

Persönliche PDF-Datei für

Philipp Schleicher, Matti Scholz, Frank Kandziora, Andreas Badke, Florian Hans Brakopp, Helmut Klaus Friedrich Ekkerlein, Erol Gercek, Rene Hartensuer, Philipp Hartung, Jan-Sven Gilbert Jarvers, Philipp Kobbe, Stefan Matschke, Robert Morrison, Christian W. Müller, Miguel Pishnamaz, Maximilian Reinhold, Klaus John Schnake, Gregor Schmeiser, Gregor Stein, Bernhard Ullrich, Thomas Weiß, Volker Zimmermann

Mit den besten Grüßen vom Georg Thieme Verlag

www.thieme.de

Therapieempfehlungen zur Versorgung von Verletzungen der subaxialen Halswirbelsäule

DOI 10.1055/s-0043-110855

Z Orthop Unfall

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kollegen und zur Verwendung auf der privaten Homepage des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Verlag und Copyright:

© 2017 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 1864-6697

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

 **Thieme**

Therapieempfehlungen zur Versorgung von Verletzungen der subaxialen Halswirbelsäule

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

Autoren

Philipp Schleicher¹, Matti Scholz¹, Frank Kandziora¹, Andreas Badke², Florian Hans Brakopp³, Helmut Klaus Friedrich Ekkerlein⁴, Erol Gercek⁵, Rene Hartensuer⁶, Philipp Hartung⁷, Jan-Sven Gilbert Jarvers⁸, Philipp Kobbe⁹, Stefan Matschke¹⁰, Robert Morrison¹¹, Christian W. Müller¹², Miguel Pishnamaz⁹, Maximilian Reinhold¹³, Klaus John Schnake¹⁴, Gregor Schmeiser¹⁵, Gregor Stein¹⁶, Bernhard Ullrich³, Thomas Weiß¹⁷, Volker Zimmermann⁴

Institute

- 1 Zentrum für Wirbelsäulenchirurgie und Neurotraumatologie, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik, Frankfurt am Main
- 2 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG Unfallklinik Tübingen
- 3 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, BG Bergmannstrost, Halle/Saale
- 4 Abt. Unfallchirurgie und Orthopädische Chirurgie, Klinikum Traunstein
- 5 Zentrum für Unfallchirurgie und Orthopädie, Gemeinschaftsklinikum Mittelrhein gGmbH, Ev. Stift St. Martin, Koblenz
- 6 Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Münster
- 7 Wirbelsäulenzentrum, St.-Josefs-Hospital Wiesbaden
- 8 Klinik für Orthopädie, Unfallchirurgie und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Leipzig
- 9 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Uniklinik RWTH Aachen
- 10 Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, BG Klinik Ludwigshafen
- 11 Sektion konservative und operative Wirbelsäulentherapie, Klinikum Ingolstadt GmbH
- 12 Unfallchirurgische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover (MHH)
- 13 Klinikum für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie, Klinikum Südstadt Rostock
- 14 Zentrum für Wirbelsäulentherapie, Schön-Klinik, Fürth
- 15 Abteilung für Spinale Chirurgie, Schön-Klinik Hamburg-Eilbek
- 16 Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Uniklinik Köln
- 17 Abt. für Wirbelsäulenchirurgie, BG Unfallklinik Murnau

Schlüsselwörter

HWS, Trauma, Sektion Wirbelsäule, DGOU, Leitlinie

Key words

lower cervical spine, guideline, injury, fracture

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-110855>
 Online-publiziert | Z Orthop Unfall © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York | ISSN 1864-6697

Korrespondenzadresse

Dr. Philipp Schleicher
 Zentrum für Wirbelsäulenchirurgie und Neurotraumatologie,
 Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
 Friedberger Landstraße 430, 60389 Frankfurt am Main
 Tel.: 069/475-15 61, Fax: 069/4 75-20 20
philipp.schleicher@bgu-frankfurt.de

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines Konsensusprozesses der Arbeitsgruppe „subaxiale HWS-Verletzungen“ der Sektion Wirbelsäule der DGOU erfolgte in 4 Sitzungen im Jahre 2016 die Erstellung der vorliegenden Therapieempfehlungen unter Berücksichtigung der vorhandenen Literatur. Therapieziele sind eine dauerhaft stabile, schmerzfreie Halswirbelsäule und der Schutz vor sekundären neurologischen Schäden unter größtmöglicher Berücksichtigung der Beweglichkeit und des Wirbelsäulenprofils. Aufgrund der Praktikabilität und der guten Evaluation hinsichtlich Reliabilität sollte die AOSpine-Klassifikation für subaxiale HWS-Verletzungen für die Klassifikation zur Anwendung kommen. Es wird die Canadian C-Spine Rule als klinischer Algorithmus zur Entscheidung hinsichtlich der Notwendigkeit einer bildgebenden Diagnostik empfohlen. Bei gemäß dieser Regel anamnestisch oder klinisch hohem Verdacht auf eine strukturelle, instabile Verletzung ist die Spiral-CT der HWS Verfahren der Wahl. Die konventionelle Röntgendiagnostik in 2 Ebenen bleibt Fällen vorbehalten, in denen kein „gefährlicher Unfallmechanismus“ vorliegt. Die Indikation für die MRT der HWS wird vor allem bei nicht erklärten neurologischen Symptomen, bei geplanter geschlossener Reposition und dorsaler Stabilisierung und zum Ausschluss vermutterter diskoligamentärer Verletzungen empfohlen, wobei hier je nach Befundkonstellation eine abgestufte Dringlichkeit gilt. Die CT-Angiografie wird bei höhergradigen Facettengelenkverletzungen oder bei Vorliegen vertebrobasilärer Symptome

empfohlen. Die konventionelle Funktionsdiagnostik wird ausschließlich in Form der ärztlich geführten dynamischen Bildwandlerdurchleuchtung bei persistierendem Verdacht auf eine instabile Verletzung empfohlen. Die therapeutische Strategie richtet sich primär nach der Verletzungsmorphologie, die in der AOSpine-Klassifikation beschrieben wird. A0-Frakturen sollten konservativ behandelt werden. A1- und A2-Frakturen sollten meistens konservativ behandelt werden, wobei die segmentale Kyphose in Einzelfällen eine OP-Indikation bedingen kann. A3-Frakturen stellen in den meisten Fällen eine OP-Indikation dar, in Einzelfällen ist eine konservative Behandlung möglich. A4-Frakturen sowie die B- und C-Verletzungen bedürfen einer operativen Therapie. Die ventrale Plattenspondylodese mit interkorporeller Abstützung (bei Berstungskomponente durch Korporektomie und Wirbelkörperersatz) wird für die meisten Verletzungen empfohlen, eine rein dorsale oder zusätzlich dorsale Stabilisierung kann bei besonderer Befundkonstellation möglich oder sogar notwendig sein. In diesen Fällen ist die Instrumentierung mit Massa-lateralis-Schrauben zumeist ausreichend; bei Anwendung von Pedikelschrauben in Höhe C III–C VI wird ein Navigationssystem empfohlen. Bei Vorliegen einer ankylosierenden Grunderkrankung (M3-Modifikator) wird hingegen die dorsale, langstreckige Stabilisierung favorisiert.

