

Leitlinien Unfallchirurgie © DGU Leitlinien Kommission Berlin 2017

AWMF-Nr. 012-032

ICD-Nr. S12.7, S12.9, S12.21-27, S13.3, S13.10, S13.13-18

Erarbeitet im Expertenkonsens S1

Letztes Bearbeitungsdatum: 15.12.2017

Gültig bis 15.12.2022

Genehmigung durch Vorstand der DGU am 14.12.2017

Korrespondenz: Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

E-Mail: office@dgu-online.de



Verletzungen der subaxialen Halswirbelsäule

Federführende Autoren:

Dr. Philipp Schleicher (Frankfurt) und Prof. Dr. Philipp Kobbe, Aachen (2017)

Prof. Dr. Michael Blauth, Innsbruck (1999 und 2005)

Leitlinienkommission

der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)

in Zusammenarbeit mit der

Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer (Leiter)	Göttingen
Prof. Dr. Felix Bonnaire (Stellv. Leiter)	Dresden
Prof. Dr. Klaus Dresing	Göttingen
Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch	Hamburg
Prof. Dr. Thomas Gösling	Braunschweig
Dr. Maximilian Heitmann	Hamburg
Dr. Rainer Kübke	Berlin
Prof. Dr. Philipp Lobenhoffer	Hannover
Dr. Lutz Mahlke	Paderborn
Prof. Dr. Marlovits (ÖGU)	Wien
Prof. Dr. Ingo Marzi	Frankfurt
Dr. Christoph Obermeyer	Kassel
Prof. Dr. Oliver Pieske	Oldenburg
Dr. Philipp Schleicher	Frankfurt
Prof. Dr. Gerhard Schmidmaier	Heidelberg
PD Dr. Dorien Schneidmüller	Murnau
Prof. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)	Graz

konsentiert mit der

Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie (DGOOC)

Leiter: Prof. Dr. Andreas Roth, Leipzig

Unfallchirurgische Leitlinien für Diagnostik und Therapie

PRÄAMBEL

Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) gibt als wissenschaftliche Fachgesellschaft Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie heraus. Diese Leitlinien werden von der Kommission Leitlinien in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU) formuliert und vom Vorstand der DGU verabschiedet. Die Leitlinien werden mit der Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) konsentiert. Diagnostik und Therapie unterliegen einem ständigen Wandel, so dass die Leitlinien regelmäßig überarbeitet werden.

Die Methodik der Leitlinienentwicklung und das Verfahren der Konsensbildung sind in einer gesonderten Ausarbeitung im Detail dargestellt, die jeder Leitlinie beigelegt ist. Der aktuelle Stand der Leitlinienentwicklung kann beim Leiter der Leitlinien-Kommission oder der Geschäftsstelle der DGU erfragt werden (office@dgu-online.de).

Leitlinien sollen Ärzten, Mitgliedern medizinischer Hilfsberufe, Patienten und interessierten Laien zur Information dienen und zur Qualitätssicherung beitragen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Leitlinien nicht in jeder Behandlungssituation uneingeschränkt anwendbar sind. Die Freiheit des ärztlichen Berufes kann und darf durch Leitlinien nicht eingeschränkt werden. Leitlinien sind daher Empfehlungen für ärztliches Handeln in charakteristischen Situationen. Im Einzelfall kann durchaus eine von den Leitlinien abweichende Diagnostik oder Therapie angezeigt sein. Leitlinien berücksichtigen in erster Linie ärztlich-wissenschaftliche und nicht wirtschaftliche Aspekte.

Die unfallchirurgischen Leitlinien werden nach Möglichkeit stichwortartig ausgearbeitet und sollen kein Ersatz für Lehrbücher oder Operationslehren sein. Daher sind die Leitlinien so kurz wie möglich gehalten. Begleitmaßnahmen wie die allgemeine präoperative Diagnostik oder die Indikation und Art einer eventuellen Thromboseprophylaxe oder Antibiotikatherapie werden nicht im einzelnen beschrieben, sondern sind Gegenstand gesonderter Leitlinien. Die Behandlungsmethoden sind meist nur als kurze Bezeichnung und nicht mit Beschreibung der speziellen Technik aufgeführt. Diese findet man in Operationslehren und wissenschaftlichen Publikationen.

Die unfallchirurgischen Leitlinien sind nach einer einheitlichen Gliederung aufgebaut, so dass man bei allen Leitlinien z.B. unter Punkt 4 die Diagnostik mit ihren Unterpunkten findet. Dabei kann die Gliederung einzelner Leitlinien in den Unterpunkten sinnvoll angepasst werden.

Die Leitlinien sind so abgefasst, dass sie für die Zukunft Innovationen ermöglichen und auch seltene, aber im Einzelfall sinnvolle Verfahren abdecken. Die Entwicklung des medizinischen Wissens und der medizinischen Technik schreitet besonders auf dem

Gebiet der Unfallchirurgie so rasch fort, dass die Leitlinien immer nur den momentanen Stand widerspiegeln.

Neue diagnostische und therapeutische Methoden, die in den vorliegenden Leitlinien nicht erwähnt werden, können sich zukünftig als sinnvoll erweisen und entsprechend Anwendung finden.

Die in den Leitlinien aufgeführten typischen Schwierigkeiten, Risiken und Komplikationsmöglichkeiten stellen naturgemäß keine vollständige Auflistung aller im Einzelfall möglichen Eventualitäten dar. Ihre Nennung weist darauf hin, dass sie auch trotz aller Sorgfalt des handelnden Arztes eintreten können und im Streitfall von einem Behandlungsfehler abzugrenzen sind. Es muss immer damit gerechnet werden, dass selbst bei strikter Anwendung der Leitlinien das erwünschte Behandlungsergebnis nicht erzielt werden kann.

Leitlinien basieren auf wissenschaftlich gesicherten Studienergebnissen und dem diagnostischen und therapeutischen Konsens derjenigen, die Leitlinien formulieren. Medizinische Lehrmeinung kann aber nie homogen sein. Dies wird auch dadurch dokumentiert, dass verschiedene wissenschaftliche Fachgesellschaften Leitlinien zu ähnlichen Themen mit gelegentlich unterschiedlichen Aussagen herausgeben.

Leitlinien oberhalb des Niveaus S1 basieren u.a. auf einer systematischen Literatur-Recherche und -Bewertung mit dem Ziel, bestimmte Aussagen Evidenz basiert treffen zu können. Der Evidenzgrad wird nach den DELBI-Kriterien ermittelt. Leider finden sich in der Unfallchirurgie auf Grund des raschen medizinischen Fortschritts nur relativ wenige Evidenz-basierte Aussagen, weil dies zahlreiche aufwändige und teure Forschungsarbeiten über einen oft 10-jährigen oder noch längeren Zeitraum voraussetzt.

Bei fraglichen Behandlungsfehlern ist es Aufgabe des Gerichtsgutachters, den zum maßgeblichen Zeitpunkt geltenden Medizinischen Standard zu beschreiben und dem Gericht mitzuteilen. Die Funktion des fachspezifischen und erfahrenen Gutachters kann nicht durch Leitlinien ersetzt werden.

Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer
Leiter der Leitlinien-Kommission
Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.

