

publiziert bei:



Leitlinien Unfallchirurgie © DGU Leitlinien Kommission Berlin 2018

**AWMF-Nr. 012-011**

ICD-10: S02.1, S03.5, S12 ff, S13 ff

**Erarbeitet im Expertenkonsens S1**

Letztes Bearbeitungsdatum: 09.07.2018

Gültig bis 09.07.2023

Genehmigung durch Vorstand der DGU am 9.8.2018

Korrespondenz: Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

E-Mail: [office@dgu-online.de](mailto:office@dgu-online.de)



## Verletzungen der oberen Halswirbelsäule

*Federführende Autoren:*

*Dr. Matti Scholz, Frankfurt und PD Dr. Georg Osterhoff, Zürich*

### **Leitlinienkommission**

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

in Zusammenarbeit mit der

Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer (Leiter)

Prof. Dr. Felix Bonnaire (Stellv. Leiter)

Prof. Dr. Klaus Dresing

Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch

Prof. Dr. Thomas Gössling

Prof. Dr. Lars Grossterlinden

Dr. Maximilian Heitmann

Dr. Rainer Kübke

Prof. Dr. Philipp Lobenhoffer

Dr. Lutz Mahlke

Prof. Dr. Ingo Marzi

Prof. Dr. Norbert M. Meenen

Dr. Christoph Obermeyer

PD Dr. Oliver Pieske

Dr. Philipp Schleicher

Prof. Dr. Gerhard Schmidmaier

PD Dr. Dorian Schneidmüller

Prof. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)

Dr. Philipp Wilde

Göttingen

Dresden

Göttingen

Hamburg

Braunschweig

Hamburg

Hamburg

Berlin

Hannover

Paderborn

Frankfurt

Hamburg

Kassel

Oldenburg

Frankfurt

Heidelberg

Murnau

Graz

Wiebaden

konsentiert mit:

Sektion Wirbelsäule der DGOU

Leiter: Prof. Dr. Frank Kandziora

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 seit 1996 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 zusammen mit dem Geschäftsführenden Vorstand der DGU verabschiedet. Die Leitlinien werden mit der Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) konsentiert.

Die Leitlinien sind auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft Medizinisch Wissenschaftlicher Fachgesellschaften AWMF publiziert ([awmf.org](http://awmf.org)). Die Liste aller aktuellen DGU-Leitlinien findet sich auf der Homepage der DGU mit einem jeweiligen Link zur betreffenden Seite der AWMF ([dgu-online.de](http://dgu-online.de)).

Leitlinien können wegen des rasanten Wachstums des medizinischen Wissens und seiner relativ kurzen Halbwertszeit immer nur eine Momentaufnahme sein. Daher hat sich die AWMF darauf geeinigt, dass Leitlinien alle 5 Jahre überarbeitet werden sollen. Danach gilt die Gültigkeit dieser Leitlinien als abgelaufen.

Die Leitlinienkommission der DGU arbeitet ständig an der Novellierung ihrer Leitlinien, kann aber die 5-Jahresfrist nicht immer einhalten. Daher sollte bei jeder konkreten Anwendung einer Leitlinie geprüft werden, ob die betreffende Aussage noch dem aktuellen Stand des Wissens entspricht. Das gilt auch schon vor Ablauf der 5-Jahresfrist. Die Erfahrung der Leitlinienkommission mit Novellierungen hat gezeigt, dass sich die notwendigen Änderungen nach 5 Jahren meist auf die Indikationen und die Operationsverfahren beziehen. Der weit überwiegende Inhalt der Leitlinien hat dagegen lange Bestand.

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](mailto: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 aktuellen 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 Literaturrecherche und -bewertung mit dem Ziel, bestimmte Aussagen Evidenz basiert treffen zu können. Der Evidenzgrad wird nach den DELBI-Kriterien ermittelt. Auf Grund des raschen medizinischen Fortschritts finden sich in der Unfallchirurgie leider nur relativ wenige evidenzbasierte Aussagen, weil diese aufwändige Forschungsarbeiten und Nachuntersuchungen über einen oft 10-jährigen oder noch längeren Zeitraum voraussetzen.

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.

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

Göttingen, den 16. Mai 2018

---

## Schlüsselwörter

Anderson Klassifikation, Anderson D´Alonzo Klassifikation, Arteria vertebralis, atlantoaxiale Dislokation, atlantoaxiale Instabilität, atlantookzipitale Dislokation, atlantookzipitale Instabilität, Atlas, Atlasfraktur, Axis, Bandscheibe, Beschleunigungsverletzung, Dens, Densfraktur, Densverschraubung, Discus intervertebralis, diskoligamentäre Instabilität, Dornfortsatz, Dornfortsatzbruch, Dornfortsatzfraktur, Effendi Klassifikation, Gefühlsstörung, Gelenkfortsatzbruch, Gelenkfortsatzfraktur, Halswirbelsäule, Hanged man´s-Fraktur, Harms Prozedur, inkomplette Querschnittlähmung, Josten Klassifikation, komplette Querschnittlähmung, Kompressionsfraktur, Lähmung, Levine Klassifikation, Luxation, Luxationsfraktur, Magerl Prozedur, Medulla oblongata, Nervenwurzeln, obere Halswirbelsäule, Okzipitalkondylen, okzipitozervikaler Übergang, Okzipitalkondylenfraktur, Os odontoides, Paraplegie, geschlossene Reposition, offene Reposition, Rückenmark, Rückenmarkläsion, Schleudertrauma, Tetraplegie, traumatische Spondylolisthese, traumatische Spondylolyse, Verrenkung, Verrenkungsbruch, Vertebralarterie, Wirbelgelenk, Wirbelkörper, Wurzellähmung, Wurzelläsion,

## Keywords

ACDF, Anderson classification, Anderson und D´Alonzo classification, anterior longitudinal ligament, Arteria vertebralis, articular process fracture, atlantoaxial instability, atlantoaxial dislocation, atlantooccipital instability, atlantooccipital dislocation, atlas vertebra, atlas fracture, axis vertebra, axis fracture, axisring fracture, cervical spine, cervical spine fracture, closed reduction, compression fracture, discus intervertebralis, discoligamentous instability, Effendi classification, facet joint, facet joint luxation, hanged man´s fracture, harms procedure, incomplete paraplegia, isthmus fracture, Josten classification, judet screw, longitudinal ligament, magerl procedure, occipital condyle, occipital condyle fracture, occipitocervical stabilization, odontoid, odontoid fracture, odontoid screw fixation, open reduction, paraplegia, posterior longitudinal ligament, soft disc, spondylodesis, stabilization, spinous process, spinous process fracture, spinal cord, tetraplegia, upper cervical spine, whiplash injury

---

---

## 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 Verletzungen im Wachstumsalter.

### ICD-10-Codes:

- S02.1 Fraktur der Schädelbasis (Os occipitale)
- S03.5 Verstauchung und Zerrung von Gelenken und Bändern sonstiger Teile des Kopfes
- S12.0 Fraktur des 1. Halswirbels
- S12.1 Fraktur des 2. Halswirbels
- S12.7 Multiple Frakturen der Halswirbelsäule
- S12.9 Fraktur im Bereich der HWS, Teil nicht näher bezeichnet
- S13.0 Traumatische Ruptur einer zervikalen Bandscheibe
- S13.10 Luxation im Bereich des Halses, Höhe nicht näher bezeichnet
- S13.11 Luxation von Halswirbeln: HW 1/2
- S13.12 Luxation von Halswirbeln: HW 2/3
- S13.18 Luxation HWS: Sonstige
- S13.3 Multiple Luxationen im Bereich des Halses
- S13.4 Verstauchung und Zerrung der Halswirbelsäule