ABSTRACT

In a consensus process during four sessions in 2016, the working group “lower cervical spine” of the German Society for Orthopedic and Trauma Surgery (DGOU), formulated “Therapeutic Recommendations for the Lower Cervical Spine”, taking into consideration the current literature. Therapeutic goals are a permanently stable, painless cervical spine and the protection against secondary neurologic damage while retaining the greatest possible amount of motion and spinal

profile. Due to its ease of use and its proven good reliability, the AOSpine classification for subaxial cervical injuries should be used. The Canadian C-Spine Rule is recommended as a clinical decision rule whether to perform imaging or not. If a structural or unstable injury is suspected by patient history or clinical findings, a spiral CT scan of the cervical spine is the favoured diagnostic modality. Conventional X-ray is reserved for patients in whom there is no “dangerous mechanism of injury”. MR imaging is recommended in case of unexplained neurologic deficit, prior to closed reduction and open posterior surgery and to exclude disco-ligamentous injuries. Urgency of MR imaging depends on the specific findings. CT angiography is recommended in higher-grade facet joint injuries or in the presence of vertebra-basilar symptoms. Flexion-extension imaging is recommended only as a physician-guided dynamic fluoroscopy, when an unstable lesion is still suspected. The therapeutic strategy is mainly dependent on morphologic criteria, which are described using the AOSpine classification. A0-injuries are treated conservatively. A1- and A2-injuries are treated conservatively in the majority of cases, and in single cases a gross kyphotic deformity might indicate surgical stabilisation. A3-injuries do indicate a surgical therapy in the majority of cases, but certain cases might be treated conservatively. A4-fractures as well as B- and C-type injuries are to be treated surgically. Most injuries can be treated by anterior plate stabilisation with interbody support; when a complete burst fracture is present, corpectomy and vertebral body replacement is necessary. In certain cases, an additive posterior or pure posterior instrumentation might be possible or even mandatory. In most of these cases, lateral mass screws are sufficient; when pedicle screws are applied in C3 to C6, a 3D-navigation system is recommended. Injuries in an ankylosing spine (M3-modifier) should be treated preferably from posterior with long-segment instrumentation.

Präambel

Die folgenden Empfehlungen zur Versorgung von Verletzungen der subaxialen Halswirbelsäule (HWS) beruhen auf der Erfahrung der beteiligten Wirbelsäulenchirurgen der Sektion „Wirbelsäule“ der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur.

Sie beziehen sich auf die Diagnostik und Behandlung frischer traumatischer Verletzungen, d. h. Frakturen und/oder diskoligamentäre Instabilitäten ansonsten gesunder, skelettreifer Patienten mit normaler Knochenqualität der subaxialen Halswirbelsäule (vom 3. Halswirbel bis zur Bandscheibe HWK VII/BWK I)

Für die Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule sind die publizierten Therapieempfehlungen der AG Wirbelsäule der DGU anzuwenden [1].

Im Falle eines polytraumatisierten Patienten gilt primär die interdisziplinäre S3-Leitlinie „Polytrauma“ mit Empfehlungen einer umfassenden Behandlungsstrategie aller Begleitverletzungen [2]. Die vorliegenden Empfehlungen können aber zusätzlich zur Be-

handlung subaxialer HWS-Verletzungen auch beim polytraumatisierten oder mehrfachverletzten Patienten hinzugezogen werden.

Vorgeschichte

Die vorliegenden Therapieempfehlungen sind das Ergebnis eines Konsensprozesses freiwilliger Mitglieder der Sektion Wirbelsäule der DGOU, die sich seit der Projektinitiierung im Rahmen der Sektionsitzung auf dem DWG-Jahreskongress Dezember 2015 zur „AG subaxiale HWS“ mit dem Ziel der Erstellung dieser Empfehlung zusammengefunden haben. Die Mitglieder rekrutierten sich deutschlandweit aus Kliniken aller Versorgungsstufen (siehe ► **Tab. 1**).

Im Zeitraum von März bis Oktober 2016 fanden insgesamt 4 eintägige Konsenssitzungen statt, an der jeweils ca. 15–20 Mitglieder der AG „subaxiale HWS-Verletzungen“ die Therapieempfehlungen in gemeinsamer Diskussion erarbeiteten.

Die hierbei gefundenen konsensfähigen Empfehlungen wurden nach jeder Konsenssitzung in schriftlicher Form aufgearbeitet

► **Tab. 1** Die Teilnehmer der „AG subaxiale HWS“ rekrutierten sich aus Kliniken in ganz Deutschland.

Klinik	Ort
UK Aachen	Aachen
BGU Frankfurt	Frankfurt
Schön Klinik Nürnberg-Fürth	Fürth
BG Bergmannstrost Halle	Halle
Schön Klinik HH-Eilbek	Hamburg
MHH Unfallchirurgie	Hannover
St. Martin Stift Koblenz	Koblenz
UK Köln/UC	Köln
UK Leipzig O&U	Leipzig
BGU Ludwigshafen	Ludwigshafen
UK Münster, Unfallchirurgie	Münster
BGU Murnau	Murnau
Südstadt Klinikum Rostock	Rostock
Klinikum Traunstein/UC	Traunstein
BGU Tübingen	Tübingen
St. Josefs Hospital Wiesbaden	Wiesbaden

und zur weiteren Überprüfung und Kommentierung per Mail an alle Mitglieder der AG subaxiale HWS versandt.

Grundlagen

Ziele der Therapie sind eine dauerhaft stabile, schmerzfreie Halswirbelsäule, der Schutz vor sekundären neurologischen Begleitverletzungen (neurologische Defizite/Lähmungserscheinungen) und/oder die Verbesserung primär bestehender traumatisch bedingter neurologischer Defizite. Bei allen therapeutischen Überlegungen spielen der bestmögliche Erhalt der Beweglichkeit und die Wiederherstellung des physiologischen Wirbelsäulenprofils eine entscheidende Rolle.

Daraus ergeben sich die wesentlichen Ziele der Diagnostik:

- Die möglichst präzise morphologische Detektion und Quantifizierung einer Instabilität als mögliche Quelle von späteren Schmerzsyndromen und Fehlstellungen sowie sekundärer neurologischer Schädigung durch Kompression,
- die Erfassung neurologischer Defizite und eine möglichst genaue Korrelation dieser Defizite zu bildmorphologisch fassbaren strukturellen Verletzungen, insbesondere einer andauernden Kompression neuraler Strukturen.

Diese Überlegungen sind Voraussetzung und Grundlage für alle weiteren konservativen und operativen Schritte und Interventionen.

Nicht dislozierte knöcherne Verletzungen ohne Instabilität oder neurologische Begleitverletzungen können häufig konservativ behandelt werden, bedürfen aber einer klinisch-radiologischen Nachuntersuchung.

