

Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie

publiziert bei:  **AWMF online**
Portal der wissenschaftlichen Medizin

Diagnostik und Therapie der akuten Querschnittlähmung

Entwicklungsstufe: S3

Federführend: Prof. Dr. med. Norbert Weidner (DGN)

PD Dr. med. Anke Scheel-Sailer (DMGP)

Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) und der Deutschsprachigen Gesellschaft für Paraplegiologie (DMGP)

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen 01VSF22004 gefördert.

DGN

Deutsche Gesellschaft
für Neurologie

DMGP

Deutschsprachige
Medizinische
Gesellschaft für
Paraplegiologie

Disclaimer: Keine Haftung für Fehler in Leitlinien der DGN e. V.

Die medizinisch-wissenschaftlichen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) e. V. sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte und Ärztinnen zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die „Leitlinien“ sind für Ärzte und Ärztinnen rechtlich nicht bindend; maßgeblich ist immer die medizinische Beurteilung des einzelnen Untersuchungs- bzw. Behandlungsfalls. Leitlinien haben daher weder – im Fall von Abweichungen – haftungsbegründende noch – im Fall ihrer Befolgung – haftungsbefreiende Wirkung.

Die Mitglieder jeder Leitliniengruppe, die Arbeitsgemeinschaft Wissenschaftlicher Medizinischer Fachgesellschaften e. V. und die in ihr organisierten Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, wie die DGN, erfassen und publizieren die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt – dennoch können sie für die Richtigkeit des Inhalts keine rechtliche Verantwortung übernehmen. Insbesondere bei Dosierungsangaben für die Anwendung von Arzneimitteln oder bestimmten Wirkstoffen sind stets die Angaben der Hersteller in den Fachinformationen und den Beipackzetteln sowie das im einzelnen Behandlungsfall bestehende individuelle Nutzen-Risiko-Verhältnis der Patientin/des Patienten und ihrer/seiner Erkrankungen vom behandelnden Arzt oder der behandelnden Ärztin zu beachten! Die Haftungsbefreiung bezieht sich insbesondere auf Leitlinien, deren Geltungsdauer überschritten ist.

Version

AWMF-Versionsnr.: 6.1

Vollständig überarbeitet: 25. September 2024

Gültig bis: 24. September 2029

Kapitel: Neurotraumatologie und Erkrankungen von Wirbelsäule und Nervenwurzel

Zitierhinweis

Weidner N, Scheel-Sailer A., et al., Diagnostik und Therapie der akuten Querschnittlähmung, S3-Leitlinie, 2024; in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie; Deutschsprachige Gesellschaft für Paraplegiologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am TT.MM.JJJJ)

Korrespondenz

Norbert.Weidner@med.uni-heidelberg.de
anke.scheel-sailer@paraplegie.ch

Im Internet

www.dgn.org
www.awmf.org

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen 01VSF22004 gefördert.

1 Herausgebende

Federführende Fachgesellschaften

- Prof. Dr. med. Norbert Weidner (für die DGN)
- PD Dr. med. Anke Scheel-Sailer (für die DMGP)

Beteiligte Fachgesellschaften

- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI): Prof. Dr. Werner Klingler, Prof. Dr. Martin Söhle)
- Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin (DGNI): PD Dr. Berk Orakcioglu
- Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR): Prof. Dr. Dr. Stefan Weidauer
- Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC): Prof. Dr. Sven Oliver Eicker, Prof. Dr. Uwe Max Mauer
- Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR): Dr. Andreas Hildesheim
- Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC): Dr. Doris Maier, Prof. Dr. Florian Högel
- Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP): Dr. Jens Geiseler
- Deutsche Gesellschaft für Urologie e.V. (DGU): Prof. Dr. Jürgen Pannek, PD Dr. Ralf Böthig
- Deutsche Wirbelsäulengesellschaft (DWG): Prof. Dr. Christian Herren

- Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft e.V. (DGP): Regina Sauer
- Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK): Anne von Reumont, Karen Kynast
- Deutscher Verband Ergotherapie (DVE) e.V.: Kirstin Allek, Isabelle Debecker
- Deutscher Bundesverband für Logopädie e.V. (dbl): Iris Meissner
- Verband der Diätassistenten – Deutscher Bundesverband e. V.: Jeannette Obereisenbuchner

- Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland: Prof. Dr. Rainer Abel, Kevin Schulthess

2 Was gibt es Neues?

- Die Leitlinie wurde neu auf die Zeitperiode zwei Wochen nach Eintritt einer Querschnittlähmung (QSL) begrenzt.
- Die Leitlinie schließt Empfehlungen für eine traumatische und eine nicht traumatische QSL ein.
- Die Struktur der Leitlinie fasst die Empfehlungen zu QSL assoziierten Phänomenen zusammen und berücksichtigt neben den Ansätzen zur Prävention von Komplikationen auch die Auswirkungen der Veränderungen des autonomen Nervensystems.

3 Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Tabelle 1: Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Empfehlung	Evidenz	Konsens
a) Als Basis für eine objektive und reliable Verlaufsbeurteilung sollen klinisch-neurologische Untersuchung und Klassifikation entsprechend dem internationalen Standard zur Klassifikation einer QSL (ISNCSCI) erfolgen, sobald der/die Pat. wach und kooperativ ist.	EK	100%
b) Darin sollen zumindest der Neurological Level of Injury, die ASIA Impairment Scale und die Zone of Partial Preservation enthalten sein.		
Eine gezielte körperliche Untersuchung, inklusive der Wirbelsäule und der damit verbundenen sensomotorischen Funktionen, soll bei Menschen mit einem «schweren» Trauma durchgeführt werden.	EK	100%
Menschen mit einem Verdacht auf eine Querschnittlähmung am Unfallort sollen in ein qualifiziertes überregionales Traumazentrum (überregionales Traumazentrum oder ein mit Querschnittlähmung erfahrendes regionales Traumazentrum) mit vollumfänglicher interdisziplinärer Versorgungskompetenz schonend und schnellstmöglich transportiert werden. Bei gesicherter Querschnittlähmung soll eine frühzeitige Verlegung in ein Querschnittgelähmtenzentrum erfolgen.	EK	93%
Bei Wirbelkörperfrakturen mit neurologischem Defizit in Höhe der Brust- und Lendenwirbelsäule soll wie folgt vorgegangen werden: - offen-chirurgischer Zugang zur Wirbelsäule - ausreichende knöcherne Dekompression des Spinalkanals - Stabilisierung der Wirbelsäule mit dorsalem Fixateur interne	EK	100%
Extremitätenverletzungen sollen unabhängig eines neurologischen Defizites und der Höhe einer akuten traumatischen Querschnittlähmung mit dem Ziel einer bestmöglichen Funktionalität und Mobilität nach AO-Kriterien versorgt werden.	EK	100%
Im Rahmen der Diagnosestellung einer nicht-traumatischen Querschnittlähmung soll eine klinisch-neurologische Untersuchung erfolgen, die die Schädigungshöhe und den Schweregrad beinhaltet.	EK	100%

<p>Thromboseprophylaxe (niedermolekulares Heparin oder unfraktioniertes Heparin) sollen unter Berücksichtigung möglicher Blutungsrisiken (postoperativ) so früh wie möglich verabreicht werden, um Risiken der venösen Thromboembolie bei Menschen mit akuter Querschnittlähmung zu reduzieren.</p>	A	100%
<p>Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung und einer Beatmungsnotwendigkeit sollen in einem umfangreichen respiratorischen Management mit Anpassung der Beatmungsvolumina, Lagerung und Positionierungsstrategien, Atemtraining und Sekretmanagement behandelt werden, um die Erholung der Atemfunktion soweit möglich zu unterstützen.</p>	A	100%
<p>Die an der In- und Expiration beteiligte trainierbare Muskulatur und Atemhilfsmuskulatur soll trainiert werden, um die Lungenfunktion zu verbessern und die Atemmuskulatur zu stärken und pulmonale Komplikationen zu vermeiden oder zu verringern.</p>	EK	100%
<p>Menschen mit einer akuten zervikalen und hoch thorakalen Querschnittlähmung sollen in einem Querschnittgelähmtenzentrum mit Beatmungsmöglichkeit von der Beatmung entwöhnt werden, da es sich um ein prolongiertes, diskontinuierliches Weaning bei tracheotomierten Pat. handelt.</p>	EK	100%
<p>Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung soll ab dem Tag der Aufnahme eine Ernährungstherapie mit Erstellung eines individuellen und stadiengerechten Ernährungskonzeptes erfolgen.</p>	EK	100%
<p>In der Akutphase nach Eintritt einer Querschnittlähmung sollen die Darmgeräusche und das Rektum auf vorhandene Faeces täglich überprüft werden, um die Darmtätigkeit bei Bedarf anzuregen und den optimalen Zeitpunkt für den oralen Kostaufbau zu erkennen.</p>	EK	100%
<p>Der orale Kostaufbau soll bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung unter Berücksichtigung der neurogenen Darmfunktionsstörung (Peristaltik) und einer möglichen Schluckstörung (Dysphagie) individuell adaptiert und täglich reevaluiert werden.</p>	EK	100%
<p>Eine logopädische Diagnostik zur Identifikation einer Dysphagie soll in den ersten Tagen nach Eintritt einer zerviko-thorakalen Querschnittlähmung erfolgen, um Sekundärkomplikationen zu vermeiden.</p>	EK	100%
<p>Während der Akutphase nach Eintritt einer Querschnittlähmung und der intensivmedizinischen Behandlung soll die Harnblase über einen Dauerkatheter, wenn möglich mit einem klein- bis mittelkalibrigen (12 – 14 Ch.) Silikonkatheter, abgeleitet werden, um eine sichere Blasenentleerung zu erlangen.</p>	EK	100%
<p>Wenn sich bei Männern mit einer akuten Querschnittlähmung ein Priapismus zeigt, soll ein Urologe/ Urologin dazu gezogen werden, um die urologische Therapie wie üblich umzusetzen.</p>	EK	100%

Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollen in einem Zentrum beziehungsweise einer Klinik behandelt werden, die ein Präventions- und Behandlungskonzept für Dekubitus haben, um die Dekubitusinzidenz zu senken.	EK	100%
<p>a) Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung soll eine umfangreiche Hautkontrolle insbesondere an den Prädeliktionsstellen (unter anderem Sakrum/ Coccygis, Fersen, Trochanter, Sitzbeine) bei jedem Positionswechsel mit geeigneten Lagerungsmaterialien (z.B. alle 2-4 Stunden mit Kissen, Keilen, Wechseldruckmatratzen) durchgeführt und dokumentiert werden.</p> <p>b) Sobald ein Dekubitus aufgetreten ist, soll sofort eine Druckentlastung des betroffenen Areals erfolgen. Frühmobilisation sollte unter Berücksichtigung der individuellen Situation und der Hautkontrollen mit entsprechenden Hilfsmitteln weitergeführt werden.</p>	EK	100%
Sobald bei Pat. mit akuter Querschnittlähmung ein Dekubitus auftritt, soll eine sofortige konservative Behandlung mit Druckentlastung und einer lokalen Wundversorgung dem Wundkonzept entsprechend durchgeführt werden.	EK	100%
Aktivierende Therapien (Physio- oder Ergotherapie) sollen so früh wie möglich durchgeführt und an die traumatologischen/orthopädischen oder neurologisch/internistischen Limitationen und die Belastung der Pat. angepasst werden.	EK	100%
<p>a) Die oberen und unteren Extremitäten von Menschen mit akuter Querschnittlähmung sollen täglich unter Berücksichtigung der individuellen Limitationen und Schmerzen durchbewegt werden.</p> <p>b) Bei zunehmendem Tonus und beginnender Einschränkung der Beweglichkeit soll die Behandlung überprüft und angepasst werden.</p> <p>c) Die Behandlung von tetraplegischen Händen soll in der akuten Phase geprüft werden, um individuelle Therapiemaßnahmen festzulegen.</p>	EK	100%
Hilfsmittel zur Unterstützung der Kommunikation und Kontrolle des Umfelds (z.B. geeignete Klingeln/Pat.-ruf) sollen an die Lähmungshöhe und die kognitiven Fähigkeiten individuell so angepasst werden, dass sie sicher genutzt werden können.	EK	100%

Inhalt

1	Herausgebende	3
2	Was gibt es Neues?	4
3	Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick	4
4	Geltungsbereich und Zweck	9
4.1	Zielsetzung und Fragestellung.....	9
4.2	Versorgungsbereich.....	9
4.3	Patienten-/Patientinnenzielgruppe.....	9
4.4	Adressaten/Adressatinnen.....	9
5	Empfehlungen	10
6	Einführung Querschnittlähmung	15
7	Management der Querschnittlähmung im zeitlichen Verlauf	18
8	Traumatische Querschnittlähmung	18
8.1	Rettungs- und Bergungskette / Prähospitales Management.....	19
8.2	Schockraummanagement.....	20
8.3	Operatives Management der Wirbelsäule	20
8.4	Ergänzende Diagnostik bei traumatischer Querschnittlähmung	27
9	Neuroprotektive und neuroregenerative Therapie	27
10	Nicht traumatische Querschnittlähmung	30
10.1	Diagnostik bei nicht traumatischer Querschnittlähmung	30
10.2	Therapie der akuten nicht traumatischen Querschnittlähmung	31
11	Querschnittlähmung assoziierte Phänomene, Pathologien und Prävention von Komplikationen	35
11.1	Management neurogener Schock und Hypotonie (neurogen und orthostatisch).....	35
11.2	Kardiovaskuläres Management: Bradykardie, Arrhythmien und Herzstillstand.....	37
11.3	Autonome Dysreflexie.....	38
11.4	Schmerzmanagement.....	38
11.5	Management affektiver, kognitiver und Schlaf-bezogener Beeinträchtigungen.....	40
11.6	Thromboembolieprophylaxe.....	42
11.7	Respiratorisches Management.....	43
11.8	Infektiologisches Management	52
11.9	Endokrinologisches Management.....	53
11.10	Ernährungs- und gastrointestinales Management.....	53
11.11	Harnblasenmanagement.....	59
11.12	Management der sexuellen Dysfunktion	62
11.13	Management der Haut / Integument.....	63
12	Prognose und Aufklärung Querschnittlähmung	67
13	Förderung der Funktionsfähigkeit: Mobilität, Selbstversorgung und Partizipation	69
14	Wichtige Forschungsfragen	73
15	Zusammensetzung der Leitliniengruppe	74
15.1	Leitlinienkoordination	74
15.2	Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen	74

15.3	Patienten-/Patientinnen-/Bürger-/Bürgerinnenbeteiligung	77
15.4	Methodische Begleitung	77
16	Informationen zu dieser Leitlinie	77
16.1	Methodische Grundlagen.....	77
16.2	Systematische Recherche und Auswahl der Evidenz	77
16.3	Kritische Bewertung der Evidenz.....	77
16.4	Strukturierte Konsensfindung	77
16.5	Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke.....	77
17	Redaktionelle Unabhängigkeit	78
17.1	Finanzierung der Leitlinie	78
17.2	Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten	78
18	Externe Begutachtung und Verabschiedung	79
19	Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren.....	79
20	Verwendete Abkürzungen	80
	Literaturverzeichnis.....	82

4 Geltungsbereich und Zweck

4.1 Zielsetzung und Fragestellung

Die Deutsche Gesellschaft für Neurologie hatte 2012 letztmalig eine S1 Leitlinie zur akut-medizinischen Diagnostik und Therapie der akuten Querschnittlähmung (QSL) erarbeitet. Die Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP) veröffentlicht seit 2012 Leitlinien zu verschiedenen Aspekten der Diagnostik und Therapie der QSL. Ziel ist eine kontinuierliche Verbesserung der Versorgungsqualität unter Berücksichtigung von individuellen Bedürfnissen, Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit.

Evidenzbasierte Diagnosestellungsverfahren sowie Behandlungsverfahren für Personen mit einer QSL in der Akutphase sind von zentraler Bedeutung, um optimale Voraussetzung für neurologische und funktionelle Erholung zu schaffen. Die angemessene und zeitnahe medizinische Versorgung von Pat. mit QSL hat bereits in der Akutphase einen großen Einfluss auf die Mortalität, Morbidität sowie die körperlichen Einschränkungen Partizipation und Lebensqualität. Dabei soll die Schädigung des Rückenmarks minimiert, assoziierte Komplikationen/Begleiterkrankungen vermieden, frühzeitig erkannt und behandelt werden. Damit sollen die Voraussetzungen für das Erreichen der größtmöglichen Selbständigkeit auf dem Boden der lähmungsbedingten Einschränkungen der Funktionsfähigkeit und die größtmögliche Partizipation und Integration in die Gesellschaft geschaffen werden.

4.2 Versorgungsbereich

Die Empfehlungen fokussieren auf die Akutphase (bis zu 14 Tage nach Eintritt der QSL) und beziehen sich von der Prähospitalphase über Schockraum bis zur akut- und intensivmedizinischen Erstbehandlung.

4.3 Patienten-/Patientinnenzielgruppe

Zielgruppe dieser Leitlinie sind erwachsene Pat. mit neu und akut aufgetretener traumatischer oder nicht-traumatischer QSL.

4.4 Adressaten/Adressatinnen

Die Empfehlungen dieser Leitlinie richten sich an ärztliches und nichtärztliches Fachpersonal, insbesondere aus Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Neurologie, Neurochirurgie, Neuroradiologie, Neurorehabilitationsmedizin, Orthopädie/Unfallchirurgie, Pneumologie, Urologie, Pflege, Pflegewissenschaft, Physiotherapie, Ergotherapie und Logopädie, Psychologie, außerdem an Patienten/Patientinnen, Angehörige und weitere Personen, die Menschen mit Querschnittlähmung betreuen. Sie dient zur Information für Allgemeinmediziner/Allgemeinmedizinerinnen und das Personal des Rettungsdienstes.

Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

- Leitlinienreport mit Evidenztabelle
- Patientenleitlinie
- Kurzfassung

Erläuterung: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-070> (Leitliniendetailansicht)

Redaktioneller Hinweis: In dieser Leitlinie werden häufig vorkommenden Personenbezeichnungen Patientinnen/Patienten im weiteren Verlauf mit Pat. abgekürzt. Dies hat nur redaktionelle Gründe, beinhaltet keine Wertung und meint grundsätzlich alle Geschlechter.

5 Empfehlungen

Tabelle 2: Zusammenfassung aller Empfehlungen

	Empfehlung
E1	<p>a) Als Basis für eine objektive und reliable Verlaufsbeurteilung sollen klinisch-neurologische Untersuchung und Klassifikation entsprechend dem internationalen Standard zur Klassifikation einer QSL (ISNCSCI) erfolgen, sobald der/die Pat. wach und kooperativ ist.</p> <p>b) Darin sollen zumindest der Neurological Level of Injury, die ASIA Impairment Scale und die Zone of Partial Preservation enthalten sein.</p>
E2	Eine gezielte körperliche Untersuchung, inklusive der Wirbelsäule und der damit verbundenen sensomotorischen Funktionen, soll bei Menschen mit einem «schweren» Trauma durchgeführt werden.
E3	Menschen mit einem Verdacht auf eine Querschnittlähmung am Unfallort sollen in ein qualifiziertes überregionales Traumazentrum (überregionales Traumazentrum oder ein mit Querschnittlähmung erfahrenes regionales Traumazentrum) mit vollumfänglicher interdisziplinärer Versorgungskompetenz schonend und schnellstmöglich transportiert werden. Bei gesicherter Querschnittlähmung soll eine frühzeitige Verlegung in ein Querschnittgelähmtenzentrum erfolgen.
E4	Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung und Wirbelsäulenverletzung sollte eine Magnetresonanztomographie (MRT) in der Akutversorgung vor operativer Versorgung durchgeführt werden.
E5	Eine operative Versorgung bei traumatischer QSL sollte von einem qualifizierten Wirbelsäulenteam möglichst zeitnah und spätestens 24 Stunden nach Unfall erfolgen, sobald die Vitalparameter stabilisiert wurden, um das bestmögliche neurologische Outcome zu erreichen.
E6	Die intraoperative Ultraschalluntersuchung des Spinalkanals bzw. Myelons sollte zur Beurteilung einer ausreichenden Dekompression des Spinalkanals durchgeführt werden.

E7	Bei Wirbelkörperfrakturen mit neurologischem Defizit in Höhe der Brust- und Lendenwirbelsäule soll wie folgt vorgegangen werden: - offen-chirurgischer Zugang zur Wirbelsäule - ausreichende knöcherne Dekompression des Spinalkanals - Stabilisierung der Wirbelsäule mit dorsalem Fixateur interne
E8	Aufgrund der katabolen Grundsituation der Menschen mit akuter traumatischer QSL und der Möglichkeit der sekundären Schädigung des Rückenmarks sollten Folgeeingriffe an der Wirbelsäule möglichst vermieden werden – dies gilt für alle Wirbelsäulenabschnitte.
E9	Bei Verletzungen der Brustwirbelsäule in Höhe Th 1 bis Th 10 sollte in der Akutphase unter Abwägung der Nutzen- / Risikorelation eines zusätzlichen anterioren Eingriffes die alleinige dorsale Stabilisierung mit einem Fixateur interne als einzige operative Stabilisation durchgeführt werden.
E10	Die Instrumentierung bei einer Wirbelsäulenverletzung mit akuter Querschnittslähmung sollte im Hinblick auf die Stabilität nicht länger als unbedingt nötig und im Hinblick auf die mit der Zunahme der Fusionslänge assoziierten Risiken und die schlechter werdende Funktionalität und Mobilität so kurz wie möglich gehalten werden.
E11	Extremitätenverletzungen sollen unabhängig eines neurologischen Defizites und der Höhe einer akuten traumatischen Querschnittslähmung mit dem Ziel einer bestmöglichen Funktionalität und Mobilität nach AO-Kriterien versorgt werden.
E12	Im Akutstadium der traumatischen Querschnittslähmung sollte keine medikamentöse Behandlung mit Methylprednisolon erfolgen.
E13	Pharmakologische (nicht Steroid-basierte) Therapien mit dem Ziel der Verbesserung der neurologischen/funktionellen Erholung sollten zur Behandlung der akuten traumatischen Querschnittslähmung nicht eingesetzt werden.
E14	Zell-Transplantation, hyperbare Sauerstofftherapie oder Hypothermie sollten zur Therapie der akuten traumatischen Querschnittslähmung nicht angewendet werden.
E15	Im Rahmen der Diagnosestellung einer nicht-traumatischen Querschnittslähmung soll eine klinisch-neurologische Untersuchung erfolgen, die die Schädigungshöhe und den Schweregrad beinhaltet.
E16	Bei Pat. mit einer akuten nicht-iatrogenen spinalen Ischämie kann auf Grund der unsicheren Evidenz keine Empfehlung für endovaskuläre Revaskularisierung gegeben werden.
E17	Bei Pat. mit einer akuten nicht-iatrogenen spinalen Ischämie kann auf Grund der unsicheren Evidenz keine Empfehlung für Liquordrainage gegeben werden.
E18	Bei Pat. mit einer akuten nicht-iatrogenen spinalen Ischämie kann auf Grund der unsicheren Evidenz keine Empfehlung für die systemische Steroidtherapie gegeben werden.
E19	Bei Kompression des Rückenmarks durch Metastasen sollte die systemische Gabe von Dexamethason erfolgen, um die Gehfähigkeit zu verbessern.
E20	a) Bei Pat. mit traumatischer Querschnittslähmung sollte der arterielle Mitteldruck in den ersten 2 bis 3 Tagen (maximal 7 Tagen) zwischen 70 mmHg und 90 mmHg betragen. b) Als Vasopressor sollte bevorzugt Noradrenalin eingesetzt werden.

E21	Bei Pat. mit Querschnittlähmung und verminderter kardialer Ejektionsfraktion sollte zusätzlich Dobutamin eingesetzt werden, um den angestrebten Mitteldruck zu erreichen.
E22	Nach erfolgter spezifischer Einordnung der zugrundeliegenden Entität der Schmerzen (Klassifikation der Schmerzen) bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollten in einem ersten Schritt zugrundeliegende Ursachen bzw. Trigger identifiziert und eine frühzeitige und effektive Behandlung in die Wege geleitet werden.
E23	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollten frühzeitig psychologisch untersucht und gegebenenfalls im Sinne einer Krisenintervention begleitet werden.
E24	Thromboseprophylaxe (niedermolekulares Heparin oder unfraktioniertes Heparin) sollen unter Berücksichtigung möglicher Blutungsrisiken (postoperativ) so früh wie möglich verabreicht werden, um Risiken der venösen Thromboembolie bei Menschen mit akuter Querschnittlähmung zu reduzieren.
E25	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung und einer Beatmungsnotwendigkeit sollen in einem umfangreichen respiratorischen Management mit Anpassung der Beatmungsvolumina, Lagerung und Positionierungsstrategien, Atemtraining und Sekretmanagement behandelt werden, um die Erholung der Atemfunktion soweit möglich zu unterstützen.
E26	Bei Menschen mit einer Querschnittlähmung in der Akutphase sollte eine Spirometrie und eine Hustenstärkemessung erfolgen, um bei Bedarf manuelle bzw. maschinelle Maßnahmen zum Sekretmanagement zu veranlassen.
E27	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung und einer respiratorischen Insuffizienz und einem erwarteten längeren Weaning sollten so früh wie möglich innerhalb von 4 bis 6 Tagen tracheotomiert werden, um das Risiko für Pneumonien sowie Tracheostomie assoziierte Komplikationen und die Verweildauer auf der Intensivstation sowie Beatmungszeiten zu reduzieren.
E28	Die an der In- und Expiration beteiligte trainierbare Muskulatur und Atemhilfsmuskulatur soll trainiert werden, um die Lungenfunktion zu verbessern und die Atemmuskulatur zu stärken und pulmonale Komplikationen zu vermeiden oder zu verringern.
E29	Menschen mit einer akuten zervikalen und hoch thorakalen Querschnittlähmung sollen in einem Querschnittgelähmtenzentrum mit Beatmungsmöglichkeit von der Beatmung entwöhnt werden, da es sich um ein prolongiertes, diskontinuierliches Weaning bei tracheotomierten Pat. handelt.
E30	Inhalationen mit Beta-2-Sympatikomimetica und Anticholinergica einzeln oder in Kombination sollten zu einer Verbesserung der Lungenfunktion (insbesondere des FEV1) bei Menschen mit neu erworbener Tetraplegie in der Akutphase durchgeführt werden.
E31	Invasiv beatmeten und im Weaning befindliche Pat. sollte so früh wie möglich diverse Maßnahmen der verbalen oder multimodalen Kommunikation ermöglicht werden.
E32	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung bei guter Phrenicus-Funktion oder unterhalb Lähmungsniveau C3 sollten während der Mobilisation unter Berücksichtigung von Hautirritationen (Druckstellen) einen Bauchgurt tragen, um die Atmung und den Husten zu unterstützen.
E33	Neben maschinellen und manuellen Maßnahmen zur Sekretmanagement sollte die Bauchlagerung zur Sekretdrainage auch bereits auf Intensivstation eingesetzt werden.

E34	Es sollte bei Weaning-bereiten Pat. ein diskontinuierliches Weaning mit zunehmend längeren Phasen der Spontanatmung durchgeführt werden.
E35	Spätestens vor geplanter Entfernung der Trachealkanüle sollte eine fiberendoskopische Evaluation des Schluckens (FEES) erfolgen, um eine stille Aspiration auszuschließen.
E36	Es sollte bei dauerhaft beatmeten Pat. ein Screening hinsichtlich Phrenicus-/Zwerchfellstimulation unternommen werden.
E37	Aufgrund der Lähmung der Atem-(hilfs-) Muskulatur sind nächtliche Atemstörungen bei Menschen mit einer Querschnittlähmung häufiger, weshalb ein frühzeitiges Screening mittels kardiorespiratorischer Polygraphie z.T. bereits in der Frühphase bei nicht invasiv beatmeten Pat. erfolgen sollte.
E38	Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung soll ab dem Tag der Aufnahme eine Ernährungstherapie mit Erstellung eines individuellen und stadiengerechten Ernährungskonzeptes erfolgen.
E39	Die Sicherheit und Effizienz der Ernährungstherapie/Ernährung sollte durch Ermittlung und Erfassung der üblichen ernährungstherapeutischen Maßnahmen (Mangelernährungsscores, postoperatives Komplikationsrisiko, Energiebedarf durch Berechnungen mit Schätzformeln, Energiezufuhr durch ein Ernährungsprotokoll, metabolische Toleranz, Energiebedarf/Verbrauch, Komplikationsrisiko und Stoffwechselstabilität, laborchemische und apparative (indirekte Kalorimetrie /BIA) Monitoring) gesichert und kontrolliert werden.
E40	Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollte bei bestehender Kontraindikation für eine orale Nahrungszufuhr oder einer absehbar unzureichenden oral zugeführten Energie- und Nährstoffzufuhr die enterale und/oder parenterale Ernährungstherapie unter Berücksichtigung querschnittlähmungsspezifischer Besonderheiten innerhalb von 24-48 h eingeleitet werden.
E41	In der Akutphase nach Eintritt einer Querschnittlähmung sollen die Darmgeräusche und das Rektum auf vorhandene Faeces täglich überprüft werden, um die Darmtätigkeit bei Bedarf anzuregen und den optimalen Zeitpunkt für den oralen Kostaufbau zu erkennen.
E42	Der orale Kostaufbau soll bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung unter Berücksichtigung der neurogenen Darmfunktionsstörung (Peristaltik) und einer möglichen Schluckstörung (Dysphagie) individuell adaptiert und täglich reevaluiert werden.
E43	Eine logopädische Diagnostik zur Identifikation einer Dysphagie soll in den ersten Tagen nach Eintritt einer zerviko-thorakalen Querschnittlähmung erfolgen, um Sekundärkomplikationen zu vermeiden.
E44	Bei Verdacht auf eine Dysphagie sollte eine bildgebende Diagnostik mittels der Fiberoptischen Evaluation des Schluckens (FEES) zur Ermittlung der Art und Ausmaß einer Dysphagie in der akuten Phase nach Eintritt einer zerviko-thorakalen Querschnittlähmung durchgeführt werden.
E45	Während der Akutphase nach Eintritt einer Querschnittlähmung und der intensivmedizinischen Behandlung soll die Harnblase über einen Dauerkatheter, wenn möglich mit einem klein- bis mittelkalibrigen (12 – 14 Ch.) Silikonkatheter, abgeleitet werden, um eine sichere Blasenentleerung zu erlangen.

E46	Bei absehbar längerfristig notwendiger Dauerableitung oder bei Kontraindikationen zur primären transurethralen Katheterisierung kann auf die invasivere suprapubische Katheterversorgung ausgewichen werden, sofern keine Kontraindikationen vorliegen.
E47	Nach Beenden einer notwendigen Bilanzierung sollte in einem gemeinsamen Entscheidungsprozess geklärt werden, ob die Blasenentleerung auf intermittierenden Einmalkatheterismus umgestellt werden kann.
E48	Eine neuro-urologischen Diagnostik mit Videourodynamik sollte als Routineuntersuchung während der Akutphase nicht geplant werden.
E49	Wenn sich bei Männern mit einer akuten Querschnittlähmung ein Priapismus zeigt, soll ein Urologe/ Urologin dazu gezogen werden, um die urologische Therapie wie üblich umzusetzen.
E50	Die Diagnostik einer Sexualfunktionsstörung und Beratung sollte in Absprache mit den Wünschen und Erwartungen der Betroffenen erfolgen und durch ein in diesem Thema erfahrenes Team z.B. im Querschnittszentrum vertieft werden.
E51	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollen in einem Zentrum beziehungsweise einer Klinik behandelt werden, die ein Präventions- und Behandlungskonzept für Dekubitus haben, um die Dekubitusinzidenz zu senken.
E52	<p>a) Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung soll eine umfangreiche Hautkontrolle insbesondere an den Prädeliktionsstellen (unter anderem Sakrum/ Coccygis, Fersen, Trochanter, Sitzbeine) bei jedem Positionswechsel mit geeigneten Lagerungsmaterialien (z.B. alle 2-4 Stunden mit Kissen, Keilen, Wechseldruckmatratzen) durchgeführt und dokumentiert werden.</p> <p>b) Sobald ein Dekubitus aufgetreten ist, soll sofort eine Druckentlastung des betroffenen Areals erfolgen. Frühmobilisation sollte unter Berücksichtigung der individuellen Situation und der Hautkontrollen mit entsprechenden Hilfsmitteln weitergeführt werden.</p>
E53	Sobald bei Pat. mit akuter Querschnittlähmung ein Dekubitus auftritt, soll eine sofortige konservative Behandlung mit Druckentlastung und einer lokalen Wundversorgung dem Wundkonzept entsprechend durchgeführt werden.
E54	Da in der Akutphase weder die klinische Untersuchung mittels ISNCSCI noch ergänzende Verfahren (MRT, KI-gestützte Prädiktion) zuverlässige Vorhersagen hinsichtlich neurologischer Erholung treffen lassen, sollten aufgrund der Unsicherheit keine prognostischen Aussagen in Hinblick auf Therapieentscheidungen oder gegenüber Pat. und Angehörigen getroffen werden.
E55	Aktivierende Therapien (Physio- oder Ergotherapie) sollen so früh wie möglich durchgeführt und an die traumatologischen/orthopädischen oder neurologisch/internistischen Limitationen und die Belastung der Pat. angepasst werden.
E56	<p>a) Die oberen und unteren Extremitäten von Menschen mit akuter Querschnittlähmung sollen täglich unter Berücksichtigung der individuellen Limitationen und Schmerzen durchbewegt werden.</p> <p>b) Bei zunehmendem Tonus und beginnender Einschränkung der Beweglichkeit soll die Behandlung überprüft und angepasst werden.</p>

	c) Die Behandlung von tetraplegischen Händen soll in der akuten Phase geprüft werden, um individuelle Therapiemaßnahmen festzulegen.
E57	Bei Menschen mit akuter Querschnittlähmung kann keine Empfehlung zur Anwendung von Elektrostimulation in der akuten Phase gegeben werden.
E58	Hilfsmittel zur Unterstützung der Kommunikation und Kontrolle des Umfelds (z.B. geeignete Klingeln/Pat.-ruf) sollen an die Lähmungshöhe und die kognitiven Fähigkeiten individuell so angepasst werden, dass sie sicher genutzt werden können.