Göttingen, den 25. Oktober 2017

Schlüsselwörter

Bandscheibe, Bandscheibenverletzung, Berstungsfraktur, Beschleunigungsverletzung, Canadian C-Spine Rule, Cortison-Schema, Discus intervertebralis, diskoligamentäre Instabilität, Distorsion, Dornfortsatz, Dornfortsatzbruch, Dornfortsatzfraktur, Facettenfraktur, Gefühlsstörung, Gelenkfortsatzbruch, Gelenkfortsatzfraktur, gedeckte Reposition, geschlossene Reposition, Halo-Fixateur, Halswirbelsäule, Hanged man's-Fraktur, inkomplette Querschnittlähmung, komplette Querschnittlähmung, Kompressionsfraktur, Lähmung, Luxation, Luxationsfraktur, Medulla oblongata, Methylprednisolon, NASCIS-Schema, Nervenwurzeln, Paraplegie, offene Reposition, Rotationssubluxation, Rückenmark, Rückenmarkläsion, Schleudertrauma, Schneidersche Lähmung, Tear drop-Fraktur, Tear drop-Verletzung, Tetraplegie, traumatische Spondylolisthese, traumatische Spondylolyse, untere Halswirbelsäule, verhakte Luxation, Verrenkung, Verrenkungsbruch, Wirbelgelenk, Wirbelkörper, Wurzellähmung, Wurzelläsion, Zerrung.

Keywords

ACDF, ACCF, Anterior cord syndrome, Burst fracture, Canadian C-Spine Rule, Compression fracture, Corpectomy, Dens Axis Fracture, Disco-ligamentous instability, Facet joint fracture, Halo Fixator, Hanged man's-Fraktur, Interbody fusion, Locked facet joint, Perched facet joint, Lower cervical spine, Tension band injury, Spinal cord injury, Spinal fusion, Subaxial cervical spine, Tear drop injury, Whiplash associated disorder.

Zu Grunde liegende Publikation der Sektion Wirbelsäule (2017):

"Subaxial Cervical Spine Injuries: Treatment Recommendations of the German Orthopedic and Trauma Society"

Schleicher P, Scholz M, Kandziora F, Badke A, Brakopp FH, Ekkerlein HKF, Gercek E, Hartensuer R, Hartung P, Jarvers JG, Kobbe P, Matschke S, Morrison R, Müller CW, Pishnamaz M, Reinhold M, Schnake KJ, Schmeiser G, Stein G, Ullrich B, Weiß T, Zimmermann V.

Z Orthop Unfall. 2017 Oct;155(5):556-566

Allgemeines

Die allgemeine Präambel für Unfallchirurgische Leitlinien ist integraler Bestandteil der vorliegenden Leitlinie. Die Leitlinie darf nicht ohne Berücksichtigung dieser Präambel angewandt, publiziert oder vervielfältigt werden.

Diese Leitlinie gilt nicht für Frakturen im Wachstumsalter.

Epidemiologie:

- ca. 2-3% aller Unfallverletzten weisen eine Verletzung der HWS auf (1-3)
- die Prävalenz von HWS-Verletzungen ist bei bewusstlos eingelieferten Patienten doppelt so hoch wie bei wach eingelieferten (4)
- Zwischen 19% und 51% der Wirbelsäulenverletzungen betreffen die HWS (5,6)
- Die Verletzungen treten im Alter von 20 bis 45 sowie 70 bis 80 gehäuft auf (7)
- Über 70% der HWS-Verletzungen betreffen die untere HWS (HWK 3-7) (8)
- Die am häufigsten betroffenen Wirbelkörper in der unteren HWS sind HWK 6 und 7 mit zusammen >40% aller HWS Verletzungen (8)
- Ca. 70% der Verletzungen betreffen Männer (1,7)
-

ICD-10-Codes:

- S12.21 (Fraktur HWK 3) bis S12.27 (Fraktur HWK 7)
- S12.7 (multiple Frakturen der HWS)
- S12.9 (Fraktur im Bereich der HWS, nicht näher bezeichnet)
- S13.10 (Luxation im Bereich des Halses, Höhe nicht näher bezeichnet)
- S13.13 (Luxation HWK 3-4) bis S13.17 (Luxation HWK 7 / BWK 1)
- S13.18 (Luxation HWS sonstige)
- S13.3 (multiple Luxationen im Bereich des Halses)

1.1 Ätiologie

- Indirekte Krafteinwirkung:
 - Axiale Kompression
 - Hyperflexion / Hyperextension
 - Translation
 - Rotationsbeanspruchungen
- Selten direkte Krafteinwirkung
- Typische Unfallursachen:
- Hochrasanztraumata (z.B. Verkehrsunfälle, Sportunfälle, Arbeitsunfälle)
- Stürze im häuslichen Bereich
Niedrigrasanztraumata des geriatrischen Patienten (typischerweise Hyperextensionsverletzungen)

- Disponierende Erkrankungen:
 - Ankylosierende Wirbelsäulenerkrankungen (DISH, M. Bechterew)
 - Degenerative Veränderungen wie Osteochondrose
 - Tumorerkrankungen
 - Osteoporose
 - Synkope
 - Neurologische Erkrankungen

1.2 Prävention

- Allgemeine Maßnahmen zur Unfallprävention
- Spezifische Maßnahmen:
 - richtig eingestellte Nackenstützen und Sicherheitsgurte
 - rückwärtsgerichteter Kindersitz
 - Besonders beim alten Menschen: Vermeidung von Synkopen durch Behandlung von Kreislaufproblemen
 - Protektoren bei Wirbel gefährdenden Sportarten
- Behandlung von Allgemeinerkrankungen z.B. Osteoporose

1.3 Lokalisation

HWK 3 bis Übergang BWK 1

Hauptsächlich HWK 5 (25%), HWK 6 und HWK 7 (je ca. 30%) (8)

1.4 Typische Begleitverletzungen

- Zusätzliche Verletzungen der Wirbelsäule (Kettenverletzungen)
- Verletzung der A. Vertebralis in bis zu 20-40% aller HWS-Verletzungen (9,10)
- Kopfverletzungen: 22% (1)
- Thoraxverletzungen: 20% (1)
- Extremitätenverletzungen: 26% (1)

1.5 Klassifikation

Aufgrund der hohen nachgewiesenen Reliabilität und der Kombination aus morphologischen und klinisch-neurologischen Kriterien wird die **AOSpine Klassifikation für subaxiale HWS-Verletzungen** empfohlen(11).

Typ A Anhand dieser Klassifikation erfolgt die Einteilung der Hauptverletzung in Kompressionsverletzungen

Typ B Zerreißen der vorderen ODER hinteren Zuggurtung

Typ C oder translatorisch instabilen Verletzungen mit Zerreißen der vorderen UND hinteren Zuggurtung

Als zusätzlich relevante Parameter werden der Typ der Facettengelenkverletzung (kodiert durch den Buchstaben F), eine neurologische Begleitverletzung (N) sowie allgemeine Komorbiditäten, die die Therapieplanung zusätzlich beeinflussen (M) klassifiziert.

Typ A-Verletzungen werden in 5 Subtypen unterteilt:

- A0: die Stabilität nicht beeinträchtigende Frakturen der Wirbelfortsätze oder nur im MRT sichtbares Wirbelkörperödem ohne Verformung
- A1: Beteiligung einer Endplatte ohne Beteiligung der Wirbelkörperhinterkante (Endplattenimpression)
- A2: Beteiligung beider Endplatten ohne Beteiligung der Wirbelkörperhinterkante (koronare Spaltfraktur)
- A3: Beteiligung einer Endplatte mit Beteiligung der Wirbelkörperhinterkante (kraniale oder kaudale Berstungsfraktur)
- A4: Beteiligung beider Endplatten mit Beteiligung der Wirbelkörperhinterkante (komplette Berstungsfraktur oder Berstungsspaltfraktur)

Typ-B-Verletzungen werden in 3 Subtypen unterteilt

- B1: rein knöcherner Verletzung der hinteren Zuggurtung („Chance“-Fraktur; äußerst selten)
- B2: osteoligamentäre Verletzung der hinteren Zuggurtung
- B3: Verletzung der vorderen Zuggurtung (Hyperextensionsfraktur)

Typ C-Verletzungen werden nicht weiter subklassifiziert.

