

Posttraumatische radiologische Diagnostik der Halswirbelsäule

Posttraumatic radiological diagnostics of the cervical spine

S. Mutze

Übersicht

Einleitung	231
Strategie der Bildgebung	231
Kraniozervikaler Übergang, Atlas und Axis	233
Mittlere und untere Halswirbelsäule	237
Myelonverletzungen	240
Dissektionen hirnversorgender Arterien	241
Morbus Bechterew und Halswirbelsäulenverletzungen	242
Fazit	243

Zusammenfassung

Ziele des Artikels sind einerseits die Indikationen der Bildgebung für die einzelnen verfügbaren Verfahren mit ihren Möglichkeiten und Grenzen. Dabei wird besonders auf die wünschenswerte enge Zusammenarbeit mit den klinischen Kollegen verwiesen, um unnötige Untersuchungen zu vermeiden, notwendige Verfahren jedoch schnell und gezielt einzusetzen. Andererseits werden die einzelnen Verletzungen systematisch mit zahlreichen Bildbeispielen abgehandelt. Hervorgehoben werden zusätzliche Begleitverletzungen, wie z. B. Dissektionen der hirnversorgenden Arterien und Duraverletzungen.

Einleitung

Die Diagnostik der Halswirbelsäule (HWS) ist aus 2 Gründen eine besondere Herausforderung für den Radiologen: Zum einen können übersehene Verletzungen in dieser Region den Patienten durch neurologische Ausfälle, Lähmungen oder Tod außerordentlich stark gefährden. Zum anderen sind die anatomischen Gegebenheiten vom kraniozervikalen Übergang bis zur unteren HWS sehr unterschiedlich und verlangen eine genaue Kenntnis des funktionellen Zusammenspiels der einzelnen Komponenten. Verschiedene bildgebende Verfahren kommen zum Einsatz, um nicht nur die Wirbelsäule mit ihren knöchernen und diskoligamentären Bestandteilen abzuklären, sondern auch das Myelon und eventuelle Begleitverletzungen von Blutgefäßen und Nerven.

Strategie der Bildgebung

Im praktischen Alltag stellt sich immer wieder die Frage, wann die konventionelle Röntgendiagnostik ausreicht und wann Schnittbildgebung ergänzend oder sogar primär eingesetzt werden sollte.

Konventionelle Röntgendiagnostik

Es ist aus der Literatur hinreichend bewiesen, dass in der konventionellen Röntgendiagnostik etwa 50% der Wirbelsäulenverletzungen übersehen werden [1, 2, 3, 4]. Trotzdem kommt sie häufig zum Einsatz. Die entscheidende Weichenstellung übernimmt der klinische Kollege aus der Unfallchirurgie, der den betroffenen Patienten befragt und untersucht. Handelt es sich um eine Unfalleanamnese mit relativ niedrigen einwirkenden Energien und ist eine Wirbelsäulenverletzung damit relativ unwahrscheinlich („Bagatelltrauma“), wird die Entscheidung für das Röntgen in 2 Ebenen und die Dens-Zielaufnahme fallen. Dazu muss

auch der klinische Untersuchungsbefund ohne größere Auffälligkeiten bleiben.

Mehrzeilen-Computertomografie

Finden sich bei der klinischen Untersuchung neurologische Symptome, auch wenn es sich nur um leichte Kribbelparästhesien handelt, oder hat eine relevante Energie auf den Patienten eingewirkt, ist eine Schnittbilddiagnostik unumgänglich. In der aktuellen Leitlinie Polytrauma [5] werden folgende Kriterien genannt, die eine schwere Mehrfachverletzung wahrscheinlich machen:

- Sturz aus mehr als 3 Meter Höhe
- Herausschleudern aus dem Fahrzeug
- Tod eines Beifahrers
- Fußgänger oder Radfahrer angefahren
- Motorrad- oder Autounfall mit höherer Geschwindigkeit
- Einklemmung oder Verschüttung
- Explosionsverletzungen
- hohe Energieeinwirkung (Fahrzeugdeformierung)

Diese Kriterien sind auch geeignet, um die Wahrscheinlichkeit von Wirbelsäulenverletzungen einschätzen zu können. Überhaupt sind Selektionskriterien für Mehrfachverletzungen, Polytrauma und Wirbelsäulenfraktur hinsichtlich der Auswahl der Diagnostik weitgehend deckungsgleich.