6 Einführung Querschnittlähmung

Kapitelverantwortung: Andreas Hildesheim

Kapitelmitarbeitende: Anke Scheel-Sailer, Norbert Weidner

Definition und Epidemiologie

QSL beschreibt die Folge einer traumatischen oder nicht-traumatischen Schädigung des Rückenmarkes und/oder der Cauda equina. Die Schädigung betrifft kombiniert oder isoliert motorische (Lähmung, Spastik, Atrophie), sensorische (gestörte Oberflächen- und Tiefensensibilität, Schmerz- und Temperaturwahrnehmung, neuropathischer Schmerz) und vegetative (Störung von Harnblasen-, Darm und Sexualfunktion und der Kreislauf- und Körpertemperaturregulation) Funktionen (1).

Die jährliche Inzidenz traumatischer QSL liegt in industrialisierten Ländern bei rund 20, in Deutschland laut aktuellen Zahlen bei etwa 16 Fällen pro 1.000.000 (2-4). Angaben zur Inzidenz nicht-traumatischer QSL in Europa schwanken zwischen 10 und 60 (5-7). Die Auswirkungen des demographischen Wandels lassen eine Zunahme sturzbedingter QSL in höherem Lebensalter und ein Überwiegen des Anteils nicht-traumatischer QSL (ca. 50 % degenerativ, ca. 25 % tumorbedingt) beobachten. Diese Veränderungen haben einen erheblichen Einfluss auf Komorbidität, Rehabilitationsplanung und Mortalität. (4-6, 8-10)

Klinische Diagnose und Klassifikation

Die Diagnose einer QSL definiert zunächst unabhängig von der Ätiologie den Läsionsort im Bereich des Rückenmarks und/oder der Cauda equina und den Schweregrad. Die Diagnose wird allein anhand des klinisch-neurologischen Untersuchungsbefundes gestellt.

Die Untersuchung der Dermatome und Myotome aller funktionellen Rückenmarkssegmente (bzw. ihrer Spinalnerven i.B. der Cauda equina), unterscheidet – seitengetrent und in kranio-kaudaler Richtung- die Zonen mit ungestörter, mit erhaltener und mit komplett erloschener sensomotorischer Funktion. Die so gestellte klinische Diagnose beschreibt und klassifiziert Lähmungsbilder entsprechend der Lähmungshöhe (das Neurologisches Niveau, d.h. das Rückenmarkssegment am Übergang zwischen intakter und gestörter Funktion) und des Schweregrades der Verletzung (der Komplettheit, d.h. die Einteilung in Befunde mit oder ohne kompletten Verlust sensorischer

und/oder motorischer Funktion) und des Teilerhalts (die Ausdehnung der Zone mit Teilerhalt oberhalb kaudal erloschener Funktion).

Zur Sicherstellung einer validen Klassifikation, einer reliablen und objektiven klinischen Verlaufskontrolle im akuten und chronischen Behandlungsverlauf, sowie zur Verwendung in klinischen Studien, wurden neurologische Befunderhebung und Klassifikation seitens der American Spinal Injury Association (ASIA) standardisiert und Lähmungsniveau, Komplettheitsgrad und Teilerhalt eindeutig definiert. Dieser Standard wird auch von der Internationalen Society of Spinal Cord (ISCoS) als "International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury" (ISNCSCI) empfohlen (11-13). Ursprünglich zur Einteilung von Rückenmarkstraumen entwickelt, sind Reliabilität und Validität auch zur Klassifikation nicht-traumatischer QSL inzwischen belegt (14).

Der ISNCSCI definiert das neurologische Niveau, das **NLI (neurological level of injury)**, als das kaudalste Rückenmarkssegment mit beidseits noch völlig intakter sensomotorischer Funktion. Der Schweregrad der Verletzung wird entsprechend der **ASIA-Impairment-Scale (AIS)** eingeteilt, in AIS A für sensomotorisch komplett, in AIS B für sensibel inkomplett/motorisch komplett, und in AIS C und D für motorisch inkomplett. Der Teilerhalt, die **ZPP (Zone of Partial Preservation)**, beschreibt bei sensorisch und/oder motorisch kompletten Lähmungen das jeweils kaudalste Segment mit noch teilweise erhaltener sensibler und/oder motorischer Funktion.

Enthält der Diagnosetext diese drei Angaben, so ist das Lähmungsbild hinreichend charakterisiert. Die Klassifizierung nach ISNCSCI eignet sich zur klinisch-neurologischen Verlaufsdokumentation und enthält in der akuten Phase prognostische Bedeutung hinsichtlich neurologischer und funktioneller Erholung (15-17).

Empfehlungen

E1	Empfehlung	Neu 2024
EK	a) Als Basis für eine objektive und reliable Verlaufsbeurteilung sollen klinisch-neurologische Untersuchung und Klassifikation entsprechend dem internationalen Standard zur Klassifikation einer QSL (ISNCSCI) erfolgen, sobald der/die Pat. wach und kooperativ ist. b) Darin sollen zumindest der Neurological Level of Injury, die ASIA Impairment Scale und die Zone of Partial Preservation enthalten sein. ISNCSCI = International Standards for Neurological Classification of SCI	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Untersuchung definiert seitengetreunt das sensible und das motorische Niveau (*level*) anhand motorischer Scores für zehn Kennmuskelgruppen (Kraftgrad 1-5 nach Janda) und sensorischer Scores für das Oberflächenberührungsempfinden und die Spitz- Stumpf-Diskrimination (*light touch* und *pin prick* mit Werten 2/1/0 für normal/alteriert/erloschen) in 28 Dermatomen. Die Niveaus bezeichnen das intakte Segment, das jeweils oberhalb des ersten pathologischen liegt. An der Grenze zwischen inkomplett gestörter und ggf. kaudal komplett erloschener Funktion, wird eine sensible bzw.

motorische Zone des Teilerhaltes (*ZPP, Zone of Partial Preservation*) definiert, benannt nach dem kaudalsten Segment mit partiellem sensiblen bzw. motorischen Funktionserhalt. Eine weitere entscheidende Einflussgröße ist die Funktion der sakralen Segmente S4-5. Nur bei komplett erloschener motorischer (d.h. keine VAC = *voluntary anal contraction*) und sensibler Funktion (d.h. keinerlei Wahrnehmung, weder von *pin prick* noch *light touch perianal* noch des DAP=*deep anal pressure*, bei der digitalen Untersuchung der Sphinktermotorik) ist die Lähmung komplett (AIS A).

Zur Durchführung und Dokumentation des ISNCSCI siehe Rupp et al. (11) und [*International Standards for Neurological Classification of SCI \(ISNCSCI\) Worksheet - American Spinal Injury Association \(asia-spinalinjury.org\)*](#).

Die klassischen **Rückenmarkssyndrome**, wie vorderes Rückenmarkssyndrom, Brown-Sequard-Syndrom oder Zentrales Rückenmarkssyndrom, sind nicht Teil der internationalen Klassifikation, sind in dieser nicht berücksichtigt, werden als inkomplette Lähmungsbilder unter AIS C oder D subsumiert. Sie eignen sich aber als ergänzende Angabe im Diagnosetext, um typische Verteilungsmuster bereits in Diagnose zu vergegenwärtigen. So benennt die Ergänzung “mit Brown-Sequard-Syndrom” eine Halbseitigkeit, die Ergänzung “mit vorderem Rückenmarkssyndrom” eine Schädigung der Vorderseitenstränge mit erhaltenem Berührungsempfinden und bei zervikalen Lähmungen die Ergänzung “mit zentralem Rückenmarkssyndrom” eine Arm-Betonung.

Weitere Assessments

Für die anderen Assessments zur Beschreibung der Funktionsfähigkeit in der Akutphase verweisen wir auf die AWMF-Leitlinien.

Tabelle 3: Assessments zur Beschreibung der Funktionsfähigkeit in der Akutphase

Titel	AWMF-Registernr.:	Entwicklungsstufe	Federführende Fachgesellschaft
Atmung, Atemunterstützung und Beatmung bei akuter und chronischer Querschnittlähmung	179-011	S2k	DMGP
Ergebniserhebung in der Erstbehandlung nach neu erworbener Querschnittlähmung	179-012	S2e	DMGP
Neurogene Darmfunktionsstörung bei Querschnittlähmung	179-004	S2k	DMGP
Rehabilitation der unteren Extremität, der Steh- und Gehfunktion bei Menschen mit Querschnittlähmung	179-009	S2e	DMGP
Schmerzen bei Querschnittlähmung	179-006	S2k	DMGP
Verbesserung der Funktionsfähigkeit der oberen Extremitäten bei zervikaler Querschnittlähmung	179-013	S2e	DMGP

7 Management der Querschnittlähmung im zeitlichen Verlauf

Kapitelverantwortung: Norbert Weidner

Kapitelmitarbeitende: Anke Scheel-Sailer, Florian Högel

Aufgrund der Komplexität im Versorgungs- und Behandlungsmanagement beschäftigt sich diese Leitlinie mit der Diagnostik und Behandlung einer QSL in den ersten 14 Tagen nach Eintritt der QSL. Dabei beginnen Phasen in der Versorgung einer traumatischen oder nicht-traumatischen QSL bereits vor dem Management im Krankenhaus mit dem prähospitalen Management. Diesbezüglich verweisen wir auch auf die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Reg.-Nr.: 187-023) für die traumatische QSL.

Die Definition über die Dauer einer akuten QSL wird international nicht einheitlich gehandhabt. Bei der traumatischen QSL wird häufig das Zeitfenster als "Management Acute Care" (erste 72 Stunden) definiert. Diese Leitlinie bezieht sich auf die ersten 14 Tage, da in diesem Zeitraum des Intensiv-Managements die ersten physiologischen Anpassungsprozesse stattfinden. Diese sind abhängig vom Ausmaß der Lähmung und können sehr unterschiedlich verlaufen.

Um Redundanzen zu vermeiden, haben wir uns in dieser Leitlinie entschieden, mit der Definition und Klassifikation der QSL zu beginnen (Kapitel 6), dann die Empfehlungen zur traumatischen QSL (Kapitel 8) und der nicht-traumatischen QSL (Kapitel 10) zusammen zu fassen. Im Kapitel 11 werden alle Empfehlungen zur QSL assoziierten Phänomenen, Pathologien und Prävention von Komplikationen mit besonderem Augenmerk auf die Veränderungen des autonomen Nervensystems dargestellt, die sich sowohl auf die traumatische als auch die nicht-traumatische QSL beziehen. Als übergreifendes Ziel beziehen sich alle Empfehlungen darauf, Menschen mit einer QSL eine optimale Grundlage für das Erreichen des bestmöglichen Outcomes, der grösstmöglichen Selbständigkeit und Funktionsfähigkeit zu geben.

8 Traumatische Querschnittlähmung

Kapitelverantwortung: Florian Högel

Kapitelmitarbeitende: Doris Maier, Marc Landscheid, Roland Thietje, Andreas Badke, Nicole Skoetz, Berk Orakcioglu, Matthias Vogel

Gesicherte epidemiologische Daten zur traumatischen QSL liegen bisher nicht vor. In einer Studie aus 2023 (4) wird für Deutschland eine Inzidenz der traumatischen QSL von 15,73 pro 1 Million angegeben; internationale Zahlen rangieren zwischen 3,6 und 195,4 pro 1 Million. In dieser Inzidenz werden zwei Altersgipfel genannt, bei 30 und 70 Jahren. Die Inzidenz einer Rückenmarksverletzung ist bei den über 60-jährigen mit 29,7 pro Million und Jahr fast dreimal so hoch wie in der Altersgruppe darunter (18, 19). Männer sind dabei mit 80 % Anteil überproportional betroffen (19). Bei den über 60-jährigen ist mit einer Inzidenz von 21,4 pro Million pro Jahr die Halswirbelsäule (HWS) am häufigsten betroffen, wohingegen bei den Jüngeren die Inzidenz nur bei 4,9 pro Million pro Jahr liegt. Die Hauptursachen für traumatische Rückenmarksverletzungen in Europa sind zu 44 % Stürze, zu 36 % Verkehrsunfälle, und zu 9 % Verletzungen der HWS nach Sprüngen in flaches Wasser

(19). Bei polytraumatisierten Personen muss immer von einer begleitenden Wirbelsäulenverletzung (in 20-34 %), bis zu deren gesichertem Ausschluss, ausgegangen werden (20). Die HWS ist dabei in 10 % der Fälle betroffen (19).

8.1 Rettungs- und Bergungskette / Prähospitales Management

Für die Besonderheiten der Rettungs- und Bergungskette verweisen wir auf die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Reg.-Nr.: 187-023).

Mit der Bewertung des Unfallmechanismus können bereits Hinweise auf die Wahrscheinlichkeit einer Wirbelsäulenverletzung erkannt werden. Stürze aus großer Höhe und Hochrasanz- sowie Verschüttungstraumen sind häufige Verletzungsursachen.

Empfehlungen

E2	Empfehlung	Neu 2024
EK	Eine gezielte körperliche Untersuchung, inklusive der Wirbelsäule und der damit verbundenen sensomotorischen Funktionen, soll bei Menschen mit einem «schweren» Trauma durchgeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Erstversorgung beinhaltet eine strukturierte Untersuchung (z.B. anhand eines anerkannten Algorithmus wie Advanced Trauma Life Support (ATLS)) - mit dem Primärziel des Erkennens von Störungen der Vitalfunktion und der sich direkt anschließenden Sicherung der Vitalfunktionen. Hierauf folgt die Untersuchung der Wirbelsäule inklusive der orientierenden neurologischen Untersuchung bzgl. Sensibilität und Motorik. Ein neurologisches Defizit kann auf das Vorliegen einer Rückenmarksverletzung hinweisen. Fehlende Rückenschmerzen sind kein Ausschlusskriterium für eine relevante Verletzung der Wirbelsäule.

Die Untersuchung beinhaltet neben der Überprüfung von Motorik und Sensibilität orientierend an allen Extremitäten, bei Auffälligkeiten auch bereits eine grobe dermatom- und kennmuskelbezogene Untersuchung, sowie das Abtasten der Wirbelsäule auf Verletzungszeichen und Deformitäten, sowie Druck- und Klopfschmerz.

Als sinnvolles Hilfsmittel zum Ausschluss von Wirbelsäulenverletzungen zeigten sich die Nexuskriterien, sowie die Canadian-Spine Rule. Vor allem bei polytraumatisierten Pat., sowie bei Pat. mit Thoraxtrauma und Verletzungen oberhalb der Schulterebene ist von einer Beteiligung der Wirbelsäule auszugehen.

Ist eine strukturierte, oben aufgeführte Untersuchung nicht möglich, ist bis zum Beweis des Gegenteils von einer Wirbelsäulenverletzung auszugehen.

Im Hinblick auf die Rettung und den Transport von Menschen mit Verdacht auf Wirbelsäulentrauma verweisen wir auf die Empfehlungen der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Reg.-Nr.: 187-023).

Eine Evidenz zur Ruhigstellung der Wirbelsäule liegt nicht vor. Jedoch besteht ein allgemeiner Konsens, dass eine Ruhigstellung der kompletten Wirbelsäule erfolgt. Dies kann am variabelsten mittels Vakuummatratze und Ruhigstellung der HWS durch Headlocks, Stiffneck oder Anformung der Vakuummatratze und Fixierung des Kopfes erfolgen. Bei Nutzung eines Spineboards besteht bei längeren Transportzeiten die Gefahr von Druckschäden.

E3	Empfehlung	Neu 2024
EK	Menschen mit einem Verdacht auf eine Querschnittlähmung am Unfallort sollen in ein qualifiziertes überregionales Traumazentrum (überregionales Traumazentrum oder ein mit Querschnittlähmung erfahrenes regionales Traumazentrum) mit vollumfänglicher interdisziplinärer Versorgungskompetenz schonend und schnellstmöglich transportiert werden. Bei gesicherter Querschnittlähmung soll eine frühzeitige Verlegung in ein Querschnittgelähmtenzentrum erfolgen.	
	Konsens (93%)	

Hintergrund

In mehreren Studien (21-23) wurde beobachtet, dass Menschen mit einer QSL mit einer Versorgung in einem qualifizierten Traumazentrum und einer schnellstmöglichen Weiterbetreuung in einem Querschnittgelähmtenzentrum ein besseres funktionelles Ergebnis (Outcome) haben und weniger Komplikationen wie Dekubitus, Pneumonien und Depressionen entwickeln.

Im Hinblick auf das präklinische Management verweisen wir auf das Kapitel 9 (neuroprotektive Therapien). Für die Behandlung der Hypotonie und der Volumensubstitution verweisen wir auf das Kapitel 11.1 in dieser Leitlinie. Für das Management der respiratorischen Funktionen verweisen wir auf die S3 Leitlinie AWMF 012-019 und das Kapitel 11.5 in dieser Leitlinie.

8.2 Schockraummanagement

Das Schockraummanagement ist in S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Reg.-Nr.: 187-023) umfangreich beschrieben und erfolgt in einem entsprechend qualifizierten Traumazentrum A. Ergänzend zu den unfallchirurgisch-traumatischen Prozessen verweisen wir auf die Empfehlungen im Kapitel 11 dieser Leitlinie mit den entsprechenden Unterkapiteln autonome Dysregulation, respiratorischen Management, neuro-urologisches Management, Haut- und Wundmanagement. Die neurologische Untersuchung ist in Kapitel 6 beschrieben.

8.3 Operatives Management der Wirbelsäule

Bei der klinischen Akutversorgung ist eine Schädigung des Rückenmarks bzw. der Cauda equina anzunehmen, solange sie nicht sicher ausgeschlossen ist.

Hinsichtlich der Klassifikation und der operativen und logistischen Behandlung von Wirbelsäulen- und Rückenmarkverletzten wird auf die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung (AWMF Reg.-Nr.: 187-023) verwiesen, in der die «AO-Spine classification» und Versorgungsstrategien

beschrieben werden. Dort wird auch darauf hingewiesen, wie wichtig die Erfahrung des Operateurs im Hinblick auf die operative Versorgung ist (AWMF Reg-Nr.: 012-011 und AWMF Reg-Nr.: 012-032).

Computertomographie (CT)

Bezüglich der ergänzenden Diagnostik im Schockraum verweisen wir ergänzend zu der oben erwähnten Leitlinie auch auf die AWMF-Leitlinie zu Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule (AWMF Reg-Nr.: 012-028).

Eine möglichst frühzeitige bildgebende Diagnostik ist anzustreben. Im Vordergrund steht aber immer das Leben des Menschen zu retten, nach dem Prinzip « treat first what kills first» (18). Gerade mit Blick auf die häufigen Begleitverletzungen (Schädel, Gehirn, Thorax, Abdomen und Becken) nach Wirbelsäulentrauma, ist zunächst eine CT-Untersuchung einem «Trauma Protokoll» folgend durchzuführen (24-26). Insofern ist die primäre Bildgebung bei Wirbelsäulenverletzungen sowohl als Monoverletzung als auch im Zusammenhang mit einer Polytraumatisierung das CT, vornehmlich ein Mehrschicht-Spiral-CT.

Magnetresonanztomographie (MRT)

Zur Abklärung unklarer neurologischer Ausfälle wie zum Beispiel bei nicht eindeutig zur knöchernen Verletzungshöhe passenden neurologischen Ausfällen wird üblicherweise als weitere Diagnostik die MRT durchgeführt. Bei neurologischen Defiziten ohne morphologisches Korrelat im CT wird eine MRT dringlich durchgeführt (27).

Empfehlung

E4	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Menschen mit einer akuten Querschnittslähmung und Wirbelsäulenverletzung sollte eine Magnetresonanztomographie (MRT) in der Akutversorgung vor operativer Versorgung durchgeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In der Clinical Practice Guideline der AO Spine aus 2017 (27) wird bei einer akuten traumatischen Rückenmarkverletzung eine präoperative MRT empfohlen, um die weitere klinische Entscheidungsfindung zu unterstützen. Die spinale MRT erlaubt, im Gegensatz zur CT der Wirbelsäule eine bessere Beurteilung der Weichteilstrukturen (Ligamente, Bandscheiben-Fragmente), einer möglichen Vertebralis-Dissektion und einer möglichen anhaltenden Rückenmarkskompression (27). Hinsichtlich Prognose kann die spinale MRT zusätzlich entscheidende Hinweise z.B. Vorhandensein und der Ausdehnung einer intraspinalen Blutung, geben (27). Auch wenn die Art der operativen Versorgung durch diese Informationen eventuell beeinflusst wird, hat diese Information hinsichtlich der grundlegenden operativen Indikationsstellung und dem Timing der Operation keine Bedeutung. Die Durchführung der MRT sollte nicht zu einer Pat.-gefährdung und zu keiner relevanten Zeitverzögerung führen und damit die Empfehlung einer operativen Versorgung innerhalb von 24 Stunden nach Trauma nicht gefährden. Diese zeitlichen Empfehlungen können in einem überregionalen Traumazentrum erfüllt werden, da die zeitnahe Durchführung einer MRT den

organisatorischen und strukturellen Anforderungen eines überregionalen Traumazentrums entsprechen. Somit würde eine präoperative MRT in der adäquaten Versorgungsumgebung zu keiner relevanten Zeitverzögerung in der empfohlenen Versorgungsstrategie führen.

Operatives Management der Wirbelsäule bei QSL

Empfehlung

E5	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Eine operative Versorgung bei traumatischer QSL sollte von einem qualifizierten Wirbelsäulenteam möglichst zeitnah und spätestens 24 Stunden nach Unfall erfolgen, sobald die Vitalparameter stabilisiert wurden, um das bestmögliche neurologische Outcome zu erreichen.	
Qualität der Evidenz		
Outcome:	Fehlings 2024 (28)	
ASIA Motor Score	⊕⊖⊖⊖	
Hospital length of stay	⊕⊖⊖⊖	
Mortality	⊕⊖⊖⊖	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einem systematischen Review und Metaanalyse (28) wurde festgestellt, dass Pat., die innerhalb von 24 Stunden nach Eintritt einer traumatischen Rückenmarksverletzung operiert wurden, eine höhere Wahrscheinlichkeit hatten, sich nach 1 Jahr um ≥ 2 AIS-Grade zu verbessern (RR 2,76 (95% CI 1,60 - 4,98)) im Vergleich zu später operierten Pat. (>24 Stunden). Vergleichbare Ergebnisse wurden in Bezug auf die zervikale, thorakale und lumbale Wirbelsäule gefunden. Außerdem zeigte sich eine verbesserte Erholung des "ASIA Motor Scores" (es ist davon auszugehen, dass man den Total Motor Score gemäß ISNCSI gemeint hat) bei den innerhalb von 24h an der Wirbelsäule operierten Patienten auf 4.50 Motor Score Punkte (gepoolte mittlere Differenz, 95% CI 1.70 to 7.29). Darüber hinaus hatten innerhalb von 24h operierte Pat. eine kürzere Verweildauer im Krankenhaus im Vergleich zu spät operierten Pat. Es konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Rate an schwerwiegenden Komplikationen ermittelt werden. Bezüglich der ultra-frühen (<12 Stunden) im Vergleich zur frühen (12-24 Stunden) Dekompression wurden gemischte Ergebnisse gefunden, wodurch keine Schlussfolgerung bezüglich der Wirksamkeit der ultra-frühen Dekompression möglich ist. Darüber hinaus ist die Evidenzlage für die ultra-frühe Dekompression aufgrund der methodischen Heterogenität und der kleinen Stichprobengrößen unsicher. (28)

Ein weiterer systematisches Review (29) kam darüber hinaus zu dem Ergebnis, dass sich die neurologische Funktion um durchschnittlich einen AIS-Grad verbessert, wenn eine Dekompression innerhalb der ersten 8 Stunden nach dem Trauma durchgeführt wird, im Vergleich zu einer Dekompression nach 8 Stunden. Diese Analyse schloss jedoch lediglich 119 Pat. mit einer thorakolumbalen QSL ein. (29)

Intraoperatives Monitoring

Empfehlung

E6	Empfehlung	Neu 2024
EK	Die intraoperative Ultraschalluntersuchung des Spinalkanals bzw. Myelons sollte zur Beurteilung einer ausreichenden Dekompression des Spinalkanals durchgeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die ausreichende Ausdehnung der Laminektomie zur Dekompression des Spinalkanals lässt sich intraoperativ sicher und gut mittels einer Ultraschalluntersuchung des Spinalkanals respektive Myelons untersuchen. Neben einer herzfrequenzsynchronen Pulsationswelle des Liquors als Zeichen eines suffizienten Liquorflusses und somit vorhandener Reserveräume intrathekal können die spinale Läsion selbst und das Hinterkantenalignement der Wirbelkörper in Höhe der Wirbelsäulenverletzung bzw. Laminektomie dargestellt werden (30, 31).

Nach aktuellen Forschungsergebnissen zeigen intraoperative Ultraschalluntersuchungen, ob die Dekompression ausreichend durchgeführt wurde. Ein systematischer Review mit 16 Studien zu technischen Aspekten der intraoperativen Ultraschalluntersuchung bei Menschen mit QSL zeigt ein hohes Potenzial des intraoperativen Ultraschalls an, wenn auch die Notwendigkeit weiterer Forschungsarbeiten empfohlen wurde (31). Ein systematischer Review zu chirurgischen Eingriffen bei thorakalen und lumbalen Wirbelsäulenfrakturen zeigt an 985 Pat., dass eine intraoperative Ultraschalluntersuchung ein hilfreiches Tool zur Bestimmung der ausreichenden Dekompression ist und das Rückenmark bei einer sichtbaren freien Pulsation nicht mehr durch die umgebenden Strukturen komprimiert wird (30).

Besonderheiten des operativen Managements bei zervikaler QSL

Hinsichtlich der Versorgungsstrategien wird morphologisch zwischen der oberen und subaxiale Halswirbelsäule unterschieden.

Die Versorgung von Frakturen der oberen Halswirbelsäule richtet sich primär nach der Frakturmorphologie bzw. den Kriterien der Instabilität, in der Regel kommen bei Verletzungen von C0 bis C 2/3 dorsale Verfahren zum Einsatz. Es ist jedoch hierbei zu beachten, dass diese Verfahren immer mit einer Fixierung der Kopfbewegung einhergehen, was im Falle einer hohen Querschnittlähmung immer mit einer Einbuße der verbliebenen Funktionen einhergeht.

An der subaxialen Halswirbelsäule gilt als Methode der Wahl meistens noch die ventrale Instrumentierung: im Vergleich zu einem primär dorsalen Vorgehen sind der Lagerungs- und

Operationsaufwand geringer und der ventrale Zugang wird als schonender gewertet. Mit Etablierung des präoperativen MRT in der Primärdiagnostik bei Halswirbelsäulenverletzungen hat sich die operative Strategie gewandelt: die Entscheidung für ein primär ventrales oder dorsales Vorgehen wird zunehmend vom Ausmaß der notwendigen Dekompression und von der Frage, ob ein ventrales oder dorsales Vorgehen das zervikale Myelon am effektivsten dekomprimiert, abhängig gemacht (32). Bezüglich der dorsalen Stabilisierung zeigt die klinische Erfahrung, dass insbesondere bei Pat. mit einer hohen Lähmung der Kopf auf der Halswirbelsäule zwingend in Neutralposition einzustellen ist, um Alltagsfunktionalität zu gewährleisten. Bei der dorsalen Stabilisierung der HWS bei Patienten mit einer konsekutiven Rückenmarkverletzung ist immer auf eine maximale Schonung der nuchalen Muskulatur zu achten, um die Integrität der nuchalen Rezeptoren zu wahren. Aktuell ist unklar, ob bei langstreckigen Instrumentierungen im Hinblick auf die Komplikation einer Dysphagie einem primär dorsalen Vorgehen der Vorzug gegeben werden sollte (32).

Darüber hinaus richtet sich die operative Versorgung der verletzten Halswirbelsäule nach den gültigen wirbelsäulenchirurgischen Standards (AWMF Reg.-Nr.: 187-023).

Besonderheiten des operativen Managements bei thorakolumbalen QSL

Empfehlungen

E7	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Wirbelkörperfrakturen mit neurologischem Defizit in Höhe der Brust- und Lendenwirbelsäule soll wie folgt vorgegangen werden: - offen-chirurgischer Zugang zur Wirbelsäule - ausreichende knöcherne Dekompression des Spinalkanals - Stabilisierung der Wirbelsäule mit dorsalem Fixateur interne	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die über geschlossene Repositionsmanöver erwirkte und oft auf der Ligamentotaxis beruhende spinale «Clearance» ist oft nicht nachhaltig, so dass sehr häufig bei Verletzungen der Rumpfwirbelsäule, mit der operativen Stabilisierung einhergehend eine ausreichende Laminektomie zur Dekompression des Rückenmarks erforderlich wird. In der Stabilisierung ist die Versorgung mit Fixateur interne Goldstandard (AWMF Reg.-Nr.: 187-023). Aufgrund der Notwendigkeit einer möglichst kurzstreckigen, jedoch maximal stabilen Versorgung sowie dem notwendigen Zugang zur Dekompression wird ein offenes Verfahren durchgeführt.

Durchführung von operativen Folgeeingriffen an der Wirbelsäule

Empfehlungen

E8	Empfehlung	Neu 2024
EK	Aufgrund der katabolen Grundsituation der Menschen mit akuter traumatischer QSL und der Möglichkeit der sekundären Schädigung des Rückenmarks sollten Folgeeingriffe an der Wirbelsäule möglichst vermieden werden – dies gilt für alle Wirbelsäulenabschnitte.	

	Starker Konsens (100%)
--	------------------------

Hintergrund

Das Phänomen der sekundären Schädigung des Rückenmarks durch wiederholte operative Eingriffe wird am ehesten auf eine passagere Minderperfusion zurückgeführt (33). Beobachtet wurde dieser Effekt hauptsächlich nach Wirbelsäulen- und Rückenmarksverletzungen an der HWS und BWS, sowie im Conusbereich des Rückenmarks. Es erscheint somit ratsam, in der akuten und frühen Phase nach einer Rückenmarksverletzung nur die im Sinne der Dekompression des Rückenmarks und Primärstabilisierung der Wirbelsäule dringend angezeigten Operationen an der Wirbelsäule durchzuführen und alle weiteren zusätzlichen Stabilisierungseingriffe (z.B. Korporektomie mit Wirbelkörperersatz und/oder ventrale Stabilisierung der Rumpfwirbelsäule) auf einen späteren Zeitpunkt zu verlegen.

