicherweise im Rahmen einer SEMLS durchgeführt.

4.2.4 Knie-nahe Interventionen

*Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Empfehlungen für operative Therapien bei Kniepathologien oder Knie-nahen Problemen und der **PICO-Frage**, ob und welche operativen Therapien zu einer Verbesserung der Struktur, Funktion, Aktivität und Partizipation bei Patient*innen mit USCP und Knie-nahen Problemen führen?*

4.2.4.1 Kniebeugekontraktur

Kniebeugekontrakturen führen zu einer funktionellen Verkürzung des betroffenen Beins. Einseitige Kniebeugekontrakturen haben negative Auswirkungen auf das Gangbild und tragen zur Asymmetrie des Bewegungsablaufs beim Gehen bei. Sie können flexibel–dynamisch sein oder strukturell-fixiert - beispielsweise durch eine Kontraktur der Kniebeugemuskulatur oder der Kniegelenkkapsel. Die funktionelle Verkürzung – bei USCP-Patient*innen typischerweise auf der betroffenen Seite - führt zu Veränderungen sowohl in der Stand- als auch der Schwungphase des Ganges mit vermehrter Asymmetrie, Kompensationen im Bereich der benachbarten Gelenke sowie der gesunden Gegenseite (617).

Während flexible und allenfalls leichte, fixierte Kontrakturen eine Domäne der konservativen Therapie sind (u.a. Physiotherapie, Orthesen, Botulinumtoxin, Gipsredression – siehe Kapitel 3), werden bei strukturellen Kniebeugekontrakturen nach erfolgloser konservativer Therapie häufig operative Interventionen eingesetzt. Typische Verfahren sind Weichteileingriffe an der ischiocruralen Muskulatur mit Verlängerung oder Transfer, die ventrale Hemiepiphyseodese am distalen Femur – ggf. in Kombination mit einer Patellarsehnenverkürzung - sowie die suprakondyläre Extensionsosteotomie des Femurs – ggf. in Kombination mit einer Patellarsehnenverkürzung (618, 619). Diese operativen Verfahren werden in den folgenden Kapiteln besprochen.

4.2.4.1.1 Weichteiloperationen zur Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur

Hintergrund

Verschiedene operative Techniken zur Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur sind beschrieben, in der überwiegenden Zahl der Fälle wird lediglich ein Eingriff an der medialen und nicht der lateralen ischiocruralen Muskulatur durchgeführt (617).

4.2.12	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur kann die Indikation zur Verlängerung der medialen ischiocruralen Muskulatur im Rahmen eines Gesamtkonzeptes erwogen werden bei einem Poplitealwinkel > 60°, einer Kniebeugekontraktur < 10°, einem posterioren pelvic tilt, einer vermehrten Knieflexion bei initialem Bodenkontakt (> 30°), einer minimalen Knieflexion in der Standphase von > 20° und / oder einer erhöhten Knieflexion in der terminalen Schwungphase.	
	Konsens: 79%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab $n = 0$ Suchergebnisse. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden $n = 2$ systematische Reviews gefunden (618, 619), welche zur Diskussion genutzt werden konnten.

Zur Diskussion wurden ergänzend indirekte Einzelquellen von den Autor*innen dieser Leitlinie ergänzt.

Wie bereits erwähnt gibt es bislang keine Studie, die sich speziell mit Ergebnissen der Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur bei Patient*innen mit USCP befasst. Die Literaturrecherche ergab 1 systematisches Review zum orthopädischen Management von Kniegelenksproblemen bei CP-Patient*innen mit einer Metaanalyse (618) (indirekt); in diese gingen 28 Studien mit Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur ein, die in unterschiedlichen Techniken durchgeführt wurde; keine Studie wertete separat USCP-Patient*innen aus; selten wurde die Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur als alleiniger operativer Eingriff durchgeführt; die Auswertung ergab eine Verbesserung der Knieposition während des Gehens - speziell Verbesserung der Knieflexionsstellung zum Zeitpunkt des initialen Bodenkontakts (Effekt Z 11,26, $p < 0,00001$), eine Verbesserung der minimalen Knieflexion in der Standphase (Effekt Z 8,31, $p < 0,00001$) sowie eine Reduktion der maximalen Knieflexion in der Schwungphase (Effekt Z 2,22, $p = 0,03$).

Des Weiteren ergab die selektive Literaturrecherche 2 Publikationen zur Indikation einer Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur bei CP-Patienten mit GMFCS Level 1 bis 3. Es wurde nicht differenziert bzgl. USCP- bzw. BSCP-Patienten. Zur Indikationsstellung wurde ein Expertenkonsens erzielt, der mittels eines Delphi-Prozesses mit 15 bzw. 16 Experten mit langjähriger Erfahrung in der operativen Behandlung von Kindern mit CP und Erfahrung in Bewegungsanalyse erarbeitet wurde ((620, 621), beide indirekt CP); ein Konsensus von $> 80\%$ wurde erreicht als Indikation

- basierend auf einer klinischen Untersuchung
 - o Poplitealwinkel $> 60^\circ$
 - o Kniebeugekontraktur $< 10^\circ$
- basierend auf Ganganalyse
 - o posteriorer Pelvic tilt (anteriöser Pelvic tilt relative Kontraindikation)
- basierend auf einer 3D-Ganganalyse
 - o vermehrte Knieflexion bei initialem Bodenkontakt ($> 30^\circ$)
 - o vermehrte minimale Knieflexion in Standphase ($> 20^\circ$)
 - o vermehrte Knieflexion in terminaler Schwungphase
- basierend auf Modeling-data
 - o ischiocrurale Muskulatur kurz und langsam in Schwungphase.

Es bestand ferner Konsens, dass die Indikation für eine Verlängerung sowohl der medialen als auch der lateralen ischiocruralen Muskulatur nur in Ausnahmefällen gegeben ist.

Die Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur kann in unterschiedlichen Techniken durchgeführt werden und ist vom operativen Aufwand als gering und einfach durchführbar einzustufen. Eine Verbesserung der Kniegelenkskinematik wurde mehrfach beschrieben

((621, 622), beide indirekt CP). Das unmittelbare postoperative Risiko ist gering (622).

Das wesentliche Risiko einer Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur besteht in der Überkorrektur mit Insuffizienz derselben; die Folge ist eine vermehrte anteriore Beckenkipfung mit kompensatorischer Hyperlordose und Schmerzen im Verlauf und / oder eine Hyperextension im Kniegelenk sowie ein Stiff-Knee Gait mit reduzierter Knieflexion in der Schwungphase. Diese Komplikationen sind bei Patient*innen mit BSCP beschrieben (619, 621, 623, 624). Inwiefern sich die Erfahrungen bei BSCP-Patient*innen auf Patient*innen mit USCP übertragen lassen, ist unklar.

Schlussfolgerung

Aufgrund der mangelhaften Studienlage zu den Auswirkungen einer Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur bei Patient*innen mit USCP können die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie evidenzbasiert keine Empfehlung aussprechen. Dennoch kann bei einer strukturellen Verkürzung eine Verlängerung insbesondere der medialen ischiocruralen Muskulatur erwogen werden. Hier besteht Forschungsbedarf. Die funktionellen Effekte sollten mittels 3D-Ganganalyse analysiert werden, PROMs sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

4.2.4.1.2 Ventrale Hemiepiphyseodese

Hintergrund

Die ventrale Hemiepiphyseodese am distalen Femur ist ein relativ neues Verfahren zur Behandlung der Kniebeugekontraktur bei Patient*innen mit Cerebralparese. Dabei wird im ventralen / anterioren Anteil des distalen Femurs das Wachstum durch das Einbringen von 2 fugenübergreifenden Schrauben (Implantat Lage extraartikulär) oder durch die Implantation von 2 Fugen-übergreifenden Platten (Tension band plate) oder Klammern (Implantat Lage intraartikulär) gebremst, während dorsalseitig das Femur weiterwachsen kann. Das Verfahren kann mit einer Patelladistalisierung zur Erhöhung der Vorspannung des Kniestreckapparats und damit Kräftigung der Kniestreckkraft kombiniert werden.

4.2.13	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur kann die ventrale Hemiepiphyseodese mit einer Kniebeugekontraktur von 10 bis 20° und einem Restwachstum von mindestens 2 Jahren erwogen werden. Das Verfahren kann ebenso bei Kontrakturen von mehr als 20° - ggf. in Kombination mit anderen Maßnahmen angeboten werden.	
	Konsens: 80%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Durch die systematische Literaturrecherche konnten n = 0 Studien gefunden werden, die sich speziell mit Ergebnissen der ventralen Hemiepiphyseodese bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur auseinandersetzen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach

systematischen Reviews CP allgemein wurden n = 0 systematische Reviews gefunden.

Bei der selektiven Recherche nach Studien mit CP und Hemiepiphyseodese fanden sich 4 Studien (624-627), bei denen über Ergebnisse der ventralen Hemiepiphyseodese bei CP-Patient*innen berichtet wurde sowie 1 Publikation zur Indikation und Technik bei CP-Patient*innen nach einem Delphi-Prozess (290).

Long et al. (2020) (626) (indirekt CP) verglich den Effekt nach Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur in Kombination mit Gipsredression mit und ohne zusätzliche ventrale Hemiepiphyseodese; die Gruppe mit ventraler Hemiepiphyseodese (n = 10 Patient*innen mit 20 Kniegelenken) zeigte im Vergleich zu ohne (n = 19 Patient*innen mit 35 Kniegelenken) klinisch ein signifikant günstigeres Korrekturausmaß bzgl. Kniebeugekontraktur ($15,8^\circ$ vs. $6,5^\circ$, $p = 0,007$), Poplitealwinkel ($29,5^\circ$ vs. $17,0^\circ$, $p = 0,022$) und maximaler Knieextension in der Standphase ($-27,2^\circ$ vs. $14,8^\circ$, $p = 0,010$) in der 3DGA. Hanson et al. (2024) (624) (indirekt CP) zeigten durchschnittlich 1,6 Jahre (SD 0,9) nach ventraler Hemiepiphyseodese (n = 34 Patient*innen mit 57 Kniegelenken) – überwiegend in Kombination mit weiteren Eingriffen inkl. Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur – eine Verbesserung der Knieextensionsfähigkeit um $9,4^\circ$ (SD $6,7^\circ$, $p < 0,001$) und eine Reduktion der minimalen Knieflexion in der Standphase um $19,1^\circ$ (SD $-26,0^\circ$, $p < 0,001$). Rethlefsen et al. (2020) (627) (indirekt CP) zeigten bei 25 Patient*innen mit 42 Kniegelenken nach ventraler Hemiepiphyseodese eine signifikante Verbesserung des Poplitealwinkels, der Kniestreckfähigkeit sowie der maximalen Knieextension in der Standphase, wobei die Ergebnisse in Kombination mit einer Patelladistalisierung günstiger waren; auch in diesem Kollektiv wurden weitere operative Eingriffe vorgenommen – u.a. bei 31 Beinen eine Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur.

Die Korrekturrate bei CP-Patient*innen wird mit Werten zw. $0,20^\circ$ ((625) indirekt) und $1,0^\circ$ (Rethlefsen et al. (2020) (627) (indirekt CP)) pro Monat angegeben.

In einem Delphi-Prozess wurde von 16 internationalen, kinderorthopädischen Experten mit Expertise in 3D-Ganganalyse und hoher operativer Erfahrung bei CP-Patient*innen – insgesamt mehr als 300 Jahre Berufserfahrung – die Indikation und Technik der ventralen Hemiepiphyseodese bei CP-Kindern mit fixierter Kniebeugekontraktur – ohne Berücksichtigung des Befalls Musters - konsentiert (Shore et al. 2022) (290) (indirekt CP):

- die anteriore Hemiepiphyseodese ist indiziert bei gehfähigen Patient*innen, GMFCS 1 - 3
- die anteriore Hemiepiphyseodese kann bei GMFCS 4 Patient*innen indiziert sein zur Verbesserung der Steh- und Transferfähigkeit
- die anteriore Hemiepiphyseodese kann bei einem Restwachstum von mindestens 2 Jahren durchgeführt werden
- die anteriore Hemiepiphyseodese ist indiziert bei Kniebeugekontrakturen von 10 bis 20° - auch zur Rezidiv Behandlung nach suprakondylärer Extensionsosteotomie
- die anteriore Hemiepiphyseodese ist weniger effektiv bei Kniebeugekontrakturen $> 30^\circ$ - außer es werden zusätzliche Maßnahmen durchgeführt
- nach anteriorer Hemiepiphyseodese sind klinische und radiologische Follow-up-Untersuchungen bis Wachstumsende erforderlich, um den Korrektoreffekt zu überwachen und Abweichungen in der Koronarebene zu erkennen
- Patellarsehnenverkürzung oder –advancement kann gleichzeitig zur anterioren Hemiepiphyseodese durchgeführt werden, wenn ein aktives Kniestreckdefizit besteht

Die ventrale Hemiepiphyseodese ist ein wenig aufwändiges und gering invasives Verfahren. Postoperativ ist keine aufwändige Nachbehandlung erforderlich. Das Verfahren geht einher mit einer weiteren Operation zur Materialentfernung nach erfolgter Korrektur bzw. nach Wachstumsende. Das Risiko besteht neben den allgemeinen OP-Komplikationen in Unterkorrektur, Überkorrektur, Rezidiv, Kniebeschwerden – insbesondere bei intraartikulär eingebrachten Implantaten (Tension band plate, Klammer), Implantat Komplikationen (u.a. Bruch, Fehllage, Migration) sowie Fehlwachstum insbesondere in der Koronarebene. *Long et al.* (2020) (626) berichten nach Schrauben-Hemiepiphyseodese über keinerlei Komplikationen im Zusammenhang mit der Operation, bei 5/20 Kniegelenken traten Knieschmerzen auf. Ansonsten wird in keiner Studie mit CP-Patient*innen nach ventraler Hemiepiphyseodese über Komplikationen berichtet. In einem systematischen Review (*Al Badi et al.* 2023 (628), indirekt gemischtes, neurologisches Patientenkollekt) bzgl. ventraler Hemiepiphyseodese bei Patient*innen mit fixierter Kniebeugekontraktur und neuromuskulärer Grunderkrankung (n = 279 Patient*innen mit 483 operierten Kniegelenken) wurde über 19 Komplikationen berichtet: am häufigsten wurden Knieschmerzen beobachtet, die mittels Physiotherapie und / oder Implantate Entfernung (< 1 %) erfolgreich behandelt wurden; des weiteren oberflächliche Infektion mit Notwendigkeit einer oralen Antibiose (< 1 %), Wundinfektion mit Notwendigkeit der Spülung und Debridement (< 1 %), Implantatlockerung mit Notwendigkeit der Revisions-OP (< 1 %), suprakondyläre Fraktur (n = 1), Wunddehiscenz (n = 1), Hämatom (n = 1); in keiner Studie wurde von einer ungeplanten Überkorrektur berichtet, Unterkorrektur wurde nicht als Komplikation berichtet. PROMs wurden in keiner Studie berücksichtigt. Die Erfahrungsexpert*innen haben keine Probleme erfahren.

Schlussfolgerung

Aufgrund der geringen Invasivität des Eingriffs mit geringem Komplikationsrisiko und der großen Wahrscheinlichkeit einer Verbesserung der strukturellen Deformität und der funktionellen Auswirkungen durch eine ventrale Hemiepiphyseodese kommen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu der Schlussfolgerung, dass bei strukturellen Kniebeugekontrakturen von 10° bis 20° und ggf. mehr sowie einem Restwachstum von mindestens 2 Jahren bei Patient*innen mit USCP die ventrale Hemiepiphyseodese als Therapie erwogen werden kann. Es besteht weiter Forschungsbedarf insbesondere zu den auszuwählenden Implantaten (extra- vs. intraartikuläre Implantation), dem optimalen OP-Zeitpunkt sowie zu den funktionellen Veränderungen; die 3DGA-Analyse ist hierfür sicherlich die genaueste Methode.

4.2.4.1.3 Suprakondyläre Extensionsosteotomie

Hintergrund

Die suprakondyläre Extensionsosteotomie mit Resektion eines ventral-basigen Knochenkeils am distalen Femur ist ein etabliertes Verfahren zur Behandlung der Kniebeugekontraktur bei Patient*innen mit Cerebralparese. Sie geht einher mit einer Entspannung des Kniestreckapparats. Daher ist die Kombination mit einer Patelladistalisierung zur Erhöhung der Vorspannung des Kniestreckapparats und damit Kräftigung der Kniestreckkraft eine Behandlungsoption. Im Wachstumsalter kann dies durch eine Raffung bzw. Verkürzung des Lig. patellae erfolgen, nach Wachstumsabschluss durch eine Distalisierung der Tuberositas

tibiae (621).

4.2.14	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur kann die suprakondyläre Extensionsosteotomie bei gehfähigen Patient*innen (GMFCS 1 – 3) mit einer Kniebeugekontraktur von mehr als 20°, die älter als 10 Jahre sind und eine ventrale Hemiepiphyseodese kontraindiziert ist, erwogen werden. Gleichzeitig sollte eine Patellarsehnenverkürzung bzw. bei verschlossener proximaler Tibiaepiphysenfuge eine Patelladistalisierung mittels Distalisierung der Tuberositas tibiae angeboten werden.	
	Konsens: 86%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Durch die systematische Literaturrecherche konnten n = 0 Studien gefunden werden, die sich speziell mit Ergebnissen der suprakondylären Extensionsosteotomie bei Patient*innen mit USCP befassen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurde n = 1 systematisches Review gefunden (618).

In dem bereits zitierten systematischen Review zum orthopädischen Management von Kniegelenksproblemen bei CP-Patient*innen mit einer Metaanalyse ((618), indirekt CP) ergab nach suprakondylärer Extensionsosteotomie eine signifikante Verbesserung der Kniegelenkbeweglichkeit (Effekt Z 5,56, $p < 0,00001$) und der fixierten Knieflexionskontraktur (Effekt Z 9,58, $p < 0,00001$); die 3DGA ergab eine signifikante Verbesserung der Knieflexionsstellung zum Zeitpunkt des initialen Bodenkontakts (Effekt Z 6,31, $p < 0,00001$), eine Verbesserung der minimalen Knieflexion in der Standphase (Effekt Z 11,00, $p < 0,00001$) sowie eine Reduktion der maximalen Knieflexion in der Schwungphase (Effekt Z 5,80 $p < 0,00001$).

Die ergänzende selektive Experten-Recherche ergab ein weiteres Literatur-Review ((621), indirekt), in das Outcome-Studien zur suprakondylären Extensionsosteotomie und / oder Patelladistalisierung bei Patient*innen mit CP im Zeitraum von 2008 bis 2022 eingeschlossen wurden – insgesamt 25 Studien -, wobei die ganz überwiegende Zahl der Patient*innen eine bilaterale CP aufwiesen und meist gleichzeitig weitere Eingriffe auf mehreren Levels nach dem Prinzip des Single-Event-Multi-level-Konzepts erhielten; gleichzeitig wurde in dem Paper über die Ergebnisse eines Delphi-Prozesses zur Indikation und Technik der suprakondylären Extensionsosteotomie und Patelladistalisierung bei CP-Patient*innen mit fixierter Kniebeugekontraktur berichtet; 16 internationale, kinderorthopädische Experten mit Expertise in 3D-Ganganalyse und hoher operativer Erfahrung (durchschnittlich mehr als 20 Jahre, range 10 bis 41 Jahre) waren daran beteiligt ((621), indirekt CP).

Postoperativ wurde eine zufriedenstellende Korrektur der Kniebeugekontraktur, des aktiven Kniestreckdefizits (extensor lag) und einer Patella alta berichtet (629-632). Studien mit 3DGA berichteten von funktionellen Verbesserungen im Gait Deviation Index (GDI), Gait Profile Score (GPS) and spezifischen Knie-bezogenen kinematischen Parametern (629, 631, 633,

634). Einige Studien berichteten über funktionelle Ergebnisse (Functional Mobility Scale (FMS), Functional Assessment Questionnaire (FAQ)) mit variablen Ergebnissen ((632, 635), beide indirekt).

Die suprakondyläre Extensionsosteotomie mit und ohne gleichzeitige Patelladistalisierung ist ein relativ aufwändiges Verfahren und mit einer langen Nachbehandlungsphase verbunden. Das Verfahren geht einher mit einer weiteren Operation zur Materialentfernung nach sicherer Konsolidierung der Osteotomie. Das Risiko besteht neben den allgemeinen OP-Komplikationen in Unterkorrektur, Überkorrektur mit Hyperextension im Kniegelenk, Pseudarthrose (0 – 7 % (636)), Rezidiv, Implantatkomplikationen (u.a. Bruch, Fehllage) sowie Fehlwachstum und Achsfehlstellung in einer anderen Raumebene - insbesondere in der Koronarebene. Unter den möglichen Komplikationen ist besonders der Nervenschaden zu erwähnen – überwiegend bedingt durch eine übermäßige Dehnung; die Prävalenz variierte zwischen 0 und 40 % (636); zur Vermeidung wird eine gleichzeitige femorale Verkürzung, eine postoperative Lagerung in 20 bis 30° Knieflexion und ein intraoperatives Neuromonitoring propagiert. Die Rezidiv- bzw. Revisionsrate liegt zwischen 0 und 27 % (636). Eine vermehrte Anteversion des Beckens um 7 bis 23° wurde in einigen Studien beobachtet ((618), (636) beide indirekt) und war in 1 Studie assoziiert mit einer präoperativ erhöhten Spastik des M. rectus femoris und einer eingeschränkten Hüftextension (Patthanacharoenphon et al. 2013). Die Erfahrungsexpert*innen erwähnen, dass eine vorübergehende funktionelle Verschlechterung wie z.B. keine Möglichkeit rennen zu können, als unproblematisch angesehen wird.

Der Delphi-Prozess ergab folgende Ergebnisse bzgl. der suprakondylären Extensionsosteotomie mit einem Konsens von > 80% ((636), indirekt CP):

- Alter bei OP mindestens 10 Jahre
- Kniebeugekontraktur > 20° und < 45° bis 50°
- GMFCS-Level 1 – 3, ggf. 4
-

Bezüglich einer Patellarsehnenverkürzung / Tuberositas tibiae Distalisierung wurde folgender Konsens (> 80%) erzielt ((636), indirekt CP):

- immer bei distaler femoraler Extensionsosteotomie
- bei übermäßiger Knieflexion in Standphase
- GMFCS-Level 1 – 3
- aktives Kniestreckdefizit > 10° (Differenz zw. aktiver und passiver Knieextension)
- Patellahochstand
- bei offenen Wachstumsfugen ist eine Patellarsehnenverkürzung zu favorisieren

Allerdings ist unklar, inwieweit die Ergebnisse der überwiegend bei Patient*innen mit bilateraler CP durchgeführten Studien auf Patient*innen mit USCP übertragbar sind. Daher sind unbedingt Studien speziell bei Patient*innen mit USCP erforderlich, um die Effekte derartiger Eingriffe zu evaluieren – klinisch, radiologisch, ganganalytisch sowie mittels Patient*innen-Befragungen (PROMs); dabei ist relevant herauszufinden, ob die unmittelbaren postoperativen Erfolge auch langfristig erhalten werden können.

Schlussfolgerung

Aufgrund der großen Wahrscheinlichkeit einer Verbesserung der strukturellen Deformität und der funktionellen Auswirkungen durch eine suprakondyläre Extensionsosteotomie kommen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu der Schlussfolgerung, dass bei gehfähigen Patient*innen mit USCP und einer strukturellen Kniebeugekontraktur von mehr als 20°, die älter als 10 Jahre sind und eine ventrale Hemiepiphyseodese kontraindiziert ist, eine suprakondyläre Extensionsosteotomie erwogen werden kann. Diese sollte aufgrund der mit der Extensionsosteotomie einhergehenden Schwächung des Kniestreckapparats mit einer Patellarsehnenverkürzung bzw. bei verschlossener proximaler Tibiaepiphysenfuge mit einer Distalisierung der Tuberositas tibiae kombiniert werden. Der mögliche positive funktionelle Effekt scheint nach Einschätzung der Autor*innen den operativen Aufwand, die Nachbehandlung sowie die möglichen Risiken zu rechtfertigen.

4.2.4.2 Stiff Knee Gait

Hintergrund

Stiff Knee Gait (SKG) beschreibt ein Kniebeugedefizit in der Schwungphase und/oder eine Verlangsamung der Kniebeugung während des Übergangs von der Stand- in die Schwungphase ((637), indirekt). Die Häufigkeit wird im Rahmen von 3DGA-Untersuchungen bei 11 % bzw. 50 % der Patient*innen mit USCP beschrieben (40, 638).

Als Hauptursache des Stiff Knee Gaits wird die verlängerte Aktivität des M. rectus femoris in der Schwungphase gesehen ((639), indirekt). Der Stiff Knee Gait ist demnach ein dynamisches Problem. Als Folge kommt es zu einer funktionellen Beinverlängerung auf der betroffenen Seite; dies führt zu einem Schleifen des Fußes auf dem Boden in der Schwungphase und geht daher mit einem erhöhten Sturzrisiko einher. Diese funktionelle Beinverlängerung kann kompensiert werden beispielsweise durch ein Anheben des Beckens auf der betroffenen Seite oder eine Zirkumduktionsbewegung. Wenn die konservative Therapie keinen ausreichenden Erfolg zeigt, kann durch operative Maßnahmen wie einen Transfer der Rektussehne oder ein Release des M. rectus möglicherweise eine Verbesserung erzielt werden. Ziele der operativen Therapie sind eine verbesserte Knieflexion in der Schwungphase und damit eine Verbesserung der negativen Folgen einer funktionellen Beinverlängerung (639).

4.2.15	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Stiff knee gait und GMFCS I und II kann insbesondere bei klinischer Rectusspastik und/oder EMG-Aktivität des Rectus femoris in der Schwungphase ein Rectustransfer oder -release angeboten werden. Im Rahmen von SEMLS für Kauergang kann dies auch 2-zeitig zur SEMLS erfolgen.	
	Konsens: 92%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Durch die systematische Literaturrecherche konnten n = 0 Studien gefunden werden, die sich isoliert mit der operativen Therapie bei Patient*innen mit USCP und Stiff Knee Gait auseinandersetzen. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurden n = 1 systematische Review (618) gefunden.

Nach Abschluss der systematischen Recherche wurde eine Metaanalyse von Josse et al. (2023) (639) zum Stiff Knee Gait bei Patient*innen mit CP publiziert und von den Autor*innen dieser Leitlinie als ergänzende Literatur hinzugefügt. Der Artikel wurde erst im Mai 2023 publiziert (Ende der systematischen Recherche Ende 02/2023). Weiterhin wurde eine Publikation einer internationalen Arbeitsgruppe hinzugezogen, welche nach einem Delphi-Prozess ((637), indirekt CP) Aussagen zur Operation des Rectus femoris bei Patient*innen mit CP macht.

In dem systematischen Review von Josse et al. (2023) ((639), indirekt CP) werden die Ergebnisse nach Rectus femoris transfer und Rectus femoris Release bei Patient*innen mit Cerebralparese verglichen. 16 Studien mit 768 Patient*innen und 1079 operierten Extremitäten wurden analysiert - 840 Rectus femoris Transfers und 239 Rectus femoris Release-Operationen. Die Metaanalyse ergab einen hohen Effekt auf die Bewegungsamplitude des Kniegelenks durch den Rectus Transfer (Effektgröße = 0,80; Spanne 0,52 - 1,07 I² = 0,84 %), das distale Release des M. rectus femoris ergab lediglich einen moderaten Effekt (Effektgröße = 0,57; Spanne 0,27 - 0,87, I² = 59 %). Die Operationen wurden häufig mit einer gleichzeitigen Hamstringverlängerung kombiniert, sodass der Effekt nicht eindeutig auf die Operation am M. rectus zurückzuführen ist. Josse et al. (2023) (639) machen darauf aufmerksam, dass die Studien eine große Heterogenität und ein geringes Evidenzniveau aufwiesen, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte. In den Studien wurden die Komplikationen der Eingriffe nicht diskutiert.

Das systematische Review von Campbell et al. (2020) (618) behandelt Knie-Pathologien bei CP allgemein. Da die Literatur für den Rectus femoris transfer auch in dem aktuelleren systematischen Review von Josse et al. (2023) (639) (indirekt CP) aufgearbeitet wird, wurde nur das aktuellere Review verwendet.

In dem Paper von Kay et al. (2021) (637) (indirekt CP) zu operativen Maßnahmen distal am M. rectus femoris wurde im Rahmen eines Delphi-Prozesses von 16 kinderorthopädischen Experten mit langjähriger Erfahrung in der operativen Behandlung von Kindern mit CP und Erfahrung in Bewegungsanalyse auch die Problematik des Stiff Knee Gait konsentiert - allerdings wurde nicht zwischen Patient*innen mit USCP und BSCP differenziert. Stiff Knee Gait wurde definiert als eine verminderte maximale Knieflexion in der Schwungphase, eine reduzierter Bewegungsumfang des Kniegelenks und/oder eine verspätete maximale Knieflexion in der Schwungphase. Ein Konsensus von über 80 % wurde erzielt und OP-Indikationen formuliert: Diese sind

- eine geringe Bewegungsamplitude im Knie während der Schwungphase
- häufiges stolpern
- ein hyperaktives EMG des M. rectus femoris in der Schwungphase sowie
- ein positives Duncan-Ely Zeichen ((637), indirekt CP).

Die internationale Expertengruppe von Kay et al. (2021) (637) (indirekt CP) erzielte einen

Konsens über folgende Aussagen zur Operation des Rectus femoris:

- eine Operation am distalen M. rectus femoris kann bei Kindern mit CP und stiff knee gait sowie häufigem Stolpern indiziert sein
- für ein Kind mit CP ist ein gerades, steifes Kniegelenk günstiger als ein flektiertes, instabiles Knie mit Kauergang.
- eine Operation am distalen M. rectus femoris kann bei Patient*innen mit GMFCS I und II indiziert sein, nicht aber bei Patient*innen mit GMFCS IV
- die Ergebnisse nach Rectus femoris Operation bei Patient*innen mit GMFCS III sind schlechter als mit GMFCS I und II.
- Ganggeschwindigkeit und Hüftbeugerkraft sind wichtige Prädiktoren für das Ergebnis einer distalen Rectus femoris Operation.

Die Empfehlung der aktuellen Leitlinie impliziert viele dieser konsensbasierten Empfehlungen.

Perspektivisch sollte das Stiff Knee Gait bei Patient*innen mit USCP und die Ergebnisse nach konservativer und operativer Therapie untersucht werden, um eine evidenzbasierte Empfehlung für die Therapie geben zu können.

Schlussfolgerung

Aufgrund der mangelhaften Studienlage zur Therapie des Stiff knee gaits bei Patient*innen mit USCP können die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie evidenzbasiert keine Empfehlung aussprechen. Dennoch kann bei Stiff knee gait und nachgewiesener Rektusspastik insbesondere bei Patient*innen mit GMFCS Level 1 oder 2 ein distaler Rektustransfer oder ein distales Rektusrelease angeboten werden.

4.2.5 Fuß- und Sprunggelenk

PICO-Frage: Welche operativen Maßnahmen am **Fuß- und Sprunggelenk** führen zu einer Verbesserung der Struktur, Funktion, Teilhabe oder Aktivität bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP und Pathologien oder Problemen am Fuß- und Sprunggelenk?

4.2.5.1 Spitzfuß

Hintergrund

Der Spitzfuß ist mit einer Prävalenz von 99% (95% CI: 55 – 100) die häufigste Fußdeformität bei Patient*innen mit USCP ((640), Meta-Analyse). Ätiologisch ist eine Muskelimbalance zwischen Plantarflexoren und Dorsalextensoren am oberen Sprunggelenk bedeutsam – u.a. bedingt durch eine Schwäche der Dorsalextensoren und/oder eine Spastik und Verkürzung der Plantarflexoren. Initial ist die Fehlstellung meist dynamisch und entwickelt sich mit zunehmendem Wachstum und Alter häufig zu einer fixierten Deformität. Als Folge kommt es u.a. zu einer vermehrten Belastung des Vorfußes mit Schwielenbildung sowie zu einer funktionellen Beinverlängerung mit Auswirkungen auf das Gangbild und die Gangeffektivität. Des Weiteren wird ein ursächlicher Zusammenhang mit der Entwicklung des typischen

hemiplegischen Gangbildes mit Hüftinnenrotation, -flexion- und –adduktion sowie Knieflexion gesehen (641).

Unterschiedliche Kompensationsstrategien unter Einbeziehung der weiter proximal gelegenen Gelenke sowie der nicht-betroffenen Gegenseite werden beobachtet ((613, 640), (642, 643)).

Ziel der Behandlung ist die Wiederherstellung des primären Fersenkontakts beim Gehen. Flexible und geringgradige Fehlstellungen sind eine Domäne der konservativen Therapie (s. Kap. 3). Das operative Prinzip ist die Verlängerung des Gastroc-Soleus-Komplexes (GSK), eine Arthrolyse des oberen Sprunggelenks dorsalseitig ist selten erforderlich.

4.2.5.1.1 Indikation zur Operation

4.2.16	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad B ↑	Bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Spitzfuß sollte eine operative Korrektur zur Verbesserung der Struktur und Funktion angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Funktion lokal (am Sprunggelenk): Moderat ⊕⊕⊕⊖ Funktion global (Verbesserung der Gangqualität): Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Borton et al. (2001), Chung et al. (2015), Dietz et al. (2006), Dussa et al. (2021), Joo et al. (2011), Park et al. (2006), Sclavos et al. (2023), Skaaret et al. 2019), Soufi et al. (2023), Tinney et al. (2015), Tytkowski et al. 2009, Vette et al. (2018), Yoshimoto et al. (2015)	
	Konsens: 85%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 13 Studien, die sich mit der operativen Therapie bei Patient*innen mit USCP und Spitzfuß beschäftigten und den Einschlusskriterien entsprachen (292, 642, 644-650). Diese Studien umfassten 416 Patient*innen mit einem Alter von 1,5 – 47 J. und einem Follow-up 1 – 10 J.). Es handelte sich ausschließlich um retrospektive Studien. Weitere Informationen zur systematischen Literaturrecherche können der Suchstrategie im Methodikbericht (Anhang PICO 4.1.2.3) entnommen werden.

Die Diskussion wurde durch weitere, selektiv gefundene Literatur der Autor*innen dieser Leitlinie ergänzt (641, 651)- siehe Rezidiv-, (620).

In sämtlichen Studien wurde der GSK in den Zonen 1, 2 oder 3 verlängert. Teilweise wurden neben der Spitzfuß-Korrektur weitere Deformitäten korrigiert. Die Studien zeigen eine große Heterogenität bzgl. der gewählten Parameter sowie der eingeschlossenen Patient*innen. Für

die Ermittlung der gepoolten Effektschätzer konnten bei teilweise fehlenden Mittelwerten und/oder Standardabweichung nicht alle Studienergebnisse genutzt werden.

Auf Struktur- und Funktionsebene berichteten nach Verlängerung des GSK 4 Studien mit n = 102 Patient*innen (642, 647, 649, 652) über eine signifikant verbesserte passive Dorsalextensionsfähigkeit im oberen Sprunggelenk bei gestrecktem Kniegelenk; die Effektstärke war mit einem Cohen D von 3,0 (1,7 – 4,2) sehr hoch (n = 54).

Ganganalytisch zeigte sich am Sprunggelenk eine Verbesserung der Kinematik: das Bewegungsprofil des Sprunggelenks (MAP-Ankle) zeigte eine signifikante Verbesserung mit hoher Effektstärke (Cohen D 1,47 (0,6 - 2,3), n = 90) ((647-649, 653); die Stellung des oberen Sprunggelenks zum Zeitpunkt des initialen Bodenkontakts zeigte ebenfalls einen hohen positiven Effekt (Cohen D 0,95 (0,7 – 1,2), n = 105) (292, 642, 647, 648, 650, 654). Die globale Gangqualität verbesserte sich ebenfalls: anhand des GPS wurde ein hoher Effekt mit einem Cohen D von 0,90, n = 49 erzielt (Park et al. (2006) (292). Weitere Ergebnisse mit hohen positiven Effekten - vor allem der Funktion lokal mit moderater Evidenzstärke - finden Sie in der Evidenztabelle zum Spitzfuß (Tab. A4.2.2.4) und der Evidenzzusammenfassung (Tab. A4.2.3.3).

Tylkowski et al. (2009) (654) USCP & BSCP aber getrennt ausgewertet) untersuchten das Ergebnis nach Verlängerung des GSK vergleichend zw. Patient*innen mit USCP (n = 13) und BSCP (n = 14) nach durchschnittlich 1,2 J. (SD 0,3) mittels 3DGA; in dieser Studie war die GSK-Verlängerung die alleinige operative Maßnahme. Des Weiteren ergab die Literaturrecherche ein Consensus-Papier, bei dem in einem Delphi-Prozess mit 17 internationalen, kinderorthopädischen Experten mit Expertise in 3D-Ganganalyse und hoher operativer Erfahrung bei CP-Patient*innen – insgesamt mehr als 300 Jahre Berufserfahrung – die Indikation und Technik der Spitzfußbehandlung bei gehfähigen CP-Kindern - ohne detaillierte Berücksichtigung des Befallsmusters – ermittelt wurden ((620) (indirekt CP).

Tylkowski et al. (2009) (654) zeigte bei den 13 Patient*innen mit USCP signifikante Verbesserungen der Kinematik des oberen Sprunggelenks (Dorsalextension bei initialem Bodenkontakt, mittlere Dorsalextension und maximale Dorsalextension in Standphase, maximale Plantarflexion und maximale Dorsalextension in Schwungphase).

Auf der Aktivitäts- und Partizipationsebene wurde keine Studie gefunden werden, die den Einschlusskriterien entsprach.

Die Erfahrungsexpert*innen berichten von positiven Ergebnissen.

Die Rate der unerwünschten Effekte ist sehr variabel. Die Metaanalyse mit 4 Studien ((644, 646, 653-655)) mit insgesamt 91 Patient*innen fanden eine Überkorrekturrate mit einem Hackenfußgang nach durchschnittlich 5, 2 J. (range 1 - 10 J.) von 4,2 % (range 0 – 17%). Die Rezidivrate lag in der Metaanalyse von 5 Studien ((644, 645, 652, 653, 655)) mit 172 Patient*innen nach durchschnittlich 6, 5 J. (range 1 - 10 J.) bei 25,16 % (range 0 – 62,5%). Andere Komplikationen wie oberflächliche oder tiefe Wundinfektionen, Hämatombildung, Nervenschädigung werden extrem selten beobachtet (653).

Im Rahmen des beschriebenen Delphi-Prozesses ((620), indirekt CP) wurden zur Indikationsstellung einer operativen Spitzfußbehandlung mit einer Übereinstimmung > 80% folgende Parameter konsentiert:

- im Wachzustand Dorsalextension OSG bei extendiertem Kniegelenk < -15°
- im Wachzustand Dorsalextension OSG bei flektiertem Kniegelenk < -15°
- in Narkose Dorsalextension OSG bei extendiertem und/oder flektiertem Kniegelenk <

0°

- in beobachtender Ganganalyse „midfoot break“, begrenzter Fersenkontakt, Spitzfuß
- in 3DGA Fehlen des 2. „Rockers“, gestörtes „plantarflexion/knee-extensions couple“ (Konsensus 60 – 79%)

Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Rezidiv - durch eine erneute Verlängerung des GSK - wesentlich leichter zu behandeln und damit als weniger gravierend einzuschätzen ist als eine Überkorrektur und damit eher akzeptiert / toleriert wird (620). Ein weiterer Aspekt für eine großzügige operative Indikationsstellung ist der angestrebte primärer Fersenkontakt, um die negativen Auswirkungen des Spitzfußes auf weiter proximal gelegene Gelenke – insbesondere das Hüftgelenk mit Unterstützung der Innenrotation, Adduktion und Flexion – zu vermeiden bzw. zumindest zu reduzieren (641).