An erster Stelle steht dann – durchaus auch als Primärdiagnostik, also ohne vorheriges Röntgen – die Mehrzeilen-Computertomografie (MSCT), die grundsätzlich mit intravenöser Kontrastmittelgabe durchzuführen ist, um Begleitverletzungen nachweisen zu können. Multiplanare Rekonstruktionen sagittal und koronal sind Pflicht.

Die Treffsicherheit der Methode ist unbestritten sehr hoch [6, 7]. Panczykowski et al. [8] kommen in ihrer Metaanalyse nach Auswertung von 14327 Patienten auf eine Sensitivität und Spezifität der CT zur Erfassung von Verletzungen der Halswirbelsäule von jeweils >99,9%.

Fazit für die Praxis

Die Indikation der bildgebenden Diagnostik der HWS sollte idealerweise in einem interdisziplinären Team gestellt werden. Der Radiologie gehört ins Trauma-Team. Der klinische Kollege berücksichtigt

Unfallanamnese, einwirkende Energie und klinischen Untersuchungsbefund, um zwischen konventionellem Röntgen und MSCT zu entscheiden.

Magnetresonanztomografie

Der Einsatz der MRT in der akuten posttraumatischen Diagnostik der HWS wird in der Literatur uneinheitlich diskutiert. Es kristallisieren sich inzwischen 2 Hauptrichtungen heraus.

MRT verzichtbar. Die eine Auffassung besagt, dass eine unauffällige CT ohne neurologische Klinik ausreichend ist, um praktisch relevante Verletzungen auszuschließen. Khanna et al. [9] werteten die Daten von 17000 Patienten mit zervikalem Trauma über 5 Jahre hinweg aus. 512 dieser Patienten wurden mit CT und MRT untersucht, 150 waren neurologisch nicht vollständig untersuchbar, hatten jedoch ein unauffälliges CT. Nur bei 51% dieser 150 Patienten war auch die MRT unauffällig, während bei den verbleibenden 49% ligamentäre und Bandscheibenverletzungen nachgewiesen werden konnten. In der zusätzlich durchgeführten MRT ließen sich also durchaus mehr Verletzungen nachweisen; diese hätten jedoch keine therapeutische Relevanz und die zusätzliche MRT wäre somit nicht notwendig [10, 11, 12, 13].

MRT unabdingbar. Die andere Auffassung besagt, dass die Indikation zur ergänzenden MRT sehr großzügig zu stellen ist, da durchaus relevante Traumafolgen zu finden sind und die klinische Untersuchung bei bewussten und bewusstseinsgetrübten Patienten häufig eingeschränkt ist [14]. Schoenfeld et al. [15] werteten in einer Metaanalyse der Jahre 2000–2008 aus 11 Studien 1550 Patienten aus, deren HWS nach unauffälliger Trauma-CT zusätzlich MR-tomografisch untersucht wurde. Bei 182 Patienten (12%) ergaben sich Zusatzinformationen. Bei 90 Patienten wurden in der MRT zusätzliche Traumafolgen gesehen. In 96 Fällen (6%) veränderte sich sogar das Therapieregime; so mussten 12 Patienten (1%) operiert und 84 Patienten (5%) immobilisiert werden.

Auch der Wunsch des Operateurs, vor einem größeren Wirbelsäuleneingriff das Myelon beurteilt zu bekommen, hat durchaus praktische Relevanz.

MRT-Indikationen. Wir empfehlen folgende posttraumatische MRT-Indikationen:

- unklare neurologische Befunde, die mit den angefertigten CT-Schnitten nicht erklärbar sind, d. h., es besteht eine Diskrepanz zwischen Klinik und Bildgebung
- vermutete Bandläsionen, z. B. knöcherne Ausrisse („tear drop“), die weitere ligamentäre Verletzungen vermuten lassen, so auch

- Frakturformen der Wirbelkörper, die eine hohe Wahrscheinlichkeit einer begleitenden Weichteilverletzung haben, z. B. Flexions-Extensions-Verletzungen, die zusätzlich zu einer röntgenologisch vermuteten vorderen Längsbandläsion eine hintere Zerreißung wahrscheinlich machen,
- auf Wunsch der Operateure in ausgewählten Fällen präoperative Darstellung von Myelon und epiduralen Flüssigkeitsansammlungen
- die Darstellung des Myelons bei neurologisch nicht untersuchbaren Patienten vor stabilisierenden Eingriffen auch aus forensischen Gründen, um präoperative Veränderungen von postoperativen abgrenzen zu können
- traumatisch bedingte Radikulopathien zur Beurteilung einer Nervenwurzelschdigung
- Kinder nach unklaren Unfallmechanismen zur Verminderung der Strahlenexposition [16]