### 1.1 Ätiologie und Epidemiologie

- Indirekte Krafteinwirkung durch:
    - Axiale Kompression
    - Hyperflexion / Hyperextension
    - Translation
    - Rotation
  - Selten direkte Krafteinwirkung durch Schlag oder Stoß
  - Typische Unfallursachen:
    - Hochrasanztraumata (z.B. Verkehrsunfälle, Sportunfälle, Arbeitsunfälle)
    - Stürze im häuslichen Bereich,
    - niedrigenergetisches Trauma des geriatrischen Patienten (typischerweise Hyperextensionsverletzungen durch Kopfanprall)
  - Prädisposition durch:
    - Degenerative Veränderungen wie z.B. Osteochondrose
    - Ankylosierende Erkrankungen z.B. Morbus Bechterew
    - Tumorerkrankungen
    - Osteoporose
    - Sturzneigung oder Gangstörungen bei neurologische Erkrankungen
-

## Epidemiologie

- Inzidenz HWS Verletzung bei schwerverletztem Unfallopfern ca. 3,5% [1]
- Erhöhte Inzidenz im Alter von 20 - 45 sowie 70 - 80 Jahren [2]
- Prävalenz von HWS-Verletzungen bei bewusstlos eingelieferten Patienten doppelt so hoch wie bei wach eingelieferten [3]
- Über 30% der HWS-Verletzungen betreffen die obere HWS [4, 5]
- Frakturen des Atlas (HW 1):
  - ca. 3-13% der HWS Verletzungen [6].
  - In ca. 40-44% der Fälle Kombinationsverletzung (meist HW 2) [6]
- Fraktur des Axis (HW 2)
  - ca. 24 % der HWS-Verletzungen
  - Densfrakturen in ca. 1/3 der Fälle [4].
  - Dens axis Fraktur bei über 80 jährigen häufigste HWS Verletzung (>50%) [7]
- Inzidenz A. vertebralis Läsionen nach stumpfem HWS-Trauma 0,2-0,77% [8-10]

### 1.2 Prävention

- Allgemeine Maßnahmen zur Unfallprävention
- Spezifische Maßnahmen:
  - richtig eingestellte Nackenstütze und Verwendung des Sicherheitsgurtes
  - rückwärtsgerichteter Kindersitz
  - Sturz-Prophylaxe, besonders bei alten Menschen
  - Nutzung sportspezifischer Protektoren und Airbags
- Behandlung von Allgemeinerkrankungen z.B. Osteoporose

### 1.3 Lokalisation

- Schädelbasis/Okzipitalkondylen < 3 % [4]
- Atlas (HW 1) ca. 30 % [4]
- Axis (HW 2) ca. 70 % [4]

### 1.4 Typische Begleitverletzungen

- Zusätzliche Verletzungen der Wirbelsäule (Kettenverletzungen)
- Verletzungen der A. vertebralis nach stumpfem HWS-Trauma 0,2-0,77% [8-10]
- Kopfverletzungen (SHT): 22% [1]
- Thorakale Verletzungen: 20% [1]
- Extremitätenverletzungen: 26% [1]
- Verletzungen des Rückenmarks selten da hohe Mortalität [1]

### 1.5 Klassifikation

Folgende Klassifikationen werden empfohlen:

*Frakturen der Okzipitalkondylen gemäß Anderson und Montesano [11]*

- Typ I: unilaterale Kompressionsfraktur der Okzipitalkondyle durch axiale Krafteinwirkung
- Typ II: Fraktur in der Frontalebene mit häufig begleitender Schädelbasisfraktur.
- Typ III: Fraktur in der Horizontalebene durch Distraktions-/Rotationskräfte (knöcherner Ausriss des jeweiligen Lig. alare)

*Frakturen des Atlas (HW 1) gemäß Gehweiler [12]*

---

- Typ I: isolierte Fraktur des vorderen Atlasbogens
- Typ II: isolierte Fraktur des hinteren Atlasbogens
- Typ III: kombinierte Fraktur des vorderen und hinteren Atlasbogens („Jefferson Fraktur”).
  - Typ IIIa: in Horizontalebene kaum disloziert da Lig. transversum atlantis intakt (stabile Fraktur)
  - Typ IIIb: in Horizontalebene disloziert da Lig. transversum atlantis nicht intakt (instabile Fraktur)
- Typ IV: isolierte Fraktur der Massa lateralis
- Typ V: isolierte Fraktur des Processus transversus

*Subklassifikation zur Differenzierung der Läsionen des Lig. transversum atlantis nach Dickman [13]*

- Typ I: isolierte intraligamentäre Ruptur
- Typ II: knöcherner Bandausriss

*Frakturen des Axisring (HW 2) gemäß der Klassifikation nach Josten [14] (alternativ Klassifikation nach Effendi [15] in Modifikation durch Levine/Edwards [16])*

- Josten Typ 1, Levine/Edwards Typ I: Fraktur des Isthmus HW 2 (Dislokation  $\leq$  2mm) ohne relevante diskoligamentäre Verletzung (vorderes/hinteres Längsband/Bandscheibe HWK 2/3 intakt)
- Josten Typ 2, Levine/Edwards Typ IIa: Fraktur des Isthmus HW 2 (Dislokation  $>$  2mm) und/oder Kyphose HW 2/3 (vorderes Längsband intakt, hinteres Längsband/Bandscheibe HWK 2/3 rupturiert)
- Josten Typ 3, Levine/Edwards Typ II: Fraktur des Isthmus HW 2 (Dislokation  $>$  2mm) und/oder Hyperlordose HW 2/3 (vorderes Längsband, hinteres Längsband/Bandscheibe HWK 2/3 rupturiert)
- Josten Typ 3, Levine/Edwards Typ II: Dislozierte Isthmusfraktur HW 2 mit uni- oder bilaterale Facettengelenkluxation HW 2/3

*Frakturen des Dens axis (HW2) gemäß Anderson und D'Alonzo [17] und Subklassifikation Typ II Fraktur gemäß Grauer [18]*

- Typ I: Fraktur der Densspitze/ knöcherner Bandausrisses Lig. alare
- Typ II: durch die Densbasis verlaufende Fraktur
  - Grauer A: Frakturverlauf von ventral/kranial nach dorsal/kaudal
  - Grauer B: Frakturverlauf horizontaler
  - Grauer C: Frakturverlauf von dorsal/kranial nach ventral/kaudal
- Typ III: u- oder v-förmiger Ausbruch des Dens axis im Axis Korpus

## 2. Präklinisches Management

### 2.1 Analyse des Unfallhergangs

Risikofaktoren für HWS-Verletzungen [19]:

- 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
- Zweirad- oder Quadunfall
- Kollision mit Bus oder LKW

## 2.2 Notfallmaßnahmen und Transport

### Immobilisierung der HWS

- Bei passendem Unfallmechanismus und/oder klinischem Eindruck einer HWS-Verletzung
- in Neutralstellung (keine Über-Distraktion) mittels harter Zervikalstütze und Fixierung von Rumpf und Kopf auf einem Spineboard / einer Vakuummatratze.
  - Neutralstellung der Halswirbelsäule bei Erwachsenen in Rückenlage nur mit Unterpolsterung des Kopfes zu erzielen [20, 21]
  - CAVE: Neutralstellung der Halswirbelsäule bei Kindern nur durch Unterpolsterung des Rumpfes zu erzielen [22]
  - CAVE: HWS bei der Immobilisation in keine Position bringen, die zusätzliche Schmerzen erzeugt
- Bei Schmerzverstärkung oder Auftreten/Verschlechterung eines neurologischen Defizit (z.B. Hyperextensionsfraktur bei M. Bechterew) Immobilisation in Neutralposition rückgängig machen
- Bei begleitendem Schädel-Hirn-Trauma abwägen, ob starre Zervikalstütze angelegt wird (Anstieg des intrakraniellen Drucks möglich).