Schlussfolgerung

Aufgrund der geringen Invasivität des Eingriffs mit geringem Komplikationsrisiko und der großen Wahrscheinlichkeit einer Verbesserung der strukturellen Deformität und der positiven funktionellen Auswirkungen durch eine Verlängerung des GSK kommen die Autor* innen der vorliegenden Leitlinie zu der Schlussfolgerung, dass bei strukturellem Spitzfuß bei Patient*innen mit USCP eine operative Verlängerung des GSK angeboten werden sollte.

4.2.5.1.2 Operative Technik

Hintergrund

Das operative Prinzip zur Therapie des Spitzfußes ist die Verlängerung des Gastroc-Soleus-Komplexes (GSK). Verschiedene operative Techniken auf unterschiedlicher Höhe des Unterschenkels sind beschrieben ((620), indirekt CP):

Zone 1 (Ursprung des M. gastrocnemius bis zum Ende des medialen Gastrocnemiusanteils reichend):

- OP nach Baumann
- distale Gastrocnemius-Rezession nach Strayer
- u.a.

Zone 2 (distaler Gastrocnemius-Muskelbauch bis zum Ende des M. soleus)

- OP nach Baker
- OP nach Vulpius
- u.a.

Zone 3 (Achillessehne)

- Z-förmige Achillessehnenverlängerung
- perkutane Achillessehnenverlängerung nach Hoke
- u.a.

Je nach Lokalisation der Verlängerung des GSK wird das Verhältnis der Länge Muskel zu Sehne unterschiedlich beeinflusst – je distaler die Verlängerung durchgeführt wird, desto größer ist das Korrekturpotential, aber auch der Kraftverlust der Plantarflexoren. Postoperativ

wird üblicherweise ein Gips für 4 bis 6 Wochen angelegt. Eine anschließende Versorgung mit Tag- und/oder Nachtorthesen ist eine Option (206, 292, 656-658).

4.2.17	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Spitzfuß kann Evidenz-basiert keine Empfehlung zu der zu wählenden OP-Technik gegeben werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Funktion lokal (am Sprunggelenk): Moderat ⊕⊕⊕⊖ Funktion global (Verbesserung der Gangqualität): Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Borton et al. (2001), Chung et al. (2015), Dietz et al. (2006), Dussa et al. (2021), Joo et al. (2011), Park et al. (2006), Sclavos et al. (2023), Soufi et al. (2023), Skaaret et al. (2019), Tinney et al. (2015), Tylkowski et al. 2009, Yoshimoto et al. (2015), Vette et al. (2018)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 13 Studien, die sich mit der operativen Therapie bei Patient*innen mit USCP und Spitzfuß beschäftigten und den Einschlusskriterien entsprachen (292, 642, 644-650, 652-655).

Ergänzt wurden diese mit dem bereits genannten Konsensus-Papier, bei dem in einem Delphi-Prozess mit 17 internationalen, kinderorthopädischen Experten mit Expertise in 3D-Ganganalyse und hoher operativer Erfahrung bei CP-Patient*innen – insgesamt mehr als 300 Jahre Berufserfahrung – die Indikation und Technik der Spitzfußbehandlung bei gehfähigen CP-Kindern - ohne detaillierte Berücksichtigung des Befallsmusters – ermittelt wurden ((620), indirekt CP).

Der Einfluss der Operationstechnik auf den Effekt bleibt unklar. Dies ist vor allem auf die Heterogenität der unterschiedlichen Operationsmethoden innerhalb einer Studie zurückzuführen. 6 Studien berichten über Ergebnisse nach OP in Zone 1 bis 3, wobei die Zuordnung zu Zone 1 oder 2 teilweise nicht eindeutig aus der Beschreibung möglich ist (292, 642, 647, 648, 650, 652); 1 Studie berichtet über Ergebnisse nach Operation in Zone 2 oder 3 (644), 2 Studien über Ergebnisse nach Verlängerung des GSK in Zone 2 (653, 655), wobei Yoshimoto et al. (655) zusätzlich noch ein Advancement der Achillessehne durchgeführt haben, und 3 Studien berichten über Ergebnisse nach Operation in Zone 3 (645, 646, 649). In keiner Studie werden Ergebnisse von unterschiedlichen OP-Techniken verglichen; auch finden Einflussfaktoren wie die Schwere der Kontraktur und das Alter zum Zeitpunkt der Operation keine Berücksichtigung.

Neben dieser Heterogenität der Operationstechnik zur Therapie des Pes equinus kommt das hohe Risiko des Confounding Bias durch zahlreiche zusätzliche Operationen sowie die unterschiedlichen postoperativen Versorgungen hinzu.

Trotz positiver Berichte über eine Verbesserung der Dorsalextensionsfähigkeit im oberen Sprunggelenk sowohl passiv als auch während des Gehens nach Verlängerung des GSK bei geringer Gefahr der Überkorrektur und sonstigen postoperativen Komplikationen können aufgrund der geringen Qualität der Studienlage Evidenz-basiert keine Schlussfolgerungen bezüglich der bevorzugten Technik gezogen werden.

In dem bereits genannten Konsensus-Paper ((620), indirekt CP) kamen die kinderorthopädisch höchst erfahrenen Experten bezüglich der zu wählenden Operationstechnik überein, dass bei Patient*innen mit USCP die Verlängerung des GSK im Vergleich zu Patient*innen mit BSCP eher aggressiver erfolgen sollte – bevorzugt in Zone 2 (Konsensus > 80 %) und 3 und eher nicht in Zone 1.

Schlussfolgerung

Aufgrund der aktuellen Evidenzlage zur Verlängerung des GSK kommen die Autor* innen der vorliegenden Leitlinie zu der Schlussfolgerung, dass bei Patient*innen mit USCP und strukturellem Spitzfuß keine Empfehlung zu der zu wählenden OP-Technik gegeben werden kann.

4.2.5.1.3 Rezidiv

Ein möglicher Faktor, der die Rezidivrate nach operativer GSK-Verlängerung beeinflusst, ist das Alter zum Zeitpunkt der Operation.

4.2.18	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Spitzfuß sollte eine operative Behandlung vor dem 4. Lebensjahr vermieden werden und möglichst erst nach dem 8. Lebensjahr erfolgen	
	Starker Konsens: 100%	

4.2.19	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP sollen nach einer Spitzfuß-OP aufgrund des hohen Rezidivrisikos regelmäßige postoperative Kontrolluntersuchungen während des Wachstums – mindestens 1x jährlich – angeboten werden.	
	Konsens: 94%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Von den 13 Studien, die im Rahmen der systematischen Literaturrecherche die Einschlusskriterien erfüllten, berücksichtigen 2 (Chung et al. 2015, Joo et al. 2011) den Parameter Alter auf das Rezidivrisiko. Des Weiteren wurde die Diskussion durch die selektiv gefundene Literatur der Autor*innen dieser Leitlinie ergänzt ((620, 651), indirekt CP).

Joo et al. fanden bei 32 Patient*innen mit USCP und einem Follow-up von 11,3 J. (range 7,2 – 17,7) nach Verlängerung des GSK entweder durch Gastrocnemius-Rezession (Zone 1/2, n = 5) oder z-förmiger Achillessehnenverlängerung (Zone 3, n = 27) bei 62,5% der Patient*innen ein Rezidiv; das Risiko war signifikant geringer, wenn die Operation nach dem 8. Lj. durchgeführt wurde ($p = 0,04$).

Die Analyse von Chung et al. (2015) (645) von 243 Patient*innen, davon 107 Patient*innen mit USCP, mit Achillessehnenverlängerung (Zone 3) ergab eine Rezidivrate von 9,1 % bei einem durchschnittlichen Follow-up von 8,1 +/- 3,4 Jahren; die Kaplan-Meier-Überlebenskurve ergab nach 10 Jahren eine 89,4 %-Wahrscheinlichkeit der Nicht-Notwendigkeit einer erneuten Operation; das Alter zum Zeitpunkt der Operation war ebenso wie der Typ der Cerebralparese (USCP /BSCP) kein signifikanter Einflussfaktor auf die Rezidivrate; lediglich die präoperativ in der 3DGA-gemessene Dorsalextension im oberen Sprunggelenk zum Zeitpunkt des initialen Bodenkontakts konnte als signifikanter Risikofaktor ermittelt werden ($p = 0,016$, cutoff zw. Rezidiv- und Nicht-Rezidiv-Gruppe -19° Dorsalextension bei initialem Bodenkontakt).

Graham & Fixen (1988) (651) fanden bei 58 Patient*innen mit USCP nach Achillessehnenverlängerung in der White-Slide Technik (Zone 3) mit einem Follow-up von 9 bis 16 J. einen signifikanten Einfluss des Alters bei Primär-OP auf die Reoperationsrate ($p < 0,01$): das durchschnittliche Alter bei Primär-OP lag bei Patient*innen mit Re-OP bei 4 J. 5 Mo., während das Alter bei Primär-OP bei Patient*innen ohne Re-OP bei 7 J. 7 Mo. lag.

In dem bereits beschriebenen Konsensus-Paper bestand ferner Konsensus, dass bei Kindern unter 4 Jahren möglichst keine operative Intervention zur Behandlung des Spitzfußes durchgeführt werden sollte; es bestand Übereinstimmung, dass das optimale Alter für die Verlängerung des GSK zwischen 6 und 10 Jahren liegt (620).

Die Literaturrecherche zum Rezidiv erfolgte im Rahmen der unerwünschten Ereignisse bei der Diskussion der operativen Therapien beim Spitzfuß (siehe Darlegung der Evidenzgrundlage zur Indikation der operativen Therapie beim fixierten Spitzfuß und Tab. A4.2.2.4).

Das frühzeitige Erkennen eines Rezidiv-Spitzfußes ist wünschenswert, um mit konservativen Maßnahmen wie beispielsweise intensiver Physiotherapie, Orthesenbehandlung u.a. (s. Kap. 3) eine weitere Progredienz und die Notwendigkeit einer erneuten Operation möglichst zu vermeiden.

Schlussfolgerung

Aufgrund der aktuellen Datenlage kommen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu der Schlussfolgerung, dass bei Patient*innen mit USCP und strukturellem Spitzfuß - wenn aufgrund der Schwere der Deformität vertretbar - ein operativer Eingriff möglichst nicht vor dem 4. Lebensjahr und bevorzugt erst nach dem 8 Lebensjahr erfolgen sollte. Aufgrund des hohen Rezidivrisikos sollten Patient*innen mit USCP nach operativer Spitzfußbehandlung regelmäßige - mindestens jährliche - postoperative Kontrolluntersuchungen zur frühzeitigen Rezidiv Erkennung angeboten werden.

4.2.5.2 Fallfuß

Hintergrund

Sowohl nach konservativer als auch operativer Korrektur eines Spitzfußes bei Patient*innen mit USCP wird nicht selten beim Gehen kein primärer Fersenkontakt erzielt, obwohl passiv eine ausreichende Dorsalextension (DE) im oberen Sprunggelenk besteht (659). Slavos et al. (2023) (648) berichteten von einer Häufigkeit von 42% bei Patient*innen mit USCP nach Verlängerung des Gastrosoleus-Komplexes. Vergleichbar fanden Lofterod et al. (2009) (660) (gemischte CP-Gruppe) eine Häufigkeit von 47,5 % (19/40 operierten Patient*innen) – unabhängig von präoperativem klinischem Befund, Gangmuster, CP-Subtyp und Art der Gastrosoleusverlängerung (GSL). Ursache kann eine Schwäche der Dorsalextensoren des oberen Sprunggelenks sein oder aber eine Störung des „upper motor neuron“ mit Störung der selektiven motorischen Kontrolle. Folge ist ein Fortbestehen der Gangstörung - insbesondere in der Schwungphase - bei funktioneller Beinverlängerung. Die Kompensationsmechanismen bei eingeschränkter Fußhebung sind vielseitig. Sie führen bei funktioneller Beinverlängerung zur vermehrten Hüft- und Knieflexion auf der betroffenen Seite, ggf. zur Zirkumduktion und Anheben des Beckens auf der betroffenen Seite, sowie zu primärem Vorfußkontakt. Kompensationen auf der Gegenseite sind ebenfalls möglich (648). Zahlreiche konservative Therapieoptionen stehen zur Verfügung und werden unter Kap. 3 dargestellt.

Eine operative Option ist die Verkürzung der Tibialis anterior Sehne (661).

4.2.20	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP nach Verlängerung des Gastrosoleus-Komplexes besteht für einen positiven Effekt einer operativen Verkürzung der Tibialis anterior Sehne zur Vermeidung eines Fallfußes keine ausreichende Evidenz, so dass für diese Maßnahme keine abschließende Empfehlung gegeben werden kann	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Dussa et al. (2021), Kläusler et al. (2017), Rutz et al. (2011), Tsang et al. (2016)	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 4 Suchergebnisse (4 NRSI), welche den Einschlusskriterien für die Pathologie Fallfuß bei Patient*innen mit USCP entsprachen. Weitere Informationen zu den zugrundeliegenden Studien können den Tabellen im Anhang (Methodikbericht Kapitel 4.2.1- 4.2.3) entnommen werden.

3 Studien waren retrospektiv angelegt (647, 661, 662), 1 Studie (663) wertete prospektiv

erfasste Daten retrospektiv aus. Dussa et al. (2021) (647) führten eine vergleichende Studie mit und ohne Tibialis anterior- Verkürzung durch (n = 12 Patient*innen pro Gruppe, durchschnittliches Follow-up 19,7 Monate (SD 3,2)).

In der Studie von Dussa et al. (2021) (647) zeigte sich in der klinischen Untersuchung in beiden Gruppen eine signifikant verbesserte passive Dorsalextension im OSG, keine Verbesserung der Kraft des M. tibialis anterior, eine signifikante Verbesserung bzgl. der Sprunggelenkskinematik in 4 von 6 untersuchten Parametern (Dorsalextension bei initialem Bodenkontakt, max. Dorsalextension in Standphase und Schwungphase, Plantarflexion bei Push-off) sowie Ankle-MAP – jedoch gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Die anderen 3 Studien (661-663) evaluierten den Effekt nach GSL in Kombination mit einer Tibialis anterior Verkürzung mittels klinischer Untersuchung und 3D-Ganganalyse - ohne Vergleichsgruppe. Die Studien von Kläusler et al. (2017) (662) und Rutz et al. (2011) (661) basieren partiell auf dem gleichen Patientenkollektiv – Rutz et al. (2011) (661) evaluierte die Short-term-Outcomes (Follow-up 9 bis 20 Mo., n = 21), Kläusler et al. (2017) (662) die Long-term-Outcomes (minimum Follow-up 3 J., n = 12). Kläusler et al. (2017) (662) und Rutz et al. (2011) (661) fanden postoperativ keine signifikanten Verbesserungen bzgl. der Kraft des M. tibialis anterior; die MAPs des OSG in der Sagittalebene verbesserten sich signifikant, die globalen Gait-Indices GPS, GGI and GDI verbesserten sich nicht im Langzeitverlauf. Tsang et al. (2016) (663) (n = 13) fand ebenfalls eine signifikante Verbesserung der MAP des OSG in der Sagittalebene und keine Verbesserung des GPS. Da keine Vergleichsgruppe herangezogen wurde, ist unklar, ob die positiven Effekte auf die Tibialis anterior Verkürzung oder aber auf die Verlängerung der Wadenmuskulatur zurückzuführen sind.

Betrachtet man die gepoolten und gewichteten Effektgrößen des MAP am oberen Sprunggelenk (Tab.A4.2.3.4) der Studien mit Verkürzung der Tibialis anterior Sehne und GSL (Cohens D MAP ANKLE: 1,18 I-Quadrat: 0,00) im Vergleich zu den Ergebnissen mit GSL ohne Verkürzung der Tibialis anterior Sehne (Cohens D MAP ANKLE: 1,34, I-Quadrat: 0,78) ist qualitativ keine Überlegenheit der unterschiedlichen Methoden zu erkennen.

Beim Verfassen der Langversion wurde von den Autor*innen dieser Leitlinie eine weitere Studie mit der Durchführung der Tibialis anterior- Verkürzung und Verlängerung der Achilles - Sehne bei Patienten mit USCP gefunden (664). Widmer et al. (2024) (664) berichten über positive Effekte in den lokalen (am Sprunggelenk) und globalen Gangparameter. Inwieweit die zusätzliche Achillessehnenverkürzung die Ergebnisse beeinflusst hat ist ohne Vergleichsgruppe unklar.

Schlussfolgerung

Aufgrund der Datenlage ist ein positiver Effekt einer zusätzliche Tibialis anterior-Verkürzung nach Verlängerung des Gastrocnemius-Komplexes unklar. Daher kommen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu dem Schluss, dass keine Empfehlung für eine zusätzliche Tibialis anterior-Verkürzung gegeben werden kann. Weitere vergleichende Studien bei Patient*innen mit USCP sind notwendig. Diese sollten neben klinischen Parametern unbedingt die funktionellen Effekte mittels 3D-Ganganalyse mit Elektromyographie umfassen. PROMs sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

4.2.5.3 Klumpfuß

Hintergrund

Der Klumpfuß ist nach dem Spitzfuß die 2t-häufigste Fußdeformität bei der USCP mit einer Inzidenz von 24 – 27 % (665) und wird häufig in Kombination mit einem Spitzfuß beobachtet. Die Deformität ist bedingt durch eine Imbalance zwischen den Pro- und Supinatoren des Rück- und Mittelfußes sowie den Dorsal- und Plantarflexoren des oberen Sprunggelenks (666, 667). Der pathogenetische Anteil von M. tibialis anterior (Schwungphasen-Muskel) und M. tibialis posterior (Standphasen-Muskel) sind dabei variabel. Es wird berichtet, dass 86 % der Patient*innen eine Überaktivität des M. tibialis posterior aufweisen (668). Die Deformität ist primär flexibel, mit zunehmendem Alter nehmen die strukturell fixierten Komponenten zu (669).

Die Deformität kann je nach Ausmaß der Fehlstellung zu erheblichen Schmerzen und Bildung von Schwielen insbesondere am lateralen Fußrand führen, die Schuhversorgung wird problematisch; funktionell finden sich Auswirkungen beim Gehen mit Störung des Abrollverhaltens des Fußes mit vermehrter Belastung des Fußaußenrandes und Kompensationen in weiter proximal gelegenen Gelenken sowie auf der gesunden Gegenseite. Die Beeinträchtigungen werden dabei wesentlich von der Ausprägung der Fehlstellung bestimmt (665, 670).

Bei der Erstellung des Therapiekonzepts ist die Flexibilität der Fehlstellung ein entscheidender Einflussfaktor bei der Auswahl der Verfahren.

4.2.5.3.1 Dynamischer Klumpfuß

Hintergrund

Zahlreiche konservative Therapieoptionen stehen zur Behandlung des dynamischen Klumpfußes zur Verfügung – u.a. Tag- und Nachtorthesen, Physiotherapie, Botulinumtoxininjektion, Gipsredression (siehe konservative Therapie Kap. 3). Ziel operativer Interventionen ist die Balancierung der deformierenden Kräfte und die Vermeidung der Progression in Richtung strukturelle Deformität. Verschiedene Techniken stehen hierfür zur Wahl, die je nach Bedarf mit einer Verlängerung des Gastrosoleus-Komplexes (GSK) und anderen Fußeingriffen kombiniert werden können:

- hälftiger Tibialis posterior Transfer (SPOTT) nach lateral (Os cuneiforme lat., Peroneus brevis Sehne) mit bzw. ohne zusätzliche Verlängerung des verbleibenden hälftigen Sehnenanteils
- hälftiger Tibialis anterior Transfer (SPLATT) nach lateral (Kuboid, Metatarsale 5, Peroneus tertius oder brevis Sehne)
- vollständiger Tibialis posterior Transfer
- intramuskuläre / Z-förmige Verlängerung des M. tibialis posterior
- Transfer Flexor hallucis longus Sehne auf Metatarsale 3 oder 4

Die Bestimmung des Anteils von M. tibialis anterior und posterior als Verursacher für die Fehlstellung ist eine Herausforderung. Eine Überaktivität des M. tibialis anterior führt v.a. im Mittel- und Vorfußbereich während der Schwungphase zu einer Supination und Varisierung, eine Überaktivität des M. tibialis posterior zur Varisierung im Rückfuß während der Standphase (671) Eine Kombination aus klinischer Untersuchung, slow-motion Videoanalyse, dynamischer

EMG-Untersuchung, Pedobarographie und kinematischer Analyse mittels eines multisegmentalen Fußmodells tragen zum Verständnis der Deformität und Therapieplanung bei (669, 670, 672).

4.2.21	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: B ↑	Bei Patient*innen mit USCP und dynamischem Pes equinovarus sollte eine operative Balancierung der Muskelkräfte zur Verbesserung auf Struktur- und Funktionsebene angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Struktur: Niedrig ⊕⊕⊖⊖ Funktion: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖ Klinisches Gesamtergebnis: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Aleksic et al. (2020), Bacaksiz et al. 2023, Chang et al. (2002), Fujita et al. (2021), Scott & Scarborough (2006), Vlachou & Dimitriadis (2010), Wong et al. (2021)	
	Starker Konsens: 100%	

4.2.22	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und dynamischem Pes equinovarus kann möglichst erst ab dem 6. Lebensjahr eine operative Balancierung der Muskelkräfte angeboten werden.	
	Konsens: 80%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 7 Suchergebnisse (7 NRSI), welchen den Einschlusskriterien für die operative Therapie bei Patient*innen mit USCP und dynamischen Pes equinovarus entsprachen (Suchstrategie siehe Anhang Kapitel A4.1.2.3).

Die systematische Literaturrecherche ergab zu **SPOTT** 3 retrospektive Studien mit 112 Füßen. Die hälftige Tibialis posterior Sehne wurde entweder auf das Os cuboideum oder die Peroneus brevis Sehne transferiert, teilweise wurde zusätzlich eine Verlängerung des GSK durchgeführt (673-675) (direkte Evidenz). In der Studie von Aleksic et al. (2020) (673) wurde bei 24 von 65 Patient*innen zusätzlich eine z-förmige Verlängerung des nicht transferierten Anteils der Tibialis posterior Sehne durchgeführt. Zusätzliche Weichteileingriffe wie beispielsweise Plantarfaszienrelease oder Tenotomie der Sehne des M. flexor digitorum longus wurden bei Vlachou & Dimitriadis (2010) (675) und Aleksic et al. (2020) (673) bei Bedarf durchgeführt. Der Follow-up-Zeitraum reichte von durchschnittlich 4,8 J. (674) bis 8 J. (673). Sämtliche Studien

bewerteten das Outcome nach den sog. Kling-Kriterien (676). Nach den Kling-Kriterien wird ein Ergebnis als exzellent (Fuß plantigrad, keine fixierte oder flexible Deformität, normale Schuhe, keine Orthesen, keine Schwielen, Patient*innen/Eltern zufrieden), gut ($< 5^\circ$ Varus-, Valgus- oder Equinus-Fehlstellung, Nutzung von normalen Schuhen, keine Schwielen, Patient*innen/Eltern zufrieden) oder schlecht (Rezidiv der Equinovarus-Fehlstellung oder Überkorrektur mit Valgus- oder Calcaneovalgus-Fehlstellung $> 5^\circ$) bewertet.

Die Recherche ergab 1 weitere Studie (672), bei der ein SPOTT oder eine intramuskuläre oder eine z-förmige Verlängerung des M. tibialis posterior bei 108 Kindern mit CP, davon 39 mit USCP (entspricht 36%), durchgeführt wurde. Allerdings erfolgte keine konsequent separate Auswertung der Daten bzgl. des CP-Typs und der OP-Methode, sodass die Ergebnisse nicht in die SoF-Tabelle, sondern nur in die Evidenztabelle aufgenommen wurden.

Die Ergebnisse der 3 Studien, die zur direkten Evidenz herangezogen werden können (673-675) waren nach den Kling-Kriterien in 88 % (674) bis 100 % (675) gut oder exzellent. Eine Unterkorrektur mit residuellem Varus von mehr als 5° (entspricht nach den Kling-Kriterien einem schlechten („poor“) Ergebnis fand sich bei 0 bis 12%, die Rate der Überkorrektur lag bei 0 % (674, 675), keine Angabe bei Aleksic et al. (2020) (673). Aufgrund von präoperativen dynamischen EMG-Untersuchungen scheint nach den Ergebnissen von Scott & Scarborough (2006) (674) eine Unterkorrektur mit einer nicht erkannten Tibialis anterior Überaktivität sowie einem höheren Alter zum Zeitpunkt der OP (Durchschnittsalter bei OP exzellentes Ergebnis 9,8 J., Persistenz Varusdeformität 12,9 J., $p = 0,005$) in Zusammenhang zu stehen. Scott & Scarborough (2006) (674) berichteten bei 52% von einem Fallfuß – allerdings ohne, dass das Tragen einer Orthese erforderlich wäre; dies war assoziiert mit einem frühen Sistieren der Tibialis anterior-Aktivität in der Schwungphase (674). Wundinfektionen und Sehnenrupturen traten nicht auf. Chang et al. (2002) (672) berichtete von insgesamt 23 % (9/39) „failures“ nach SPOTT bei Patient*innen mit USCP – davon 2 Füße mit Überkorrektur von mehr als 10° Valgus-Fehlstellung und 7 Füße mit einer residualen Varusfehlstellung von mehr als 10° .

Für das **SPLATT**-Verfahren ergab die systematische Literaturrecherche 3 direkte Studien die für die Evidenzzusammenfassung genutzt werden konnten. Diese analysierten zusammen 94 Füße (669, 675, 677). Bacaksiz et al. (2023) (677) untersuchten zwar eine gemischte CP-Kohorte, aber werteten die USCP -Patienten getrennt aus, sodass die Quelle als direkte Evidenz genutzt werden konnte. Eine indirekte Studie von Sarikaya et al. (2020) mit 40% USCP-Patienten dagegen nahm keine getrennten Auswertung vor und wurde deshalb nur ergänzend zur Diskussion genutzt. Die hälftige Tibialis anterior Sehne wurde entweder auf das Os cuboideum ((677) $n = 11$, (675) $n = 10$), auf die Peroneus tertius Sehne (Sarikaya et al. (2023) $n = 10$, indirekt) oder auf die Peroneus brevis Sehne in Kombination mit einer intramuskulären Verlängerung des M. tibialis posterior transferiert ((669) $n = 63$). Eine Verlängerung des GSK wurde bei Bedarf zusätzlich durchgeführt. Zusätzliche Weichteileingriffe wie beispielsweise Plantarfaszienrelease, transkutane Tenotomien der Flexor-Sehnen wurden bei Vlachou & Dimitriadis (2010) (675) bei Bedarf durchgeführt. Der Follow-up-Zeitraum reichte von durchschnittlich 2,5 J. (677), Sarikaya et al. 2020, (indirekt 40% USCP) bis 7,8 J. (675).

Das klinische Ergebnis wurde von Vlachou & Dimitriadis (2010) (675) und Bacaksiz et al. (2023) (677) nach den Kling-Kriterien bewertet. Es ergaben sich 73 % (677) bzw. 80 % (675) exzellente Ergebnisse und 27 % bzw. 20 % gute Ergebnisse (675, 677). Wong et al. (2021)(669) zeigte, dass auf einer 9-Punkte-Likert-Skala sich die Schmerzen von 2,7 auf 1,7 ($p < 0,001$, 95%-CI 0,5 – 1,4, Cohens D 0,91) reduzierte und die Schuhversorgung von 4,2 auf 1,7 ($p < 0,001$; 95%-CI 2,1 – 2,9) verbesserte. Sarikaya et al. (2020), indirekt 40% USCP)

werteten ihre Ergebnisse nicht separat für Patient*innen mit USCP aus -sie sind deshalb nicht in der SoF-Tabelle– gesamt waren 97% der Patient*innen zufrieden.

Die Häufigkeit postoperativer chirurgischer und medizinischer Komplikationen wurde mit einer Häufigkeit von 0 % (675) bis 17,4 % (669) angegeben. Die Rate der Wundheilungsstörungen bzw. Infektionen lag zwischen 0 % (675) und 4,8 % ((669) bzw. 9,7 % ((677)– indirekte Evidenz, da auf Gesamtkollektiv der CP-Patient*innen bezogen 39% USCP). Druckstellen im Gips wurden von Wong et al. 2021(669) bei 6,3 % und von Bacaksiz et al. (2023) (677) (indirekt, da dieser Parameter nicht separat ausgewertet wurde) bei 12,9% der Patient*innen berichtet. Weitere berichtete Komplikationen umfassen Nahtinsuffizienz / Sehnenruptur (0 % (669)), Kuboid-Tunnel-Fraktur (3,2 % (677), indirekt). Die Häufigkeit der Unterkorrektur bzw. des Rezidivs lag zwischen 0 % (675) und 6,3 % ((669)– mit der Notwendigkeit einer Folge-OP). Wong et al. 2021 (669) berichtete über eine Re-Operationsrate von 23,8 % - in 12,7 % wegen einer Überkorrektur, bei 6,3 % aufgrund einer Unterkorrektur oder einer rezidi4enden Varus-Fehlstellung und bei 4,8 % wegen eines Rezidiv-Spitzfußes; eine Analyse der Re-Operationsrate in Abhängigkeit vom Alter zeigte, dass Überkorrekturen überwiegend bei Patient*innen auftraten, die bei der Primär-OP 8 Jahre oder jünger waren; die Re-Operationsrate wegen Unterkorrektur oder Rezidiv der Varusfehlstellung war bei den über 12-Jährigen mit 40 % am höchsten.

Die systematische Literaturrecherche ergab ferner 1 Studie zum **Flexor hallucis longus Transfer** in Kombination mit GSK-Verlängerung bei 10 Patient*innen, bei 4/10 Patient*innen wurden gleichzeitig weitere Eingriffe durchgeführt (678). Nach durchschnittlich 35 Mo. (range 25 bis 64) zeigte die Evaluation mittels Bewegungsanalyse eine physiologischere Gewichtsverteilung plantar sowie während des Gehens signifikante Verbesserungen speziell der Kinematik des Sprunggelenks (MAP-Ankle Cohens D 1,02 Verbesserung) sowie der allgemeinen Gangqualität (GPS Cohens D 0,58 entspricht einer moderaten Verbesserung). Bei 3 Patient*innen zeigte sich eine Überkorrektur mit einem Hackenfuss (Talipes calcaneus).

Nach Abschluss der systematischen Literaturrecherche wurde ein systematisches Review publiziert ((671), indirekt CP), dass die Wirksamkeit eines häftigen **Transfers einer Tibialis Sehne** (anterior oder posterior) bei Kindern und Jugendlichen mit spastischer Cerebralparese unabhängig vom CP-Typ untersuchte. 17 Studien mit 566 Füßen und 506 Patient*innen wurden eingeschlossen. 54 % der Patient*innen hatten eine Hemiparese.

Bei 87% (range 75 bis 100) wurde der Eingriff als klinisch erfolgreich bewertet (13 Studien). Der Orthesenbedarf reduzierte sich bei 88 % (14 Studien). Komplikationen traten bei 2,8 % der Patient*innen auf (10 Studien). Bei 12 % zeigte sich im Verlauf ein Rezidiv der Varusfehlstellung, bei 2,8 % eine Überkorrektur mit Valgusfehlstellung.

Ergänzend wurde eine Studie von Experten*innen gefunden, die die Ergebnisse bei Patient*innen mit USCP 1 Jahr nach **weichteiliger Operation** (1x in Kombination mit einer Kalkaneus-Osteotomie) einer dynamischen Klumpfußdeformität ohne weitere Eingriffe an weiter proximal gelegenen Stellen mittels 3DGA untersuchte (n = 12, Alter durchschnittl. 11,8 J., range 6 bis 14) (670). Dabei kamen unterschiedliche Techniken zum Einsatz – Verlängerung der Plantarflexoren (12/12), des M. tibialis posterior (11/12), des M. flexor hallucis und/oder digitorum longus (5/12), Plantarfaszienrelease (2/12), SPLATT (9/12), Release M. soleus und plantaris (1/12) und Kalkaneus-Osteotomie (1/12). Die Auswertung der Bewegungsmuster der proximal des Fußes gelegenen Gelenke sowie der nicht-operierten Gegenseite zeigten postoperativ Verbesserungen am Becken und an den Hüftgelenken der betroffenen und nicht-betroffenen Seite (Becken-Rotation, Innenrotation der Hüfte auf der betroffenen Seite, Außenrotation der Hüfte auf der nicht-betroffenen Seite sowie der

vermehrten Hüftflexion auf der betroffenen Seite und der reduzierten Hüftextension auf der nicht-betroffenen Seite). Diese präoperativ vorliegenden pathologischen Auffälligkeiten konnten durch die Fußkorrektur verbessert werden und sind daher als Kompensationen der Fußdeformität zu interpretieren.

Unabhängig von der Operationsmethode zeigten die Studien nach einem Weichteileingriff bei dynamischem Klumpfuß eine Verbesserung bzgl. der Struktur mit sehr hohen Effekten bei niedriger Evidenz; auf Funktionsebene zeigte sich lokal am Fuß ein hoher Effekt bei niedriger Evidenz und moderate Effekte auf die globale Gangverbesserung bei sehr niedriger Evidenz. Verbesserungen des Bewegungsablaufs weiter proximal gelegener Gelenke sowie auf der nicht betroffenen Gegenseite zeigen, dass Kompensationsbewegungen nach der Fußkorrektur reversibel sind.

Hohe bis sehr hohe Effekte bestehen bzgl. der Schmerzreduktion bei sehr niedriger Evidenz. Bzgl. des klinischen Gesamtergebnisses (Klings Kriterien) zeigen sich hohe positive Effekte bei sehr niedriger Evidenz.

Eine Studie evaluierte zusätzlich den Effekt der Operation auf die Schuhversorgung mit positivem Ergebnis (669) – ein Aspekt, der für Patient*innen von Relevanz ist. Sämtliche Studien, die die Kling-Kriterien anwendeten, ergaben auch eine sehr hohe Patient*innen- bzw. Elternzufriedenheit.

Keine Studie untersuchte bislang die Ergebnisse bzgl. der Aktivität und Partizipation.

Sämtliche Verfahren erfordern postoperativ eine Nachbehandlung mit Gipsverband über 4 bis 6 Wochen. Dies stellt eine vorübergehende zusätzliche Beeinträchtigung im Alltag dar, die den Patient*innen bzw. die Familie fordert, aber tolerabel ist.

Das Risiko von Komplikationen ist insgesamt gering. Das Risiko der Unterkorrektur (Varus-Fehlstellung 6 – 18 %) sowie der Überkorrektur (Valgus-Fehlstellung 5 – 13%) ist vorhanden bei sehr niedriger Evidenz. Das Alter zum OP-Zeitpunkt scheint dabei relevant zu sein – mit einem höheren Risiko der Unterkorrektur bei Jugendlichen und einem höheren Risiko der Überkorrektur im Grundschulalter (669).

Schlussfolgerung

Die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie kommen nach Abwägung von Nutzen und Schaden zu der Schlussfolgerung, dass bei Patient*innen mit USCP und dynamischer Klumpfußstellung eine operative Balancierung der Muskelkräfte angeboten werden sollte. Die Empfehlungsstärke B („sollte“) ergibt sich auf Grund der teilweise sehr hohen positiven Effekte der direkten Literatur, welche durch die indirekte Literatur unterstützt wird.

4.2.5.3.2 Fixierter Klumpfuß

Hintergrund

Eine konservative Therapieoption besteht lediglich in der Versorgung mit einem orthopädischen Schuh. Die Wiederherstellung eines plantigraden Fußes ist nur operativ möglich.

4.2.23	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Pes equinovarus kann die Indikation zur operativen Intervention abhängig vom Beschwerdebild dem Ausmaß der Deformität und der funktionellen Beeinträchtigung sowie deren Auswirkungen auf Aktivität und Teilhabe angeboten werden.	
	Starker Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 0 Studien zur Indikation beim fixierten Klumpfuß bei Patient*innen mit USCP. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurde n = 0 systematische Reviews gefunden (siehe Methodikbericht Kapitel A4.2.1).

Es liegen zahlreiche Studien vor zur operativen Korrektur bei Patient*innen mit Klumpfuß unterschiedlicher Ätiologie – u.a. kongenital, syndromal und neurogen (679-681). Die Diskussion wurde durch selektive Recherche der Autor*innen dieser Leitlinie ergänzt. In diesen Studien ist das untersuchte Patientenkollektiv meist inhomogen – d.h. es wurden die Ergebnisse nach OP bei Klumpfüßen unterschiedlicher Ätiologien evaluiert.

Sämtliche Studien zeigen nach der operativen Wiederherstellung eines plantigraden Fußes eine verbesserte Fußstellung – klinisch und radiologisch –, eine Verbesserung der Gehfähigkeit und eine hohe Patientenzufriedenheit bei geringer Komplikationsrate.

Schlussfolgerung

Die Autor*innen kommen nach Abwägung von Nutzen und Schaden von Literaturquellen unterschiedlichster Ätiologien zu dem Schluss, dass in Abhängigkeit von dem Ausmaß der Fehlstellung, der Beschwerden und der funktionellen Beeinträchtigung den Patient*innen mit USCP die operative Wiederherstellung eines plantigraden Fußes zur Linderung der negativen Auswirkungen angeboten werden kann.

Unzählige operative Verfahren stehen zur Korrektur einer fixierten Klumpfußfehlstellung zur Verfügung, die je nach Art und Ausmaß der Deformität angewendet werden – auch in Kombination:

- Korrekturosteotomie am Rück- und / oder Mittelfuß
- Korrekturarthrodese der Rückfußgelenke
- Arthrolyse der Rückfußgelenke
- Weichteilbalancing mit Muskel-/Sehnenverlängerungen und –transpositionen

Ziel ist die Wiederherstellung eines plantigraden Fußes, der schmerzfrei belastbar ist und idealerweise keine orthetische Versorgung mehr benötigt, sowie die Verbesserung der Gehfähigkeit.

4.2.24	Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Pes equinovarus besteht das operative Prinzip in der Korrektur des Fersenvarus sowie der Vorfußadduktions- und – supinationsfehlstellung mittels Korrekturosteotomien oder korrigierender Chopart- bzw. Triplearthrodes des unteren Sprunggelenks in Kombination mit Weichteilbalancing-Maßnahmen.	
	Konsens: 86%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab keine Studien zur operativen Behandlung bei Patient*innen mit USCP und fixiertem Klumpfuß. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews CP allgemein wurde n = 0 systematische Reviews gefunden.

2 durch selektive Recherche gefundene Studien der Autor*innen dieser Leitlinie wurden zur Diskussion dieser Empfehlung hinzugezogen (682, 683). Dussa et al. 2022 (682) untersuchte die Chopart-Arthrodes in Kombination mit Tenotomie der Tibialis posterior und peroneus brevis Sehne (n = 13, 5/13 USCP); die Mobilität der Subtalargelenks wurde verglichen mit dem Ergebnis nach einer Kombination von SPOTT und SPLATT bei dynamischem Klumpfuß (n = 14, 8/14 USCP) bei CP-Patient*innen; weitere weichteilige und knöcherne Eingriffe wurden an den Extremitäten gleichzeitige durchgeführt (indirekte Evidenz).