Das Vorhandensein einer behandlungsbedürftigen Kompression neuraler Strukturen impliziert i. d. R. eine segmentale Instabilität, sodass eine Dekompression immer mit einer Stabilisierungsoperation kombiniert werden sollte.

Klassifikation

Aufgrund der hohen nachgewiesenen Reliabilität und der Kombination aus morphologischen und klinisch-neurologischen Kriterien wird die AOSpine-Klassifikation für subaxiale HWS-Verletzungen empfohlen [3].

Anhand dieser Klassifikation erfolgt die Einteilung der Hauptverletzung in Kompressionsverletzungen (Typ A), Zerreißen der vorderen ODER hinteren Zuggurtung (Typ B) oder translatorisch instabilen Verletzungen mit Zerreißen der vorderen UND hinteren Zuggurtung (Typ C). Als zusätzlich relevante Parameter werden der Typ der Facettengelenkverletzung (codiert durch den Buchstaben F), eine neurologische Begleitverletzung (N) sowie allgemeine Komorbiditäten, die die Therapieplanung zusätzlich beeinflussen (M) klassifiziert ► **Abb. 1**.

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)

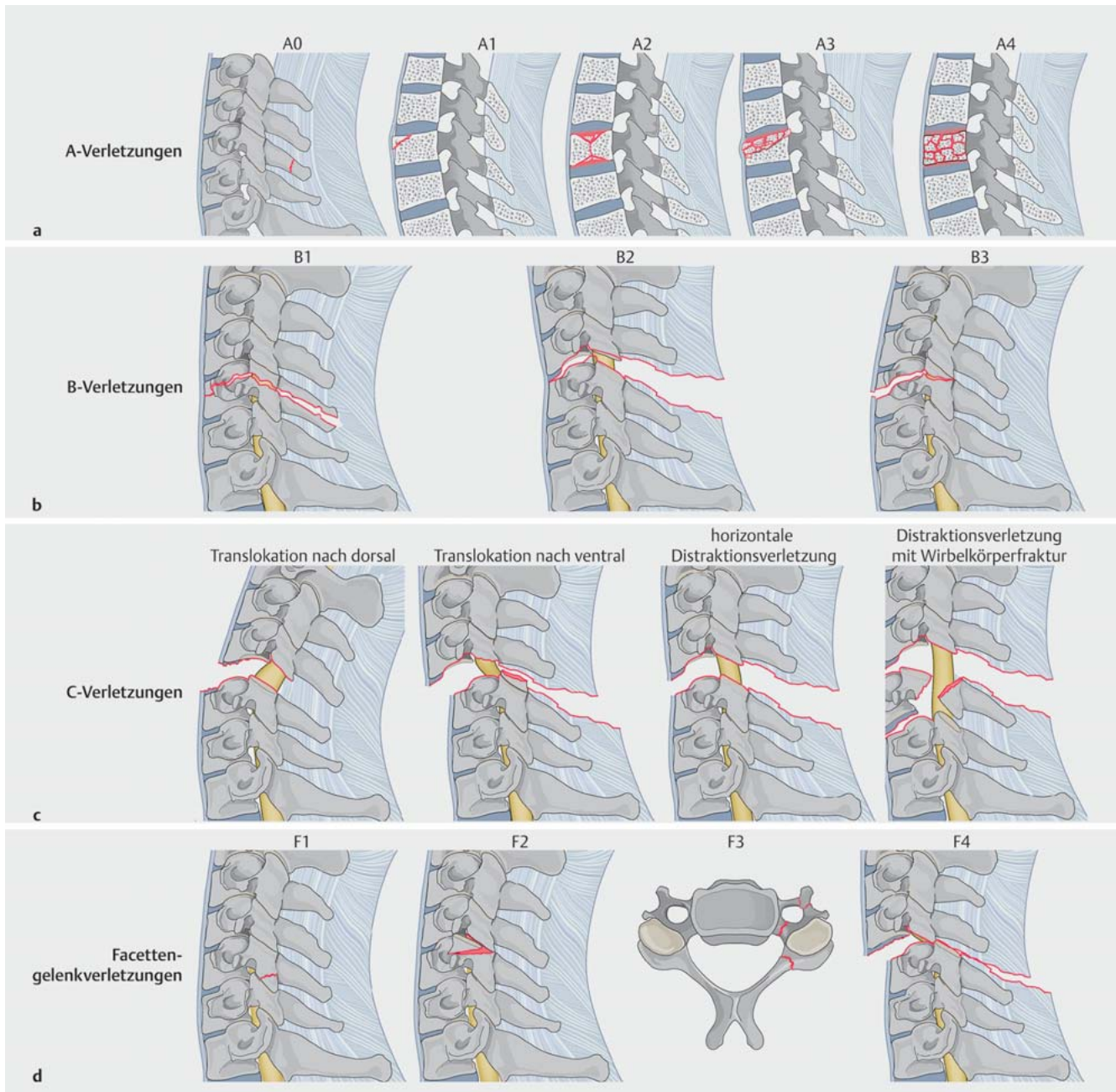
Typ-B-Verletzungen werden in 3 Subtypen unterteilt

- 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 5 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).



► **Abb. 1** AOSpine-Klassifikation. **a** A-Verletzungen. **b** B-Verletzungen. **c** C-Verletzungen. **d** Facettengelenkverletzungen.

► **Tab. 2** Beschreibung des Neurostatus (N).

Typ	Beschreibung
NO	neurologisch intakt
N1	transientes neurologisches Defizit
N2	Radikulopathie
N3	inkomplette Rückenmarksverletzung
N4	komplette Rückenmarksverletzung
NX	nicht untersuchbarer Patient

► **Tab. 3** Weitere Therapiemodifikatoren (M).

Typ	Beschreibung
M1	dorsale Kapsel-Band-Verletzung ohne komplette Zerreißung
M2	kritische Bandscheibenhernie
M3	ankylosierende Grunderkrankung (DISH (Disseminierte idiopathische skeletale Hyperostose), M. Bechterew, OPPLL (Ossifikation des posterioren longitudinalen Ligaments), OLF(Ossifikation des Ligamentum flavum))
M4	Anomalie der A. vertebralis

Die Verletzungen der Facettengelenke werden in 4 Subtypen unterteilt:

- F1-Verletzungen sind unverschobene Frakturen, die kleiner sind als 1 cm oder weniger als 40% der Gelenkfläche betreffen. Sie können isoliert vorkommen.
- F2-Verletzungen sind Frakturen, deren Fragment > 1 cm misst oder die >40% 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 verhakete 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 sog. „Modifikatoren“ mit dem Buchstaben M zusätzlich klassifiziert:

- M1 bezeichnet eine dorsale Kapsel-Band-Verletzung ohne komplette Zerreißung. Diese wird häufig im MRT entdeckt und weist einen eng umschriebenen Mittelliniendruckschmerz auf.
- M2 bezeichnet eine kritische Bandscheibenvorwölbung hinter die Hinterkante der betroffenen Wirbelkörper.
- M3 bezeichnet das Vorliegen einer versteifenden Grunderkrankung (z. B. Morbus Bechterew oder DISH).
- M4 bezeichnet das Vorliegen einer A.-vertebralis-Verletzung.