### Monitoring:

- Blutdruck und EKG
- Pulsoxymetrie
- Neurologischer Status

### Transportziel:

- Bei Mehrfachverletzten: entsprechend DGU-S3-Leitlinie Polytrauma in ein regionales oder überregionales Traumazentrum
- Bei Monoverletzung: Traumazentrum
- Bei neurologischen Ausfällen: Traumazentrum mit Expertise für Wirbelsäulen-Verletzungen

## 2.3 Dokumentation

- Unfallhergang
- Klinischer Untersuchungsbefund, insbesondere neurologischer Status gemäß ASIA Score (American Spinal Injury Association Score) [43,44]

## 3. Anamnese

*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 [19]. Anhand dieses Algorithmus kann mit hoher Sicherheit eine relevante Verletzung ausgeschlossen werden oder die Indikation zur weiterführenden bildgebenden Diagnostik gestellt werden.

### 3.1 Analyse Verletzungsmechanismus

- genaue Beschreibung des Unfallhergang (Eigen- und/oder Fremdanamnese)
- Auffindesituation durch den Rettungsdienst
- Fahrzeugdeformation
- abschätzen einwirkender Kräfte / Momente in Richtung und Ausmaß:
  - Flexions-, Extensionsmomente
  - axiale / translationale Krafteinwirkung
- hinweisgebende Begleitverletzungen beachten
  - Prellmarken / Platzwunden an Kinn, Stirn oder Hinterhaupt

### 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 und der Schweiz 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 wiederaufgenommen werden.
- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV (Stand 1.7.2018) sind Verletzungen der oberen HWS nur in für das SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
  - 3.1 SAV: Verletzungen des Rückenmarks
  - 9.2 SAV: Verletzungen der oberen Halswirbelsäule (Segmente C0-C2/3) bei gegebener oder abzuklärender Operationsbedürftigkeit
  - 11.1-5 SAV: Komplikationen

### 3.3 Vorerkrankungen und Verletzungen

- DISH / M. Bechterew
  - Frühere Verletzungen der Wirbelsäule
  - Degenerative Erkrankungen der Halswirbelsäule:  
z.B. Bandscheibendegeneration, Spinalkanalstenosen
  - Rheumatoide Instabilitäten
  - Vorbestehende Nackenschmerzen
  - Voroperationen im Bereich der Wirbelsäule
  - Relevante neurologische Vorerkrankungen (Lähmungen, Spastiken, etc.)
  - Vorbestehende Schluckbeschwerden, Atemnot, Heiserkeit
  - Osteoporose
  - Tumoren
  - Alkohol-, Drogen-, Nikotinabusus
-

- 
- Allergien, speziell Medikamenten- und Metallallergien
  - Medikamenteneinnahme, besonders gerinnungshemmende Medikamente

### 3.4 Wichtige Begleitumstände

- Abklärung der funktionellen und sozialen Situation vor dem Unfall
- Arbeitsunfälle im Hinblick auf Zusammenhängefragen
- Bisherige Behandlung der Verletzung
- Bisherige Behandlung unfallunabhängiger Wirbelsäulenbeschwerden oder -erkrankungen

### 3.5 Symptome

- Akuter Nackenschmerz
- Sensible oder motorische Ausfallserscheinungen mit genauer Beurteilung des Verlaufs und evtl. Progredienz (CAVE: kardiale Rhythmusstörungen mögliche Zeichen einer hochzervikalen Myelonkompression)
- Bewegungsschmerz bis zur Bewegungsunfähigkeit
- Haltungsinsuffizienz des Kopfes
- Schluckstörungen
- Weitere Symptome siehe unter *Diagnostik*

*Relevant ist die Unterscheidung zwischen akut einsetzendem Nackenschmerz, radikulärem Arm- oder Hinterhauptschmerz und Hinweisen auf eine neurologische Läsion (Kribbelparästhesie, Hypästhesie, motorische Störung).*

---

## 4. Diagnostik

### 4.1 Notwendige Untersuchungen

#### Klinische Untersuchung

Erstuntersuchung wenn möglich immer vor Einleitung einer Analgosedierung.

- äußere Verletzungszeichen, Prellmarken (insbesondere am Kopf), Gurtmarken
- dorsaler HWS-Mittelliniendruckschmerz
- zervikaler Muskelhartspan
- Bei fehlenden Hinweisen auf gefährlichen Unfallmechanismus (Anamnese) und bewußtseinsklarem, vollständig kooperativem und nicht intoxiziertem Patienten (GCS 15):
  - Schmerzen bei HWS Rotation 45° links/rechts
- Begleitverletzungen
- Abgrenzung vorbestehender Verletzungsfolgen und Erkrankungen

#### Neurologische Untersuchung

- Dokumentation mit Zeitpunkt des Beginns und ggfs. Progredienz (Dynamik):
  - Bewußtseinsverlust
  - Hirnnervenlähmung
  - Kleinhirnfunktionsstörungen (A. vertebralis)
  - Störungen Versorgungsgebiet C1 & C2 (Sensibilität am Hinterhaupt)
  - periphere sensible und motorische Ausfallserscheinungen einschließlich mögliche sakraler Aussparung
  - Blasen- und Mastdarmfunktion
- Polytraumatisierter und bewußtseinsgetrübter Patient:
  - Wirbelsäuleninstabilität bis zum Beweis des Gegenteils unterstellen (ATLS-Prinzipien, S3 Leitlinie Polytrauma)
  - klinische und neurologische Untersuchung nicht reliabel
  - frühzeitige radiologische Diagnostik (CT)

#### Bildgebende Untersuchung

Bildgebung indiziert bei:

- Polytrauma (gemäß DGU-S3-Leitlinie 012-019)
- Bewusstlosem Patienten mit V.a. HWS-Trauma
- HWS Beschwerden nach gefährlichem Unfallmechanismus (s. 2.1)
- Schmerzhafter HWS Rotation nach Trauma
- Klinischem Verdacht auf strukturelle HWS Verletzung
- neurologischen Auffälligkeiten (inkl. Parästhesien)
- Bekannter rheumatoider Erkrankung (z.B. M. Bechterew)

Das Spiral-CT ist die Methode der Wahl für die primäre Diagnostik bei Verdacht auf Verletzungen der oberen HWS [23].

- CT-Untersuchungen mit max. 1 mm Schichtdicke
  - mindestens 2D-Rekonstruktion in den Standardebenen (sagittal, koronar)
-

- parallele Schichtungen zu den Raumebenen von Atlas und Axis erleichtert die Beurteilung der Morphologie und die Planung der Therapie erheblich.

Die konventionelle Röntgendiagnostik weist eine geringe Sensitivität und Spezifität für HWS-Verletzungen auf. Dies gilt insbesondere für Verletzungen der oberen HWS [24].

Konventionelle Röntgendiagnostik:

- Screening-Tool mit niedriger Sensitivität
- Verlaufsbeurteilung bei bekannter Verletzung (z.B. Frakturdislokation)

## 4.2 Erweiterte Diagnostik

Darstellung hirnversorgender Gefäße:

- Erhöhtes Risiko für traumatische Verletzung/Dissektion der A. vertebralis
  - Insbesondere bei Frakturverlauf in die Foramina transversaria [25]
- Detektion von anatomischen Besonderheiten (z.B. high riding A. vertebralis).
- Screening mittels CT- oder MR-Angiographie möglich [26]
- Konventioneller DSA mit höchster Sensitivität [27, 28]

## MRT

Bei CT-morphologisch unerklärtem neurologischem Defizit nach Trauma *unverzögliche* MRT-Untersuchung empfohlen.