Dussa et al. 2022 (682) berichtete von signifikanten Verbesserungen bzgl. der passiven Dorsalextension und Plantarflexion des Sprunggelenks, der mittleren Eversion des Rückfußes relativ zur Tibia in der Stand- und Schwungphase in beiden Gruppen. Eine radiologische Auswertung nach Chopart-Arthrodes erfolgte nicht. Ganganalytisch zeigte sich als unerwünschtes Ereignis in beiden Gruppen eine Reduktion der Schrittlänge. Über Komplikationen wurde nicht berichtet.

Thamkunanon & Kamisan (2018) (683) berichteten von 55 fixierten Klumpfüßen bei 40 CP-Patient*innen (durchschnittl. Alter bei OP 9,8 J.), davon 22 mit USCP, bei denen die einzelnen OP-Verfahren schrittweise nach Korrekturfortschritt angewendet wurden – Korrekturosteotomien, Arthrodesen sowie Weichteileingriffe. Nach durchschnittlich 4,2 J. zeigten 78 % ein gutes Ergebnis mit einem plantigraden Fuß. Postoperativ wurden keine Wundinfektion oder Pseudarthrosen beobachtet. 25 % zeigten eine rezidivierende Fehlstellung einzelner Klumpfußkomponenten. Tendenziell zeigten Füße nach Triple-Arthrodes seltener eine rezidivierende Fehlstellung als nach mehrfacher Osteotomie bzw. Kombination von Arthrodes und Osteotomie.

Schlussfolgerung

Aufgrund der mangelhaften Studienlage zur operativen Therapie eines fixierten Klumpfußes bei Patient*innen mit USCP kamen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu dem Schluss, dass zur Wiederherstellung eines plantigraden Fußes die allgemeinen Prinzipien der operativen Klumpfußbehandlung angewendet werden sollen. Demnach sollte jede Komponente der Fehlstellung (Vorfußadduktion, -supination, Fersenvarus, Hohlfuß, Spitzfuß)

berücksichtigt werden.

4.2.5.4 *Pes planovalgus*

Hintergrund

Der Pes planovalgus ist bei Patient*innen mit USCP nach Einschätzung der LL-Gruppenmitglieder eher selten - Angaben zur Prävalenz liegen bislang nicht vor. Die Deformität entwickelt sich infolge einer Imbalance zwischen Evertoren und Invertoren des Subtalargelenks mit daraus folgender Dislokation des Os naviculare nach lateral, Plantarisierung des Taluskopfes und Abflachung des Längsgewölbes. Die Deformität geht häufig einher mit einer Verkürzung der Wadenmuskulatur. Üblicherweise ist die Fehlstellung zunächst flexibel und entwickelt sich mit zunehmendem Wachstum und Alter häufig zu einer fixierten Deformität. Sie kann Ursache für Beschwerden und Druckläsionen sein und die Schuhversorgung sowie Gehfähigkeit beeinträchtigen. Flexible Fehlstellungen sind eine Domäne der konservativen Therapie. Operativ sind zahlreiche Verfahren beschrieben, die auch in Kombination angewendet werden:

- Weichteileingriffe mit Sehnen-/Muskelverlängerungen, -verkürzungen und Transposition
- Korrekturosteotomien, u.a. Kalkaneusverlängerungsosteotomie, -verschiebeosteotomie
- subtalare Arthrorisetechniken
- extra- und intraartikuläre Arthrodesentechniken.

Richtlinien, welche Verfahren wann angewendet sollen, existieren nicht ((206); (684)).

4.2.25	Empfehlung	Neu Stand 2024
EK	Bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus kann abhängig von dem Beschwerdebild und nach Ausschöpfung der konservativen Therapiemaßnahmen, dem Ausmaß der Deformität und der funktionellen Beeinträchtigung sowie deren Auswirkungen auf Aktivität und Teilhabe eine operative Therapie erwogen werden. Die operative Therapie soll eine gegebenenfalls begleitend vorliegende Verkürzung der Wadenmuskulatur berücksichtigen.	
	Konsens: 90%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche ergab n = 0 Studien zur operativen Behandlung bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach systematischen Reviews von Patient*innen mit CP wurden n = 0 Studien gefunden. Die Literatur wurde deshalb noch mit indirekter Literatur aus selektiver Literaturrecherche der Autor*innen dieser Leitlinie ergänzt.

Das systematische Review von MacInnes et al. (2022) (684), indirekt CP) wurde zur Diskussion der obenstehenden Empfehlung hinzugezogen. Es wurde nicht bei der systematischen Recherche nach systematischen Reviews von CP-Patient*innen gefunden,

obwohl Suchwörter mit den Keywords der Studie übereinstimmen. Im systematischen Review von MacInnes et al. (2022) (684) wurden die Ergebnisse nach operativer Therapie des Pes planovalgus bei Kindern mit CP aufgearbeitet. 44 Studien mit 2234 behandelten Füßen bei 1364 Patient*innen mit einem Durchschnittsalter von 10,3 Jahren und einem durchschnittlichen Follow-up von 55,9 Monaten gingen in das Review ein. Dabei zeigte sich, dass am häufigsten Kalkaneusverlängerungsosteotomien sowie intra- und extraartikuläre Arthrodesen durchgeführt werden.

Eine vergleichende Untersuchung der klinischen Ergebnisse sowie eine Metaanalyse waren aufgrund der Heterogenität der Messungen unmöglich. Es zeigte sich jedoch, dass radiologisch durch jede der operativen Interventionen eine substantielle Korrektur der Deformität erzielt werden konnte. Damit bietet ein operativer Eingriff die Chance, die Beschwerden und Beeinträchtigungen, die durch die Fußdeformität bedingt sind, zu lindern.

Sämtliche operative Verfahren sind mit einer intensiven Nachbehandlung verbunden. In den meisten Fällen ist unmittelbar postoperativ eine Gipsbehandlung, im Anschluss - zumindest vorübergehend - eine Orthesenversorgung erforderlich. OP-Risiken sind ebenfalls bei der Indikationsstellung zu bedenken.

Über OP-Komplikationen wurde in den einzelnen Studien - wenn überhaupt - überwiegend unzureichend berichtet. Sie umfassten neben den allgemeinen OP-Komplikationen (u.a. Infektion, neurologische Reiz-/Ausfallerscheinungen, Hämatom) OP-spezifische Komplikationen wie u.a. Schmerzen (bis zu 26,6 %), Unterkorrektur (bis zu 43 %), Überkorrektur (bis zu 19,2 %) und Pseudarthrose (bis zu 18,8 %). Die Spannweiten waren zwischen den einzelnen Studien sehr groß. Die Rezidivrate lag zwischen 0 % (Doppel-Kalkaneusosteotomie, 3fach-Kalkaneusosteotomie, subtalare Arthrorise) und 29 % (Kalkaneusverschiebeosteotomie); für die Kalkaneusverlängerungsosteotomie lag sie bei 18 % (gewichteter Mittelwert). Ein Zusammenhang zwischen der Komplikationsrate und der Schwere der Deformität bzw. dem GMFCS-Level konnte nicht gefunden werden. Ferner ließen die Ergebnisse keine vergleichende Bewertung der einzelnen Verfahren zu.

Schlussfolgerung

Aufgrund der mangelhaften Studienlage und der teilweise hohen Komplikationsrate nach operativer Korrektur eines Pes planovalgus kamen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu dem Schluss, dass bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus operative Maßnahmen erst erwogen werden sollten, wenn die konservativen Therapiemaßnahmen ausgeschöpft sind. Dabei sind das Ausmaß der Deformität und die funktionelle Beeinträchtigung sowie deren Auswirkungen auf die Aktivität und Teilhabe zu berücksichtigen. Ein operativer Eingriff bietet die Chance der Linderung der Deformitäten-bedingten Beschwerden und Einschränkungen. Es besteht weiterer Forschungsbedarf. Dabei sollten möglichst einheitliche Outcome-Parameter und einheitliche Assessment-Verfahren verwendet werden. Die Komplikationen sollten systematisch erfasst werden – nach zuvor festgelegter Definition. PROMs sollten ebenfalls unbedingt berücksichtigt werden.

5. Schmerztherapie

PICO-Frage: Welche Therapiemaßnahmen in der **Behandlung von Schmerzen** bei Kindern, Jugendliche und Erwachsenen mit USCP führen zu einer Verbesserung der Teilhabe, Aktivität, Funktion oder Struktur?

Hintergrund

In Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Form der CP wird die Prävalenz von Schmerzen bei Patient*innen mit CP mit bis zu 85% angegeben (höher mit steigendem Alter, bei Frauen, mit Dyskinesie und stärkerer Betroffenheit). Unter anderem sind eine muskuläre Hypertonie und sekundäre muskuloskelettale Deformitäten, wie z.B. Hüftluxation oder Kontrakturen bei Patient*innen mit CP mit Schmerzen assoziiert (685). Therapien zur Verbesserung der biomechanischen Voraussetzungen (operativ, konservativ) haben häufig zum Ziel Fehlbelastungen zu reduzieren und die Arthrose Entstehung und Schmerzen zu verhindern. Schmerzen können den Alltag, die Lebensqualität und psychosoziale Faktoren beeinträchtigen (685). Botulinumtoxin A kann durch die hemmende Wirkung auf die Freisetzung von entzündungsvermittelnden Substanzen (z.B. Substanz P, Calcitonin-Gen bezogenes Peptid) unmittelbar schmerzlindernd wirken. Darüber hinaus können durch eine Reduktion der muskulären Hyperaktivität spastik-induzierte Schmerzen reduziert werden (686).

5	Empfehlung	Neu Stand 2024
Empfehlungsgrad: 0↔	Bei Patient*innen mit USCP kann bei Schmerzen aufgrund von muskulärer Hypertonie eine Therapie mit Botulinumtoxin A angeboten werden.	
Qualität der Evidenz:		
Schmerz: Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖⊖	Ostojic et al. (2019)	
	Konsens: 92%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n=9 Treffer, wovon keine Studie den Einschlusskriterien entsprach. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n = 57 (Systematic) Reviews gefunden.

Die evidenzbasierten Empfehlungen zur Schmerzreduktion an der Schulter durch operative Therapien sind in den Empfehlungen 4.1.6 und 4.1.7 zu finden. Die Vermeidung der schmerzhaften Hüftluxation wird in den Empfehlungen 4.2.5- 4.2.9 berücksichtigt.

Das aktuellste systematische Review, in dem alle Formen von Schmerzmanagement bei Kindern und Erwachsenen mit CP zusammengefasst wurden, war aus dem Jahr 2019 (687). Die behandelten Patient*innen waren überwiegend schwer betroffen (GMFCS III-IV) und auch andere Formen der CP (z.B. dyskinetisch) wurden eingeschlossen. Die untersuchten

Assessments (meist Fragebögen) und Interventionen (unter anderem Botulinum-Toxin A, intrathecale Baclofen-Therapie und Massage) waren heterogen.

Ein Großteil der Studien (n=17) befasste sich mit Schmerzen aufgrund von muskulärer Hypertonie. 5 Studien untersuchten die Auswirkungen einer Botulinumtoxin-A Therapie auf Schmerzen und entsprachen den Einschlusskriterien. In 3 Studien wurde eine Reduktion der Schmerzen, bewertet mit dem „Pediatric Pain Profile“ (688), der „Visual Analogue Scale“ (689) und der „Dalhouse Pain Survey“/ „Brief Pain Inventory by Cleeland“ (690) nach einer Botulinumtoxin-A Therapie festgestellt. Copeland et al (2014) (691) und Russo et al (2007) (691) beobachteten keinen positiven Einfluss einer (zusätzlichen) Botulinumtoxin-A Therapie. In keiner der Studien wurde eine Schmerzsteigerung durch eine Botulinumtoxin-A Therapie festgestellt.

Weitere Informationen der zugrundeliegenden Studie können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist in Bezug auf das Outcome „Schmerz“ aufgrund von Risk of Bias, Indirektheit (CP allgemein) und Heterogenität der Interventionen und genutzten Assessments als sehr niedrig einzustufen. *

Schmerzen können den Alltag und die Lebensqualität der Patient*innen beeinflussen, was die Relevanz des Outcomes „Schmerz“ hervorheben. Zur Beurteilung konnte aus der systematischen Literaturrecherche nur indirekte Evidenz (CP allgemein) herangezogen werden. Eine muskuläre Hypertonie tritt jedoch bei der USCP in gleicher Form auf wie bei der BSCP, weshalb von einer guten Übertragbarkeit der Ergebnisse auszugehen ist. Neben der Behandlung von Schmerzen aufgrund von erhöhtem Muskeltonus kann eine Botulinumtoxin-Therapie auch für weitere Schmerzsymptomaten (z.B. Kopfschmerzen) hilfreich sein (692).

Daher wurde trotz der geringen Datenlage eine offene Empfehlung für eine Botulinumtoxin A Therapie bei muskulärer Hypertonie ausgesprochen.

Schlussfolgerung

Aufgrund der guten Übertragbarkeit der Ergebnisse von CP allgemein wird bei positiven Auswirkungen durch eine Botulinumtoxin-A Therapie auf Schmerzen aufgrund von muskulärer Hypertonie eine offene Empfehlung dafür ausgesprochen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

6. Umweltfaktoren

PICO-Frage: Welche **Umweltfaktoren** sowie **Personbezogene Faktoren** haben einen Einfluss auf die Auswahl von Therapiemethoden bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP?

Hintergrund

Unter dem Begriff „Kontextfaktoren“ wird in der ICF der gesamte Lebenshintergrund eines Individuums abgedeckt. Dabei werden 2 Komponenten erfasst, welche den Menschen mit seinem Gesundheitsproblem und dessen Gesundheits- und gesundheitsbezogenen Zustand beeinflussen können: Umweltfaktoren und personbezogene Faktoren.

Umweltfaktoren umfassen „die materielle, soziale und einstellungsbezogene Umwelt, in der

Menschen leben und ihr Leben gestalten“. Diese können die Leistung, das Handeln und die Körperfunktionen und -strukturen negativ oder positiv beeinflussen. Die Umweltfaktoren beziehen sich auf die Ebene des Individuums (unmittelbare, persönliche Umwelt wie das Zuhause, die Arbeit oder die Schule und der persönliche Kontakt zu anderen) und der Gesellschaft ((in)formelle soziale Strukturen/ Dienste/ Ansätze/ Systeme in der Gemeinschaft/ Gesellschaft wie Arbeitsumwelt, Behörden oder Gesetze und Weltanschauungen).

Personbezogene Faktoren „sind der spezielle Hintergrund des Lebens und der Lebensführung eines Menschen“. Sie umfassen Eigenschaften des Menschen, welche nicht durch das Gesundheitsproblem bedingt sind (z.B. Alter, Geschlecht, Erziehung, sozialer/ ethnischer Hintergrund).

6	Evidenzbasiertes Statement	Neu Stand 2024
Statement	Bei Patient*innen mit USCP können unter anderem der Wohnort und die finanziellen Möglichkeiten die Auswahl von Therapiemethoden beeinflussen. Es besteht zu weiteren Umweltfaktoren und personbezogenen Faktoren und deren Einfluss auf die Verfügbarkeit und Auswahl von Therapiemethoden noch weiterer Forschungsbedarf, insbesondere in Deutschland und Europa.	
Qualität der Evidenz:		
Zugang zu Therapien Sehr niedrig ⊕⊖⊖⊖	Dlamini et al. (2023), Tonmukayakul et al. (2018)	
	Konsens: 100%	

Darlegung der Evidenzgrundlage

Die systematische Literaturrecherche mit dem Suchkriterium USCP ergab n=44 Treffer, wovon keine Studie den Einschlusskriterien entsprach. Bei der Erweiterung der Suchstrategie nach CP allgemein wurden n=62 Systematic Reviews gefunden, wovon n=1 Studie eingeschlossen werden konnten. Ein weiteres Review konnte nach der erneuten systematischen Recherche am 02.08.2024 eingeschlossen werden.

Die beiden Studien betrachteten die finanzielle Last und Erfahrungen von Eltern von Kindern mit CP (<12 Jahre). Im Review von Dlamini et al. (2023) (693) (indirekt, CP) wurde ungenügend Unterstützung durch die Regierung (694) und eine hohe finanzielle Belastung (695, 696) dargelegt. Darüber hinaus unterscheidet sich der Zugang zu Therapien in Abhängigkeit des Wohnorts (ländliche/ städtische Regionen) (696) und der Zugang zum öffentlichen Nahverkehr ist erschwert (694). Im Review waren allerdings nur 3 Studien aus Europa, n=6 aus Asien, n=1 aus Afrika und n=2 Ozeanien. Im zweiten Review von Tonmukayakul et al. (2018) (697) (indirekt, CP) wird eine stärkere Betroffenheit der Kinder mit höherer finanzieller Belastung in Verbindung gebracht.

Es gibt jedoch keine Studie aus Deutschland, wodurch die Evidenz kaum übertragbar ist.

Weitere Informationen der zugrundeliegenden Studie können den Evidenztabelle im Anhang (Methodikbericht) entnommen werden.

Die Qualität der Evidenz ist aufgrund von Risk of Bias und Indirektheit (CP allgemein, keine Studie aus Deutschland) als sehr niedrig einzustufen. *

Als Expertenliteratur wurde der Review-Artikel von Rosenbaum und Gorter (2011) (698) einbezogen. Die Autoren entwickelten sogenannte „F-words“, welche auf die Zielgruppe der Kinder zugeschnitten sind und in den „ICF Framework“ eingruppiert wurden. Dabei wird die Familie (F-word: family) den Umweltfaktoren zugeordnet. Die Familie stellt die maßgebliche „Umwelt“ aller Kinder dar und ist eine feste Konstante in ihrem Leben. Jede Familie und deren Bedürfnisse und Ziele sind einzigartig, und die Eltern sind die Experten der Bedürfnisse und Möglichkeiten ihres Kindes. (<https://www.canchild.ca/en/research-in-practice/family-centred-service>) Eltern berichten über stärkere Zufriedenheit, und geringerem mentalen Stress, wenn die Therapien der Kinder familien-zentriert gestaltet sind und die Eltern stets in den Therapieprozess einbezogen und darüber informiert werden (698). Sie fühlen sich kompetenter und sicherer in ihrer Rolle als Eltern eines Kindes mit Beeinträchtigung. Die Kinder nehmen den Stress der Eltern wahr und werden dadurch beeinflusst.

Personbezogene Faktoren und Partizipation werden mit dem F-word „Fun“ umschrieben. Bei welchen Aktivitäten/ in welchen Situationen hat das Kind Spaß? Inwieweit kann das Kind an für sich bedeutsamen Aktivitäten im Leben teilnehmen? Die Literatur zeigt, dass Kinder und junge Erwachsene mit körperlichen Beeinträchtigungen ein geringeres Maß an Teilhabe aufweisen als gesunde Gleichaltrige (699), was die Dringlichkeit der Verbesserung der Partizipation hervorhebt.

Schlussfolgerung

Die Entwicklung von Kindern mit USCP hängt in wesentlicher Weise von Umweltfaktoren (wie Verfügbarkeit von Therapien und Einstellungen von Bezugspersonen) ab. Hinsichtlich personbezogener Aspekte und Umweltfaktoren besteht erheblicher Forschungsbedarf. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf die besonderen Bedürfnisse Einzelner und der Sub-Gruppenbetrachtung (z.B. Alter oder Herkunft) liegen.

* Das detaillierte Evidenzprofil ist im Anhang (Methodikbericht) dargestellt.

7. Selbsthilfe

Selbsthilfe bedeutet, dass sich Menschen mit (chronischen) Erkrankungen und Behinderungen oder deren Angehörige gegenseitig unterstützen und Erfahrungen austauschen. Die Ziele der Selbsthilfe umfassen sowohl innere (z.B. Verbesserung der Lebensqualität), als auch äußere Ziele (z.B. politische Interessenvertretung). Der Kontakt zu anderen Betroffenen und Familien bietet emotionale Unterstützung, Erfahrungsaustausch und praktische Tipps. Der Hinweis zu den Optionen der Selbsthilfe und das Übermitteln von Kontaktdaten an die Patient*innen mit USCP und deren Familien kann die Möglichkeiten der Selbsthilfe näherbringen und wurde von den Erfahrungsexpert*innen als wünschenswert erachtet.

Weitere Informationen zum Thema Selbsthilfe sind bei der BAG SELBSTHILFE e.V. zu finden: <https://www.bag-selbsthilfe.de/>

8. Wichtige Forschungsfragen

8.1 Konservative Therapiemaßnahmen

8.1.1 Home-based Training

In den Studien der systematischen Literaturrecherche wurden lediglich Zielkriterien der oberen Extremität untersucht. Der Einsatz eines Heimtrainings der unteren Extremität lässt ebenfalls positive Effekte erwarten. Die Leitliniengruppe möchte daher auf eine bestehende Forschungslücke hinweisen:

PICO-Frage: Verbessert ein **Home-based Training** der unteren Extremität die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?

Weitere Informationen zu der Therapie und den bereits bestehenden Studien können dem Kapitel 3.1.4 entnommen werden.

8.1.2 CO-OP

Bei Patient*innen mit USCP kann zum Einsatz der „Kognitiven Orientierung zur täglichen Betätigungsausführung“ (CO-OP) keine evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden. Daraus ergibt sich ein Forschungsbedarf bezüglich folgender **PICO-Frage**:

*Verbessert **Cognitive Orientation to Occupational Performance (CO-OP)** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Weitere Informationen zu der Therapie und den bereits bestehenden Studien bei CP können dem Kapitel 3.4.2 entnommen werden.

8.1.3 Botulinumtoxin Therapie und Selektive Dorsale Rhizotomie

Die LL-Gruppe sieht eine grundsätzliche Forschungslücke darin, dass die Rolle der Spastik bei USCP im Hinblick auf Funktionen, Aktivitäten und Teilhabe unklar ist, insbesondere im Zusammenhang mit dem Einsatz der SDR. Daher ergibt sich ein Forschungsbedarf bezüglich folgender Forschungsfrage:

*Welche Rolle hat die **Spastik** auf die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP?*

Weitere Empfehlungen zum Thema Botulinumtoxin und SDR können dem Kapitel 3.5 entnommen werden.

8.1.4 Vibrationstherapie

Die Datenlage zur Vibrationstherapie bei Patient*innen mit USCP ist sehr dünn, zeigt aber positive Ergebnisse nach WBV. Es bedarf weiterer Forschung, um die Effektivität der Therapie und die effektivste Intensität (Frequenz und Amplitude der Schwingungen, Dauer, Häufigkeit) der Therapie zu etablieren. Daraus ergeben sich folgende PICO-Fragen:

*Verbessert eine **Vibrationstherapie** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

*Was ist die **effektivste Intensität (Frequenz und Amplitude der Schwingungen, Dauer, Häufigkeit) der Vibrationstherapie**, um die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard*

Therapie/anderer Therapie zu verbessern?

Weitere Informationen zu der Therapie und den bereits bestehenden Studien können dem Kapitel 3.7.4 entnommen werden.

8.1.5 TMS

Bisher gibt es zu dem Einsatz der TMS bei Patient*innen mit USCP keine einheitlichen Stimulationsprotokolle und Methodik. Zudem fehlen aktuell noch Langzeiterfahrungen mit der TMS bei Patient*innen mit USCP. Daraus ergeben sich folgende PICO-Fragen:

*Was ist das **effektivste Stimulationsprotokoll der TMS**, um die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie zu verbessern?*

*Welche **langfristigen Auswirkungen** hat die TMS auf die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

8.2 Instrumentelle Bewegungsanalyse

8.2.1 3DGA

Insbesondere bei komplexeren operativen Fällen oder vor Eingriffen mit großer Tragweite (z.B. mit Gefahr der Überkorrektur) überwiegt der Nutzen einer instrumentellen Ganganalyse einem potenziellen Schaden deutlich. Jedoch bedürfen die Auswirkungen der 3DGA auf die Behandlungsergebnisse vor allem bei USCP in Isolation weiterer Forschung. Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

*Welche Auswirkungen hat das Durchführen einer 3DGA auf die Behandlungsergebnisse bei Patient*innen mit USCP?*

Weitere Informationen zum Thema Ganganalyse können dem Kapitel 2.8 entnommen werden.

8.2.2 Instrumentelle Bewegungsanalyse der oberen Extremität

Die Anwendung einer apparativen, instrumentellen Bewegungsanalyse zur Quantifizierung des Ausmaßes der Pathologie der oberen Extremität sowie die Differenzierung beteiligter Strukturen und Steuerungsprozesse ist Gegenstand aktueller Forschung. Es gibt Hinweise darauf, dass sie zukünftig eine größere Rolle spielen wird. Die Autor*innen dieser Leitlinie kommen zum Schluss, dass vor der Einführung der quantitativen Bewegungsanalyse in die klinische Praxis weitere Forschungsarbeiten erforderlich sind. Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

*Welche Auswirkungen hat das Durchführen einer apparativen, instrumentellen Bewegungsanalyse der oberen Extremität auf die Behandlungsergebnisse bei Patient*innen mit USCP?*

Weitere Informationen zum Thema Bewegungsanalyse der oberen Extremität können dem Kapitel 8.2.2 entnommen werden.

8.3 Operative Therapieinterventionen

Bei der Auswertung der Studien zur operativen Behandlung der USCP sowohl an der oberen als auch an der unteren Extremität zeigte sich regelmäßig, dass die Studienpopulationen nicht homogen waren, dass unterschiedliche Outcome-Parameter verwendet wurden und somit keine Vergleichbarkeit der Studienergebnisse gegeben war sowie unterschiedliche Methoden der Evaluation angewendet wurden. Daraus ergibt sich, dass für die Evaluation von konservativen und operativen Maßnahmen zur Verbesserung der Struktur, Funktion, Teilhabe und Partizipation die Entwicklung eines Core-Outcome-Sets wünschenswert wäre. Damit ergibt sich folgender Forschungsbedarf mit folgender PICO-Frage:

Welche Untersuchungsmethoden und welche Parameter sind zur Beurteilung einer Intervention zur Verbesserung der Struktur, Funktion, Teilhabe und Partizipation an der oberen und unteren Extremität sowie der Wirbelsäule sinnvoll?

8.3.1 Hüft-Surveillance

Das Auftreten einer Hüftdysplasie und Hüftsubluxation/-luxation ist im Verlauf häufig mit Schmerzen und Einschränkung der Lebensqualität verbunden. Daher werden nach Diagnosestellung therapeutische Maßnahmen empfohlen. Es besteht Forschungsbedarf bzgl. Inzidenz, Progredienz und Symptomatik bei Patienten mit USCP bis ins Erwachsenenalter, um Intervalle von Screening-Untersuchungen mit radiologischen Kontrollen im Rahmen von Surveillance-Programmen festlegen zu können.

Daraus ergibt sich folgende PICO-Frage:

*Wie häufig entwickelt sich eine Hüftdysplasie/-dezentrierung bei Patient*innen mit USCP und was ist ihre „natural history“?*

8.3.2 Weichteiloperationen zur Korrektur des Spitzfußes

Die Verlängerung des Gastrocnemius-Komplexes ist in mehreren Zonen (Zone 1 bis 3) mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die Muskelkraft möglich. Häufig werden Rezidive beobachtet. Es besteht Forschungsbedarf bzgl. der optimalen OP-Methode, der Nachbehandlung (Orthesen Tag / Nacht, Oberschenkel- vs. Unterschenkel-Nachtlagerungsschiene, Dauer) sowie zur Notwendigkeit einer Kombination mit einer Verkürzung des M. tibialis anterior.

Daraus ergibt sich folgende PICO-Frage:

*Welche Operationsmethode mit welcher Nachbehandlung verbessert bei Patient*innen mit USCP und Spitzfuß die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur am nachhaltigsten?*

8.3.1 Weichteiloperationen zur Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur

Aufgrund der mangelhaften Studienlage zu den Auswirkungen einer Verlängerung der ischiocruralen Muskulatur bei Patient*innen mit USCP können die Autor*innen keine evidenzbasierte Empfehlung aussprechen. Dennoch kann bei einer strukturellen Verkürzung eine Verlängerung insbesondere der medialen ischiocruralen Muskulatur erwogen werden.

Daraus ergibt sich folgende PICO-Frage:

*Verbessert bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur eine **Verlängerung insbesondere der medialen ischiocruralen Muskulatur** die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?*

Die funktionellen Effekte sollten mittels 3D-Ganganalyse analysiert werden, PROMs sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

Weitere Informationen und bereits bestehende Literatur zum Thema operative Maßnahmen bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur können dem Kapitel 4.2.4.1 entnommen werden.

8.3.2 Ventrale Hemiepiphyseodese

Es besteht weiter Forschungsbedarf insbesondere zu den auszuwählenden Implantaten (extra- vs. intraartikuläre Implantation), dem optimalen OP-Zeitpunkt sowie zu den funktionellen Veränderungen. Daraus ergibt sich folgende Forschungsfragen:

*Welche Implantate (extra- vs. intraartikuläre Implantation) sind bei der ventralen Hemiepiphyseodese zu wählen, um bei Patient*innen mit USCP die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie zu verbessern?*

*Wann ist der beste Zeitpunkt einer ventralen Hemiepiphyseodese, um bei Patient*innen mit USCP die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie zu verbessern?*

*Welche funktionellen Veränderungen werden Bei Patient*innen mit USCP und Kniebeugekontraktur durch eine ventrale Hemiepiphyseodese erzielt?*

Die funktionellen Effekte sollten mittels 3D-Ganganalyse analysiert werden.

Weitere Informationen und die bereits bestehende Literatur zum Thema „Ventrale Hemiepiphyseodese“ bei Patient*innen mit USCP können dem Kapitel 4.2.4 entnommen werden.

8.3.3 Operative Korrektur eines Pes planovalgus

Aufgrund der mangelhaften Studienlage und der teilweise hohen Komplikationsrate nach operativer Korrektur eines Pes planovalgus kamen die Autor*innen der vorliegenden Leitlinie zu dem Schluss, dass bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus operative Maßnahmen erst erwogen werden sollten, wenn die konservativen Therapiemaßnahmen ausgeschöpft sind. Dabei sind das Ausmaß der Deformität und die funktionelle Beeinträchtigung sowie deren Auswirkungen auf die Aktivität und Teilhabe zu berücksichtigen. Ein operativer Eingriff bietet die Chance der Linderung der Deformitäten-bedingten Beschwerden und Einschränkungen. Daraus ergibt sich folgende PICO-Frage:

*Verbessert bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus eine operative Maßnahme die Teilhabe, Aktivität, Funktion und Struktur bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit*

USCP im Vergleich zu keiner Therapie/Standard Therapie/anderer Therapie?

Dabei sollten möglichst einheitliche Outcome-Parameter und einheitliche Assessment-Verfahren verwendet werden. Die Komplikationen sollten systematisch erfasst werden – nach zuvor festgelegter Definition. PROMs sollten ebenfalls unbedingt berücksichtigt werden.

Weitere Informationen und die bereits bestehende Literatur zu den operativen Maßnahmen bei Patient*innen mit USCP und Pes planovalgus können dem Kapitel 4.2.5.4 entnommen werden.

8.4 Umweltfaktoren

Die Entwicklung von Kindern mit USCP hängt in wesentlicher Weise von Umweltfaktoren (wie Verfügbarkeit von Therapien und Einstellungen von Bezugspersonen) ab. Hinsichtlich personbezogener Aspekte und Umweltfaktoren besteht erheblicher Forschungsbedarf. Daraus ergibt sich folgende PICO-Frage:

Welche Umweltfaktoren sowie personbezogene Faktoren haben einen Einfluss auf die Auswahl von Therapiemethoden bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit USCP?

Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf die besonderen Bedürfnisse Einzelner und der Sub-Gruppenbetrachtung (z.B. Alter oder Herkunft) liegen.

Weitere Informationen zum Thema Umweltfaktoren und personbezogene Faktoren können dem Kapitel 6 entnommen werden.

9. Zusammensetzung der Leitliniengruppe

9.1 Leitlinienkoordinator*in/Ansprechpartner*in

Leitlinienkoordinator*in:

Prof. Dr. med. Volker Mall

(Facharzt für Kinderheilkunde mit Schwerpunkt Kinderneurologie; ärztlicher Direktor kbo-Kinderzentrum München, Lehrstuhlinhaber Sozialpädiatrie der TU München)

Stellvertreter:

PD Dr. med. Nikolai Jung

Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin, Technische Universität München, Lehrstuhl für Sozialpädiatrie und Universitätsklinikum Freiburg, Kinder- und Jugendklinik (KJK) Klinik für Neuropädiatrie und Muskelerkrankungen

Leitliniensekretariat:

Telefon: 089 71009-233 oder 318

Telefax: 089 71009-253

E-Mail: chefsekretariat-kiz@kbo.de

9.2 Konsortialpartner*innen

Dr. Veronka Horber (Fachärztin für Kinder- und Jugendmedizin, Schwerpunkt Neuropädiatrie; Abteilung Neuropädiatrie, Entwicklungsneurologie und Sozialpädiatrie, Universitätsklinikum Tübingen)

PD Dr. med. Sebastian Schröder (Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin; iSPZ Haunersches Kinderspital, Klinikum der Universität München / LMU; ab Januar 2023: Ltd. Ärztlicher Direktor, Sozial- und Neuropädiatrie, Kinderzentrum Maulbronn)

Prof. Dr. med. Bettina Westhoff (Fachärztin für Orthopädie, Orthopädie und Unfallchirurgie, Zusatzbezeichnungen: Spezielle Kinderorthopädie, Physikalische Therapie und Balneologie, Chirotherapie und Sportmedizin; Universitätsklinikum Düsseldorf / HHU, Leitende Ärztin Kinder- und Neuroorthopädie)

9.3 Beteiligte wissenschaftliche Mitarbeiter*innen

- 06.2022 bis zur Fertigstellung der Leitlinie:

Dr. Sportwiss. Verena Fenner (Abteilung Kinder- und Neuroorthopädie,

am Universitätsklinikum Düsseldorf, *besser bewegen* Radolfzell)

Regina Zimmermann (Lehrstuhl Sozialpädiatrie, Technische Universität München)

- 06.2022 bis 07.2023

Caroline Hartl-Adler und Christine Jansen (beide LMU München)

- 11.2023 bis Fertigstellung der Leitlinie:

Natalie Schmidt (Lehrstuhl Sozialpädiatrie, Technische Universität München)

9.2. Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Mandatstragende	Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum		
Mall, Volker	BVKJ	03.07.2024	bis	01.07.2025
Hartl-Adler, Caroline	DVE	01.06.2022	bis	01.07.2025
Haegele, Anke	DVE	01.06.2022	bis	01.07.2025
Galler, Axel	DGN	01.06.2022	bis	01.07.2025
Vehse, Björn	VKOU*	01.06.2022	bis	01.07.2025
Mecher, Frauke	Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK)	01.06.2022	bis	01.07.2025
Eibach, Friederike	Glücksanker e.V.	01.06.2022	bis	01.07.2025
Kraegeloh-Mann, Ingeborg	DGKJ	01.06.2022	bis	01.07.2025
Happes, Klaus	Bundesinnungsverband der Orthopädietechnik, e.V.	01.06.2022	bis	01.07.2025
Müller, Kristina	DGNR (Dt. Gesellsch. Neuro Rehabilitation)	01.06.2022	bis	01.07.2025
Wachowsky, Michael	VKOU*	01.06.2022	bis	01.07.2025
Berweck, Steffen	GNP	01.06.2022	bis	01.07.2025
Becher, Thomas	DGSPJ	01.06.2022	bis	01.07.2025
Gehlken, Anja	SCHAKI e.V.	27.09.2022	bis	01.07.2025
Thielen, Mirjam	DGH	28.10.2022	bis	01.07.2025
Hahn, Gabriele	GPR	14.09.2022	bis	01.07.2025
Raabe, Jens	DGOU	13.10.2022	bis	01.07.2025
Hösl, Matthias	GAMMA	07.10.2022	bis	01.07.2025
Hedderich, Dennis M.	DGNR (Neuroradiologie)	15.09.2022	bis	01.07.2025

Martin, Peter	DGMGB	31.03.2023	bis	01.07.2025
Hertling, Evana	Glücksanker e.V.	01.06.2022	bis	01.07.2025
Glutig, Katja	GPR	14.09.2022	bis	01.07.2025
Sprinz, Andreas	BVKJ	01.06.2022	bis	01.07.2023
Seidel, Andreas	VIFF	19.09.2022	bis	01.07.2025

*) ehemals Vereinigung für Kinderorthopädie e.V. (VKO)

An der Leitlinienerstellung hat der „Verband deutscher Logopäden und SprachtherapeutInnen“ nicht teilgenommen. Diese wurden zu Beginn der Leitlinienerstellung angefragt, hatten aber keine freien Kapazitäten und somit konnten kein(e) Mandatsträger*in zur Leitlinienerstellung entsendet werden.

9.3 Patient*innen/Bürger*innenbeteiligung

Die Leitlinie wurde unter direkter Beteiligung von Patient*innen(vertreter*innen) erstellt. Frau Anja Gehlken (SCHAKI e.V.), Frau Evana Hertling und Frau Friederike Eibach (beide Glücksanker e.V.) waren stimmberechtigt. Frau Gehlken war vom 27.09.2022-31.07.2025 an der Erstellung der Leitlinie beteiligt. Frau Hertling und Frau Eibach waren ab dem 01.06.2022-31.07.2025 beteiligt.

9.4 Methodische Begleitung

Bei der Erstellung wurde die Leitlinie durch Frau Prof. Dr. med. Ina Kopp, Leiterin des AWMF-Instituts, und Frau Dr.med. Monika Nothacker, Stellvertretende Leiterin des AWMF-Instituts, methodisch begleitet.

Die Erstellung der Suchstrategien für die Literaturrecherche wurde von Frau Dr. Mader, Bibliothekarin der Eberhard Karls Universität Tübingen unterstützt.

10. Informationen zu dieser Leitlinie

10.1 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem AWMF-Regelwerk:

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. Auflage 2.1 2023. Verfügbar: <https://www.awmf.org/regelwerk/>

10.2 Systematische Recherche und Auswahl der Evidenz

Eine ausführliche Beschreibung zur Literaturrecherche finden Sie im Leitlinienreport dieser Leitlinie.

10.3 Kritische Bewertung der Evidenz

Die Qualität der Evidenz wurde für jedes Zielkriterium nach GRADE definiert (sehr niedrig,

niedrig, moderat, hoch) (Guyatt et al. 2008). Das detaillierte Vorgehen kann dem Leitlinienreport entnommen werden. Randomisiert-kontrollierte Studien starten die Bewertung auf dem höchsten Qualitätsniveau „high“, Beobachtungsstudien auf dem niedrigsten „low“. Aspekte, welche zu einer Herabstufung des Evidenzniveaus führten waren „Risk of Bias“, „Indirektheit“, „Inkonsistenz“, „Unzureichende Präzision“ und „Publikations-Bias“. Kriterien, welche zu einer Heraufstufung der Evidenzniveaus führen konnten waren: „Hohe Effekte“, „Dosis-Wirkungs-Beziehung“ oder „Plausibles, residuales Confounding“.

10.4 Strukturierte Konsensfindung

Die strukturierte Konsensfindung erfolgte im Rahmen eines nominalen Gruppenprozesses und mit Hilfe der Delphi-Technik. Eine ausführliche Beschreibung der strukturierten Konsensfindung finden Sie im Leitlinienreport dieser Leitlinie.