Der **neurologische Status** wird in fünf Gruppen unterteilt:

- N0 bezeichnet alle Patienten, die einen unauffälligen neurologischen Status aufweisen
- N1 bezeichnet eine transiente neurologische Symptomatik, die zum Untersuchungszeitpunkt bereits wieder aufgehoben ist.
- N2 bezeichnet eine persistierende monoradikuläre Symptomatik
- N3 bezeichnet eine inkomplette Querschnittläsion (ASIA B-D) (American Spinal Cord Injury Association)
- N4 bezeichnet eine komplette Querschnittläsion (ASIA A)
- NX bezeichnet einen unklaren Neurostatus (z.B. nicht untersuchbarer Patient).

Die **Verletzungen der Facettengelenke** werden in 4 Subtypen unterteilt:

- F1-Verletzungen sind unverschobene Frakturen, die kleiner sind als 1 cm oder weniger als 50% der Gelenkfläche betreffen. Sie können isoliert vorkommen.
 - F2-Verletzungen sind Frakturen, deren Fragment >1cm misst oder die >50% der Gelenkfläche betreffen, unabhängig vom Dislokationsgrad. Sie führen in jedem
-

Fall zur Insuffizienz der dorsalen Zuggurtung und sind damit Ausdruck einer B- oder C-Verletzung.

- F3-Verletzungen sind Frakturen, bei denen durch eine Fraktur sowohl der Lamina als auch des Pedikels die knöcherne Verbindung einer Massa lateralis vom Wirbelkörper unterbrochen ist (sog. „floating lateral mass“). Sie führen in jedem Fall zur Insuffizienz der dorsalen Zuggurtung und sind damit Ausdruck einer B- oder C-Verletzung.
- F4-Verletzungen sind Verletzungen mit Subluxation eines Facettengelenks >50% oder verhakte Luxationsverletzungen. Sie führen in jedem Fall zur Insuffizienz der dorsalen Zuggurtung und sind damit Ausdruck einer B- oder C-Verletzung
- Eine gleichwertige bilaterale Verletzung der Facettengelenke wird durch den Zusatz „BL“ gekennzeichnet.

Bestimmte Begleiterscheinungen haben großen Einfluss auf die Therapieentscheidung und werden somit als sogenannte „**Modifikatoren**“ mit dem Buchstaben M zusätzlich klassifiziert:

- M1 dorsale Kapsel-Band-Verletzung (z. B. Ödem, Einblutung, Distension) ohne komplette Zerreißung oder eine Situation in der eine dorsale Kapsel-Band-Verletzung noch nicht abgeklärt ist
- M2 kritische Bandscheibenvorwölbung hinter die Hinterkante der betroffenen Wirbelkörper
- M3 versteifende Grunderkrankung (z.B. M. Bechterew oder DISH)
- M4 A. Vertebralis Verletzung

Nähere Informationen zur verwendeten Klassifikation können den entsprechenden Publikationen entnommen werden (11,12).

2. Präklinisches Management

2.1 Analyse des Unfallhergangs

Anamnestische Risikofaktoren für HWS-Verletzungen:

- Sturz aus über 1 m Höhe oder mehr als 5 Treppenstufen
 - Axiales Stauchungstrauma (z.B. Sprung in seichtes Wasser)
 - Verkehrsunfall mit
 - > 100 km/h
 - Überschlag
 - Herausschleudern aus dem Fahrzeug
 - Zweiradunfall
 - Kollision mit Bus oder LKW (13)
-

Analyse klinischer Kriterien

Beim Fehlen ALLER der fünf folgenden Kriterien kann eine HWS-Verletzung ausgeschlossen werden (S3-Leitlinie Polytrauma) (14)

- Bewusstseinstörung
- Neurologisches Defizit
- Schmerzen in der HWS-Region
- Intoxikation
- Relevantes Trauma der Extremitäten

2.2 Notfallmaßnahmen und Transport

Immobilisierung der HWS

Falls entweder Unfallmechanismus oder klinischer Eindruck eine HWS-Verletzung möglich erscheinen lassen, ist eine Immobilisierung der Halswirbelsäule angezeigt.

Diese erfolgt mittels harter Zervikalstütze und Fixierung von Rumpf und Kopf auf einem Spineboard / einer Vakuummatratze.

Die Rücknahme der HWS in die Neutralposition sollte rückgängig gemacht werden, wenn sich hierdurch Schmerzen oder ein eventuell vorhandenes neurologisches Defizit verschlechtern.

Die Neutralstellung der Halswirbelsäule ist bei Erwachsenen in Rückenlage nur mit einer Unterfütterung des Kopfes zu erzielen (15). Bei Kindern ist hingegen eine Unterfütterung des Rumpfes zum Erzielen der Neutralposition notwendig.

Beim Vorliegen eines Schädel-Hirn-Traumas und Verdacht auf eine Halswirbelsäulenverletzung sollte kritisch abgewogen werden, ob eine starre Zervikalstütze angelegt wird, um einen möglichen Anstieg des intrakraniellen Drucks zu verhindern.

Monitoring:

- Neurologie
- Blutdruck und EKG
- Pulsoxymetrie

Transportziel:

- Bei Mehrfachverletzten: entsprechend S3-Leitlinie Polytrauma in regionales oder überregionales Traumazentrum
 - Bei Monoverletzung: Traumazentrum
 - Bei neurologischen Ausfällen: Traumazentrum mit Wirbelsäulen traumatologischer Expertise
-

2.3 Dokumentation

- Unfallhergang
- Klinischer Untersuchungsbefund, hier insbesondere der
- Neurologischer Status nach ASIA (American Spinal Cord Injury Association)

3. Anamnese

3.1 Analyse Verletzungsmechanismus

Die Analyse des Verletzungsmechanismus sollte darauf abzielen, die auf die HWS einwirkenden Kräfte und Momente in Richtung und Ausmass abzuschätzen. Hier sind insbesondere Hinweise auf ein Rotations, Flexions- oder Extensionsmoment, eine axiale oder translationale Krafteinwirkung oder eine Kombination daraus zu beachten. Hierzu können Begleitverletzungen wie Prellmarken oder Platzwunden an Kinn, Stirn, Hinterhaupt sowie Anprallfolgen im Fahrgastraum (Frontscheibe!) oder eine genaue Beschreibung des Unfallhergangs durch den Patienten oder die Rettungskräfte hilfreich sein.

3.2 Gesetzliche Unfallversicherung

- In Deutschland muss bei allen Arbeitsunfällen, bei Unfällen auf dem Weg von und zur Arbeit, bei Unfällen in Zusammenhang mit Studium, Schule und Kindergarten sowie allen anderen gesetzlich versicherten Tätigkeiten - einschließlich aller ihrer Folgen - eine Unfallmeldung durch den Arbeitgeber erfolgen, wenn der Unfall eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als drei Kalendertagen oder den Tod zur Folge hat.
- In Österreich muss diese Meldung in jedem Fall erfolgen.
- Diese Patienten müssen in Deutschland einem zum Durchgangsarztverfahren zugelassenen Arzt vorgestellt werden. Dieser entscheidet über die Einleitung eines bg-lichen Heilverfahrens.
- Die weitere Behandlung muss zum frühestmöglichen Zeitpunkt in einer von der DGUV zugelassenen Einrichtung erfolgen, abgestuft nach DAV, VAV und SAV.
- Bei allen späteren Unfallfolgen und Folgeerkrankungen muss das bg-liche Heilverfahren wieder aufgenommen werden.
- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV sind folgende Wirbelsäulenverletzungen in für VAV oder SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
 - 3.1 SAV: Verletzungen des Rückenmarks, der Nervenwurzeln und der großen Nervengeflechte des Armes oder des Beines.
 - 9.2 VAV: Wirbelbrüche mit Fehlstellung oder Instabilität bei gegebener oder abzuklärender Operationsbedürftigkeit.
 - 9.2 SAV: Vorgenannte Wirbelbrüche bei begleitenden neurologischen Ausfällen und Notwendigkeit der Rekonstruktion der vorderen Säule an BWS/LWS. Verletzungen der oberen Halswirbelsäule (Segmente C0-C2/C3) mit Fehlstellung oder Instabilität bei gegebener oder abzuklärender Operationswürdigkeit.