Weitere Untersuchungen

Durchleuchtung. Schließlich kann in seltenen Fällen eine dynamische Untersuchung hilfreich sein. Insbesondere dynamische Instabilitäten können vom erfahrenen Unfallchirurgen unter seitlicher Durchleuchtung bei geführter (!) Bewegung herausgearbeitet werden. Es muss dabei betont werden, dass CT und MRT statische Untersuchungstechniken sind, die bei günstiger Stellung der Wirbelsäule in Reposition nicht jede disligamentre Verletzung richtig und ausreichend klassifizieren lassen (z. B. Partialruptur von Bändern versus instabile Situation). Diese passiv geführten Bewegungen unter Durchleuchtung sind speziellen Situationen an Zentren vorbehalten.

Funktionsaufnahmen. Durch die MTRA allein durchgeführte ergänzende Röntgen-Funktionsaufnahmen mit aktiver Bewegung des Patienten sind in der Akutsituation natürlich obsolet und können infolge muskulärer Verspannungen zu falsch negativen Ergebnissen führen.

FKDS. Der Stellenwert der farbcodierten Duplexsonografie (FKDS) und einer Angiografie zur Abklärung begleitender Verletzungen der hirnversorgenden Arterien wird im Abschnitt Gefäßverletzungen abgehandelt.

Fazit für die Praxis

Die Indikation für eine ergänzende MRT der HWS wird zunehmend weit gestellt. Absolute Indikationen ergeben sich bei unklaren Befunden in der CT oder neurologischer Symptomatik. Die geführte Bewegung unter Durchleuchtung ist selten und

sollte nur von erfahrenen Traumatologen angewendet werden. Eine von der MTRA durchgeführte Funktionsaufnahme mit aktiver Bewegung der HWS durch den Patienten in Inklinatn und Reklnationsstellung ist in der Akutsituation obsolet.

Kraniozervikaler Übergang, Atlas und Axis

Verletzungen des kraniozervikalen Übergangs

Kondylenfrakturen. Frakturen der okzipitalen Kondylen sind selten, kommen jedoch bei hohen einwirkenden Energien vor (Abb. 1). Im Zusammenhang mit Verletzungen der HWS soll im Weiteren nur der Typ IV nach Jeanneret Erwähnung finden. Hierbei handelt es sich um den ein- oder beidseitigen Ausriss der Lig. alaria, z. T. in Kombination mit atlantookzipitalen Dislokationen. Bekanntlich verbinden die Lig. alaria die Densspitze mit den okzipitalen Kondylen. Diese Verletzungen lassen sich nicht im Röntgen, sondern erst in

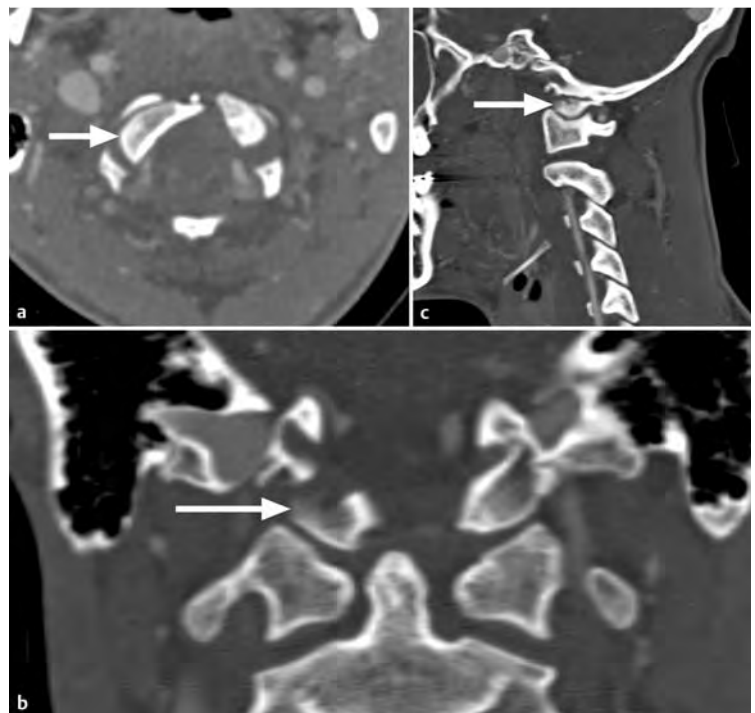
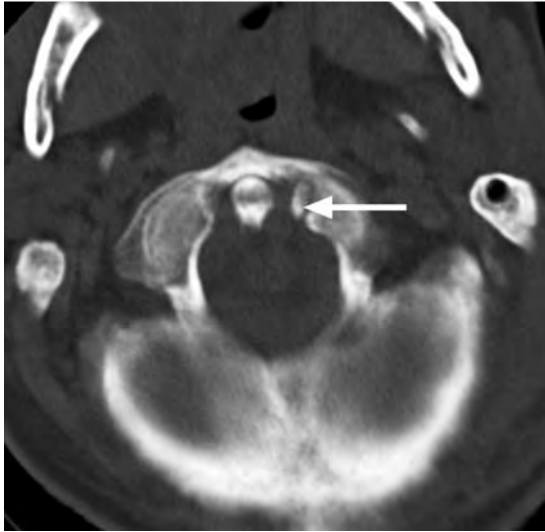