10.5 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

Unter Berücksichtigung der Qualität der Evidenz (s.Kap. 10.3.) erfolgte im Konsensusverfahren unter Einbeziehung der Patientenpräferenzen, möglicher Risiken und dem klinischen Nutzen der Intervention die Formulierung und Graduierung der Empfehlung (siehe Tabelle 14)

Tabelle 14: Graduierung der Empfehlungsstärke

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise	Symbol (fakultativ)
A	Starke Empfehlung	Soll /Soll nicht	↑↑ / ↓↓
B	Schwache Empfehlung	Sollte /sollte nicht	↑ / ↓
0	Empfehlung offen	Kann erwogen/verzichtet werden	↔

Die Konsensstärke wurde gemäß Tabelle 15 klassifiziert.

Tabelle 15: Klassifikation der Konsensusstärke

Klassifikation der Konsensusstärke	
Starker Konsens	> 95% der Stimmberechtigten
Konsens	>75-95% der Stimmberechtigten
Mehrheitliche Zustimmung	>50-75% der Stimmberechtigten
Keine mehrheitliche Zustimmung	<50% der Stimmberechtigten

Der Anteil der evidenzbasierten Empfehlungen beträgt im Bereich „Diagnostik und Assessments“ 85%, im Kapitel der „konservativen Therapien“ 73% und bei den „operativen Interventionen“ 53%. Insgesamt beträgt der Anteil der evidenzbasierten Empfehlungen in der gesamten Leitlinie 69%. Davon basiert eine Empfehlung auf eine mehrheitliche Zustimmung; bei den anderen Empfehlungen wurde ein Konsens erreicht.

11. Redaktionelle Unabhängigkeit

11.1 Finanzierung der Leitlinie

Die Erstellung der Leitlinie wurde aus Mitteln des Innovationsfonds zur Förderung von Versorgungsforschung (§ 92a Absatz 2 Satz 4 2te Alternative SGB V) finanziert (Förderkennzeichen 01VSF21006).

11.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Im Anhang des Leitlinienreports (Tabelle 6) sind die Interessenerklärungen als tabellarische Zusammenfassung dargestellt sowie die Ergebnisse der Interessenkonfliktbewertung und Maßnahmen, die nach Diskussion der Sachverhalte von der der LL-Gruppe beschlossen und im Rahmen der Konsensuskonferenz umgesetzt wurden.

Die Angaben zu den Interessen wurden mit dem AWMF-Formblatt von 2018 erhoben und von Nikolai Jung (Bewertung der Mandatsträger)/ Michael Wachowsky (Bewertung der Konsortialgruppe) auf einen thematischen Bezug zur Leitlinie bewertet. Eine Eigenbewertung der Interessen erfolgte nicht. Interessenkonflikte mit thematischem Bezug zur Leitlinie wurden kategorisiert in "gering" - vereinzelte Vortragstätigkeit, finanziert durch die Industrie, Forschungs-Drittmittel der Industrie ohne direkte Managementverantwortung, Drittmittel von öffentlichen/gemeinnützigen Förderern "moderat"- regelmäßige Vortragstätigkeit, finanziert durch die Industrie, Mitgliedschaft in Advisory Boards der Industrie, Forschungs-Drittmittel der Industrie mit Managementverantwortung, Federführung bei Fortbildungen mit direkter Industrie-Finanzierung "hoch"- Eigentumsinteresse (Patente, Lizenzen, hoher Aktienbesitz einzelner Firmen, Arbeitsverhältnis in der Industrie) Der Umgang mit Interessenkonflikten gestaltete sich wie folgt-

Ein geringer Interessenkonflikt führte zur Limitierung von Leitungsfunktionen. Ein moderater Interessenkonflikt hatte eine Stimmenthaltung zur Konsequenz. Ein hoher Interessenkonflikt führte zum Ausschluss von der Beratung und Abstimmung zum betreffenden Thema. Als protektive Faktoren, die einer Verzerrung durch Interessenkonflikte entgegenwirken, können die pluralistische Zusammensetzung der Leitliniengruppe, die strukturierte Konsensfindung unter neutraler Moderation, die Diskussion zu den Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten zu Beginn der Konsensuskonferenz und eine externe Begutachtung gewertet werden. In der „Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten“ im Anhang sind die Interessenkonflikte der betreffenden Personen einzusehen.

7. Externe Begutachtung und Verabschiedung

Die externe Begutachtung fand im Zeitraum vom 12.05.2025-25.05.2025 durch Prof. Dr. Martin Staudt (Facharzt für Kinder- und Jugendheilkunde, Neuropädiatrie, Oberarzt Kinderpalliativzentrum der LMU München) und 12.05.2025-21.07.2025 durch Prof. Dr. Thomas Dreher (Facharzt für Orthopädische Chirurgie und Traumatologie, Kinderorthopädie, spezielle Unfallchirurgie, spezielle orthopädische Chirurgie, Chefarzt Universitäts-Kinderspital Zürich) statt. Die Dokumentation der Begutachtung kann dem Leitlinien-Report entnommen werden.

Die Leitlinie wurde von den Vorständen der beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen im Zeitraum Juni-Okttober 2025 verabschiedet. Alle sich daraus ergebenden Änderungen können dem Leitlinien-Report entnommen werden. Das Urheber*innenrecht für die Leitlinien

liegt ausschließlich bei den Autor*innen(gruppen) der beteiligten Fachgesellschaften und Organisationen. Darin eingeschlossen ist das Recht der Änderung, Erweiterung oder Löschung von Inhalten. Für die Nutzung der Leitlinie in verschiedenen Publikationsformen (z.B. Abdrucke, Apps) oder für die Einräumung eines Unternutzungsrechts an Dritte (z.B. bei Kooperationen mit Verlagen) ist jeweils die Zustimmung der Urheber*innengemeinschaft erforderlich. Die am Leitlinienprojekt beteiligten Autor*innen und Fachgesellschaften/Organisationen haben eine schriftliche Vereinbarung zu den Verwertungsrechten der Leitlinieninhalte getroffen, die besagt, dass die Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin e.V die Autor*innen (Leitliniengruppe) in Hinsicht auf die weitere Verwertung vertritt.

Die Autor*innen, vertreten durch die federführenden Fachgesellschaft(en), räumen der AWMF das Nutzungsrecht für die elektronische Publikation im Informationssystem „AWMF online“ im World Wide Web (WWW) des Internet ein.

8. Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie wurde zuletzt am 14.10.2025 inhaltlich überarbeitet. Die Leitlinie ist ab 14.10.2025 bis zur nächsten Aktualisierung gültig. Die Gültigkeitsdauer beträgt maximal 5 Jahre (bis zum 13.10.2030). Vorgesehen sind regelmäßige Aktualisierungen, bei dringendem Änderungsbedarf werden diese gesondert publiziert. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an den Ansprechpartner adressiert werden. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden.

Kontakt Leitlinien-Sekretariat:

Telefon: 089 71009-233 oder 318

Telefax: 089 71009-253

E-Mail: chefsekretariat-kiz@kbo.de

9. Verwendete Abkürzungen

10MWT	10 meter fast walk test
1MWT	1 minute walk test
2DGA	zweidimensionale Ganganalyse
3DGA	instrumentelle 3D-Ganganalyse
6MWT	6 minute walk test
9-HPT	9-Hole Peg Test
AACPDM	American Academy of Cerebral Palsy and Developmental Medicine

Ad-AHA	Adolescent Assisting Hand Assessment
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung
ADL	Activities of daily living (Aktivitäten des täglichen Lebens)
AFO	Ankle-Foot Orthoses (Knöchel-Fuß-Orthesen)
AGL	Amt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
AHA	Assisiting Hand Assessment
AHA-Units	Maßeinheit des AHA Scores nach Rasch-Analyse
AI	Artificial Intelligence
AIMS	Alberta Infant Motor Scale
AIS	arterieller ischämischer Schlaganfall
AKBtx/DGN	Arbeitskreis Botulinumtoxin der Deutschen Gesellschaft für Neurologie
AMPS	Assessment of Motor and Process Skills
AOT	Action Observation Training
AROM	Aktiver Bewegungsumfang (Active Range Of Motion)
Array-CGH	Array Comparative Genomic Hybridization
AS	Ashworth Skala
ASAS	Australian Spasticity Assessment Scale
ASD	Autismus-Spektrum-Störung
aTIMP	atypische TIMP-Werte
ATL	Anterior Temporal Lobe
ATL1	Atlantin GTPase 1
AUC	Fläche unter der ROC-Kurve
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BAG	Bundesarbeitsgemeinschaft
BBS	Berg Balance Scale

BBS	Biodex Balance System
BBT	Box and Block Test
BDIZ	Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa e.V.
BEST	Balance Evaluation-System-Test
BFMF	Bimanual Fine Motor Function
BIV	Bundesinnungsverband für Orthopädietechnik
BLD	Beinlängendifferenz
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMT	Bimanuelle Therapie
BoHM	Both Hands Measure
BoNT/A	Botulinumtoxin Typ A
BoNT-A	Botulinumtoxin A
BOT-2	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency - 2nd Edition
BOTMP	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency
BSB	Badischer Sportbund
BSCP	bilaterale spastische Zerebralparese
BSP	British Society for Periodontology
BVKJ	Berufsverband der Kinder- und Jugendärzt*innen e.V.
BWLA	Bundesverband für Leistungs- und Amateur-Sport
CA	korrigiertes Alter (Corrected Age)
Ca.M.O.	Carbon Modular Orthosis
CACNA1A	Calcium Voltage-Gated Channel Subunit Alpha1 A
CAFO	Carbon fiber AFO

CAOT	Canadian Occupational Performance Measure
CdLS	Cornelia de Lange Syndrom
CGH	Comparative Genomic Hybridization
CHEQ	Children's Hand-Use Experience Questionnaire
CHEQ 2.0	Children's Hand-Use Experience Questionnaire 2.0
CI	Konfidenzintervall (Confidence Interval)
CIMT	Constraint-Induced Movement Therapy
CNVs	Copy Number Variations
COI	Conflict of Interest
COL4A	Kollagen Typ IV Alpha
COL4A1	Collagen Typ IV Alpha 1
COL4A2	Collagen Typ IV Alpha 2
CO-OP	Cognitive Orientation to Occupational Performance
COPCA	Cognitive Orientation to Pediatric Daily Occupations
COPM	Canadian Occupational Performance Measure
CP	Cerebralparese
CPUP	Compassionate Use-Programm
CST	corticospinalen Bahnen
CT	Computertomographie
CTNNB1	Catenin Beta 1
DAFO	Dynamic AFO
DAYC	Developmental Assessment of Young Children
dB	Dezibel
DE	Dorsalextension
DeGIR	Deutsche Gesellschaft für Interventionelle Radiologie und minimal-invasive Therapie

DGCh	Deutsche Gesellschaft für Chirurgie
DGfE	Deutsche Gesellschaft für Epileptologie e.V.
DGfE	Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaften
DGH	Deutsche Gesellschaft für Humangenetik e.V.
DGH	Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie
DGKJ	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V.
DGKM	Deutsche Gesellschaft für Klinische Medizin
DGKN	Deutsche Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung
DGMGB	Deutsche Gesellschaft für Muskelkrankheiten e.V.
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
DGNR	Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V.
DGOU	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.
DGPI	Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie
DGSPJ	Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin e.V.
DHI	Duruöz Hand Index
DIU	Dresden International University
DKH	Stiftung Deutsche Krebshilfe
DLV	Deutscher Leichtathletik-Verband
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DOSB	Deutscher Olympischer Sportbund
DPA	Dynamische Positionsanalyse (Dynamic Postural Alignment)
DRG	Deutsche Röntgengesellschaft
DTI	Diffusions-Tensor-Bildgebung
DVE	Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V.

EaHS	Each Hand Sum Score
EBS	European Business School
ECAB	Early Clinical Assessment of Balance
EEG	Elektroenzephalografie
EJPN	European journal of paediatric neurology
EK	Expertenkonsens
Ely-Test	Test für Spastizität des M. rectus femoris
EMG	Elektromyogramm / Elektromyographie
EPNS	European Neuropediatric Society
EPOS	European Paediatric Orthopaedic Society
ESCD	European Society for Contact Dermatitis
ESE	European Society of Endotontology
ESMAC	European Society for Movement Analysis in Adults and Children
ESNR	European Society of Neuroradiology
ESR	European Society of Radiology
ET	Ergotherapie
FAB	Fullerton Advanced Balance Scale
FAQ	Functional Assessment Questionnaire
FES	Funktionelle Elektrostimulation
FES	Family Empowerment Scale
FESSH	Federation of European Societies for Surgery of the Hand
FG	Frühgeborene
FM	fidgety movements
fMRI	funktionelle Magnetresonanztomographie
FMS	Functional Mobility Scale

FNS	Funktionelle Neurologische Störungen
FWT	Functional walk test
GAMMA	Gesellschaft für die Analyse Menschlicher Motorik und ihrer Anwendung
GAS	Goal Attainment Scales
GDI	Gait Deviation Index
GGI	Gillette Gait Index
GKB	Gemeinsame Konferenz der Bobath-Therapeuten
GMA	General Movement Assessment
GMAE	Gross Motor Ability Estimator
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
GMFM	Gross Motor Function Measure
GMFM-66	Gross Motor Function Measure - 66 Items
GMFM-88	Gross Motor Function Measure - 88 Items
GMOS	General Movement Optimality Score
GNAO1	G Protein Subunit Alpha O1
GNP	Gesellschaft für Neuropädiatrie e.V.
GOAL	Gait Outcomes Assessment List
GOT	Goal- or Task-oriented Training
GPR	Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie e.V.
GPS	Gait Profile Score
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
GSK	Gastrocssoleus-Komplex
GSL	CP-Subtyp und Art der Gastrocssoleusverlängerung
HABIT	Hand-Arm-Bimanual Intensive Therapy
HABIT-ILE	Hand-Arm Bimanual Intensive Training Including Lower

	Extremity
HAFO	Hinged AFO
HAI	Hand Assessment for Infants
HAT	Hypertonia Assessment Tool
HINE	Hammersmith Infant Neurological Examination
HIT	Hand-Intensivtherapien
HNNE	Hammersmith Neonatal Neurological Examination
IBT	intrathekale Baclofen Therapie
ICC	Intraclass Correlation Coefficient
ICF	Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
ICF-CY	Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit für Kinder und Jugendliche
IMP	Infant motor profile
IQ	Intelligenzquotient
IQTIG	Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen
JESS	Joshi's External Stabilizing System
JTHFT	Jebsen-Taylor Hand Funktion Test
JTT	Jebsen-Taylor-Handfunktionstest
JTTH	Jebsen Taylor Test of Hand Function
Kids-BESTest	Balance Evaluation-System-Test für Kinder
KU Leuven	Katholieke Universiteit Leuven (Belgien)
Life-H	Assessment of Life Habits
LIFT	lower-limb functional intensive training
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
MA2	Melbourne Assessment 2
MACS	Manual Ability Classification System

MAP	Movement Analysis Profile
MAS	modifizierte Ashworth-Skala
MCA	Arteria cerebri media
MCID	Minimal Clinically Important Difference
MI	Migrationsindex nach Reimers
Mini AHA	Eine verkürzte Form des Assisting Hand Assessment
Mini-AHA	Mini-Assisting Hand Assessment
Mini-BESTest	Mini Balance Evaluation-System-Test
Mini-CHEQ	Mini-Children's Hand-Use Experience Questionnaire
MMA	Modified Melbourne Assessment
MMT	Manuelle Muskelkraftmessung
MOS	Movement Optimality Score
MPST	Muscle Power Sprint Test
MRC-Skala	Medical Research Council Skala
MRICS	Magnetic Resonance imaging Classification System
MRT	Magnetresonanztomographie
MTT	Medizinische Trainingstherapie
MUUL	Melbourne Assessment (of Unilateral Upper Limb Function)
MZEB	Medizinisches Zentrum für Erwachsene mit Behinderung
NEC	Nekrotisierende Enterokolitis
NIBS	non-invasive brain stimulation
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
NPV	negativen prädiktiver Wert
NRSI	Non-Randomized Studies of Interventions
NSMDA	Neurosensory Motor Development Assessment
OR	Odds Ratio

OSG	Oberes Sprunggelenk
PAIS	perinataler arterieller Stroke
PBS	Pediatric Balance Scale
PEDI	Pediatric Evaluation of Disability Inventory
PEDI_CAT	Pediatric Evaluation of Disability Inventory - Computer Adaptive Test
PEDI-D	Pediatric Evaluation of Disability Inventory - Deutsche Version
PedsQL	Pediatric Quality of Life Inventory
PICO	Population, Intervention, Comparison, Outcome
PIP	proximales Interphalangealgelenk
PLIC	hintere Kapselschenkel (posterior limb of internal capsule)
PLS	Posterior leaf spring
PMAL	Pediatric Motor Activity Log
PMAL-R	Pediatric Motor Activity Log - Revised
PMAL-revised	Revised Pediatric Motor Activity Log
PODCI	Pediatric Outcomes Data Collection Instrument
PPV	positiver prädiktiver Wert
pROM	passive Range of Motion (passive Gelenkbeweglichkeit)
PROMs	Patient-Reported Outcome Measures
PVI	periventrikuläre Infarzierung
PVL	periventrikuläre Leukomalazie
QUEST	Quality of Upper Extremity Skills Test
RCT	Randomized Controlled Trial
ROC	Receiver-Operating-Characteristic-Kurven
ROM	Bewegungsumfang (Range of Motion)
RP	Repetitive Play Intervention

SS-10mWT	Selected 10 meter walk test
SAFO	Solid AFO
SAS	Sitting Assessment Scale
SCALE	Selective Control Assessment of the Lower Extremity
SCHAKI e.V.	Selbsthilfeorganisation für Schlaganfall-Kinder und ihre Familien
SCPE	Surveillance of Cerebral Palsy in Europe
SCUE	Selective Control of The Upper Extremity Scale
SD	Standardabweichung (Standard Deviation)
SDC	kleinste nachweisbare Veränderung (Smallest Detectable Change)
SDD	Smallest Detectable Difference
SDR	Selektive Dorsale Rhizotomie
SEM	Standardmessfehler (Standard Error of Measurement)
SEMLS	Single-Event-Multilevel-Surgery
SFA	Spontane Funktionsanalyse (Spontaneous Functional Analysis)
SGB V	Sozialgesetzbuch Fünftes Buch
SHUEE	Schriners Hospital for Children Upper Extremity Evaluation
SINDA	Standardized Infant NeuroDevelopmental Assessment Neurological Scale
SKG	Stiff Knee Gait
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Timed
SMC	Selective Motor Control
SMK	Die selektive motorische Kontrolle
SoF	Summary of Findings
SPASM	Support Program for Assembly of a Database for Spasticity Measurement

SPLATT	hälftiger Tibialis anterior Transfer nach lateral
SPOTT	hälftiger Tibialis posterior Transfer nach lateral
SR	Systematischer Review
SRG	Schweizerische Röntgengesellschaft
SRT	Shuttle Run Test
SSW	Schwangerschaftswoche
STP	Superficialis to Profundus (Prozedur)
TAAC	Task-oriented Arm-Hand Capacity
tDCS	transkranielle Gleichstromstimulation
TEA	Term Equivalent Age
TIMP	Test of Infant Motor Performance
TMS	Transkranielle Magnetstimulation
TPD	2-Punktdiskriminierung
TPT	Tyneside Pegboard Test
TUBB4A	Tubulin Beta 4A
TUDS	Time up and down stairs
TUG	Timed up and go test
U4	kinderärztliche Vorsorgeuntersuchung 4
U5	kinderärztliche Vorsorgeuntersuchung 5
UCP	Unilaterale Cerebralparese
UEMF	Umschriebene Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen
UEX	untere Extremität
UK	Unterstützte Kommunikation
UPBI	unilateralen perinatalen Hirnläsion
USCP	Unilaterale spastische Cerebralparese

VAS	Visuelle Analogskala
VIFF	Verband interprofessioneller Frühförderung in Bayern e.V.
VKOU*	Vereinigung für Kinderorthopädie und Unfallchirurgie e.V.
VLBW	Very Low Birth Weight
VO ₂ max	maximale Sauerstoffaufnahme
VOAA	Video-Observation Aarts and Aarts Module
VOAA-DDD-R	Revised Video-Observation Aarts and Aarts Module: Determine Developmental Disregard
VR	Virtual Reality
WB	Weight Bearing
WBV	Ganzkörpervibrationstherapie (Whole Body Vibration)
WeeFIM	Functional Independence Measure for Children
WES	Whole-Exome-Sequencing
WGH	Winters Gage Hicks (Klassifikation)
WGS	Whole-Genome-Sequencing
WHO	World Health Organization
WMD	weighted mean difference
WMI	White Matter Injury (Schädigung der weißen Substanz)
XR 4 Rehab	Innovations- und Kollaborationsnetzwerk für Rehabilitation durch Extended Reality (XR)
ZVK	Deutscher Verband für Physiotherapie

*) ehemals Vereinigung für Kinderorthopädie e.V. (VKO)

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der CP-Subtypen (SCPE (2000), Horber et al. (2020), Reference and Training Manual of the SCPE)	17
Tabelle 2: Modified House Functional Classification System	33
Tabelle 3: Anamnestic und klinische Risikofaktoren für die Entwicklung einer USCP	34
Tabelle 4: Zusammenfassung der Testinstrumente für die unimanuelle Kapazität der oberen Extremität	60
Tabelle 5: Zusammenfassung der Testinstrumente für einzelne Bereiche der Mobilität.....	78

Tabelle 6: Zusammenfassung Assessments Tonuserhöhung	100
Tabelle 7: Zusammenfassende Beschreibung Assessments Muskelkraft	102
Tabelle 8: Zusammenfassende Beschreibung Untersuchung Sensibilität.....	104
Tabelle 9: Zusammenfassende Beschreibung Assessments posturale Kontrolle	105
Tabelle 10: Beschreibung Assessments selektive motorische Kontrolle.....	107
Tabelle 11: Aerobe Protokolle für Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei Patient*innen mit CP (Kinder und Jugendliche)	112
Tabelle 12: Anaerobe Protokolle für Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei CP-Patient*innen (Kinder und Jugendliche)	113
Tabelle 13: Gruppierung der konservativen Therapien	150
Tabelle 14: Graduierung der Empfehlungsstärke	318
Tabelle 15: Klassifikation der Konsensusstärke.....	318

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Interdisziplinärer, interprofessioneller, multimodaler und partizipativer Behandlungsalgorithmus bei USCP.....	11
Abbildung 2: Algorithmus zur Diagnostik bei Verdacht auf USCP.....	12
Abbildung 3: Altersabhängige Zusammenstellung der konservativen Therapieverfahren (Outcome: Struktur und Funktion).....	13
Abbildung 4: Altersabhängige Zusammenstellung der konservativen Therapieverfahren (Outcome: Aktivität und Partizipation).....	14
Abbildung 5: Kids-AHA test kit (18 mo-12 years) (Quelle: „Persönliche Aufnahme und Genehmigung durch Anke Hägele“).....	55
Abbildung 7: Versuchsaufbau BBT (https://www.physio-pedia.com/Box_and_Block_Test)	62
Abbildung 8: Versuchsaufbau TPT	63
Abbildung 9: Versuchsaufbau TAAC.....	96
Abbildung 10: Visuelle Darstellung zu den Empfehlungen der instrumentellen 3D Ganganalyse.....	143
Abbildung 11: In den Studien untersuchte Orthesen	165
Abbildung 12a-d): In den Studien genutzte Handorthesen: a) Ozer et al. (2006); b) Becher (2023); c) Burtner et al. (2008) statisch; d) Burtner et al. (2008) dynamisch; e) Louwers et al. (2011)	169
Abbildung 13: Selektive Dorsale Rhizotomie.....	203
Abbildung 14: Ablauf des Rehabilitationsprogramms „Auf die Beine“ (Stark et al., 2020).	224
Abbildung 15: Funktionelles Tape (Mazzone et al. 2011).....	226
Abbildung 16: Vorgeschlagene Terminologie auf der Grundlage der Definition der derzeit verwendeten Begriffe in Anlehnung an Mikalev & Power 2011 (Bild: Fenner. T. 2025)	248

12. Literaturverzeichnis

1. Mall V BT, Blank R, Herz D, Hollmann H, Horn A, Jung NH, Köhler T, Schrank W, Schröder AS, Vehse B, Bevot A, Sprinz A, Heinen F, Borusiak P. Qualitätssicherung bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese in Sozialpädiatrischen Zentren. *Kinderärztl Praxis* 2020;91 (2):136-41.
2. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Dev Med Child Neurol*. 2000;42(12):816-24.
3. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007;109:8-14.
4. Sellier E, Platt MJ, Andersen GL, Krägeloh-Mann I, De La Cruz J, Cans C. Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi-site European population-based study, 1980 to 2003. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(1):85-92.

5. McIntyre S, Goldsmith S, Webb A, Ehlinger V, Hollung SJ, McConnell K, et al. Global prevalence of cerebral palsy: A systematic analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(12):1494-506.
6. Sellier E, McIntyre S, Smithers-Sheedy H, Platt MJ. European and Australian Cerebral Palsy Surveillance Networks Working Together for Collaborative Research. *Neuropediatrics*. 2020;51(2):105-12.
7. Himmelmann K, Horber V, Sellier E, De la Cruz J, Papavasiliou A, Krägeloh-Mann I. Neuroimaging Patterns and Function in Cerebral Palsy-Application of an MRI Classification. *Front Neurol*. 2020;11:617740.
8. Horber V, Grasshoff U, Sellier E, Arnaud C, Krägeloh-Mann I, Himmelmann K. The Role of Neuroimaging and Genetic Analysis in the Diagnosis of Children With Cerebral Palsy. *Front Neurol*. 2020;11:628075.
9. Sellier E, Surman G, Himmelmann K, Andersen G, Colver A, Krägeloh-Mann I, et al. Trends in prevalence of cerebral palsy in children born with a birthweight of 2,500 g or over in Europe from 1980 to 1998. *Eur J Epidemiol*. 2010;25(9):635-42.
10. Dahlseng MO, Finbråten AK, Júlíusson PB, Skranes J, Andersen G, Vik T. Feeding problems, growth and nutritional status in children with cerebral palsy. *Acta Paediatr*. 2012;101(1):92-8.
11. Hoei-Hansen CE, Laursen B, Langhoff-Roos J, Rackauskaite G, Uldall P. Decline in severe spastic cerebral palsy at term in Denmark 1999-2007. *Eur J Paediatr Neurol*. 2019;23(1):94-101.
12. Platt MJ, Cans C, Johnson A, Surman G, Topp M, Torrioli MG, et al. Trends in cerebral palsy among infants of very low birthweight (<1500 g) or born prematurely (<32 weeks) in 16 European centres: a database study. *Lancet*. 2007;369(9555):43-50.
13. Dos Santos Rufino A, Pålman M, Olsson I, Himmelmann K. Characteristics and Challenges of Epilepsy in Children with Cerebral Palsy-A Population-Based Study. *J Clin Med*. 2023;12(1).
14. Horber V, Fares A, Platt MJ, Arnaud C, Krägeloh-Mann I, Sellier E. Severity of Cerebral Palsy-The Impact of Associated Impairments. *Neuropediatrics*. 2020;51(2):120-8.
15. Mendoza-Sengco P, Lee Chicoine C, Vargus-Adams J. Early Cerebral Palsy Detection and Intervention. *Pediatr Clin North Am*. 2023;70(3):385-98.
16. Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd RN, Brunstrom-Hernandez J, et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatr*. 2017;171(9):897-907.
17. Pudig L, Delobel-Ayoub M, Horridge K, Gergeli AT, Sellier E, Ehlinger V, et al. Classification of events contributing to postneonatal cerebral palsy: Development, reliability, and recommendations for use. *Dev Med Child Neurol*. 2024;66(2):250-7.
18. Krägeloh-Mann. Aicardi's Diseases of the Nervous System in Childhood. Aicardi's Diseases of the Nervous System in Childhood. 4th ed. ed. London: Mac Keith Press; 2018.
19. Guzzetta A, Mercuri E, Rapisardi G, Ferrari F, Roversi MF, Cowan F, et al. General movements detect early signs of hemiplegia in term infants with neonatal cerebral infarction. *Neuropediatrics*. 2003;34(2):61-6.
20. Cioni G, Bos AF, Einspieler C, Ferrari F, Martijn A, Paolicelli PB, et al. Early neurological signs in preterm infants with unilateral intraparenchymal echodensity. *Neuropediatrics*. 2000;31(5):240-51.
21. Bouza H, Rutherford M, Acolet D, Pennock JM, Dubowitz LM. Evolution of early hemiplegic signs in full-term infants with unilateral brain lesions in the neonatal period: a prospective study. *Neuropediatrics*. 1994;25(4):201-7.
22. Krumlinde-Sundholm L, Wagner LV. Upper Extremity Assessment and Outcome Evaluation in Cerebral Palsy. In: Miller F, Bachrach S, Lennon N, O'Neil M, editors. *Cerebral Palsy*. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 1-29.

23. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997;39(4):214-23.
24. Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(10):744-50.
25. Piscitelli D, Ferrarello F, Ugolini A, Verola S, Pellicciari L. Measurement properties of the Gross Motor Function Classification System, Gross Motor Function Classification System-Expanded & Revised, Manual Ability Classification System, and Communication Function Classification System in cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2021;63(11):1251-61.
26. Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE, Palisano RJ, Russell DJ, Raina P, et al. Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves. *Jama.* 2002;288(11):1357-63.
27. Beckung E, Hagberg G. Neuroimpairments, activity limitations, and participation restrictions in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(5):309-16.
28. Hanna SE, Rosenbaum PL, Bartlett DJ, Palisano RJ, Walter SD, Avery L, et al. Stability and decline in gross motor function among children and youth with cerebral palsy aged 2 to 21 years. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(4):295-302.
29. McCormick A, Brien M, Plourde J, Wood E, Rosenbaum P, McLean J. Stability of the Gross Motor Function Classification System in adults with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(4):265-9.
30. Alriksson-Schmidt A, Nordmark E, Czuba T, Westbom L. Stability of the Gross Motor Function Classification System in children and adolescents with cerebral palsy: a retrospective cohort registry study. *Dev Med Child Neurol.* 2017;59(6):641-6.
31. Huroy M, Behlim T, Andersen J, Buckley D, Fehlings D, Kirton A, et al. Stability of the Gross Motor Function Classification System over time in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2022;64(12):1487-93.
32. Morris C, Galuppi BE, Rosenbaum PL. Reliability of family report for the Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(7):455-60.
33. Manske PR, Langewisch KR, Strecker WB, Albrecht MM. Anterior elbow release of spastic elbow flexion deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(6):772-7.
34. Jahnsen R, Aamodt G, Rosenbaum P. Gross Motor Function Classification System used in adults with cerebral palsy: agreement of self-reported versus professional rating. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(9):734-8.
35. Rethlefsen SA, Hanson AM, Ciccodicola E, Wren TAL, Kay RM. Variation in Functional Mobility Within Gross Motor Function Classification System Levels. *J Pediatr Orthop.* 2022;42(4):209-14.
36. Zanutin A, Mercer TH, Jagadamma KC, van der Linden ML. Psychometric properties of measures of gait quality and walking performance in young people with Cerebral Palsy: A systematic review. *Gait Posture.* 2017;58:30-40.
37. Harvey A, Robin J, Morris ME, Graham HK, Baker R. A systematic review of measures of activity limitation for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(3):190-8.
38. Riad J, Haglund-Akerlind Y, Miller F. Classification of spastic hemiplegic cerebral palsy in children. *J Pediatr Orthop.* 2007;27(7):758-64.
39. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol.* 2001;8 Suppl 5:98-108.
40. Tsitlakidis S, Horsch A, Schaefer F, Westhauser F, Goetze M, Hagmann S, et al. Gait Classification in Unilateral Cerebral Palsy. *J Clin Med.* 2019;8(10).

41. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(7):549-54.
42. Eliasson AC, Ullenhag A, Wahlström U, Krumlinde-Sundholm L. Mini-MACS: development of the Manual Ability Classification System for children younger than 4 years of age with signs of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(1):72-8.
43. Öhrvall AM, Eliasson AC, Löwing K, Ödman P, Krumlinde-Sundholm L. Self-care and mobility skills in children with cerebral palsy, related to their manual ability and gross motor function classifications. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(11):1048-55.
44. Klevberg GL, Jahnsen R, Elkjaer S, Zucknick M. Hand use development in children with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2021;63(12):1462-8.
45. Eliasson AC, Nordstrand L, Backheden M, Holmefur M. Longitudinal development of hand use in children with unilateral spastic cerebral palsy from 18 months to 18 years. *Dev Med Child Neurol*. 2023;65(3):376-84.
46. van Meeteren J, Nieuwenhuijsen C, de Grund A, Stam HJ, Roebroek ME. Using the manual ability classification system in young adults with cerebral palsy and normal intelligence. *Disabil Rehabil*. 2010;32(23):1885-93.
47. Hou X, Qiu H, Liu L, Li Y, He L, Li J, et al. Reliability and validity of the East Asian children's version of mini-MACS in children with cerebral palsy. *Front Rehabil Sci*. 2022;3:997221.
48. Skoutelis VC, Mastronikola N, Dinopoulos A, Skouteli E, Dimitriadis Z, Bakalidou D. The Greek Version of Mini-Manual Ability Classification System (Mini-MACS): Translation and Reliability Study. *Cureus*. 2022;14(10):e30073.
49. Elvrum AK, Andersen GL, Himmelmann K, Beckung E, Öhrvall AM, Lydersen S, et al. Bimanual Fine Motor Function (BFMF) Classification in Children with Cerebral Palsy: Aspects of Construct and Content Validity. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2016;36(1):1-16.
50. Elvrum AG, Beckung E, Sæther R, Lydersen S, Vik T, Himmelmann K. Bimanual Capacity of Children With Cerebral Palsy: Intra- and Interrater Reliability of a Revised Edition of the Bimanual Fine Motor Function Classification. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2017;37(3):239-51.
51. Geerdink Y, Lindeboom R, de Wolf S, Steenbergen B, Geurts AC, Aarts P. Assessment of upper limb capacity in children with unilateral cerebral palsy: construct validity of a Rasch-reduced Modified House Classification. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(6):580-6.
52. Klingels K, De Cock P, Molenaers G, Desloovere K, Huenaerts C, Jaspers E, et al. Upper limb motor and sensory impairments in children with hemiplegic cerebral palsy. Can they be measured reliably? *Disabil Rehabil*. 2010;32(5):409-16.
53. de Vries LS, van Haastert IC, Benders MJ, Groenendaal F. Myth: cerebral palsy cannot be predicted by neonatal brain imaging. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2011;16(5):279-87.
54. Krumlinde-Sundholm L, Ek L, Sicola E, Sjöstrand L, Guzzetta A, Sgandurra G, et al. Development of the Hand Assessment for Infants: evidence of internal scale validity. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(12):1276-83.
55. Ek L, Eliasson AC, Sicola E, Sjöstrand L, Guzzetta A, Sgandurra G, et al. Hand Assessment for Infants: normative reference values. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61(9):1087-92.
56. Wagenaar N, Verhage CH, de Vries LS, van Gasselt BPL, Koopman C, Leemans A, et al. Early prediction of unilateral cerebral palsy in infants at risk: MRI versus the hand assessment for infants. *Pediatr Res*. 2020;87(5):932-9.

57. Ryll UC, Krumlinde-Sundholm L, Verhage CH, Sicola E, Sgandurra G, Bastiaenen CH, et al. Predictive validity of the Hand Assessment for Infants in infants at risk of unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2021;63(4):436-43.
58. Ullenhag A, Ek L, Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L. Interrater and test-retest reliability of the Hand Assessment for Infants. *Dev Med Child Neurol*. 2021;63(12):1456-61.
59. Ljungblad UW, Paulsen H, Tangeraas T, Evensen KAI. Reference Material for Hammersmith Infant Neurologic Examination Scores Based on Healthy, Term Infants Age 3-7 Months. *J Pediatr*. 2022;244:79-85.e12.
60. Romeo S, Kozlitina J, Xing C, Pertsemlidis A, Cox D, Pennacchio LA, et al. Genetic variation in PNPLA3 confers susceptibility to nonalcoholic fatty liver disease. *Nat Genet*. 2008;40(12):1461-5.
61. George JM, Colditz PB, Chatfield MD, Fiori S, Pannek K, Fripp J, et al. Early clinical and MRI biomarkers of cognitive and motor outcomes in very preterm born infants. *Pediatr Res*. 2021;90(6):1243-50.
62. Morgan C, Romeo DM, Chorna O, Novak I, Galea C, Del Secco S, et al. The Pooled Diagnostic Accuracy of Neuroimaging, General Movements, and Neurological Examination for Diagnosing Cerebral Palsy Early in High-Risk Infants: A Case Control Study. *J Clin Med*. 2019;8(11).
63. Romeo DM, Apicella M, Velli C, Brogna C, Ricci D, Pede E, et al. Hammersmith Infant Neurological Examination in low-risk infants born very preterm: a longitudinal prospective study. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(7):863-70.
64. Hadders-Algra M, Tacke U, Pietz J, Rupp A, Philippi H. Reliability and predictive validity of the Standardized Infant NeuroDevelopmental Assessment neurological scale. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61(6):654-60.
65. Einspieler C, Bos AF, Kriebler-Tomantschger M, Alvarado E, Barbosa VM, Bertoncelli N, et al. Cerebral Palsy: Early Markers of Clinical Phenotype and Functional Outcome. *J Clin Med*. 2019;8(10).
66. Kwong AKL, Fitzgerald TL, Doyle LW, Cheong JLY, Spittle AJ. Predictive validity of spontaneous early infant movement for later cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2018;60(5):480-9.
67. Baak LM, van der Aa NE, Verhagen AAE, Dudink J, Groenendaal F, Nijboer CHA, et al. Early predictors of neurodevelopment after perinatal arterial ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Res*. 2023;94(1):20-33.
68. Azim Rezaei D, Acar G, Turkdogan D, Unver O, Kaya Narter F. Relationships Among 3 Movement Analysis Tests in Preterm Infants. *Pediatr Phys Ther*. 2019;31(3):251-6.
69. Rizzi R, Menici V, Cioni ML, Cecchi A, Barzacchi V, Beani E, et al. Concurrent and predictive validity of the infant motor profile in infants at risk of neurodevelopmental disorders. *BMC Pediatr*. 2021;21(1):68.
70. Madayi A, Shi L, Zhu Y, Daniel LM, Noordin AA, Sherwood SAM, et al. The Test of Infant Motor Performance (TIMP) in very low birth weight infants and outcome at two years of age. *J Perinatol*. 2021;41(10):2432-41.
71. Law M, Baptiste S, McColl M, Opzoomer A, Polatajko H, Pollock N. The Canadian occupational performance measure: an outcome measure for occupational therapy. *Can J Occup Ther*. 1990;57(2):82-7.
72. Carswell A, McColl MA, Baptiste S, Law M, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: a research and clinical literature review. *Can J Occup Ther*. 2004;71(4):210-22.
73. Carswell A, McColl MA, Baptiste S, Law M, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: a research and clinical literature review. *Can J Occup Ther*. 2004;71(4):210-22.