3.3 Vorerkrankungen und Verletzungen

- DISH / M.Bechterew
-

- Frühere Verletzungen der Wirbelsäule (z.B. Arbeitsunfälle)
- Voroperationen im Bereich der Wirbelsäule
- Relevante neurologische Vorerkrankungen (Lähmungen, Spastiken, etc.)
- Vorbestehende Recurrens-Parese
- Osteoporose
- Alkohol-, Nikotinabusus
- Allergien, speziell Medikamenten- und Metallallergien
- Medikamenteneinnahme, besonders gerinnungshemmende Medikamente (z.B. O-AKs)

3.4 Wichtige Begleitumstände

- Abklärung der funktionellen und sozialen Situation vor dem Unfall
- Bisherige Behandlung der Verletzung
- Bisherige Behandlung unfallunabhängiger Wirbelsäulenbeschwerden

3.5 Symptome

- Spontaner Nackenschmerz
- Neurologische Ausfallserscheinungen mit genauer Beurteilung des Verlaufs und evtl. Progredienz
- Bewegungsschmerz bis zur Bewegungsunfähigkeit
- Haltungsinsuffizienz des Kopfes
- Weitere Symptome siehe unter *Diagnostik*

Am Beginn der Diagnostik stehen Anamnese und klinische Untersuchung. Es sollte ein validiertes, auf klinischen und anamnestischen Angaben basierendes strukturiertes Untersuchungsprotokoll verwendet werden.

Aufgrund der hohen Sensitivität wird die Canadian-C-Spine Rule empfohlen (16,17). Anhand dieses Algorithmus kann mit hoher Sicherheit eine relevante Verletzung ausgeschlossen werden oder die Indikation zur weiterführenden bildgebenden Diagnostik gestellt werden.

Bei der Anamneseerhebung sollten Unfallmechanismus und Unfallzeitpunkt erfasst werden. Relevant ist die Unterscheidung zwischen akut einsetzendem Nackenschmerz, radikulärem Armschmerz und anamnestischen Hinweisen auf eine neurologische Läsion (Kribbelparästhesien, Hypästhesien). Klinisch bedeutsam sind die anamnestischen Hinweise für einen gefährlichen Unfallmechanismus:

1. Sturz >1 m
2. Axiales Stauchungstrauma (z.B. Kopfsprung ins seichte Wasser)
3. Verkehrsunfälle mit
 - a. >100 km/h
 - b. Überschlag
 - c. 2-Rad oder Quad-Unfall
 - d. Kollision mit Bus/LKW

Nach Ausschluss dieser Kriterien wird die klinische Untersuchung am kooperativen, nicht bewußtseinsgetrübten Patienten durchgeführt. Diese sollte unbedingt die Überprüfung hinsichtlich eines Mittelliniendruckschmerzes als Zeichen einer knöchernen Verletzung beinhalten.

Eine neurologische Untersuchung mit Kraftprüfung der Kennmuskeln der oberen Extremität (Kraftgrade nach Janda) sowie eine gründliche Untersuchung hinsichtlich eventueller dermatombezogener Sensibilitätsstörungen sollte ebenfalls vom Erstuntersucher durchgeführt und genau dokumentiert werden. Die Verwendung des im Internet frei verfügbaren „Scoresheets“ der American Spinal Cord Injury Association (ASIA) und der International Spinal Cord Society (ISCoS) (abrufbar unter www.asia-spinalinjury.org) wird zur Dokumentation neurologischer Schäden empfohlen. Die Erstuntersuchung und -dokumentation sollte vor Einleitung einer Analgosedierung erfolgen.

Wenn sich bis zu diesem Zeitpunkt keine anamnestisch-klinischen Hinweise für eine instabile HWS-Verletzung ergeben haben, wird der Untersuchungsgang durch eine zunächst aktive und dann passive Funktionsüberprüfung der HWS durch eine Rotation nach beiden Seiten bis 45° abgeschlossen.

Jeglicher pathologische Befund im Verlauf dieses Algorithmus führt unmittelbar zum Abbruch der weiteren Schritte und zur Einleitung einer bildgebenden Diagnostik.

4. Diagnostik

Grundlage der Diagnostik ist die Analyse des Unfallhergangs, die klinische Symptomatik und die klinische Untersuchung. Eine initiale Bildgebung ist nur erforderlich, wenn sich anhand der Canadian-C-Spine Rule (16,17) Hinweise auf eine strukturelle Verletzung ergeben.

4.1 Notwendige Untersuchungen

Klinische Untersuchung

- Bewußtseinsklarer Patient (GCS 15)
 - Bewußtseinsgetrübter Patient: bildgebende Diagnostik
 - Neurologie mit Zeitpunkt des Beginns und Progredienz:
 - Kribbelparästhesien
 - Paresen
 - Erfassung aller sensiblen und motorischen neurologischen Ausfallerscheinungen einschließlich einer möglichen sakralen Aussparung
 - Blasen- und Mastdarmfunktion
 - Bewußtseinsverlust, Hirnnervenlähmung und Kleinhirnfunktionsstörungen (A. vertebralis)
 - Erfassung der Begleitverletzungen
 - Vorbestehende Erkrankungen und Verletzungsfolgen
-

Bildgebende Untersuchung

Grundsätzliches zur Bildgebung:

Eine konventionelle Röntgenuntersuchung als alleinige diagnostische Maßnahme kann aufgrund der geringen Sensitivität eine relevante Verletzung nicht sicher ausschließen (18,19).

Empfohlen werden CT-Untersuchungen mit max. 1 mm Schichtdicke und mind. 2D-Rekonstruktion in den Standardebenen (sagittal, koronar). Eine 3D-Oberflächenrekonstruktion kann in Einzelfällen (z.B. Facettengelenkfraktur zur Bestimmung des Ausmaßes der Facettenbeteiligung) hilfreich sein.

Die konventionelle Röntgendiagnostik kann im Ausnahmefall unter strahlenhygienischen Gesichtspunkten in Fällen angewendet werden, in denen anhand der klinisch-anamnestischen Kriterien eine Bildgebung indiziert ist, jedoch kein „gefährlicher Unfallmechanismus“ vorliegt.

In allen Zweifelsfällen (ungenügende Abbildung des cervicothorakalen Übergangs, Auffälligkeiten im Röntgen) ist eine gezielte Schnittbildgebung indiziert.

Bei Beschwerdepersistenz trotz konservativer Therapie ohne plausible Erklärung in der nativradiologischen oder CT-Diagnostik, wird eine MRT-Abklärung im Verlauf empfohlen.

Eine MRT-Diagnostik wird empfohlen, wenn eine isolierte *dorsale operative Versorgung* bei verhakter Luxationsfraktur geplant ist. In diesem Fall sollte eine Verlagerung von Bandscheibenmaterial in den Spinalkanal mittels MRT ausgeschlossen werden.

Das primäre Spiral-CT ist die bildgebende Methode der Wahl bei:

- Bewusstlosem Patienten mit V.a. HWS-Trauma
- Gefährlichem Unfallmechanismus (s. 2.1)
- Verdacht auf strukturelle HWS Verletzung
- Neurologischen Auffälligkeiten (inkl. Parästhesien)
- Bekanntem M. Bechterew

Die Strahlenbelastung kann nach der Canadian C-Spine Rule reduziert werden (13).