Spezielle Indikationen für eine MRT-Untersuchung:

- Frakturen der Okzipitalkondylen:
  - Typ-3-Verletzung nach Anderson und Montesano
  - Verdacht auf okzipito-zervikale Dislokation
- Frakturen des Atlas:
  - Gehweiler Typ 3 und Fehlen eines typischen Avulsionsfragments (intragamentäre Integrität des Lig. transversum atlantis)
- Frakturen des Axisrings:
  - V. a. diskoligamentäre Instabilität HW 2/3 (Integrität Bandscheibe, vorderes + hinteres Längsband).
- Unterscheidung von akuten, subakuten oder alten Frakturen

## Dynamische Röntgenuntersuchung

Bei neurologisch unauffälligem, wachem/orientiertem und nicht schmerzverspanntem Patienten und:

- CT-/MRT morphologischem Verdacht auf discoligamentäre Instabilität (Okziput/HW1, HW1/2, HW 2/3)
  - fraglich stabiler akuter Densfraktur Anderson Typ II & III
  - fraglich stabiler subakuter/chronischer Densfraktur Anderson Typ II & III (straffe Pseudarthrose vs. Instabilität)
  - V.a.translatorische Instabilität HW1/2
  - CAVE:
    - Durchleuchtung durch einen in dieser Untersuchungstechnik erfahrenen Arzt
-

- *statische* Funktionsaufnahme aufgrund fehlenden Einflusses auf die Therapieentscheidung nicht empfohlen [29].

### 4.3 Ausnahmsweise

- Funktions-CT
- Funktions-MRT
- Sonographie

### 4.4 Nicht erforderlich

Entfällt

### 4.5 Diagnostische Schwierigkeiten

- Allgemein:
  - Überlagerung schwerwiegender anderer Verletzungen, insbesondere am Kopf und beim Polytrauma
  - Rein diskoligamentäre Verletzungen
  - Erkennen einer Verletzung der A. Vertebralis
  - Drogen- oder Alkoholintoxikation
  - Angeborene Anomalien der HWS
  - Ausgeprägte degenerative Veränderungen
- Frakturen der Okzipitalkondylen:
  - Erkennen der occipito-zervikalen Dissoziation (ligamentäre Instabilität)
- Frakturen des Atlas:
  - Differenzierung Gehweiler IIIa vs. IIIb
  - Beurteilung der Gelenkkongruenz bei Gehweiler IV
- Frakturen des Dens axis:
  - Differenzierung Anderson/D'Alonzo Typ II vs. III
  - Stabilität bei atypischen Korpusfrakturen des Axis
- Frakturen des Axisrings:
  - Erkennen der segmentalen Instabilität HW 2/3

### 4.6 Differentialdiagnose

- Folgezustände vorausgegangener Verletzungen
  - Subakute Frakturen (bei älteren Patienten mit Osteoporose)
  - Osteochondrosen/degenerative Spondylolisthese
  - Osteophytenabsprengungen
  - Vorbestehende Myelopathie
  - Pathologische Fraktur
  - Blockwirbelbildungen
  - Os odontoideum / Ossiculum terminale
-

---

## 5. Klinische Erstversorgung

### 5.1 Klinisches Management

- Schmerztherapie
- Therapie neurogener Schock / kardiale Rhythmusstörungen
- Primäre Abklärung und Behandlung nach ATLS®
- Thromboseprophylaxe gemäß AWMF-Leitlinie VTE-Prophylaxe
  
- HWS-Immobilisation bei Verdacht auf HWS-Verletzung
- Auf Repositionsmanöver an der oberen HWS sollte unmittelbar eine chirurgische Retention (Halo-Fixation oder innere Fixation) folgen.

## 6. Indikationen zur definitiven Therapie

*Bei der Indikationsstellung sind neben den nachgenannten Kriterien Zusatzverletzungen, Vorerkrankungen, Allgemeinzustand und Patientenwunsch zu berücksichtigen [30].*

### 6.1 Nicht operativ

- Allgemein:
  - Bei geriatrischen Patienten die perioperativen Risiken eines Eingriffs an der oberen HWS gegenüber einer nicht-operativen Behandlung abwägen
- Frakturen der Okzipitalkondylen
  - Nicht oder gering dislozierte Frakturen ohne Anhalt für ligamentäre occipito-zervikale Dissoziation
- Frakturen des Atlas
  - Gehweiler Typ I, Typ II und Typ V
  - Gehweiler Typ IIIa (Lig. transversum atlantis intakt)
  - Gehweiler Typ IV, falls ausreichende Kongruenz in Okzipito-atlantale- und lateralem Atlanto-axial-Gelenk
- Frakturen des Dens axis
  - Anderson/D'Alonzo Typ I
  - Anderson/D'Alonzo Typ II und Typ III, falls nicht disloziert und in der dynamischen stabil [29]
- Frakturen des Axisrings
  - Josten Typ 1
  - Josten Typ 2, falls in Orthese adäquat retinierbar

### 6.2 Operativ

- Allgemein:
    - Der Zeitpunkt wird durch den neurologischen Status, das Ausmaß der traumatischen Instabilität und den Begleitverletzungen (Polytrauma).
-

- Gefahr der neurologischen Verschlechterung, Einschränkungen bei Lagerung und Pflege von Wirbelsäulenverletzten mit höhergradiger Instabilität und/oder Luxation
- frühzeitige Dekompression und Stabilisation (<24h) bei frakturassoziierten Defiziten mit persistierender Myelon-/radikulärer Kompression.
- Frakturen der Okzipitalkondylen:
  - Okzipito-zervikale Dissoziation
  - Ausgeprägt dislozierte Frakturen
  - Ausgeprägte Inkongruenz der okzipito-zervikalen Gelenke (Okzipitalkondyle/HW1)
  - frakturassoziierte neurologische Ausfälle
- Frakturen des Atlas:
  - Gehweiler Typ IIIb (Insuffizienz des Lig. transversum atlantis)
  - Gehweiler Typ IV, falls deutliche Inkongruenz im Okzipito-atlantale- oder im lateralen Atlanto-axial-Gelenk
- Frakturen des Dens axis:
  - Anderson/D'Alonzo Typ II/Typ III, falls disloziert oder in der dynamischen Untersuchung instabil [29]
- Frakturen des Axisrings:
  - Josten Typ 2, bei fehlgeschlagener konservativer Therapie oder insuffizienter Reposition in Hyperextension
  - Josten Typ 3 und Typ 4

### 6.3 Stationär oder ambulant

- Konservative Behandlung primär stationär im Rahmen der Diagnostik später ambulant
- Operative Behandlung ausschließlich stationär
- Primär intensivstationäre Behandlung bei Querschnittsyndrom

## 7. Therapie nicht operativ

### 7.1 Logistik

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

### 7.2 Begleitende Maßnahmen

- Aufklärung über alternative Behandlungsverfahren
  - Schmerztherapie
  - Physiotherapie
  - Dekubitus Prophylaxe durch Anlage adäquat angepasster abgepolsterter Zervikalthesen sowie deren regelmäßige Überprüfung
-

### 7.3 Häufigste Verfahren

Semirigide Zervikalstütze (z.B. verstärkte Schanzkrawatte)

### 7.4 Alternative Verfahren

- Ruhigstellung mittels Halo-Fixateur und Weste
- CAVE: Extensionsbehandlung an der oberen HWS nicht angezeigt

### 7.5 Seltene Verfahren

- Minerva-Gips
- Spezielle Orthesen mit Abstützung an Brustkorb, Hinterhaupt und Kinn (z.B. SOMI-Brace)