E9	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Verletzungen der Brustwirbelsäule in Höhe Th 1 bis Th 10 sollte in der Akutphase unter Abwägung der Nutzen- / Risikorelation eines zusätzlichen anterioren Eingriffes die alleinige dorsale Stabilisierung mit einem Fixateur interne als einzige operative Stabilisation durchgeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

BWS-Verletzungen in Höhe Th 1 bis Th 10 bedürfen in der Regel nach einer dorsalen Instrumentierung aufgrund der anatomischen Stabilisierung über das thorakale Skelett keiner zusätzlichen anterioren Stabilisierung. BWS-Verletzungen mit akuter QSL gehen meist mit komplexen Thoraxtraumata einher, die pulmonale Funktion ist dabei nicht nur durch das neurologische Defizit, sondern auch die thorakalen Begleitverletzungen eingeschränkt. Die klinische Erfahrung zeigt, dass die zusätzliche anteriore Stabilisierung an der BWS bei Pat. mit QSL ein hohes Risiko einer weiteren Verschlechterung der pulmonalen Funktion mit nosokomial erworbenen, pulmonalen Infekten mit sich bringt.

Fusionslänge

Empfehlung

E10	Empfehlung	Neu 2024
EK	Die Instrumentierung bei einer Wirbelsäulenverletzung mit akuter Querschnittlähmung sollte im Hinblick auf die Stabilität nicht länger als unbedingt nötig und im Hinblick auf die mit der Zunahme der Fusionslänge assoziierten Risiken und die schlechter werdende Funktionalität und Mobilität so kurz wie möglich gehalten werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Für die Länge der Instrumentierung gilt das Prinzip: «so lang wie nötig, so kurz wie möglich». Mit Zunahme der Länge der Instrumentierung steigt unter anderem das Risiko für postoperative Infektionen (34, 35), Infekte in der Primärbehandlung bei traumatischer QSL führen wiederum zu einem schlechteren funktionellen Ergebnis (36-38). Darüber hinaus nimmt mit der Länge der Instrumentierung die Belastung auf die Anschlusssegmente zu, in der Literatur wird ein Zusammenhang mit der Entstehung der neurogenen Arthropathie der Wirbelsäule (Charcot-Spine) diskutiert (39). Jedes aus der Bewegung genommene Wirbelsäulensegment verringert insbesondere an der HWS und LWS sowie deren Übergängen die Beweglichkeit der Wirbelsäule, mit jedem zusätzlich fusionierten Wirbelsäulensegment wird das Behandlungsergebnis hinsichtlich Funktionalität und Mobilität bei akuter traumatischer QSL schlechter (40).

Management und Versorgung der Begleitverletzungen

Die Erstuntersuchung erfolgt im Schockraum nach ATLS, Pre Hospital Trauma Life Support (PHTLS) oder äquivalenten Methoden (AWMF Reg-Nr.: 012-028). Werden hier lebensbedrohliche Verletzungen festgestellt, sind diese umgehend zu behandeln. Hierzu gehören Atemwegsverlegungen, Belüftungsstörungen und vital bedrohliche Blutungen (AWMF Reg-Nr.: 187-023).

Wie in der S3 Leitlinie zu Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung beschrieben, treten bei Verletzungen der HWS gehäuft Schädel-Hirn-Traumen und Thoraxverletzungen auf, während Verletzungen der thorakolumbalen und lumbalen Wirbelsäule gehäuft Abdominalverletzungen und Verletzungen des Urogenitaltraktes einhergehen (AWMF Register-Nr.: 187-023).

Empfehlung

E11	Empfehlung	Neu 2024
EK	Extremitätenverletzungen sollen unabhängig eines neurologischen Defizites und der Höhe einer akuten traumatischen Querschnittlähmung mit dem Ziel einer bestmöglichen Funktionalität und Mobilität nach AO-Kriterien versorgt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Da bei Menschen mit einer akuten QSL und Frakturen der oberen und/oder unteren Extremitäten das Ausmaß der Lähmung und die neurologische Erholung nicht abschließend beurteilt werden können, ist immer davon auszugehen, dass der oder die Verunfallte die möglichst uneingeschränkte Integrität seiner verletzten Gliedmaßen im späteren Verlauf benötigt. In der Akutsituation ist es vor allem wichtig, Komplikationen wie ein Kompartmentsyndrom oder Ischämien zu vermeiden. Bei subtotalen Amputationsverletzungen gilt es, die Gesamtsituation abzuschätzen und falls indiziert die Amputation durchzuführen. (AWMF Register-Nr.: 187-023) Im weiteren Verlauf sind alle Extremitätenverletzungen unabhängig vom initialen neurologischen Defizit und der Lähmungshöhe nach AO-Kriterien zu versorgen, um die bestmögliche Ausgangssituation für eine spätere Funktionalität und Mobilität zu schaffen.

8.4 Ergänzende Diagnostik bei traumatischer Querschnittlähmung

Elektrophysiologische Diagnostik (Neurographie, evozierte Potentiale, Elektromyographie)

Innerhalb der ersten 14 Tage nach Eintritt der Querschnittlähmung spielt elektrophysiologische Diagnostik nur eine untergeordnete Rolle und kommt lediglich bei der Abgrenzung der Diagnose Querschnittlähmung von anderen Lähmungsursachen (periphere Nervenläsion, nicht-somatische Ätiologie) zur Anwendung.

Labormedizinische Untersuchungen

Labormedizinische Untersuchungen folgen den üblichen Empfehlungen der Polytrauma- und Schwerverletztenversorgung (AWMF Reg-Nr.: 187-023). Ergänzend verweisen wir auf das Kapitel 11.7 (endokrinologisches Management).

9 Neuroprotektive und neuroregenerative Therapie

Kapitelverantwortung: Norbert Weidner

Kapitelmitarbeitende: Armin Curt, Nicole Skoetz, Nora Cryns

Die State-of-the-Art Behandlung der akuten traumatischen QSL beinhaltet im Wesentlichen die stabile Lagerung am Unfallort und während des Transportes, rasche stationäre Behandlung in einem (Wirbelsäulen-) traumatologisch erfahrenen Zentrum mit in der Regel zügiger operativer knöcherner Dekompression des verletzten Rückenmarks und Stabilisierung der Wirbelsäule. Parallel dazu werden frühestmöglich in einem Querschnittgelähmtenzentrum rehabilitative Intervention zur bestmöglichen Wiedererlangung der Selbständigkeit bei gleichzeitiger Vermeidung bzw. frühestmöglicher Erfassung und Behandlung von Komplikationen eingeleitet. Im Gegensatz dazu stehen bis zum heutigen Tag in der routinemäßigen Versorgung akut traumatisch querschnittgelähmter Pat. keine Therapieverfahren zur Verfügung, welche darüber hinaus neurologische bzw. funktionelle Erholung fördern. Dabei werden grundsätzlich neuroprotektive und neuroregenerative Verfahren unterschieden. Hier werden pharmakologischen und nicht-pharmakologische Therapieverfahren (hyperbare Therapie, Hypothermie, Zell-Transplantation, Biomaterial-Implantation) unterschieden.

Wegen der hohen klinischen Relevanz und Unsicherheit bzgl. der Anwendung im Akutstadium wird die Evidenzlage bzgl. der Gabe von Kortikosteroiden (z.B. Methylprednisolon, Dexamethason) im Akutstadium der traumatischen QSL separat beschrieben und davon ausgehend Empfehlungen abgeleitet. Zwar wird auch Dexamethason im klinischen Alltag eingesetzt, jedoch sind bis dato keine randomisierten Studien publiziert, welche die Wirksamkeit von Dexamethason untersucht haben.

Empfehlungen

E12	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Im Akutstadium der traumatischen Querschnittlähmung sollte keine medikamentöse Behandlung mit Methylprednisolon erfolgen.	

Qualität der Evidenz	
Outcome: ASIA Motor Score ⊕⊕⊖⊖	Sultan 2020 (41)
	Starker Konsens (100%)

Hintergrund

In einer Meta-Analyse von 5 RCTs (n=575) und 7 Beobachtungsstudien (n=4317) konnte kein Benefit hinsichtlich der neurologischen Erholung (Verbesserung der Motor Scores gemäß standardisierter neurologischer Untersuchung – ISNCSCI; Anteil der Pat. mit AIS Grad Konversion) festgestellt werden (41). Gleichzeitig waren Pneumonien und Hyperglykämien bei Behandlung mit Methylprednisolon in RCTs und Beobachtungsstudien signifikant erhöht. Darüber hinaus wurde ein Trend für das häufigere Auftreten einer Sepsis festgestellt. Zu einem identischen Ergebnis kommt die Meta-Analyse von Liu et al (42) die sich bei fehlendem Nachweis der Wirksamkeit sowie potenziellem Nebenwirkungsprofil explizit gegen die medikamentöse Behandlung mit Methylprednisolon ausspricht ("recommend against routine use of high-dose MP early after acute spinal cord injury").

E13	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Pharmakologische (nicht Steroid-basierte) Therapien mit dem Ziel der Verbesserung der neurologischen/funktionellen Erholung sollten zur Behandlung der akuten traumatischen Querschnittlähmung nicht eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: ASIA Motor Score ⊕⊕⊖⊖	Joaquim 2020 (43)	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Zwei systematische Reviews (43, 44) fassen die Ergebnisse klinischer Studien zu pharmakologischen Interventionen (Naloxone, Tirilizad, Nimodipin, Cethrin, Minocyclin, Erythropoietin, Gangliosid GM1, Vitamin D, Progesteron, Anti-Nogo-A Antikörper) bei akuter traumatischer QSL zusammen. Bei den pharmakologischen Interventionen zeigten sich bestenfalls moderate Effekte. Weiterführende randomisierte Studien sind notwendig, um die Wirksamkeit zu belegen. In der bisher größten kontrollierten doppelblind-randomisierten Phase-III-Studie zur Untersuchung der Wirksamkeit des Gangliosids GM1 (Sygen) an insgesamt 760 Pat. konnte kein Benefit in Bezug auf neurologische Erholung gezeigt werden (44).

E14	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Zell-Transplantation, hyperbare Sauerstofftherapie oder Hypothermie sollten zur Therapie der akuten traumatischen Querschnittlähmung nicht angewendet werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Neurological improvement ⊕⊖⊖⊖	Khalid 2020 (44)	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Transplantation autologer Makrophagen unterhalb der Rückenmarksläsion direkt in das Rückenmark führte zu keiner signifikanten Konversion des AIS-Grades bei generell akzeptablem Nebenwirkungsprofil und Bestätigung der Durchführbarkeit des invasiven Therapieverfahrens in einer Phase-I (n=8) sowie sich anschließender Phase-II-Studie (n=43). Entsprechende Ergebnisse wurden in einem systematischen Review (44) zusammengefasst. Klinische Phase-I Studien, welche die Transplantation Schwann'scher Zellen und oligodendrogialer Vorläuferzellen untersucht haben, konnten auf Grund der geringen Zahl eingeschlossener Pat. keine belastbaren Therapieeffekte nachweisen. In einer weiteren Phase I/II Studie wurden die Effekte der Transplantation mesenchymaler Stammzellen aus dem Knochenmark untersucht, die entweder intrathekal oder direkt in das verletzte Rückenmark transplantiert wurden. Auch hier ergab sich kein messbarer Therapieeffekt (Anteil der Studienteilnehmer mit Konversion des AIS-Grades) bei ebenfalls geringer Zahl der Studienteilnehmer (n=7 pro Behandlungsarm).

Ein systematischer Review einer chinesischen Arbeitsgruppe fasst die Effekte der hyperbaren Sauerstoff-Therapie bei akuter traumatischer QSL zusammen. Dabei beziehen sich die Autoren auf insgesamt 11 Interventionsstudien (n=442 im Behandlungsarm, n=433 im Kontrollarm), ausschließlich nicht verblindet. Neun dieser Studien liegen nur in chinesischer Sprache vor, 2 in Englisch. Insofern ist die unabhängige Analyse aller genannten Studien nicht möglich. Ein signifikanter Benefit bzgl. motorischer und sensorischer Erholung wird berichtet, der aber auf Grund der Sprachbarriere nicht nachvollzogen werden kann.

Die Anwendung der lokalen (intradural, epidural) und systemischen (endovaskulär) Hypothermie wurde bisher ausschließlich im Rahmen nicht kontrollierter und nicht randomisierter klinischer Studien mit Studienteilnehmern zwischen 5 und 35 untersucht. Dabei ergab sich kein belastbarer Effekt in Bezug auf neurologische Erholung. Randomisiert-kontrollierte Studien sind hier notwendig, um Hinweise auf die Effektivität dieser Therapie zu geben.

10 Nicht traumatische Querschnittslähmung

Kapitelverantwortung: Norbert Weidner

Kapitelmitarbeitende: Nicole Skoetz, Nora Cryns

10.1 Diagnostik bei nicht traumatischer Querschnittslähmung

Bei akuter nicht-traumatischer QSL sind Ätiologien, welche zur Kompression des Rückenmarks bzw. der Cauda equina führen (Tumor/Metastase, epidurale/intradurale/intramedulläre Blutung, Empyem, pathologische Fraktur, Arachnopathie/Syringomyelie), von Ätiologien, bei denen keine Kompression feststellbar ist (Ischämie, Autoimmunerkrankung, infektiöse/parainfektiöse Ursache, Radiatio) zu unterscheiden. Sich typischerweise nicht akut manifestierende QSL (metabolisch bedingt durch Vitamin B12-/Kupfer-Mangel, spinale Durafistel, superfizielle Siderose) sind nicht Gegenstand der aktuellen Leitlinie.

Bei jeder akuten nicht-traumatischen QSL basiert die Diagnostik auf der differenzierten Anamneserhebung (initiale Symptome, Symptomentwicklung, Zeitraum bis zur maximalen Ausprägung, relevante vorbestehende Erkrankungen) und einer differenzierten klinisch-neurologischen Untersuchung. Nach Diagnosestellung QSL mit vermutetem neurologischen Schädigungsniveau erfolgt die umgehende Schnittbildgebung, idealerweise eine spinale MRT, welches die bestmögliche Beurteilung nervaler Strukturen (Rückenmark, Radices) zulässt. Zur besseren Beurteilung knöcherner Strukturen (z.B. pathologische Fraktur) kann ergänzend eine CT der Wirbelsäule indiziert sein. Bei Kontraindikation einer MRT (z.B. Herzschrittmacher) wird zur Abklärung einer Kompressions-bedingten Ursache eine CT-Myelographie durchgeführt. Wenn auch das nicht möglich ist, wird zumindest eine CT der Wirbelsäule durchgeführt. Wenn diese Untersuchungen nicht zur Verfügung stehen, muss der oder die Pat. an ein geeignetes Zentrum verlegt werden. Bei vermuteter akuter QSL spielt Röntgen-Nativdiagnostik keine Rolle und wird deshalb zur Diagnosestellung nicht eingesetzt.

Nach Ausschluss einer Kompressions-bedingten Ursache der QSL wird eine entzündlich/infektiöse Ursache abgeklärt. Hierzu ist eine Liquoruntersuchung mit Bestimmung der Zellzahl, Eiweiß, Glucose, Lactat sowie ggf. spezifische Antikörper erforderlich.

Zur Diagnosestellung können elektrophysiologische Untersuchungen Neurographie und ggf. EMG zur Anwendung kommen, um Differentialdiagnosen einer QSL (z.B. Guillain-Barre-Syndrom) adäquat zu adressieren. Zur Abklärung disseminierter demyelinisierender ZNS-Erkrankungen sowie zur Ausschlussdiagnostik bei vermuteter nicht-somatischer bedingter Bewegungsstörungen (dissoziative Bewegungsstörung, Simulation) können evozierte Potentiale (VEP, SSEP, MEP) zur Anwendung kommen. Bei vorliegendem Ausfallsmuster einer Paraparese erfolgt nach Ausschluss spinaler Ursachen bzw. Ursachen im Bereich des peripheren Nervensystems bzw. der neuromuskulären Übertragung (bei Verdacht repetitive Reizung) eine zerebrale Schnittbildgebung (CT oder MRT) zum Ausschluss einer Mittellinien-nahen Läsion.

Spezifische Diagnostik bestimmter nicht-traumatischer Ursachen

Spinale Ischämie

Bei vermuteter spinaler Ischämie wird eine spinale MRT mit Diffusionswichtung zum Nachweis einer frischen spinalen Ischämie sowie eine CT-Angiographie zur Frage ätiologisch relevanter behandelbarer Ursachen im Bereich der Aorta durchgeführt. Eine konventionelle Angiographie kann bei Verdacht einer zugrunde liegenden arteriovenösen Malformation indiziert sein.

Infektiöse/parainfektiöse Genese (Viren, Bakterien, Pilze)

PCR, Antikörper-Bestimmung, im Serum und Liquor.

Empfehlung

E15	Empfehlung	Neu 2024
EK	Im Rahmen der Diagnosestellung einer nicht-traumatischen Querschnittlähmung soll eine klinisch-neurologische Untersuchung erfolgen, die die Schädigungshöhe und den Schweregrad beinhaltet. ISNCSCI = International Standards for Neurological Classification of SCI	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Es gibt keine diesbezügliche Evidenz und auch keine Empfehlung aus der nationalen oder internationalen Literatur. Für die Diagnosestellung und Einleitung differenzierter apparativer Diagnostik (z.B. Schnittbildgebung) ist die standardisierte neurologische Untersuchung nach ISNCSCI nicht erforderlich. Diese Form der standardisierten Untersuchung wurde ursprünglich für die traumatische QSL entwickelt. Hier ist vordergründig das Ziel, eine allgemeingültige Definition der Verletzungshöhe und Verletzungsschwere festzulegen, um zum einen die natürliche Erholung beschreiben und zum anderen als validiertes und international anerkanntes Untersuchungsinstrument die Erfassung von Therapieeffekten nach entsprechenden Interventionen zu ermöglichen (45). Vordringliches Ziel der klinisch-neurologischen Untersuchung im Rahmen der Erstpräsentation ist hingegen eine rasche Diagnosestellung mit dem Ziel der zügigen kausalen Therapie. Sobald die Ursache/Diagnose nicht-traumatische QSL gesichert ist, kann die standardisierte neurologische Untersuchung nach ISNCSCI zur Befunddokumentation (Schweregrad der QSL) und fachlichen Kommunikation herangezogen werden.

10.2 Therapie der akuten nicht traumatischen Querschnittlähmung

Infektiöse und parainfektiöse Myelitis

Je nach behandelbarem Erreger wird umgehend eine spezifische antivirale, antibiotische, fungizide Therapie eingeleitet werden. Initial wird bei bildgebendem Befund (Myelopathie im MRT) und Liquorbefund (Pleozytose) eine empirische antivirale bzw. antibiotische Therapie eingeleitet:

- bei vermuteter viraler Genese: Aciclovir, alternativ Famciclovir oder Brivudin (Leitlinie „Virale Meningoenzephalitis“, AWMF Reg-Nr.: 030-100)
- bei vermuteter bakterieller Genese: ZNS-gängigem Antibiotikum, z.B. Ceftriaxon.

Kompressionsbedingte Querschnittlähmung

Grundsätzlich gilt für akute QSL, welche durch eine kompressionsbedingte, nicht-traumatische Ursache (z.B. spinale Blutung, pathologische Wirbelkörperfraktur, spinales Empyem) hervorgerufen wurden, dass eine schnellstmögliche operative Dekompression angestrebt wird. Nur bei rascher operativer Entlastung wird das Ausmaß der Schädigung des Rückenmarks und der daraus resultierenden neurologischen Ausfälle in Grenzen gehalten. Begleitumstände wie Alter, Co-Morbidität, Progress der Tumorgrunderkrankung werden bei der Therapieentscheidung mitberücksichtigt.

Empfehlungen

Multiplen Sklerose, Neuromyelitis-optica-Spektrum-Erkrankungen und MOG-IgG-assoziierte Erkrankungen

Es wird auf die Leitlinie der DGN (AWMF Reg-Nr.: 030-050) verwiesen.

Zerebrale Vaskulitis und zerebrale Beteiligung bei systemischen Vaskulitiden und rheumatischen Grunderkrankungen

s. DGN Leitlinie (AWMF Reg-Nr.: 030-085)

Neuroborreliose

s. DGN Leitlinie (AWMF Reg-Nr.: 030-071)

Spinale Ischämie

E16	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: Statement	Bei Pat. mit einer akuten nicht-iatrogenen spinalen Ischämie kann auf Grund der unsicheren Evidenz keine Empfehlung für endovaskuläre Revaskularisierung gegeben werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Efficacy ⊕⊖⊖⊖	Naik 2022 (46)	
	Starker Konsens (100%)	

E17	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: Statement	Bei Pat. mit einer akuten nicht-iatrogenen spinalen Ischämie kann auf Grund der unsicheren Evidenz keine Empfehlung für Liquordrainage gegeben werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Efficacy ⊕⊖⊖⊖	Naik 2022 (46)	
	Starker Konsens (100%)	

E18	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: Statement	Bei Pat. mit einer akuten nicht-iatrogenen spinalen Ischämie kann auf Grund der unsicheren Evidenz keine Empfehlung für die systemische Steroidtherapie gegeben werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Efficacy ⊕⊖⊖⊖	Naik 2022 (46)	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Eine Meta-Analyse von Case Reports (n=147), welche die klinische Präsentation, Therapie und Verlauf nicht-iatrogener spinaler Ischämien untersucht haben, kann keinen Zusammenhang des

Outcomes mit unterschiedlich häufig angewandten Therapieverfahren nachweisen (Endovaskuläre Revaskularisierung, Liquordrainage, Steroidgabe, Antikoagulation, Blutdruckkontrolle) (46). Zwar wird ein Benefit hinsichtlich des nicht-standardisierte Outcome (Scores von -2 bis 3; -2 = Pat. verstorben bis +3 = vollständige Erholung) für die Liquordrainage beschrieben. Allerdings gibt es bei unterschiedlichen Schweregraden der QSL keine Vergleichsgruppe, welche eine bestimmte Intervention nicht erhalten hat. Bzgl. Blutdruckmanagement und sekundärprophylaktischer Antikoagulation wird auf die S2e-Leitlinie „Akuttherapie des ischämischen Schlaganfalls“ (AWMF-Registernummer 030-046) verwiesen.

Spondylitis und Spondylodiszitis

Es wird verwiesen auf die S2k-Leitlinie „Therapie und Diagnose der Spondylodiszitis“ (AWMF Reg-Nr.: 151-001).

Spinale Metastasierung

E19	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Bei Kompression des Rückenmarks durch Metastasen sollte die systemische Gabe von Dexamethason erfolgen, um die Gehfähigkeit zu verbessern.	
Qualität der Evidenz		
Outcome:	Kumar 2017 (47)	
1-year survival with ambulatory capacity	⊕⊖⊖⊖	
6-months survival with ambulatory capacity	⊕⊖⊖⊖	
Mortality	⊕⊖⊖⊖	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Steroidtherapie, die unmittelbar nach der Diagnose einer Kompression des Rückenmarks durch Metastasen verabreicht wird kann den Anteil der Pat. erhöhen, die ein Jahr nach der Therapie noch gehfähig sind, ohne eindeutige Auswirkung auf Darm- und Blasenfunktion oder das Überleben (1 RCT) (47). Diese Schlussfolgerungen beziehen sich auf die nachfolgende Behandlung mit Strahlentherapie. Studien zur Wirkung von Steroiden vor operativer Dekompression liegen bisher nicht vor. Ein optimales Gleichgewicht zwischen Ansprechen auf die Behandlung mit Dexamethason und Nebenwirkungen wurde mit einem Protokoll mit Bolusdosis (10 mg i.v.) und sich anschließender Erhaltungsdosis (16 mg oral 1x täglich) erreicht.

11 Querschnittlähmung assoziierte Phänomene, Pathologien und Prävention von Komplikationen

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner, Sophie Irrgang

Neben den sensomotorischen Ausfällen im Rahmen der QSL, können die Funktionen des autonomen Nervensystems abhängig von der Höhe und dem Ausmaß der Verletzung beeinträchtigt sein (48). Die internationale Fachgesellschaft (ISCoS) hat 2008 eine erste Version des ISNCSCI (49) entwickelt, um die Funktion des autonomen Nervensystems standardisiert zu beschreiben. Zu den Funktionen gehören die folgenden Organsysteme: kardiovaskuläres, thermoregulatorisches und sudomotorisches, bronchopulmonales System, der untere Harntrakt, das gastrointestinale System, und die Genitalien und reproduktiven Organe (48).

Die spezifischen vegetativen Dysfunktionen im Rahmen einer QSL erklären sich durch die sympathische Innervation mit Ursprung in den spinalen Segmenten Th1–L2 (Nucleus intermediolateralis) über die Rami communicantes zum Grenzstrang und dann zu den Spinalnerven (48). Im Gegensatz dazu bleibt das kraniale parasympathische Nervensystem (Hirnnerven III, VII, IX und X) unbeeinträchtigt, während die Nervenwurzeln des kaudalen parasympathischen Nervensystems S2–S4 auch beeinträchtigt sein können. Die akute traumatische QSL kann damit durch den Ausfall der sympathischen Innervation zu einem Überwiegen des Parasympathikus führen.

Bis zu 90% aller Menschen mit einer zervikalen QSL haben eine eingeschränkte Funktion des autonomen Nervensystems (50).

11.1 Management neurogener Schock und Hypotonie (neurogen und orthostatisch)

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner, Benjamin Furrer, Sophie Irrgang

Der neurogene Schock beschreibt die hämodynamischen Veränderungen im Rahmen des spinalen Schocks mit den Symptomen Hypotonie, Bradykardie und Hypothermie, auch bekannt als klassische Trias des neurogenen Schocks (51). Eine seltene Komplikation ist auch das neurogene Lungenödem (52).

Posttraumatisch kann in den ersten Sekunden bis Minuten der Blutdruck durch das adrenerge System aufrechterhalten werden. In der Folge kommt es zur Hypotonie durch den Ausfall des sympathischen Nervensystems. Der neurogene Schock führt zu einer akuten Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes mit Hypotonie und das venöse Pooling zu einer Abnahme des kardialen Preloads. Die Hypotonie ist am ausgeprägtesten in der Phase des spinalen Schocks, welcher Tage bis Wochen und in Extremfällen bis 12 Monate dauern kann (53).

Eine orthostatische Hypotonie tritt häufig bei Läsionen oberhalb Th6 auf und stellt insbesondere bei der Mobilisation der Pat. ein Problem dar. Die Symptome bessern sich meist nach Abklingen des

spinalen Schocks mit Einsetzen spinaler Reflexe und Spastik sowie durch adaptive vaskuläre Mechanismen.

Empfehlungen

E20	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: A	a) Bei Pat. mit traumatischer Querschnittslähmung sollte der arterielle Mitteldruck in den ersten 2 bis 3 Tagen (maximal 7 Tagen) zwischen 70 mmHg und 90 mmHg betragen. b) Als Vasopressor sollte bevorzugt Noradrenalin eingesetzt werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome:	Evaniew 2020 (54)	
Neurological recovery		
⊕⊖⊖⊖		
Adverse events		
⊕⊖⊖⊖		
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Da eine Erhöhung des arteriellen Mitteldrucks (MAP) wahrscheinlich auch zu einer Erhöhung des spinalen Perfusionsdruckes führt und damit die neurologische Erholung begünstigt, soll eine Erhöhung des MAP angestrebt werden (54).

Ein systematisches Review (54) untersuchte die Effekte zielgerichteter Interventionen eines MAP und eines spinalen Perfusionsdruckes (SCPP) auf die neurologische Erholung und unerwünschte Ereignisse bei Menschen mit akuter QSL. Sie schlossen 20 Observationsstudien und 1 RCT ein, dabei fanden sie heraus, dass die Effekte von definierten und angestrebten MAP oder SCPP auf die neurologische Erholung unsicher sind. Sie fanden keine Studien, welche die Effekte spezifischer MAP Zielbereiche, SCPP Zielbereiche, SCPP Überwachungstechniken oder die Behandlungsdauer verglichen. Neun Studien berichteten über MAP Zielwerte von 70-90 mmHg. Der Einsatz von Vasopressoren zur Unterstützung eines ausreichenden MAP kann zu einer höheren Rate an unerwünschten Ereignissen (vorwiegend kardial) führen. Die methodische Qualität (54) wurde als „kritisch niedrig“ bewertet, da vorab kein Protokoll veröffentlicht wurde, die PICO-Elemente nicht vollständig erläutert wurden und keine Metaanalyse durchgeführt wurde.

Ein systematisches Review (55) untersuchte die Auswirkungen von MAP Manipulation auf neurologische Outcomes bei 632 Menschen mit akuter traumatischer QSL. Auch sie konnten keine klare Evidenz für die Vorteile einer MAP-Therapie finden. Die Daten weisen darauf hin, dass der wichtigste Aspekt des hämodynamischen Managements bei Menschen mit akuter traumatischer QSL ist, den Blutdruck normotensiv zu halten. Zudem scheinen die ersten 2 bis 3 Tage der wichtigste Zeitabschnitt zu sein. Bei Menschen mit pulmonalen oder kardialen Risikofaktoren sollte der Einsatz

von Vasopressoren überdacht werden. Die methodische Qualität wurde als „kritisch niedrig“ bewertet, da das Screening nicht doppelt durchgeführt wurde, Verzerrungsrisiken nur unzureichend erhoben und diskutiert wurden und keine Metaanalyse durchgeführt wurde (55).

Obwohl die aktuellen systematischen Reviews keine eindeutige Wirksamkeit im Hinblick auf die neurologische Erholung bei aktivem Blutdruck-Management aufzeigen (Verzerrungsrisiko Inkonsistenz, Impräzision), wird ein MAP zwischen 70-90mmHg angestrebt. Eine Steigerung des MAP auf einen Wert zwischen 70-90mmHg durch die Gabe von Noradrenalin auf einer Intensivstation wird als sicher angesehen, falls Pat. nicht spontan einen ausreichenden MAP erreichen.

E21	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Bei Pat. mit Querschnittslähmung und verminderter kardialer Ejektionsfraktion sollte zusätzlich Dobutamin eingesetzt werden, um den angestrebten Mitteldruck zu erreichen.	
Qualität der Evidenz		
Outcome:	Evaniew 2020 (54)	
Neurological recovery	⊕⊖⊖⊖	
Adverse events	⊕⊖⊖⊖	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund:

Ein systematischer Review (56) untersuchte das Blutdruckmanagement in Hinblick auf angestrebte Blutdruckwerte und die Dauer des Blutdruckmanagements, und die Wahl der Vasopressoren bei 789 Menschen mit akuter QSL. Bei ventrikulärer Dysfunktion z.B. im Zusammenhang mit kardialen Vorerkrankungen wurden bei der Gabe von Dobutamin gute Verbesserungen der kardialen Leistungsfähigkeit und Rhythmusstörungen beobachtet, die auf der Intensivstation unter dem etablierten Monitoring sicher behandelt werden konnten. Die methodische Qualität des systematischen Reviews wurde als „kritisch niedrig“ bewertet, da vorab kein Protokoll veröffentlicht wurde, die Suche nicht umfassend genug durchgeführt wurde und keine Metaanalyse durchgeführt wurde. (56)

11.2 Kardiovaskuläres Management: Bradykardie, Arrhythmien und Herzstillstand

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner, Benjamin Furrer, Sophie Irrgang

Bradyarrhythmien und Sinusbradykardien treten infolge des Ausfalls der sympathischen Versorgung von Th1–Th4 bei vielen tetraplegischen Pat. im Akutstadium auf. Ein initialer Sinusarrest und damit

ggf. Herzkreislaufstillstand sind selten. Die Bradykardie bessert sich meist nach der Phase des spinalen Schocks. Vorsicht ist jedoch geboten bei Manipulationen an Pat., wie beispielsweise bei trachealem Absaugen, Intubation oder Bronchoskopie. Ein reflektorischer Sinusarrest kann als Folge der vagalen Stimulation auftreten.

Akut wird bei Bradykardien mit intravenösem Atropin in einer Dosierung von mindestens 0,5mg und maximal 3mg therapiert. Bei rezidivierendem Auftreten kann unter Berücksichtigung der Kontraindikationen Orciprenalin in einer Dosierung von 10–30 mg/Tag p.o., startend mit der geringen Dosis und Steigerung bei Bedarf, angesetzt werden (57). Der Einsatz eines temporären oder permanenten Herzschrittmachers ist nur selten erforderlich.