74. Law M, Baptiste S, Carswell A, McColl M, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure. 2nd ed. COAT, editor. Ottawa, Ontario: COAT Publications ACE; 1998.
75. Sakzewski L, Boyd R, Ziviani J. Clinimetric properties of participation measures for 5- to 13-year-old children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(3):232-40.
76. Cusick A, Lannin NA, Lowe K. Adapting the Canadian Occupational Performance Measure for use in a paediatric clinical trial. *Disabil Rehabil*. 2007;29(10):761-6.
77. Cusick A, McIntyre S, Novak I, Lannin N, Lowe K. A comparison of goal attainment scaling and the Canadian Occupational Performance Measure for paediatric rehabilitation research. *Pediatr Rehabil*. 2006;9(2):149-57.
78. Kang M, Smith E, Goldsmith CH, Switzer L, Rosenbaum P, Wright FV, et al. Documenting change with the Canadian Occupational Performance Measure for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2020;62(10):1154-60.
79. Ostensjø S, Oien I, Fallang B. Goal-oriented rehabilitation of preschoolers with cerebral palsy--a multi-case study of combined use of the Canadian Occupational Performance Measure (COPM) and the Goal Attainment Scaling (GAS). *Dev Neurorehabil*. 2008;11(4):252-9.
80. Kiresuk TJ, Sherman RE. Goal attainment scaling: A general method for evaluating comprehensive community mental health programs. *Community Ment Health J*. 1968;4(6):443-53.
81. Steenbeek D, Ketelaar M, Galama K, Gorter JW. Goal attainment scaling in paediatric rehabilitation: a critical review of the literature. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(7):550-6.
82. Steenbeek D, Ketelaar M, Lindeman E, Galama K, Gorter JW. Interrater reliability of goal attainment scaling in rehabilitation of children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(3):429-35.
83. Löwing K, Hamer EG, Bexelius A, Carlberg EB. Exploring the relationship of family goals and scores on standardized measures in children with cerebral palsy, using the ICF-CY. *Dev Neurorehabil*. 2011;14(2):79-86.
84. Bexelius A, Carlberg EB, Löwing K. Quality of goal setting in pediatric rehabilitation-A SMART approach. *Child Care Health Dev*. 2018;44(6):850-6.
85. McMorran D, Robinson LW, Henderson G, Herman J, Robb JE, Gaston MS. Using a goal attainment scale in the evaluation of outcomes in patients with diplegic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2016;44:168-71.
86. Krumlinde-Sundholm L, Lindkvist B, Plantin J, Hoare B. Development of the assisting hand assessment for adults following stroke: a Rasch-built bimanual performance measure. *Disabil Rehabil*. 2019;41(4):472-80.
87. Van Gils A, Meyer S, Van Dijk M, Thijs L, Michielsen M, Lafosse C, et al. The Adult Assisting Hand Assessment Stroke: Psychometric Properties of an Observation-Based Bimanual Upper Limb Performance Measurement. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99(12):2513-22.
88. Gilmore R, Sakzewski L, Boyd R. Upper limb activity measures for 5- to 16-year-old children with congenital hemiplegia: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(1):14-21.
89. Greaves S, Imms C, Dodd K, Krumlinde-Sundholm L. Assessing bimanual performance in young children with hemiplegic cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(5):413-21.
90. Klingels K, Jaspers E, Van de Winckel A, De Cock P, Molenaers G, Feys H. A systematic review of arm activity measures for children with hemiplegic cerebral palsy. *Clin Rehabil*. 2010;24(10):887-900.

91. Thomé Teixeira da Silva LV, Vegas M, Aquaroni Ricci N, Cardoso de Sá CS, Alouche SR. Selecting assessment tools to characterize upper limb function of children with cerebral palsy: A mega-review of systematic reviews. *Dev Neurorehabil.* 2022;25(6):378-91.
92. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, Kottorp A, Eliasson AC. The Assisting Hand Assessment: current evidence of validity, reliability and responsiveness to change. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(4):259- 64.
93. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, Kottorp A, Eliasson AC. The Assisting Hand Assessment: current evidence of validity, reliability, and responsiveness to change. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(4):259-64.
94. Holmefur M, Krumlinde-Sundholm L, Eliasson AC. Interrater and intrarater reliability of the Assisting Hand Assessment. *Am J Occup Ther.* 2007;61(1):79-84.
95. Holmefur MM, Krumlinde-Sundholm L. Psychometric properties of a revised version of the Assisting Hand Assessment (Kids-AHA 5.0). *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(6):618-24.
96. Louwers A, Beelen A, Holmefur M, Krumlinde-Sundholm L. Development of the Assisting Hand Assessment for adolescents (Ad-AHA) and validation of the AHA from 18 months to 18 years. *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(12):1303-9.
97. Greaves S, Imms C, Dodd K, Krumlinde-Sundholm L. Development of the Mini-Assisting Hand Assessment: evidence for content and internal scale validity. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(11):1030-7.
98. Houwink A, Geerdink YA, Steenbergen B, Geurts AC, Aarts PB. Assessment of upper-limb capacity, performance, and developmental disregard in children with cerebral palsy: validity and reliability of the revised Video-Observation Aarts and Aarts module: Determine Developmental Disregard (VOAA-DDD-R). *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(1):76-82.
99. Rosa-Rizzotto M, Visonà Dalla Pozza L, Corlatti A, Luparia A, Marchi A, Molteni F, et al. A new scale for the assessment of performance and capacity of hand function in children with hemiplegic cerebral palsy: reliability and validity studies. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014;50(5):543-56.
100. Randall M, Imms C, Carey LM, Pallant JF. Rasch analysis of The Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function. *Dev Med Child Neurol.* 2014;56(7):665-72.
101. Davids JR, Peace LC, Wagner LV, Gidewall MA, Blackhurst DW, Roberson WM. Validation of the Shriners Hospital for Children Upper Extremity Evaluation (SHUEE) for children with hemiplegic cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(2):326-33.
102. DeMatteo C, Law M, Russell D, Pollock N, Rosenbaum P, Walter S. The Reliability and Validity of the Quality of Upper Extremity Skills Test. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics.* 1993;13:1-18.
103. Mathiowetz V, Volland G, Kashman N, Weber K. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *Am J Occup Ther.* 1985;39(6):386-91.
104. Basu AP, Kirkpatrick EV, Wright B, Pearse JE, Best KE, Eyre JA. The Tyneside Pegboard Test: development, validation, and observations in unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2018;60(3):314-21.
105. Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil.* 1969;50(6):311-9.
106. Taylor N, Sand PL, Jebsen RH. Evaluation of hand function in children. *Arch Phys Med Rehabil.* 1973;54(3):129-35.
107. Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil.* 1969;50(6):311-9.
108. Taylor N, Sand PL, Jebsen RH. Evaluation of hand function in children. *Arch Phys Med Rehabil.* 1973;54(3):129-35.

109. Jose PS, Radhakrishna VN, Sahoo B, Madhuri V. An Assessment of the Applicability of Shriners Hospital Upper Extremity Evaluation as a Decision-making Tool and Outcome Measure in Upper Limb Cerebral Palsy in Indian Children. *Indian J Orthop.* 2019;53(1):15-9.
110. Lennon N, Church C, Shields T, Kee J, Henley JD, Salazar-Torres JJ, et al. Can the Shriners Hospital Upper Extremity Evaluation (SHUEE) Detect Change in Dynamic Position and Spontaneous Function of the Upper Limb in People With Hemiplegic Cerebral Palsy? *J Pediatr Orthop.* 2023;43(6):e471-e5.
111. Araneda R, Ebner-Karestinos D, Paradis J, Saussez G, Friel KM, Gordon AM, et al. Reliability and responsiveness of the Jebsen-Taylor Test of Hand Function and the Box and Block Test for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2019;61(10):1182-8.
112. Liang KJ, Chen HL, Shieh JY, Wang TN. Measurement properties of the box and block test in children with unilateral cerebral palsy. *Sci Rep.* 2021;11(1):20955.
113. Decraene L, Feys H, Klingels K, Basu A, Ortibus E, Simon-Martinez C, et al. Tyneside Pegboard Test for unimanual and bimanual dexterity in unilateral cerebral palsy: association with sensorimotor impairment. *Dev Med Child Neurol.* 2021;63(7):874-82.
114. Tofani M, Castelli E, Sabbadini M, Berardi A, Murgia M, Servadio A, et al. Examining Reliability and Validity of the Jebsen-Taylor Hand Function Test Among Children With Cerebral Palsy. *Percept Mot Skills.* 2020;127(4):684-97.
115. Sköld A, Hermansson LN, Krumlinde-Sundholm L, Eliasson AC. Development and evidence of validity for the Children's Hand-use Experience Questionnaire (CHEQ). *Dev Med Child Neurol.* 2011;53(5):436-42.
116. Amer A, Eliasson AC, Peny-Dahlstrand M, Hermansson L. Validity and test-retest reliability of Children's Hand-use Experience Questionnaire in children with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(7):743-9.
117. Ryll UC, Eliasson AC, Bastiaenen CH, Green D. To Explore the Validity of Change Scores of the Children's Hand-use Experience Questionnaire (CHEQ) in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2019;39(2):168-80.
118. Ryll UC, Bastiaenen CH, Eliasson AC. Assisting Hand Assessment and Children's Hand-Use Experience Questionnaire -Observed Versus Perceived Bimanual Performance in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2017;37(2):199-209.
119. Arnould C, Penta M, Renders A, Thonnard JL. ABILHAND-Kids: a measure of manual ability in children with cerebral palsy. *Neurology.* 2004;63(6):1045-52.
120. Bleyenheuft Y, Gordon AM, Rameckers E, Thonnard JL, Arnould C. Measuring changes of manual ability with ABILHAND-Kids following intensive training for children with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2017;59(5):505-11.
121. Wallen M, Bundy A, Pont K, Ziviani J. Psychometric properties of the Pediatric Motor Activity Log used for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(3):200-8.
122. Wallen MA, Ziviani JM. Canadian Occupational Performance Measure: impact of blinded parent-proxy ratings on outcome. *Can J Occup Ther.* 2012;79(1):7-14.
123. Uswatte G, Taub E, Griffin A, Vogtle L, Rowe J, Barman J. The pediatric motor activity log-revised: assessing real-world arm use in children with cerebral palsy. *Rehabil Psychol.* 2012;57(2):149-58.
124. Sanal-Top C, Karadag-Saygi E, Saçaklıdır R, Duruöz MT. Duruöz Hand Index: Is it valid and reliable in children with unilateral cerebral palsy? *Dev Neurorehabil.* 2019;22(2):75-9.
125. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol.* 1989;31(3):341-52.
126. Russell DJ, Rosenbaum P, Wright M, Avery LM. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM-88) users manual. United Kingdom: Mac Keith Press; 2002.

127. Debusse D, Brace H. Outcome measures of activity for children with cerebral palsy: a systematic review. *Pediatr Phys Ther.* 2011;23(3):221-31.
128. Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review. *Disabil Rehabil.* 2014;36(8):617-27.
129. Ferre-Fernández M, Murcia-González MA, Barnuevo Espinosa MD, Ríos-Díaz J. Measures of Motor and Functional Skills for Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatr Phys Ther.* 2020;32(1):12-25.
130. Zaino CA, Marchese VG, Westcott SL. Timed up and down stairs test: preliminary reliability and validity of a new measure of functional mobility. *Pediatr Phys Ther.* 2004;16(2):90-8.
131. Dhote SN, Khatri PA, Ganvir SS. Reliability of "Modified timed up and go" test in children with cerebral palsy. *J Pediatr Neurosci.* 2012;7(2):96-100.
132. Williams EN, Carroll SG, Reddihough DS, Phillips BA, Galea MP. Investigation of the timed 'up & go' test in children. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(8):518-24.
133. Chrysagis N, Skordilis EK, Koutsouki D. Validity and clinical utility of functional assessments in children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95(2):369-74.
134. Hassani S, Krzak JJ, Johnson B, Flanagan A, Gorton G, 3rd, Bagley A, et al. One-Minute Walk and modified Timed Up and Go tests in children with cerebral palsy: performance and minimum clinically important differences. *Dev Med Child Neurol.* 2014;56(5):482-9.
135. McDowell BC, Kerr C, Parkes J, Cosgrove A. Validity of a 1 minute walk test for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(11):744-8.
136. Quinn A, O'Regan M, Horgan F. Psychometric evaluation of the functional walking test for children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2011;33(25-26):2397-403.
137. Thompson P, Beath T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach NM, et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2008;50(5):370-6.
138. Nsenga Leunkeu A, Shephard RJ, Ahmaidi S. Six-minute walk test in children with cerebral palsy gross motor function classification system levels I and II: reproducibility, validity, and training effects. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(12):2333-9.
139. Harvey A, Graham HK, Morris ME, Baker R, Wolfe R. The Functional Mobility Scale: ability to detect change following single event multilevel surgery. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(8):603-7.
140. Harvey AR, Morris ME, Graham HK, Wolfe R, Baker R. Reliability of the functional mobility scale for children with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2010;30(2):139-49.
141. Graham HK, Harvey A, Rodda J, Nattrass GR, Pirpiris M. The Functional Mobility Scale (FMS). *J Pediatr Orthop.* 2004;24(5):514-20.
142. Himuro N, Abe H, Nishibu H, Seino T, Mori M. Easy-to-use clinical measures of walking ability in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2017;39(10):957-68.
143. Thomason P, Tan A, Donnan A, Rodda J, Graham HK, Narayanan U. The Gait Outcomes Assessment List (GOAL): validation of a new assessment of gait function for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2018;60(6):618-23.
144. Boyer ER, Palmer M, Walt K, Georgiadis AG, Stout JL. Validation of the Gait Outcomes Assessment List questionnaire and caregiver priorities for individuals with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2022;64(3):379-86.
145. Bonfert MV, Jelesch E, Hartmann J, Koenig H, Warken B, Meuche A, et al. Test-Retest Reliability and Construct Validity of the German Translation of the Gait Outcome Assessment List (GOAL) Questionnaire for Children with Ambulatory Cerebral Palsy. *Neuropediatrics.* 2022;53(2):96-101.

146. Van Ravesteyn NT, Dallmeijer AJ, Scholtes VA, Roorda LD, Becher JG. Measuring mobility limitations in children with cerebral palsy: interrater and intrarater reliability of a mobility questionnaire (MobQues). *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(2):194-9.
147. van Ravesteyn NT, Scholtes VA, Becher JG, Roorda LD, Verschuren O, Dallmeijer AJ. Measuring mobility limitations in children with cerebral palsy: content and construct validity of a mobility questionnaire (MobQues). *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(10):e229-35.
148. Dallmeijer AJ, Scholtes VA, Becher J, Roorda LD. Measuring mobility limitations in children with cerebral palsy: Rasch model fit of a mobility questionnaire, MobQues28. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(4):640-5.
149. Roorda LD, Scholtes VA, van der Lee JH, Becher J, Dallmeijer AJ. Measuring mobility limitations in children with cerebral palsy: development, scalability, unidimensionality, and internal consistency of the mobility questionnaire, MobQues47. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(8):1194-209.
150. Arner M, Eliasson AC, Nicklasson S, Sommerstein K, Hägglund G. Hand function in cerebral palsy. Report of 367 children in a population-based longitudinal health care program. *J Hand Surg Am*. 2008;33(8):1337-47.
151. Haley SM, Ludlow LH, Coster WJ. Pediatric Evaluation of Disability Inventory: Clinical Interpretation of Summary Scores Using Rasch Rating Scale Methodology. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 1993;4(3):529-40.
152. Ryll UC, Bastiaenen CHG, Iten N, van Hedel HJA. Administration of the German Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI-G) Using the Mode of Observation in Children Undergoing Inpatient Rehabilitation: A Reliability and Validity Study. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2020;40(3):345-59.
153. Fisher AG, Jones KB. Assessment of Motor and Process Skills: Volume 1: Development, Standardization, and Administration Manual: Three Star Press; 2010.
154. James S, Ziviani J, Boyd R. A systematic review of activities of daily living measures for children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(3):233-44.
155. James S, Ziviani J, Ware RS, Boyd RN. Test-retest Reproducibility of the Assessment of Motor and Process Skills in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2016;36(2):144-54.
156. Shore BJ, Allar BG, Miller PE, Matheney TH, Snyder BD, Fragala-Pinkham MA. Evaluating the Discriminant Validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory: Computer Adaptive Test in Children With Cerebral Palsy. *Phys Ther*. 2017;97(6):669-76.
157. Shore BJ, Allar BG, Miller PE, Matheney TH, Snyder BD, Fragala-Pinkham M. Measuring the Reliability and Construct Validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory-Computer Adaptive Test (PEDI-CAT) in Children With Cerebral Palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(1):45-51.
158. Park EY, Kim WH, Choi YI. Factor analysis of the WeeFIM in children with spastic cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2013;35(17):1466-71.
159. Platz T, Eickhof C, Nuyens G, Vuadens P. Clinical scales for the assessment of spasticity, associated phenomena, and function: a systematic review of the literature. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1-2):7-18.
160. Flamand VH, Massé-Alarie H, Schneider C. Psychometric evidence of spasticity measurement tools in cerebral palsy children and adolescents: a systematic review. *J Rehabil Med*. 2013;45(1):14-23.
161. Ayala L, Winter S, Byrne R, Fehlings D, Gehred A, Letzkus L, et al. Assessments and Interventions for Spasticity in Infants With or at High Risk for Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatr Neurol*. 2021;118:72-90.
162. Ashworth B. PRELIMINARY TRIAL OF CARISOPRODOL IN MULTIPLE SCLEROSIS. *Practitioner*. 1964;192:540-2.

163. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987;67(2):206-7.
164. Eliasson AC, Gordon AM. Impaired force coordination during object release in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42(4):228-34.
165. Geijen M, Rameckers E, Bastiaenen C, Gordon A, Smeets R. Construct Validity of a Task-Oriented Bimanual and Unimanual Strength Measurement in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Ther.* 2020;100(12):2237-45.
166. Dekkers K, Smeets R, Janssen-Potten YJM, Gordon AM, Speth L, Rameckers EAA. Psychometric Evaluation of 2 New Upper Extremity Functional Strength Tests in Children With Cerebral Palsy. *Phys Ther.* 2019;99(8):1107-15.
167. Bleyenheuft Y, Gordon AM. Precision grip control, sensory impairments and their interactions in children with hemiplegic cerebral palsy: a systematic review. *Res Dev Disabil.* 2013;34(9):3014-28.
168. Auld ML, Boyd RN, Moseley GL, Ware RS, Johnston LM. Impact of tactile dysfunction on upper-limb motor performance in children with unilateral cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(4):696-702.
169. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control : translating research into clinical practice. Fifth edition. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017.
170. Smania N, Picelli A, Munari D, Geroi C, Ianes P, Waldner A, et al. Rehabilitation procedures in the management of spasticity. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(3):423-38.
171. Sanger TD, Chen D, Delgado MR, Gaebler-Spira D, Hallett M, Mink JW. Definition and classification of negative motor signs in childhood. *Pediatrics.* 2006;118(5):2159-67.
172. Vuong A, Fowler EG, Matsumoto J, Staudt LA, Yokota H, Joshi SH. Selective Motor Control is a Clinical Correlate of Brain Motor Tract Impairment in Children with Spastic Bilateral Cerebral Palsy. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2021;42(11):2054-61.
173. Fowler EG, Staudt LA, Greenberg MB, Oppenheim WL. Selective Control Assessment of the Lower Extremity (SCALE): development, validation, and interrater reliability of a clinical tool for patients with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(8):607-14.
174. Fosang AL, Galea MP, McCoy AT, Reddihough DS, Story I. Measures of muscle and joint performance in the lower limb of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2003;45(10):664-70.
175. Meseguer-Henarejos AB, Sánchez-Meca J, López-Pina JA, Carles-Hernández R. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018;54(4):576-90.
176. Aloraini SM, Alassaf AM, Alrezgan MM, Aldaihan MM. Spasticity Measurement Tools and Their Psychometric Properties Among Children and Adolescents With Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatr Phys Ther.* 2022;34(4):449-63.
177. Love S, Gibson N, Smith N, Bear N, Blair E. Interobserver reliability of the Australian Spasticity Assessment Scale (ASAS). *Dev Med Child Neurol.* 2016;58 Suppl 2:18-24.
178. Kleyweg RP, van der Meché FG, Schmitz PI. Interobserver agreement in the assessment of muscle strength and functional abilities in Guillain-Barré syndrome. *Muscle Nerve.* 1991;14(11):1103-9.
179. Kendall FP. *Muscles: Testing And Function With Posture And Pain.* 2005.
180. Dekkers KJ, Rameckers EA, Smeets RJ, Janssen-Potten YJ. Upper extremity strength measurement for children with cerebral palsy: a systematic review of available instruments. *Phys Ther.* 2014;94(5):609-22.
181. Geijen M, Rameckers E, Schnackers M, Bastiaenen C, Gordon A, Speth L, et al. Reproducibility of Task-Oriented Bimanual and Unimanual Strength Measurement in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2019;39(4):420-32.

182. Johnson C, Hallemans A, Goetschalckx M, Meyns P, Rameckers E, Klingels K, et al. Psychometric properties of functional postural control tests in children: A systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2023;66(4):101729.
183. Saether R, Helbostad JL, Riphagen, II, Vik T. Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(11):988-99.
184. Rose DJ, Lucchese N, Wiersma LD. Development of a multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(11):1478-85.
185. Wagner LV, Davids JR, Hardin JW. Selective Control of the Upper Extremity Scale: validation of a clinical assessment tool for children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(6):612-7.
186. Yildiz A, Yildiz R, Celik HI, Manzak OF, Elbasan B. Construct and discriminative validity and reliability of the Selective Control of the Upper Extremity Scale (SCUES) in children with unilateral cerebral palsy. *Physiother Theory Pract*. 2022;38(7):919-27.
187. Balemans ACJ, Bolster EA. Aerobic and Anaerobic Fitness in Children and Youth with Cerebral Palsy. 2019. p. 1-22.
188. Bar-or O, Rowland TW, editors. *Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Health Care Application* 2004.
189. Balemans AC, Fragala-Pinkham MA, Lennon N, Thorpe D, Boyd RN, O'Neil ME, et al. Systematic review of the clinimetric properties of laboratory- and field-based aerobic and anaerobic fitness measures in children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(2):287-301.
190. Lennon N, Thorpe D, Balemans AC, Fragala-Pinkham M, O'Neil M, Bjornson K, et al. The clinimetric properties of aerobic and anaerobic fitness measures in adults with cerebral palsy: A systematic review of the literature. *Res Dev Disabil*. 2015;45-46:316-28.
191. Verschuren O, Takken T. Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2010;31(6):1352-7.
192. Verschuren O, Peterson MD, Balemans AC, Hurvitz EA. Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(8):798-808.
193. Brehm MA, Balemans AC, Becher JG, Dallmeijer AJ. Reliability of a progressive maximal cycle ergometer test to assess peak oxygen uptake in children with mild to moderate cerebral palsy. *Phys Ther*. 2014;94(1):121-8.
194. Verschuren O, Ketelaar M, De Groot J, Vila Nova F, Takken T. Reproducibility of two functional field exercise tests for children with cerebral palsy who self-propel a manual wheelchair. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(2):185-90.
195. Verschuren O, Ketelaar M, Gorter JW, Helders PJ, Uiterwaal CS, Takken T. Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2007;161(11):1075-81.
196. Verschuren O, Takken T, Ketelaar M, Gorter JW, Helders PJ. Reliability for running tests for measuring agility and anaerobic muscle power in children and adolescents with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2007;19(2):108-15.
197. Balemans ACJ, Van Wely L, Becher JG, Dallmeijer AJ. Associations between fitness and mobility capacity in school-aged children with cerebral palsy: a longitudinal analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2015;57(7):660-7.
198. Verschuren O, Bosma L, Takken T. Reliability of a shuttle run test for children with cerebral palsy who are classified at Gross Motor Function Classification System level III. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(5):470-2.
199. Novak I, Hines M, Goldsmith S, Barclay R. Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy. *Pediatrics*. 2012;130(5):e1285-312.

200. Alexis Arzimanoglou with Anne O'Hare, Michael Johnston and Robert Ouvrier K-MI. Aicardi's Diseases of the Nervous System in Childhood.
201. Delacy MJ, Reid SM. Profile of associated impairments at age 5 years in Australia by cerebral palsy subtype and Gross Motor Function Classification System level for birth years 1996 to 2005. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58 Suppl 2:50-6.
202. Uvebrant P. Hemiplegic cerebral palsy. Aetiology and outcome. *Acta Paediatr Scand Suppl*. 1988;345:1-100.
203. Fehlings D, Krishnan P, Ragguett RM, deVeber G, Gorter JW, Hunt C, et al. Neurodevelopmental profiles of children with unilateral cerebral palsy associated with middle cerebral artery and periventricular venous infarctions. *Dev Med Child Neurol*. 2021;63(6):729-35.
204. Blasco M, García-Galant M, Laporta-Hoyos O, Ballester-Plané J, Jorba-Bertran A, Caldú X, et al. Factors Related to Quality of Life in Children With Cerebral Palsy. *Pediatr Neurol*. 2023;141:101-8.
205. PÅhlman M, Gillberg C, Himmelmann K. Neuroimaging findings in children with cerebral palsy with autism and/or attention-deficit/hyperactivity disorder: a population-based study. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(1):63-9.
206. Döderlein L. Infantile Zerebralaparese. Diagnostik, konservative und operative Therapie 2015.
207. Riad J, Finnbogason T, Broström E. Leg length discrepancy in spastic hemiplegic cerebral palsy: a magnetic resonance imaging study. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(8):846-50.
208. Häggglund G, Andersson S, Düppe H, Lauge-Pedersen H, Nordmark E, Westbom L. Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy. The first ten years of a population-based prevention programme. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(1):95-101.
209. Häggglund G, Alriksson-Schmidt A, Lauge-Pedersen H, Rodby-Bousquet E, Wagner P, Westbom L. Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy: 20-year results of a population-based prevention programme. *Bone Joint J*. 2014;96-b(11):1546-52.
210. Häggglund G, Pettersson K, Czuba T, Persson-Bunke M, Rodby-Bousquet E. Incidence of scoliosis in cerebral palsy. *Acta Orthop*. 2018;89(4):443-7.
211. Persson-Bunke M, Häggglund G, Lauge-Pedersen H, Wagner P, Westbom L. Scoliosis in a total population of children with cerebral palsy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(12):E708-13.
212. Dahlseng MO, Andersen GL, M DAGA, Arnaud C, Balu R, De la Cruz J, et al. Gastrostomy tube feeding of children with cerebral palsy: variation across six European countries. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(10):938-44.
213. Trinh A, Fremion E, Bhathena S, Munns CF, Morgan P, Whitney DG, et al. Prevalence of and risk factors for osteoporosis and fragility fracture in adults with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2025;67(5):563-71.
214. Krägeloh-Mann I. Imaging of early brain injury and cortical plasticity. *Exp Neurol*. 2004;190 Suppl 1:S84-90.
215. Krägeloh-Mann I, Horber V. The role of magnetic resonance imaging in elucidating the pathogenesis of cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(2):144-51.
216. Reid SM, Dagia CD, Ditchfield MR, Carlin JB, Reddiough DS. Population-based studies of brain imaging patterns in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(3):222-32.
217. Robinson MN, Peake LJ, Ditchfield MR, Reid SM, Lanigan A, Reddiough DS. Magnetic resonance imaging findings in a population-based cohort of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(1):39-45.
218. Kwong KL, Wong YC, Fong CM, Wong SN, So KT. Magnetic resonance imaging in 122 children with spastic cerebral palsy. *Pediatr Neurol*. 2004;31(3):172-6.

219. Kułak W, Sobaniec W, Kubas B, Walecki J, Smigielska-Kuzia J, Bockowski L, et al. Spastic cerebral palsy: clinical magnetic resonance imaging correlation of 129 children. *J Child Neurol*. 2007;22(1):8-14.
220. Wu YW, Lindan CE, Henning LH, Yoshida CK, Fullerton HJ, Ferriero DM, et al. Neuroimaging abnormalities in infants with congenital hemiparesis. *Pediatr Neurol*. 2006;35(3):191-6.
221. Hadzagic-Catibusic F, Avdagic E, Zubcevic S, Uzicanin S. Brain Lesions in Children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *Med Arch*. 2017;71(1):7-11.
222. Staudt M, Niemann G, Grodd W, Krägeloh-Mann I. The pyramidal tract in congenital hemiparesis: relationship between morphology and function in periventricular lesions. *Neuropediatrics*. 2000;31(5):257-64.
223. Staudt M, Grodd W, Gerloff C, Erb M, Stitz J, Krägeloh-Mann I. Two types of ipsilateral reorganization in congenital hemiparesis: a TMS and fMRI study. *Brain*. 2002;125(Pt 10):2222-37.
224. Staudt M, Gerloff C, Grodd W, Holthausen H, Niemann G, Krägeloh-Mann I. Reorganization in congenital hemiparesis acquired at different gestational ages. *Ann Neurol*. 2004;56(6):854-63.
225. Lidzba K, de Haan B, Wilke M, Krägeloh-Mann I, Staudt M. Lesion characteristics driving right-hemispheric language reorganization in congenital left-hemispheric brain damage. *Brain Lang*. 2017;173:1-9.
226. Gaberova K, Pacheva I, Ivanov I. Task-related fMRI in hemiplegic cerebral palsy-A systematic review. *J Eval Clin Pract*. 2018;24(4):839-50.
227. Holmström L, Vollmer B, Tedroff K, Islam M, Persson JK, Kits A, et al. Hand function in relation to brain lesions and corticomotor-projection pattern in children with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(2):145-52.
228. Feys H, Eyssen M, Jaspers E, Klingels K, Desloovere K, Molenaers G, et al. Relation between neuroradiological findings and upper limb function in hemiplegic cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2010;14(2):169-77.
229. Holmefur M, Kits A, Bergström J, Krumlinde-Sundholm L, Flodmark O, Forssberg H, et al. Neuroradiology can predict the development of hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013;27(1):72-8.
230. Reid SM, Ditchfield MR, Bracken J, Reddihough DS. Relationship between characteristics on magnetic resonance imaging and motor outcomes in children with cerebral palsy and white matter injury. *Res Dev Disabil*. 2015;45-46:178-87.
231. Mailleux L, Klingels K, Fiori S, Simon-Martinez C, Demaerel P, Locus M, et al. How does the interaction of presumed timing, location and extent of the underlying brain lesion relate to upper limb function in children with unilateral cerebral palsy? *Eur J Paediatr Neurol*. 2017;21(5):763-72.
232. Riva D, Franceschetti S, Erbetta A, Baranello G, Esposito S, Bulgheroni S. Congenital brain damage: cognitive development correlates with lesion and electroencephalographic features. *J Child Neurol*. 2013;28(4):446-54.
233. Inguaggiato E, Sgandurra G, Perazza S, Guzzetta A, Cioni G. Brain reorganization following intervention in children with congenital hemiplegia: a systematic review. *Neural Plast*. 2013;2013:356275.
234. Shiran SI, Weinstein M, Sirota-Cohen C, Myers V, Ben Bashat D, Fattal-Valevski A, et al. MRI-based radiologic scoring system for extent of brain injury in children with hemiplegia. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2014;35(12):2388-96.
235. Himmelmann K, Horber V, De La Cruz J, Horridge K, Mejaski-Bosnjak V, Hollody K, et al. MRI classification system (MRICS) for children with cerebral palsy: development, reliability, and recommendations. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(1):57-64.

236. Fiori S, Guzzetta A, Pannek K, Ware RS, Rossi G, Klingels K, et al. Validity of semi-quantitative scale for brain MRI in unilateral cerebral palsy due to periventricular white matter lesions: Relationship with hand sensorimotor function and structural connectivity. *Neuroimage Clin*. 2015;8:104-9.
237. Michael-Asalu A, Taylor G, Campbell H, Lelea LL, Kirby RS. Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. *Adv Pediatr*. 2019;66:189-208.
238. MacLennan AH, Lewis S, Moreno-De-Luca A, Fahey M, Leventer RJ, McIntyre S, et al. Genetic or Other Causation Should Not Change the Clinical Diagnosis of Cerebral Palsy. *J Child Neurol*. 2019;34(8):472-6.
239. Pearson TS, Pons R, Ghaoui R, Sue CM. Genetic mimics of cerebral palsy. *Mov Disord*. 2019;34(5):625-36.
240. MacLennan AH, Thompson SC, Gecz J. Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. *Am J Obstet Gynecol*. 2015;213(6):779-88.
241. Oskoui M, Gazzellone MJ, Thiruvahindrapuram B, Zarrei M, Andersen J, Wei J, et al. Clinically relevant copy number variations detected in cerebral palsy. *Nat Commun*. 2015;6:7949.
242. Torres VM, Saddi VA. Systematic review: hereditary thrombophilia associated to pediatric strokes and cerebral palsy. *J Pediatr (Rio J)*. 2015;91(1):22-9.
243. Wright CF, FitzPatrick DR, Firth HV. Paediatric genomics: diagnosing rare disease in children. *Nat Rev Genet*. 2018;19(5):253-68.
244. Zarrei M, Fehlings DL, Mawjee K, Switzer L, Thiruvahindrapuram B, Walker S, et al. De novo and rare inherited copy-number variations in the hemiplegic form of cerebral palsy. *Genet Med*. 2018;20(2):172-80.
245. Gonzalez-Mantilla PJ, Hu Y, Myers SM, Finucane BM, Ledbetter DH, Martin CL, et al. Diagnostic Yield of Exome Sequencing in Cerebral Palsy and Implications for Genetic Testing Guidelines: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr*. 2023;177(5):472-8.
246. Chopra M, Gable DL, Love-Nichols J, Tsao A, Rockowitz S, Sliz P, et al. Mendelian etiologies identified with whole exome sequencing in cerebral palsy. *Ann Clin Transl Neurol*. 2022;9(2):193-205.
247. Hausman-Kedem M, Ben-Sira L, Kidron D, Ben-Shachar S, Straussberg R, Marom D, et al. Deletion in COL4A2 is associated with a three-generation variable phenotype: from fetal to adult manifestations. *Eur J Hum Genet*. 2021;29(11):1654-62.
248. Yoneda Y, Haginoya K, Kato M, Osaka H, Yokochi K, Arai H, et al. Phenotypic spectrum of COL4A1 mutations: porencephaly to schizencephaly. *Ann Neurol*. 2013;73(1):48-57.
249. Shah S, Ellard S, Kneen R, Lim M, Osborne N, Rankin J, et al. Childhood presentation of COL4A1 mutations. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(6):569-74.
250. Verbeek E, Meuwissen ME, Verheijen FW, Govaert PP, Licht DJ, Kuo DS, et al. COL4A2 mutation associated with familial porencephaly and small-vessel disease. *Eur J Hum Genet*. 2012;20(8):844-51.
251. Vahedi K, Kubis N, Boukobza M, Arnoult M, Massin P, Tournier-Lasserre E, et al. COL4A1 mutation in a patient with sporadic, recurrent intracerebral hemorrhage. *Stroke*. 2007;38(5):1461-4.
252. Ashwal S, Russman BS, Blasco PA, Miller G, Sandler A, Shevell M, et al. Practice parameter: diagnostic assessment of the child with cerebral palsy [RETIRED]: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurology*. 2004;62(6):851-63.
253. Wallace SJ. Epilepsy in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2001;43(10):713-7.

254. Bajer C, Hofer W, Pieper T, Kudernatsch M, Holthausen H, Staudt M. Correlates of intellectual development before and after hemispherotomy: an analysis of 75 children and adolescents. *Epileptic Disord.* 2020;22(5):571-81.
255. Sellier E, Uldall P, Calado E, Sigurdardottir S, Torrioli MG, Platt MJ, et al. Epilepsy and cerebral palsy: characteristics and trends in children born in 1976-1998. *Eur J Paediatr Neurol.* 2012;16(1):48-55.
256. Wanigasinghe J, Reid SM, Mackay MT, Reddihough DS, Harvey AS, Freeman JL. Epilepsy in hemiplegic cerebral palsy due to perinatal arterial ischaemic stroke. *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(11):1021-7.
257. Tillberg E, Isberg B, Persson JKE. Hemiplegic (unilateral) cerebral palsy in northern Stockholm: clinical assessment, brain imaging, EEG, epilepsy and aetiologic background factors. *BMC Pediatr.* 2020;20(1):116.
258. Pavone P, Gulizia C, Le Pira A, Greco F, Parisi P, Di Cara G, et al. Cerebral Palsy and Epilepsy in Children: Clinical Perspectives on a Common Comorbidity. *Children (Basel).* 2020;8(1).
259. Szpindel A, Myers KA, Ng P, Dorais M, Koclas L, Pigeon N, et al. Epilepsy in children with cerebral palsy: a data linkage study. *Dev Med Child Neurol.* 2022;64(2):259-65.
260. K A, Saini L, Gunasekaran PK, Singh P, Sahu JK, Sankhyan N, et al. The Profile of Epilepsy and its characteristics in Children with Cerebral Palsy. *Seizure.* 2022;101:190-6.
261. Cooper MS, Mackay MT, Fahey M, Reddihough D, Reid SM, Williams K, et al. Seizures in Children With Cerebral Palsy and White Matter Injury. *Pediatrics.* 2017;139(3).
262. Cooper MS, Mackay MT, Dagia C, Fahey MC, Howell KB, Reddihough D, et al. Epilepsy syndromes in cerebral palsy: varied, evolving and mostly self-limited. *Brain.* 2023;146(2):587-99.
263. States RA, Krzak JJ, Salem Y, Godwin EM, Bodkin AW, McMulkin ML. Instrumented gait analysis for management of gait disorders in children with cerebral palsy: A scoping review. *Gait Posture.* 2021;90:1-8.
264. Wren TAL, Tucker CA, Rethlefsen SA, Gorton GE, 3rd, Öunpuu S. Clinical efficacy of instrumented gait analysis: Systematic review 2020 update. *Gait Posture.* 2020;80:274-9.
265. States RA, Salem Y, Krzak JJ, Godwin EM, McMulkin ML, Kaplan SL. Three-Dimensional Instrumented Gait Analysis for Children With Cerebral Palsy: An Evidence-Based Clinical Practice Guideline. *Pediatr Phys Ther.* 2024;36(2):182-206.
266. Wren TA, Gorton GE, 3rd, Ounpuu S, Tucker CA. Efficacy of clinical gait analysis: A systematic review. *Gait Posture.* 2011;34(2):149-53.
267. Hösl M, Schupfänger A, Klich L, Geest L, Bauer P, Bonfert MV, et al. Relationship between kinematic gait quality and caregiver-reported everyday mobility in children and youth with spastic Cerebral Palsy. *Eur J Paediatr Neurol.* 2023;42:88-96.
268. Hebda-Boon A, Tan XL, Tillmann R, Shortland AP, Firth GB, Morrissey D. The impact of instrumented gait analysis on decision-making in the interprofessional management of cerebral palsy: A scoping review. *Eur J Paediatr Neurol.* 2023;42:60-70.
269. Cook RE, Schneider I, Hazlewood ME, Hillman SJ, Robb JE. Gait analysis alters decision-making in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2003;23(3):292-5.
270. DeLuca PA, Davis RB, 3rd, Ounpuu S, Rose S, Sirkin R. Alterations in surgical decision making in patients with cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis. *J Pediatr Orthop.* 1997;17(5):608-14.
271. Ferrari A, Brunner R, Faccioli S, Reverberi S, Benedetti MG. Gait analysis contribution to problems identification and surgical planning in CP patients: an agreement study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2015;51(1):39-48.
272. Kay RM, Dennis S, Rethlefsen S, Reynolds RA, Skaggs DL, Tolo VT. The effect of preoperative gait analysis on orthopaedic decision making. *Clin Orthop Relat Res.* 2000(372):217-22.