### 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:
  - Ruhigstellung bei Verletzungen mit strukturellen Veränderungen (z.B. Fraktur) in der Regel für 6 Wochen, höchstens für 12 Wochen
  - Schmerztherapie nach WHO-Stufenschema
  - Ggfs. begleitende passive physiotherapeutische stabilisierende Übungsbehandlung
  - „Ausschleichen“ der Behandlung mit Zervikalstütze durch stundenweises Weglassen so früh wie möglich und/oder durch Wechsel auf weiche Orthese
  - Aktive physiotherapeutische Beübung frühestens ab der 12. Woche und Sicherung der Frakturheilung
- Bei Behandlung mit Halo-Fixateur oder Halo-Ring:
  - regelmäßiges Nachziehen der Verankerungsstifte, Wundkontrolle und Pinpflege; ggf. Umsetzen der Stifte bei lokaler Komplikation/Pinmigration
  - regelmäßige adäquate radiologische Verlaufskontrollen (Röntgen ggfs. CT); ggf. Nachkorrektur der Fehlstellung oder Verfahrenswechsel
  - ggfs. Überprüfung des Behandlungsergebnisses durch Funktionsaufnahmen nach Abnahme des Halo-Fixateurs
  - Nach Abnahme des Halo-Fixateurs physiotherapeutische Übungsbehandlung zur Kräftigung der Muskulatur

### 7.8 Risiken und Komplikationen

- Sekundäre Dislokation und Gefahr neurologischer Ausfälle
  - hochzervikale Myelopathie, dies kann sich auf Höhe der oberen HWS auch in kardialen Rhythmusstörungen bis hin zur Asystolie ausdrücken
  - Persistierende Schmerzen durch verzögerte Bruchheilung/Pseudarthrose oder verbleibende Instabilität
  - Persistierende Schmerzen durch okzipito-atlantale oder atlanto-axiale Arthrose
  - Achsenfehlstellungen
-



- Atrophie von Muskeln und Knochen durch längere Immobilisation
- Einsteifung benachbarter Bewegungssegmente mit verlängerter Rehabilitationsphase
- Druckstellen und hygienische Probleme
- Spezifische Risiken und Komplikationen des Halo-Fixateur:
  - 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

- Personelle Ressourcen und Expertise in der Wirbelsäulenchirurgie
- OP-Saal mit Bildwandler und ggf. Mikroskop, optional Navigation und/oder intraoperative 3D-Bildgebung und
- Repositions-/Lagerungshilfen (z.B. Mayfield-Halterung)
- Implantate und Instrumente für ventrale und dorsale HWS-Stabilisierungen
- Intensiv- und/oder Intermediate-Care-Station für prolongierte postoperative Überwachung

### 8.2 Perioperative Maßnahmen

- **Allgemein**
    - Adäquate Ruhigstellung/Stabilisierung bis zur präoperativen Lagerung (z.B. Zervikalorthese)
    - Schmerztherapie gemäß WHO-Stufenschema
    - Schnellstmögliche bildwandlergestützte Kontrolle der Lagerung zum Ausschluss lagerungsbedingter Frakturdislokation
    - Präoperative Single-Shot Antibiotikaprophylaxe
    - Thromboseprophylaxe gemäß AWMF-Leitlinie VTE-Prophylaxe
    - Präoperative Planung, Zugangswahl (ventral vs. dorsal vs. kombiniert) gemäß Verletzungsmorphologie
  - **Ventrale Eingriffe an der oberen HWS**
    - Anlage einer Magensonde zur intraoperativen Identifikation des Ösophagus
    - Sicherstellung der Erreichbarkeit der Verletzung (Durchleuchtung)
    - Anpassung des Cuff-Druck nach Einsetzen der Weichteilsperrer (Reduktion von N. laryngeus recurrens Störungen) [31, 32]
  - **Dorsale Eingriffe an der oberen HWS**
    - En-bloc Umlagerung des Patienten zur Vermeidung lagerungsabhängiger neurologische Komplikationen
    - Cell-Saver bei zu erwartendem Blutverlust > 500 ml
-

- Concorde-Lagerung zur Reduktion des venösen Rückstroms
- **Patienten mit Querschnittssymptomatik**
  - Intensivmedizinische Überwachung mit kardialem, hämodynamischem und respiratorischem Monitoring
  - Kreislaufstabilisierung beim neurogenen Schock per Infusionstherapie ggf. mit Katecholaminen (mittlerer arterieller RR 80mmHg)
  - gute systemische Oxygenierung
  - nach Frakturstabilisation frühestmögliche Verlegung in ein Querschnittszentrum bzw. neurologische Frührehabilitation

### 8.3 Häufigste Verfahren

*Wesentliche Ziele der operativen Therapie von Verletzungen der oberen HWS sind die Reposition, Retention und knöchernen 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.*

#### Ventrales Vorgehen

- Standardzugang anterolateral nach Smith-Robinson ggfs. anteriorer retropharyngealer Zugang [33, 34]
- Eine Empfehlung für den links- oder rechtsseitigen Zugang kann anhand der vorhandenen Literatur nicht gegeben werden [35]
- Therapieziel je nach Verletzungsmorphologie: direkte Fixation der Fraktur (z.B. Densosteosynthese), Spondylodese (ACDF) HW 2/3 (Diskektomie/Dekompression, interkorporeller Abstützung durch Cage/Beckenkammspan und additiver Platte) oder HW 1/2 Stabilisation (anteriore atlanto-axiale Verschraubung)
- CAVE: Entnahmemorbidität bei Verwendung eines autologen Beckenkammspantransplantats beachten.

#### Dorsales Vorgehen

- Standard: Dorsaler Mittellinienzugang
- perkutane Versorgung bei ausgewählten Verletzungen möglich
- mono-, bi- oder multisegmentale dorsale Stabilisierung/Fusion ggfs. unter Einbeziehung des Okziput mit Schraubenstabsystemen entsprechend der Verletzungsmorphologie
- Einbeziehung des Okziput mittels Okziputplatte bei frakturbedingter Unmöglichkeit für Atlasschrauben (z.B. Atlasfraktur Gehweiler IV)
- Ausmaß der Fusionsstrecke Abhängig von Verletzungsmorphologie und Versorgungsstrategie.

#### Dekompression

- im Zuge der Stabilisierung bei neurologischem Defizit und passendem bildmorphologischen Korrelat
- in der Regel direkte Dekompression am Ort der Kompression
- aus OP-taktischen Gründen auch indirekte Dekompression (z.B. durch Reposition) möglich.

#### Verletzungsspezifische Empfehlungen:

##### *Frakturen der Okzipitalkondylen*

- Reposition und Retention mittels temporärer okzipito-zervikaler Stabilisation
-

- ME nach ca. 3-6 Monaten und Nachweis der knöchernen Heilung
- dorsale Fusion Occiput – HW 2 bei okzipito-zervikaler Dissoziation

#### *Frakturen des Atlas*

- Gehweiler Typ 3B:
  - Dorsale atlanto-axiale Spondylodese HW 1/2 (Technik nach Goel/Harms oder modifiziert)
  - Temporäre HW 1/2 Stabilisation bei wenig disloziertem knöchernen Ausriss des Lig. transversum atlantis erwägen (ME nach 3-6 Monaten)
  - In Einzelfällen direkte dorsale Atlasosteosynthese möglich [36]
- Gehweiler Typ 4 mit Gelenkinkongruenz:
  - Temporäre Stabilisation Okziput – (mindestens) HW 2
  - ME nach 3-6 Monaten und Nachweis der knöchernen Heilung

#### *Frakturen des Dens axis Typ II*

- Alter > 65 Jahre oder schlechte Knochenqualität:
  - Dorsale Fusion HW 1/2 (Technik nach Goel/Harms oder modifiziert, alternativ Technik nach Magerl/Gallie)
  - Alternativ ventrale transartikuläre Verschraubung ggf. in Kombination mit Densverschraubung.
- Alter < 65 Jahre, gute Knochenqualität und Frakturverlauf Grauer A+B:
  - Ventrale Dens-Verschraubung (1 oder 2 Schrauben)
  - ME nicht erforderlich
- Alter < 65 Jahre und Frakturverlauf Grauer C:
  - Temporäre dorsale Stabilisation Technik nach Goel/Harms oder modifiziert
  - ME nach 3-6 Monaten und Nachweis der knöchernen Heilung