11.3 Autonome Dysreflexie

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner, Sophie Irrgang

Nach Abklingen des spinalen Schocks kann es bei einer Läsionshöhe Th6 oder höher zur autonomen Dysregulation (Dysreflexie) mit gefährlicher, unkontrollierter Hypertonie kommen, die allerdings innerhalb der ersten 2 Wochen nach Eintritt der QSL selten beobachtet wird. Der dabei beobachtete massive Blutdruckanstieg stellt eine lebensbedrohliche Komplikation dar, die sofort behandelt werden muss. Falls die Ursache (in 95 % überfüllte Harnblase) nicht umgehend gefunden werden kann, eignen sich Nitrate (durch Senkung der Vorlast) oder Antihypertensiva wie Urapidil oder Nicardipin zur Kontrolle der Hypertonie.

11.4 Schmerzmanagement

Kapitelverantwortung: Steffen Franz

Kapitelmitarbeitende: Regina Sauer, Norbert Weidner, Anke Scheel-Sailer

In der Akutphase einer QSL, insbesondere nach traumatischer, aber auch nach nicht-traumatischer Genese, leidet die überwiegende Mehrheit der betroffenen Menschen unter Schmerzen (58-60). Schmerzen werden von Pat. als eine der belastendsten Folgen einer QSL angegeben (61). Nicht selten werden gleichzeitig mehrere verschiedene Schmerztypen und betroffene Körperlokalisationen berichtet (62). Demgegenüber existiert für die Behandlung von Schmerzen nach QSL kaum belastbare klinische Evidenz (63). Dies betrifft sowohl pharmakologische als auch nicht-pharmakologische Ansätze. Folglich sind bis heute klare Empfehlungen zur effektiven Behandlung dieser Schmerzen limitiert.

In den letzten Jahren wurde vor dem Hintergrund der Komplexität von Klassifikation (64, 65), Diagnostik und Therapie, versucht, die bestehende Evidenz strukturiert in klinischen Leitlinien zusammenzufassen und, soweit möglich, daraus fundierte Handlungsempfehlungen abzuleiten. Diese sind jedoch in Ermangelung von qualitativ hochwertigen klinischen Studien weiterhin größtenteils konsensbasiert. Außerdem fokussieren sich diese Leitlinien in aller Regel auf bereits chronifizierte Schmerzen (66, 67). Ungeachtet dieser Schwierigkeiten war es möglich, die relevantesten

Evidenzlücken und Handlungsfelder für Schmerzen nach QSL strukturiert und systematisch zu erfassen (68).

So erscheint insbesondere die Verhinderung einer Chronifizierung von Schmerzen als eine der zentralen Herausforderungen auch im Schmerzmanagement nach akuter QSL (69), wobei ein sinnvoller Zeitpunkt zur Einflussnahme bereits in frühen Phasen der Schmerzentstehung vermutet wird (70). Bezeichnend hierfür ist, dass im Allgemeinen eine Prävalenz chronischer Schmerzen infolge QSL von über 70 % vermutet wird (62). Neuropathische Schmerzen spielen dabei wiederum – je nach zugrundeliegender Studie – für mindestens ein Drittel bis zu mehr als die Hälfte aller Betroffenen eine dauerhaft relevante Rolle (71). Es besteht grundsätzlich Einigkeit darüber, dass eine effektive Verhinderung der Chronifizierung von Schmerzen, eine verlässliche und frühzeitige Diagnostik, Klassifikation und effiziente, relativ zeitnah nach Eintritt der QSL angesetzte, Behandlung voraussetzt (66).

Empfehlung

E22	Empfehlung	Neu 2024
EK	Nach erfolgter spezifischer Einordnung der zugrundeliegenden Entität der Schmerzen (Klassifikation der Schmerzen) bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollten in einem ersten Schritt zugrundeliegende Ursachen bzw. Trigger identifiziert und eine frühzeitige und effektive Behandlung in die Wege geleitet werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Diagnostik und Klassifikation betreffend werden nach QSL im Wesentlichen nozizeptive, und neuropathische Schmerzen unterschieden (72). Nozizeptive Schmerzen bei QSL sind insbesondere in Form von muskuloskelettalen (z.B. nach Fraktur) und viszeralen (z.B. infolge Obstipation) Schmerzen von Relevanz. Neuropathische Schmerzen in unmittelbarer Folge der QSL werden in solche auf dem Lähmungsniveau («at-level») und jene unterhalb des Lähmungsniveaus («below-level») unterschieden und treten mithin in neurologisch veränderten Regionen auf. Es gibt inzwischen auf klinischer Erfahrung basierende Ansätze, um dem Auftreten von insbesondere nozizeptiven Schmerzen, zum Beispiel als Folge einer Überbelastung von Gelenken oder im Rahmen einer neurogenen Darmfunktionsstörung entgegenzuwirken. Eine effiziente Prophylaxe des Auftretens, besonders neuropathischer Schmerzen, ist unterdessen nicht möglich (73).

In der Akutphase können Schmerzen oder unangenehme Empfindungen, häufig traumaassoziiert, von nozizeptivem Charakter sein, aber auch als direkte Folge der Rückenmarksschädigung bereits im Zusammenhang mit entstehenden neuropathischen Schmerzen stehen (74, 75). Ein Beispiel wäre hier das frühe Auftreten einer Allodynie in Hautarealen mit Veränderungen in der Sensibilität. Neuropathische Schmerzen können aber beispielsweise auch durch nozizeptive Schmerzen unterhalb des Lähmungsniveaus getriggert werden, wobei nozizeptive Schmerzen dann möglicherweise infolge der Rückenmarksschädigung maskiert und damit kaum oder gar nicht wahrnehmbar sein können (58). Weiterhin kann es insbesondere in der akuten Phase schwierig sein, einzelne Schmerzursachen und

deren Entität in Bezug auf die geklagte Symptomatik zweifelsfrei zu unterscheiden. Diese Umstände lassen das klinische Bild – speziell auch in der akuten Phase – häufig komplex und schwer einschätzbar erscheinen.

Im Hinblick auf therapeutische Strategien bleibt festzuhalten, dass insofern zugrundeliegende Faktoren der Schmerzen entweder nicht identifizierbar bzw. adressierbar sind oder eine eindeutige Zuordnung der Schmerzen zu einer spezifischen Entität nicht möglich erscheint (76), wird zunehmend eine frühe Initiierung bekanntermaßen wirksamer pharmakologischer Therapien diskutiert, auch um der Chronifizierung entgegenzuwirken (75, 77). So zum Beispiel Gabapentinoide im Falle von neuropathischen Schmerzen oder im postoperativen Schmerzmanagement nach Wirbelsäulenoperationen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass auch wenn belastbare spezifische Evidenz für fundierte schmerztherapeutische Empfehlungen bei Menschen mit QSL in der akuten Phase nicht existiert, mehrere themenbezogene Leitlinien aus den letzten Jahren bei der Evaluierung eines individuellen Schmerzmanagements Orientierung bieten können (S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung, AWMF Reg-Nr.: 187-023) (66, 67).

11.5 Management affektiver, kognitiver und Schlaf-bezogener Beeinträchtigungen

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Regina Sauer, Norbert Weidner, Rilana Schuster

Eine akute QSL wirkt aufgrund der plötzlichen komplexen körperlichen Veränderungen häufig auf den Affekt, die Kognition und die Schlafqualität aus, welche die die Funktionsfähigkeit der Betroffenen beeinträchtigen können (78).. Da es bisher wenig Forschung zu affektiven Störungen in den ersten 14 Tagen nach Eintritt der QSL gibt, können die diesbezüglichen Erkenntnisse aus einem Review (78) im Zusammenhang mit einer QSL unter Vorbehalt für diese Leitlinie als indirekte Evidenz genutzt werden. In der postakuten und chronischen Phase treten bei Menschen mit einer QSL-Anpassungsstörungen, Depressionen und Ängste sowie andere psychiatrische Symptome wie Müdigkeit, Stress und Suizidgedanken häufiger als in der nicht von einer QSL betroffenen Bevölkerung auf. Menschen mit einer QSL haben zusätzlich ein hohes Risiko für kognitive Beeinträchtigungen.

Die Inzidenz einer leichten bis mittelschweren Depression nach akuter QSL wird im ersten Jahr mit 63,8 %, einer schweren mit 29,1 % und anhaltende mittelschwere bis schwere Depression (7,1 %) beschrieben. Die Entwicklung von depressiven Symptomen oder Angstsymptomen wird auch von vorbestehenden Persönlichkeitsmerkmalen beeinflusst (79). Im Hinblick auf die Beurteilung der emotionalen Veränderungen in der akuten Phase steht die Früherkennung von Risikofaktoren für einen psychisch belasteten Verlauf und einer Anpassungsstörung zu Beginn der QSL im Vordergrund, da die Diagnose einer Depression erst nach sechs Monaten gestellt wird. Nach der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD-10) kann sich eine Anpassungsstörung bereits innerhalb eines Monats nach Konfrontation mit einer

identifizierbaren psychosozialen Belastung, die nicht außergewöhnlich oder von katastrophalem Ausmaß war, entwickeln und bis zu sechs Monate anhalten.

Da unterschiedliche Faktoren die Entwicklung einer Depression beeinflussen und Menschen mit einer QSL unterschiedliche Kompetenzen im Umgang mit der neuen Situation haben, sollte die Kommunikation in der Akutphase vor allem das Ziel haben, die Menschen in ihrer Individualität und ihrer Resilienz zu evaluieren (80).

Bei der Beurteilung von Menschen mit einer QSL und akut depressiver bzw. psychotischer Symptomatik ist die differentialdiagnostische Beurteilung des Unfallhergangs wichtig. Die QSL als Folge eines Suizidversuches oder als Folge eines Unfalls im Rahmen eines akuten Delirs oder einer Psychose ohne Zurechnungsfähigkeit sind hier zu unterscheiden.

Schlafstörungen wie schlafbezogene Atmungsstörung (SDB), schlafbezogene Bewegungsstörungen, Störungen des zirkadianen Schlaf-Wach-Rhythmus und Schlaflosigkeit treten in der chronischen Phase häufig bei Menschen mit einer QSL auf (81). Die Evidenz über Schlafstörungen in der Akutphase nach QSL ist schwach. Aus dem klinischen Alltag und Fallberichten ist bekannt, dass bis zu 90 % aller Pat. in dieser Phase unter Schlafstörungen leiden. Insofern ist die Aufklärung des oder der Pat. und dem Behandlungsteam gegenüber wichtig. Die medikamentöse Therapie erfolgt, den üblichen Standards entsprechend, unter Berücksichtigung des jeweiligen Nebenwirkungsprofils. Ergänzend verweisen wir auf Schlaf-bezogenen Atemstörungen im Kapitel 11.7 (Atemstörung im Schlaf).

Empfehlung

E23	Empfehlung	Neu 2024
EK	Menschen mit einer akuten Querschnittslähmung sollten frühzeitig psychologisch untersucht und gegebenenfalls im Sinne einer Krisenintervention begleitet werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Eine frühzeitige psychologische Unterstützung hat sich für die Entwicklung von Bewältigungsstrategien etabliert. Grundsätzlich wird eine Patienten-zentrierte Kommunikation und eine Aufklärung über die Diagnose angepasst an die individuelle Situation empfohlen (82). Die Reaktionen auf die QSL sind individuell sehr verschieden und hängen von den persönlichen Erfahrungen und den Umständen zur QSL ab (79).

Im Hinblick auf das Management, Diagnostik und medikamentöse und nicht medikamentöse Behandlung von Delir verweisen wir auf die S3-Leitlinie Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin (AWMF Reg.-Nr.: 001-012) und auf die S3-Leitlinie Delir im höheren Lebensalter - Eine transsektoral umsetzbare, interdisziplinär-interprofessionelle Leitlinie zu Delir-Prävention, -Diagnostik und -Therapie beim alten Menschen (AWMF-Reg- Nr.: 109-001) sobald diese fertig gestellt ist (geplant am 31.07.2025).

Ergänzend verweisen wir zu Aspekten der Frühmobilisation auf Intensivstationen auf die S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen (AWMF Reg.-Nr.: 001-015).

Im Hinblick auf den Umgang mit Suizidalität verweisen wir auf die S3-Leitlinie Umgang mit Suizidalität (AWMF Reg.-Nr.: 038-028), welche zum 10.01.2026 fertiggestellt werden soll.

11.6 Thromboembolieprophylaxe

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner, Sandra Himmelhaus, Sophie Irrgang

Vor Einführung der Thromboseprophylaxe in der Akutphase nach Eintritt einer QSL entwickelten fast alle Menschen mit einer QSL eine Thrombose, häufig trat eine Lungenembolie, zum Teil mit tödlichem Ausgang auf (84). Seit Ende des letzten Jahrhunderts werden unterschiedliche Strategien der Thromboseprophylaxe eingesetzt, um einerseits eine ausreichende Reduktion des Thromboserisikos zu erreichen und gleichzeitig im Rahmen der Antikoagulation keine gravierenden Blutungen zu provozieren, die insbesondere nach Operationen an der Wirbelsäule oder im Spinalkanal gravierende Folgen haben könnten. (83) Als Risikofaktoren wurden das Alter, das männliche Geschlecht, laborchemische Indikatoren (Fibrinogen, C-reactive protein, D-Dimer, Macrophage Migration Inhibitory Factor, Leukozytose, IL-6) und der Schweregrad der QSL (AIS-A) beschrieben.

Ergänzend verweisen wir auf die S1 Leitlinie Thromboembolieprophylaxe bei Querschnittslähmung (AWMF-Register Nr: 179-015).

Empfehlung

E24	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: A	Thromboseprophylaxe (niedermolekulares Heparin oder unfractioniertes Heparin) sollen unter Berücksichtigung möglicher Blutungsrisiken (postoperativ) so früh wie möglich verabreicht werden, um Risiken der venösen Thromboembolie bei Menschen mit akuter Querschnittslähmung zu reduzieren.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Effectiveness (risk of deep venous thrombosis) ⊕⊖⊖⊖	Lin 2021 (84), Arnold 2017 (85), Liu 2017 (86)	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Aktuelle Forschungsergebnisse belegen die Effektivität und Sicherheit von Thromboseprophylaxe.

In einem systematischen Review (85) wurde die Inzidenz tiefer Beinvenenthrombosen und das Auftreten von Lungenembolien, großer Blutungen, Mortalität, anderer unerwünschter Ereignisse und Kostenwirksamkeit untersucht. Es zeigte sich, dass sowohl niedermolekulare Heparine als auch unfraktionierte Heparine zur Prophylaxe venöser Thromboembolien für Menschen mit QSL sicher und effektiv sind. Ein Unterschied zwischen fixed-dose und adjusted low-dose wurde nicht gefunden. Die methodische Qualität des Reviews wurde als "niedrig" bewertet, da kein vorab Protokoll veröffentlicht wurde und keine Metaanalyse durchgeführt wurde. (85)

In einem anderen systematischen Review mit Metaanalyse (86) wurde die Inzidenz venöser Thromboembolien und großer Blutungen in 1605 Pat. mit akuter untersucht. Verglichen mit einem Placebo oder keiner Therapie zeigte Heparin protektive Effekte bezüglich der Inzidenz venöser Thromboembolien (RR = 0.35 (95% CI 0.15-0.87; P = 0.02)). Zwischen niedrig dosiertem unfraktioniertem Heparin und niedermolekularem Heparin konnten weder bezüglich venöser Thromboembolien (RR = 1.09, 96 % CI 0.63-1.89; P = 0.76) noch bezüglich großer Blutungen (RR = 1.32, 95 % CI 0.62-2.84; P = 0.47) signifikante Unterschiede festgestellt werden. Die methodische des Reviews wurde als "kritisch niedrig" bewertet, da vorab kein Protokoll veröffentlicht wurde und das Screening nicht doppelt durchgeführt wurde. (86)

In einem systematischen Review mit Metaanalyse (84) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen niedermolekularem Heparin und unfraktioniertem Heparin zur Prophylaxe venöser Thromboembolien (RR=1.33, I² =79). Ebenso wurde keine signifikante Differenz in der Inzidenz von Blutungen als Komplikation der Antikoagulantientherapie festgestellt (RR=0.78, I² = 31 %). Darüber hinaus untersuchten die Autoren Subgruppen nach Wirbelsäulensegmenten und dem Grad der QSL gemäß der American Spinal Injury Association (ASIA) und konnten auch in diesen Kategorien keine signifikanten Unterschiede feststellen. Die methodische des Reviews wurde als "kritisch niedrig" bewertet, da vorab kein Protokoll veröffentlicht wurde und Heterogenität sowie Risk of Bias nur unzureichend diskutiert und berücksichtigt wurden (84).

Zu beachten ist, dass bei fraxionierten Heparin-Präparaten sowie bei unfraktioniertem Heparin relevante Gegenanzeigen zur Anwendung in der Akutphase wie zum Beispiel Zustände mit hohem Blutungsrisiko, einschließlich kürzlich aufgetretener hämorrhagischer Schlaganfall, Magen- oder Darmulzera, maligne Neoplasie mit hohem Blutungsrisiko, kürzlich zurückliegende Operationen am Gehirn, der Wirbelsäule bestehen, so dass der Zeitpunkt der Anwendung von unfraktioniertem bzw. fraktioniertem Heparin auch mit dem behandelnden Operateur abgestimmt werden muss.

11.7 Respiratorisches Management

Kapitelverantwortung: Marc Landscheid

Kapitelmitarbeitende: Jens Geiseler, Franz Michel, Uwe Max Mauer, Matthias Ponfick, Anke Scheel-Sailer, Søren Tiedemann

Eine akute QSL und thorakale Begleitverletzungen bei traumatischer Ursache beeinflussen, abhängig von Läsionshöhe und -ausmaß, unmittelbar die Atmung, insbesondere a) die Kapazität der Atempumpe, b) die autonome Regulation der Luftwege sowie c) das Vermögen zu Husten und damit die Luftwege offen und frei von Sekret zu halten (87-89).

Respiratorische Probleme treten in der Akutphase häufig auf (36-83%). Zu den häufigsten Komplikationen zählen Pneumonien, Atelektasen und ein respiratorisches Versagen (90).

Für die Empfehlungen zur Diagnostik und Behandlung der eingeschränkten Atemfunktion, dem Sekretmanagement und der Atemunterstützung verweisen wir ergänzend auf die S2k Leitlinie "Atmung, Atemunterstützung und Beatmung bei akuter und chronischer QSL" (AWMF Reg-Nr.: 179-011).

Atem- und Hustenmanagement in der Akutphase

Die Sekretretention führt, insbesondere in der Frühphase nach QSL und bei höherem Läsionsniveau, häufig zu Komplikationen wie Pneumonien, Atelektasen oder akutes Atemversagen

Techniken um das Abhusten von Sekret bei akuter QSL sowohl manuell wie auch maschinell zu unterstützen sind:

- Manuell assistierte Hustentechniken mit und ohne maximale Inspiration durch Luft- Anhäufeln, Insufflation mit einem Beatmungsbeutel oder glossopharyngeale Atmung
- Maschinell assistiertes Abhusten mittels In-, Exsufflator
- Durch Elektrostimulation assistiertes Abhusten

In der klinischen Praxis ist es üblich, Maßnahmen zur Erleichterung und Verbesserung des Vermögens, Sekret abzu husten unmittelbar nach Eintritt der QSL zu beginnen.

Die Technik des mechanisch unterstützten Abhustens in Kombination mit atemtherapeutischen Maßnahmen erwies sich als wirksamer im Vergleich zu Atemtherapie allein (91).

Eine Patientenumfrage tracheotomierter Menschen mit QSL zeigt, dass die maschinell unterstützte Technik mittels In- und Exsufflator gegenüber dem invasiven Absaugen durch die Trachealkanüle bevorzugt wird (92).

Bei tracheotomierten Menschen mit Tetraplegie zeigte eine Kombination von oszillierendem inspiratorischen wie auch einem oszillierenden positiven expiratorischen Druck eine Verbesserung der Sekretmobilisation (93).

Empfehlungen

E25	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: A	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung und einer Beatmungsnotwendigkeit sollen in einem umfangreichen respiratorischen Management mit Anpassung der Beatmungsvolumina, Lagerung und Positionierungsstrategien, Atemtraining und Sekretmanagement behandelt werden, um die Erholung der Atemfunktion soweit möglich zu unterstützen.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Weaning duration	Lippi 2023 (94)	

⊕⊕⊕⊕	
Mechanical ventilation duration	
⊕⊕⊕⊕	
Weaning success rate	
⊕⊕⊕⊕	
	Starker Konsens (100%)

Hintergrund

Ein systematischer Review (94) zur Optimierung des prolongierten Weanings untersuchte umfassende Rehabilitationsinterventionen wie Tidalvolumenventilation, Lagerung, Mechanisches Recruitmentmanöver, Sekretmanagementstrategien, Atemmuskeltraining oder Elektrostimulation. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine umfangreiche Rehabilitationsstrategie die Dauer der mechanischen Ventilation verkürzen kann. Die methodische Qualität des Reviews wurde als moderat eingestuft. (94)

Aufgrund der Beteiligung der Atem-/Atemhilfsmuskulatur und der dadurch reduzierten Sekretmobilisation gilt es, die Atemtherapie frühzeitig und regelmäßig mittels manueller und maschineller Maßnahmen durchzuführen (95).

Im Vergleich der verschiedenen Techniken des Abhustens von Sekret liegt aktuell keine ausreichende Evidenz vor. Es fehlen insbesondere evidenzbasierte Kriterien zur Auswahl der verschiedenen Techniken in unterschiedlichen therapeutischen Situationen.

In einer vergleichenden Studie bei 15 Menschen mit Tetraplegie zeigte sich, dass die maximale spontane Ausatmung erreicht wird, wenn "Air stacking" (Atemunterstützung mit Ambubeutel) und abdominelle Kompression kombiniert werden (96).

Weitere Studien zeigten, dass bei Menschen mit akuter QSL die abdominelle funktionelle Elektrostimulation den Hustenstoß und die Lungenfunktion verbessert (97).

E26	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Menschen mit einer Querschnittlähmung in der Akutphase sollte eine Spirometrie und eine Hustenstärkemessung erfolgen, um bei Bedarf manuelle bzw. maschinelle Maßnahmen zum Sekretmanagement zu veranlassen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund:

Aufgrund der Beeinträchtigungen der Atmung und des Hustenstoßes ist eine frühzeitige intensive Atemtherapie mittels manueller und maschineller Unterstützung indiziert (98). Das Vermögen, Sekret abhusten zu können, wird unmittelbar mit Beginn der QSL abhängig von der Läsionshöhe und -

Ausmaß beeinträchtigt. Um Sekret effizient abhusten zu können, ist ein Hustenstoß mit einem Spitzenfluss von 270 l/min notwendig. Bei einem Hustenstoß von 160-270 l/min ist ein effizientes Abhusten von Sekret nicht in allen Situationen gewährleistet. Bei einem Hustenstoß < 160 l/min ist ein effizientes Abhusten von Sekret nicht mehr möglich.

Zudem weisen 20% der Pat. mit akuter Tetraplegie eine Hypersekretion von zähem Mucus auf (99). Die fehlende sympathische Aktivität und damit verstärkte parasympathische Aktivität führen, insbesondere in der Akutphase, zu vermehrter Sekretproduktion und zu einer bronchialen Hyperreaktivität (100, 101).

Der Einsatz von manuellen und maschinellen Husten-unterstützenden Maßnahmen unterscheidet sich in der Akutphase nicht von denen in späteren Phasen. Hierzu verweisen wir auf das Fluss-Diagramm für Husten- und Sekretmanagement in der S2k Leitlinie «Atmung, Atemunterstützung und Beatmung bei akuter und chronischer Querschnittlähmung» (AWMF Reg-Nr.: 179-011).

E27	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung und einer respiratorischen Insuffizienz und einem erwarteten längeren Weaning sollten so früh wie möglich innerhalb von 4 bis 6 Tagen tracheotomiert werden, um das Risiko für Pneumonien sowie Tracheostomie assoziierte Komplikationen und die Verweildauer auf der Intensivstation sowie Beatmungszeiten zu reduzieren.	
Qualität der Evidenz		
Outcome:	Foran 2022 (102)	
Incidence of ventilator-associated pneumonia	⊕⊕⊕⊖	
ICU length of stay	⊕⊕⊕⊖	
Duration of mechanical ventilation	⊕⊕⊕⊖	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Menschen mit akuter Verletzung des Rückenmarks und der Hals- oder Brustwirbelsäule benötigen in der Regel eine mechanische Ventilation (MV). Die Anlage einer Tracheotomie wird bevorzugt, wenn eine längere Entwöhnung von der maschinellen Beatmung zu erwarten ist. Allerdings ist der optimale Zeitpunkt für die Anlage einer Tracheotomie bei Menschen mit akuter traumatischer QSL ungewiss.

Eine Meta-Analyse (102) mit 2.804 Pat. untersuchte die Effekte einer frühen Tracheotomie gegenüber einer späten Tracheotomie oder prolongierten Intubation bei Menschen mit akuter

traumatischer QSL. Zwischen einer frühen Tracheotomie und dem kurzzeitigen Sterberisiko konnte kein Zusammenhang gefunden werden (risk ratio [RR], 0.84; 95% confidence interval [CI], 0.39–1.79; $p = 0.65$; $n = 2,072$). Es besteht jedoch eine Assoziation zur Dauer der MV (duration (mean difference [MD], 13.1 days; 95% CI, –6.70 to –21.11; $p = 0.0002$; $n = 855$), der Dauer des Intensivstation-Aufenthaltes (MD, –10.20 days; 95% CI, –4.66 to –15.74; $p = 0.0003$; $n = 855$) und der Dauer des stationären Aufenthaltes. Zudem steht eine frühe Tracheotomie in Zusammenhang mit dem Rückgang der Inzidenz beatmungsassoziierter Pneumonien und Tracheostomie-bezogener Komplikationen (MD, –7.39 days; 95% CI, –3.74 to –11.03; $p < 0.0001$; $n = 423$). (102)

Training der Atem(hilfs)muskulatur

Empfehlungen

E28	Empfehlung	Neu 2024
EK	Die an der In- und Expiration beteiligte trainierbare Muskulatur und Atemhilfsmuskulatur soll trainiert werden, um die Lungenfunktion zu verbessern und die Atemmuskulatur zu stärken und pulmonale Komplikationen zu vermeiden oder zu verringern.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einer prospektiven Beobachtungsstudie (103) stellte sich heraus, dass je 10 cm Wassersäule inspiratorische Muskelkraftzunahme, das Risiko für eine Pneumonie um 13% senkte (HR=0.87; 95% CI 0.78-0.97). Das Training der inspiratorischen und expiratorischen Muskulatur führte in einer prospektiven Beobachtungsstudie zu einer Verbesserung der Lungenfunktion und Atemmuskulatur um 7 % (104).

Die Notwendigkeit einer längeren mechanischen Beatmung hat erhebliche Auswirkungen auf die Lebenserwartung von Pat. mit einer QSL. Das Weaning bei akuter QSL stellt besondere Herausforderungen im Hinblick auf die Erfolgswahrscheinlichkeit der Entwöhnung, die Dauer der Beatmung, die Sterblichkeit und deren Prädiktoren bei mechanisch beatmeten Pat. mit akuter QSL dar (89, 98, 105, 106).

E29	Empfehlung	Neu 2024
EK	Menschen mit einer akuten zervikalen und hoch thorakalen Querschnittslähmung sollen in einem Querschnittgelähmtenzentrum mit Beatmungsmöglichkeit von der Beatmung entwöhnt werden, da es sich um ein prolongiertes, diskontinuierliches Weaning bei tracheotomierten Pat. handelt.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einem systematischen Review von 2021 (107) wurden Weaning Outcomes bei 14.637 Menschen mit QSL systematisch untersucht. Zwar gibt es keine Definition eines erfolgreichen Weanings, jedoch

konnten ca. 2/3 der Pat. in der Intensivstation eines Querschnittgelähmtenzentrums geweant werden. (107)

Hypersekretion

Empfehlung

E30	Empfehlung	Neu 2024
EK	Inhalationen mit Beta-2-Sympatikomimetica und Anticholinergica einzeln oder in Kombination sollten zu einer Verbesserung der Lungenfunktion (insbesondere des FEV1) bei Menschen mit neu erworbener Tetraplegie in der Akutphase durchgeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In der Akutphase hat das Überwiegen des parasympathischen Einflusses (via N. vagus) auf die Luftwege eine Verengung der Luftwege (Bronchokonstriktion) und eine Hypersekretion zur Folge (101). Zusammen mit einem verminderten Hustenstoß führt dies zu Sekretstase und Atelektasenbildung. Durch die bakterielle Besiedelung der Luftwege kann es bereits in der Akutphase zu Bronchitis und Bronchopneumonien kommen (89, 108).

Sowohl Betamimetika (Salbutamol) als auch Anticholinergica (Ipratropiumbromid) werden zu einer Verbesserung der Lungenfunktion (insbesondere des FEV1) bei Menschen mit neu erworbener zervikaler QSL angewendet.

Eine randomisierte Querschnittstudie fand heraus, dass Salbutamol bei Menschen mit akuter zervikaler QSL zu einer Verbesserung der Lungenfunktion führt (109). Eine Observationsstudie von 25 Menschen mit QSL zeigte, dass Ipratropiumbromid bei Menschen mit akuter zervikaler QSL die Lungenfunktion verbessert und die bronchiale Hyperreaktivität vermindert (110).

Inhalationen von Lösungen mit NaCl in variablen Konzentrationen (meist 0.9 % oder 3 %) oder Mucolytica werden als beste klinische Praxis ab Beginn der QSL eingesetzt, um das Sekretmanagement sowohl beim tracheotomierten, nicht invasiv beatmeten als auch bei dem spontan atmenden Menschen mit QSL zu erleichtern. Deren Wirksamkeit, das Sekret effizienter zu mobilisieren und abzu husten, um damit Komplikationen zu vermeiden, wurde nicht mit Evidenz hinterlegt.

Neurogenes Lungenödem

Als Permeabilitätsstörung der pulmonalen Zirkulation kann sich eine weitere potenziell lebensbedrohende Komplikation einer hohen Rückenmarkläsion klinisch manifestieren: das neurogene Lungenödem. Es ist die direkte Folge einer unkontrollierten massiven Freisetzung von Katecholaminen unterhalb der Läsion („catecholamine surge“ [Blasttheory]), die durch das akute Rückenmarkstrauma ausgelöst wird. Bis jetzt gibt es allerdings nur eine Fallbeschreibung eines neurogenen Lungenödems bei traumatischer zervikaler QSL. Zumeist tritt das neurogene Lungenödem zusammen mit einer traumatischen Hirnschädigung auf, die zusätzlich zu einem Übergewicht des Sympathikus führt. Die Symptomatik besteht aus einem Anstieg des systolischen

Blutdruckes sowie Dys- und Tachypnoe, Husten und Tachykardie. In der Blutgasanalyse ist eine Hypoxämie und Hyperkapnie sichtbar. Die Diagnose wird mittels Röntgen-Thorax (Ausschluss Infiltrate) sowie am klinischen Bild gestellt. Die Behandlung besteht in maschineller Beatmung und wenn nötig, in Senkung des intrakraniellen Druckes. Die Prognose ist insgesamt schlecht und hängt nicht nur von der Lungenschädigung, sondern insbesondere von der Schädigung des zentralen Nervensystems ab (Mortalität: 60% -100%) (111, 112).

Kommunikation

Empfehlung

E31	Empfehlung	Neu 2024
EK	Invasiv beatmeten und im Weaning befindliche Pat. sollte so früh wie möglich diverse Maßnahmen der verbalen oder multimodalen Kommunikation ermöglicht werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Eine gezielte und willensgesteuerte Kommunikation ist nur im Wachzustand ohne Sedierung und Relaxierung möglich. Ist eine Kommunikation weder durch Bewegung noch durch Sprache oder Phonation möglich, bleibt die Möglichkeit über geschlossene Fragen, die z.B. mit Augenschluss beantwortet werden können. Hierfür ist eine eindeutige Absprache zwischen Patienten und den behandelnden bzw. kommunizierenden Personen notwendig.

Kommunikation bei wachen, spontan atmenden und nicht tracheotomierten Pat.