4.2 Ergänzende Diagnostik

MRT

Eine *schnellstmögliche* MRT-Untersuchung der HWS ist in den Fällen angezeigt, bei denen ein neurologisches Defizit besteht, das durch den zuvor erhobenen CT-Befund nicht erklärbar ist oder nachgewiesen werden konnte.

Eine *zeitnahe* MRT-Untersuchung wird in Fällen empfohlen bei allen Facettengelenkverletzungen (F1-F3) zum Ausschluss einer diskoligamentären Instabilität. Eine MRT wird ebenfalls empfohlen, wenn eine diskoligamentäre Verletzung vermutet wird, aber durch den zuvor erhobenen CT-Befund nicht erklärbar ist oder nachgewiesen werden konnte.

Angiographie

Bei nachgewiesener Facettengelenkfraktur vom Typ F1 oder F2 oder bei Fraktureinstrahlung in das Foramen transversarium sollte eine CT-oder MR-Angiografie *erwogen* werden.

Bei höhergradiger Facettengelenkfraktur oder -subluxation („F3“ und „F4“), sowie einer Verletzung vom Typ B oder C oder bei Vorliegen vertebrobasilärer Symptome wird die CT-Angiografie oder MR-Angiografie zur Abklärung hinsichtlich einer Verletzung der A. vertebralis empfohlen (20). Die diagnostische Wertigkeit der CT- oder MR-Angiografie scheint nahezu gleichwertig zu sein, so dass die Entscheidung hinsichtlich der Untersuchungsmodalität primär anhand der Verfügbarkeit und sekundär unter Beachtung des Strahlenschutzes erfolgen sollte (21,22).

Dynamische Röntgenuntersuchung

Beim neurologisch unauffälligen Patienten, bei dem sich in der Bildgebung Verdachtsmomente auf eine segmentale Instabilität zeigen, kann eine *dynamische* Durchleuchtung der HWS in Flexion / Extension ergänzt werden. Diese sollte in jedem Falle durch einen in dieser Untersuchungstechnik erfahrenen Arzt durchgeführt werden.

Eine *statische* Funktionsaufnahme in Flexions- / Extensionsstellung ohne passive Führung durch einen ärztlichen Untersucher wird aufgrund eines fehlenden Einflusses auf die Therapieentscheidung nicht empfohlen (23).

4.3 Ausnahmsweise

Bildgebende Untersuchung

- Myelografie
- Funktions-CT
- Funktions-MRT
- Myelo-CT
- Sonografie

4.4 Nicht erforderlich

Entfällt

4.5 Diagnostische Schwierigkeiten

- Diagnose der rein disco-ligamentären Verletzung
 - Zuordnung der Klassifikation, besonders bei B-Verletzung
 - Ungenaue Kenntnis des Unfallmechanismus
-

- Abgrenzung stabil vs. Instabil bei A-Frakturen und Facettengelenksfrakturen
- Überlagerung schwerwiegender anderer Verletzungen, insbesondere am Kopf und beim Polytrauma
- Verletzungen am zervikothorakalen Übergang
- Rein diskoligamentäre und spontan reponierte Verletzungen
- Verletzungen der Facettengelenke
- Diagnose einer A. Vertebralis Verletzung
- M. Bechterew
- Drogen- oder Alkoholabusus
- Angeborene Anomalien der HWS

4.6 Differentialdiagnose

- Folgezustände voraus gegangener Verletzungen
- Osteochondrosen/degenerative Spondylolisthese
- Osteophytenabsprengungen
- Vorbestehende Myelopathie
- Pathologische Fraktur
- Blockwirbelbildungen

5. Klinische Erstversorgung

5.1 Klinisches Management

- **Allgemein**
 - Analgesie,
 - Therapie neurogener Schock
 - ATLS
 - Thromboseprophylaxe gemäß AWMF-Leitlinie VTE-Prophylaxe
- Spezielle Maßnahmen: Extra Punkt Reposition! Checkliste!
 - HWS-Immobilisation fortsetzen/beginnen bei Nachweis einer HWS-Verletzung
 - Zur geschlossenen Reposition stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung (24). Es besteht ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Erfolg und Misserfolg eines erfolgreichen geschlossenen Repositionsmanövers bei Facettengelenksluxation (bzw. -frakturen) der subaxialen HWS. Deshalb sollte die Reposition möglichst zeitnah und durch einen hierin geübten Behandler unter Bildwandlerdurchleuchtung in OP-Bereitschaft oder direkt im OP durchgeführt werden (24). Eine Relaxierung des Patienten ist zu empfehlen.
 - Bei neurologisch unauffälligem Patienten kann die geschlossene Reposition in Narkose im OP-Saal unmittelbar vor der OP durchgeführt werden. Falls die ge-

schlossene Reposition nicht gelingt, ist eine offene Reposition zeitnah durchzuführen..

- Bei neurologischer Symptomatik ist die *schnellstmögliche Reposition* angezeigt, wobei eine Abwägung zwischen Sicherheit und Dringlichkeit der Reposition individuell vorzunehmen ist.

6. Indikationen zur definitiven Therapie

6.1 Nicht operativ

- A0 sowie A1 und A2 bei Kyphosezunahme zum physiologischen Profil $<15^\circ$
- ggfs. A3 Frakturen bei Beschwerdearm und bei Kyphosezunahme zum physiologischen Profil $<15^\circ$
- Verletzungen mit neurologischem Defizit ohne nachweisbare knöcherne oder diskoligamentäre Verletzung und ohne Myelonkompression („Spinal cord injuries without radiographic abnormalities“ SCIWORA-Syndrom)

6.2 Operativ

- Kyphosezunahme zum physiologischen Profil $>15^\circ$ bei A1 und A2 Frakturen
- Berstungsfrakturen (A3 und A4)
- B- und C-Verletzungen
- Kompression neurologischer Strukturen (Epiduralhämatom, Bandscheibe, Knochenfragmente, etc.)

6.3 Stationär oder ambulant

- Konservativ mit einer Zervikalstütze behandelte Verletzungen ambulant, selten stationär
- Konservativ mit einem Halo-Fixateur oder Minerva-Gipsverband behandelte Verletzungen anfangs stationär
- Konservativ behandelte Verletzungen mit neurologischem Defizit ausschließlich stationär
- Operative Behandlung ausschließlich stationär
- Komplette Querschnittläsionen sind intensivstationspflichtige Verletzungen

7. Therapie nicht operativ

7.1 Logistik

- Zervikale Orthesen verschiedener Härtegrade
 - Halo-Fixateur
 - Möglichkeit der klinischen und radiologischen Verlaufskontrolle
-

7.2 Begleitende Maßnahmen

- Aufklärung über Alternativverfahren
- Schmerztherapie
- Physiotherapie
- Dekubitusprophylaxe durch Zervikalorthesen

7.3 Häufigste Verfahren

- Frühfunktionelle Behandlung unter Verzicht auf äußere Ruhigstellung (z.B. bei Distorsionen)
- Harte Zervikalstütze (z.B. bei Frakturen)

7.4 Alternative Verfahren

- Ruhigstellung mit Halo-Fixateur oder Haloring mit Gipsweste

7.5 Seltene Verfahren

- Extensionsbehandlung
- Spezielle Orthesen mit Abstützung an Brustkorb, Hinterhaupt und Kinn