273. Loftsrød B, Terjesen T, Skaaret I, Huse AB, Jahnsen R. Preoperative gait analysis has a substantial effect on orthopedic decision making in children with cerebral palsy: comparison between clinical evaluation and gait analysis in 60 patients. *Acta Orthop*. 2007;78(1):74-80.
274. Wren TA, Otsuka NY, Bowen RE, Scaduto AA, Chan LS, Dennis SW, et al. Outcomes of lower extremity orthopedic surgery in ambulatory children with cerebral palsy with and without gait analysis: results of a randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2013;38(2):236-41.
275. Öunpuu S, Pierz K, Rethlefsen SA, Wren TAL. Cost savings for single event multilevel surgery in comparison to sequential surgery in ambulatory children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2022;96:53-9.
276. Wren TA, Kalisvaart MM, Ghatan CE, Rethlefsen SA, Hara R, Sheng M, et al. Effects of preoperative gait analysis on costs and amount of surgery. *J Pediatr Orthop*. 2009;29(6):558-63.
277. Fonvig CE, Rasmussen HM, Overgaard S, Holsgaard-Larsen A. Effectiveness of instrumented gait analysis in interdisciplinary interventions on parents' perception of family-centered service and on gross motor function in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *BMC Pediatr*. 2020;20(1):411.
278. Molenaers G, Desloovere K, Fabry G, De Cock P. The effects of quantitative gait assessment and botulinum toxin a on musculoskeletal surgery in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88(1):161-70.
279. Filho MC, Yoshida R, Carvalho Wda S, Stein HE, Novo NF. Are the recommendations from three-dimensional gait analysis associated with better postoperative outcomes in patients with cerebral palsy? *Gait Posture*. 2008;28(2):316-22.
280. MacWilliams BA, Stotts AK, Carroll KL, D'Astous JL. Utilization and efficacy of computational gait analysis for hamstring lengthening surgery. *Gait Posture*. 2016;49:394-7.
281. Rajagopal A, Kidziński Ł, McGlaughlin AS, Hicks JL, Delp SL, Schwartz MH. Pre-operative gastrocnemius lengths in gait predict outcomes following gastrocnemius lengthening surgery in children with cerebral palsy. *PLoS One*. 2020;15(6):e0233706.
282. Niklasch M, Dreher T, Döderlein L, Wolf SI, Ziegler K, Brunner R, et al. Superior functional outcome after femoral derotation osteotomy according to gait analysis in cerebral palsy. *Gait Posture*. 2015;41(1):52-6.
283. Chang FM, Seidl AJ, Muthusamy K, Meininger AK, Carollo JJ. Effectiveness of instrumented gait analysis in children with cerebral palsy--comparison of outcomes. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(5):612-6.
284. Gough M, Shortland AP. Can clinical gait analysis guide the management of ambulant children with bilateral spastic cerebral palsy? *J Pediatr Orthop*. 2008;28(8):879-83.
285. Franki I, Van den Broeck C, De Cat J, Tjhuis W, Molenaers G, Vanderstraeten G, et al. A randomized, single-blind cross-over design evaluating the effectiveness of an individually defined, targeted physical therapy approach in treatment of children with cerebral palsy. *Clin Rehabil*. 2014;28(10):1039-52.
286. Van den Broeck C, De Cat J, Molenaers G, Franki I, Himpens E, Severijns D, et al. The effect of individually defined physiotherapy in children with cerebral palsy (CP). *Eur J Paediatr Neurol*. 2010;14(6):519-25.
287. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Routledge;1988.
288. Rasmussen HM, Pedersen NW, Overgaard S, Hansen LK, Dunkhase-Heinl U, Petkov Y, et al. Gait analysis for individually tailored interdisciplinary interventions in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61(10):1189-95.
289. McCarthy J, Wade Shrader M, Graham K, Veerkamp M, Brower L, Chambers H, et al. Establishing surgical indications for hamstring lengthening and femoral derotational osteotomy in ambulatory children with cerebral palsy. *J Child Orthop*. 2020;14(1):50-7.

290. Shore BJ, McCarthy J, Shrader MW, Graham HK, Veerkamp M, Rutz E, et al. Anterior distal femoral hemiepiphysiodesis in children with cerebral palsy: Establishing surgical indications and techniques using the modified Delphi method and literature review. *J Child Orthop*. 2022;16(1):65-74.
291. Altschuck N, Bauer C, Nehring I, Böhm H, Jakobeit M, Schröder AS, et al. Efficacy of prefabricated carbon-composite ankle foot orthoses for children with unilateral spastic cerebral palsy exhibiting a drop foot pattern. *J Pediatr Rehabil Med*. 2019;12(2):171-80.
292. Skaaret I, Steen H, Huse AB, Holm I. Comparison of gait with and without ankle-foot orthoses after lower limb surgery in children with unilateral cerebral palsy. *J Child Orthop*. 2019;13(2):180-9.
293. Balaban B, Yasar E, Dal U, Yazicioglu K, Mohur H, Kalyon TA. The effect of hinged ankle-foot orthosis on gait and energy expenditure in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2007;29(2):139-44.
294. Van Gestel L, Molenaers G, Huenaearts C, Seyler J, Desloovere K. Effect of dynamic orthoses on gait: a retrospective control study in children with hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(1):63-7.
295. Romkes J, Brunner R. Comparison of a dynamic and a hinged ankle-foot orthosis by gait analysis in patients with hemiplegic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2002;15(1):18-24.
296. Böhm H, Dussa CU. Prefabricated ankle-foot orthoses for children with cerebral palsy to overcome spastic drop-foot: does orthotic ankle stiffness matter? *Prosthet Orthot Int*. 2021;45(6):491-9.
297. Prosser LA, Curatalo LA, Alter KE, Damiano DL. Acceptability and potential effectiveness of a foot drop stimulator in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(11):1044-9.
298. Moll I, Vles JSH, Soudant D, Witlox AMA, Staal HM, Speth L, et al. Functional electrical stimulation of the ankle dorsiflexors during walking in spastic cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(12):1230-6.
299. Firouzeh P, Sonnenberg LK, Morris C, Pritchard-Wiart L. Ankle foot orthoses for young children with cerebral palsy: a scoping review. *Disabil Rehabil*. 2021;43(5):726-38.
300. Khouri N, Desailly E. Contribution of clinical gait analysis to single-event multi-level surgery in children with cerebral palsy. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(1s):S105-s11.
301. Rethlefsen SA, Hanson A, Ciccodicola E, Hara R, Kay RM, Chambers H, et al. Update on the reliability of gait analysis interpretation in cerebral palsy: Inter-institution agreement. *Gait Posture*. 2024;109:109-14.
302. Basu AP, Pearse J, Kelly S, Wisher V, Kisler J. Early intervention to improve hand function in hemiplegic cerebral palsy. *Front Neurol*. 2014;5:281.
303. Greaves S, Hoare B. Upper Limb Therapy for Infants and Young Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Clinical Framework. *J Clin Med*. 2024;13(22).
304. Pascal A, Govaert P, Ortibus E, Naulaers G, Lars A, Fjærtøft T, et al. Motor outcome after perinatal stroke and early prediction of unilateral spastic cerebral palsy. *European journal of paediatric neurology : EJPN : official journal of the European Paediatric Neurology Society*. 2020;29:54-61.
305. Park ES, Sim EG, Rha DW. Effect of upper limb deformities on gross motor and upper limb functions in children with spastic cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2011;32(6):2389-97.
306. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd R. The relationship between unimanual capacity and bimanual performance in children with congenital hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(9):811-6.
307. Steenbergen B, Meulenbroek RG. Deviations in upper-limb function of the less-affected side in congenital hemiparesis. *Neuropsychologia*. 2006;44(12):2296-307.

308. Morgan C, Fethers L, Adde L, Badawi N, Bancale A, Boyd RN, et al. Early Intervention for Children Aged 0 to 2 Years With or at High Risk of Cerebral Palsy: International Clinical Practice Guideline Based on Systematic Reviews. *JAMA Pediatrics*. 2021;175(8):846-58.
309. Taghizadeh A, Webster KE, Bhojti A, Carey L, Hoare B. Are they really motor learning therapies? A scoping review of evidence-based, task-focused models of upper limb therapy for children with unilateral cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2023;45(9):1536-48.
310. Eliasson A, Krumlinde-sundholm L, Shaw K, Wang C. Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: an adapted model. 2005;47(4):266-75.
311. Gordon A, Charles J, Wolf S. Methods of constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: development of a child-friendly intervention for improving upper-extremity function. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(4):837-44.
312. Eliasson A, Sjöstrand L, Ek L, Krumlinde-Sundholm L, Tedroff K. Efficacy of baby-CIMT: study protocol for a randomised controlled trial on infants below age 12 months, with clinical signs of unilateral CP. *BMC pediatrics*. 2014;14:141.
313. Hoare B, Greaves S. Unimanual versus bimanual therapy in children with unilateral cerebral palsy: Same, same, but different. *Netherlands2017* 2017. 47-59 p.
314. Boyd R, Ziviani J, Sakzewski L, Novak I, Badawi N, Pannek K, et al. REACH: study protocol of a randomised trial of rehabilitation very early in congenital hemiplegia. 2017;7(9):e017204.
315. Chamudot R, Parush S, Rigbi A, Horovitz R, Gross-Tsur V. Effectiveness of Modified Constraint-Induced Movement Therapy Compared With Bimanual Therapy Home Programs for Infants With Hemiplegia: A Randomized Controlled Trial. *The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association*. 2018;72(6):7206205010p1-p9.
316. Palomo-Carrión R, Pinero-Pinto E, Romay-Barrero H, Escobio-Prieto I, Lillo-Navarro C, Romero-Galisteo RP. Shall we start? Ready, set, go! Toward early intervention in infants with unilateral cerebral palsy. A randomized clinical trial protocol. *Ther Adv Chronic Dis*. 2022;13:20406223221136059.
317. Mailleux L, De Beukelaer N, Carbone M, Ortibus E. Early interventions in infants with unilateral cerebral palsy: A systematic review and narrative synthesis. *Research in developmental disabilities*. 2021;117:104058.
318. Nordstrand L, Holmefur M, Kits A, Eliasson A. Improvements in bimanual hand function after baby-CIMT in two-year old children with unilateral cerebral palsy: A retrospective study. 2015;41:86-93.
319. Chamudot R, Parush S, Rigbi A, Gross-Tsur V. Brain Lesions as a Predictor of Therapeutic Outcomes of Hand Function in Infants With Unilateral Cerebral Palsy. *J Child Neurol*. 2018;33(14):918-24.
320. Eliasson A, Nordstrand L, Ek L, Lennartsson F, Sjöstrand L, Tedroff K, et al. The effectiveness of Baby-CIMT in infants younger than 12 months with clinical signs of unilateral-cerebral palsy; an explorative study with randomized design. *Research in developmental disabilities*. 2018;72:191-201.
321. Hwang YS, Kwon JY. Effects of Modified Constraint-Induced Movement Therapy in Real-World Arm Use in Young Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Single-Blind Randomized Trial. *Neuropediatrics*. 2020;51(4):259-66.
322. Kolb B, Harker A, Gibb R. Principles of plasticity in the developing brain. *Dev Med Child Neurol*. 2017;59(12):1218-23.
323. Reid LB, Rose SE, Boyd RN. Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nat Rev Neurol*. 2015;11(7):390-400.

324. Franki I, Desloovere K, De Cat J, Feys H, Molenaers G, Calders P, et al. The evidence-base for conceptual approaches and additional therapies targeting lower limb function in children with cerebral palsy: a systematic review using the ICF as a framework. *J Rehabil Med*. 2012;44(5):396-405.
325. Ungureanu A, Rusu L, Rusu MR, Marin MI. Balance Rehabilitation Approach by Bobath and Vojta Methods in Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Children (Basel)*. 2022;9(10).
326. Ha SY, Sung YH. Effects of Vojta approach on diaphragm movement in children with spastic cerebral palsy. *J Exerc Rehabil*. 2018;14(6):1005-9.
327. Zanon MA, Pacheco RL, Latorraca COC, Martimbianco ALC, Pachito DV, Riera R. Neurodevelopmental Treatment (Bobath) for Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review. *J Child Neurol*. 2019;34(11):679-86.
328. Novak I, Morgan C, Fahey M, Finch-Edmondson M, Galea C, Hines A, et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2020;20(2):3.
329. Dirks T, Hadders-Algra M. The role of the family in intervention of infants at high risk of cerebral palsy: a systematic analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53 Suppl 4:62-7.
330. Hielkema T, Boxum AG, Hamer EG, La Bastide-Van Gemert S, Dirks T, Reinders-Messelink HA, et al. LEARN2MOVE 0-2 years, a randomized early intervention trial for infants at very high risk of cerebral palsy: family outcome and infant's functional outcome. *Disabil Rehabil*. 2020;42(26):3762-70.
331. Hielkema T, Hamer EG, Boxum AG, La Bastide-Van Gemert S, Dirks T, Reinders-Messelink HA, et al. LEARN2MOVE 0-2 years, a randomized early intervention trial for infants at very high risk of cerebral palsy: neuromotor, cognitive, and behavioral outcome. *Disabil Rehabil*. 2020;42(26):3752-61.
332. van Eck M, Dallmeijer AJ, van Lith IS, Voorman JM, Becher J. Manual ability and its relationship with daily activities in adolescents with cerebral palsy. *J Rehabil Med*. 2010;42(5):493-8.
333. Van Zelst BR, Miller MD, Russo R, Murchland S, Crotty M. Activities of daily living in children with hemiplegic cerebral palsy: a cross-sectional evaluation using the Assessment of Motor and Process Skills. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(9):723-7.
334. Novak I, Berry J. Home program intervention effectiveness evidence. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2014;34(4):384-9.
335. Novak I, Honan I. Effectiveness of paediatric occupational therapy for children with disabilities: A systematic review. *Aust Occup Ther J*. 2019;66(3):258-73.
336. Novak I, Cusick A, Lannin N. Occupational therapy home programs for cerebral palsy: double-blind, randomized, controlled trial. *Pediatrics*. 2009;124(4):e606-14.
337. Ferre C, Brandão M, Surana B, Dew A, Moreau N, Gordon A. Caregiver-directed home-based intensive bimanual training in young children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized trial. *Developmental medicine and child neurology*. 2017;59(5):497-504.
338. Roldán-Pérez P, Abuín-Porras V, Buesa-Estélez A, Ortiz-Lucas M. Functional Splinting efficacy in a Specific Task Home Program for Children with Cerebral Palsy. A Randomized Controlled Trial. *Developmental neurorehabilitation*. 2022;25(7):469-78.
339. Chiu H, Ada L, Lee H. Upper limb training using Wii Sports Resort for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial. *Clinical rehabilitation*. 2014;28(10):1015-24.
340. James S, Ziviani J, Ware R, Boyd R. Randomized controlled trial of web-based multimodal therapy for unilateral cerebral palsy to improve occupational performance. *Developmental medicine and child neurology*. 2015;57(6):530-8.
341. Senst S. Unilaterale spastische Zerebralparese (Hemiparese). *Der Orthopäde*. 2014;43(7):649-55.

342. Montero SM, Gómez-Conesa A. Technical devices in children with motor disabilities: a review. *Disabil Rehabil Assist Technol*. 2014;9(1):3-11.
343. Konop KA, Striffling KM, Wang M, Cao K, Eastwood D, Jackson S, et al. [Upper extremity kinetics and energy expenditure during walker-assisted gait in children with cerebral palsy]. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2009;43(2):156-64.
344. Park ES, Park CI, Kim JY. Comparison of anterior and posterior walkers with respect to gait parameters and energy expenditure of children with spastic diplegic cerebral palsy. *Yonsei Med J*. 2001;42(2):180-4.
345. Aboutorabi A, Arazpour M, Ahmadi Bani M, Saeedi H, Head JS. Efficacy of ankle foot orthoses types on walking in children with cerebral palsy: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017;60(6):393-402.
346. Buckon CE, Thomas SS, Jakobson-Huston S, Sussman M, Aiona M. Comparison of three ankle-foot orthosis configurations for children with spastic hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*. 2001;43(6):371-8.
347. Lindskov L, Huse AB, Johansson M, Nygård S. Muscle activity in children with spastic unilateral cerebral palsy when walking with ankle-foot orthoses: an explorative study. *Gait Posture*. 2020;80:31-6.
348. Romkes J, Brunner R. Comparison of a dynamic and a hinged ankle-foot orthosis by gait analysis in patients with hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2002;15(1):18-24.
349. Romkes J, Hell AK, Brunner R. Changes in muscle activity in children with hemiplegic cerebral palsy while walking with and without ankle-foot orthoses. *Gait Posture*. 2006;24(4):467-74.
350. Schmid S, Romkes J, Taylor WR, Lorenzetti S, Brunner R. Orthotic correction of lower limb function during gait does not immediately influence spinal kinematics in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2016;49:457-62.
351. Schweizer K, Brunner R, Romkes J. Upper body movements in children with hemiplegic cerebral palsy walking with and without an ankle-foot orthosis. *Clin Biomech (Bristol)*. 2014;29(4):387-94.
352. Tavernese E, Petrarca M, Rosellini G, Di Stanislao E, Pisano A, Di Rosa G, et al. Carbon Modular Orthosis (Ca.M.O.): An innovative hybrid modular ankle-foot orthosis to tune the variable rehabilitation needs in hemiplegic cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*. 2017;40(3):447-57.
353. Camuncoli F, Barbonetti A, Piccinini L, Di Stanislao E, Corbetta C, Dell'Orto G, et al. Analysis of Running Gait in Children with Cerebral Palsy: Barefoot vs. a New Ankle Foot Orthosis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(21).
354. Sienko Thomas S, Buckon CE, Jakobson-Huston S, Sussman MD, Aiona MD. Stair locomotion in children with spastic hemiplegia: the impact of three different ankle foot orthosis (AFOs) configurations. *Gait Posture*. 2002;16(2):180-7.
355. Jackman M, Novak I, Lannin N. Effectiveness of hand splints in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(2):138-47.
356. Barroso PN, Vecchio SD, Xavier YR, Sesselmann M, Araújo PA, Pinotti M. Improvement of hand function in children with cerebral palsy via an orthosis that provides wrist extension and thumb abduction. *Clin Biomech (Bristol)*. 2011;26(9):937-43.
357. Burtner PA, Poole JL, Torres T, Medora AM, Abeyta R, Keene J, et al. Effect of wrist hand splints on grip, pinch, manual dexterity, and muscle activation in children with spastic hemiplegia: a preliminary study. *J Hand Ther*. 2008;21(1):36-42; quiz 3.
358. Louwers A, Meester-Delver A, Folmer K, Nollet F, Beelen A. Immediate effect of a wrist and thumb brace on bimanual activities in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(4):321-6.

359. Ozer K, Chesher SP, Scheker LR. Neuromuscular electrical stimulation and dynamic bracing for the management of upper-extremity spasticity in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(7):559-63.
360. Roldán-Pérez P, Abuín-Porras V, Buesa-Estélez A, Ortiz-Lucas M. Functional Splinting efficacy in a Specific Task Home Program for Children with Cerebral Palsy. A Randomized Controlled Trial. *Dev Neurorehabil.* 2022;25(7):469-78.
361. Becher T. Individuell gefertigte Handorthesen aus Silikon bei Kindern mit unilateraler Cerebralparese : Wirkung, Adhärenz, Eltern- und Kind-Urteil.: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn; 2023.
362. Bailes AF, Caldwell C, Clay M, Tremper M, Dunning K, Long J. An exploratory study of gait and functional outcomes after neuroprosthesis use in children with hemiplegic cerebral palsy. *Disabil Rehabil.* 2017;39(22):2277-85.
363. El-Shamy SM, Abdelaal AA. WalkAide Efficacy on Gait and Energy Expenditure in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2016;95(9):629-38.
364. Mäenpää H, Jaakkola R, Sandström M, Von Wendt L. Does microcurrent stimulation increase the range of movement of ankle dorsiflexion in children with cerebral palsy? *Disabil Rehabil.* 2004;26(11):669-77.
365. Pool D, Blackmore AM, Bear N, Valentine J. Effects of short-term daily community walk aide use on children with unilateral spastic cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2014;26(3):308-17.
366. Pool D, Elliott C, Bear N, Donnelly CJ, Davis C, Stannage K, et al. Neuromuscular electrical stimulation-assisted gait increases muscle strength and volume in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(5):492-501.
367. Pool D, Valentine J, Bear N, Donnelly CJ, Elliott C, Stannage K. The orthotic and therapeutic effects following daily community applied functional electrical stimulation in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomised controlled trial. *BMC Pediatr.* 2015;15:154.
368. Elnaggar RK, Alqahtani BA, Elbanna MF. Functional outcomes of botulinum neurotoxin-A injection followed by reciprocal electrical stimulation in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Restor Neurol Neurosci.* 2020;38(6):431-41.
369. Mäenpää H, Jaakkola R, Sandström M, Airi T, von Wendt L. Electrostimulation at sensory level improves function of the upper extremities in children with cerebral palsy: a pilot study. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(2):84-90.
370. Xu K, He L, Mai J, Yan X, Chen Y. Muscle Recruitment and Coordination following Constraint-Induced Movement Therapy with Electrical Stimulation on Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One.* 2015;10(10):e0138608.
371. Yıldızgören MT, Nakipoğlu Yüzer GF, Ekiz T, Özgirgin N. Effects of neuromuscular electrical stimulation on the wrist and finger flexor spasticity and hand functions in cerebral palsy. *Pediatr Neurol.* 2014;51(3):360-4.
372. Reed B. The Physiology of Neuromuscular Electrical Stimulation. *Pediatric Physical Therapy.* 1997;9(3).
373. Larson RW, Verma S. How children and adolescents spend time across the world: work, play, and developmental opportunities. *Psychol Bull.* 1999;125(6):701-36.
374. Mahoney JL, Schweder AE, Stattin H. Structured after-school activities as a moderator of depressed mood for adolescents with detached relations to their parents. *Journal of Community Psychology.* 2002;30(1):69-86.
375. Charles J, Gordon AM. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(11):931-6.

376. Hoare B, Imms C, Villanueva E, Rawicki H, Matyas T, Carey L. Intensive therapy following upper limb botulinum toxin A injection in young children with unilateral cerebral palsy: a randomized trial. *England*2013 2013-3. 238-47 p.
377. Fedrizzi E, Pagliano E, Andreucci E, Oleari G. Hand function in children with hemiplegic cerebral palsy: prospective follow-up and functional outcome in adolescence. *Dev Med Child Neurol.* 2003;45(2):85-91.
378. Sköld A, Josephsson S, Eliasson AC. Performing bimanual activities: the experiences of young persons with hemiplegic cerebral palsy. *Am J Occup Ther.* 2004;58(4):416-25.
379. Taub E, Ramey SL, DeLuca S, Echols K. Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics.* 2004;113(2):305-12.
380. Eliasson A, Krumlinde-Sundholm L, Gordon A, Feys H, Klingels K, Aarts P, et al. Guidelines for future research in constraint-induced movement therapy for children with unilateral cerebral palsy: an expert consensus. 2014;56(2):125-37.
381. Charles J, Gordon AM. A critical review of constraint-induced movement therapy and forced use in children with hemiplegia. *Neural Plast.* 2005;12(2-3):245-61; discussion 63-72.
382. Gordon AM, Schneider JA, Chinnan A, Charles JR. Efficacy of a hand-arm bimanual intensive therapy (HABIT) in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(11):830-8.
383. Hoare BJ, Wallen MA, Thorley MN, Jackman ML, Carey LM, Imms C. Constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;4(4):CD004149.
384. Tervahauta M, Girolami G, Øberg G. Efficacy of constraint-induced movement therapy compared with bimanual intensive training in children with unilateral cerebral palsy: a systematic review. *Clinical rehabilitation.* 2017;31(11):1445-56.
385. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd RN. Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics.* 2014;133(1):e175-204.
386. Chiu H, Ada L. Constraint-induced movement therapy improves upper limb activity and participation in hemiplegic cerebral palsy: a systematic review. *Journal of physiotherapy.* 2016;62(3):130-7.
387. Bingol H, Kerem GM, Alkan H. The Efficacy of Two Models of Intensive Upper Limb Training on Health-Related Quality of Life in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy Mainstreamed in Regular Schools: A Double-Blinded, Randomized Controlled Trial. *Physiotherapy theory and practice.* 2023;39(1):10-25.
388. Mohamed R, Yousef A, Radwan N, Ibrahim M. Efficacy of different approaches on quality of upper extremity function, dexterity and grip strength in hemiplegic children: a randomized controlled study. *Italy*2021 2021-9. 5412-23 p.
389. Ramey S, DeLuca S, Stevenson R, Conaway M, Darragh A, Lo W. Constraint-Induced Movement Therapy for Cerebral Palsy: A Randomized Trial. *Pediatrics.* 2021;148(5).
390. Simon-Martinez C, Mailleux L, Jaspers E, Ortibus E, Desloovere K, Klingels K, et al. Effects of combining constraint-induced movement therapy and action-observation training on upper limb kinematics in children with unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2020;10(1):10421.
391. Alahmari K, Tedla JS, Sangadala DR, Mukherjee D, Reddy RS, Bairapareddy KC, et al. Effectiveness of Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy on Hand Function among Children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Meta-Analysis. *Eur Neurol.* 2020;83(2):131-7.
392. Klepper S, Clayton KD, Gilb M, Khalil N. Comparing Unimanual and Bimanual Training in Upper Extremity Function in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *United States*2017 2017-10. 288-306 p.

393. Bleyenheuft Y, Arnould C, Brandao M, Bleyenheuft C, Gordon A. Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremity (HABIT-ILE) in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2015;29(7):645-57.
394. Brandão M, Ferre C, Kuo H, Rameckers E, Bleyenheuft Y, Hung Y, et al. Comparison of Structured Skill and Unstructured Practice During Intensive Bimanual Training in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *United States* 2014 2014-6. 452-61 p.
395. Zafer H, Amjad I, Malik AN, Shaukat E. Effectiveness of Constraint induced movement therapy as compared to bimanual therapy in Upper motor function outcome in child with hemiplegic Cerebral palsy. *Pak J Med Sci*. 2016;32(1):181-4.
396. Schmidt RA, Lee TD. *Motor control and learning: A behavioral emphasis*, 4th ed. Champaign, IL, US: Human Kinetics; 2005. vi, 535-vi, p.
397. Kleim JA, Hogg TM, VandenBerg PM, Cooper NR, Bruneau R, Remple M. Cortical synaptogenesis and motor map reorganization occur during late, but not early, phase of motor skill learning. *J Neurosci*. 2004;24(3):628-33.
398. Nudo RJ. Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. *J Rehabil Med*. 2003(41 Suppl):7-10.
399. Bleyenheuft Y, Arnould C, Brandao MB, Bleyenheuft C, Gordon AM. Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremity (HABIT-ILE) in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015;29(7):645-57.
400. Surana BK, Ferre CL, Dew AP, Brandao M, Gordon AM, Moreau NG. Effectiveness of Lower-Extremity Functional Training (LIFT) in Young Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019;33(10):862-72.
401. Araneda R, Herman E, Delcour L, Klöcker A, Saussez G, Paradis J, et al. Mirror movements after bimanual intensive therapy in children with unilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2022;64(11):1383-91.
402. Bleyenheuft Y, Dricot L, Ebner-Karestinos D, Paradis J, Saussez G, Renders A, et al. Motor Skill Training May Restore Impaired Corticospinal Tract Fibers in Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2020;34(6):533-46.
403. Elnaggar RK, Alhowimel A, Alotaibi M, Abdrabo MS, Elshafey MA. Accommodating variable-resistance exercise enhance weight-bearing/gait symmetry and balance capability in children with hemiparetic cerebral palsy: a parallel-group, single-blinded randomized clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2022;58(3):378-86.
404. Abdel-Aziem AA, El-Basatiny HM. Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017;31(6):790-7.
405. Hamed NS, Abd-elwahab MS. Pedometer-based gait training in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2011;25(2):157-65.
406. Ostensjø S, Carlberg EB, Vøllestad NK. Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. *Dev Med Child Neurol*. 2004;46(9):580-9.
407. Ghaffari S, Kalantari M, Rezaee M, Akbarzadeh Baghban A. Predictors of Leisure Participation in 6 to 14-Year-Old Children with Cerebral Palsy: Structural Equation Modeling. *Iran J Child Neurol*. 2020;14(2):41-57.
408. Longo E, Regalado ICR, Galvão E, Ferreira HNC, Badia M, Baz BO. I Want to Play: Children With Cerebral Palsy Talk About Their Experiences on Barriers and Facilitators to Participation in Leisure Activities. *Pediatr Phys Ther*. 2020;32(3):190-200.

409. Polatajko HJ, Mandich AD, Miller LT, Macnab JJ. Cognitive orientation to daily occupational performance (CO-OP): part II--the evidence. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2001;20(2-3):83-106.
410. Sakzewski L, Ziviani J, Abbott D, RA M, GD J, RN B. Participation outcomes in a randomized trial of 2 models of upper-limb rehabilitation for children with congenital hemiplegia. *United States*2011 2011-4. 531-9 p.
411. Brandão M, Ferre C, Kuo H, Rameckers E, Y B, YC H, et al. Comparison of Structured Skill and Unstructured Practice During Intensive Bimanual Training in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *United States*2014 2014-6. 452-61 p.
412. Aarts P, Jongerius P, Geerdink Y, van Limbeek J, Geurts A. Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2010;24(6):509-18.
413. Beckers L, Rameckers E, Aarts P, van der Burg J, R S, M S, et al. Effect of Home-based Bimanual Training in Children with Unilateral Cerebral Palsy (The COAD-study): A Case Series. *Developmental neurorehabilitation*. 2021;24(5):311-22.
414. Polatajko HJ, Mandich AD, Missiuna C, Miller LT, Macnab JJ, Malloy-Miller T, et al. Cognitive orientation to daily occupational performance (CO-OP): part III--the protocol in brief. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2001;20(2-3):107-23.
415. Anderson L, Wilson J, Carmichael K. Implementing the Cognitive Orientation to daily Occupational Performance (CO-OP) approach in a group format with children living with motor coordination difficulties. *Aust Occup Ther J*. 2018;65(4):295-305.
416. Cameron D, Craig T, Edwards B, Missiuna C, Schwellnus H, Polatajko HJ. Cognitive Orientation to daily Occupational Performance (CO-OP): A New Approach for Children with Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2017;37(2):183-98.
417. Roostaei M, Dalvand H, Rassafiani M, Kelly G, Razi B. Cognitive Orientation to Daily Occupational Performance (CO-OP) in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review with Meta-analysis. *Can J Occup Ther*. 2022;89(1):72-91.
418. Thornton A, Licari M, Reid S, Armstrong J, Fallows R, Elliott C. Cognitive Orientation to (Daily) Occupational Performance intervention leads to improvements in impairments, activity and participation in children with Developmental Coordination Disorder. *Disabil Rehabil*. 2016;38(10):979-86.
419. Masrour M, Zare A, Presedo A, Nabian MH. Intrathecal baclofen efficacy for managing motor function and spasticity severity in patients with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol*. 2024;24(1):143.
420. Cho SR. Intrathecal Baclofen Therapy: Pros and Cons. *Ann Rehabil Med*. 2023;47(1):1-3.
421. Buizer AI, Martens BHM, Grandbois van Ravenhorst C, Schoonmade LJ, Becher JG, Vermeulen RJ. Effect of continuous intrathecal baclofen therapy in children: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61(2):128-34.
422. Hasnat MJ, Rice JE. Intrathecal baclofen for treating spasticity in children with cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;2015(11):CD004552.
423. Kudva A, Abraham ME, Gold J, Patel NA, Gendreau JL, Herschman Y, et al. Intrathecal baclofen, selective dorsal rhizotomy, and extracorporeal shockwave therapy for the treatment of spasticity in cerebral palsy: a systematic review. *Neurosurg Rev*. 2021;44(6):3209-28.
424. Pin TW, McCartney L, Lewis J, Waugh MC. Use of intrathecal baclofen therapy in ambulant children and adolescents with spasticity and dystonia of cerebral origin: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(10):885-95.
425. Spasticity in under 19s: management.

Clinical guideline [CG145] [Internet]. 2016 [cited 2016]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg145>.

426. Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wijck F, Burridge J, et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil.* 2005;27(1-2):2-6.
427. Gormley ME, Jr. Treatment of neuromuscular and musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Pediatr Rehabil.* 2001;4(1):5-16.
428. Bahm J. *Bewegungsstörungen der oberen Extremität bei Kindern. Konservative und operative Therapie*: Springer Berlin, Heidelberg; 2017.
429. Hoare BJ, Wallen MA, Imms C, Villanueva E, Rawicki HB, Carey L. Botulinum toxin A as an adjunct to treatment in the management of the upper limb in children with spastic cerebral palsy (UPDATE). *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;2010(1):Cd003469.
430. Sedation in under 19s:

using sedation for

diagnostic and therapeutic

procedures [Internet]. 2010. Available from:

<https://www.nice.org.uk/guidance/cg112/resources/sedation-in-under-19s-using-sedation-for-diagnostic-and-therapeutic-procedures-pdf-35109386077381>.

431. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd R. Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics.* 2014;133(1):e175-204.
432. Elnaggar R, Alqahtani B, Elbanna M. Functional outcomes of botulinum neurotoxin-A injection followed by reciprocal electrical stimulation in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Restorative neurology and neuroscience.* 2020;38(6):431-41.
433. Fehlings D, Rang M, Glazier J, Steele C. An evaluation of botulinum-A toxin injections to improve upper extremity function in children with hemiplegic cerebral palsy. *United States*2000 2000-9. 331-7 p.
434. Ferrari A, Maoret A, Muzzini S, Alboresi S, Lombardi F, Sgandurra G, et al. A randomized trial of upper limb botulinum toxin versus placebo injection, combined with physiotherapy, in children with hemiplegia. *Research in developmental disabilities.* 2014;35(10):2505-13.
435. Lidman G, Nachemson A, Peny-Dahlstrand M, Himmelmann K. Botulinum toxin A injections and occupational therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Developmental medicine and child neurology.* 2015;57(8):754-61.
436. Lidman G, Nachemson A, Peny-Dahlstrand M, Himmelmann K. Long-term effects of repeated botulinum neurotoxin A, bimanual training, and splinting in young children with cerebral palsy. *England*2020 2020-2. 252-8 p.
437. Lowe K, Novak I, Cusick A. Repeat injection of botulinum toxin A is safe and effective for upper limb movement and function in children with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology.* 2007;49(11):823-9.
438. Rameckers E, Duysens J, Speth L, Vles H, Smits-Engelsman B. Effect of addition of botulinum toxin-A to standardized therapy for dynamic manual skills measured with kinematic aiming tasks in children with spastic hemiplegia. *Journal of rehabilitation medicine.* 2010;42(4):332-8.
439. Rameckers E, Speth L, Duysens J, Vles J, Smits-Engelsman B. Botulinum toxin-a in children with congenital spastic hemiplegia does not improve upper extremity motor-related function over rehabilitation alone: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and neural repair.* 2009;23(3):218-25.
440. Redman T, Finn J, Bremner A, Valentine J. Effect of upper limb botulinum toxin-A therapy on health-related quality of life in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of paediatrics and child health.* 2008;44(7):409-14.

441. Blumetti FC, Belloti JC, Tamaoki MJ, Pinto JA. Botulinum toxin type A in the treatment of lower limb spasticity in children with cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;10(10):CD001408.
442. Love S, Valentine J, Blair E, Price C, Cole J, Chauvel P. The effect of botulinum toxin type A on the functional ability of the child with spastic hemiplegia a randomized controlled trial. *England2001* 2001-11. 50-8 p.
443. Polak F, Morton R, Ward C, Wallace W, Doderlein L, Siebel A. Double-blind comparison study of two doses of botulinum toxin A injected into calf muscles in children with hemiplegic cerebral palsy. *England2002* 2002-8. 551-5 p.
444. Steinbok P. Selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy: a review. *Childs Nerv Syst.* 2007;23(9):981-90.
445. Langerak NG, Lamberts RP, Fiegggen AG, Peter JC, Peacock WJ, Vaughan CL. Selective dorsal rhizotomy: long-term experience from Cape Town. *Childs Nerv Syst.* 2007;23(9):1003-6.
446. Selective dorsal rhizotomy for spasticity in cerebral palsy. *Interventional procedures guidance*
[Internet]. 2010. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ipg373>.
447. Davidson B, Schoen N, Sedighim S, Haldenby R, Dalziel B, Breitbart S, et al. Intrathecal baclofen versus selective dorsal rhizotomy for children with cerebral palsy who are nonambulant: a systematic review. *J Neurosurg Pediatr.* 2020;25(1):69-77.
448. Grunt S, Becher JG, Vermeulen RJ. Long-term outcome and adverse effects of selective dorsal rhizotomy in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2011;53(6):490-8.
449. Licci M, Frank NA, Greuter L, Rasadurai A, Fernandes Arroiteia I, Juenemann S, et al. Palliative single-level selective dorsal rhizotomy for children with spastic cerebral palsy Gross Motor Function Classification System level IV and V: a case series and systematic review of the literature. *Neurosurg Focus.* 2024;56(6):E6.
450. McLaughlin J, Bjornson K, Temkin N, Steinbok P, Wright V, Reiner A, et al. Selective dorsal rhizotomy: meta-analysis of three randomized controlled trials. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(1):17-25.
451. Merckx L, Poncelet F, De Houwer H, Laumen A, Peeters L, Nuttin B, et al. Upper-extremity spasticity and functionality after selective dorsal rhizotomy for cerebral palsy: a systematic review. *J Neurosurg Pediatr.* 2023;32(6):673-85.
452. Tedroff K, Hägglund G, Miller F. Long-term effects of selective dorsal rhizotomy in children with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2020;62(5):554-62.
453. Zhan Q, Tang L, Wang Y, Xiao B, Shen M, Jiang S, et al. Feasibility and effectiveness of a newly modified protocol-guided selective dorsal rhizotomy via single-level approach to treat spastic hemiplegia in pediatric cases with cerebral palsy. *Childs Nerv Syst.* 2019;35(11):2171-8.
454. MacIntosh A, Vignais N, Vigneron V, Fay L, Musielak A, Desailly E, et al. The design and evaluation of electromyography and inertial biofeedback in hand motor therapy gaming. *Assist Technol.* 2022;34(2):213-21.
455. Lewis RG, Florio E, Punzo D, Borrelli E. The Brain's Reward System in Health and Disease. *Adv Exp Med Biol.* 2021;1344:57-69.
456. Alwhaibi R, Alsakhawi R, ElKholi S. Effects of auditovisual feedback on eye-hand coordination in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities.* 2020;101:103635.
457. Alwhaibi RM, Alsakhawi RS, ElKholi SM. Augmented Biofeedback Training with Physical Therapy Improves Visual-Motor Integration, Visual Perception, and Motor Coordination in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomised Control Trial. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2020;40(2):134-51.