Im Regelfall ist die Stimmgebung gegeben, die Lautstärke der Stimme kann bei höheren Lähmungsniveaus aufgrund fehlender expiratorischer Muskulatur leiser sein. Liegt eine nicht versorgte Fraktur der Halswirbelsäule vor, so wird dem Betroffenen die Möglichkeit des Nickens (Zustimmen) oder des Kopfschüttelns (Verneinung) über die dann notwendige Halskrawatte oder Halo-Fixateur genommen. Bei tetraplegischen Pat. ist die Hand- und Armfunktion für die Gestik und das gezielte Zeigen eingeschränkt oder nicht vorhanden. Je nach Lähmungshöhe, Schweregrad der QSL und Abklingen des spinalen Schocks kann diese Funktion auch in der Akutphase vorliegen.

Kommunikation bei wachen und invasiv beatmeten Pat.

Ein lautes Phonieren ist bei einer vorliegenden Intubation auch im Wachzustand nicht möglich. Hier kann nach dem Prinzip der Multimodalität mit den vorhandenen Möglichkeiten gearbeitet werden (Alphabettabelle, Mimik, Artikulation ohne Beatmung etc.). Liegt bereits eine (frühe) Tracheotomie vor, ist es grundsätzlich möglich, dass Pat. auch unter invasiver Leckagebeatmung laut sprechen können. In der Akutphase ist dies aufgrund von pulmonaler Instabilität und eines notwendigen hohen positiv-endexpiratorischen Drucks (PEEP) häufig nicht möglich. Auch muss die Tracheostomaanlage mindestens 3 Tage zurück liegen, damit die frische Operationswunde nicht durch die Leckagebeatmung in ihrem Heilungsprozess gestört wird. Sollten invasiv beatmete Pat. in der Akutphase bereits über einen ausreichend guten Gasaustausch bei niedrigen PEEP-Werten (5-8 cmH₂O) verfügen, besteht frühzeitig die Möglichkeit, das laute Phonieren zu trainieren. Aus der klinischen Praxis heraus bietet sich hierfür die Umstellung auf ein Langzeitbeatmungsgerät an, da

Intensivrespiratoren nicht auf eine Leckagebeatmung mit fehlendem expiratorischem Volumen eingestellt sind und entsprechend alarmieren. Für die Stimmbildung werden Trachealkanülen mit Phonationsöffnungen und für die invasive Beatmung zugelassene Phonationsventile eingesetzt. Letztere lenken die Expirationsluft zum Kehlkopf.

Bauchgurt

Empfehlung

E32	Empfehlung	Neu 2024
EK	Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung bei guter Phrenicus-Funktion oder unterhalb Lähmungsniveau C3 sollten während der Mobilisation unter Berücksichtigung von Hautirritationen (Druckstellen) einen Bauchgurt tragen, um die Atmung und den Husten zu unterstützen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund:

Bei Menschen mit zervikaler QSL verbessert der Bauchgurt positionsabhängig unmittelbar sowohl das Atemvermögen wie auch den Hustenstoß (113, 114). Er wird insbesondere bei Menschen mit zervikaler QSL im Rahmen der ersten Mobilisationen eingesetzt. Komplikationen wie z.B. Druckstellen sollten beachtet werden. Bei geschwächter Bauchmuskulatur hilft er dabei, den einhergehenden kaudalen Zug des Zwerchfells zu verringern und eine paradoxe Atmung zu vermeiden.

Bauchlagerung

Empfehlung

E33	Empfehlung	Neu 2024
EK	Neben maschinellen und manuellen Maßnahmen zur Sekretmanagement sollte die Bauchlagerung zur Sekretdrainage auch bereits auf Intensivstation eingesetzt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Bauchlagerung ist etabliert beim akuten Atemnotsyndrom (Acute respiratory distress syndrom ARDS). Auch bei invasiv beatmeten Menschen mit QSL kann diese zur Besserung der Sekretolyse in Kombination mit den bereits erläuterten manuellen und maschinellen Sekretmobilisationsmaßnahmen durchgeführt werden.

Weaning und Weaningprotokolle

Empfehlung

E34	Empfehlung	Neu 2024
-----	------------	----------

EK	Es sollte bei Weaning-bereiten Pat. ein diskontinuierliches Weaning mit zunehmend längeren Phasen der Spontanatmung durchgeführt werden.
	Starker Konsens (100%)

Hintergrund

Hierzu wird u.a. auf die S2k Leitlinie "Prolongiertes Weaning" Kapitel 5.1.9. Weaning-Protokolle (AWMF Reg-Nr.: 020-015) hingewiesen.

Entfernung der Trachealkanüle**Empfehlung**

E35	Empfehlung	Neu 2024
EK	Spätestens vor geplanter Entfernung der Trachealkanüle sollte eine fiberendoskopische Evaluation des Schluckens (FEES) erfolgen, um eine stille Aspiration auszuschließen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einer prospektiven Beobachtungsstudie zeigte sich, dass 175 von 400 (44 %) Probanden keine Aspiration aufwiesen, 115 von 400 (29 %) eine Aspiration mit Hustenreflex zeigten und 110 von 400 (28 %) still aspirierten. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Alter oder Geschlecht und Aspirationsstatus festgestellt. In einem Review wurde die Notwendigkeit einer klinisch logopädischen Untersuchung mit einer fiberendoskopische Evaluation des Schluckens zum Ausschluss einer stillen Aspiration bei beatmungsentwöhnten, spontan atmende Pat. empfohlen (115, 116).

Phrenicusstimulation**Empfehlung**

E36	Empfehlung	Neu 2024
EK	Es sollte bei dauerhaft beatmeten Pat. ein Screening hinsichtlich Phrenicus-/Zwerchfellstimulation unternommen werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Eine Phrenicusstimulation kommt für Pat. in Frage, die aufgrund der Verletzungshöhe bzw. aufgrund von Komorbiditäten nicht geweant werden können. Bei entsprechender Eignung kann durch die Phrenicusstimulation ein längeres Überleben erreicht werden. Ein elektrophysiologisches Screening hinsichtlich erhaltener Konnektivität des N. phrenicus mit dem Zwerchfell ist vor einer geplanten Implantation unerlässlich.

Atemstörung im Schlaf**Empfehlung**

E37	Empfehlung	Neu 2024
EK	Aufgrund der Lähmung der Atem-(hilfs-) Muskulatur sind nächtliche Atemstörungen bei Menschen mit einer Querschnittlähmung häufiger, weshalb ein frühzeitiges Screening mittels kardiorespiratorischer Polygraphie z.T. bereits in der Frühphase bei nicht invasiv beatmeten Pat. erfolgen sollte.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Das zentrale und obstruktive Schlaf-Apnoesyndrom (OSAS) ist bei hoher QSL häufiger als bei der Normalbevölkerung (117-119). Die Symptome bei Menschen mit einer zervikalen QSL mit OSAS sind neben den typischen Symptomen wie Tagesmüdigkeit, Schläfrigkeit (120) und Blutdruckveränderungen auch kognitive Beeinträchtigungen wie verminderte Aufmerksamkeit, Konzentrations- und Lernfähigkeits- sowie Gedächtnisleistungsdefizite (121).

Atemstörungen im Schlaf werden häufig nicht wahrgenommen, da üblicherweise Sauerstoff verabreicht wird und Atemaussetzer nicht zu Enttächtigungen führen. Eine frühzeitige mechanische Atemunterstützung ist insbesondere bei typischer Tagessymptomatik indiziert (122, 123).

Als Gründe für das häufigere Auftreten werden die Obstruktion der oberen Luftwege, die Spastik der Atemhilfsmuskulatur, der erhöhte intraabdominelle Druck, die reduzierten Lungenvolumina, der Gebrauch von zentral wirksamer Schmerz- und/oder antispastischer Medikation und Adipositas bei verminderter Aktivität genannt.

Als Screening-Methoden wird häufig die nächtliche kontinuierliche Pulsoximetrie (Entsättigungsindex) eingesetzt. Zur Sicherung des Verdachts auf OSAS wird die Polygraphie mit Aufzeichnung des Luftflusses, sowie der Thorax- und Abdomenbewegungen (Apnoe-Hypopnoe-Index; Differenzierung in zentrale und obstruktive Ereignisse) durchgeführt. Eine Polysomnographie ist bei komplexen Schlafstörungen, falls Hinweise auf klinisch relevante nicht respiratorisch bedingte Schlafstörungen vorliegen, sinnvoll.

Bei Verdacht auf eine zusätzliche nächtliche alveoläre Hypoventilation kommt zudem eine kontinuierliche nächtliche Kapnometrie in Kombination mit Sauerstoffsättigung in Frage.

11.8 Infektiologisches Management

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner

Bereits in der Akutphase nach Eintritt der QSL, vor allem aber im Übergang vom akuten zum chronischen Stadium nach einer QSL kommt es zu einer sich entwickelnden immunologischen Dysfunktion, welche zu gehäuftem Harnwegsinfektionen, Pneumonien oder Infektionen nach Wirbelsäulenoperationen führen kann (124). Die Konzepte des systemischen

Entzündungsreaktionssyndroms (SIRS), des kompensatorischen antientzündlichen Reaktionssyndroms (CARS) und des neurogenen Immundepressionssyndroms (SCI-IDS) nach Rückenmarkschädigung stellen wichtige Faktoren hinsichtlich der beeinträchtigten Immunabwehr dar.

Insofern besteht ein erhöhtes Risiko für Infektionen wie z.B. Harnwegsinfektionen (125), Pneumonien mit einer Inzidenz von 0,03 bis 7,21 pro 100 Tage (126) oder Weichteilinfektionen nach operativen Eingriffen.

11.9 Endokrinologisches Management

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Norbert Weidner

Im Rahmen einer akuten QSL zeigen sich verschiedene Veränderungen im Hormonhaushalt, die sich zum Teil im Verlauf wieder spontan normalisieren oder anhaltend zu einer anderen hormonellen Situation führen (127). Die Kreatinin- und 25-Hydroxyvitamin D3-Spiegel waren bei Menschen mit einer QSL niedriger als bei der gesunden Kontrollgruppe. Der Gesamttestosteronspiegel und IGF-1 waren ebenfalls niedriger, während die Cortisol- und Leptinwerte nach QSL im Vergleich zu Gesunden höher waren (127).

Grundsätzlich gibt es aktuell keine Hinweise darauf, dass die Insulin- und Glukosewerte bei Menschen mit QSL verändert sind (127). Da in der Akutsituation aufgrund des körperlichen und psychischen Stresses und nach Gabe von Blutzucker erhöhenden Medikamenten wie zum Beispiel Kortikosteroiden häufig erhöhte Blutzuckerwerte auftreten, werden wie bei anderen Menschen in Akutsituationen Blutzuckerwerte regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf z.B. mit kurzwirksamem Insulin behandelt.

Menschen mit einer QSL entwickeln in 25 bis 80% am ehesten im Rahmen eines Diabetes insipidus und der veränderten Funktion des autonomen Nervensystems eine Hyponatriämie. Bereits in der Akutphase nach Eintritt der QSL braucht es aus diesem Grund regelmäßiges Monitoring der Natriumwerte wie in der Akutphase üblich und dann ein angepasstes Management (128). Für das Management der Hyponatriämie verweisen wir auf weitere aktuelle Literatur (129, 130).

Die Besonderheiten der hormonellen Veränderungen und die daraus resultierende häufig auftretende Amenorrhoe gehören eher nicht in die Akutphase nach Eintritt einer QSL (131).

11.10 Ernährungs- und gastrointestinales Management

Kapitelverantwortung: Jeannette Obereisenbuchner, Veronika Geng, Iris Meißner

Kapitelmitarbeitende: Sandra Himmelhaus, Sophie Irrgang, Ralf Böthig, Andreas Hildesheim

Ernährungsmanagement

Die Ernährung und das gastrointestinale Management stellen bei Menschen mit einer akuten QSL eine besondere Herausforderung dar, da die Veränderungen im sensomotorischen und autonomen Nervensystem einen direkten Einfluss auf diese Prozesse haben. So ändert sich zum Beispiel der

Energieverbrauch innerhalb der ersten Tage und Wochen einerseits aufgrund der akuten (perioperativen) Stresssituation und andererseits aufgrund von zahlreichen physiologischen Umbauprozessen (132). In Ergänzung zur Akutphase besteht im Verlauf ein deutlich erhöhtes Risiko für eine Mangelernährung (133). Aufgrund der veränderten Stoffwechselsituation und Körperzusammensetzung ist der Body Mass Index nicht ohne Anpassungen bei Menschen mit QSL als Screening einzusetzen (134) und die etablierten Screening Instrumente und Assessments können nur bedingt die besondere Situation von Menschen mit QSL abbilden (135).

Aus den Ergebnissen klinischer Studien und den daraus abgeleiteten Leitlinien der Fachgesellschaften wie z.B. Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM), European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), und American Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ASPEN), der letzten Jahre und aktuell vorliegender zur klinischen Ernährung und Ernährungstherapie in der Intensivmedizin, Chirurgie und Notfallmedizin, resultiert auch für Menschen mit einer QSL in der Akutphase der Anspruch, durch eine Optimierung des Ernährungs- und Verdauungszustandes postakute Komplikationen zu reduzieren.

Der frühe Start einer postoperativen Ernährungstherapie in der Akutphase mit einem raschen Kostaufbau trägt elementar zu Vermeidung einer ausgeprägten Katabolie durch Mangel- und Unterernährung bei.

Multiple Einflussgrößen der QSL, z.B. der spinale Schock, ausgeprägte Funktionseinschränkung des autonomen Nervensystems, respiratorische Insuffizienz/Beatmung, die eingeschränkte Verdauungsleistung sowie die neurogene Darmfunktionsstörung, können die Ernährungssituation und Energiebilanz in der akuten Phase nach QSL zusätzlich zu den akuten Veränderungen im Rahmen des Traumas oder der akuten Erkrankung beeinflussen.

Empfehlungen

E38	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung soll ab dem Tag der Aufnahme eine Ernährungstherapie mit Erstellung eines individuellen und stadiengerechten Ernährungskonzeptes erfolgen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Mit dem ersten Tag der stationären Behandlung sollte eine ernährungsmedizinische Einflussnahme erfolgen. Die Ernährungstherapie richtet sich an kritisch kranke erwachsene Pat., mit mindestens einer akuten, medikamentös und/ oder mechanisch unterstützungspflichtigen Organdysfunktion, welche mit Veränderungen der Energiehomöostase im Körper verbunden ist und damit auch die Prognose postoperativer Komplikationen bestimmt.

Die Ernährungstherapie umfasst Empfehlungen zu wesentlichen praxisrelevanten Elementen der klinischen Ernährung, wie z.B. die Beurteilung des Ernährungszustandes, die Indikation für die klinische Ernährungstherapie, deren Beginn und den Applikationsweg der Nahrung, Menge und Art

der Substrate (Makro- und Mikronährstoffe), ernährungstherapeutische Besonderheiten sowie Anpassungen in der verschiedensten Situation der akutmedizinischen Behandlung.

Ergänzend dazu verweisen wir auf die Empfehlungen von Farkas et al. (136) und die Empfehlungen der S3-Leitlinie Klinische Ernährung in der Chirurgie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (AWMF Reg-Nr.: 073-005).

E39	Empfehlung	Neu 2024
EK	Die Sicherheit und Effizienz der Ernährungstherapie/Ernährung sollte durch Ermittlung und Erfassung der üblichen ernährungstherapeutischen Maßnahmen (Mangelernährungsscores, postoperatives Komplikationsrisiko, Energiebedarf durch Berechnungen mit Schätzformeln, Energiezufuhr durch ein Ernährungsprotokoll, metabolische Toleranz, Energiebedarf/Verbrauch, Komplikationsrisiko und Stoffwechselstabilität, laborchemische und apparative (indirekte Kalorimetrie /BIA) Monitoring) gesichert und kontrolliert werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Erfassung von Ernährungszustand und ernährungsmedizinischen Risiken ist Bestandteil der ernährungsmedizinischen Diagnostik auf der Intensivstation. In diesem Rahmen werden die Aspekte der prognostischen und der therapeutischen Relevanz berücksichtigt. Als Grundlage wird der neue Terminus der Mangelernährung (ASPEN) zugrunde gelegt. Er definiert die verminderte Nahrungszufuhr, die Änderung der zell- und fettfreien Masse und unterscheidet die überlappenden Faktoren der Mangelernährung ernährungsbedingt und/oder durch eine akute/chronische Erkrankung.

Die prognostische Relevanz des Ernährungszustandes besteht im IST-Zustand bezüglich Ernährung, Gewicht, aktiver Muskelmasse. Die Abschätzung des Ernährungszustandes hat demzufolge eine therapeutische Relevanz, um diesen Zustand zu verbessern.

So sind die einzelnen Scores, wie der Nutrition Risk in Critically ill (NUTRIC) Score, der zur Abschätzung des ernährungsmedizinischen Risikos entwickelt wurde, und das Subjective Global Assessment (SGA), welches zur Einschätzung des Ernährungszustandes herangezogen wird, geeignet.

Der apparative Einsatz zur Ermittlung des Energiebedarfs und -verbrauchs, sowie das weiterführende Monitoring zur Adaption der Energie- und Nährstoffzufuhr ist am genauesten durch die indirekte Kalorimetrie möglich. Ist diese nicht verfügbar, finden Schätzformeln ihren Einsatz. Die bioelektrische Impedanzanalyse eignet sich zur Erfassung der fettfreien Masse und als Verlaufsmedium.

Es besteht ein Zusammenhang zwischen Inflammation und Malnutrition. Die verschiedenen Laborparameter wie zum Beispiel Blutglucose, Triglyceride, Phosphat und Magnesium geben Auskunft über das Ausmaß der Inflammation und Homöostasestörung und bilden die Grundlage zur Kontrolle der Therapiesicherheit, Bedarf an Supplement und Therapieadaptation.

Ergänzend dazu verweisen wir auf die Empfehlungen zweier AWMF-Leitlinien (AWMF Reg-Nr.: 073-005, AWMF Reg-Nr.: 073-004) und weiterer Literatur (137-139).

E40	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung sollte bei bestehender Kontraindikation für eine orale Nahrungszufuhr oder einer absehbar unzureichenden oral zugeführten Energie- und Nährstoffzufuhr die enterale und/oder parenterale Ernährungstherapie unter Berücksichtigung querschnittlähmungsspezifischer Besonderheiten innerhalb von 24-48 h eingeleitet werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Bestimmung der klinischen Ernährung in Bezug auf Nahrungsmenge und -auswahl sowie Applikationsort und -zeit und deren regelhafter Evaluierung erfolgt im Rahmen der akuten QSL in Abhängigkeit komplexer metabolischer, hormoneller und immunologischer Veränderungen und Toleranz, sowie unter Berücksichtigung der Funktionalität von Schlucken, Digestion, Absorption, Defäkation und Komplikationen wie der autonomen Dysreflexie. Insofern ist die Ernährungstherapie notwendig, wenn keine bedarfsgerechte orale Energie- und Nährstoffzufuhr möglich ist. Das kalorische Ziel, die metabolische und durch die Lähmung bedingte Toleranz zur Nahrungsaufnahme variieren stark in der katabolen und von Inflammation geprägten frühen Akutphase. Die Stabilisierung mit höherem kalorischem Bedarf findet im Übergang zur katabol-anabolen Phase bis hin zur Postakutphase > 7 Tage statt und liegt dann bei 100% des Kalorienbedarfs.

Die frühe enterale Ernährung reduziert die Mortalität und Pneumonien im Vergleich zu einer verzögerten enteralen Ernährung. Es gibt keinen klaren klinischen Vorteil zwischen der frühen enteralen Ernährung und einer parenteralen Ernährung (140).

Für die Sicherung der Kalorienzufuhr ist bei Menschen mit einer QSL einerseits das gastrointestinale Management und andererseits die Schluckfunktion entscheidend. Die Magen- und Darmfunktionen sind bei allen Menschen mit einer akuten QSL in unterschiedlicher Ausprägung verändert (141). Die Schluckfunktion ist vor allem bei Menschen mit einer zervikalen QSL verändert.

Ergänzend dazu verweisen wir auf die Empfehlungen zweier AWMF-Leitlinien (AWMF Reg-Nr.: 073-005, AWMF Reg-Nr.: 073-004) und weiterer Literatur (139, 142-144)

Gastrointestinales Management

Mit dem Eintritt einer QSL geht abhängig von der Vollständigkeit und Höhe der Rückenmarksschädigung auch eine neurogene Darmfunktionsstörung einher. In der Akutphase ist die Darmfunktion bis zur Beendigung des neurogenen/Spinalen Schocks areflexiv (141) d.h. es fallen alle spinal gesteuerten Funktionen unterhalb der Läsion aus. Bei den Läsionen oberhalb S2 kommt es zunächst zum Ausfall der Peristaltik, was klinisch zu einer Darmatonie führt und im Extremfall zu einer Darmparalyse (141) (AWMF Reg-Nr.: 179-004). Die mikrobielle Standortflora im Kolon (Bakterien u. Hefepilze) kann die Stuhlsäule verarbeiten, was zu einer Gärung und Gasbildung führt.

Ein massiver Meteorismus kann im Akutstadium zum Bild eines akuten Abdomens führen (AWMF Reg-Nr.: 179-004).

Empfehlungen

E41	Empfehlung	Neu 2024
EK	In der Akutphase nach Eintritt einer Querschnittlähmung sollen die Darmgeräusche und das Rektum auf vorhandene Faeces täglich überprüft werden, um die Darmtätigkeit bei Bedarf anzuregen und den optimalen Zeitpunkt für den oralen Kostaufbau zu erkennen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Ziel des Darmmanagements in der Akutphase der QSL (spinaler Schock) ist das Erreichen einer ersten Darmentleerung nach Ausfall der spinalen Funktionen und der Darmatonie nach Narkose. Hierzu werden täglich die Darmgeräusche überprüft sowie eine tägliche Kontrolle des Rektums auf vorhandenen Faeces überprüft und gegebenenfalls digital entfernt.

Bezüglich der Entwicklung der Darmlähmung in der akuten Phase verweisen wir auf die Darstellungen in der AWMF-Leitlinie 179-004. Dort werden sowohl die Differentialdiagnosen der Darmlähmung als auch die Arten der Darmstimulation, die medikamentösen und nicht medikamentösen Interventionen zur Anregung der Darmtätigkeit in der akuten Phase und die Medikamente zur Stuhlmodulation dargestellt. (AWMF Reg-Nr.: 179-004)

E42	Empfehlung	Neu 2024
EK	Der orale Kostaufbau soll bei Menschen mit einer akuten Querschnittlähmung unter Berücksichtigung der neurogenen Darmfunktionsstörung (Peristaltik) und einer möglichen Schluckstörung (Dysphagie) individuell adaptiert und täglich reevaluiert werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Aufgrund des Energiebedarfs und der eingeschränkten Energieaufnahmemöglichkeit im Rahmen der Funktionsstörungen im Gastrointestinaltrakt ist die Indikation einer supplementären medizinischen Ernährung ohne Verzögerung vorausschauend und unter Berücksichtigung der metabolischen Toleranz, bei voraussichtlicher und stattfindender unzureichender Ernährungs- und Nährstoffzufuhr gegeben. So wird die parenterale Ernährung, z.B. perioperativ, für den Erhalt eines stabilen Ernährungszustandes bzw. bei Pat. mit vorhersehbarer längerer Unterschreitung einer bedarfsgerechten Ernährungs- und Nährstoff- Versorgung in der akuten Frühphase niederschwellig ergänzt, bis eine ausreichende Darmperistaltik und Darmentleerung erreicht sind. Sobald eine enterale Ernährung möglich ist, wird je nach Verdauungsleistung ballaststoffhaltige Nahrung bevorzugt. (AWMF Reg-Nr.: 073-005)

Nahrungsaufnahme und Schlucken

Eine Dysphagie ist eine häufige Komplikation bei Pat. mit akuter QSL (145, 146). Die Auswirkungen einer Dysphagie können nicht nur zu einer Einschränkung der Lebensqualität betroffener Pat. führen, sondern können auch mit schweren Komplikationen wie Mangelernährung, Dehydration oder Aspirationspneumonien einhergehen (126).

Ziel ist es, eine Dysphagie frühzeitig zu erkennen und somit das Risiko von Sekundärkomplikationen zu minimieren. In der Literatur werden Risikofaktoren, die eine Dysphagie begünstigen, ausführlich beschrieben und kontrovers diskutiert (86, 146-148). Die häufigste Übereinstimmung bei Risikofaktoren gibt es in Folge des anterioren, zervikalen operativen Zugangs, der Anzahl der fusionierten Segmente, des Alters sowie des Vorhandenseins einer Trachealkanüle (86, 146-148).

Empfehlungen

E43	Empfehlung	Neu 2024
EK	Eine logopädische Diagnostik zur Identifikation einer Dysphagie soll in den ersten Tagen nach Eintritt einer zerviko-thorakalen Querschnittlähmung erfolgen, um Sekundärkomplikationen zu vermeiden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Ein systematisches Review mit Metaanalyse (126) untersuchte die Inzidenz von Pneumonien bei Personen mit Rückenmarksverletzungen. Die Ergebnisse dieser systematischen Überprüfung zeigten eine erhebliche Heterogenität in der Berichterstattung über die Inzidenz von Pneumonie bei Menschen mit QSL. Dies unterstreicht die Schwierigkeit der Interpretation der Ergebnisse und die Notwendigkeit größerer, longitudinaler Studien mit standardisierter Berichterstattung über Risikofaktoren und Pneumonie. (126)

Die methodische Qualität wurde als "hoch" bewertet. Sie zeigen, dass die Pneumonie eine klinisch relevante Komplikation bei Menschen mit QSL ist. Insbesondere als Folge einer Dysphagie kann das Eindringen von Nahrung oder Flüssigkeiten in die unteren Atemwege auftreten, was eine Aspirationspneumonie zur Folge haben kann. Daher ist die Pneumonieprävention durch ein Dysphagiescreening bereits in der Akutphase auf Intensivstation von großer Relevanz (149).

E44	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei Verdacht auf eine Dysphagie sollte eine bildgebende Diagnostik mittels der Faseroptischen Evaluation des Schluckens (FEES) zur Ermittlung der Art und Ausmaß einer Dysphagie in der akuten Phase nach Eintritt einer zerviko-thorakalen Querschnittlähmung durchgeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die aktuelle Studienlage bezieht sich auf neurologische Schädigungen im Allgemeinen und entspricht daher nicht den Einschlusskriterien als Evidenz für diese Leitlinie. Eine Übertragung der Studien auf Pat. mit QSL ist durchaus sinnvoll, da der Bedarf an Früherkennung, die Verwendung gleicher Diagnosemethoden sowie die gesundheitlichen Auswirkungen einer Dysphagie unabhängig von der zugrunde liegenden Ursache sehr ähnlich sind. Die Übertragung von Forschungsergebnissen auf ähnliche Pat.-gruppen kann somit die Ressourcenoptimierung fördern.

Der Expertenkonsens beruht auf den Ergebnissen eines systematischen Reviews (145), der sich auf Pat. mit akutem Schlaganfall und deren Risiko für Aspiration aufgrund von Dysphagie konzentrierte. Es wurden verschiedene klinische Screening-Tests zur Identifizierung von Dysphagien bewertet. Die Autoren schlossen 25 Studien in ihre Analyse ein. Diese Studien umfassten insgesamt 3953 Teilnehmer und 37 verschiedene Screening-Tests für Schluckstörungen. Die wichtigsten Ergebnisse der Studie waren, dass die Sensitivität und Spezifität der verschiedenen Schnelltests erheblich variierten. Einzelne Tests hatten Sensitivitäten zwischen 29% und 100% und Spezifitäten zwischen 39% und 100%. Es wurden verschiedene Referenztests verwendet, wie endoskopische Untersuchungen und Röntgenuntersuchungen. Dennoch betonen die Autoren die Bedeutung der frühzeitigen Identifikation und Behandlung von Schluckstörungen, da diese Störungen schwerwiegende Komplikationen verursachen können.

Die Studie verdeutlicht somit, dass eine frühe bildgebende Untersuchung von großer Bedeutung ist, insbesondere mit dem Ziel, Sekundärkomplikationen zu vermeiden. Da klinische Untersuchungen zwar einen ersten Eindruck über das Schluckvermögen geben, aber die Sensitivität sowie die Spezifität der einzelnen klinischen Screenings sehr variieren, sollte eine zusätzliche bildgebende Untersuchung mittels Fiberoptischen Evaluation des Schluckens (FEES) hinzugezogen werden (145, 150, 151).

11.11 Harnblasenmanagement

Kapitelverantwortung: Jürgen Pannek

Kapitelmitarbeitende: Ralf Böthig, Veronika Geng, Regina Sauer, Sandra Himmelhaus

Nahezu alle Personen mit einer Verletzung des Rückenmarks bzw. der Cauda equina (ca. 95%) entwickeln eine neurogene Harnblasenfunktionsstörung (152). Die Harnblasenfunktionsstörung stellt ein dynamisches Geschehen dar, so dass im Verlauf regelmäßige Kontrollen sinnvoll sind (153), um Komplikationen zu vermeiden und die Lebensqualität zu erhöhen.

In der Phase des spinalen Schocks geht man davon aus, dass alle unterhalb der Verletzungshöhe liegenden Reflexe erlöschen und somit eine Detrusorakontraktilität vorliegt (154). Dies kann zum kompletten oder inkompletten Ausfall der Blasensensibilität und -motorik mit konsekutivem Harnverhalt führen („Schockblase“, „schlafte Harnblasenlähmung“). Die hierdurch mögliche Überdehnung der Harnblase kann zu Schädigungen der Blasenwand, des oberen Harntrakts und zu Harnwegsinfekten führen, mit negativen Konsequenzen für das Langzeit-Management der Harnblase (155).

Die Dauer des spinalen Schocks ist sehr unterschiedlich und hängt von der Ausdehnung und Vollständigkeit der spinalen Läsion ab.

Ziel der neuro-urologischen Versorgung in der Akutphase der QSL (spinaler Schock) ist die Vermeidung von Frühkomplikationen sowie die Vorbeugung von sekundären Komplikationen infolge der Harnblasenfunktionsstörung, wie z.B. Harnwegsinfektionen, Harnröhrenstrikturen, Entwicklung von Blasensteinen, Hydronephrose und Nierenversagen (69).

In der Frühphase nach spinaler Verletzung stehen daher vor allem die Sicherung einer druckarmen Harnspeicherung und einer effizienten Harnblasenentleerung im Vordergrund.

Empfehlungen

E45	Empfehlung	Neu 2024
EK	Während der Akutphase nach Eintritt einer Querschnittlähmung und der intensivmedizinischen Behandlung soll die Harnblase über einen Dauerkatheter, wenn möglich mit einem klein- bis mittelkalibrigen (12 – 14 Ch.) Silikonkatheter, abgeleitet werden, um eine sichere Blasenentleerung zu erlangen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Zum neuro-urologischen Management in der Akutphase nach Eintritt einer QSL wurden zwei systematische Reviews (156, 157) eingeschlossen.

Eine systematische Übersichtsarbeit wurde im Auftrag der SIU-ICUD (Société Internationale d'Urologie und International Consultation of Urological Diseases) zur Aufarbeitung der Evidenz zu frühem urologischem Management (innerhalb des ersten Jahres nach Eintreten der QSL) als Grundlage für Evidenzbasierte Empfehlungen durchgeführt. Unmittelbar nach Eintritt einer QSL soll eine vollständige Harnblasenentleerung sichergestellt werden (LoE 3; GoR A) und sobald die Pat. medizinisch stabil sind, sollte ein Wechsel zu spontanem Wasserlassen falls möglich oder intermittierende Katheterisierung erwogen werden (LoE 3; GoR A) (156).

Ergänzend zu dem in der systematischen Suche gefundenen Reviews finden sich Empfehlungen zu Harnblasenentleerung in anderen Reviews (156, 158-160) und vier Leitlinien (AWMF Reg-Nr.: 179-001) (156, 161, 162).

Während eine frühe prospektive Studie an 204 Pat. mit akuter QSL (163) keinen wesentlichen Einfluss des initialen Blasenmanagements auf die Prognose der QSL zeigte, fand eine retrospektive Auswertung von 170 Erstbehandlungen nach frischer QSL schwerwiegende Komplikationen nur bei Pat. mit Harnröhren-Dauerkatheter, nicht dagegen bei Pat. mit intermittierendem Katheterismus (164). Eine weitere prospektive Studie an 143 Pat. mit akuter QSL (165) zeigte im Vergleich zu Pat. mit intermittierendem Katheterismus eine signifikant höhere Harnwegsinfektrate bei Pat., bei denen die initiale transurethrale Dauerkatheter-Ableitung der Harnblase fortgeführt oder wieder aufgenommen wurde. Eine retrospektive Studie an 81 Pat. aus Frankreich (166) zeigte, dass die Harnblasenentleerung bei Pat. mit QSL, die die Erstbehandlung auf einer orthopädischen Station

erhielten, deutlich seltener auf intermittierenden Katheterismus umgestellt wurde als bei Pat. auf einer Intensivstation.