Nähere Informationen zur verwendeten Klassifikation können den entsprechenden Publikationen entnommen werden [3,4].

Diagnostik

Anamnese und klinische Untersuchung

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 [5,6]. Anhand dieses Algorithmus kann mit hoher Sicherheit eine relevante Verletzung ausgeschlossen werden oder die Indikation zur weiterführenden bildgebenden Diagnostik gestellt werden (siehe auch ► **Abb. 2** und ► **Tab. 4**).

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 Muskeln 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 http://www.asia-spinalinjury.org/elearning/ASIA_ISCOS_high.pdf) 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. Eine möglicherweise präklinisch angelegte HWS-Immobilisation kann für diese Maßnahme unterbrochen werden.

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

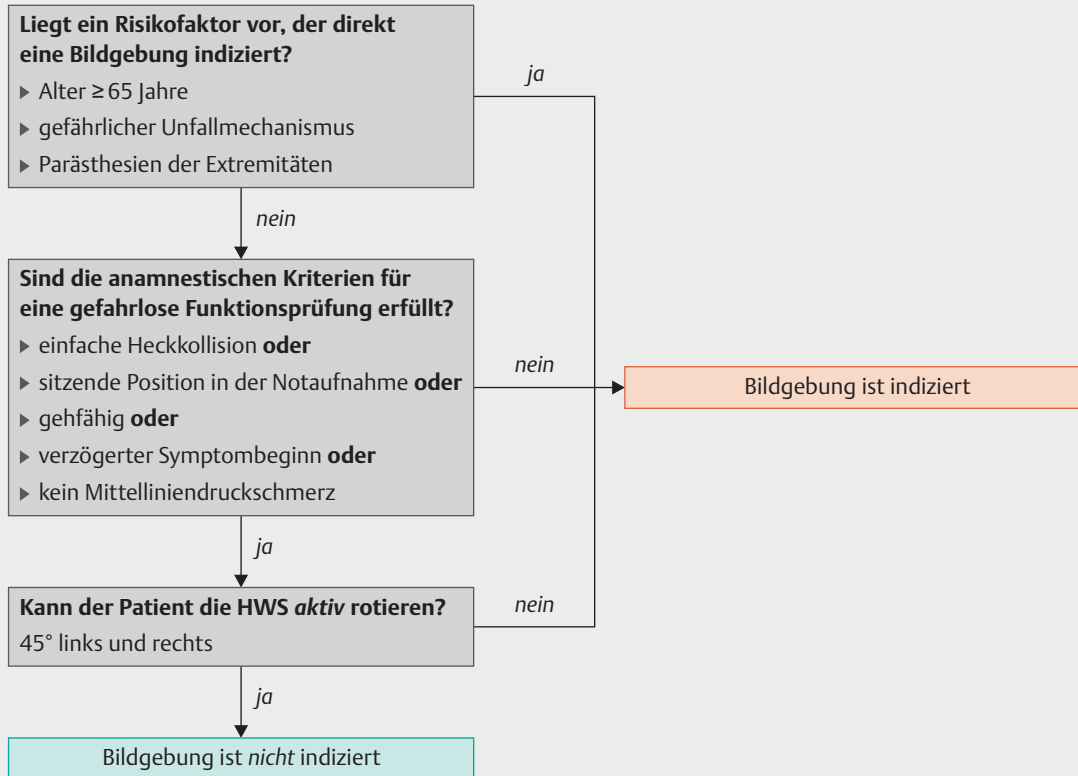
Bildgebende Diagnostik

Die primäre Spiral-CT ist die bildgebende Methode der Wahl

- beim bewusstlosen Patienten mit v. a. HWS-Trauma,
- wenn ein gefährlicher Unfallmechanismus gemäß Canadian C-Spine Rule vorliegt,
- bei neurologischen Auffälligkeiten (inkl. Parästhesien).

Empfohlen werden CT-Untersuchungen mit max. 1 mm Schichtdicke und mind. 2-D-Rekonstruktion in den Standardebenen (sagittal, koronar). Eine 3-D-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 zervikothorakalen Übergangs, Auffälligkeiten im



▶ **Abb. 2** Klinischer Algorithmus zur Entscheidung, ob eine bildgebende Diagnostik notwendig ist gemäß der Canadian C-Spine Rule, adaptiert aus [27].

Röntgen) muss eine gezielte Schnittbildgebung nachgeholt bzw. ergänzt werden.

Eine konventionelle Röntgenuntersuchung als alleinige diagnostische Maßnahme kann aufgrund der geringen Sensitivität eine relevante Verletzung nicht sicher ausschließen [7, 8].

Angiografie

Bei nachgewiesener Facettengelenkfraktur vom Typ F1 oder F2 oder bei Frakturstreue 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 [9].

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.

Eine zeitnahe MRT-Untersuchung wird bei allen Facettengelenkverletzungen (F1–F3) zum Ausschluss einer diskoligamentären Verletzung empfohlen.

Eine MRT wird ebenfalls empfohlen, wenn eine diskoligamentäre Verletzung vermutet wird.

▶ **Tab. 4** „Gefährliche Unfallmechanismen“, die gemäß Canadian C-Spine Rule per se eine Bildgebung zum Ausschluss einer HWS-Verletzung indizieren, adaptiert aus [27].

Gefährliche Unfallmechanismen

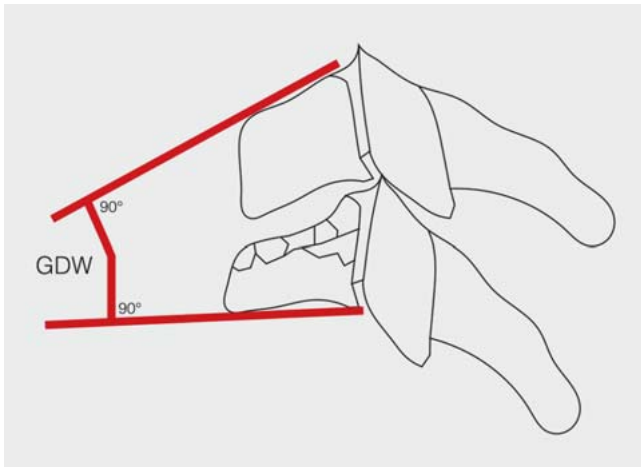
- Sturz > 1 m oder > 5 Treppenstufen
- axiales Stauchungstrauma (z. B. Sprung in seichtes Wasser)
- Verkehrsunfall mit > 100 km/h oder
- Überschlag oder
- Patient wurde aus dem Fahrzeug geschleudert
- Zweiradunfall
- Kollision mit Bus oder LKW

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

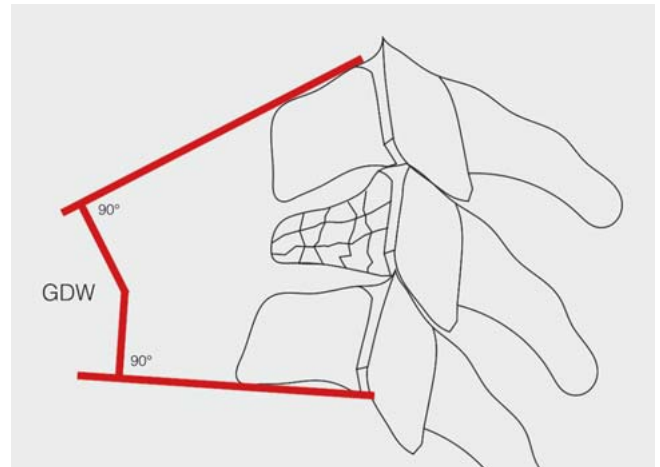
Eine MRT-Diagnostik wird auch empfohlen, wenn eine isolierte dorsale Versorgung bei verhakter Luxationsfraktur geplant ist. In diesem Fall sollte eine Verlagerung von Bandscheibenmaterial in den Spinalkanal mittels MRT ausgeschlossen werden.