7.6 Zeitpunkt

- Beginn der Behandlung sofort nach Sicherung der Diagnose

7.7 Weitere Behandlung

- Engmaschige Überprüfung der Indikation zur nicht-operativen Therapie durch radiologische und klinische Verlaufskontrollen
 - Bei Behandlung mit Zervikalstütze:
 - Die Ruhigstellung bei Verletzungen mit strukturellen Veränderungen (z.B. Frakturen) sollte in der Regel für 6 Wochen jedoch höchstens 12 Wochen erfolgen
 - Frühzeitige begleitende physiotherapeutische stabilisierende Übungsbehandlung
 - Schmerztherapie nach WHO-Stufenschema
 - „Ausschleichen“ der Behandlung mit Zervikalstütze durch stundenweises Weglassen so früh wie möglich
 - Bei Behandlung mit Halo-Fixateur oder Halo-Ring:
 - Regelmäßiges Nachziehen der Verankerungsstifte und Wundkontrolle und -pflege der Eintrittsstellen; ggf. Umsetzen der Stifte
 - Bei reponierten Verletzungen: regelmäßige Röntgenkontrollen und ggf. Nachkorrektur der Fehlstellung oder Verfahrenswechsel
 - Fakultativ antiphlogistische Behandlung
 - Nach Abnahme des Halo-Fixateurs oder Beendigung der Extensionsbehandlung spezielle physiotherapeutische Übungsbehandlung
-

- Überprüfung des Behandlungsergebnisses durch Funktionsaufnahmen nach Abnahme des Halo-Fixateurs

7.8 Risiken und Komplikationen

- Sekundäre Dislokation und Gefahr neurologischer Ausfälle oder einer zervikalen Myelopathie
- Persistierende Schmerzen durch verzögerte Bruchheilung/Pseudarthrose oder verbleibende Instabilität
- Achsenfehlstellungen
- Ruhigstellung führt zu einer Atrophie von Muskeln und Knochen
- Einsteifung benachbarter Bewegungssegmente mit verlängerter Rehabilitationsphase
- Druckstellen und hygienische Probleme
- Spezifische Risiken und Komplikationen des Halo-Fixateurs/Halo-Rings:
 - Lockerung der Stifte
 - Folgeverletzungen bei Sturz
 - Infektion der Eintrittsstellen (Weichteile, Knochen, Hirn)
 - Liquorleck bei Schädelperforation
 - Temporallappeninfekt
 - Verletzungen Nn. supraorbitalis oder supratrochlearis
 - Störende Narben
 - Einschränkungen des Blickfeldes
 - Besondere Vorsichtsmaßnahmen im Straßenverkehr

8. Therapie operativ

8.1 Logistik

- OP-Saal mit Bildwandler und ggf. Mikroskop
- Personelle Ressourcen und Expertise in der Wirbelsäulen Chirurgie
- Repositions-, Fixations- und Lagerungshilfen
- Implantate und Instrumente für HWS-Stabilisierungen

8.2 Perioperative Maßnahmen

Allgemein

- Adäquate Ruhigstellung/Stabilisierung bis zur präoperativen Lagerung (z.B. harte Zervikalorthese)
- Schmerztherapie
- Schnellstmögliche bildwandlergestützte Kontrolle der Lagerung zum Ausschluß lagerungsassoziierter Dislokationen
- Präoperative Antibiotikagabe
- Thromboseprophylaxe gemäß AWMF-Leitlinie VTE-Prophylaxe
- Präoperative Planung, wobei sich die Zugangswahl (ventral vs dorsal) nach der Verletzungsmorphologie richtet

Ventrale HWS Eingriffe

- Präoperative Anlage einer Magensonde zur intraoperativen Identifikation des Ösophagus möglich
- Wiederholung der Cuff-Druck Messung nach Einsetzen der Weichteilsperrler zur Reduktion von N.laryngeus recurrens Paresen (27,28)

Dorsale HWS-Eingriffe

- En-bloc Umlagerung des Patienten zur Vermeidung lagerungsabhängiger neurologische Komplikationen
- Cell-Saver
- Concorde-Lagerung zur Reduktion des venösen Rückstroms

Patienten mit Querschnittssymptomatik

- Intensivmedizinische Überwachung mit kardialem, hämodynamischem und respiratorischem Monitoring
- Infusionstherapie ggf. in Kombination mit einer Katecholamintherapie zur Kreislaufstabilisierung beim neurogenen Schock, wobei der angestrebte arterielle Mitteldruck in der Expertenmeinung umstritten ist ; sinnvoll erscheint eine gute systemische Oxygenierung und ein mittlerer arterieller RR von 90mmHg
- Eine regelhafte Kortisontherapie bei Wirbelsäulenverletzungen mit neurologischem Defizit kann nach derzeitiger Studienlage nicht empfohlen werden (29)
- Frühstmögliche postoperative Verlegung in ein Querschnittszentrum bzw. neurologische Frührehabilitation

8.3 Häufigste Verfahren

Wesentliche Ziele der operativen Therapie von subaxialen HWS-Verletzungen sind die Reposition, Retention und knöchernere Ausheilung der verletzten Wirbelsäulensegmente. Hierzu stehen ventrale, dorsale oder dorso-ventral-kombinierte Verfahren zur Auswahl. Prinzipiell entscheiden patientenspezifische Faktoren sowie die Verletzungsmorphologie über die Zugangswahl.

Ventrale Versorgung

- Standardzugang ist der anterolaterale Zugang nach Smith-Robinson
- eine Empfehlung für den links- oder rechtsseitigen Zugang kann anhand der vorhandenen Literatur nicht gegeben werden (30,31)
- Therapieziel ist je nach Verletzungsmorphologie die mono-, bi- oder multisegmentale ventrale Fusion ggf. nach vorheriger Dekompression:
 - Standardverfahren ist hier die Diskektomie (ACDF) oder Korporektomie (ACCF) mit interkorporeller Abstützung durch Cage sowie additiver ventraler Plattenosteosynthese
 - Die additive Plattenosteosynthese ist zur Erzielung einer ausreichenden Primärstabilität obligat.
 - Alternativ kann anstatt des Cages auch ein Beckenkammspan implantiert werden, jedoch sind hier signifikante Entnahmemorbiditäten beschrieben.

Dorsale Versorgung

- Standardzugang ist der dorsale Mittellinienzugang
-

- Entsprechend der Verletzungsmorphologie erfolgt eine mono-, bi- oder multisegmentale dorsale Stabilisierung mit Schraubenstabsystemen ggf. nach Dekompression.
- Massa lateralis oder Pedikel-Schrauben
- Die Notwendigkeit einer dorsalen Fusion ist abhängig von der Verletzungsmorphologie.

Dekompression

- Bei neurologischem Defizit mit passendem bildmorphologischen Korrelat sollte eine Dekompression erfolgen.
- In der Regel sollte eine direkte Dekompression am Ort der Kompression erfolgen; ggf. kann aus OP-taktischen Gründen auch eine indirekte Dekompression erfolgen.

8.4 Alternativverfahren

Aus biomechanischen Gesichtspunkten stehen keine gleichwertigen Alternativverfahren zur Verfügung

8.5 Seltene Verfahren

Dies sind typischerweise „Rescue“-Verfahren bei schwieriger/gescheiterter dorsaler Schrauben-Stab-Osteosynthese:

- Setzen von Lamina-Schrauben anstelle von Massa lateralis Schrauben
- Dorsale winkelstabile Plattenosteosynthese

8.6 Operationszeitpunkt

Die Dringlichkeit ist abhängig vom Vorhandensein einer bestehenden oder drohenden neurologischen Schädigung und dem Grad der Instabilität.

Empfehlung der Leitlinienkommission:

Instabile Verletzungen mit der Gefahr einer sekundären neurologischen Schädigung sollten zeitnah operativ stabilisiert werden (32). Sowohl klinische und tierexperimentelle Studien als auch Metaanalysen lassen vermuten, dass die frühe Dekompression (innerhalb von 24 Stunden) bei neurologischen Ausfällen vorteilhaft ist (33-35). Unabhängig von der momentan noch fehlenden Evidenz wird empfohlen, die Dekompression bei neurologischen Ausfällen schnellstmöglich durchzuführen.