458. MacIntosh A, Emily L, Vincent V, Nicolas V, and Biddiss E. Biofeedback interventions for individuals with cerebral palsy: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 2019;41(20):2369-91.
459. Hemayattalab R, Rostami LR. Effects of frequency of feedback on the learning of motor skill in individuals with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2010;31(1):212-7.
460. Hemayattalab R, Arabameri E, Pourazar M, Ardakani MD, Kashefi M. Effects of self-controlled feedback on learning of a throwing task in children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2013;34(9):2884-9.
461. Burtner PA, Leinwand R, Sullivan KJ, Goh HT, Kantak SS. Motor learning in children with hemiplegic cerebral palsy: feedback effects on skill acquisition. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(3):259-66.
462. Olama KA, Hegazy FA, Thabt NS. Combined effects of myofeedback and isokinetic training on hand function in spastic hemiplegic children. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. 2012;13(2):183-8.
463. Abdul-Rahman R, El-Gendy A. Impact of Computer Feedback on Hand Performance in Cerebral Palsied Children. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy - An International Journal*. 2014;8:214.
464. Jelsma J, Pronk M, Ferguson G, Jelsma-Smit D. The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Dev Neurorehabil*. 2013;16(1):27-37.
465. Calabrò RS, Sorrentino G, Cassio A, Mazzoli D, Andrenelli E, Bizzarini E, et al. Robotic-assisted gait rehabilitation following stroke: a systematic review of current guidelines and practical clinical recommendations. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2021;57(3):460-71.
466. Picelli A, La Marchina E, Vangelista A, Chemello E, Modenese A, Gandolfi M, et al. Effects of Robot-Assisted Training for the Unaffected Arm in Patients with Hemiparetic Cerebral Palsy: A Proof-of-Concept Pilot Study. *Behav Neurol*. 2017;2017:8349242.
467. Gharib NM, El-Maksoud GM, Rezk-Allah SS. Efficacy of gait trainer as an adjunct to traditional physical therapy on walking performance in hemiparetic cerebral palsied children: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011;25(10):924-34.
468. El-Shamy SM. Efficacy of Armeo® Robotic Therapy Versus Conventional Therapy on Upper Limb Function in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018;97(3):164-9.
469. Roberts H, Shierk A, Clegg NJ, Baldwin D, Smith L, Yeatts P, et al. Constraint Induced Movement Therapy Camp for Children with Hemiplegic Cerebral Palsy Augmented by Use of an Exoskeleton to Play Games in Virtual Reality. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2021;41(2):150-65.
470. Yazıcı M, Livanelioğlu A, Gücüyener K, Tekin L, Sümer E, Yakut Y. Effects of robotic rehabilitation on walking and balance in pediatric patients with hemiparetic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2019;70:397-402.
471. Antal A, Luber B, Brem AK, Bikson M, Brunoni AR, Cohen Kadosh R, et al. Non-invasive brain stimulation and neuroenhancement. *Clin Neurophysiol Pract*. 2022;7:146-65.
472. Bliss TV, Lomo T. Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *J Physiol*. 1973;232(2):331-56.
473. Jung NH, Munchau A, Mall V. [Neuronal plasticity and neuromodulation in pediatric neurology]. *Nervenarzt*. 2018;89(10):1131-9.
474. Kirton A, Metzler MJ, Craig BT, Hilderley A, Dunbar M, Giuffre A, et al. Perinatal stroke: mapping and modulating developmental plasticity. *Nat Rev Neurol*. 2021;17(7):415-32.
475. Moura RCF, Santos C, Collange Grecco L, Albertini G, Cimolin V, Galli M, et al. Effects of a single session of transcranial direct current stimulation on upper limb movements

- in children with cerebral palsy: A randomized, sham-controlled study. *Dev Neurorehabil*. 2017;20(6):368-75.
476. Gillick B, Rich T, Nemanich S, Chen CY, Menk J, Mueller B, et al. Transcranial direct current stimulation and constraint-induced therapy in cerebral palsy: A randomized, blinded, sham-controlled clinical trial. *Eur J Paediatr Neurol*. 2018;22(3):358-68.
 477. Kirton A, Andersen J, Herrero M, Nettel-Aguirre A, Carsolio L, Damji O, et al. Brain stimulation and constraint for perinatal stroke hemiparesis: The PLASTIC CHAMPS Trial. *Neurology*. 2016;86(18):1659-67.
 478. Kirton A, Ciechanski P, Zewdie E, Andersen J, Nettel-Aguirre A, Carlson H, et al. Transcranial direct current stimulation for children with perinatal stroke and hemiparesis. *Neurology*. 2017;88(3):259-67.
 479. Gupta J, Gulati S, Singh UP, Kumar A, Jauhari P, Chakrabarty B, et al. Brain Stimulation and Constraint Induced Movement Therapy in Children With Unilateral Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2023;37(5):266-76.
 480. Steenbergen B, Jongbloed-Pereboom M, Spruijt S, Gordon AM. Impaired motor planning and motor imagery in children with unilateral spastic cerebral palsy: challenges for the future of pediatric rehabilitation. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55 Suppl 4:43-6.
 481. Burzi V, Tealdi G, Boyd RN, Guzzetta A. Action observation in infancy: implications for neuro-rehabilitation. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58 Suppl 4:74-7.
 482. Kirkpatrick E, Pearse J, James P, Basu A. Effect of parent-delivered action observation therapy on upper limb function in unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(10):1049-56.
 483. Sgandurra G, Ferrari A, Cossu G, Guzzetta A, Fogassi L, Cioni G. Randomized trial of observation and execution of upper extremity actions versus action alone in children with unilateral cerebral palsy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013;27(9):808-15.
 484. Weiss PL, Rand D, Katz N, Kizony R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *J Neuroeng Rehabil*. 2004;1(1):12.
 485. Dockx K, Bekkers EM, Van den Bergh V, Ginis P, Rochester L, Hausdorff JM, et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;12(12):Cd010760.
 486. Gazendam A, Zhu M, Chang Y, Phillips S, Bhandari M. Virtual reality rehabilitation following total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(8):2548-55.
 487. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;11(11):Cd008349.
 488. Lopes JBP, Duarte NAC, Lazzari RD, Oliveira CS. Virtual reality in the rehabilitation process for individuals with cerebral palsy and Down syndrome: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2020;24(4):479-83.
 489. Mitchell LE, Ziviani J, Boyd RN. A randomized controlled trial of web-based training to increase activity in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58(7):767-73.
 490. Aran OT, Şahin S, Köse B, Ağce ZB, Kayihan H. Effectiveness of the virtual reality on cognitive function of children with hemiplegic cerebral palsy: a single-blind randomized controlled trial. *Int J Rehabil Res*. 2020;43(1):12-9.
 491. Chiu HC, Ada L, Lee HM. Upper limb training using Wii Sports Resort for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial. *Clin Rehabil*. 2014;28(10):1015-24.
 492. El-Shamy Sm PhD PT, El-Banna Mf PhD PT. Effect of Wii training on hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiother Theory Pract*. 2020;36(1):38-44.

493. Khaledi M, Heirani A, Sabaghi A. Effects of Eight Weeks of Selected Virtual-Assisted Montessori-Based Games on Motor Proficiency and Perceived Self-Control in Children with Spastic Hemiplegia during the Coronavirus Outbreak. *Biomed Res Int*. 2022;2022:5792094.
 494. Rostami HR, Arastoo AA, Nejad SJ, Mahany MK, Malamiri RA, Goharpey S. Effects of modified constraint-induced movement therapy in virtual environment on upper-limb function in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: a randomised controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2012;31(4):357-65.
 495. Shih T-Y, Wang T-N, Shieh J-Y, Lin S-Y, Ruan S-J, Tang H-H, et al. Comparative effects of kinect-based versus therapist-based constraint-induced movement therapy on motor control and daily motor function in children with unilateral cerebral palsy: a randomized control trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2023;20(1):13.
 496. James S, Ziviani J, Ware RS, Boyd RN. Randomized controlled trial of web-based multimodal therapy for unilateral cerebral palsy to improve occupational performance. *Dev Med Child Neurol*. 2015;57(6):530-8.
 497. Bekteshi S, Monbaliu E, McIntyre S, Saloojee G, Hilberink SR, Tatishvili N, et al. Towards functional improvement of motor disorders associated with cerebral palsy. *Lancet Neurol*. 2023;22(3):229-43.
 498. Friedrich W. *Optimales Sportwissen* 2007.
 499. Elnaggar RK, Elbanna MF, Mahmoud WS, Alqahtani BA. Plyometric exercises: subsequent changes of weight-bearing symmetry, muscle strength and walking performance in children with unilateral cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2019;19(4):507-15.
 500. Elnaggar RK. Effects of plyometric exercises on muscle-activation strategies and response-capacity to balance threats in children with hemiplegic cerebral palsy. *Physiother Theory Pract*. 2022;38(9):1165-73.
 501. Elnaggar RK, Alqahtani BA, Alsubaie SF, Mohamed RR, Elbanna MF. Stretch-shortening cycle exercises can efficiently optimize gait-symmetry and balance capabilities in children with unilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2021;49(1):139-49.
 502. Elnaggar RK, Mahmoud WS, Alsubaie SF, Abd El-Nabie WA. Effectiveness of a Multi-Modal Exercise Program Incorporating Plyometric and Balance Training in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy: A Three-Armed Randomized Clinical Trial. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2022;42(2):113-29.
 503. Elnaggar RK, Alghadier M, Abdrabo MS, Abonour AA. Effect of a structured aqua-plyometric exercise program on postural control and functional ability in children with hemiparetic cerebral palsy: A two-arm randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2022;51(2):247-58.
 504. Kaya Kara O, Livanelioglu A, Yardımcı BN, Soylu AR. The Effects of Functional Progressive Strength and Power Training in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2019;31(3):286-95.
 505. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. .
 506. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva: World Health Organization
- Copyright © World Health Organization 2010.; 2010.
507. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380(9838):219-29.
 508. McTiernan A, Friedenreich CM, Katzmarzyk PT, Powell KE, Macko R, Buchner D, et al. Physical Activity in Cancer Prevention and Survival: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(6):1252-61.

509. Schuch FB, Vancampfort D, Richards J, Rosenbaum S, Ward PB, Stubbs B. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *Journal of Psychiatric Research*. 2016;77:42-51.
510. van Brussel M, van der Net J, Hulzebos E, Helders PJ, Takken T. The Utrecht approach to exercise in chronic childhood conditions: the decade in review. *Pediatr Phys Ther*. 2011;23(1):2-14.
511. Ryushi T, Kumagai K, Hayase H, Abe T, Shibuya K, Ono A. Effect of resistive knee extension training on postural control measures in middle aged and elderly persons. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci*. 2000;19(3):143-9.
512. Damiano DL, Wingert JR, Stanley CJ, Curatalo L. Contribution of hip joint proprioception to static and dynamic balance in cerebral palsy: a case control study. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10(1):57.
513. Hale SA, editor *Postural Control in Children and Young Adults* 2004.
514. El-Basatiny HM, Abdel-Aziem AA. Effect of backward walking training on postural balance in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2015;29(5):457-67.
515. Kepenek-Varol B, Gürses HN, İçağasioğlu DF. Effects of Inspiratory Muscle and Balance Training in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. *Dev Neurorehabil*. 2022;25(1):1-9.
516. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev*. 2003;31(1):3-7.
517. Cochrane DJ. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *J Sports Sci Med*. 2011;10(1):19-30.
518. Tekin F, Kavlak E. Short and Long-Term Effects of Whole-Body Vibration on Spasticity and Motor Performance in Children With Hemiparetic Cerebral Palsy. *Percept Mot Skills*. 2021;128(3):1107-29.
519. Stark C, Duran I, Martakis K, Spiess K, Semler O, Schoenau E. Effect of Long-Term Repeated Interval Rehabilitation on the Gross Motor Function Measure in Children with Cerebral Palsy. *Neuropediatrics*. 2020;51(6):407-16.
520. Dehghan F, Fouladi R, Martin J. Kinesio taping in sports: A scoping review. *J Bodyw Mov Ther*. 2024;40:1213-23.
521. Guo S, Liu P, Feng B, Xu Y, Wang Y. Efficacy of kinesiology taping on the management of shin splints: a systematic review. *Phys Sportsmed*. 2022;50(5):369-77.
522. Mohamed RA, Yousef AM, Radwan NL, Ibrahim MM. Efficacy of different approaches on quality of upper extremity function, dexterity and grip strength in hemiplegic children: a randomized controlled study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2021;25(17):5412-23.
523. Mazzone S, Serafini A, Iosa M, Aliberti MN, Gobbetti T, Paolucci S, et al. Functional taping applied to upper limb of children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. *Neuropediatrics*. 2011;42(6):249-53.
524. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41(1):1-11.
525. Riley DA, Van Dyke JM. The Effects of Active and Passive Stretching on Muscle Length. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2012;23(1):51-7.
526. Boulard C, Gautheron V, Lapole T. Acute passive stretching has no effect on gastrocnemius medialis stiffness in children with unilateral cerebral palsy. *Eur J Appl Physiol*. 2023;123(3):467-77.
527. Matusiak-Wieczorek E, Małachowska-Sobieska M, Synder M. Influence of Hippotherapy on Body Balance in the Sitting Position Among Children with Cerebral Palsy. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2016;18(2):165-75.

528. Nordberg A, Miniscalco C, Lohmander A, Himmelmann K. Speech problems affect more than one in two children with cerebral palsy: Swedish population-based study. *Acta Paediatr.* 2013;102(2):161-6.
529. Pennington L. Speech, language, communication, and cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2016;58(6):534-5.
530. Pennington L, Goldbart J, Marshall J. Speech and language therapy to improve the communication skills of children with cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2004(2):Cd003466.
531. Tan SS, van Gorp M, Voorman JM, Geytenbeek JJ, Reinders-Messelink HA, Ketelaar M, et al. Development curves of communication and social interaction in individuals with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2020;62(1):132-9.
532. Parkes J, HILL NAN, PLATT MJ, DONNELLY C. Oromotor dysfunction and communication impairments in children with cerebral palsy: A register study. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2010;52(12):1113-9.
533. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2002;44(09):633-40.
534. Chorna O, Hamm E, Cummings C, Feters A, Maitre N. Speech and language interventions for infants aged 0 to 2 years at high risk for cerebral palsy: a systematic review. *Developmental medicine and child neurology.* 2017;59(4):355-60.
535. Murray J, Goldbart J. Augmentative and alternative communication: a review of current issues. *Paediatr Child Health (GBR).* 2009;19(10):464-8.
536. Jordan S, Braun U, editors. *Handbuch der Unterstützten Kommunikation. Orig.-Ausg., 6. Aufl. des Grundwerks (enth. die 1.-11. Nachlfg 2004-2014), Stand: 2014 ed.* Karlsruhe; Karlsruhe: von Loeper Literaturverl. Ariadne Buchdienst Vertrieb; 2014.
537. Light J, McNaughton D. The Changing Face of Augmentative and Alternative Communication: Past, Present, and Future Challenges. *Augment Altern Commun.* 2012;28(4):197-204.
538. Avagyan A, Mkrtchyan H, Shafa FA, Mathew JA, Petrosyan T. Effectiveness and Determinant Variables of Augmentative and Alternative Communication Interventions in Cerebral Palsy Patients with Communication Deficit: a Systematic Review. *Codas.* 2021;33(5):e20200244.
539. Kent-Walsh J, Murza KA, Malani MD, Binger C. Effects of Communication Partner Instruction on the Communication of Individuals using AAC: A Meta-Analysis. *Augment Altern Commun.* 2015;31(4):271-84.
540. Baxter S, Enderby P, Evans P, Judge S. Barriers and facilitators to the use of high-technology augmentative and alternative communication devices: a systematic review and qualitative synthesis. *Int J Lang Commun Disord.* 2012;47(2):115-29.
541. Augurelle AS, Smith AM, Lejeune T, Thonnard JL. Importance of cutaneous feedback in maintaining a secure grip during manipulation of hand-held objects. *J Neurophysiol.* 2003;89(2):665-71.
542. Monzée J, Lamarre Y, Smith AM. The Effects of Digital Anesthesia on Force Control Using a Precision Grip. *Journal of Neurophysiology.* 2003;89(2):672-83.
543. Saussez G, Van Laethem M, Bleyenheuft Y. Changes in Tactile Function During Intensive Bimanual Training in Children With Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *J Child Neurol.* 2018;33(4):260-8.
544. Kuo HC, Gordon AM, Henrionnet A, Hautfenne S, Friel KM, Bleyenheuft Y. The effects of intensive bimanual training with and without tactile training on tactile function in children with unilateral spastic cerebral palsy: A pilot study. *Res Dev Disabil.* 2016;49-50:129-39.

545. Haefeli M, Calcagni M. [Hemiplegia and cerebral palsy - multidisciplinary treatment of the spastic upper extremity]. Praxis (Bern 1994). 2014;103(19):1133-9.
546. Bahm J, Hagemann C, Becher T, Böttcher R, Dussa C. Chirurgische Therapieoptionen bei spastischen Bewegungsstörungen der Extremitäten. Monatsschrift Kinderheilkunde. 2020;172:1-10.
547. Stotz Z. Therapie der infantilen Cerebralparese 2000.
548. B DEL, Forward M, Martens M, Plasschaert F. Surgical approach to forearm pronation deformity in patients with cerebral palsy: a systematic review. Acta Orthop Belg. 2023;89(2):183-94.
549. Louwers A, Warnink-Kavelaars J, Daams J, Beelen A. Effects of upper extremity surgery on activities and participation of children with cerebral palsy: a systematic review. Dev Med Child Neurol. 2020;62(1):21-7.
550. Combey A, Bard-Pondarré R, Erhard L, Chaléat-Valayer E. Retrospective study of functional benefits and satisfaction in multisite upper-limb surgery in children with unilateral cerebral palsy. Hand Surg Rehabil. 2024;43(1):101623.
551. Sköld A, Josephsson S, Fitinghoff H, Eliasson AC. Experiences of use of the cerebral palsy hemiplegic hand in young persons treated with upper extremity surgery. J Hand Ther. 2007;20(3):262-72; quiz 73.
552. Smitherman JA, Davids JR, Tanner S, Hardin JW, Wagner LV, Peace LC, et al. Functional outcomes following single-event multilevel surgery of the upper extremity for children with hemiplegic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. 2011;93(7):655-61.
553. Van Heest AE, Ramachandran V, Stout J, Wervey R, Garcia L. Quantitative and qualitative functional evaluation of upper extremity tendon transfers in spastic hemiplegia caused by cerebral palsy. J Pediatr Orthop. 2008;28(6):679-83.
554. Van Heest AE, Bagley A, Molitor F, James MA. Tendon transfer surgery in upper-extremity cerebral palsy is more effective than botulinum toxin injections or regular, ongoing therapy. J Bone Joint Surg Am. 2015;97(7):529-36.
555. Chin TY, Duncan JA, Johnstone BR, Graham HK. Management of the upper limb in cerebral palsy. J Pediatr Orthop B. 2005;14(6):389-404.
556. Zancolli EA, Goldner LJ, Swanson AB. Surgery of the spastic hand in cerebral palsy: report of the Committee on Spastic Hand Evaluation (International Federation of Societies for Surgery of the Hand). J Hand Surg Am. 1983;8(5 Pt 2):766-72.
557. Gage JR. Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy (Clinics in Developmental Medicine) 2004.
558. Döderlein L. Infantile Zerebralparese: Diagnostik, konservative und operative Therapie 2007.
559. Baumann TD, Stefan; Meyer-Heim, Andreas. Diagnose, Therapie und multidisziplinäres Management. Thieme Verlag 2018.
560. Jaspers E, Desloovere K, Bruyninckx H, Klingels K, Molenaers G, Aertbeliën E, et al. Three-dimensional upper limb movement characteristics in children with hemiplegic cerebral palsy and typically developing children. Res Dev Disabil. 2011;32(6):2283-94.
561. Rozaire J, Paquin C, Henry L, Agopyan H, Bard-Pondarré R, Naaïm A, et al. A systematic review of instrumented assessments for upper limb function in cerebral palsy: current limitations and future directions. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2024;21(1):56.
562. Karner C, Girsch W, Strobl W. Neuroorthopädische Behandlungsmöglichkeiten an der oberen Extremität bei Menschen mit Cerebralparese. Medizin für Menschen mit geistiger und Mehrfachbehinderung, Edition Bentheim. 2011;8:33-41.
563. Louwers A, Warnink-Kavelaars J, Obdeijn M, Kreulen M, Nollet F, Beelen A. Effects of Upper-Extremity Surgery on Manual Performance of Children and Adolescents with

- Cerebral Palsy: A Multidisciplinary Approach Using Shared Decision-Making. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(16):1416-22.
564. Cristella G, Filippi MC, Mori M, Alboresi S, Ferrari A. Evaluation of hand function in patients with unilateral cerebral palsy who underwent multilevel functional surgery: a retrospective observational study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2019;55(1):123-30.
565. Domzalski M, Inan M, Littleton AG, Miller F. Pectoralis major release to improve shoulder abduction in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2007;27(4):457-61.
566. Namdari S, Alosch H, Baldwin K, Mehta S, Keenan MA. Shoulder tenotomies to improve passive motion and relieve pain in patients with spastic hemiplegia after upper motor neuron injury. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(5):802-6.
567. Namdari S, Keenan MA. Outcomes of the biceps suspension procedure for painful inferior glenohumeral subluxation in hemiplegic patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(15):2589-97.
568. Dussa C, Lewens D. Neuroorthopädische Operationen an der oberen Extremität. 2021. p. 545-58.
569. Carlson MG, Hearn KA, Inkell E, Leach ME. Early results of surgical intervention for elbow deformity in cerebral palsy based on degree of contracture. *J Hand Surg Am.* 2012;37(8):1665-71.
570. Dy CJ, Pean CA, Hearn KA, Swanstrom MM, Janowski LC, Carlson MG. Long-term results following surgical treatment of elbow deformity in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2013;38(12):2432-6.
571. Gong HS, Cho HE, Chung CY, Park MS, Lee HJ, Baek GH. Early results of anterior elbow release with and without biceps lengthening in patients with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2014;39(5):902-9.
572. Megerle K, Gohritz A. [Selective Neurectomy in Spastic Paralysis of the Upper Extremity]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2024;56(1):65-73.
573. Leclercq C, Perruisseau-Carrier A, Gras M, Panciera P, Fulchignoni C, Fulchignoni M. Hyperselective neurectomy for the treatment of upper limb spasticity in adults and children: a prospective study. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(7):708-16.
574. McConkey MO, Schwab TD, Travlos A, Oxland TR, Goetz T. Quantification of pronator quadratus contribution to isometric pronation torque of the forearm. *J Hand Surg Am.* 2009;34(9):1612-7.
575. Singh G, Singh V, Ahmad S, Kalia RB, Arora SS, Dubey S. A prospective study on transfer of pronator teres to extensor carpi radialis brevis for forearm and wrist deformity in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(3):247-52.
576. Kreulen M, Smeulders MJ, Veeger HE, Hage JJ. Movement patterns of the upper extremity and trunk before and after corrective surgery of impaired forearm rotation in patients with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(6):436-41.
577. Bunata RE. Pronator teres rerouting in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2006;31(3):474-82.
578. Čobeljić G, Rajković S, Bajin Z, Lešić A, Bumbaširević M, Aleksić M, et al. The results of surgical treatment for pronation deformities of the forearm in cerebral palsy after a mean follow-up of 17.5 years. *J Orthop Surg Res.* 2015;10:106.
579. Helin M, Bachy M, Stanchina C, Fitoussi F. Pronator teres selective neurectomy in children with cerebral palsy. *J Hand Surg Eur Vol.* 2018;43(8):879-84.
580. van Munster JC, Maathuis KG, Haga N, Verheij NP, Nicolai JP, Hadders-Algra M. Does surgical management of the hand in children with spastic unilateral cerebral palsy affect functional outcome? *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(5):385-9.
581. van Munster JC, Maathuis CG, Haga N, Van Eykern LA, Hadders-Algra M. 'Does surgical management of the hand in children with unilateral spastic cerebral palsy affect muscle coordination and quality of reaching?'. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(7):568-70.

582. Hutchinson DT, James MA, Tomhave WA, Van EHA. The Green Transfer-Long-Term Results. *J Hand Surg Am.* 2025;50(3):380.e1-.e6.
583. Cain M, Lemhouse P, Buckon C, Freese KP. Pediatric Spastic Wrist Contractures Can Be Well Managed With Wrist Arthrodesis. *J Pediatr Orthop.* 2024;44(5):333-9.
584. Carlson MG, Athwal GS, Bueno RA. Treatment of the wrist and hand in cerebral palsy. *J Hand Surg Am.* 2006;31(3):483-90.
585. Davids JR, Sabesan VJ, Ortmann F, Wagner LV, Peace LC, Gidewall MA, et al. Surgical management of thumb deformity in children with hemiplegic-type cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(5):504-10.
586. Alewijnse JV, Smeulders MJ, Kreulen M. Short-term and Long-term Clinical Results of the Surgical Correction of Thumb-in-Palm Deformity in Patients With Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop.* 2015;35(8):825-30.
587. Smeulders MJ, Coester A, Kreulen M. Surgical treatment for the thumb-in-palm deformity in patients with cerebral palsy. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2005(4).
588. Tonkin M, Freitas A, Koman A, Leclercq C, Van Heest A. The surgical management of thumb deformity in cerebral palsy. *J Hand Surg Eur Vol.* 2008;33(1):77-80.
589. Matsuo T, Matsuo A, Hajime T, Fukumoto S, Chen W, Iwamoto Y. Release of flexors and intrinsic muscles for finger spasticity in cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res.* 2001(384):162-8.
590. Schranz C, Kruse A, Kraus T, Steinwender G, Svehlik M. Does unilateral single-event multilevel surgery improve gait in children with spastic hemiplegia? A retrospective analysis of a long-term follow-up. *Gait Posture.* 2017;52:135-9.
591. Park MS, Chung CY, Lee SH, Choi IH, Cho TJ, Yoo WJ, et al. Issues of concern after a single-event multilevel surgery in ambulatory children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(7):765-70.
592. Rutz E, Passmore E, Baker R, Graham HK. Multilevel surgery improves gait in spastic hemiplegia but does not resolve hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(5):1294-302.
593. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. *Ann Surg.* 2009;250(2):187-96.
594. Alfuth M, Fichter P, Knicker A. Leg length discrepancy: A systematic review on the validity and reliability of clinical assessments and imaging diagnostics used in clinical practice. *PLoS One.* 2021;16(12):e0261457.
595. Guenoun B, Zadegan F, Aim F, Hannouche D, Nizard R. Reliability of a new method for lower-extremity measurements based on stereoradiographic three-dimensional reconstruction. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98(5):506-13.
596. Clavé A, Maurer DG, Nagra NS, Fazilleau F, Lefèvre C, Stindel E. Reproducibility of length measurements of the lower limb by using EOS™. *Musculoskelet Surg.* 2018;102(2):165-71.
597. Hau MYT, Menon DK, Chan RJN, Chung KY, Chau WW, Ho KW. Two-dimensional/three-dimensional EOS™ imaging is reliable and comparable to traditional X-ray imaging assessment of knee osteoarthritis aiding surgical management. *Knee.* 2020;27(3):970-9.
598. Konermann W, Gruber G. [Ultrasound determination of leg length]. *Orthopade.* 2002;31(3):300-5.
599. Gordon JE, Davis LE. Leg Length Discrepancy: The Natural History (And What Do We Really Know). *J Pediatr Orthop.* 2019;39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1):S10-s3.
600. Khamis S, Carmeli E. Relationship and significance of gait deviations associated with limb length discrepancy: A systematic review. *Gait Posture.* 2017;57:115-23.

601. Allen PE, Jenkinson A, Stephens MM, O'Brien T. Abnormalities in the uninvolved lower limb in children with spastic hemiplegia: the effect of actual and functional leg-length discrepancy. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(1):88-92.
602. Liu RW, Streit JJ, Weinberg DS, Shaw JD, LeeVan E, Cooperman DR. No relationship between mild limb length discrepancy and spine, hip or knee degenerative disease in a large cadaveric collection. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104(5):603-7.
603. Applebaum A, Nessim A, Cho W. Overview and Spinal Implications of Leg Length Discrepancy: Narrative Review. *Clin Orthop Surg*. 2021;13(2):127-34.
604. Read HS, Hazlewood ME, Hillman SJ, Prescott RJ, Robb JE. Edinburgh visual gait score for use in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(3):296-301.
605. Jacquelin Perry JB. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function* (English Edition) 2010.
606. Vogt B, Gosheger G, Wirth T, Horn J, Rödl R. Leg Length Discrepancy- Treatment Indications and Strategies. *Dtsch Arztebl Int*. 2020;117(24):405-11.
607. Corradin M, Schiavon R, Borgo A, Deslandes J, Cersosimo A, Canavese F. The effects of uninvolved side epiphysiodesis for limb length equalization in children with unilateral cerebral palsy: clinical evaluation with the Edinburgh visual gait score. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(5):977-84.
608. Terjesen T. The natural history of hip development in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(10):951-7.
609. Brunner R. Neurogene Störungen an der Hüfte. In Hefti, F. (Hrsg). *Kinderorthopädie in der Praxis* 3. Auflage 2015.
610. Abousamra O, Er MS, Rogers KJ, Nishnianidze T, Dabney KW, Miller F. Hip Reconstruction in Children With Unilateral Cerebral Palsy and Hip Dysplasia. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(8):834-40.
611. Salzmann M, Ackermann W. Wegweisende Ampeln – Algorithmen für Hüftgelenkluxationen und Skoliosen bei Zerebralparese. *physiopraxis*. 2019;17(10):28-31.
612. Saraph V, Zwick EB, Zwick G, Dreier M, Steinwender G, Linhart W. Effect of derotation osteotomy of the femur on hip and pelvis rotations in hemiplegic and diplegic children. *J Pediatr Orthop B*. 2002;11(2):159-66.
613. Aminian A, Vankoski SJ, Dias L, Novak RA. Spastic hemiplegic cerebral palsy and the femoral derotation osteotomy: effect at the pelvis and hip in the transverse plane during gait. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(3):314-20.
614. Chung CY, Lee SH, Choi IH, Cho TJ, Yoo WJ, Park MS. Residual pelvic rotation after single-event multilevel surgery in spastic hemiplegia. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(9):1234-8.
615. Kim HY, Cha YH, Byun JY, Chun YS, Choy WS. Changes in gait parameters after femoral derotational osteotomy in cerebral palsy patients with medial femoral torsion. *J Pediatr Orthop B*. 2018;27(3):194-9.
616. Graham HK, Baker R, Dobson F, Morris ME. Multilevel orthopaedic surgery in group IV spastic hemiplegia. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(4):548-55.
617. Döderlein L, Metaxiotis D. Die Kniebeuge- und die Kniestreckspastik bei der infantilen Zerebralparese. *Der Orthopäde*. 2004;33(10):1138-51.
618. Campbell R, Tipping N, Carty C, Walsh J, Johnson L. Orthopaedic management of knee joint impairment in cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2020;80:347-60.
619. Galey SA, Lerner ZF, Bulea TC, Zimble S, Damiano DL. Effectiveness of surgical and non-surgical management of crouch gait in cerebral palsy: A systematic review. *Gait Posture*. 2017;54:93-105.

620. Rutz E, McCarthy J, Shore BJ, Shrader MW, Veerkamp M, Chambers H, et al. Indications for gastrocnemius lengthening in ambulatory children with cerebral palsy: a Delphi consensus study. *J Child Orthop.* 2020;14(5):405-14.
621. Kay RM, McCarthy J, Narayanan U, Rhodes J, Rutz E, Shilt J, et al. Finding consensus for hamstring surgery in ambulatory children with cerebral palsy using the Delphi method. *J Child Orthop.* 2022;16(1):55-64.
622. Nazareth A, Rethlefsen S, Sousa TC, Mueske NM, Wren TAL, Kay RM. Percutaneous Hamstring Lengthening Surgery is as Effective as Open Lengthening in Children With Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop.* 2019;39(7):366-71.
623. Yngve DA. Recurvatum of the Knee in Cerebral Palsy: A Review. *Cureus.* 2021;13(4):e14408.
624. Hanson AM, Wren TAL, Rethlefsen SA, Ciccodicola E, Rubel B, Kay RM. Anterior Distal Femoral Hemiepiphysiodesis Does Not Change Pelvic Tilt in Children With Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop.* 2024;44(2):76-81.
625. Stiel N, Babin K, Vettorazzi E, Breyer S, Ebert N, Rupprecht M, et al. Anterior distal femoral hemiepiphysiodesis can reduce fixed flexion deformity of the knee: a retrospective study of 83 knees. *Acta Orthop.* 2018;89(5):555-9.
626. Long JT, Laron D, Garcia MC, McCarthy JJ. Screw Anterior Distal Femoral Hemiepiphysiodesis in Children With Cerebral Palsy and Knee Flexion Contractures: A Retrospective Case-control Study. *J Pediatr Orthop.* 2020;40(9):e873-e9.
627. Rethlefsen SA, Hanson AM, Wren TAL, Abousamra O, Kay RM. Anterior distal femoral hemiepiphysiodesis with and without patellar tendon shortening for fixed knee flexion contractures in children with cerebral palsy. *J Child Orthop.* 2020;14(5):415-20.
628. Al Badi H, Lorange JP, Alzeedi M, Marwan Y, Bernstein M, Hamdy RC. Distal Femur Anterior Hemiepiphysiodesis for Fixed Knee Flexion Deformity in Neuromuscular Patients: A Systematic Review. *JBJS Rev.* 2023;11(6).
629. Stout JL, Gage JR, Schwartz MH, Novacheck TF. Distal femoral extension osteotomy and patellar tendon advancement to treat persistent crouch gait in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(11):2470-84.
630. Aroojis A, Patel M, Shah A, Sarathy K, Vaidya S, Mehta R. Distal Femoral Extension Osteotomy with 90° Pediatric Condylar Locking Compression Plate and Patellar Tendon Advancement for the Correction of Crouch Gait in Cerebral Palsy. *Indian J Orthop.* 2019;53(1):45-52.
631. Hyer LC, Carpenter AM, Saraswat P, Davids JR, Westberry DE. Outcomes of Patellar Tendon Imbrication With Distal Femoral Extension Osteotomy for Treatment of Crouch Gait. *J Pediatr Orthop.* 2021;41(5):e356-e66.
632. Boyer ER, Stout JL, Laine JC, Gutknecht SM, Araujo de Oliveira LH, Munger ME, et al. Long-Term Outcomes of Distal Femoral Extension Osteotomy and Patellar Tendon Advancement in Individuals with Cerebral Palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(1):31-41.
633. Sossai R, Vavken P, Brunner R, Camathias C, Graham HK, Rutz E. Patellar tendon shortening for flexed knee gait in spastic diplegia. *Gait Posture.* 2015;41(2):658-65.
634. Klotz MCM, Krautwurst BK, Hirsch K, Niklasch M, Maier MW, Wolf SI, et al. Does additional patella tendon shortening influence the effects of multilevel surgery to correct flexed knee gait in cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2018;60:217-24.
635. Das SP, Pradhan S, Ganesh S, Sahu PK, Mohanty RN, Das SK. Supracondylar femoral extension osteotomy and patellar tendon advancement in the management of persistent crouch gait in cerebral palsy. *Indian J Orthop.* 2012;46(2):221-8.
636. Rutz E, Novacheck TF, Dreher T, Davids JR, McCarthy J, Kay RM, et al. Distal femoral extension osteotomy and patellar tendon advancement or shortening in ambulatory

- children with cerebral palsy: A modified Delphi consensus study and literature review. *J Child Orthop*. 2022;16(6):442-53.
637. Kay RM, Pierz K, McCarthy J, Graham HK, Chambers H, Davids JR, et al. Distal rectus femoris surgery in children with cerebral palsy: results of a Delphi consensus project. *J Child Orthop*. 2021;15(3):270-8.
638. Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop*. 2005;25(1):79-83.
639. Josse A, Pons C, Printemps C, Chan-Wai-Nam J, Affes H, Brochard S, et al. Rectus femoris surgery for the correction of stiff knee gait in cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2023;109(3):103022.
640. Horsch A, Klotz MCM, Platzer H, Seide SE, Ghandour M. Recurrence of Equinus Foot in Cerebral Palsy following Its Correction-A Meta-Analysis. *Children (Basel)*. 2022;9(3).
641. Brunner R, Taylor WR, Visscher RMS. Restoration of Heel-Toe Gait Patterns for the Prevention of Asymmetrical Hip Internal Rotation in Patients with Unilateral Spastic Cerebral Palsy. *Children (Basel)*. 2021;8(9).
642. Park C, Macinnis D, Priester J. Beyond Attitudes: Attachment and Consumer Behavior. *Seoul Journal of Business*. 2007;12.
643. Winters TF, Jr., Gage JR, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(3):437-41.
644. Borton DC, Walker K, Pirpiris M, Nattrass GR, Graham HK. Isolated calf lengthening in cerebral palsy. Outcome analysis of risk factors. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83(3):364-70.
645. Chung CY, Sung KH, Lee KM, Lee SY, Choi IH, Cho TJ, et al. Recurrence of equinus foot deformity after tendo-achilles lengthening in patients with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2015;35(4):419-25.
646. Dietz FR, Albright JC, Dolan L. Medium-term follow-up of Achilles tendon lengthening in the treatment of ankle equinus in cerebral palsy. *Iowa Orthop J*. 2006;26:27-32.
647. Dussa CU, Böhm H, Döderlein L, Fujak A. Is shortening of Tibialis Anterior in addition to calf muscle lengthening required to improve the active dorsal extension of the ankle joint in patients with Cerebral Palsy? *Gait Posture*. 2021;83:210-6.
648. Sclavos N, Thomason P, Passmore E, Graham K, Rutz E. Foot drop after gastrocsoleus lengthening for equinus deformity in children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 2023;100:254-60.
649. Soufi K, Bagley A, Brown SA, Westberry DE, Kulkarni VA, Saraswat P, et al. Surgical Management of Severe Equinus Deformity in Ambulatory Children With Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop*. 2023;43(2):91-8.
650. Vette AH, Watt JM, Lewicke J, Watkins B, Burkholder LM, Andersen J, et al. The utility of normative foot floor angle data in assessing toe-walking. *Foot (Edinb)*. 2018;37:65-70.
651. Graham HK, Fixsen JA. Lengthening of the calcaneal tendon in spastic hemiplegia by the White slide technique. A long-term review. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(3):472-5.
652. Joo SY, Knowtharapu DN, Rogers KJ, Holmes L, Jr., Miller F. Recurrence after surgery for equinus foot deformity in children with cerebral palsy: assessment of predisposing factors for recurrence in a long-term follow-up study. *J Child Orthop*. 2011;5(4):289-96.
653. Tinney A, Thomason P, Sangeux M, Khot A, Graham HK. The transverse Vulpius gastrocsoleus recession for equinus gait in children with cerebral palsy. *Bone Joint J*. 2015;97-b(4):564-71.