Dynamische Röntgenuntersuchung

Beim neurologisch unauffälligen Patienten, bei dem sich in der CT- oder MRT-Bildgebung Verdachtsmomente auf eine segmen-



► **Abb. 3** Messung des monosegmentalen Grund-Deckplatten-Winkels.



► **Abb. 4** Messung des bisegmentalen Grund-Deckplatten-Winkels.

tale 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 [10].

Radiologische Parameter

Die folgenden Messmethoden werden empfohlen (siehe ► **Abb. 3** und **4**):

Der monosegmentale Grund-Deckplatten-Winkel (GDW) wird gemessen zwischen der Deckplatte des kranial angrenzenden und der Bodenplatte des betroffenen Wirbelkörpers.

Der bisegmentale Grund-Deckplatten-Winkel wird gemessen zwischen der Deckplatte des kranial angrenzenden und der Bodenplatte des kaudal angrenzenden Wirbelkörpers.

Delta-GDW ist die Differenz zwischen dem „normalen“ mono- oder bisegmentalen Grund-Deckplatten-Winkel (siehe ► **Tab. 5**) und dem gemessenen Grund-Deckplatten-Winkel.

Die Translation wird zwischen der Hinterkante des kranialen und der Hinterkante des kaudalen Wirbelkörpers auf Höhe der Deckplatte des kaudalen Wirbelkörpers gemessen.

Instabilitätskriterien

Anhand der bildmorphologischen Befunde werden folgende Kriterien als Hinweis für eine Instabilität definiert (mod. nach [3, 11, 12]):

- Subluxation eines Facettengelenks (<50% Überlappung der Gelenkflächen)
- Fraktur eines Facettengelenks (> 10 mm oder >40% der Gelenkfläche)
- Translation (>3,5 mm in sagittaler Richtung)
- mono-/bisegmentaler Grund-Deckplatten-Winkel > 15° Differenz zum Normalwert

► **Tab. 5** Normalwerte für die segmentalen Kyphosewinkel (ein negativer Wert gibt eine Lordose an). Angaben als Mittelwerte (\pm Standardabweichung). Daten aus: [28].

Segment	Winkel (\pm Standardabweichung)
C2–C3	-1,9° \pm 5,2°
C3–C4	-1,5° \pm 5,0°
C4–C5	-0,6° \pm 4,4°
C5–C6	-1,1° \pm 5,1°
C6–C7	-4,5° \pm 4,3°
C2–C7	-9,6°

Therapie

Therapeutische Strategie

Das Spektrum der Therapie umfasst die konservative, frühfunktionelle Therapie, die äußere Ruhigstellung mit Zervikalorthesen unterschiedlicher Härtegrade, die äußere Ruhigstellung mittels Halo-Fixateur sowie die operativen Therapieverfahren mit ventraler und/oder dorsaler Stabilisierung und ggf. Dekompression.

Prinzipiell ist die Therapie anhand der individuellen patientenspezifischen Kriterien auszuwählen und im Verlauf zu kontrollieren. Die Verletzungsmorphologie spielt hier eine entscheidende Rolle. Das Alter des Patienten, die Knochenqualität sowie weitere die Biomechanik beeinflussende Komorbiditäten (z. B. ankylosierende Erkrankungen wie Morbus Bechterew) müssen auch in die Entscheidung mit einbezogen werden. Internistische Begleiterkrankungen mit erhöhtem OP-Risiko können die Entscheidung für oder gegen eine möglicherweise anhand der bildgebenden Befunde angezeigte operative Therapie wesentlich beeinflussen.

Die Art der Therapie richtet sich im Wesentlichen nach der Verletzungsmorphologie, die in der AOSpine-Klassifikation abgebildet wird; hierbei sollten auch bestehende oder zu erwartende pa-

thologische Veränderungen des sagittalen Profils in die Entscheidung mit einbezogen werden.

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

A0-Frakturen

A0-Frakturen sind stabile Verletzungen. Eine konservative, frühfunktionelle Therapie unter ausreichender Analgesie wird empfohlen. Je nach Ausprägung der Beschwerden kann eine weiche Zervikalorthese für einen möglichst kurzen Zeitraum (max. 6 Wochen) bis zur Symptomlinderung angewandt werden.

A1-Frakturen

A1-Frakturen sind stabile Verletzungen, die in den meisten Fällen unter konservativer Therapie mit sehr gutem Ergebnis ausheilen. Je nach Ausprägung der Beschwerden kann eine weiche Zervikalorthese für einen möglichst kurzen Zeitraum (max. 6 Wochen) bis zur Symptomlinderung angewandt werden.

In seltenen Fällen kann eine kyphotische Fehlstellung auftreten oder zunehmen. Der monosegmentale Kyphosewinkel sollte bestimmt werden und im Verlauf sowie nach 6 Wochen kontrolliert werden. Bei Angulation $> 15^\circ$ (Delta-GDW monosegmental) aufgrund der Wirbelkörperdeformierung kann eine Indikation zur ventralen monosegmentalen Spondylodese bestehen.

A2-Frakturen

A2-Frakturen sind grundsätzlich wie A1-Frakturen zu behandeln.

A2-Frakturen sind stabile Verletzungen, die in den meisten Fällen unter konservativer Therapie mit sehr gutem Ergebnis ausheilen. Je nach Ausprägung der Beschwerden kann eine weiche Zervikalorthese für einen möglichst kurzen Zeitraum (max. 6 Wochen) bis zur Symptomlinderung angewandt werden.

In seltenen Fällen kann eine kyphotische Fehlstellung auftreten oder zunehmen. Der bisegmentale Kyphosewinkel sollte bestimmt werden und im Verlauf sowie nach 6 Wochen kontrolliert werden. Bei Angulation $> 15^\circ$ (Delta-GDW bisegmental) aufgrund der Wirbelkörperdeformierung kann eine Indikation zur ventralen bisegmentalen Spondylodese bestehen.