8.7 Postoperative Behandlung

- Immobilisation durch Zervikalorthese fakultativ, jedoch kann dies zur Vermeidung von Extreimbewegungen und als „Gedächtnisstütze“ bei reduzierter Compliance hilfreich sein
 - Pharmakologische analgetische Therapie gemäß dem WHO-Stufenschema zur Linderung der begleitenden Schmerzsymptomatik
 - Thromboseprophylaxe bis zur Mobilisierung
 - Frühzeitige physiotherapeutische Nachbehandlung bei übungsstabiler Versorgung
 - Regelmäßige klinische und radiologische Verlaufskontrolle
-

8.8 Risiken und Komplikationen

Allgemein

- Thrombose, Embolie
- Gefäß-, Nervenverletzungen
- Dura-, Rückenmarkverletzungen
- Wundinfektion
- Nachblutung/Hämatom

Speziell

- Verletzung von Halsorganen, besonders des Ösophagus
- Verschlechterung des neurologischen Befundes
- Schrauben- und Plattenlockerungen
- Schraubenwanderungen
- Schraubenfehllagen
- Verletzung der A. vertebralis
- Implantatbrüche
- Schluckstörungen/Aspiration
- Läsionen des N. laryngeus recurrens
- Horner-Syndrom
- Bei allen Spondylodesen: Ausbleiben der knöchernen Heilung
- Entnahmemorbidität bei Beckenkammspanen

9. Weiterbehandlung

9.1 Rehabilitation

- Frühzeitige begleitende physiotherapeutische stabilisierende Übungsbehandlung
- Mobilisierende Physiotherapie nach sicherer Ausheilung der Verletzung

9.2 Kontrollen

- Dem Verletzungsmuster angepasste klinische und radiologische Kontrollen bei konservativer und operativer Therapie

9.3 Implantatentfernung

- Bei regelhaftem Verlauf nicht erforderlich
- Die Implantatentfernung wird nicht regelhaft vorgenommen und sollte Einzelfällen nach sicherer Ausheilung vorbehalten sein

9.4 Spätkomplikationen

- Degenerative Veränderungen von Anschlußsegmenten nach Fusion
- Nackenschmerzen bei Verlust des sagittalen Alignements

- Zervikale Myelopathie bei stark ausgeprägter Kyphose
- Syringomyelie
- Schluckstörungen

9.5 Mögliche Dauerfolgen

- Bleibende neurologische Störungen
- Schluckstörungen
- Bewegungseinschränkungen nach Fusion
- Restbeschwerden trotz röntgenologisch nachgewiesener Heilung

10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

Scores zur Beurteilung des neurologischen Verlaufs

- Einschätzung der Muskelkraftgrade nach Janda und Einschätzung dermatombegrenzter Sensibilitätsstörungen
- Dokumentation entsprechend dem Vorschlag der American Spinal Cord Society (ASIA) und der International Spinal Cord Society (ISCoS) auf der American Spinal Cord Society Impairment Scale (AIS) (36)

Scores zur Beurteilung des radiologischen Verlaufs

- Messung des zervikalen Alignments mit Hilfe des mono-/bisegmentalen Grund-Deckplatten-Winkels
- Beurteilung der knöchernen Fusion durch Computertomographie (37)

Scores zur Beurteilung des klinischen Verlaufs

- zur klinischen Verlaufsbeurteilung der subaxialen HWS können allgemeine Scores (z.B. VAS-Spine-Score, Oswestry Score (38) oder SF-36 (39)) oder HWS-spezifische Scores (z.B. Cervical Spine Outcome Questionnaire (40)) verwendet werden

11. Prognose

Insgesamt zeigt sich eine gute Langzeitprognose, wobei die Verletzung neurogener Strukturen die Hauptlimitation im Rahmen der Rekonvaleszenz darstellt (41):

Verletzung neurogener Strukturen

- Querschnittsläsion:
 - Komplette Läsion: ca. 60% schwere Behinderung (nach Glasgow Outcome Scale), 15% moderate Behinderung, 10% leichte Behinderung
 - Inkomplette Läsion: ca. 30% schwere Behinderung, ca. 30% moderate Behinderung, 30% leichte Behinderung nach GOS (42)
- Nervenwurzelläsionen: Erholung in 89% der Fälle (**Lit?**)

Röntgenologische Prognose

Fusionsraten von bis zu 98% (41)

Klinische Prognose

in der Regel gute Langzeitprognose bei operierten Patienten, jedoch in einigen Fällen persistierende Restbeschwerden ohne röntgenologisches Korrelat (41):

- Nackensteifigkeit in 11% der Fälle
- Schwere Nackenschmerzen (VAS ≥ 7) in 5% der Fälle
- Heiserkeit in 6% der Fälle
- Schluckstörungen in 9% der Fälle

12. Prävention von Folgeschäden

- Vermeidung von Extrembewegungen und -belastungen in der Heilungsphase
- Nach Abschluß der Heilung/Fusion sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen mehr erforderlich
- Bei Patienten mit Querschnittläsion:
 - Von Anfang an konsequente (intensivmedizinische) Betreuung unter besonderer Beachtung der Herz-Kreislauf- und respiratorischen Probleme
 - Differenzierte Lagerungstherapie zur Verbesserung der pulmonalen Funktion und Prävention von Druckgeschwüren
 - Verlegung in ein Querschnittszentrum so früh wie möglich
 - Regelmäßige, lebenslange und umfassende, ganzheitliche Kontrollen (Check-up)
 - Regelmäßige sportliche Betätigung und Training („Tetrasport“, Rollstuhlsport).
 - Umgestaltung von Wohnung, Arbeitsplatz, Kraftfahrzeugen usw. Dadurch u. a. auch Verminderung von akzidentellen Unfällen

13. Literaturverzeichnis

1. Hasler RM, Exadaktylos AK, Bouamra O, Benneker LM, Clancy M, Sieber R, et al. Epidemiology and predictors of cervical spine injury in adult major trauma patients. *The Journal of trauma*. 2012 Apr;72(4):975–81.
 2. Roberge RJ, Wears RC, Kelly M, Evans TC, Kenny MA, Daffner RD, et al. Selective application of cervical spine radiography in alert victims of blunt trauma: a prospective study. *The Journal of trauma*. 1988 Jun;28(6):784–8.
 3. Hoffman JR, Schriger DL, Mower W, Luo JS, Zucker M. Low-risk criteria for cervical-spine radiography in blunt trauma: a prospective study. *Ann Emerg Med*. 1992 Dec;21(12):1454–60.
 4. Milby AH, Halpern CH, Guo W, Stein SC. Prevalence of cervical spinal injury in trauma. *Neurosurgical focus*. 2008 Nov 1;25(5):E10.
 5. Lenehan B, Boran S, Street J, Higgins T, McCormack D, Poynton AR. Demographics of acute admissions to a National Spinal Injuries Unit. *Eur Spine J*. 3rd ed. Springer-Verlag; 2009 Jul;18(7):938–42.
 6. Chu D, Lee Y-H, Lin C-H, Chou P, Yang N-P. Prevalence of associated injuries of spinal trauma and their effect on medical utilization among hospitalized adult subjects--a nationwide data-based study. *BMC Health Serv Res*. BioMed Central; 2009 Aug 3;9(1):137.
 7. Lowery DW, Wald MM, Browne BJ, Tigges S, Hoffman JR, Mower WR, et al. Epidemiology of cervical spine injury victims. *Ann Emerg Med*. 2001 Jul;38(1):12–6.
 8. Goldberg W, Mueller C, Panacek E, Tigges S, Hoffman JR, Mower WR, et al. Distribution and patterns of blunt traumatic cervical spine injury. *Ann Emerg Med*. 2001 Jul;38(1):17–21.
 9. Biffi WL, Ray CE, Moore EE, Mestek M, Johnson JL, Burch JM. Noninvasive diagnosis of blunt cerebrovascular injuries: a preliminary report. *The Journal of trauma*. 2002 Nov;53(5):850–6.
 10. Miller PR, Fabian TC, Croce MA, Cagiannos C, Williams JS, Vang M, et al. Prospective screening for blunt cerebrovascular injuries: analysis of diagnostic modalities and outcomes. *Ann Surg*. 2002 Sep;236(3):386–93–discussion393–5.
 11. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake KJ, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J*. 2016 Jul;25(7):2173–84.
 12. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System. *Spine*. 2013 Nov;38(23):2028–37.
 13. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, Clement CM, Lesiuk H, De Maio VJ, et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients.
-