#### *Frakturen des Axisrings*

- Josten Typ 2:
  - Ventrale Fusion HW2/3 (Cage + Platte).
  - Alternativ bei intakter Bandscheibe HW 2/3: Isthmus-Rekonstruktion (dorsale Judet-Verschraubung) möglich [37, 38].
- Josten Typ 3:
  - Ventrale Fusion HW 2/3 (Cage + Platte) nach Reposition der Isthmus-Fraktur
  - Alternative 1: dorsale Fusion HW 2/3 (CAVE: frakturübergreifende HW 2 Pedikelschrauben notwendig)
  - Alternative 2: HW 1-3 Stabilisation (inklusive HW 2/3 Fusion) falls Pedikelschrauben HW 2 nicht möglich. Dann Freigabe HW 1/2 (ME/Teil-ME) nach 3-6 Monaten erwägen.
- Josten Typ 4:
  - offene dorsale Reposition und instrumentierte Spondylodese HW2/3 (CAVE: frakturübergreifende HW 2 Pedikelschrauben notwendig)
  - offene dorsale Reposition, HW 1-3 Stabilisation (inklusive HW 2/3 Fusion) falls Pedikelschrauben HW 2 nicht möglich. Dann Freigabe HW 1/2(ME/Teil-ME) nach 3-6 Monaten erwägen
  - ventrale Fusion HW 2/3 (Cage + Platte) falls geschlossener Reposition der Facettenluxation möglich (selten)

## 8.4 Alternativverfahren

Transoraler Zugang mit dem Vorteil einer besseren Visualisierung jedoch höherem Komplikationsrisiko [39, 40]

## 8.5 Seltene Verfahren

- Dies sind typischerweise „Rescue“-Verfahren bei schwieriger/gescheiterter lokaler dorsaler Schrauben-Stab-Stabilisation:
  - Lamina-Schrauben (HW 2)
  - Sublaminäre Cerclagen (HW 1/2)
  - Dorsale winkelstabile Plattenstabilisation
  - Langstreckige okzipito-zervikale Stabilisation

## 8.6 Operationszeitpunkt

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

*Instabile Verletzungen mit der Gefahr einer sekundären neurologischen Schädigung sollten frühestmöglich operativ stabilisiert werden. Sowohl klinische und tierexperimentelle Studien als auch Metaanalysen lassen vermuten, dass die frühe Dekompression (innerhalb von 24 Stunden) bei neurologischen Ausfällen vorteilhaft ist [41, 42]. Unabhängig von der momentan noch fehlenden Evidenz wird empfohlen, die Dekompression bei neurologischen Ausfällen schnellstmöglich (innerhalb von 6-12 Stunden) durchzuführen.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

*Bei Patienten unter gerinnungshemmender Medikation sollte vor einem chirurgischen Eingriff an der oberen HWS eine Normalisierung der Gerinnung angestrebt werden. Im Fall neurologischer Ausfälle oder myelopathie-bedingter kardialer Rhythmusstörungen kann ein Eingriff auch unter Antikoagulation oder Thrombozytenaggregation durchgeführt werden.*

Empfehlung der Leitlinienkommission

## 8.7 Postoperative Behandlung

- postoperative Überwachung auf IMC oder Intensivstation sinnvoll
- fakultativ: Immobilisation durch weiche Zervikalorthese
  - Vermeidung von Extreimbewegungen
  - „Gedächtnisstütze“ bei reduzierter Compliance
- Analgetika
- Thromboseprophylaxe nach Leitlinie VTE-Prophylaxe
- Frühzeitige physiotherapeutische Nachbehandlung bei übungsstabiler Versorgung
- Regelmäßige klinische und radiologische Verlaufskontrolle

## 8.8 Risiken und Komplikationen

- Allgemein
  - Thrombose, Embolie
  - Gefäß-/Nervenverletzungen

- Dura-/Rückenmarksverletzungen oder –schäden
- Hohe Querschnittslähmung
- Wundinfektion
- (Nach-)Blutung/Hämatom
- Speziell
  - Verletzung von Halsorgane, besonders des Pharynx
  - Verschlechterung des neurologischen Befundes
  - Implantatlockerung/-ausriss
  - Schraubenfehlagen
  - Verletzung der A. vertebralis mit eventuellem konsekutiven Kleinhirnfarkt
  - Implantatbrüche
  - N. laryngeus recurrens Parese
  - Schluckstörungen/Aspiration
  - Horner-Syndrom
  - Bei allen Spondylodesen: Ausbleiben der knöchernen Heilung
  - Herzrhythmusstörungen bei Manipulation am Halsmark bis zum Kreislaufstillstand

## 9. Weiterbehandlung

### 9.1 Rehabilitation

- Frühzeitige begleitende physiotherapeutische passive stabilisierende Übungsbehandlung
- Nach ca. 12 Wochen bzw. nach sicherer Ausheilung der Verletzung aktive mobilisierende Physiotherapie

### 9.2 Kontrollen

- Regelmäßige klinische und radiologische Verlaufskontrollen

*Unter konservativer Therapie:*

- *Initiale engmaschige radiologische Kontrolle*
- *Ausschluss sekundäre Frakturdislokation*

*Nach operativer Therapie:*

- Radiologische Kontrolle vor Beginn der aktiven mobilisierenden Physiotherapie bzw. nach 12 Wochen

### 9.3 Implantatentfernung

- Bei regelhaftem Verlauf nach Spondylodese nicht erforderlich.
- Ausnahme: temporäre Stabilisation insbesondere HW 1/2

### 9.4 Spätkomplikationen

- Degenerative Veränderungen von Anschlußsegmenten nach Fusion
  - Nackenschmerzen bei Verlust des sagittalen Alignements
  - Zervikale Myelopathie bei stark ausgeprägter Kyphose
  - Implantatlockerung mit Fehlheilung
-

- 
- Syringomyelie
  - Schluckstörungen

### 9.5 Mögliche Dauerfolgen

- Bleibende neurologische Störungen
- Kopfschmerzen
- Chronische Schluckstörungen
- Bewegungseinschränkungen insbesondere nach Fusion HW 1/2
- Schmerzhaftes Restbeschwerden trotz komplikationsloser Heilung

## 10. Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

### Scores zur Beurteilung des neurologischen Verlaufs

- Muskelkraftgrade nach Janda (0-5)
- American Spinal Injury Association (ASIA) motor score (A-E) [43]
- American Spinal Injury Association Impairment Scale (AIS) [44]

### Scores zur Beurteilung des radiologischen Verlaufs

- Allgemein:
  - Beurteilung der knöchernen Fusion durch Computertomographie [45]
- Frakturen der Occipitalkondylen:
  - Powers Ratio [46] und Harris Rule of 12 [47] als Zeichen der okzipito-zervikalen Instabilität
- Frakturen des Atlas:
  - Atlantodentales Intervall [48]
  - Laterale Überlappung der Massae laterales [49]
- Frakturen des Dens axis:
  - Angulation und Dislokation [29]
- Frakturen des Axisrings:
  - Angulation und Dislokation [14]

### Scores zur Beurteilung des klinischen Verlaufs

- Generisch
    - SF-36, SF-12, EQ-5D [50]
  - Spezifisch Schmerz
    - VAS-Spine-Score [51]
  - Spezifisch HWS
    - Cervical Spine Outcome Questionnaire [52]
    - Neck Pain Disability Index (NPDI-G) [53]
-