Abb. 1 Großes Fragment (Pfeil) der rechten okzipitalen Kondyle mit Verlagerung nach kaudal und medial in axialer (a), koronaler (b) und sagittaler (c) Ansicht.

Abb. 2 Die axiale CT zeigt einen schalenförmigen knöchernen Ausriss des linken Lig. alare (Pfeil).



der CT diagnostizieren (Abb. 2). So umstritten der Stellenwert von Veränderungen der Ligg. alaria im Spätstadium nach Unfällen ist [17], so wichtig ist die Beurteilung ihrer knöchernen okzipitalen Anheftungsstellen im akuten Stadium. Ein knöcherner Ausriss weist zumindest auf eine heftige Krafteinwirkung in diesem Bereich hin und sollte die Indikationsstellung für eine ergänzende MRT mit Beurteilung des Hirnstamms und des oberen Myelons erleichtern.

Stellungsbeurteilung. Die Kriterien der Stellungsbeurteilung am kraniozervikalen Übergang entsprechen für CT und MRT den konventionell bekannten Methoden. Zu Beginn der Befundung sollten das vordere und hintere Alignment und die harmonische spinolaminare Linie auf den sagittalen Bildern beurteilt werden. Die Klivusspitze muss über der vorderen Konvexität der Densspitze stehen. Der atlantodentale Abstand beträgt

beim Erwachsenen 2–2,5 mm und beim Kind bis zu 4 mm. Als Maß für die maximale Dicke der prävertebralen Weichteile in Höhe HWK 2 werden in der Literatur Werte zwischen 3 und 7 mm angegeben, in Höhe HWK 6 sollten es nicht mehr als 22 mm sein [18, 19]. Vorteil der MRT ist unter dieser Fragestellung die exakte Abbildung von Blutansammlungen unabhängig von ihrer Ausdehnung.

Atlas- und Axisfrakturen

Atlasfrakturen. Die Frakturen des Atlas werden nach Gehweiler in 5 Typen eingeteilt (Abb. 3). Dabei entspricht Typ I der Fraktur des vorderen Bogens, Typ II der des hinteren und Typ III der kombinierten Fraktur von vorderem und hinteren Bogen. Diese Verletzung ist auch besser unter der Bezeichnung Jefferson-Fraktur bekannt (Abb. 4). Typ IV beschreibt eine Verletzung der Massa lateralis, beim Typ V sind die Querfortsätze frakturiert. Das für die Stabilität wichtige Lig. transversum lässt sich in der CT mitunter, in der MRT einschließlich umgebender Hämatome nahezu immer darstellen.

Verletzungen des Dens axis. Die häufig in Kombination mit Atlasfrakturen auftretenden Verletzungen des Dens axis werden nach Anderson und D'Alonzo in 3 Typen eingeteilt (Abb. 5). Während Typ I die Densspitze betrifft und als stabil gilt, verläuft die instabile Typ-II-Fraktur durch die Densbasis (Abb. 6) und wird meist schraubenosteosynthetisch versorgt. Stärkere Dislokationen führen zu Myelonverletzungen (Abb. 7). Typ III bezieht einen Teil des Wirbelkörpers ein und ist aufgrund der relativ großen spongiösen Flächen stabil und somit oft konservativ zu behandeln (Abb. 8). Fehlinterpretationen können sich bei ausbleibender Fusion des