E46	Empfehlung	Neu 2024
EK	Bei absehbar längerfristig notwendiger Dauerableitung oder bei Kontraindikationen zur primären transurethralen Katheterisierung kann auf die invasivere suprapubische Katheterversorgung ausgewichen werden, sofern keine Kontraindikationen vorliegen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Versorgung mit einem transurethralen Dauerkatheter korreliert mit dem Risiko, im Verlauf Harnröhrenstrikturen zu entwickeln; dabei steigt das Risiko mit der Verweildauer des Katheters.

In einer prospektiven Beobachtungsstudie (165) mit 143 Pat. mit akuter QSL zeigte sich, dass die Inzidenz von Harnwegsinfekten bei Menschen mit QSL mit dem Blasendrainageverfahren und der Verweildauer zusammenhängt. Ein transurethraler Dauerkatheter als gängigste Methode ist mit einer erhöhten Rate von Harnwegsinfekten verbunden (165). Daraus resultiert die Empfehlung, den transurethralen Dauerkatheter so schnell wie möglich zu entfernen und ein alternatives Langzeit-Blasenmanagement (z.B. intermittierende Selbstkatheterisierung, suprapubischer Katheter) zu beginnen.

E47	Empfehlung	Neu 2024
EK	Nach Beenden einer notwendigen Bilanzierung sollte in einem gemeinsamen Entscheidungsprozess geklärt werden, ob die Blasenentleerung auf intermittierenden Einmalkatheterismus umgestellt werden kann.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Der Europäische Verband der Urologen (EAU) verweist in der urologischen Leitlinie darauf, dass der intermittierende Katheterismus zwar mit weniger medizinischen Komplikationen einhergeht als eine Dauerkatheterableitung, aber die Lebensqualität negativ beeinflusst, so dass die Entscheidung zum alternativen Blasenmanagement im Sinne eines "shared decision" Prozesses erfolgt (167).

E48	Empfehlung	Neu 2024
EK	Eine neuro-urologischen Diagnostik mit Videourodynamik sollte als Routineuntersuchung während der Akutphase nicht geplant werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Der Zeitpunkt des Beginns der neuro-urologischen Diagnostik ist individuell festzulegen und abhängig von Lähmungsursache, Verletzungshöhe und -schwere. Auch wenn es erste Hinweise gibt, dass eine

neurogene Detrusorüberaktivität unabhängig vom Abklingen des spinalen Schocks auftreten kann, sollte eine urodynamische Erstdiagnostik erst nach Stabilisierung der Gesamtsituation der Betroffenen erfolgen (168).

Eine neuro-urologische Basisdiagnostik mit Anamnese, körperlicher Untersuchung (anale Sensibilität und Analtonus), Prüfung der sakralen Reflexe (Anal- und Bulbocavernosus-Reflex) liefert nach Beenden der intensiv-medizinischen Behandlung wegweisende Erkenntnisse für das weitere neuro-urologische Management.

11.12 Management der sexuellen Dysfunktion

Kapitelverantwortung: Jürgen Pannek

Kapitelmitarbeitende: Ralf Böthig, Veronika Geng, Regina Sauer, Sandra Himmelhaus

Die Sexualfunktion ist im Rahmen der QSL als Teil des autonomen Nervensystems häufig beeinträchtigt (48). In der akuten Phase spielt die veränderte Sexualfunktion keine wesentliche Rolle. Als Notfallsituation wird in diesem Kapitel auf das Thema des Priapismus eingegangen.

Inzidenz und Management eines Priapismus

Unter einem Priapismus wird eine unfreiwillige ungewollte Erektion verstanden. Bei Männern mit Rückenmarkverletzung ist die Inzidenz so niedrig, dass keine verlässlichen Zahlen zur Häufigkeit vorliegen (169). Wesentlich zur Therapie ist die Unterscheidung zwischen einem "High-Flow" Priapismus, der durch einen vermehrten Bluteinstrom bedingt wird, und einem "Low-Flow" Priapismus, dessen Ursache in einem verzögerten Blutabfluss mit Ischämie besteht. Für einen High-Flow Priapismus wird als eine mögliche Ursache ein neurogener vermehrter arterieller Bluteinstrom in die Genitalien diskutiert (169). Das Risiko von Folgeschäden, wie Schwellkörperfibrose mit nachfolgender dauerhafter erektiler Dysfunktion, ist beim Low-Flow Priapismus erhöht, daher ist eine Unterscheidung zwischen diesen Formen wesentlich. Hier gelten die penile Blutgasanalyse und Dopplersonographie des Penis als Standardverfahren. Ein High-Flow Priapismus, der unmittelbar nach der akuten Rückenmarkschädigung auftritt, ist häufig selbstlimitierend (170).

Empfehlungen

E49	Empfehlung	Neu 2024
EK	Wenn sich bei Männern mit einer akuten Querschnittlähmung ein Priapismus zeigt, soll ein Urologe/Urologin dazu gezogen werden, um die urologische Therapie wie üblich umzusetzen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Da ein unzureichender Priapismus wie oben geschildert zu Folgeschäden führen kann und spezifisch urologische differentialdiagnostische Überlegungen wie z.B. die Unterscheidung zwischen High-Flow- und Low-Flow Priapismus ist die urologische Fachexpertise in dieser Notfallsituation sinnvoll. Die Therapie eines Priapismus bei Menschen mit akuter QSL beinhaltet primär Kühlung, bei Persistenz der Symptomatik erfolgt Aspiration von Blut aus den Corpora cavernosa oder Injektion von Alpha-

Agonisten in die Schwellkörper. Interventionelle Therapien (Shunt zwischen Glans und Corpora oder selektive Embolisierung der penilen Arterien) können bei therapierefraktärem Priapismus erwogen werden.

Bei Rezidiven während der Akutphase der QSL existiert kein Standardvorgehen. In der Literatur als erfolgreich beschrieben werden die intrathekale Baclofengabe, Gabapentin, oder 5-Phosphodiesteraseinhibitoren. Differentialdiagnostisch sind andere mögliche Ursachen eines Priapismus, z.B. Sichelzellenanämie, Leukozytose bei Leukämie, Substanzabusus und Medikation abzuklären.

Auch wenn die Sexualfunktion bei fast allen Menschen mit akuter QSL in der akuten Phase verändert ist, stehen diese Themen häufig nicht als Priorität aus Sicht der Betroffenen im Vordergrund. Da die Entwicklung der Sexualfunktion in der Frühphase häufig nicht absehbar ist (48), ist eine Beratung diesbezüglich im weiteren Verlauf der Rehabilitation sinnvoll.

E50	Empfehlung	Neu 2024
EK	Die Diagnostik einer Sexualfunktionsstörung und Beratung sollte in Absprache mit den Wünschen und Erwartungen der Betroffenen erfolgen und durch ein in diesem Thema erfahrenes Team z.B. im Querschnittszentrum vertieft werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Die Bedürfnisse im Hinblick auf eine Beratung, Diagnostik und das Management von Sexualfunktionsstörungen zeigen sich bei den Betroffenen individuell. In verschiedenen Reviews wurden interprofessionelle Beratungs- und Behandlungsansätze dargestellt, die zu einer Steigerung der Lebensqualität auch im Umgang mit dem Thema Sexualität führen (171, 172). Die wissenschaftlichen Untersuchungen der therapeutischen Ansätze beziehen sich auf spätere Phasen nach Eintritt einer QSL.

11.13 Management der Haut / Integument

Kapitelverantwortung: Martin Donhauser

Kapitelmitarbeitende: Anke Scheel-Sailer, Regina Sauer, Sandra Himmelhaus

Dekubitus bei Menschen mit einer QSL zählen trotz den integrierten präventiven Behandlungsstrategien weiterhin zu den häufigen Komplikationen nach Eintritt einer QSL. Die Inzidenz wird zwischen 30 bis zu 50 % in der akuten Phase beschrieben (173-175). Eine frühzeitige Verlegung in ein Querschnittgelähmtenzentrum reduziert die Inzidenzraten (21).

Ein Dekubitus ist eine lokal begrenzte Schädigung der Haut und/oder des darunterliegenden Gewebes infolge von Druck oder von Druck in Kombination mit Scherkräften. Dekubitus treten in der Regel über knöchernen Vorsprüngen auf, können aber auch im Zusammenhang mit medizinischen Geräten oder anderen Objekten wie Schläuche oder Gurte von medizinischen Geräten entstehen.

Ein Dekubitus stellt ein über den Weichteilschaden hinausgehendes Problem dar und verschlechtert das Ergebnis der querschnittspezifischen Akutbehandlung und führt zu einem verringerten funktionellen Ergebnis und einer längeren Aufenthaltsdauer (176, 177).

Hautveränderungen und Dekubitus werden den internationalen Standards entsprechend klassifiziert. Das European Pressure Ulcer Advisory Panel (epuap.org), das National Pressure Injury Advisory Panel (npiap.com) und die Pan Pacific Pressure Injury Alliance (pppia.org) haben sich auf die Klassifikation geeinigt, die vier Kategorien umfasst und durch die Kategorie "nicht einstuftbar" und "Gewebeschädigung in der Tiefe" ergänzt wird.

Empfehlungen

E51	Empfehlung	Neu 2024
EK	Menschen mit einer akuten Querschnittslähmung sollen in einem Zentrum beziehungsweise einer Klinik behandelt werden, die ein Präventions- und Behandlungskonzept für Dekubitus haben, um die Dekubitusinzidenz zu senken.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einer retrospektiven Kohortenstudie (22) wurden 58 Pat. mit einer akuten traumatischen QSL in einem Traumazentrum ausgewertet. Nach der Einführung eines Behandlungsprotokolls für die akute QSL kam zu einem signifikanten Rückgang der querschnittspezifischen Komplikationen, mit Lungenentzündung (47 % gegenüber 16 %; $P = 0,02$) und Dekubitalgeschwüren (47 % zu 11 %; $P = 0,005$). Die Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation verringerte sich um 7 Tage und die Krankenhausverweildauer um 13 Tage. Bei der Sterblichkeit gab es keinen Unterschied. Die Krankenhauskosten verringerten sich ebenfalls.

In einem systematischen Review (21) wurde die Sterblichkeitsrate und die sekundären Komplikationen für Menschen mit QSL mit einer Versorgung in spezialisierten Querschnittgelähmtenzentren verglichen mit der Versorgung in anderen Zentren verglichen. Insgesamt wurden acht retrospektive Studien identifiziert, darunter zwei retrospektive Fall-Kontroll-Studien. Es zeigte sich, dass die Häufigkeit von Druckgeschwüren signifikant reduziert wurde (23). Alle Pat. mit verzögerter Aufnahme, mit Ausnahme der Patienten mit einer inkompletten QSL, hatten eine höhere Wahrscheinlichkeit, Druckgeschwüre zu entwickeln. Frühzeitig aufgenommene Pat. zeigten im Laufe der Zeit eine Abnahme der Rate von Druckgeschwüren.

Prävention von Dekubitus

Zur Präventionsstrategie gehört als wesentliches Element die individuell angepasste Druckentlastung. Die individuelle Druck- und Gewebetoleranz verändert sich durch verschiedene Faktoren wie z.B. durch das Mikroklima, die Durchblutung, das Alter, die Gesundheitssituation, die Komorbiditäten oder die Gewebekondition und wird im Rahmen der Risikobeurteilung erfasst. Bei weiteren Faktoren, welche tatsächlich oder mutmaßlich mit Dekubitus assoziiert sind, ist der häufigste die Immobilisation. Menschen mit einer akuten QSL befinden sich aufgrund der häufig bestehenden perioperativen Belastung, der intensivmedizinischen Versorgung, der Veränderungen der

Sensomotorik und des autonomen Nervensystems in einer besonders hohen Risikokonstellation (174).

E52	Empfehlung	Neu 2024
EK	a) Bei Menschen mit einer akuten Querschnittslähmung soll eine umfangreiche Hautkontrolle insbesondere an den Prädeliktionsstellen (unter anderem Sakrum/ Coccygis, Fersen, Trochanter, Sitzbeine) bei jedem Positionswechsel mit geeigneten Lagerungsmaterialien (z.B. alle 2-4 Stunden mit Kissen, Keilen, Wechseldruckmatratzen) durchgeführt und dokumentiert werden. b) Sobald ein Dekubitus aufgetreten ist, soll sofort eine Druckentlastung des betroffenen Areals erfolgen. Frühmobilisation sollte unter Berücksichtigung der individuellen Situation und der Hautkontrollen mit entsprechenden Hilfsmitteln weitergeführt werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Da keine randomisierten Studien oder strukturierte Beobachtungsstudien vorliegen, orientieren sich die Empfehlungen an einem systematischen Review (178) in den 11 Leitlinien eingeschlossen wurden. In den dort zusammengestellten Präventionsstrategien empfehlen vier Leitlinien, die Pat. alle 2-4 Stunden zu lagern und die Haut vor der nächsten Umlagerung anzuschauen und zu beurteilen. Vier Leitlinien empfehlen die Verwendung von Hilfsmitteln zur Druckentlastung wie Luft-, Gel- und Wassermatratzen, während eine Leitlinie Lagerungskissen empfiehlt. Hinsichtlich der Behandlungsmaßnahmen empfahlen zwei Leitlinien bei tiefem Dekubitus ein dem Läsionsgrad entsprechendes Wundbehandlungskonzept mit ggf. operativen Eingriffen wie Debridement und plastische Deckung durchzuführen. Drei Leitlinien empfahlen die Beurteilung und Verbesserung der Ernährungssituation. Die Qualität der Nachweise reichte von mittelmäßig bis schlecht.

Dekubitusrisiko-Skalen und Scoring Systeme

In einem systematischen Review (179) wurde ein Vergleich zwischen verschiedenen Dekubitusrisikoskalen vorgenommen. Sieben Skalen wurden eingeschlossen: Abuzzese, Braden, Gosnell, Norton, SCIPUS und SCIPUS A und Waterlow. Die meisten waren leicht verfügbar, schnell durchführbar und verursachten nur geringe Belastung für die Befragten. Allerdings erfordern SCIPUS-A und SCIPUS, zwei Skalen speziell für Menschen mit QSL entwickelt, ergänzend laborchemische Untersuchungen.

Obwohl die SCIPUS-A und SCIPUS vielversprechend erscheinen, deuten Probleme mit der Anwendbarkeit und den schlechten psychometrische Eigenschaften darauf hin, dass diese Instrumente derzeit nicht empfohlen werden können. Auch wenn die Braden-Skala die beste kombinierte Evidenz für Validität und Anwendbarkeit aufweist, ist sie in der Population von Menschen mit einer QSL nicht anwendbar, da bereits die QSL mit der veränderten Motorik und Sensibilität sowohl für die Braden-Skala als auch für die anderen Scores in eine Hochrisikogruppe führt. Für ein individuell angepasstes Management wären zusätzliche Tests oder komplexere Risikomodelle erforderlich. Die Einführung dieser Skalen führte außerdem nicht zu einer niedrigeren

Inzidenz von Dekubitus bei Menschen mit QSL. Auch wenn die regelmäßige Durchführung von Dekubitusrisiko-Skalen aus den genannten Gründen nicht sinnvoll erscheint, sind in den Kliniken etablierte Qualitätserfassungen davon unbenommen. (179)

Behandlung von Dekubitus

Grundsätzlich wird bei der Behandlung von Dekubitus oder Wunden auf Wundbehandlungskonzepte oder die Leitlinie der European Pressure Ulcer Advisory Panel (epuap.org), verwiesen.

In den Behandlungskonzepten haben sich die folgenden Behandlungselemente etabliert: standardisierte Klassifikation, Druckentlastung, Behandlung der Risikofaktoren für postoperative Komplikationen, Infektbehandlung, Ernährungstherapie, Versorgung mit Hilfsmitteln, Sekundärprävention mit Physio-, Ergotherapie und psychologischen Interventionen. (177, 180)

Ergänzend sind die folgenden **Empfehlungen** zu berücksichtigen:

E53	Empfehlung	Neu 2024
EK	Sobald bei Pat. mit akuter Querschnittslähmung ein Dekubitus auftritt, soll eine sofortige konservative Behandlung mit Druckentlastung und einer lokalen Wundversorgung dem Wundkonzept entsprechend durchgeführt werden. Dies sollte anhand eines interprofessionellen und interdisziplinären Behandlungskonzeptes geschehen.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einer randomisierten Kontrollstudie (181) konnte gezeigt werden, dass die zyklische Druckentlastung die Wundheilung unterstützt. 44 Pat. mit QSL und Dekubitus Grad II oder III wurden randomisiert einer Druckentlastungsgruppe und einer Kontrollgruppe zugeführt. Die Druckentlastung wurde mit einer individuell einstellbaren automatischen Sitzschale versorgt, die für zyklische Druckentlastung sorgte. Die Kontrollgruppe wurde dem üblichen Konzept entsprechend behandelt. Nach 30 Tagen wurde die Wundheilungsfortschritte mit dem PUSH Score (Länge, Breite, Exsudat, Gewebequalität) verglichen. Hier zeigte sich eine signifikant höhere Wundheilungsrate in der Druckentlastungsgruppe.

In einer Studie (182) war es das Ziel, die Druckentlastungseffekte eines kontinuierlichen seitlichen Drehgeräts an üblichen Prädilektionsstellen für Dekubitus zu untersuchen. 24 gesunde Erwachsene nahmen teil. Im Rahmen der verschiedenen Umlagerungspositionen zeigte sich, dass der beste druckentlastende Effekt zeigte sich bei 30° am Hinterkopf, 15° am Schulterblatt 45°, am Kreuzbein 15°, an der rechten Ferse und 30° an der linken Ferse. Das kontinuierliche seitliche Drehen entlastete effektiv den Druck an den gezielten Stellen. Insofern sollte die Druckentlastung auch bei Menschen mit einer QSL diesen biomechanischen Grundprinzipien der Lagerung folgen.

Die Risikoanalyse und die Behandlung wird im interprofessionellen Team mit den folgenden Berufsgruppen durchgeführt:

- Ärzte/Ärztinnen

- Pflege, Wundexperten/-expertinnen, Rehabilitationspflege
- Physio- und Ergotherapie
- Ernährungsberatung
- Psychologie
- Hilfsmittelberatung (optional)

12 Prognose und Aufklärung Querschnittlähmung

Kapitelverantwortung: Norbert Weidner

Kapitelmitarbeitende: Anke Scheel-Sailer, Kevin Schultes, Rilana Schuster

Bereits sehr früh nach Eintritt der QSL stellen Betroffene und Angehörigen die Frage, inwieweit sich die QSL zurückbilden wird. Menschen mit einer akuten QSL schildern, dass sie noch lange auf vollständige Erholung hoffen. Nur wenige Betroffene realisieren frühzeitig, dass die neurologischen und funktionellen Einschränkungen fortbestehen. Die Aufklärung über die Natur der Erkrankung und Prognoseabschätzung stellt nicht nur aufgrund der zum Teil bestehenden Unsicherheit über die Prognose auch für Mediziner und Medizinerinnen häufig eine Herausforderung dar. In verschiedenen Untersuchungen zeigte sich, dass sich sowohl unerfahrene als auch erfahrene Health Care Professionals im Rahmen des Aufklärungsgespräches eher unsicher fühlten und vor allem Respekt vor den Emotionen der Betroffenen hatten (183, 184).

Auch wenn sich das medizinische Management in der Akutphase nach den vorliegenden neurologischen Ausfällen richtet, stellt sich auch aus medizinischer Perspektive die Frage nach dem Ausmaß der Schädigung und dem Potential der Erholung (185). In dieser frühen Phase nach Eintritt der QSL hat sich die Untersuchung nach ISNCSCI nicht für eine gute Vorhersage bewährt. Durch den Einbezug ergänzender Untersuchungen wie zum Beispiel eine MRT-Untersuchung oder die Nutzung komplexer Vorhersagemodelle wird versucht, die Prognose besser vorhersagen zu können. Diese verbessern die Prognosestellung aktuell aber auch noch nicht.

Empfehlungen

E54	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: B	Da in der Akutphase weder die klinische Untersuchung mittels ISNCSCI noch ergänzende Verfahren (MRT, KI-gestützte Prädiktion) zuverlässige Vorhersagen hinsichtlich neurologischer Erholung treffen lassen, sollten aufgrund der Unsicherheit keine prognostischen Aussagen in Hinblick auf Therapieentscheidungen oder gegenüber Pat. und Angehörigen getroffen werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome:	Costanzo 2022 (186), Dietz 2022 (187)	

Diffusion tensor imaging to predict the AIS score	Starker Konsens (100%)
⊕⊖⊖⊖	
Diffusion tensor imaging to predict injured level	
⊕⊖⊖⊖	
Machine learning to predict complications	
⊕⊖⊖⊖	
Machine learning to predict functional ability	Starker Konsens (100%)
⊕⊖⊖⊖	
Machine learning to predict quality of life	
⊕⊖⊖⊖	

Hintergrund

Spontanerholung nach traumatischer QSL kann am zuverlässigsten mit der standardisierten neurologischen Untersuchung nach ISNCSCI und der daraus abgeleiteten ASIA Impairment Scale (AIS) eingeschätzt werden (188). Allerdings ist die ISNCSCI Untersuchung v.a. in den ersten Tagen nach Eintritt der QSL weniger zuverlässig, da die Kooperation Betroffener, insbesondere bei Patienten mit zervikaler QSL oder polytraumatisierten Patienten wegen der Notwendigkeit intensivmedizinischer Maßnahmen (Sedierung, Beatmung), sehr eingeschränkt sein kann. Daraus ergibt sich, dass Prognoseabschätzungen in der Frühphase nach Eintritt der QSL nicht zielführend sind bzw. zu unnötiger Verunsicherung Betroffener führen kann.

In einer systematischen Übersichtsarbeit (186) wurden 17 Studien mit 299 Pat. mit QSL und einer MRT-Untersuchung analysiert. Sie fanden eine Korrelation zwischen fraktionalem Anisotropie (FA) Werten und dem AIS-Grad. Pat. mit kompletter QSL hatten einen statistisch signifikant niedrigeren FA-Wert im Bereich des verletzten Rückenmarks als Pat. mit inkompletter QSL. Es zeigten sich in allen Studien vielversprechende Ergebnisse für den Nutzen von Diffusions-Tensor-Imaging-Kernspintomographie (DTI-MRT) Parametern als nicht-invasive Biomarker bei der Bewertung der Rückenmarksverletzung (186). Aktuell können diese Verfahren aber noch nicht im klinischen Alltag genutzt werden.

Eine systematische Übersichtsarbeit (187) untersuchte die verschiedenen Verfahren des Machine Learnings hinsichtlich prognostischer Aussagen bei akuter QSL. Die Studien berücksichtigten MRT-Parameter, Blutdruckmessungen (mittlerer arterieller Druck) in der Akutversorgung und intraoperativ, um Vorhersagen hinsichtlich Geh- und Funktionsfähigkeit, Komplikationen der QSL sowie Lebensqualität treffen zu können. Die Autoren schlussfolgerten, dass Machine Learning zukünftig eine Plattformtechnologie mit klinischer Anwendung in der Diagnose, Prognose, Management, Rehabilitation, Prävention von Komplikationen und psychischen Erkrankungen darstellen kann. Ein Einsatz im klinischen Alltag ist aber aktuell noch nicht absehbar (187).

Im Zusammenhang mit der Übermittlung der Diagnose einer QSL wurde von den Befragten vor allem das ärztliche Verhalten (allgemeine Einstellung und Haltung gegenüber Pat.) und die Bereitstellung von Informationen (Inhalt, Zeitpunkt und Quelle) als wichtig im Aufklärungsprozess bewertet (189).

Für die Aufklärung und Begleitung bei Menschen mit einer QSL in einer Palliativsituation verweisen wir auf die Leitlinie Palliativmedizin für Menschen mit einer nicht heilbaren Krebserkrankung (AWMF Reg-Nr.: 128-001) und die Leitlinie Palliativmedizinische Versorgung neurologischer Erkrankungen (AWMF Reg-Nr.: 030-145).

13 Förderung der Funktionsfähigkeit: Mobilität, Selbstversorgung und Partizipation

Kapitelverantwortung: Anke Scheel-Sailer

Kapitelmitarbeitende: Karen Kynast (Nachfolgerin von Anne von Reumont), Isabelle Debecker, Sophie Irrgang, Kirstin Allek, Sandra Himmelhaus, Kevin Schultes, Zacharias Wittmann

Einschränkungen der Sensibilität, Motorik und des autonomen Nervensystems führen nach einer QSL zu einer limitierten Funktionsfähigkeit von Menschen mit QSL (190-194). Während die oberste Priorität während dieser Phase dem Erhalten lebenswichtiger Funktionen gilt, spielt auch die Funktionsfähigkeit in den Bereichen Struktur, Funktion, Aktivität und Partizipation bereits eine wichtige Rolle in Hinblick auf das kurz- und mittelfristige Vorbeugen von Komplikationen sowie dem Erreichen der größtmöglichen Selbstständigkeit (192). Ein früher Beginn spezifischer Rehabilitation kann einen positiven Einfluss auf die stationäre Behandlungsdauer sowie auf die Funktionsfähigkeit der Menschen mit einer QSL haben (195).

Das Wiedererlangen der Funktionsfähigkeit hier insbesondere in den Bereichen Mobilität, Selbstversorgung und Partizipation ist für Menschen mit QSL von hoher Priorität. Ein früher Einsatz von Bewegungsübungen, Kompensationsstrategien und Hilfsmitteln bereits in der Akutphase trägt dazu bei, eine größtmögliche spätere Partizipation zu erreichen (192). Adäquate und regelmäßige Erhebungen der Funktionsfähigkeit dienen dazu, Veränderungen im zeitlichen Verlauf zu beschreiben (196). Sie bilden die Grundlage, um mittel- und langfristige Ergebnisse festzuhalten und die Therapien auf individuelle Bedürfnisse abzustimmen (197). Für die Auswahl der Assessments zur Beschreibung der Funktionsfähigkeit verweisen wir auf die Empfehlungen in der Leitlinie

"Ergebniserhebung in der Erstbehandlung nach Querschnittlähmung" (AWMF Reg-Nr.: 179-012), in der insbesondere auch auf die Assessments in der Akutphase eingegangen wird.

Interventionen, welche zur Verbesserung der respiratorischen Situation und Vermeidung weiterer Komplikationen wie zum Beispiel Dekubitus angewandt werden, werden in den Kapiteln 11.5 respektive 11.11 beschrieben.

Grundsätzlich entspricht das Management der Funktionsfähigkeit in der akuten Phase dem in den folgenden Leitlinien beschriebenen Management:

Tabelle 4: Management der Funktionsfähigkeit

Titel	AWMF-Registernr.:	Entwicklungsstufe	Federführende Fachgesellschaft
Rehabilitation der unteren Extremität, der Steh- und Gehfunktion bei Menschen mit Querschnittlähmung	179-009	S2e	DMGP
Verbesserung der Funktionsfähigkeit der oberen Extremitäten bei zervikaler Querschnittlähmung	179-013	S2e	DMGP
Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen	001-015	S3	DGAI

Insofern verweisen wir für die Diagnostik und Therapie der Funktionsfähigkeit nach QSL im Hinblick auf die frühen Interventionen auch auf die Empfehlungen dieser Leitlinien.

Empfehlungen

Obwohl die bestehenden Leitlinien unter anderem auch auf die Akutphase eingehen, bestehen im klinischen Alltag Unklarheiten bezüglich Nutzen und Risiken von Assessments und Interventionen unmittelbar nach Eintritt einer QSL. Die Empfehlungen dieser Leitlinie sollen die Entscheidungsfindung in diesem spezifischen/umstrittenen Zeitraum erleichtern.

E55	Empfehlung	Neu 2024
EK	Aktivierende Therapien (Physio- oder Ergotherapie) sollen so früh wie möglich durchgeführt und an die traumatologischen/orthopädischen oder neurologisch/internistischen Limitationen und die Belastung der Pat. angepasst werden.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Ein systematisches Review (198) untersuchte therapeutische Interventionen für Menschen mit QSL in der Akutphase (14 Tage nach Eintritt der QSL). In den 12 eingeschlossenen Studien/Leitlinien zur klinischen Praxis wurden unterschiedliche Interventionen und Assessments beschrieben und empfohlen, die sicher und wichtig im Hinblick auf die Förderung der Mobilität und zur Vermeidung

von Komplikationen waren. Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass verschiedene Interventionen bereits in der Akutphase durchgeführt werden können und dass aufgrund der Vielfalt der Interventionen die individuelle Anpassung ein wichtiger Teil in dieser Phase darstellt und somit keine standardisierten Empfehlungen möglich sind. Die methodische Qualität des Reviews wurde als hervorragend bewertet. (198)

Die genannten Limitationen dienen dazu, den Pat. sicher zu begleiten. Limitationen kommen aus den verschiedenen medizinischen Fachrichtungen und umfassen zum Beispiel aus traumatologischer Sicht strukturelle Einschränkungen des Bewegungsapparates und aus internistischer Sicht beispielsweise das Vorhandensein einer ausreichenden Sauerstoffsättigung. Die eingeschränkte Funktion des autonomen Nervensystems kann zu einer Hypotonie führen und wird bei der Mobilisation berücksichtigt.

Die Interventionen zur Förderung der Funktionsfähigkeit in der Akutphase stellen insofern besondere Herausforderungen dar, da traumatologische/orthopädische Limiten (Kapitel 8) sowie neurologisch/internistischer Limiten (Kapitel 10 und 11) und Schmerzen (Kapitel 11.2) berücksichtigt werden müssen. Aktivitätsbezogene Bewegungstherapien in verschiedenen Ausführungen werden detailliert obwohl für die Rehabilitation der oberen als auch der unteren Extremität bei Menschen mit QSL in bestehenden AWMF-Leitlinien empfohlen (Tabelle 5).

E56	Empfehlung	Neu 2024
EK	<ul style="list-style-type: none"> a) Die oberen und unteren Extremitäten von Menschen mit akuter Querschnittlähmung sollen täglich unter Berücksichtigung der individuellen Limitationen und Schmerzen durchbewegt werden. b) Bei zunehmendem Tonus und beginnender Einschränkung der Beweglichkeit soll die Behandlung überprüft und angepasst werden. c) Die Behandlung von tetraplegischen Händen soll in der akuten Phase geprüft werden, um individuelle Therapiemaßnahmen festzulegen. 	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

In einem systematischen Review (198) wurden therapeutische Interventionen für Menschen mit QSL in der Akutphase (14 Tage nach Eintritt der QSL) untersucht. Unter den 12 eingeschlossenen Studien und Leitlinien wurden die folgenden Interventionen zur Beeinflussung der Spastik und zur Kontrakturprophylaxe empfohlen: I) Rehabilitation und passive Mobilisierung der vom motorischen Defizit betroffenen Gelenke, II) Positionierung der Gelenke in die entgegengesetzte Richtung der vorhersehbaren Verformung, III) Anlegen einer Orthese, IV) manuelle Muskelkräftigung. Diese Maßnahmen sollten von Anfang an mindestens einmal am Tag durchgeführt werden. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass die Dehnungsübungen mindestens 20 Minuten pro Region dauern und durch eine geeignete Lagerungsothese und/oder eine entsprechende Bett- oder Stuhlpositionierung unterstützt werden (199).

In Ergänzung zu den Empfehlungen in der Leitlinie (AWMF Reg-Nr.: 179-013) (Tabelle 5) erfordert die Rehabilitation der Hand aufgrund der unterschiedlichen Schädigungsmuster im zervikalen Rückenmark, der daraus resultierenden unterschiedlich veränderten und sich verbessernden Funktionsfähigkeit eine kontinuierliche therapeutische Begleitung der Handfunktionsentwicklung. Therapeutische Maßnahmen zum Erhalt der Gelenkbeweglichkeit können genauso erforderlich sein, wie der Einsatz von Lagerungsmethoden. Die regelmäßige Hautkontrolle auf eventuell auftretende Druckstellen ist dabei ein wichtiger Aspekt. Da die Rehabilitation der tetraplegischen Hand nach unterschiedlichen Prinzipien erfolgen kann (AWMF Reg-Nr.: 179-013), ist bei einer absehbar längerfristigen stationären Behandlung in der erstversorgenden Akutklinik Rücksprache mit dem weiterbehandelndem Querschnittzentrum zu sinnvoll.