A3-Frakturen

A3-Frakturen beinhalten das Risiko einer Hinterkantenverlagerung und eines sekundären neurologischen Defizits. Das Risiko einer sekundären Kyphosierung ist deutlich höher einzuschätzen als bei den A1- bzw. A2-Frakturen. Eine operative Therapie in Form einer ventralen Spondylodese wird empfohlen, je nach Zerstörung des Wirbelkörpers als ventrale mono- ($< 50\%$ der Wirbelkörperhöhe zerstört) oder bisegmentale ($> 50\%$ der Wirbelkörperhöhe zerstört) Spondylodese. Bei beschwerdearmen Patienten, Kyphosewinkel $< 15^\circ$ und ohne relevante Einengung des Spinalkanals mit erhaltenem Reserveraum ist eine konservative Therapie mit einer harten Zervikalorthese für 6 Wochen möglich. Im Falle einer konservativen Therapie muss der bisegmentale Kyphosewinkel bestimmt werden und im Verlauf sowie nach 6 Wochen kontrolliert werden.

A4-Frakturen

A4-Verletzungen sind instabil.

A4-Frakturen beinhalten aufgrund der hochgradigen Destruktion des Wirbelkörpers mit Beteiligung der Grund- und Deckplatte, d. h. auch der angrenzenden Bandscheiben, ein noch größeres Risiko einer Hinterkantenverlagerung und eines sekundären neurologischen Defizits. Das Risiko einer sekundären Kyphosierung ist deutlich höher einzuschätzen als bei den A1–A3-Frakturen. Eine operative Therapie in Form einer ventralen bisegmentalen Spondylodese wird empfohlen.

B1-Verletzungen

B1-Verletzungen sind instabil.

Es wird eine bisegmentale dorsale Stabilisierung ggf. ohne Spondylodese im Sinne einer Zuggurtung empfohlen. Eine Implantatentfernung zur Freigabe der stabilisierten Bewegungssegmente kann dann nach sichergestellter knöcherner Ausheilung erfolgen.

Trotz der Instabilität zeigen diese Entitäten eine gute knöcherne Ausheilungstendenz, sodass in Einzelfällen eine konservative Behandlung mit einer hyperextendierenden Zervikalorthese möglich ist. Das erzielte Repositionsergebnis sollte allerdings unmittelbar nach Anlage der Orthese und dann im weiteren Verlauf regelmäßig radiologisch kontrolliert werden.

B2-Verletzungen

B2-Verletzungen sind instabil.

Eine operative Therapie wird empfohlen. Je nach Vorhandensein oder Ausmaß einer Wirbelkörperbeteiligung ist die ventrale, dorsale oder kombinierte mono- oder bisegmentale Spondylodese angezeigt. Das Ausmaß der Stabilisierung (mono- oder bisegmental) wird durch die A-Komponente definiert.

B3-Verletzungen

B3-Verletzungen sind instabil.

Therapie der Wahl ist die ventrale monosegmentale interkorporelle Spondylodese. Im Falle einer ankylosierenden Grunderkrankung (M3) sind abweichend davon die im entsprechenden Abschnitt (s. u.) beschriebenen Prinzipien anzuwenden.

C-Verletzungen

C-Verletzungen sind hochgradig instabil. Eine dringliche operative Therapie ist erforderlich. Je nach Vorhandensein oder Ausmaß einer Wirbelkörperbeteiligung und der Achsfehlstellung ist die ventrale, dorsale oder kombinierte mono-, bi- oder multisegmentale Spondylodese angezeigt.

Aufgrund der hohen Variabilität dieser häufig schweren Verletzungen ist in jedem Falle eine individuelle Therapiestrategie angezeigt.

Vorgehen bei Facettengelenkluxationen und -frakturen

F1-Verletzungen (stabile Facettengelenkfrakturen)

F1-Verletzungen sind stabil. Je nach Ausprägung der Beschwerden kann eine Zervikalorthese für einen möglichst kurzen Zeitraum (max. 6 Wochen) bis zur Symptomlinderung angewandt werden. Eine konventionell-radiologische Kontrolle im Verlauf und abschließend nach 6 Wochen zur Erkennung einer ventralen sekundären Dislokation wird empfohlen.

F2-Verletzungen (instabile Facettengelenkfrakturen)

F2-Verletzungen sind häufig Komponenten einer instabilen B- oder C-Verletzung. Eine operative Stabilisierung ist angezeigt. Das operative Vorgehen richtet sich primär nach der zugrunde liegenden B- oder C-Verletzung, sekundär nach dem Vorliegen einer eventuell bestehenden Wurzelkompression durch das Facettengelenkfragment.

F3-Verletzungen („floating lateral mass“)

F3-Verletzungen sind Komponenten einer instabilen B- oder C-Verletzung. Eine operative Stabilisierung ist angezeigt. Das operative Vorgehen richtet sich primär nach der zugrunde liegenden B- oder C-Verletzung, sekundär nach dem Vorliegen einer eventuell bestehenden Wurzelkompression durch das Facettengelenkfragment.

Da die Instabilität meist das kraniale und kaudale angrenzende Segment umfasst, sollte die operative Stabilisierung ebenfalls beide angrenzenden Segmente beinhalten.

F4-Verletzungen (Verletzungen mit Subluxation/Luxation eines Facettengelenks)

F4-Verletzungen sind Komponenten einer instabilen B- oder C-Verletzung. Eine operative Stabilisierung ist angezeigt. Das operative Vorgehen richtet sich primär nach der zugrunde liegenden B- oder C-Verletzung, sekundär nach dem Vorliegen einer eventuell bestehenden Wurzelkompression durch das Facettengelenkfragment.

Bei einer uni- oder bilateral verhakten Luxation ist ein differenziertes Vorgehen erforderlich, um eine sichere Reposition ohne neurologische Verschlechterung zu gewährleisten.

Zur geschlossenen Reposition stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung [13]. Es besteht ein zeitlicher Zusammenhang zwischen Erfolg und Misserfolg eines erfolgreichen geschlossenen Repositionsmanövers bei Facettengelenkluxation (bzw. -frakturen) der subaxialen HWS. Deshalb sollte dieser möglichst zeitnah und durch einen hierin geübten Behandler unter Bildwandlerdurchleuchtung in OP-Bereitschaft oder direkt im OP durchgeführt werden [13]. Eine Relaxierung des Patienten ist zu empfehlen.

Bei neurologisch unauffälligem Patienten wird die geschlossene Reposition in Narkose im OP-Saal unmittelbar vor der OP empfohlen. Falls die geschlossene Reposition nicht gelingt, ist im direkten Anschluss eine Dekompression über einen ventralen Zugang durchzuführen und ein offener Repositionsversuch unter Zuhilfenahme eines Wirbelkörperdistraktors (z. B. „Caspar-Distraktor“) anzuschließen.

Bei diesem Vorgehen sollte in über 95% der Fälle eine Reposition zu erzielen sein [14, 15].