## 11. Prognose

### Verletzung neurogener Strukturen

- Querschnittsläsion:
  - Komplette Läsion: ca. 60% schwere Behinderung, 15% moderate Behinderung, 10% leichte Behinderung nach Glasgow Outcome Scale (GOS)[54]
  - Inkomplette Läsion: ca. 30% schwere Behinderung, ca. 30% moderate Behinderung, 30% leichte Behinderung nach GOS [54][35]

### Frakturen der Okzipitalkondylen:

- Isoliert allgemein gute Prognose [55]
- anhaltende Behinderung in bis zu 32 % der Fälle aufgrund der häufig schweren Begleitverletzungen bei hoch energetischem Trauma [56]

### Frakturen des Atlas:

- Gute Prognose bei isolierter vorderer oder hinterer Bogenfraktur oder Avulsionsfraktur (Gehweiler I, II und V)
- Instabile Jefferson-Frakturen (Gehweiler IV):
  - Gute Prognose nach anatomischer Reposition und operativer Retention [57]
  - Unter konservativer Behandlung: Nackensteife in 8-20 %, leichten Nackenschmerzen in 14–80 % [57, 58] und Einschränkungen bei Tätigkeiten des Alltags in 34 % der Fälle [59]
- komplette bis partielle Einschränkung der Rotation der oberen HWS je nach gewähltem operativem Verfahren [58]

### Frakturen des Dens axis:

- Densverschraubung [58]:
  - Schmerzfreiheit in bis zu 90 % der Fälle
  - Nahezu normale Beweglichkeit der HWS in 70-90 % der Fälle
  - Unabhängig vom Alter kehren 70-100 % zum Aktivitätsniveau vor dem Unfall zurück
- Dorsale Stabilisation/Fusion HW 1/2 [58]:
  - Nackenschmerzen oder okzipitale Neuralgien in einem Drittel der Fälle
  - Einschränkung der Rotation der oberen HWS auf 20-40° pro Seite
  - Unabhängig vom Alter kehren 80 % in die Wohnsituation vor dem Unfall zurück
- Bei geriatrischen Patienten[60, 61]:
  - Mortalität bis zu 31 %
  - Morbidität 10 - 91 %
  - Pseudarthrose unter konservativer Therapie bis zu 63 % der Fälle

### Frakturen des Axisrings :

- Nackenschmerzen in ca. 40 % der Fälle [62]

## 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 Querschnittzentrum 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.
-



---

### 13. Literaturverzeichnis

1. Hasler RM, Exadaktylos AK, Bouamra O, et al (2012) Epidemiology and predictors of cervical spine injury in adult major trauma patients: a multicenter cohort study. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 72:975–981. doi: 10.1097/TA.0b013e31823f5e8e
  2. Lowery DW, Wald MM, Browne BJ, et al (2001) Epidemiology of cervical spine injury victims. *Ann Emerg Med* 38:12–16. doi: 10.1067/mem.2001.116149
  3. Milby AH, Halpern CH, Guo W, Stein SC (2008) Prevalence of cervical spinal injury in trauma. *Neurosurgical focus* 25:E10. doi: 10.3171/FOC.2008.25.11.E10
  4. Goldberg W, Mueller C, Panacek E, et al (2001) Distribution and patterns of blunt traumatic cervical spine injury. *Ann Emerg Med* 38:17–21. doi: 10.1067/mem.2001.116150
  5. Riascos R, Bonfante E, Cotes C, et al (2015) Imaging of Atlanto-Occipital and Atlantoaxial Traumatic Injuries: What the Radiologist Needs to Know. *Radiographics* 35:2121–2134. doi: 10.1148/rg.2015150035
  6. Kakarla UK, Chang SW, Theodore N, Sonntag VKH (2010) Atlas fractures. *Neurosurgery* 66:60–67. doi: 10.1227/01.NEU.0000366108.02499.8F
  7. Ryan MD, Henderson JJ (1992) The epidemiology of fractures and fracture-dislocations of the cervical spine. *Injury* 23:38–40.
  8. Fassett DR, Dailey AT, Vaccaro AR (2008) Vertebral artery injuries associated with cervical spine injuries: a review of the literature. *Journal of spinal disorders & techniques* 21:252–258. doi: 10.1097/BSD.0b013e3180cab162
  9. Inamasu J, Guiot BH (2006) Vertebral artery injury after blunt cervical trauma: an update. *Surgical neurology* 65:238–45– discussion 245–6. doi: 10.1016/j.surneu.2005.06.043
  10. Cothren CC, Moore EE, Ray CEJ, et al (2007) Cervical spine fracture patterns mandating screening to rule out blunt cerebrovascular injury. *Surgery* 141:76–82. doi: 10.1016/j.surg.2006.04.005
  11. Anderson PA, Montesano PX (1988) Morphology and treatment of occipital condyle fractures. *Spine* 13:731–736.
  12. Gehweiler JA, Osborne RL, Becker RF (1980) *The radiology of vertebral trauma*. W.B. Saunders Company
  13. Dickman CA, Greene KA, Sonntag VK (1996) Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries. *Neurosurgery* 38:44–50.
  14. Josten C (1999) [Traumatic spondylolisthesis of the axis]. *Orthopäde* 28:394–400.
  15. Effendi B, Roy D, Cornish B, et al (1981) Fractures of the ring of the axis. A classification based on the analysis of 131 cases. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume* 63-B:319–327.
  16. Levine AM, Edwards CC (1985) The management of traumatic spondylolisthesis
-

- 
- of the axis. *J Bone Joint Surg Am* 67:217–226.
17. Anderson LD, D'Alonzo RT (1974) Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am* 56:1663–1674.
  18. Grauer JN, Shafi B, Hilibrand AS, et al (2005) Proposal of a modified, treatment-oriented classification of odontoid fractures. *The Spine Journal* 5:123–129. doi: 10.1016/j.spinee.2004.09.014
  19. Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL, et al (2001) The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA* 286:1841–1848.
  20. De Lorenzo RA, Olson JE, Boska M, et al (1996) Optimal positioning for cervical immobilization. *Ann Emerg Med* 28:301–308.
  21. Schriger DL, Larmon B, LeGassick T, Blinman T (1991) Spinal immobilization on a flat backboard: does it result in neutral position of the cervical spine? *Ann Emerg Med* 20:878–881.
  22. Herzenberg JE, Hensinger RN, Dedrick DK, Phillips WA (1989) Emergency transport and positioning of young children who have an injury of the cervical spine. The standard backboard may be hazardous. *J Bone Joint Surg Am* 71:15–22.
  23. Bailitz J, Starr F, Beecroft M, et al (2009) 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. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 66:1605–1609. doi: 10.1097/TA.0b013e3181a5b0cc
  24. Gale SC, Gracias VH, Reilly PM, Schwab CW (2005) The inefficiency of plain radiography to evaluate the cervical spine after blunt trauma. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 59:1121–1125.
  25. Chu D, Lee Y-H, Lin C-H, et al (2009) 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* 9:137. doi: 10.1186/1472-6963-9-137
  26. Bromberg WJ, Collier BC, Diebel LN, et al (2010) Blunt cerebrovascular injury practice management guidelines: the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *The Journal of trauma* 68:471–477. doi: 10.1097/TA.0b013e3181cb43da
  27. Parks NA, Croce MA (2012) Use of computed tomography in the emergency room to evaluate blunt cerebrovascular injury. *Adv Surg* 46:205–217.
  28. Roberts DJ, Chaubey VP, Zygun DA, et al (2013) Diagnostic accuracy of computed tomographic angiography for blunt cerebrovascular injury detection in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 257:621–632. doi: 10.1097/SLA.0b013e318288c514
  29. Platzer P, Thalhammer G, Oberleitner G, et al (2007) Surgical treatment of dens fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am* 89:1716–1722. doi: 10.2106/JBJS.F.00968
  30. Scholz M, Kandziora F, Hildebrand F, Kobbe P (2017) [Injuries of the upper cervical spine : Update on diagnostics and management]. *Unfallchirurg* 120:683–700.
-