E57	Empfehlung	Neu 2024
Empfehlungsgrad: Statement	Bei Menschen mit akuter Querschnittlähmung kann keine Empfehlung zur Anwendung von Elektrostimulation in der akuten Phase gegeben werden.	
Qualität der Evidenz		
Outcome: Muscle function ⊕⊖⊖⊖	Irrgang 2024 (198)	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Eine methodisch gute systematische Übersichtsarbeit (198) untersuchte therapeutische Interventionen für Menschen mit QSL in der Akutphase (14 Tage nach Eintritt der QSL). Unter den 12 eingeschlossenen Studien/Leitlinien zur klinischen Praxis wurden Interventionen zur integriert durchgeführten funktionelle Elektrostimulation (FES) aufgeführt. In einem RCT (200) wurde FES-Cycling (Einstellungen 140mA, 0.3-0.5ms, 35 Hz, 30-40 rev cad.) beginnend innerhalb der ersten 14 Tage nach einer QSL untersucht. FES-Cycling kann als eine sichere Intervention während der ersten 14 Tage nach einer QSL bewertet werden (200). Bezüglich der Skelettmuskelatrophie konnten in dieser Studie jedoch keine signifikanten Unterschiede der Effekte beider Interventionen festgestellt werden. In einer Leitlinie (27) werden zwar FES-unterstützte Interventionen zur Verbesserung der Handfunktion empfohlen, eine entsprechend Evidenz-Basis lag jedoch nicht zugrunde.

Insofern zeigten sich gemäß der aktuellen Evidenz noch keine klaren positiven Effekte in Bezug auf die Anwendung der FES, in der Frühphase nach Eintritt der QSL. Inwieweit die FES in Ergänzung zu den üblichen therapeutischen Interventionen also zu einer verbesserten motorisch funktionellen Erholung beiträgt, bleibt aktuell aufgrund der noch nicht ausreichenden Evidenz in größeren Beobachtungskohorten unsicher.

In einer randomisierten Interventionsstudie (201) mit 29 Pat. mit einer akuten, eine Woche nach Eintritt der zervikalen QSL wurde eine Kombination aus therapeutischer Elektrostimulation und konventionellem Training mit alleinstehendem konventionellem Training verglichen. In dieser Studie

zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Endpunkten Kraft, Ödeme oder Schmerz. Die methodische Qualität des Reviews wurde als hervorragend bewertet (198).

E58	Empfehlung	Neu 2024
EK	Hilfsmittel zur Unterstützung der Kommunikation und Kontrolle des Umfelds (z.B. geeignete Klingeln/Pat.-ruf) sollen an die Lähmungshöhe und die kognitiven Fähigkeiten individuell so angepasst werden, dass sie sicher genutzt werden können.	
	Starker Konsens (100%)	

Hintergrund

Hilfsmittel und Umfeldkontrollsysteme haben einen großen Einfluss auf die Selbstwahrnehmung und fördern die Selbstständigkeit in Alltagssituationen. Die genannte Publikation bezieht sich vor allem auf Menschen mit chronischer QSL. Besonders der Einsatz von sprach- oder mundgesteuerten Hilfsmitteln zeigte aber auch in der Akutphase schon positive Effekte auf das Gefühl von Sicherheit, die Selbstwirksamkeit und die Selbstbestimmung und kann daher ebenso für die Akutphase empfohlen werden. (202)

Eine Untersuchung von Menschen mit QSL während des stationären Aufenthaltes fand heraus, dass Umfeldkontroll-Systeme gut akzeptiert werden und das Gefühl von Unabhängigkeit stärken. Ein umfassendes Training zur Anwendung der Hilfsmittel und eine Sicherstellung von Ressourcen zur Instandhaltung dieser Hilfsmittel steigert den Nutzen und wirkt sich positiv auf Pat.-erfahrung aus. (203)

14 Wichtige Forschungsfragen

Im Rahmen der systematischen Suche fielen folgende Forschungsgebiete auf. Für einige der Schlüsselfragen wurde kein systematischer Review gefunden, so dass in den folgenden Kapiteln eine systematisch aufbereitete Evidenz fehlt:

11.4 Schmerzmanagement

11.5 Management affektiver, kognitiver und Schlaf-bezogener Beeinträchtigungen

11.8 Infektiologisches Management

11.9 Endokrinologisches Management

11.13 Management der Haut/Integument

In einigen Kapiteln wurde zwar ein systematisches Review gefunden, die eingeschlossenen Studien hatten aber eine eher schlechte Evidenz, zum Teil eine Zusammenstellung von im Konsens entwickelten Leitlinien, so dass gute Beobachtungsstudien oder für ungeklärte Evidenz idealerweise randomisierte Studien geplant werden könnten. (z.B. 13. Förderung der Funktionsfähigkeit: Mobilität, Selbstversorgung und Partizipation).

15 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

15.1 Leitlinienkoordination

Leitlinienkoordination:

PD Dr. med. Anke Scheel-Sailer
Schweizer Paraplegiker-Forschung
Forschung RQM
Guido A. Zäch Strasse 1
6207 Nottwil
Schweiz

Prof. Dr. med. Norbert Weidner
Klinik für Paraplegiologie - Querschnittzentrum
Zentrum für Orthopädie, Unfallchirurgie, Paraplegiologie
Universitätsklinikum Heidelberg
Schlierbacher Landstraße 200a
69118 Heidelberg
Deutschland

Leitliniensekretariat:

Deutsche Gesellschaft für Neurologie
Editorial Office Leitlinien
leitlinien@dgn.org

15.2 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Tabelle 5: Mitglieder der Leitliniengruppe

Fachgesellschaft/ Organisation	Mandatstragende	Zeitraum
Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V. (DGN)	Prof. Dr. Norbert Weidner	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie e.V. (DMGP)	PD Dr. Anke Scheel-Sailer	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI)	Prof. Dr. Werner Klingler, Prof. Dr. Martin Söhle	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Neurointensiv- und Notfallmedizin (DGNI)	PD Dr. Berk Orakcioglu	27.09.2021 bis 30.09.2024

Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR)	Prof. Dr. Dr. Stefan Weidauer	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)	Prof. Dr. Sven Oliver Eicker, Prof. Dr. Uwe Max Mauer	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR)	Dr. Andreas Hildesheim	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC)	Dr. Doris Maier, Prof. Dr. Florian Högel	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Pflegewissenschaft e.V. (DGP)	Regina Sauer	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP)	Dr. Jens Geiseler	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Gesellschaft für Urologie e.V. (DGU)	Prof. Dr. Jürgen Pannek, PD Dr. Ralf Böthig	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutsche Wirbelsäulengesellschaft (DWG)	Prof. Dr. Christian Herren	27.09.2021 bis 30.09.2024
Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland	Prof. Dr. Rainer Abel, Kevin Schulthess	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK)	Anne von Reumont, Karen Kynast	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutscher Verband Ergotherapie (DVE) e.V.	Kirstin Allek, Isabelle Debecker	27.09.2021 bis 30.09.2024
Deutscher Bundesverband für Logopädie e.V. (dbl)	Iris Meissner	27.09.2021 bis 30.09.2024
Verband der Diätassistenten – Deutscher Bundesverband e. V.	Jeannette Obereisenbuchner	27.09.2021 bis 30.09.2024
Pat.-vertretende	Kevin Schulthess	27.09.2021 bis 30.09.2024
Weitere Teilnehmende	Funktion & Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum
Dr. Martin Donhauser	Chirurgie, BG-Klinik Murnau, Deutschland	27.09.2023 bis 30.09.2024

PD Dr. Steffen Franz	Neurologie, AUVA, Allgemeine Unfallversicherungsanstalt Wien	27.09.2023 bis 30.09.2024
Veronika Geng	Pflege, Manfred Sauer Stiftung, Lobbach, Deutschland	28.09.2021 bis 30.09.2024
Dr. Franz Michel	Pneumologie, Schweizer Paraplegiker-Zentrum, Nottwil, Schweiz	27.09.2023 bis 30.09.2024
Dr. Matthias Ponfick	Pneumologie, Krankenhaus Rummelsberg, Deutschland	27.09.2023 bis 30.09.2024
Rilana Schuster	Psychologie, Orthopädische Kliniken Heidelberg, Deutschland	27.09.2023 bis 30.09.2024
Søren Tiedemann	Pflege Beatmung, BG Klinik Hamburg, Deutschland	27.09.2023 bis 30.09.2024
Dr. Stephan Kurz	Orthopädie und Unfallchirurgie, BG Klinik Frankfurt am Main, Deutschland	27.09.2023 bis 30.09.2024

An der Leitlinienerstellung haben die folgenden Fachgesellschaften nicht teilgenommen:

- Patientenvertreter der Schweizer Paraplegiker-Vereinigung
- Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V. (DNEbM)
- Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde e.V. (DGPPN)
- Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen e.V. (DGPRÄC)
- Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM)
- Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin e.V. (DGIIN)
- Deutsche Gesellschaft für Physikalische und Rehabilitative Medizin e.V. (DGPRM)
- Gesellschaft für Qualitätsmanagement in der Gesundheitsversorgung e.V. (GQMG)
- Deutsche Gesellschaft für Angiologie - Gesellschaft für Gefäßmedizin e.V. (DGA)
- Deutsche Röntgengesellschaft, Gesellschaft für Medizinische Radiologie e.V. (DRG)

Diese wurden zu Beginn der Leitlinienerstellung angefragt, konnten aber aufgrund fehlender Ressourcen keine Mandatsträger zur Leitlinienerstellung entsenden.

15.3 Patienten-/Patientinnen-/Bürger-/Bürgerinnenbeteiligung

Pat.-vertretende aus Deutschland waren an den Konsensuskonferenzen und beim Erstellungsprozess der Leitlinie beteiligt und stimmberechtigt. Sie wurden durch die Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten delegiert.

15.4 Methodische Begleitung

Bei der Erstellung wurde die Leitlinie durch Mitarbeitende des Instituts für Öffentliches Gesundheitswesen der Universität zu Köln unter Leitung von Frau Prof. Dr. Nicole Skoetz und Moritz Ernst methodisch begleitet.

16 Informationen zu dieser Leitlinie

16.1 Methodische Grundlagen

Die zugrundeliegende Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie orientiert sich am AWMF-Regelwerk (204).

16.2 Systematische Recherche und Auswahl der Evidenz

Die systematische Recherche ist im Leitlinienreport zu dieser Leitlinie dokumentiert. Hier sind die Suchstrategien und die Studienselektionsprozesse ausführlich beschrieben.

16.3 Kritische Bewertung der Evidenz

In dieser Leitlinie wurde als Bewertungsinstrumente zur Qualitätsbewertung systematischer Reviews das Tool AMSTAR-II verwendet. Um die Sicherheit der Evidenz zu bewerten, wurde der GRADE Ansatz angewendet. Die Ergebnisse der eingeschlossenen Studien wurden in Evidenztabellen und Summary of Findings-Tabellen extrahiert und dargestellt, um eine klare und strukturierte Darstellung der Evidenz als Grundlage für die Leitlinienempfehlungen zu ermöglichen.

16.4 Strukturierte Konsensfindung

Der strukturierte Konsens wurde durch einen nominalen Gruppenprozess und eine Konsensuskonferenz in Heidelberg und zwei ergänzende digitale Konsensuskonferenzen unter unabhängiger Moderation durch Frau Dr. Monika Nothacker, AWMF erreicht. Eine detaillierte Beschreibung dieses strukturierten Konsensverfahrens finden Sie im Leitlinien-Report dieser Leitlinie.

16.5 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

Festlegung des Empfehlungsgrades

Die folgende Tabelle stellt die verwendete Empfehlungsgraduierung dar.

Tabelle 6: Dreistufiges Schema zur Graduierung von Empfehlungen

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise
A	Starke Empfehlung	Soll /Soll nicht
B	Schwache Empfehlung	Sollte /sollte nicht
0	Empfehlung offen	Kann erwogen/verzichtet werden

Feststellung der Konsensstärke

Zur Feststellung der Konsensstärke wurde die in Tabelle 8 dargestellte Klassifikation verwendet.

Tabelle 7: Feststellung der Konsensstärke

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

17 Redaktionelle Unabhängigkeit

17.1 Finanzierung der Leitlinie

Die Erstellung der Leitlinie wurde durch den Innovationsausschuss des Gemeinsamen Bundesausschusses (01VSF22004) im Förderzeitraum vom 1. Oktober 2022 bis 30. September 2024 mitfinanziert. Es gab keinen Einfluss auf die Inhalte der Leitlinie.

17.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Die Angaben zu den Interessen wurden mit dem AWMF-Formblatt von 2018 erhoben und von einem Vertreter der AWMF, sowie Kevin Schulthess und Regina Sauer auf einen thematischen Bezug zur Leitlinie bewertet. Als geringer Interessenkonflikt wurde die Teilnahme an Forschungsprojekten mit direktem Bezug zu den untersuchten Interventionen gewertet. Als moderater Interessenskonflikt wurde die Tätigkeit in einem industriefinanzierten Advisory Board, als wissenschaftlicher Beirat oder die Managementverantwortung in einer industriefinanzierten Studie klassifiziert. Als hoher Interessenskonflikt wurden Eigentümerinteressen, Arbeitsverhältnisse bei der Industrie mit Bezug zur Leitlinie oder der Besitz von Geschäftsanteilen klassifiziert.

Ein geringer Interessenskonflikt hatte eine Limitierung von Leitungsfunktionen zur Folge. Ein moderater Interessenskonflikt hatte eine Stimmenthaltung zur Konsequenz. Ein hoher Interessenskonflikt 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 Konsenskonferenz und eine öffentliche Konsultationsfassung gewertet werden.

Es wurden keine moderaten oder hohen Interessenskonflikte festgestellt. Somit kam es zu keinen Einschränkungen bei der Erstellung der Kapitel oder den Abstimmungen der Empfehlungen. Ergänzend verweisen wir auf die tabellarische Darstellung der Interessenkonflikte in der Tabelle (Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten, Webseite AWMF Leitlinie 030-070).

18 Externe Begutachtung und Verabschiedung

Eine Vorabprüfung der präfinalen Version fand am 07.07.2024 durch die DGN und die DMGP statt. Die überarbeitete Version wurde am 24.07.2024 von der AWMF geprüft. Die vollständige Leitlinie stand als Konsultationsfassung für alle Mandatstragenden, beteiligten Organisationen und Vorstände vom 31.07.2024 bis zum 24.08.2024 zur Kommentierung auf der DGN- und AWMF-Website zur Verfügung. Die Rückmeldungen aus der Konsultationsfassung wurden an der Konsensuskonferenz am 03.09.2024 abgestimmt. Die finale Version wurde durch die beteiligten Organisationen und Vorstände verabschiedet.

19 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab 25.09.2024 bis zur nächsten Aktualisierung voraussichtlich bis 24.09.2029. gültig. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden.

Leitliniensekretariat

Deutsche Gesellschaft für Neurologie

Editorial Office Leitlinien

leitlinien@dgn.org

20 Verwendete Abkürzungen

Tabelle 8: Abkürzungsverzeichnis

AIS	ASIA-Impairment-Scale
AMSTAR II	Assessing the methodological quality of systematic reviews II
ANN	Künstliche neuronale Netze
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
ARDS	Akutes Atemnotsyndrom
ASIA	American Spinal Injury Association
ASPEN	American Society for Clinical Nutrition and Metabolism
ATLS	Advanced Trauma Life Support
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.
BIA	Bioelektrische Impedanzanalyse
BWS	Brustwirbelsäule
CARS	kompensatorischen antientzündlichen Reaktionssyndroms
CNN	Faltungsneurale Netze
CPG	Clinical practice guideline
CT	Computer-Tomographie
DAP	deep anal pressure
DGEM	Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin
DGN	Deutsche Gesellschaft für Neurologie
DMGP	Deutschsprachige Medizinische Gesellschaft für Paraplegiologie
EAU	Europäischer Verband der Urologen
EMSCI	European Multicenter Study about Spinal Cord Injury
ESPEN	European Society for Clinical Nutrition and Metabolism
FA	Fractional Anisotropy
FEES	Fiberoptischen Evaluation des Schluckens
FES	Funktionelle Elektrostimulation
GRADE	Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation
HCTA	hierarchische Cluster-Baum-Analyse
HFrEF	heart failure with reduced ejection fraction
HWS	Halswirbelsäule
IK	Intermittierendem Katheterismus
ISCOS	Internationalen Society of Spinal Cord
ISNCSCI	International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury
LDUH	Niedrig dorsiertes unfraktioniertes Heparin
MAP	Mean arterial pressure
ML	Machine learning
MRT	Magnetresonanz-Tomographie
MV	Mechanic ventilation
nBFS	neurogene Blasenfunktionsstörung
NLI	Neurological Level of Injury
NMH	Niedermolekulares Heparin
NUTRIC	Nutrition Risk in Critically Ill
OSAS	Obstruktives Schlafapnoe Syndrom
PCR	Polymerase Chain Reaction
PEEP	positiv-endexpiratorischer Druck
PHTLS	Pre Hospital Trauma Life Support
PHTLS	Pre Hospital Trauma Life Support
PICO	Patient, Intervention, Comparison, Outcome

QSL	Querschnittlähmung
RF	Random forests
RTZ	Regionales Traumazentrum
SCI-IDS	des „neurogenen“ rückenmarksverletzungsinduzierten Immundepressionssyndroms
SCIPUS	Spinal Cord Injury Pressure Ulcer Scale
SCIPUS-A	Spinal Cord Injury Pressure Ulcer Scale - A
SCIWORA	Spinal cord injury without radiologic abnormality
SCPP	Spinal cord perfusion pressure
SDB	schlafbezogene Atmungsstörung
SIRS	systemischen Entzündungsreaktionssyndroms
SIU-ICUD	Société Internationale d’Urologie und International Consultation of Urological Diseases
SVM	Support vecotr machines
TES	Therapeutische Elektrostimulation
UFH	Unfraktioniertes Heparin
VAC	voluntary anal contraction
VTE	Venöse Thromboembolien
WHO	World Health Organization
ZPP	Zone of partial Preservation

Literaturverzeichnis

1. ISCOS. ISCOS Textbook on Comprehensive Management of Spinal Cord Injuries. Chhabra HS, editor: Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
2. Fitzharris M, Cripps RA, Lee BB. Estimating the global incidence of traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2014;52(2):117-22.
3. Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, Wing PC. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. *Spinal Cord*. 2014;52(2):110-6.
4. Rau Y, Schulz A-P, Thietje R, Matrisch L, Frese J, Hirschfeld S. Incidence of spinal cord injuries in Germany. *European Spine Journal*. 2023;32(2):601-7.
5. Choi Y, Leigh J-H, Jeon J, Lee GJ, Shin H-I, Bang MS. Trends in the Incidence and Etiology of Non-Traumatic Spinal Cord Injury in Korea: A Nationwide Population-Based Study From 2007 to 2020. *J Korean Med Sci*. 2023;38(18).
6. New PW, Cripps RA, Bonne Lee B. Global maps of non-traumatic spinal cord injury epidemiology: towards a living data repository. *Spinal Cord*. 2014;52(2):97-109.
7. Niemi-Nikkola V, Koskinen E, Väärälä E, Kauppila A-M, Kallinen M, Vainionpää A. Incidence of Acquired Nontraumatic Spinal Cord Injury in Finland: A 4-Year Prospective Multicenter Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2021;102(1):44-9.
8. Golestani A, Shobeiri P, Sadeghi-Naini M, Jazayeri SB, Maroufi SF, Ghodsi Z, et al. Epidemiology of Traumatic Spinal Cord Injury in Developing Countries from 2009 to 2020: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology*. 2022;56(4):219-39.
9. Kang Y, Ding H, Zhou H, Wei Z, Liu L, Pan D, et al. Epidemiology of worldwide spinal cord injury: a literature review. *Journal of Neurorestoration*. 2018;6(1):1-9.
10. Smith AC, Angeli CA, Ugiliweneza B, Weber KA, 2nd, Bert RJ, Negahdar M, et al. Spinal cord imaging markers and recovery of standing with epidural stimulation in individuals with clinically motor complete spinal cord injury. *Exp Brain Res*. 2022;240(1):279-88.
11. Betz R, Biering-Sørensen F, Burns SP, Donovan W, Graves DE, Guest J, et al. The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)—What's new? *Spinal Cord*. 2019;57(10):815-7.
12. Ditunno JF, Young W, Donovan WH, Creasey G. The International Standards Booklet for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *Spinal Cord*. 1994;32(2):70-80.
13. Kirshblum SC, Waring W, Biering-Sorensen F, Burns SP, Johansen M, Schmidt-Read M, et al. Reference for the 2011 revision of the international standards for neurological classification of spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2011;34(6):547-54.
14. Lena E, Baroncini I, Pavese C, Musumeci G, Volini S, Masciullo M, et al. Reliability and validity of the international standards for neurological classification of spinal cord injury in patients with non-traumatic spinal cord lesions. *Spinal Cord*. 2022;60(1):30-6.
15. Kaminski L, Cordemans V, Cernat E, M'Bra KI, Mac-Thiong JM. Functional Outcome Prediction after Traumatic Spinal Cord Injury Based on Acute Clinical Factors. *J Neurotrauma*. 2017;34(12):2027-33.
16. Wilson JR, Cadotte DW, Fehlings MG. Clinical predictors of neurological outcome, functional status, and survival after traumatic spinal cord injury: a systematic review. *J Neurosurg Spine*. 2012;17(1 Suppl):11-26.
17. Mputu Mputu P, Beauséjour M, Richard-Denis A, Mac-Thiong J-M. Early Predictors of Neurological Outcomes After Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Proposal of a Conceptual Framework. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2021;100(7):700-11.
18. van Beek EJ, Been HD, Ponsen KK, Maas M. Upper thoracic spinal fractures in trauma patients - a diagnostic pitfall. *Injury*. 2000;31(4):219-23.
19. Bühren V. [Fractures and instability of the cervical spine]. *Unfallchirurg*. 2002;105(11):1049-66.

20. Knop C, Blauth M, Bühren V, Hax PM, Kinzl L, Mutschler W, et al. [Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition. 1: Epidemiology]. *Unfallchirurg*. 1999;102(12):924-35.
21. Fehlings MG, Cadotte DW, Fehlings LN. A Series of Systematic Reviews on the Treatment of Acute Spinal Cord Injury: A Foundation for Best Medical Practice. *Journal of Neurotrauma*. 2011;28(8):1329-33.
22. Sharon M, Bardes JM, Riley H, Wagner A, Davis JK, Schaefer G, et al. A Comprehensive Spinal Cord Injury Treatment Protocol Improves Outcomes and Decreases Complications. *The American Surgeon™*. 2022;89(5):1893-8.
23. De Vivo MJ, Kartus PL, Stover SL, Fine PR. Benefits of early admission to an organised spinal cord injury care system. *Spinal Cord*. 1990;28(9):545-55.
24. Hofmann D. [Management of multiple traumas: possibilities and limitations in a general hospital]. *Unfallchirurgie*. 1992;18(2):105-10.
25. Calendine CL, Fajman WA, Hanna SL, Tigges S. Is there need for thoracic spine radiographs following a negative chest CT in trauma patients? *Emerg Radiol*. 2002;9(5):254-6.
26. Patten RM, Gunberg SR, Brandenburger DK. Frequency and importance of transverse process fractures in the lumbar vertebrae at helical abdominal CT in patients with trauma. *Radiology*. 2000;215(3):831-4.
27. Fehlings MG, Tetreault LA, Aarabi B, Anderson P, Arnold PM, Brodke DS, et al. A clinical practice guideline for the management of patients with acute spinal cord injury: recommendations on the type and timing of rehabilitation. *Global Spine J*. 2017;7(3 Suppl):231s-8s.
28. Fehlings MG, Hachem LD, Tetreault LA, Skelly AC, Dettori JR, Brodt ED, et al. Timing of Decompressive Surgery in Patients With Acute Spinal Cord Injury: Systematic Review Update. *Global Spine Journal*. 2024;14(3_suppl):38S-57S.
29. Bhimani AD, Carr MT, Al-Sharshai Z, Hickman Z, Margetis K. Ultra-early (≤ 8 hours) surgery for thoracolumbar spinal cord injuries: A systematic review and meta-analysis. *N Am Spine Soc J*. 2023;16:100285.
30. Ali DM, Harrop J, Sharan A, Vaccaro AR, Sivaganesan A. Technical Aspects of Intra-Operative Ultrasound for Spinal Cord Injury and Myelopathy: A Practical Review. *World Neurosurg*. 2023;170:206-18.
31. Tat J, Tat J, Yoon S, Yee AJM, Larouche J. Intraoperative Ultrasound in Spine Decompression Surgery: A Systematic Review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2022;47(2):E73-e85.
32. Grassner L, Wutte C, Klein B, Mach O, Riesner S, Panzer S, et al. Early Decompression (< 8 h) after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury Improves Functional Outcome as Assessed by Spinal Cord Independence Measure after One Year. *J Neurotrauma*. 2016;33(18):1658-66.
33. Gerardi RM, Giammalva GR, Basile L, Gulì C, Pino MA, Messina D, et al. White Cord Syndrome After Cervical or Thoracic Spinal Cord Decompression. Hemodynamic Complication or Mechanical Damage? An Underestimated Nosographic Entity. *World Neurosurg*. 2022;164:243-50.
34. Yao R, Zhou H, Choma TJ, Kwon BK, Street J. Surgical Site Infection in Spine Surgery: Who Is at Risk? *Global Spine J*. 2018;8(4 Suppl):5s-30s.
35. Lonjon G, Dauzac C, Fourniols E, Guigui P, Bonnomet F, Bonneville P. Early surgical site infections in adult spinal trauma: a prospective, multicentre study of infection rates and risk factors. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98(7):788-94.
36. Failli V, Kopp MA, Gericke C, Martus P, Klingbeil S, Brommer B, et al. Functional neurological recovery after spinal cord injury is impaired in patients with infections. *Brain*. 2012;135(Pt 11):3238-50.
37. Kopp MA, Watzlawick R, Martus P, Failli V, Finkenstaedt FW, Chen Y, et al. Long-term functional outcome in patients with acquired infections after acute spinal cord injury. *Neurology*. 2017;88(9):892-900.
38. Jaja BNR, Jiang F, Badhiwala JH, Schär R, Kurpad S, Grossman RG, et al. Association of Pneumonia, Wound Infection, and Sepsis with Clinical Outcomes after Acute Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma*. 2019;36(21):3044-50.

39. Solinsky R, Donovan JM, Kirshblum SC. Charcot Spine following chronic spinal cord injury: an analysis of 201 published cases. *Spinal Cord*. 2019;57(2):85-90.
40. Rau Y, Thietje R, Schulz A-P, Auerswald M, Böthig R, Hirschfeld S. The Correlation between Cervical Fusion Length and Functional Outcomes in Patients with Traumatic Spinal Cord Damage—A Registry-Based Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(19):5867.
41. Sultan I, Lamba N, Liew A, Doung P, Tewarie I, Amamoo JJ, et al. The safety and efficacy of steroid treatment for acute spinal cord injury: A Systematic Review and meta-analysis. *Heliyon*. 2020;6(2):e03414.
42. Liu Z, Yang Y, He L, Pang M, Luo C, Liu B, et al. High-dose methylprednisolone for acute traumatic spinal cord injury: A meta-analysis. *Neurology*. 2019;93(9):e841-e50.
43. Joaquim AF, Daniel JW, Schroeder GD, Vaccaro AR. Neuroprotective Agents as an Adjuvant Treatment in Patients With Acute Spinal Cord Injuries: A Qualitative Systematic Review of Randomized Trials. *Clinical Spine Surgery*. 2020;33(2):65-75.
44. Khalid SI, Nunna RS, Maasarani S, Kelly BSR, Sroussi H, Mehta AI, et al. Pharmacologic and cellular therapies in the treatment of traumatic spinal cord injuries: A systematic review. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2020;79:12-20.
45. Waring Iii WP, Biering-Sorensen F, Burns S, Donovan W, Graves D, Jha A, et al. 2009 Review and Revisions of the International Standards for the Neurological Classification of Spinal Cord Injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2010;33(4):346-52.
46. Naik A, Houser SL, Moawad CM, Iyer RK, Arnold PM. Noniatrogenic spinal cord ischemia: A patient level meta-analysis of 125 case reports and series. *Surg Neurol Int*. 2022;13:228.
47. Kumar A, Weber MH, Gokaslan Z, Wolinsky JP, Schmidt M, Rhines L, et al. Metastatic Spinal Cord Compression and Steroid Treatment: A Systematic Review. *Clin Spine Surg*. 2017;30(4):156-63.
48. Wecht JM, Krassioukov AV, Alexander M, Handrakis JP, McKenna SL, Kennelly M, et al. International Standards to document Autonomic Function following SCI (ISAFSCI): Second Edition. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2021;27(2):23-49.
49. Alexander MS, Biering-Sorensen F, Bodner D, Brackett NL, Cardenas D, Charlifue S, et al. International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2009;47(1):36-43.
50. Morgan S. Recognition and management of autonomic dysreflexia in patients with a spinal cord injury. *Emerg Nurse*. 2020;28(1):22-7.
51. Keith C, Vikas Y, Joan S, Steven MF, Stanislaw PS. Spinal Shock: Differentiation from Neurogenic Shock and Key Management Approaches. 2020.
52. Davison DL, Terek M, Chawla LS. Neurogenic pulmonary edema. *Crit Care*. 2012;16(2):212.
53. Ditunno JF, Little JW, Tessler A, Burns AS. Spinal shock revisited: a four-phase model. *Spinal Cord*. 2004;42(7):383-95.
54. Evaniew N, Mazlouman SJ, Belley-Côté EP, Jacobs WB, Kwon BK. Interventions to Optimize Spinal Cord Perfusion in Patients with Acute Traumatic Spinal Cord Injuries: A Systematic Review. *J Neurotrauma*. 2020;37(9):1127-39.
55. Sabit B, Zeiler FA, Berrington N. The Impact of Mean Arterial Pressure on Functional Outcome Post Trauma-Related Acute Spinal Cord Injury: A Scoping Systematic Review of the Human Literature. *Journal of Intensive Care Medicine*. 2018;33(1):3-15.
56. Saadeh YS, Smith BW, Joseph JR, Jaffer SY, Buckingham MJ, Oppenlander ME, et al. The impact of blood pressure management after spinal cord injury: a systematic review of the literature. *Neurosurg Focus*. 2017;43(5):E20.
57. Schmid C, Wahlers T, Schäfers HJ, Haverich A. Supraventricular bradycardia after heart transplantation--orciprenaline or pacemaker implantation? *Thorac Cardiovasc Surg*. 1993;41(2):101-3.
58. Finnerup NB. Pain in patients with spinal cord injury. *Pain*. 2013;154 Suppl 1:S71-s6.
59. Werhagen L, Hultling C, Molander C. The prevalence of neuropathic pain after non-traumatic spinal cord lesion. *Spinal Cord*. 2007;45(9):609-15.