- JAMA [Internet]. 2001 Oct 17;286(15):1841–8. Available from: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=11597285&retmode=ref&cmd=prlinks>
14. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletztenbehandlung [Internet]. 2016 [cited 2016 Oct 10]. Available from: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/012-019.html>
 15. Schriger DL, Larmon B, LeGassick T, Blinman T. Spinal immobilization on a flat backboard: does it result in neutral position of the cervical spine? *Ann Emerg Med*. 1991 Aug;20(8):878–81.
 16. Stiell IG, Clement CM, McKnight RD, Brison R, Schull MJ, Rowe BH, et al. The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. *N Engl J Med*. 2003 Dec 25;349(26):2510–8.
 17. Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB, Todd KH, Zucker MI. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. National Emergency X-Radiography Utilization Study Group. *N Engl J Med*. 2000 Jul 13;343(2):94–9.
 18. Bailitz J, Starr F, Beecroft M, Bankoff J, Roberts R, Bokhari F, et al. CT Should Replace Three-View Radiographs as the Initial Screening Test in Patients at High, Moderate, and Low Risk for Blunt Cervical Spine Injury: A Prospective Comparison. 2009 Jun;66(6):1605–9. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005373-200906000-00014>
 19. Holmes JF, Akkinepalli R. Computed Tomography Versus Plain Radiography to Screen for Cervical Spine Injury: A Meta-Analysis. *The Journal of trauma*. 2005 May;58(5):902–5.
 20. Harrigan MR, Hadley MN, Dhall SS, Walters BC, Aarabi B, Gelb DE, et al. Management of Vertebral Artery Injuries Following Non-Penetrating Cervical Trauma. *Neurosurgery*. 2013 Mar;72:234–43.
 21. Hanning U, Sporns PB, Schmiedel M, Ringelstein EB, Heindel W, Wiendl H, et al. CT versus MR Techniques in the Detection of Cervical Artery Dissection. *Journal of Neuroimaging*. 2017 Jun 2;40(Suppl 2):1195–6.
 22. Provenzale JM, Sarikaya B. Comparison of Test Performance Characteristics of MRI, MR Angiography, and CT Angiography in the Diagnosis of Carotid and Vertebral Artery Dissection: A Review of the Medical Literature. *AJR American journal of roentgenology*. 2009 Oct;193(4):1167–74.
 23. McCracken B, Klineberg E, Pickard B, Wisner DH. Flexion and extension radiographic evaluation for the clearance of potential cervical spine injuries in trauma patients. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2013 Feb 13;22(7):1467–73.
 24. Reinhold DM, Knop C, Lange U, Rosenberger R, Schmid R, Blauth M. Reposition
-

- von Verrenkungen und Verrenkungsbrüchen der unteren Halswirbelsäule. Unfallchirurg. Springer-Verlag; 2006;109(12):1064–72.
25. Aebi M. Surgical treatment of upper, middle and lower cervical injuries and non-unions by anterior procedures. *Eur Spine J.* 2010 Mar;19 Suppl 1:S33–9.
 26. Reindl R, Ouellet J, Harvey EJ, Berry G, Arlet V. Anterior reduction for cervical spine dislocation. *Spine.* 2006 Mar 15;31(6):648–52.
 27. Jung A, Schramm J. How to reduce recurrent laryngeal nerve palsy in anterior cervical spine surgery: a prospective observational study. *Neurosurgery.* Oxford University Press; 2010 Jul;67(1):10–5–discussion15.
 28. Audu P, Artz G, Scheid S, Harrop J, Albert T, Vaccaro A, et al. Recurrent laryngeal nerve palsy after anterior cervical spine surgery: the impact of endotracheal tube cuff deflation, reinflation, and pressure adjustment. *Anesthesiology.* 2006 Nov;105(5):898–901.
 29. Bydon M, Lin J, Macki M, Gokaslan ZL, Bydon A. The current role of steroids in acute spinal cord injury. *World Neurosurg.* 2014 Nov;82(5):848–54.
 30. Beutler WJ, Sweeney CA, Connolly PJ. Recurrent laryngeal nerve injury with anterior cervical spine surgery risk with laterality of surgical approach. *Spine.* 2001 Jun 15;26(12):1337–42.
 31. Kilburg C, Sullivan HG, Mathiason MA. Effect of approach side during anterior cervical discectomy and fusion on the incidence of recurrent laryngeal nerve injury. *J Neurosurg Spine.* 2006 Apr;4(4):273–7.
 32. Schleicher P, Scholz M, Kandziora F, Badke A, Brakopp FH, Ekkerlein HKF, et al. [Subaxial Cervical Spine Injuries: Treatment Recommendations of the German Orthopedic and Trauma Society]. *Z Orthop Unfall.* Georg Thieme Verlag KG; 2017 Oct;155(5):556–66.
 33. van Middendorp JJ, Hosman AJF, Doi SAR. The Effects of the Timing of Spinal Surgery after Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Neurotrauma.* 2013 Nov;30(21):1781–94.
 34. 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 Sep;17(1 Suppl):11–26.
 35. Fehlings MG, Vaccaro A, Wilson JR, Singh A, W Cadotte D, Harrop JS, et al. Early versus Delayed Decompression for Traumatic Cervical Spinal Cord Injury: Results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). Di Giovanni S, editor. *PLoS One.* Public Library of Science; 2012 Feb 23;7(2):e32037–8.
 36. Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sørensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *J Spinal Cord Med.* 2nd ed. 2011 Nov;34(6):535–46.
-

37. Rothman SL, Glenn WV. CT evaluation of interbody fusion. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1985 Mar;(193):47–56.
 38. Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000 Nov 15;25(22):2940–52–discussion2952.
 39. Tarlov AR, Ware JE, Greenfield S, Nelson EC, Perrin E, Zubkoff M. The Medical Outcomes Study. An application of methods for monitoring the results of medical care. *JAMA*. 1989 Aug 18;262(7):925–30.
 40. Koller H, Reynolds J, Zenner J, Forstner R, Hempfing A, Maislinger I, et al. Mid- to long-term outcome of instrumented anterior cervical fusion for subaxial injuries. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2009 Feb 6;18(5):630–53.
 41. Fredø HL, Rizvi SAM, Rezai M, Rønning P, Lied B, Helseth E. Complications and long-term outcomes after open surgery for traumatic subaxial cervical spine fractures: a consecutive series of 303 patients. *BMC Surg. BMC Surgery*; 2016 Aug 12;:1–12.
 42. Stephan K, Huber S, Häberle S, Kanz K-G, Bühren V, van Griensven M, et al. Spinal cord injury--incidence, prognosis, and outcome: an analysis of the TraumaRegister DGU. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2015 Sep 1;15(9):1994–2001.
-