654. Tytkowski CM, Horan M, Oeffinger DJ. Outcomes of gastrocnemius-soleus complex lengthening for isolated equinus contracture in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2009;29(7):771-8.
655. Yoshimoto M, Kura H, Matsuyama T, Sasaki T, Yamashita T, Ishii S. Heel cord advancement combined with Vulpius' lengthening of the gastrocnemius. *Clin Orthop Relat Res.* 2005(434):213-6.
656. Döderlein LW, W.; Schneider, U. Fussdeformitäten: Der Spitzfuß / Der Hackenfuß 2004.
657. Shore BJ, White N, Kerr Graham H. Surgical correction of equinus deformity in children with cerebral palsy: a systematic review. *J Child Orthop.* 2010;4(4):277-90.
658. Skaaret I, Steen H, Niratisairak S, Swanson D, Holm I. Postoperative changes in vertical ground reaction forces, walking barefoot and with ankle-foot orthoses in children with Cerebral Palsy. *Clin Biomech (Bristol).* 2021;84:105336.
659. Fenner V, Osenstätter K, Schwameder H, Baise M. Improvement of Gait Pattern for children with infantile cerebral and dynamic pes equinus after treatment with a below-knee Orthotic device with a ringshaped foot support. 2008.
660. Loftsrød B, Fosdahl MA, Terjesen T. Can persistent drop foot after calf muscle lengthening be predicted preoperatively? *J Foot Ankle Surg.* 2009;48(6):631-6.
661. Rutz E, Baker R, Tirosh O, Romkes J, Haase C, Brunner R. Tibialis anterior tendon shortening in combination with Achilles tendon lengthening in spastic equinus in cerebral palsy. *Gait Posture.* 2011;33(2):152-7.
662. Kläusler M, Speth BM, Brunner R, Tirosh O, Camathias C, Rutz E. Long-term follow-up after tibialis anterior tendon shortening in combination with Achilles tendon lengthening in spastic equinus in cerebral palsy. *Gait Posture.* 2017;58:457-62.
663. Tsang STJ, McMorran D, Robinson L, Herman J, Robb JE, Gaston MS. A cohort study of tibialis anterior tendon shortening in combination with calf muscle lengthening in spastic equinus in cerebral palsy. *Gait Posture.* 2016;50:23-7.
664. Widmer M, Staganello M, Sangeux M, Odorizzi M, Brunner R, Viehweger E. Single procedure tibialis anterior tendon shortening in combination with Achilles tendon lengthening in unilateral cerebral palsy improves swing phase dorsiflexion in gait. *J Child Orthop.* 2024;18(4):441-9.
665. Liggio FJ, Kruse R. Split tibialis posterior tendon transfer with concomitant distal tibial derotational osteotomy in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(1):95-101.
666. Deltombe T, Wautier D, De Cloedt P, Fostier M, Gustin T. Assessment and treatment of spastic equinovarus foot after stroke: Guidance from the Mont-Godinne interdisciplinary group. *J Rehabil Med.* 2017;49(6):461-8.
667. Picelli A, Di Censo R, Zadra A, Faccioli S, Smania N, Filippetti M. Management Of Spastic Equinovarus Foot in Children with Cerebral Palsy: An Evaluation of Anatomical Landmarks for Selective Nerve Blocks of the Tibial Nerve Motor Branches. *J Rehabil Med.* 2023;55:jrm00370.
668. Perry J, Hoffer MM. Preoperative and postoperative dynamic electromyography as an aid in planning tendon transfers in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59(4):531-7.
669. Wong P, Fransch S, Gallagher C, Francis KL, Khot A, Rutz E, et al. Split anterior tibialis tendon transfer to peroneus brevis for spastic equinovarus in children with hemiplegia. *J Child Orthop.* 2021;15(3):279-90.
670. Stebbins J, Harrington M, Thompson N, Zavatsky A, Theologis T. Gait compensations caused by foot deformity in cerebral palsy. *Gait Posture.* 2010;32(2):226-30.

671. Hochstetter-Owen J, Stott S, Williams SA. The efficacy of split tibial tendon transfers on functional gait outcomes for children and youth with cerebral palsy and spastic equinovarus foot deformities. *Bone Jt Open*. 2023;4(5):283-98.
672. Chang CH, Albarracin JP, Lipton GE, Miller F. Long-term follow-up of surgery for equinovarus foot deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2002;22(6):792-9.
673. Aleksić M, Bašćarević Z, Stevanović V, Rakočević J, Baljzović A, Čobeljić G. Modified split tendon transfer of posterior tibialis muscle in the treatment of spastic equinovarus foot deformity: long-term results and comparison with the standard procedure. *Int Orthop*. 2020;44(1):155-60.
674. Scott AC, Scarborough N. The use of dynamic EMG in predicting the outcome of split posterior tibial tendon transfers in spastic hemiplegia. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(6):777-80.
675. Vlachou M, Dimitriadis D. Split tendon transfers for the correction of spastic varus foot deformity: a case series study. *J Foot Ankle Res*. 2010;3:28.
676. Kling TF, Jr., Kaufer H, Hensinger RN. Split posterior tibial-tendon transfers in children with cerebral spastic paralysis and equinovarus deformity. *J Bone Joint Surg Am*. 1985;67(2):186-94.
677. Bacaksız T, Akan İ, Kazimoglu C. Split Transfer of the Tibialis Anterior Tendon Combined With Calcaneocuboid Fusion vs Split Transfer of the Tibialis Anterior Tendon Alone to Treat Equinovarus Foot Deformity in Children With Cerebral Palsy. *Foot Ankle Int*. 2023;44(6):528-38.
678. Fujita H, Fusagawa H, Nishibu H, Nosaka T, Matsuyama T, Iba K, et al. Motion analysis and surgical results of anterior transfer of flexor hallucis longus for equinovarus gait in children with hemiplegia. *J Orthop Sci*. 2021;26(3):441-7.
679. Renzenbrink GJ, Buurke JH, Nene AV, Geurts AC, Kwakkel G, Rietman JS. Improving walking capacity by surgical correction of equinovarus foot deformity in adult patients with stroke or traumatic brain injury: a systematic review. *J Rehabil Med*. 2012;44(8):614-23.
680. El-Sherbini MH, Omran AA. Midterm Follow-Up of Talectomy for Severe Rigid Equinovarus Feet. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54(6):1093-8.
681. Altaf KA, Shah SBS, Ahmad S, Mumtaz U, Mantoo SA. Results of JESS (Joshi's External Stabilizing System) in Relapsed, Neglected and Neurogenic Clubfoot in an Age Group of 2-10 Years. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2020;22(2):121-9.
682. Dussa CU, Böhm H, Döderlein L, Fujak A. Treatment of spastic varus/ equinovarus foot with split-tendon transfers in cerebral palsy: How does it affect the hindfoot motion? *Gait Posture*. 2022;92:343-50.
683. Thamkunanon V, Kamisan N. Approach to bone procedure in fixed equinovarus deformity in cerebral palsy. *J Orthop*. 2018;15(4):1008-12.
684. MacInnes P, Lewis TL, Griffin C, Martinuzzi M, Shepherd KL, Kokkinakis M. Surgical management of pes planus in children with cerebral palsy: A systematic review. *J Child Orthop*. 2022;16(5):333-46.
685. Harvey A, Smith N, Smith M, Ostojic K, Berryman C. Chronic pain in children and young people with cerebral palsy: a narrative review of challenges, advances, and future directions. *BMC Med*. 2024;22(1):238.
686. Ri S, Kivi A, Wissel J. The Safety and Effect of Local Botulinumtoxin A Injections for Long-Term Management of Chronic Pain in Post-Herpetic Neuralgia: Literature Review and Cases Report Treated with Incobotulinumtoxin A. *J Pers Med*. 2021;11(8).
687. Ostojic K, Paget SP, Morrow AM. Management of pain in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61(3):315-21.

688. LUNDY CT, DOHERTY GM, FAIRHURST CB. Botulinum toxin type A injections can be an effective treatment for pain in children with hip spasms and cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2009;51(9):705-10.
689. Misra A KS, Biswas A, Das S. Botulinum toxin type A in subjects with spastic cerebral palsy from East ern India. *J Pediatr Neurol* 8:349–57.
690. Rivard PF, Nugent AC, Symons FJ. Parent-proxy ratings of pain before and after botulinum toxin type A treatment for children with spasticity and cerebral palsy. *Clin J Pain*. 2009;25(5):413-7.
691. Copeland L, Edwards P, Thorley M, Donaghey S, Gascoigne-Pees L, Kentish M, et al. Botulinum toxin A for nonambulatory children with cerebral palsy: a double blind randomized controlled trial. *J Pediatr*. 2014;165(1):140-6.e4.
692. Schwarzer A, Mäcken T, Enax-Krumova EK. Klinische Anwendung von Botulinumtoxin Typ A in der Schmerzmedizin. *Der Schmerz*. 2023;37(4):297-307.
693. Dlamini MD, Chang Y-J, Nguyen TTB. Caregivers' experiences of having a child with cerebral palsy. A meta-synthesis. *Journal of Pediatric Nursing*. 2023;73:157-68.
694. Vadivelan K, Sekar P, Sruthi SS, Gopichandran V. Burden of caregivers of children with cerebral palsy: an intersectional analysis of gender, poverty, stigma, and public policy. *BMC Public Health*. 2020;20(1):645.
695. Madzhie M, E. MK, V. B, and Chueng M. The challenges experienced by mothers with children suffering from cerebral palsy: A study conducted at Mutale Municipality, South Africa. *Cogent Psychology*. 2022;9(1):2043020.
696. Nimbalkar S, Raithatha S, Shah R, Panchal DA. A Qualitative Study of Psychosocial Problems among Parents of Children with Cerebral Palsy Attending Two Tertiary Care Hospitals in Western India. *International Scholarly Research Notices*. 2014;2014(1):769619.
697. Tonmukayakul U, Shih STF, Bourke-Taylor H, Imms C, Reddihough D, Cox L, et al. Systematic review of the economic impact of cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2018;80:93-101.
698. Rosenbaum P, Gorter JW. The 'F-words' in childhood disability: I swear this is how we should think! *Child Care Health Dev*. 2012;38(4):457-63.
699. Bult MK, Verschuren O, Gorter JW, Jongmans MJ, Piskur B, Ketelaar M. Cross-cultural validation and psychometric evaluation of the Dutch language version of the Children's Assessment of Participation and Enjoyment (CAPE) in children with and without physical disabilities. *Clin Rehabil*. 2010;24(9):843-53.

Anhang

Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Im Folgenden sind die Interessenerklärungen als tabellarische Zusammenfassung dargestellt sowie die Ergebnisse der Interessenkonfliktbewertung und Maßnahmen, die nach Diskussion der Sachverhalte von der der LL-Gruppe beschlossen und im Rahmen der Konsensuskonferenz umgesetzt wurden.

Leitlinienkoordination: Mall, Volker; Jung, Nikolai

Leitlinie: Diagnostik und Therapie der unilateralen spastischen Zerebralparese / LL-uCP

Registernummer: 071-014

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
Becher, Thomas	Hochschule für Gesundheit Bochum, Prof. Kerkmann	PharmAllergan, Netzwerk Cerebralparese	PharmAllergan, PartChild/ICFpraxis, Seminarkongress Brixen	Nein	Uni Bonn, Doktor-Vater Richard Placzek	Nein	Mitglied: DGKJ, DGSPJ, GNP, partChild, Mitglied: Netzwerk Cerebralparese, Mitglied: AG Hilfsmittel der DGSPJ, Wissenschaftliche Tätigkeit: 2020 Bahm, J., Hagemann, C., Becher, T., Böttcher, R., Dussa, C. U. (2020). Chirurgische Therapieoptionen bei spastischen Bewegungsstörungen der Extremitäten. Monatsschrift Kinderheilkunde. 2020 Mall, V, Becher, T, Blank, R et al. Qualitätssicherung bei der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese in SPZ, Kinderärztliche Praxis, 2020; 91 (2) Seite 136-141 2021 Becher T, Bußmann C. Diagnostics and Therapy Planning from the Perspective of the Neuropaediatrician. In: Bahm J,	Botulinumtoxin Therapie bei Kindern mit Cerebralparese Versorgung bei Kindern mit Cerebralparese COI: moderat: Stimmenthaltung

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							editor. Movement Disorders of the Upper Extremities in Children. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021. pp. 49-63 2021 Becher T Botulinum Toxin. In: Bahm J, editor. Movement Disorders of the Upper Extremities in Children. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021. pp. 147-52 2021 Becher T Self-Concept. In: Bahm J, editor. Movement Disorders of the Upper Extremities in Children. Berlin, Heidelberg: Springer; 2021. pp. 153-58 2021 Becher, T, Eisenbarth, L, Girering, B, Landsberg, C, Schwarzenberger, K. Familienwochenende "Diagnose Cerebralparese - Erste Informationen für Eltern" - Eine Arbeitshilfe des BVKM 2023 Borusiak P, Becher T, Müller-Butzkamm G, Kessler-Thomanek K et al. Teilhabe-Orientierung in der Sozialpädiatrie. F-Words? – F-Words! Kinderärztliche Praxis, 2023; 94 (1), 42-43 2023 Becher T, Vehse B. Die „F-Wörter“ – Teilhabe-Orientierung (nicht nur) in der Sozialpädiatrie. Kinderärztliche Praxis, 2023; 94 (2), 126-127	

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							, Klinische Tätigkeit: Kindliche Hemiparese, ambulante und stationäre Behandlung, Orthetik, Botulinumtoxin Visuelle Beeinträchtigungen bei Cerebralparese Teilhabe-Orientierung und ICF, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Beteiligung an Bobath-Kursen, ZEBRA-Kursen, Einladungen zu Vorträgen, partChild-Schulungen	
Prof. Dr. med. Berweck, Steffen	Nein	Merz Pharmaceuticals	Pharm Allergan ,Pharm. Merz	Nein	Nein	Nein	Wissenschaftliche Tätigkeit: Neuroplastizität Behandlung mit Botulinumtoxin Rehabilitation Bewegungsstörungen inkl. Zerebralparesen, Klinische Tätigkeit: Neurorehabilitation bei angeborenen und erworbenen Hirnläsionen Bewegungsstörungen inkl. Zerebralparesen, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Arbeitsstelle Frühförderung in Bayern, medizinisch-wissenschaftliche Leitung Beratung zu Fortbildungsangeboten der interdisziplinären Frühförderung, Unterstützung von Fortbildungen und Symposien	Botulinumtoxin Therapie bei Kindern mit CP COI: moderat: Enthaltung bei Fragen zur Botulinumtoxin Therapie
Dr. Caroline Hartl-Adler,	Nein	Nein	Child Brain GmbH,Hochgerneweg 3, 83071 Stephanskirchen, Ergotherapie Austria	Schulz-Kirchner-Verlag GmbH, Mollweg 2,	Nein	Nein	Mitglied: Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V. Mitgliedschaft seit Beginn des angegebenen Interessenszeitraums, aktuell auch als Mandatsträgerin für diese LL, Wissenschaftliche Tätigkeit: Hartl-	Ergotherapie bei Kindern mit Cerebralparese COI: gering: Limitierung von Leitungsfunktion

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
			z.Hd. Frau Neussner Holzmeistergasse 7-9 1210 Wien Österreich, LVR Westfalen-Lippe, Piusallee 7 48147 Münster, Reha Kind	65510 Idstein			Adler C. (2020): Mit Spiegelbewegungen umgehen lernen – Ergotherapie bei Kindern mit unilateraler spastischer Cerebralparese, Ergotherapie und Rehabilitation (8): 14-18, Wissenschaftliche Tätigkeit: Adler C, Hessenauer M, Lipp J, Kunze S, Geigenberger C, Hörning A, Schaudack M, Berweck S, Staudt M. (2019): Learning to cope with mirror movements in unilateral cerebral palsy – a pilot study, Developmental Neurorehabilitation 22(2): 141-146, Klinische Tätigkeit: Ergotherapeutische Diagnostik und Therapie bei Kindern mit Cerebralparese und anderen Bewegungsstörungen, erworbenen Hirnschädigungen und Epilepsien, vormals langjährige Tätigkeit in der Rehabilitation von neurologisch erkrankten Kindern. Besonderer Schwerpunkt: Diagnostik und Therapie bei Kindern mit Spielbewegungen und uCP, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: siehe oben bei Vortragstätigkeiten, Schwerpunkt ist immer die Alltagsorientierte aktivitätsbasierte und zielorientierte Ergotherapie	
Dr. med. Christine Jansen,	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	keiner COI: keine: keine
Prof. Dreher, Thomas	Orthopediatrics	Schweizer Nationalfond	Wonderland-Stiftung	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Vereinigung für Kinderorthopädie, Mitglied: Leiter Arbeitskreis Neuroorthopädie,	Behandlung von Patienten mit CP und Forschung mit thematischem Bezug zur CP.

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Mitglied: Head Neuromuscular study group EPOS, Mitglied: EPOS (European Pediatric Orthopaedic Society), Mitglied: DGOOC, Mitglied: ESMAC, Mitglied: APO	COI: gering: Limitierung Leitungsfunktion
Eibach, Friederike	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Patientenvertreterin, keine Interessenkonflikte angegeben. COI: keine: keine
Dr. Fenner, Verena	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Wissenschaftliche Tätigkeit: Möglichkeiten und Grenzen der Druckverteilung beim kindlichen Knick-Senkfuß, Klinische Tätigkeit: Funktionsuntersuchungen, beobachtende Gang- und Laufanalyse, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Lehre: Wissenschaftliche Grundlagen Universität Konstanz-Neurorehabilitation-	Ganganalyse COI: gering: Limitierung von Leitungsfunktion
Dr. Galler, Axel	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: GNP DGfE DGKN, Klinische Tätigkeit: Neurorehabilitation von Kindern mit uCP Postoperative Therapie nach verschiedensten operativen neuroorthopädischen Verfahren im Zusammenhang mit einer Cerebralparese Epileptologie	Neurorehabilitation Therapieplanung COI: gering: Limitierung von Leitungsfunktion
Frau Gehlken, Anja	Nein	Nein	Nein	Nein	TU Dresden, TU Wien, KU Leuven https://www.buildcare-	Nein	Mitglied: 1. Vorsitzende des SCHAKI e.V. - Deutschlands größte Selbsthilfegruppe für Schlaganfall-Kinder und ihre Familien (seit	Selbsthilfeorganisation Versorgung von Kindern mit Cerebralparese COI: gering: Limitierung von

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
					project.eu/		September 2012 bis voraussichtlich Mai 2025)	Leitungsfunktion
PD Dr. med. habil. Glutig, Katja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie Mitglied, Mitglied: Europäische Gesellschaft für Radiologie Mitglied, Wissenschaftliche Tätigkeit: Innovative MRT Sequenzen bei Kindern und Jugendlichen MRT Kontrastmittel bei Kindern und Jugendlichen, Klinische Tätigkeit: Universitäre Pädiatrische Radiologie - Notfalldiagnostik - innovative Ultraschalldiagnostik - innovative MRT-Diagnostik, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Leitende Oberärztin Universitätsmedizin Charité Pädiatrische Radiologie mit Ausbildung pädiatrischer und radiologischer Weiterbildungsassistenten	Mitgliedschaft in Fachgesellschaft(en) COI: gering: Limitierung von Leitungsfunktion
Dr. Hahn, Katharina Gabriele	keine	keine	keine	keine	keine	keine	Mitglied: GPR, SRG, ESR, DRG Wissenschaftliche Tätigkeit: Kinderradiologie, Klinische Tätigkeit: Kinderradiologie, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: keine, Persönliche Beziehung: keine	Radiologie Mitgliedschaft in Fachgesellschaft(en) COI: gering: Limitierung von Leitungsfunktion
Happes, Klaus	Nein	Nein	Bundesfachschule für Orthopädietechnik Dortmund	Nein	Nein	Nein	Mitglied des Vorstands im Fachverband Orthopädie-Technik Sanitäts-, Reha- und medizinischer Fachhandel Baden-Württemberg e. V.	Orthesenversorgung bei Kindern mit Cerebralparese COI: moderat: Enthaltung bei allen Empfehlungen zur Orthesenversorgung bei Kindern mit unilateraler

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
								spastischer CP.
PD Dr. Hedderich, Dennis	Nein	Nein	Eisai GmbH	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGNR, ESNR (AI Committee), DRG, DeGIR, Journal Neuroradiology (Section Editor starting from 01/24), Wissenschaftliche Tätigkeit: Advanced neuroimaging, long term effects of preterm birth on the brain, Klinische Tätigkeit: Diagnostic and Interventional Adult Neuroradiology	COI: keine: keine
Dr. med. Horber, Veronika	JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission)	Avexis, Biogen	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Patner Surveillance of Cerebral Palsy in Europe i.R. des Joint Research Center der Europäischen Kommission, Wissenschaftliche Tätigkeit: Zerebralparese - Validierungsstudien - Standardisierung der zerebralen Bildgebung und neonataler Bildgebung im Kontext der CP-Datenbank - Populationsbasierte Datenanalyse im Bereich der Klassifikation von Zerebralparesen, zerebralen Bildgebung und zusätzlichen Beeinträchtigungen, Klinische Tätigkeit: 1. Neuropädiatrie, Kinder- und jugendliche mit CP, Entwicklungsneurologie 2. Neuromuskuläre Erkrankungen, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Nein	COI: keine: keine Epidemiologie Zerebralparese COI: gering: Limitierung von Leitungsfunktion
Hägele, Anke	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Gemeinsame Konferenz der Bobath-Therapeuten G.K.B. Sprecherin der Bobath-Ergotherapie, Ergotherapeuten,	Ergotherapie bei Pat. mit CP COI: gering: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Wissenschaftliche Tätigkeit: Hägele, A. (2021). Occupational Therapy for Children and Adolescents. In: Bahm J, editor. Movement Disorders of the Upper Extremities in Children. Berlin, Heidelberg: Springer, 117-128. Becher, T., Groth, U., Hägele, A. Herting, C. (2018). Fall für Vier – Intensivtherapie. Ergopraxis: 11(7-8): 25-29. Becher, T., Groth, U., Hägele, A, Herting, C. (2018) Fall für Vier - Intensivtherapie bei Zerebralparese. Physiopraxis: (1):31–5. Hägele, A. (2017). Ergotherapie bei Kindern und Jugendlichen. In: Bahm, J.(Hrsg.) Bewegungsstörungen der oberen Extremität bei Kindern. Konservative und Operative Therapie. Berlin: Springer Medizin Verlag, 111-119. Adler, C. Hägele, A. (2016). Kinder mit Körperbehinderungen im Fokus der Intervention. In: Baumgarten, A. Strebel, H. (Hrsg.). Ergotherapie in der Pädiatrie. Idstein: Schulz-Kirchner Verlag, 347-361. Becher, T., Hägele, A. Tenckhoff, C. (2016). Interdisziplinäre Therapie der Handfunktion bei Kindern und Jugendlichen mit ICP - Schwerpunkt Handorthetik. Orthopädie Technik: 1/2016: 18-22.	

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Hägele, A. Löffler-Idel, I. (2015). Stand der Dinge im Assessmentdschungel - Befunderhebung bei Vorschulkindern mit graphomotorischen Schwierigkeiten. Ergotherapie Rehabilitation, 54 (3): 21-24. Hägele, A. (2013). Klappt es mit beiden Händen? Children's Hand-Use Experience Questionnaire (CHEQ). Ergopraxis, 6 (5): 22-23. , Klinische Tätigkeit: Diagnostik und Therapie von Kindern/Jugendlichen mit CP Einsatz von Assessments (AHA, Mini AHA, COPM, etc.) stationäre Hemi-Intensivtherapie Handorthesenversorgung interdisziplinärer Austausch/Zusammenarbeit bei der Behandlung mit Botulinumtoxin, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Bobath-Ergolehrtherapeutin G.K.B. Bobath-Kurse in Köln und Bremen (ergotherapeutischer Fachunterricht)	
Dr. Hösl, Matthias	Nein	Nein	für die GAMNMA e.V. (Gesellschaft für die Analyse Menschlicher Motorik in ihrer klinischen Anwendung)	Nein	Stiftung „Pädiatrische Osteologie“	Nein	Mitglied: Vorstandsmitglied der GAMMA e.V., mehrjähriges Mitglied zuvor vor dem Vorstand seit ca. 10 Jahren - Vorstand als Ehrenamt, kein Entgelt., Mitglied: ESMAC - European Society for Movement Analysis in Adults and Children keine Entgelte. mehrjähriges Mitglied seit ca. 7	Ganganalyse Mitgliedschaft in Fachgesellschaften COI: gering: keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Jahren: Deutsche Gesellschaft für Biomechanik keine Entgelte., Wissenschaftliche Tätigkeit: Biomechanik mit dem Schwerpunkt Gang- und Bewegungsanalyse bei Kindern und Erwachsenen (Neurologie, Orthopädie und deren Schnittstellen). Klinische Tätigkeit: Leitung Gang- und Bewegungsanalyselabor der Schön Klinik Vogtareuth Schwerpunkte klinischer Tätigkeit liegt in der Diagnostik	
Frau Ivana, Hertling	Kbo kinderzentrum München	Kbo Kinderzentrum München	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Nein, Wissenschaftliche Tätigkeit: Nein, Klinische Tätigkeit: Nein, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Nein, Persönliche Beziehung: Nein	Keiner COI: keine: Keine
PD Dr. med. Jung, Nikolai	Nein	Pharm Allergan	Nein	Physiotherapie in der Pädiatrie, Kapitel: 2.1 Grundzüge der normalen und pathologischen Entwicklung des Säuglings und Kleinkinds	BMBF,Förderkennzeichen: 01KG2013, BMBF,Förderkennzeichen: 01GM1519C, DFG; Geschäftszeichen: JU 3085/2-1	Nein	Mitglied: Süddeutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin, Wissenschaftliche Tätigkeit: Neurowissenschaften, nicht-invasive Hirnstimulation mittels TMS, Wissenschaftliche Tätigkeit: Klinische Studien Cerebralparese, Klinische Tätigkeit: Behandlung von Kindern in der sozialpädiatrischen Fachklinik am kbo-Kinderzentrum, auch Kinder mit Cerebralparese	Pharm Allergan: Botulinumtoxintherapie Forschung: TRAINCP COI: moderat: Keine Abstimmung zur Therapie mit Botulinumtoxin und TRAINCP
Prof. Dr. Kopp,	Deutsche	Institut für	EBM Frankfurt,	VG-Wort	Stiftung Deutsche	Keine	Mitglied: Lenkungsausschuss für das	Moderation der Leitlinientreffen

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
Ina	Akkreditierungsstelle (DAkkS)	Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG), Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ)	Arbeitsgruppe des Instituts für Allgemeinmedizin am FB Medizin der Johann Goethe-Universität Frankfurt, European Federation of Periodontology, European Society of Endodontology (ESE), Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI) / Deutsche Akademie für Entwicklungsförderung u. Gesundheit d. Kindes, European Business School (EBS) der Universität für Wirtschaft und Recht gGmbH, British Society for Periodontology (BSP), European Society for Contact		Krebshilfe (DKH), Bundesministerium für Gesundheit (BMG), Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA), Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA) Innovationsfonds, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)		Leitlinienprogramm Onkologie von Deutscher Krebsgesellschaft, Deutscher Krebshilfe und AWMF (Mitglied), Mitglied: Ständige Kommission Leitlinien der AWMF (Stellv. Vorsitzende), Mitglied: Primary Contact im Auftrag der AWMF im Guidelines International Network, Mitglied: Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin (Mitglied), Mitglied: Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (Mitglied), Mitglied: Fachbeirat für das Programm für Nationale VersorgungsLeitlinien von Bundesärztekammer, Kassenärztlicher Bundesvereinigung und AWMF (Mitglied), Mitglied: Mitglied, Kohorte 1: SCIANA-Health Leaders Network, gefördert von Robert Bosch Stiftung (D), Health Foundation, Careum Stiftung, Mitglied: Mitglied des Kuratoriums des Instituts für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG), Mitglied: Ehrenmitglied, Deutsche Gesellschaft für Senologie, Wissenschaftliche Tätigkeit: Leitlinien, Qualitätsmanagement, Versorgungsforschung, Klinische Tätigkeit: Keine, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Seminare Leitlinien der AWMF für Leitlinienentwickler und das Curriculum Leitlinienberater, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Methoden-Workshops des Leitlinienprogramms Onkologie, Persönliche Beziehung: Keine	COI: keine: Keine

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
			Dermatitis (ESCD) , Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa e.V.(BDIZ)					
Dr. Kristina, Müller	nein	nein	Nein	Nein	Interreg NW Europe VR4rehab	nein	Mitglied: DGNR: Schriftführerin GNP DGKJ DGKN XR 4 Rehab Innovation and Collaboration network (executive committee) , Wissenschaftliche Tätigkeit: VR in der Rehabilitation Outcome in der Reha FNS bei Kindern und Jugendlichen , Klinische Tätigkeit: Neuroreha bei Kindern und Jugendlichen, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: nein, Persönliche Beziehung: nein	keine COI: keine: keine
Prof. Dr. Krägeloh-Mann, Ingeborg	Takeda	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: SCPE surveillance of cerebral palsy in Europe	Epidemiologie, Diagnostik und Klassifikation der CP COI: gering: Limitierung Leitungsfunktion
Kuberski, Doro	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Landesverband für Menschen mit Körper- u.Mehrfachbehinderung NRW e.V.	COI: keine: keine
Prof. Dr. med. Mall, Volker	Amt der oberösterreich. Landesregierung	Nein	Bay. Amt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGSPJ / Schriftführer + Beisitzer Deutsches Jugendinstitut	COI: gering: Merz: Keine Abstimmung zu Empfehlungen von Medikamenten Fa. Merz (z.B.

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
	g, Beratung sozialpäd. Zentren		herheit, AGL, München, Merz Pharmaceuticals, med update, Pädiatrie update, Infectopharm, Consilium live, Sozialpäd. Zentrum Altötting, Curriculum Sozialpädiatrie, Universitätsklinikum Saarland, Entwicklungsrisiken digitaler Kinderwelten, Kinderkrankenh aus St. Marien, wiss. Symposium,				Nationales Zentrum Frühe Hilfen, Wissenschaftliche Tätigkeit: Entwicklungsstörungen / Intelligenzminderungen bei Kindern Therapieevaluation bei Entwicklungsstörungen/Intelligenzminderungen Neuromodulation und transkranielle Magnetstimulation bei CP Qualitätsindikatoren bei Zerebralparese Posttraumatische Belastungsstörung, Klinische Tätigkeit: Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit Bewegungsstörungen, Entwicklungsstörungen und Intelligenzminderung, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Therapie der Zerebralparese mit BoNT/A Curriculum Sozialpädiatrie	Botulinumtoxin) TRAINCP: Keine Abstimmung Koordination mit Zustimmung der LL-Gruppe
Prof. Martin, Peter	Nein	Nein	insgesamt 23 wissenschaftliche Vorträge zur neuropsychiatrischen bei Erwachsenen mit schweren neuronalen Entwicklungsstörungen	Nein	Studierenden der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg	Nein	Mitglied: im wissenschaftlichen Beirat von: 1. Angehörigen-Selbsthilfe Cornelia de Lange Syndrom (CdLS; Arbeitskreis CdLS Deutschland) 2. Cornelia de Lange International 3. Dravet-Syndrom e.V., Wissenschaftliche Tätigkeit: Phänotypisierung, Genetik und klinische Aspekte von seltenen genetischen Syndromen, die mit neuronalen Entwicklungsstörungen einhergehen, Klinische Tätigkeit: Neurologie und Psychiatrie bei neuronalen Entwicklungsstörungen	Vortragstätigkeit bei neurologischen Beeinträchtigungen COI: gering: Limitierung Leitungsfunktion

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							im Erwachsenenalter Chefarzt der Séguin-Klinik am Epilepsiezentrum Kork Leiter des MZEB am Epilepsiezentrum Kork Ärztlicher Leiter der Beratungsstelle für Unterstützte Kommunikation (UK) des Epilepsiezentrum Kork	
Mecher, F.	Nein	Wissenschaftsrat Physio Deutschland	Nein	Leitfaden Physiotherapie in der Pädiatrie Bewegungsstörungen der oberen Extremität bei Kindern	Nein	Nein	Mitglied: Mandatsträger bei verschiedenen LL Mitglied Wissenschaftsrat, Beiratssprecher Physio Deutschland, Sprecher Fachkommission Physiotherapie in der Pädiatrie, Wissenschaftliche Tätigkeit: Physiotherapie in der Pädiatrie, Klinische Tätigkeit: Physiotherapie Pädiatrie, Neurologie	Physiotherapie bei Pat. mit Cerebralparese COI: gering: Limitierung Leitungsfunktion
Dr. Raabe, Jens	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGOU, Mitglied: VKO	Mitgliedschaft in Fachgesellschaften Orthopädie COI: gering: keine
Dr. med. Schröder, Sebastian	Nein	Nein	Ipsen Pharma, Merz Pharmaceuticals	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Mandatsträger der gEs. für Neuropädiatrie, S3 Leitlinie Hypersalivation, Mitglied: Steuergruppe S3 Leitlinie UCP, Wissenschaftliche Tätigkeit: Früherkennung von Bewegungsstörungen mittels GMA, Wissenschaftliche Tätigkeit: Etablierung von Coaching basierter Therapieansätze in der Frühintervention bei Kindern mit Risiko für eine Entwicklungsstörung,	Botulinumtoxin COI: moderat: Enthaltung bei Fragen zur Botulinumtoxintherapie Botulinumtoxin Therapie bei Kindern mit CP COI: moderat: Enthaltung bei Fragen zur Botulinumtoxin Therapie

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Klinische Tätigkeit: Zentrale Bewegungsstörungen ab Geburt (erworben oder angeboren) Nachsorge von Risikogeborenen Kindern	
Prof. Seidel, Andreas	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGSPJ GNP VIFF, Wissenschaftliche Tätigkeit: zum Thema "ICF", Klinische Tätigkeit: Psychotherapie	Keiner. COI: keine: Keine Einschränkungen.
Dr. med. Sprinz, Andreas	Nein	ZEBRA/Allergan, Merz Pharmaceuticals GmbH/Focus CP	Netzwerk Cerebralparese	Netzwerk Cerebralparese e.V.	Nein	Nein	Mitglied: Gesellschaft für Neuropaediatric (GNP): secretary (2014 until 11/2021), member, head of committee, Mitglied: European Neuropediatric Society (EPNS): member, Mitglied: American Academy of Cerebral Palsy and Developmental Medicine (AAPDM): member, Mitglied: Netzwerk Cerebralparese e.V.: president (2013-2020), member, head of committee, Mitglied: Deutsche Gesellschaft für Sozialpädiatrie (DGSPJ): member and member of committee (quality of treatment of cerebral palsy), Mitglied: Arbeitskreis Botulinumtoxin (AKBtx/DGN): member, Mitglied: others (DGKJ, DGKM, GAMMA a.o.), Wissenschaftliche Tätigkeit: infrastructure of neuropaediatric care in Germany; cerebral palsy, Klinische Tätigkeit: cerebral palsy developmental medicine headache epilepsy, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: cerebral palsy	Botulinumtoxin Therapie bei Kindern mit CP Mitgliedschaft in Fachgesellschaften COI: moderat: Enthaltung bei Fragen zur Botulinumtoxonthherapie

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							infrastructure of neuropediatric care	
Prof. Dr. med. Staudt, Martin	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Gesellschaft für Neuropädiatrie (derzeit Sprecher der Kommission Palliativmedizin, Mitglied der Kommission Bildgebung), Wissenschaftliche Tätigkeit: Neuroplastizität nach früh erworbenen Hirnläsionen, Klinische Tätigkeit: (1) Neurorehabilitation (bis 31.5.22) (2) Kinderpalliativmedizin (ab 1.7.22)	Behandlung von Patienten mit CP COI: gering: Keine
PD Dr. Thielen, Mirjam	Nein	Nein	Reha Kind e.V. (FocusCP RehaKIND), GAMMA	Nein	Else Kröner-Fresenius Stiftung	Nein	Mitglied: GAMMA (aktiv an Basiskurs und Aufbaukurs Ganganalyse sowie Workshop beteiligt, 1/2 Mandat für diese Leitlinie), Mitglied: DGH (Mandatsträger für diese Leitlinie), Mitglied: FESSH (Mitglied Education Committee), Wissenschaftliche Tätigkeit: operative Therapie der spastischen oberen Extremität Klinische Tätigkeit: Handchirurgie, plastisch-rekonstruktive Chirurgie, Verbrennungsmedizin, Klinische Tätigkeit: 3D Bewegungsanalyse, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: GAMMA Basiskurs und Aufbaukurs, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: FESSH Education Committee	Forschung 3D Bewegungsanalyse bei unilateraler spastischer CP Mitgliedschaft in Fachgesellschaften COI: gering: Limitierung Leitungsfunktion
Dr. Vehse, Björn	Nein	Nein	Allergan/ Abbvie, rehaKind e.V., Das Fortbildungszentrum Köln,	Urban Fischer Verlag	Nein	Nein	Mitglied: Netzwerk Cerebralparese e.V. Vorstandsmitglied, Mitglied: Vereinigung für Kinderorthopädie Beauftragter für Interdisziplinarität, Wissenschaftliche Tätigkeit:	Botulinumtoxin Therapie bei Kindern mit CP Kinderorthopädie COI: moderat: Enthaltung bei Empfehlungen zur Botulinumtoxon Therapie

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
			Bildungs-institut für Gesundheitsberufe Siegen				Versorgungsforschung CP, Klinische Tätigkeit: Neuroorthopädie	
Dr. Wachowsky, Michael	Biomarin Deutschland, Nuvasive Deutschland	Nein	Universität Stuttgart, Institut für Sportwissenschaften, Dresden International University, Stuttgart, Donau Universität Krems, Deutsche Assoziation für Fuß und Sprunggelenk, Vereinigung für Kinderorthopädie, Orthopaediatrics USA, Schuchmann Saniäthaus Deutschland	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Deutschsprachige Vereinigung für Kinderorthopädie, Mitglied: Deutsche Assoziation für Fußchirurgie, Mitglied: European Society for Movement Analysis in Adults and Children, Mitglied: Gesellschaft für die Analyse Menschlicher Motorik in ihrer klinischen Anwendung, Mitglied: Arbeitsgemeinschaft Spina Bifida und Hydrocephalus e. V., Mitglied: Vereinigung Süddeutscher Orthopäden, Mitglied: European Paediatric Orthopaedic Society (EPOS), Klinische Tätigkeit: Leiter der Klinik für Kinder- Jugend- und Neuroorthopädie, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: siehe oben	Orthopädische Therapie COI: gering: ggf. Enthaltung bei Fragen zur operativen, knöchernen Versorgung bei PatientInnen mit CP Orthopädische Therapie COI: gering: ggf. Enthaltung bei Fragen zur operativen, knöchernen Versorgung bei PatientInnen mit CP
Prof. Dr. med. Westhoff, Bettina	Nein, Pharm-Allergan GmbH, Biomarin	Nein	med update GmbH, Donau-Universität Krems, Vereinigung für Kinderorthopädie	Nein	Nein	Nein	Mitglied: Vereinigung für Kinderorthopädie; Schriftführer; Leiter Ausbildungsboard, Mitglied: European Paediatric Orthopaedic Society, Mitglied: Gesellschaft für die Analyse menschlicher Motorik und ihrer Anwendung (GAMMA), Wissenschaftliche Tätigkeit: Bewegungsanalyse, kindliche Hüfterkrankungen, Klinische Tätigkeit: Kinderorthopädie mit	Botulinumtoxin Biomarin COI: moderat: Enthaltung zu Fragestellungen Botulinumtoxin Enthaltung zur Fragestellungen von Medikamenten der Firma Biomarin (sofern relevant)

	Tätigkeit als Berater*in und/oder Gutachter*in	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autor*innen-/oder Coautor*innenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümer*inneninteressen (Patent, Urheber*innenrecht, Aktienbesitz)	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie, Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
							Schwerpunkt Neuroorthopädie, Hüft- und Fußprobleme, Beteiligung an Fort-/Ausbildung: Wissenschaftl. Beirat und damit Koautor des Konzepts "Zertifikat Kinderorthopädie" der VKO (8 Modulkurse)	
Zimmermann, Regina	Nein	Nein	rehaKind, DGN	Nein	Nein	Nein	Wissenschaftliche Tätigkeit: "Influence of the percutaneous myofasciotomy on gait of children with spastic cerebral palsy – A short term, retrospective controlled analysis" , Klinische Tätigkeit: Durchführung klinischer Ganganalysen u.a. bei Kindern mit unilateraler Cerebralparese	Ganganalyse COI: gering; Limitierung Leitungsfunktion

Versionsnummer:	1.0
Erstveröffentlichung:	05-2026
Letzte inhaltliche Überprüfung:	14/10/2025
Nächste Überprüfung geplant:	13/10/2030

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online