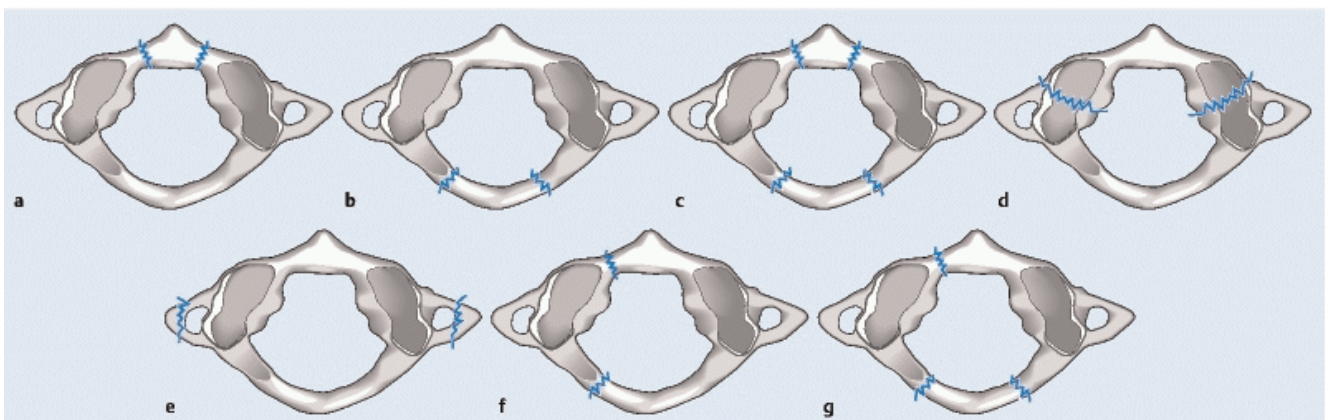


Abb. 3 Verletzungen des Atlas (Schema). **a** Fraktur des vorderen Atlasbogens, Gehweiler I. **b** Fraktur des hinteren Atlasbogens, Gehweiler II. **c** Fraktur des vorderen und hinteren Atlasbogens, Gehweiler III = Jefferson-4-Fragment-Fraktur. **d** Fraktur der Massae laterales, Gehweiler IV. **e** Fraktur der Querfortsätze, Gehweiler V. **f** Jefferson-Fraktur mit 2 Fragmenten. **g** Jefferson Fraktur mit 3 Fragmenten.

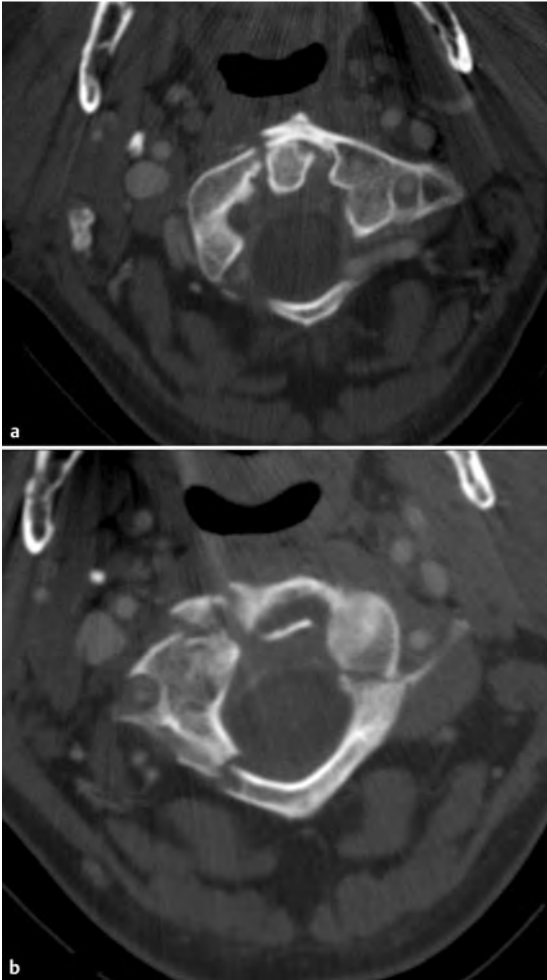


Abb. 4 Rechtsseitige Fraktur des vorderen Atlasbogens (a) und mehrfache Fraktur des hinteren Atlasbogens (b). Oft wird das komplette Ausmaß erst bei Betrachtung mehrerer Schichten klar oder in exakt axialer Rekonstruktion.