Die primär dorsal-offene Reposition bleibt den wenigen Fällen vorbehalten, in denen eine primäre geschlossene oder offen-ventrale Reposition nicht gelingt. Eine präoperative MRT-Untersuchung der HWS, zum Ausschluss von einer Verlagerung von Bandscheibenmaterial in den Spinalkanal, ist dann zu empfehlen (siehe Diagnostik).

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

Therapieprinzipien

Konservative Therapie

Aussagekräftige Studien zur konservativen Therapie von knöchernen oder ligamentären HWS-Verletzungen fehlen bisher.

Die konservative Therapie beinhaltet die Bewegungslimitierung der Halswirbelsäule mithilfe von Zervikalorthesen unterschiedlicher Härtegrade. Eine Bewegungslimitierung zur Schmerztherapie bei ansonsten kaum zu erwartender Strukturveränderung kann eine weiche Orthese (z. B. Schanz-Krawatte) verordnet werden. Bei strukturellen Verletzungen geringerer Instabilität (A2- und ggf. auch A3- sowie F1-Verletzungen) sollte zumindest eine semi-rigide Orthese (z. B. Philadelphia-Orthese) zum Einsatz kommen. Eine ausführliche Übersicht über das Stabilisierungspotenzial der auf dem Markt befindlichen Zervikalorthesen bietet [16].

Der Halo-Fixateur bietet von allen konservativen Therapieverfahren die höchste Stabilität, allerdings auch die höchste Invasivität und Komplikationsrate und sollte, wenn überhaupt, nur in Fällen zur Anwendung kommen, bei denen eine instabile Verletzung aus anderen Gründen nicht oder noch nicht operiert wird (z. B. relevante Komorbidität).

Die Dauer der Ruhigstellung sollte i. d. R. mindestens 6 Wochen, höchstens jedoch 12 Wochen betragen. Bei anhaltenden Beschwerden ist die Indikation zur konservativen Therapie zu überprüfen.

Eine pharmakologische analgetische Therapie gemäß WHO-Stufenschema dient der Linderung der begleitenden Schmerzsymptomatik.

Eine konservative Therapie muss immer von einer regelmäßigen klinischen und radiologischen Verlaufskontrolle für einen Zeitraum von 8–12 Wochen nach Unfallereignis begleitet werden. Jede relevante klinische Verschlechterung muss unabhängig vom Zeitpunkt eine bildgebende Diagnostik nach sich ziehen, um eine sekundäre Dislokation nicht zu übersehen.

Eine die HWS nicht mobilisierende, sondern stabilisierende Übungsbehandlung sollte frühestmöglich begonnen werden. Nach radiologisch gesicherter Ausheilung der Verletzung sollte eine die HWS mobilisierende physiotherapeutische Übungsbehandlung angeschlossen werden. Physikalische Maßnahmen sind fakultativ möglich.

Operative Therapie

Lagerung

Da die Indikation zur operativen Therapie der subaxialen HWS-Verletzung i. d. R. auf einer Instabilität gründet, ist eine stabile Lagerung mit Möglichkeit der Reposition in allen Freiheitsgraden und der Fixierung zu empfehlen (Kopflagerungsschale, Mayfield-Klemme, Halo-Fixateur).

Bei der Lagerung ist die Möglichkeit der geplanten intraoperativen Bildgebung zu berücksichtigen.

Zugangswahl

Der Zugangsweg (ventral/dorsal) richtet sich primär nach der Verletzungsmorphologie (Details s. o.). Standardzugang für die meisten Verletzungen der subaxialen HWS ist der anterolaterale Zugang nach Smith-Robinson. Eine Empfehlung für den links- oder rechtsseitigen Zugang kann anhand der vorhandenen Literatur nicht gegeben werden.

Für die Fälle, in denen ein dorsales Vorgehen erforderlich ist, ist der dorsale Mittellinienzugang Standardvorgehen. In ausgewählten Fällen ist ein abweichender Zugang (z. B. perkutane Verfahren, minimalinvasive Dekompressionen etc.) möglich.

Instrumentierung/Spondylodese

Wesentliche Ziele der operativen Therapie subaxialer HWS-Verletzungen sind die Reposition, Retention und knöchernen Ausheilung des verletzten Wirbelsäulenabschnitts. Daher ist eine Instrumentierung unerlässlich.

Beim ventralen Vorgehen ist eine interkorporelle Abstützung (mono- oder multisegmental) zur dauerhaften Sicherung der Stabilisierung erforderlich. Dafür stehen Cages, Wirbelkörperersatzimplantate, autologer Beckenkammspan/-spongiosa oder allogene Knochentransplantate zur Verfügung. Eine additive winkelstabile ventrale Plattenstabilisierung ist für eine ausreichende Stabilität notwendig.

Falls eine dorsale Stabilisierung angezeigt ist, wird einer Instrumentierung mit Massa-lateralis-Schrauben in der Technik nach Magerl, Roy-Camille oder An aufgrund einer im Vergleich zu Pedikelschrauben niedrigeren Rate an A.-vertebralis-Verletzungen bei in den meisten Fällen ausreichender Stabilität der Vorzug gegeben [17].

In Einzelfällen kann eine Versorgung mit Pedikelschrauben aufgrund einer notwendigen höheren biomechanischen Stabilität sinnvoll sein [18–20]. Bei Instrumentierung mit zervikalen Pedikelschrauben (C3–C6) wird die Verwendung eines Navigationssystems oder einer intraoperativen 3-D-Bildgebung zur Lagekontrolle empfohlen [21–23].

Dekompression

Eine Dekompression ist erforderlich bei neurologischem Defizit und passender Kompression neurologischer Strukturen. Dies gilt sowohl für intraspinale (z. B. Hinterkantenfragment/disloziertes Bandscheibengewebe/Hämatom/Myelonschwellung) als auch für neuroforaminale Pathologien (z. B. Facettengelenkfrakturen). Die Dekompression sollte vorzugsweise am Ort der Kompression erfolgen, kann aber aus OP-taktischen Gründen auch indirekt erfolgen.

Bei regelrechtem neurologischem Befund ist nur dann eine (prophylaktische) Dekompression zu erwägen, wenn aufgrund der osteoligamentären Verletzung ohnehin eine OP-Indikation zur Stabilisierung/Spondylodese besteht.

Kortisongabe

Die Hochdosis Kortisongabe (NASCIS II) bei Querschnittssymptomatik ist unabhängig von der gewählten Therapieform nicht mehr generell zu empfehlen. Es besteht eine bessere Evidenz für die Ne-

benwirkungen als für die postulierten Wirkungen. Respiratorische Komplikationen und gastrointestinale Blutungen sind häufig. Kontraindikationen sind polytraumatisierte oder mehrfachverletzte Patienten sowie Patienten höheren Alters und/oder mit wesentlicher Komorbidität [24–26].