60. Kim HY, Lee HJ, Kim TL, Kim E, Ham D, Lee J, et al. Prevalence and Characteristics of Neuropathic Pain in Patients With Spinal Cord Injury Referred to a Rehabilitation Center. *Ann Rehabil Med.* 2020;44(6):438-49.
61. Rubinelli S, Glässer A, Brach M. From the person's perspective: Perceived problems in functioning among individuals with spinal cord injury in Switzerland. *J Rehabil Med.* 2016;48(2):235-43.
62. Müller R, Brinkhof MWG, Arnet U, Hinrichs T, Landmann G, Jordan X, et al. Prevalence and associated factors of pain in the Swiss spinal cord injury population. *Spinal Cord.* 2017;55(4):346-54.
63. Siddall PJ, Middleton JW. Spinal cord injury-induced pain: mechanisms and treatments. *Pain Manag.* 2015;5(6):493-507.
64. Bryce TN, Biering-Sørensen F, Finnerup NB, Cardenas DD, Defrin R, Ivan E, et al. International Spinal Cord Injury Pain (ISCIP) Classification: Part 2. Initial validation using vignettes. *Spinal Cord.* 2012;50(6):404-12.
65. Widerström-Noga E, Biering-Sørensen F, Bryce TN, Cardenas DD, Finnerup NB, Jensen MP, et al. The international spinal cord injury pain basic data set (version 3.0). *Spinal Cord.* 2023;61(10):536-40.
66. Franz S, Schulz B, Wang H, Gottschalk S, Grüter F, Friedrich J, et al. Management of pain in individuals with spinal cord injury: Guideline of the German-Speaking Medical Society for Spinal Cord Injury. *Ger Med Sci.* 2019;17:Doc05.
67. Loh E, Mirkowski M, Agudelo AR, Allison DJ, Benton B, Bryce TN, et al. The CanPain SCI clinical practice guidelines for rehabilitation management of neuropathic pain after spinal cord injury: 2021 update. *Spinal Cord.* 2022;60(6):548-66.
68. Sawatzky B, Bishop CM, Miller WC, the SRT. Classification and measurement of pain in the spinal cord-injured population. *Spinal Cord.* 2008;46(1):2-10.
69. Groen J, Pannek J, Castro Diaz D, Del Popolo G, Gross T, Hamid R, et al. Summary of European Association of Urology (EAU) Guidelines on Neuro-Urology. *Eur Urol.* 2016;69(2):324-33.
70. Franz S, Finnerup NB. Diagnostics and Treatment of Pain in Spinal Cord Injury. In: Weidner N, Rupp R, Tansey KE, editors. *Neurological Aspects of Spinal Cord Injury.* Cham: Springer International Publishing; 2017. p. 283-302.
71. Burke D, Fullen BM, Stokes D, Lennon O. Neuropathic pain prevalence following spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Pain.* 2017;21(1):29-44.
72. Bryce TN, Biering-Sørensen F, Finnerup NB, Cardenas DD, Defrin R, Lundeborg T, et al. International Spinal Cord Injury Pain Classification: part I. Background and description. *Spinal Cord.* 2012;50(6):413-7.
73. Salinas FA, Lugo LH, García HI. Efficacy of early treatment with carbamazepine in prevention of neuropathic pain in patients with spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil.* 2012;91(12):1020-7.
74. Finnerup NB, Norrbrink C, Trok K, Piehl F, Johannesen IL, Sorensen JC, et al. Phenotypes and predictors of pain following traumatic spinal cord injury: a prospective study. *The journal of pain : official journal of the American Pain Society.* 2014;15(1):40-8.
75. Rosner J, de Andrade DC, Davis KD, Gustin SM, Kramer JLK, Seal RP, et al. Central neuropathic pain. *Nat Rev Dis Primers.* 2023;9(1):73.
76. Tsai SHL, Hu CW, El Sammak S, Durrani S, Ghaith AK, Lin CCJ, et al. Different Gabapentin and Pregabalin Dosages for Perioperative Pain Control in Patients Undergoing Spine Surgery: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *JAMA Netw Open.* 2023;6(8):e2328121.
77. Finnerup NB, Haroutounian S, Kamerman P, Baron R, Bennett DLH, Bouhassira D, et al. Neuropathic pain: an updated grading system for research and clinical practice. *Pain.* 2016;157(8):1599-606.
78. Calderone A, Cardile D, De Luca R, Quartarone A, Corallo F, Calabrò RS. Cognitive, behavioral and psychiatric symptoms in patients with spinal cord injury: a scoping review. *Front Psychiatry.* 2024;15:1369714.

79. van Leeuwen CMC, Papazoglou E, van Eersel JHW, Stolwijk-Swüste JM, Post MWM. Associations between personality traits and depressive and anxiety symptoms among persons with spinal cord injury in first inpatient rehabilitation. *Spinal Cord*. 2024;62(4):178-82.
80. McDonald SD, Pugh M, Jr., Mickens MN. Resilience After Spinal Cord Injury: A Scoping Review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020;99(8):752-63.
81. Sankari A, Badr MS, Martin JL, Ayas NT, Berlowitz DJ. Impact Of Spinal Cord Injury On Sleep: Current Perspectives. *Nat Sci Sleep*. 2019;11:219-29.
82. Kirshblum SC, Botticello AL, DeSipio GB, Fichtenbaum J, Shah A, Scelza W. Breaking the news: A pilot study on patient perspectives of discussing prognosis after traumatic spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2016;39(2):155-61.
83. Shang Z, Wanyan P, Zhang B, Wang M, Wang X. Incidence and risk factors of deep vein thrombosis in patients with spinal cord injury: a systematic review with meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1153432.
84. Lin Z, Sun Y, Xue H, Chen L, Yan C, Panayi AC, et al. The effectiveness and safety of LMWH for preventing thrombosis in patients with spinal cord injury: a meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2021;16(1):262.
85. Arnold PM, Harrop JS, Merli G, Tetreault LG, Kwon BK, Casha S, et al. Efficacy, Safety, and Timing of Anticoagulant Thromboprophylaxis for the Prevention of Venous Thromboembolism in Patients With Acute Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Global Spine Journal*. 2017;7(3_suppl):138S-50S.
86. Liu Y, Xu H, Liu F, Lv Z, Kan S, Ning G, et al. Meta-analysis of heparin therapy for preventing venous thromboembolism in acute spinal cord injury. *International Journal of Surgery*. 2017;43:94-100.
87. Warren PM, Awad BI, Alilain WJ. Reprint of "Drawing breath without the command of effectors: the control of respiration following spinal cord injury". *Respir Physiol Neurobiol*. 2014;204:120-30.
88. Haisma JA, van der Woude LH, Stam HJ, Bergen MP, Sluis TA, Post MW, et al. Complications following spinal cord injury: occurrence and risk factors in a longitudinal study during and after inpatient rehabilitation. *J Rehabil Med*. 2007;39(5):393-8.
89. Mueller G, Hopman MT, Perret C. Comparison of respiratory muscle training methods in individuals with motor complete tetraplegia. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2012;18(2):118-21.
90. Eng JJ, Teasell R, Miller WC, Wolfe DL, Townson AF, Aubut JA, et al. Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence: Methods of the SCIRE Systematic Review. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2007;13(1):1-10.
91. Pillastrini P, Bordini S, Bazzocchi G, Belloni G, Menarini M. Study of the effectiveness of bronchial clearance in subjects with upper spinal cord injuries: examination of a rehabilitation programme involving mechanical insufflation and exsufflation. *Spinal Cord*. 2006;44(10):614-6.
92. Garstang SV, Kirshblum SC, Wood KE. Patient preference for in-exsufflation for secretion management with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2000;23(2):80-5.
93. Kluayhomthong S, Ubolsakka-Jones C, Domthong P, Reechaipichitkul W, Jones DA. The immediate effects of breathing with oscillated inspiratory and expiratory airflows on secretion clearance in intubated patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2019;57(4):308-16.
94. Lippi L, D'Abrosca F, Folli A, Turco A, Curci C, Ammendolia A, et al. Rehabilitation interventions for weaning from mechanical ventilation in patients with spinal cord injury: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2023;36(3):577-93.
95. Bhaskar KR, Brown R, O'Sullivan DD, Melia S, Duggan M, Reid L. Bronchial mucus hypersecretion in acute quadriplegia. Macromolecular yields and glycoconjugate composition. *Am Rev Respir Dis*. 1991;143(3):640-8.
96. Torres-Castro R, Vilaró J, Vera-Urbe R, Monge G, Avilés P, Suranyi C. Use of air stacking and abdominal compression for cough assistance in people with complete tetraplegia. *Spinal Cord*. 2014;52(5):354-7.

97. McCaughey EJ, Butler JE, McBain RA, Boswell-Ruys CL, Hudson AL, Gandevia SC, et al. Abdominal Functional Electrical Stimulation to Augment Respiratory Function in Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2019;25(2):105-11.
98. Berlowitz DJ, Tamplin J. Respiratory muscle training for cervical spinal cord injury. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013(7):Cd008507.
99. Bach JR, Smith WH, Michaels J, Saporito L, Alba AS, Dayal R, et al. Airway secretion clearance by mechanical exsufflation for post-poliomyelitis ventilator-assisted individuals. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993;74(2):170-7.
100. Grimm DR, Chandy D, Almenoff PL, Schilero G, Lesser M. Airway hyperreactivity in subjects with tetraplegia is associated with reduced baseline airway caliber. *Chest.* 2000;118(5):1397-404.
101. Schilero GJ, Grimm DR, Bauman WA, Lenner R, Lesser M. Assessment of airway caliber and bronchodilator responsiveness in subjects with spinal cord injury. *Chest.* 2005;127(1):149-55.
102. Foran SJ, Taran S, Singh JM, Kutsogiannis DJ, McCredie V. Timing of tracheostomy in acute traumatic spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* 2022;92(1):223-31.
103. Mueller G, Berlowitz DJ, Raab AM, Postma K, Gobets D, Huber B, et al. Incidence and Risk Factors of Pneumonia in Individuals With Acute Spinal Cord Injury: A Multi-national, Multi-center, Prospective Cohort Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2024;105(5):884-91.
104. Raab AM, Krebs J, Pfister M, Perret C, Hopman M, Mueller G. Respiratory muscle training in individuals with spinal cord injury: effect of training intensity and -volume on improvements in respiratory muscle strength. *Spinal Cord.* 2019;57(6):482-9.
105. Sikka G, Yadav J, Singh R, B G. Effect of 4 weeks resistive inspiratory muscle training on respiratory functions in patients with tetraplegia during in-patient rehabilitation. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences.* 2021;12:536-43.
106. Boswell-Ruys CL, Lewis CRH, Wijeyesuriya NS, McBain RA, Lee BB, McKenzie DK, et al. Impact of respiratory muscle training on respiratory muscle strength, respiratory function and quality of life in individuals with tetraplegia: a randomised clinical trial. *Thorax.* 2020;75(3):279-88.
107. Schreiber AF, Garlasco J, Vieira F, Lau YH, Stavi D, Lightfoot D, et al. Separation from mechanical ventilation and survival after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intensive Care.* 2021;11(1):149.
108. Dicipinigaitis PV, Spungen AM, Bauman WA, Absgarten A, Almenoff PL. Bronchial Hyperresponsiveness After Cervical Spinal Cord Injury. *Chest.* 1994;105(4):1073-6.
109. Barratt DJ, Harvey LA, Cistulli PA, Nier L, Denis S. The use of bronchodilators in people with recently acquired tetraplegia: a randomised cross-over trial. *Spinal Cord.* 2012;50(11):836-9.
110. Almenoff PL, Alexander LR, Spungen AM, Lesser MD, Bauman WA. Bronchodilatory effects of ipratropium bromide in patients with tetraplegia. *Paraplegia.* 1995;33(5):274-7.
111. Šedý J, Kuneš J, Zicha J. Pathogenetic Mechanisms of Neurogenic Pulmonary Edema. *Journal of Neurotrauma.* 2014;32(15):1135-45.
112. Romero Osorio OM, Abaunza Camacho JF, Sandoval Briceño D, Lasalvia P, Narino Gonzalez D. Postictal neurogenic pulmonary edema: Case report and brief literature review. *Epilepsy Behav Case Rep.* 2018;9:49-50.
113. Wadsworth BM, Haines TP, Cornwell PL, Paratz JD. Abdominal binder use in people with spinal cord injuries: a systematic review and meta-analysis. *Spinal Cord.* 2009;47(4):274-85.
114. Wadsworth BM, Haines TP, Cornwell PL, Rodwell LT, Paratz JD. Abdominal binder improves lung volumes and voice in people with tetraplegic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(12):2189-97.
115. Leder SB, Sasaki CT, Burrell MI. Fiberoptic endoscopic evaluation of dysphagia to identify silent aspiration. *Dysphagia.* 1998;13(1):19-21.
116. Jamróz B, Sobol M, Chmielewska-Walczak J, Milewska M, Niemczyk K. The risk factors for silent aspiration: A retrospective case series and literature review. *Int J Lang Commun Disord.* 2024.

117. Berlowitz DJ, Brown DJ, Campbell DA, Pierce RJ. A longitudinal evaluation of sleep and breathing in the first year after cervical spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(6):1193-9.
118. TRAN K, HUKINS C, GERAGHTY T, ECKERT B, FRASER L. Sleep-disordered breathing in spinal cord-injured patients: A short-term longitudinal study. *Respirology.* 2010;15(2):272-6.
119. Stockhammer E, Tobon A, Michel F, Eser P, Scheuler W, Bauer W, et al. Characteristics of sleep apnea syndrome in tetraplegic patients. *Spinal Cord.* 2002;40(6):286-94.
120. Sankari A, Bascom A, Oomman S, Badr MS. Sleep disordered breathing in chronic spinal cord injury. *J Clin Sleep Med.* 2014;10(1):65-72.
121. Sajkov D, Marshall R, Walker P, Mykytyn I, McEvoy RD, Wale J, et al. Sleep apnoea related hypoxia is associated with cognitive disturbances in patients with tetraplegia. *Spinal Cord.* 1998;36(4):231-9.
122. Daoud A, Haider S, Sankari A. Noninvasive Ventilation and Spinal Cord Injury. *Sleep Med Clin.* 2020;15(4):461-70.
123. Chiodo AE, Sitrin RG, Bauman KA. Sleep disordered breathing in spinal cord injury: A systematic review. *J Spinal Cord Med.* 2016;39(4):374-82.
124. Schwab JM, Zhang Y, Kopp MA, Brommer B, Popovich PG. The paradox of chronic neuroinflammation, systemic immune suppression, autoimmunity after traumatic chronic spinal cord injury. *Exp Neurol.* 2014;258:121-9.
125. Kim Y, Cho MH, Do K, Kang HJ, Mok JJ, Kim MK, et al. Incidence and risk factors of urinary tract infections in hospitalised patients with spinal cord injury. *J Clin Nurs.* 2021;30(13-14):2068-78.
126. Raab AM, Mueller G, Elsig S, Gandevia SC, Zwahlen M, Hopman MTE, et al. Systematic Review of Incidence Studies of Pneumonia in Persons with Spinal Cord Injury. *J Clin Med.* 2021;11(1).
127. Boehl G, Raguindin PF, Valido E, Bertolo A, Itodo OA, Minder B, et al. Endocrinological and inflammatory markers in individuals with spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis. *Rev Endocr Metab Disord.* 2022;23(5):1035-50.
128. Li L, Guo Y, Chen C, Wang Z, Liu Z. Mechanisms of hyponatremia and diabetes insipidus after acute spinal cord injury: a critical review. *Chinese Neurosurgical Journal.* 2023;9(1):32.
129. Sterns RH, Rondon-Berrios H, Adrogué HJ, Berl T, Burst V, Cohen DM, et al. Treatment Guidelines for Hyponatremia: Stay the Course. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology.* 2024;19(1):129-35.
130. Hoorn EJ, Zietse R. Diagnosis and Treatment of Hyponatremia: Compilation of the Guidelines. *J Am Soc Nephrol.* 2017;28(5):1340-9.
131. Sipski ML. The impact of spinal cord injury on female sexuality, menstruation and pregnancy: a review of the literature. *J Am Paraplegia Soc.* 1991;14(3):122-6.
132. Felleiter P, Krebs J, Haeberli Y, Schmid W, Tesini S, Perret C. Post-traumatic changes in energy expenditure and body composition in patients with acute spinal cord injury. *J Rehabil Med.* 2017;49(7):579-84.
133. Flury I, Mueller G, Perret C. The risk of malnutrition in patients with spinal cord injury during inpatient rehabilitation-A longitudinal cohort study. *Front Nutr.* 2023;10:1085638.
134. Ma Y, de Groot S, Romviel S, Achterberg W, van Orsouw L, Janssen TWJ. Changes in body composition during and after inpatient rehabilitation in people with recent spinal cord injury. *Spinal Cord Ser Cases.* 2021;7(1):88.
135. Wong S, Derry F, Jamous A, Hirani SP, Grimble G, Forbes A. Validation of the spinal nutrition screening tool (SNST) in patients with spinal cord injuries (SCI): result from a multicentre study. *Eur J Clin Nutr.* 2012;66(3):382-7.
136. Farkas GJ, Sneij A, McMillan DW, Tiozzo E, Nash MS, Gater DR, Jr. Energy expenditure and nutrient intake after spinal cord injury: a comprehensive review and practical recommendations. *Br J Nutr.* 2022;128(5):863-87.
137. Mahmoodpoor A, Sanaie S, Sarfaraz T, Shadvar K, Fattahi V, Hamishekar H, et al. Prognostic values of modified NUTRIC score to assess outcomes in critically ill patients admitted to the intensive care units: prospective observational study. *BMC Anesthesiology.* 2023;23(1):131.

138. Elke G, Hartl WH, Adolph M, Angstwurm M, Brunkhorst FM, Edel A, et al. Laborchemisches und kalorimetrisches Monitoring der medizinischen Ernährungstherapie auf der Intensiv- und Intermediate Care Station. *Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin*. 2023;118(1):1-13.
139. Weimann A, Hartl WH, Adolph M, Angstwurm M, Brunkhorst FM, Edel A, et al. Erfassung und apparatives Monitoring des Ernährungsstatus von Patient*innen auf der Intensiv- und Intermediate Care Station. *Medizinische Klinik - Intensivmedizin und Notfallmedizin*. 2022;117(2):37-50.
140. Tian F, Heighes PT, Allingstrup MJ, Doig GS. Early Enteral Nutrition Provided Within 24 Hours of ICU Admission: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Care Med*. 2018;46(7):1049-56.
141. Rodriguez GM, Gater DR. Neurogenic Bowel and Management after Spinal Cord Injury: A Narrative Review. *J Pers Med*. 2022;12(7).
142. Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2022;46(1):12-41.
143. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Calder PC, Casaer M, Hiesmayr M, et al. ESPEN practical and partially revised guideline: Clinical nutrition in the intensive care unit. *Clinical Nutrition*. 2023;42(9):1671-89.
144. Volkert D, Beck AM, Cederholm T, Cruz-Jentoft A, Hooper L, Kiesswetter E, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clin Nutr*. 2022;41(4):958-89.
145. Boaden E, Burnell J, Hives L, Dey P, Clegg A, Lyons MW, et al. Screening for aspiration risk associated with dysphagia in acute stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;10(10):Cd012679.
146. Hayashi T, Fujiwara Y, Sakai H, Maeda T, Ueta T, Shiba K. Risk factors for severe dysphagia in acute cervical spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2017;55(10):940-3.
147. Iruthayarajah J, McIntyre A, Mirkowski M, Welch-West P, Loh E, Teasell R. Risk factors for dysphagia after a spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Spinal Cord*. 2018;56(12):1116-23.
148. Shem K, Castillo K, Wong S, Chang J. Dysphagia in individuals with tetraplegia: incidence and risk factors. *J Spinal Cord Med*. 2011;34(1):85-92.
149. Yang S, Choo YJ, Chang MC. The Preventive Effect of Dysphagia Screening on Pneumonia in Acute Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2021;9(12).
150. Giraldo-Cadavid LF, Pantoja JA, Forero YJ, Gutiérrez HM, Bastidas AR. Aspiration in the Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing Associated with an Increased Risk of Mortality in a Cohort of Patients Suspected of Oropharyngeal Dysphagia. *Dysphagia*. 2020;35(2):369-77.
151. Ihalainen T, Rinta-Kiikka I, Luoto TM, Thesleff T, Helminen M, Korpjaakko-Huuhka AM, et al. Risk factors for laryngeal penetration-aspiration in patients with acute traumatic cervical spinal cord injury. *Spine J*. 2018;18(1):81-7.
152. Pelosi G, Faleiros F, Pereira MRC, Bimbatti KF, Tholl AD. Study on the prevalence of neurogenic bladder in Brazilians with traumatic and non-traumatic spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2023;46(4):677-81.
153. Nosseir M, Hinkel A, Pannek J. Clinical usefulness of urodynamic assessment for maintenance of bladder function in patients with spinal cord injury. *Neurourol Urodyn*. 2007;26(2):228-33.
154. Alagöl B, Hüseyin I, Kaya E, Inci O, Aydin S, Oner A. Urodynamic evaluation in spinal cord injuries. *Int Urol Nephrol*. 1995;27(3):267-74.
155. Takahashi R, Kimoto Y, Maki T, Eto M. Postinjury Bladder Overdistension Deteriorates the Lower Urinary Tract's Storage Function in Patients with Spinal Cord Injury. *Urol Int*. 2020;104(7-8):604-9.
156. Welk B, Schneider MP, Thavaseelan J, Traini LR, Curt A, Kessler TM. Early urological care of patients with spinal cord injury. *World J Urol*. 2018;36(10):1537-44.
157. Daia C, Bumbea AM, Badiu CD, Ciobotaru C, Onose G. Interferential electrical stimulation for improved bladder management following spinal cord injury. *Biomed Rep*. 2019;11(3):115-22.

158. Panicker JN, Fowler CJ, Kessler TM. Lower urinary tract dysfunction in the neurological patient: clinical assessment and management. *Lancet Neurol.* 2015;14(7):720-32.
159. Danforth TL, Ginsberg DA. Neurogenic lower urinary tract dysfunction: how, when, and with which patients do we use urodynamics? *Urol Clin North Am.* 2014;41(3):445-52, ix.
160. Wheeler JS, Jr., Walter JW. Acute urologic management of the patient with spinal cord injury. Initial hospitalization. *Urol Clin North Am.* 1993;20(3):403-11.
161. Abrams P, Agarwal M, Drake M, El-Masri W, Fulford S, Reid S, et al. A proposed guideline for the urological management of patients with spinal cord injury. *BJU Int.* 2008;101(8):989-94.
162. Early acute management in adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(4):403-79.
163. Lloyd LK, Kuhlemeier KV, Fine PR, McEachran AB, Stover SL. Prediction of pyelocaliectasis in follow-up of patients with spinal cord injury. *Br J Urol.* 1987;59(2):122-6.
164. Zermann D, Wunderlich H, Derry F, Schröder S, Schubert J. Audit of early bladder management complications after spinal cord injury in first-treating hospitals. *Eur Urol.* 2000;37(2):156-60.
165. Hennessey DB, Kinnear N, MacLellan L, Byrne CE, Gani J, Nunn AK. The effect of appropriate bladder management on urinary tract infection rate in patients with a new spinal cord injury: a prospective observational study. *World J Urol.* 2019;37(10):2183-8.
166. Siméon H, Rouget B, Bladou F, Bernhard JC, Alezra E, Delleci C, et al. [Urinary drainage of spinal cord injured patients in the acute phase of trauma: A descriptive, retrospective study]. *Prog Urol.* 2022;32(1):6-13.
167. Jaggi A, Drake M, Siddiqui E, Fatoye F. A comparison of the treatment recommendations for neurogenic lower urinary tract dysfunction in the national institute for health and care excellence, European Association of Urology and international consultations on incontinence guidelines. *Neurourology and Urodynamics.* 2018;37(7):2273-80.
168. Bywater M, Tornic J, Mehnert U, Kessler TM. Detrusor Acontractility after Acute Spinal Cord Injury-Myth or Reality? *J Urol.* 2018;199(6):1565-70.
169. Todd NV. Priapism in acute spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2011;49(10):1033-5.
170. Gordon SA, Stage KH, Tansey KE, Lotan Y. Conservative management of priapism in acute spinal cord injury. *Urology.* 2005;65(6):1195-7.
171. Stoffel JT, Van der Aa F, Wittmann D, Yande S, Elliott S. Fertility and sexuality in the spinal cord injury patient. *World J Urol.* 2018;36(10):1577-85.
172. Bryant C, Gustafsson L, Aplin T, Setchell J. Supporting sexuality after spinal cord injury: a scoping review of non-medical approaches. *Disability and Rehabilitation.* 2022;44(19):5669-82.
173. van Weert KC, Schouten EJ, Hofstede J, van de Meent H, Holtslag HR, van den Berg-Emons RJ. Acute phase complications following traumatic spinal cord injury in Dutch level 1 trauma centres. *J Rehabil Med.* 2014;46(9):882-5.
174. Najmanova K, Neuhauser C, Krebs J, Baumberger M, Schaefer DJ, Sailer CO, et al. Risk factors for hospital acquired pressure injury in patients with spinal cord injury during first rehabilitation: prospective cohort study. *Spinal Cord.* 2022;60(1):45-52.
175. Cremasco MF, Wenzel F, Zanei SS, Whitaker IY. Pressure ulcers in the intensive care unit: the relationship between nursing workload, illness severity and pressure ulcer risk. *J Clin Nurs.* 2013;22(15-16):2183-91.
176. Richard-Denis A, Thompson C, Mac-Thiong JM. Effectiveness of a multi-layer foam dressing in preventing sacral pressure ulcers for the early acute care of patients with a traumatic spinal cord injury: comparison with the use of a gel mattress. *Int Wound J.* 2017;14(5):874-81.
177. Donhauser M, Grassner L, Klein B, Voth M, Mach O, Vogel M, et al. Severe pressure ulcers requiring surgery impair the functional outcome after acute spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2020;58(1):70-7.

178. Zheng R, Guan B, Fan Y, Fu R, Yao L, Wang W, et al. A critical appraisal of clinical practice guidelines for management of four common complications after spinal cord injury. *Spine J*. 2023;23(6):888-99.
179. Mortenson WB, Miller WC, the SRT. A review of scales for assessing the risk of developing a pressure ulcer in individuals with SCI. *Spinal Cord*. 2008;46(3):168-75.
180. Fähndrich C, Gemperli A, Baumberger M, Bechtiger M, Roth B, Schaefer DJ, et al. Treatment approaches of stage III and IV pressure injury in people with spinal cord injury: A scoping review. *The Journal of Spinal Cord Medicine*. 2023;46(5):705-15.
181. Makhsous M, Lin F, Knaus E, Zeigler M, Rowles DM, Gittler M, et al. Promote pressure ulcer healing in individuals with spinal cord injury using an individualized cyclic pressure-relief protocol. *Adv Skin Wound Care*. 2009;22(11):514-21.
182. Do NH, Kim DY, Kim JH, Choi JH, Joo SY, Kang NK, et al. Effects of a continuous lateral turning device on pressure relief. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(2):460-6.
183. Ozyemisci-Taskiran O, Budakoglu, II, Coskun O, Demirsoy N. Breaking bad news to patients with spinal cord injury in Turkey - physiatrists' perspective. *J Spinal Cord Med*. 2017;40(4):423-31.
184. Mansoursamaei M, Ghanbari Jolfaei A, Zandi M, Mansoursamaei A, Salehian R. Self-assessment of residents in breaking bad news; skills and barriers. *BMC Med Educ*. 2023;23(1):740.
185. Mahanes D, Muehlschlegel S, Wartenberg KE, Rajajee V, Alexander SA, Busl KM, et al. Guidelines for neuroprognostication in adults with traumatic spinal cord injury. *Neurocrit Care*. 2024;40(2):415-37.
186. Costanzo R, Brunasso L, Paolini F, Benigno UE, Porzio M, Giammalva GR, et al. Spinal Tractography as a Potential Prognostic Tool in Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *World Neurosurg*. 2022;164:25-32.
187. Dietz N, Vaitheesh J, Alkin V, Mettelle J, Boakye M, Drazin D. Machine learning in clinical diagnosis, prognostication, and management of acute traumatic spinal cord injury (SCI): A systematic review. *J Clin Orthop Trauma*. 2022;35:102046.
188. Kirshblum S, Snider B, Eren F, Guest J. Characterizing Natural Recovery after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma*. 2021;38(9):1267-84.
189. Nadeau M, Singh S, Bélanger L, Noonan VK, Hamilton L, Boyd M, et al. Patient perspective: diagnosis and prognosis of acute spinal cord injuries. *Spinal Cord*. 2021;59(8):865-73.
190. Sabariego C, Ehrmann C, Bickenbach J, Pacheco Barzallo D, Schedin Leiulfstrud A, Strøm V, et al. Ageing, functioning patterns and their environmental determinants in the spinal cord injury (SCI) population: A comparative analysis across eleven European countries implementing the International Spinal Cord Injury Community Survey. *PLoS One*. 2023;18(4):e0284420.
191. Peev N, Komarov A, Osorio-Fonseca E, Zileli M. Rehabilitation of Spinal Cord Injury: WFNS Spine Committee Recommendations. *Neurospine*. 2020;17(4):820-32.
192. Lukersmith S. International perspectives on spinal cord injury 2013.
193. Patsakos EM, Bayley MT, Kua A, Cheng C, Eng J, Ho C, et al. Development of the Canadian Spinal Cord Injury Best Practice (Can-SCIP) Guideline: Methods and overview. *J Spinal Cord Med*. 2021;44(sup1):S52-s68.
194. Dvorak MF, Evaniew N, Chen M, Waheed Z, Rotem-Kohavi N, Fallah N, et al. Impact of Specialized Versus Non-Specialized Acute Hospital Care on Survival Among Patients With Acute Incomplete Traumatic Spinal Cord Injuries: A Population-Based Observational Study from British Columbia, Canada. *J Neurotrauma*. 2023;40(23-24):2638-47.
195. Kirshblum SC, Priebe MM, Ho CH, Scelza WM, Chiodo AE, Wuermsler LA. Spinal cord injury medicine. 3. Rehabilitation phase after acute spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(3 Suppl 1):S62-70.
196. Steeves JD, Lammertse DP, Kramer JL, Kleitman N, Kalsi-Ryan S, Jones L, et al. Outcome Measures for Acute/Subacute Cervical Sensorimotor Complete (AIS-A) Spinal Cord Injury During a Phase 2 Clinical Trial. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2012;18(1):1-14.

197. Lam CY, Koljonen PA, Yip CCH, Su IYW, Hu Y, Wong YW, et al. Functional recovery priorities and community rehabilitation service preferences of spinal cord injury individuals and caregivers of Chinese ethnicity and cultural background. *Front Neurol.* 2022;13:941256.
198. Irrgang S, Himmelhaus S, Allek K, Debecker I, Gemperli A, Kynast K, et al. Assessments and interventions on body functions, structures and activity to prepare adults with acute spinal cord injury or disease for participation: a scoping review. *Front Rehabil Sci.* 2024;5:1272682.
199. Roquilly A, Vigué B, Boutonnet M, Bouzat P, Buffenoir K, Cesareo E, et al. French recommendations for the management of patients with spinal cord injury or at risk of spinal cord injury. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine.* 2020;39(2):279-89.
200. Galea MP, Panisset MG, El-Ansary D, Dunlop SA, Marshall R, Clark JM, et al. SCIPA switch-on: a randomized controlled trial investigating the efficacy and safety of functional electrical stimulation–assisted cycling and passive cycling initiated early after traumatic spinal cord injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2017;31(6):540-51.
201. Iwahashi K, Hayashi T, Watanabe R, Nishimura A, Ueta T, Maeda T, et al. Effects of orthotic therapeutic electrical stimulation in the treatment of patients with paresis associated with acute cervical spinal cord injury: a randomized control trial. *Spinal Cord.* 2017;55(12):1066-70.
202. van Dam K, Gielissen M, Bles R, van der Poel A, Boon B. The impact of assistive living technology on perceived independence of people with a physical disability in executing daily activities: a systematic literature review. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2024;19(4):1262-71.
203. Etingen B, Martinez RN, Vallette MA, Dendinger R, Bidassie B, Miskevics S, et al. Patient perceptions of environmental control units: experiences of Veterans with spinal cord injuries and disorders receiving inpatient VA healthcare. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2018;13(4):325-32.
204. Leitlinien AdWMFA-SK. AMWF-Regelwerk ‘Leitlinien’ 2020 [2. Auflage:[Available from: <https://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>].

Impressum

© 2024 Deutsche Gesellschaft für Neurologie,
Friedrichstr. 88, 10117 Berlin

Verantwortlich im Sinne des § 55 Abs. 2 RStV

vertreten durch den Präsidenten:
Prof. Dr. Lars Timmermann
Universitätsklinikum Marburg
Direktor der Klinik für Neurologie

Für die Leitlinien sind die in den jeweiligen Themenseiten
genannten Expertengruppen verantwortlich.

Registergericht: Amtsgericht Berlin-Charlottenburg VR 27998B
Steuer-Nr.: 27/640/59400
USt-ID-Nr.: DE261345750
Geschäftsführer: David Friedrich-Schmidt

Versionsnummer:	6.1
Erstveröffentlichung:	04/2002
Überarbeitung von:	09/2024
Nächste Überprüfung geplant:	09/2029

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