---

doi: 10.1007/s00113-017-0380-8

31. Apfelbaum RI, Kriskovich MD, Haller JR (2000) On the incidence, cause, and prevention of recurrent laryngeal nerve palsies during anterior cervical spine surgery. *Spine* 25:2906–2912.
  32. Audu P, Artz G, Scheid S, et al (2006) Recurrent laryngeal nerve palsy after anterior cervical spine surgery: the impact of endotracheal tube cuff deflation, reinflation, and pressure adjustment. *Anesthesiology* 105:898–901.
  33. McAfee PC, Bohlman HH, Riley LHJ, et al (1987) The anterior retropharyngeal approach to the upper part of the cervical spine. *J Bone Joint Surg Am* 69:1371–1383.
  34. Park S-H, Sung J-K, Lee S-H, et al (2007) High anterior cervical approach to the upper cervical spine. *Surgical neurology* 68:519–24– discussion 524. doi: 10.1016/j.surneu.2006.11.070
  35. Kilburg C, Sullivan HG, Mathiason MA (2006) Effect of approach side during anterior cervical discectomy and fusion on the incidence of recurrent laryngeal nerve injury. *Journal of neurosurgery Spine* 4:273–277. doi: 10.3171/spi.2006.4.4.273
  36. Kandziora F, Chapman JR, Vaccaro AR, et al (2017) Atlas Fractures and Atlas Osteosynthesis: A Comprehensive Narrative Review. *J Orthop Trauma* 31 Suppl 4:S81–S89. doi: 10.1097/BOT.0000000000000942
  37. Borne GM, Bedou GL, Pinaudeau M (1984) Treatment of pedicular fractures of the axis. A clinical study and screw fixation technique. *J Neurosurg* 60:88–93. doi: 10.3171/jns.1984.60.1.0088
  38. Salunke P, Sahoo SK, Krishnan P, et al (2016) Are C2 pars-pedicle screws alone for type II Hangman's fracture overrated? *Clinical Neurology and Neurosurgery* 141:7–12. doi: 10.1016/j.clineuro.2015.11.019
  39. Shousha M, Mosafer A, Boehm H (2014) Infection rate after transoral approach for the upper cervical spine. *Spine* 39:1578–1583. doi: 10.1097/BRS.0000000000000475
  40. Steinberger J, Skovrlj B, Lee NJ, et al (2016) Surgical Morbidity and Mortality Associated With Transoral Approach to the Cervical Spine. *Spine* 41:E535–40. doi: 10.1097/BRS.0000000000001320
  41. Fehlings MG, Tetreault LA, Wilson JR, et al (2017) A Clinical Practice Guideline for the Management of Patients With Acute Spinal Cord Injury and Central Cord Syndrome: Recommendations on the Timing ( $\leq 24$  Hours Versus  $> 24$  Hours) of Decompressive Surgery. *Global Spine J* 7:195S–202S. doi: 10.1177/2192568217706367
  42. van Middendorp JJ, Hosman AJF, Doi SAR (2013) The Effects of the Timing of Spinal Surgery after Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. <https://homeliebertpubcom/neu> 30:1781–1794. doi: 10.1089/neu.2013.2932
  43. Masry EI WS, Tsubo M, Katoh S, et al (1996) Validation of the American Spinal Injury Association (ASIA) motor score and the National Acute Spinal Cord Injury Study (NASCIS) motor score. *Spine* 21:614–619.
-

44. Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ (2016) Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clin Orthop Relat Res* 475:1499–1504. doi: 10.1007/s11999-016-5133-4
  45. Gruskay JA, Webb ML, Grauer JN (2014) Methods of evaluating lumbar and cervical fusion. *The Spine Journal* 14:531–539. doi: 10.1016/j.spinee.2013.07.459
  46. Powers B, Miller MD, Kramer RS, et al (1979) Traumatic anterior atlanto-occipital dislocation. *Neurosurgery* 4:12–17.
  47. Harris JHJ, Carson GC, Wagner LK, Kerr N (1994) Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 2. Comparison of three methods of detecting occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects. *American Journal of Roentgenology* 162:887–892. doi: 10.2214/ajr.162.4.8141013
  48. HINCK VC, HOPKINS CE (1960) Measurement of the atlanto-dental interval in the adult. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 84:945–951.
  49. Heller JG, Viroslav S, Hudson T (1993) Jefferson fractures: the role of magnification artifact in assessing transverse ligament integrity. *J Spinal Disord* 6:392–396.
  50. Sogaard R, Christensen FB, Videbaek TS, et al (2009) Interchangeability of the EQ-5D and the SF-6D in long-lasting low back pain. *Value Health* 12:606–612. doi: 10.1111/j.1524-4733.2008.00466.x
  51. Knop C, Oeser M, Bastian L, et al (2001) [Development and validation of the Visual Analogue Scale (VAS) Spine Score]. *Unfallchirurg* 104:488–497.
  52. BenDebba M, Heller J, Ducker TB, Eisinger JM (2002) Cervical spine outcomes questionnaire: its development and psychometric properties. *Spine* 27:2116–23–discussion 2124. doi: 10.1097/01.BRS.0000025729.35559.28
  53. Swanenburg J, Humphreys K, Langenfeld A, et al (2014) Validity and reliability of a German version of the Neck Disability Index (NDI-G). *Man Ther* 19:52–58. doi: 10.1016/j.math.2013.07.004
  54. Stephan K, Huber S, Haberle S, et al (2015) Spinal cord injury--incidence, prognosis, and outcome: an analysis of the TraumaRegister DGU. *The Spine Journal* 15:1994–2001. doi: 10.1016/j.spinee.2015.04.041
  55. Tomaszewski R, Wiktor L (2015) Occipital Condyle Fractures in Adolescents. *Orthop Traumatol Rehabil* 17:219–227. doi: 10.5604/15093492.1162421
  56. Hanson JA, Deliganis AV, Baxter AB, et al (2002) Radiologic and clinical spectrum of occipital condyle fractures: retrospective review of 107 consecutive fractures in 95 patients. *American Journal of Roentgenology* 178:1261–1268. doi: 10.2214/ajr.178.5.1781261
  57. Dvorak MF, Johnson MG, Boyd M, et al (2005) Long-term health-related quality of life outcomes following Jefferson-type burst fractures of the atlas. *Journal of neurosurgery Spine* 2:411–417. doi: 10.3171/spi.2005.2.4.0411
  58. Lewkonja P, DiPaola C, Schouten R, et al (2012) An Evidence-Based Medicine Process to Determine Outcomes After Cervical Spine Trauma. *Spine* 37:E1140–E1147. doi: 10.1097/BRS.0b013e31825b2c10
-

59. Segal LS, Grimm JO, Stauffer ES (1987) Non-union of fractures of the atlas. J Bone Joint Surg Am 69:1423–1434.
60. Delcourt T, Begue T, Saintyves G, et al (2015) Management of upper cervical spine fractures in elderly patients: current trends and outcomes. Injury 46 Suppl 1:S24–7. doi: 10.1016/S0020-1383(15)70007-0
61. Pal D, Sell P, Grevitt M (2010) Type II odontoid fractures in the elderly: an evidence-based narrative review of management. Eur Spine J 20:195–204. doi: 10.1007/s00586-010-1507-6
62. Watanabe M, Nomura T, Toh E, et al (2005) Residual neck pain after traumatic spondylolisthesis of the axis. Journal of spinal disorders & techniques 18:148–151.

**Erstveröffentlichung:** 03/1999

**Überarbeitung von:** 07/2018

**Nächste Überprüfung geplant:** 07/2023

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