Nachbehandlung

- Jede operative Stabilisierung sollte eine übungstabile Situation zum Ziel haben.
- Eine Zervikalorthese kann zur Vermeidung von Extrembewegungen und als „Gedächtnisstütze“ zur Unterstützung der Compliance hilfreich sein.
- Eine pharmakologische analgetische Therapie gemäß WHO-Stufenschema dient der Linderung der begleitenden Schmerzsymptomatik.
- Eine operative Therapie sollte von einer klinischen und radiologischen Verlaufskontrolle begleitet werden. Jede relevante klinische Verschlechterung sollte unabhängig vom Zeitpunkt eine bildgebende Diagnostik nach sich ziehen.
- Bei übungstabiler Situation sollte im Verlauf eine physiotherapeutische Nachbehandlung erfolgen.
- Eine geplante Implantatentfernung ist in Einzelfällen zu empfehlen. Dies betrifft z. B. Fälle einer temporären Überbrückung unverletzter Bewegungssegmente (dorsal überbrückende Zuggurtungsosteosynthese einer B1-Fraktur). Eine andere Indikation zur Implantatentfernung kann bei nachweisbar implantatassoziierten Beschwerden gegeben sein. Eine vollständige knöchernen Ausheilung der Verletzung sollte in jedem Fall vorher nachgewiesen sein.

Modifiziertes Vorgehen bei ankylosierender Grunderkrankung (Modifikator M3)

Frakturen bei ankylosierender Grunderkrankung (Morbus Bechterew, DISH etc.) neigen aufgrund der langen Hebelarme und der häufig begleitend bestehenden Osteoporose zu Pseudarthrosen, Implantatlockerungen und Dislokationen.

Sie sind außerdem häufig mit neurologischen Läsionen und intraspinalen Hämatomen vergesellschaftet, die in einer relevanten Anzahl auch zeitverzögert auftreten. Mehretagenverletzungen sind häufig und sollten bei der Diagnostik berücksichtigt werden. Aus diesen Gründen sollte die Indikation zur MRT-Untersuchung sehr großzügig gestellt werden.

Therapie der Wahl ist die operative Stabilisierung.

Die per Definition bereits vorhandene längerstreckige Einsteifung der angrenzenden Bewegungssegmente resultiert einerseits in einer höheren Belastung der Verankerungspunkte und andererseits in fehlenden bewegungseinschränkenden Auswirkungen einer Instrumentierung, sodass primär eine dorsale langstreckige Instrumentierung empfohlen wird.

Eine exakte Wiederherstellung des präoperativ bestehenden sagittalen Profils ist nicht zwingend anzustreben. Eine Korrektur der vorbestehenden Kyphose ist stattdessen möglich.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Verheyden AP, Hölzl A, Ekkerlein H et al. Therapieempfehlungen zur Versorgung von Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg 2011; 114: 9–16
- [2] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung. Im Internet: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/012-019.html>; Stand: 10.10.2016
- [3] Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. Eur Spine J 2016; 25: 2173–2184
- [4] Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system. Spine (Phila Pa 1976) 2013; 38: 2028–2037
- [5] Stiell IG, Clement CM, McKnight RD et al. The Canadian C-spine rule versus the NEXUS low-risk criteria in patients with trauma. N Engl J Med 2003; 349: 2510–2518
- [6] Hoffman JR, Mower WR, Wolfson AB et al. 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; 343: 94–99
- [7] Baillitz J, Starr F, Beecroft M 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. J Trauma 2009; 66: 1605–1609
- [8] Holmes JF, Akkinepalli R. Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. J Trauma 2005; 58: 902–905
- [9] Harrigan MR, Hadley MN, Dhall SS et al. Management of vertebral artery injuries following non-penetrating cervical trauma. Neurosurgery 2013; 72: 234–243
- [10] McCracken B, Klineberg E, Pickard B et al. Flexion and extension radiographic evaluation for the clearance of potential cervical spine injuries in trauma patients. Eur Spine J 2013; 22: 1467–1473
- [11] White AA, Panjabi MM. Clinical Biomechanics of the Spine. Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins; 1990
- [12] Spector LR, Kim DH, Affonso J et al. Use of computed tomography to predict failure of nonoperative treatment of unilateral facet fractures of the cervical spine. Spine (Phila Pa 1976) 2006; 31: 2827–2835
- [13] Reinhold DM, Knop C, Lange U et al. Reposition von Verrenkungen und Verrenkungsbrüchen der unteren Halswirbelsäule. Unfallchirurg 2006; 109: 1064–1072
- [14] Aebi M. Surgical treatment of upper, middle and lower cervical injuries and non-unions by anterior procedures. Eur Spine J 2010; 19 (Suppl. 1): S33–S39
- [15] Reindl R, Ouellet J, Harvey EJ et al. Anterior reduction for cervical spine dislocation. Spine (Phila Pa 1976) 2006; 31: 648–652
- [16] Holla M, Huisman JMR, Verdonchot N et al. The ability of external immobilizers to restrict movement of the cervical spine: a systematic review. Eur Spine J 2016; 25: 2023–2036
- [17] Yoshihara H, Passias PG, Errico TJ. Screw-related complications in the subaxial cervical spine with the use of lateral mass versus cervical pedicle screws: a systematic review. J Neurosurg Spine 2013; 19: 614–623
- [18] Ito Z, Higashino K, Kato S et al. Pedicle screws can be 4 times stronger than lateral mass screws for insertion in the midcervical spine: a biomechanical study on strength of fixation. J Spinal Disord Tech 2014; 27: 80–85
- [19] Kothe R, Rütger W, Schneider E et al. Biomechanical analysis of transpedicular screw fixation in the subaxial cervical spine. Spine (Phila Pa 1976) 2004; 29: 1869–1875
- [20] Johnston TL, Karakovic EE, Lautenschlager EP et al. Cervical pedicle screws vs. lateral mass screws: uniplanar fatigue analysis and residual pullout strengths. Spine J 2006; 6: 667–672
- [21] Hojo Y, Ito M, Suda K et al. A multicenter study on accuracy and complications of freehand placement of cervical pedicle screws under lateral fluoroscopy in different pathological conditions: CT-based evaluation of more than 1,000 screws. Eur Spine J 2014; 23: 2166–2174
- [22] Cong Y, Bao N, Zhao J et al. Comparing accuracy of cervical pedicle screw placement between a guidance system and manual manipulation: a cadaver study. Med Sci Monit 2015; 21: 2672–2677
- [23] Shimokawa N, Takami T. Surgical safety of cervical pedicle screw placement with computer navigation system. Neurosurg Rev 2017; 40: 251–258.
- [24] Bracken MB. Steroids for acute spinal cord injury. Cochrane Database Syst Rev 2012; 1: CD001046
- [25] Fehlings MG, Wilson JR, Cho N. Methylprednisolone for the treatment of acute spinal cord injury: counterpoint. Neurosurgery 2014; 61 (Suppl. 1): S36–S42
- [26] Hurlbert RJ. Methylprednisolone for the treatment of acute spinal cord injury: point. Neurosurgery 2014; 61 (Suppl. 1): S32–S35
- [27] Stiell IG, Wells GA, Vandemheen KL et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. JAMA 2001; 286: 1841–1848
- [28] Ames CP, Blondel B, Scheer JK et al. Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy. Spine (Phila Pa 1976) 2013; 38 (22 Suppl. 1): S149–S160