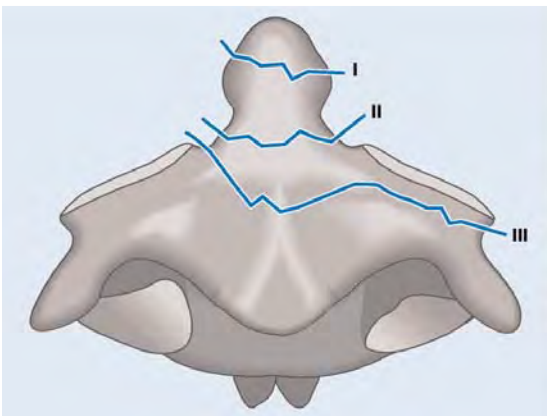


Abb. 5 Einteilung der Dens-axis-Frakturen nach Anderson und D'Alonzo. I = Fraktur der Densspitze (selten), II = Fraktur der Densbasis, III = Densbasisfraktur in den Wirbelkörper ausstrahlend (aus Bohndorf K, Imhof H (Hrsg.) Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke. Stuttgart: Thieme 1998).

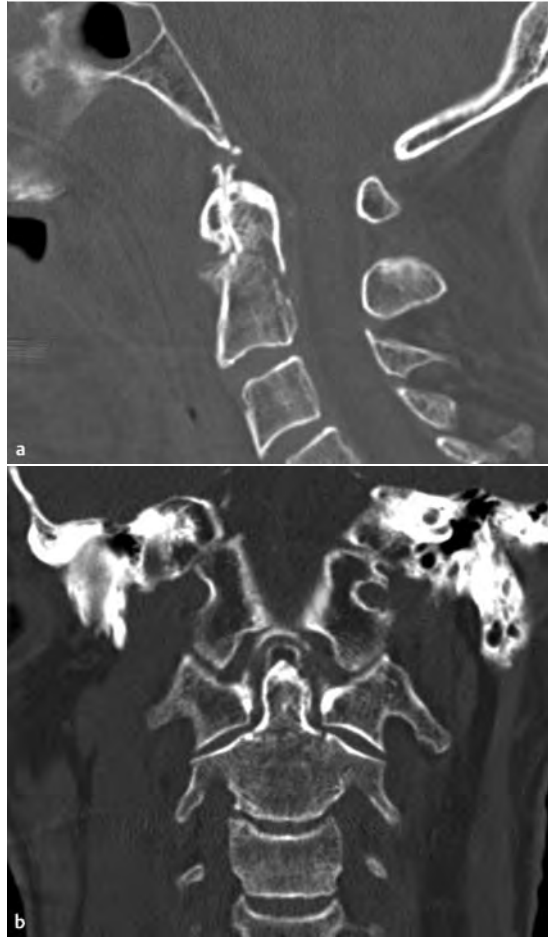


Abb. 6 Kaum verschobene Fraktur des Dens axis an der Basis im Sinne der Typ-II-Fraktur nach Anderson und D'Alonzo in sagittaler (a) und koronaler (b) Reformatierung.



Abb. 7 Dens-axis-Fraktur Typ II nach Anderson und D'Alonzo mit massiver Dislokation nach dorsal mit Einengung des Myelons in der CT sagittal (a) und in der MRT in der T2-Gewichtung mit ausgedehntem Myelonödem und Einblutung (b). Klinisch Tetraparese.



Abb. 8 Dens-axis-Fraktur Typ III nach Anderson und D'Alonzo mit mäßiger Dislokation und deutlicher Einbeziehung des Wirbelkörpers mit großen spongiösen Flächen, sagittale (a) und koronale (b) Reformatierung. Die 3D-Rekonstruktion (c) zeigt den komplexen Frakturverlauf und die enge Lagebeziehung zur rechten A. vertebralis (Pfeil).

Abb. 9 Os odontoides als Verschmelzungsstörung und wichtige Differenzialdiagnose zur Densfraktur Typ II in der koronalen Reformatierung.



Os terminale ergeben und eine Typ-I-Fraktur vortäuschen. Verschmelzen Dens und Axiskörper verzögert oder bleibt dies ganz aus, kann eine Typ-II-Fraktur fälschlicherweise diagnostiziert werden. Das Os odontoides ist bei einer Verschmelzungsstörung üblicherweise glatt begrenzt (Abb. 9) und häufig der vordere Atlasbogen kompensatorisch prominent ausgebildet.

Sowohl Atlas- als auch Axisfrakturen bedürfen aufgrund ihrer möglichen innigen Lagebeziehung zur A. vertebralis immer der begleitenden Gefäßdiagnostik.

Hangman's fracture. Bricht nicht der Dens axis, sondern die Bogenwurzel von HWK 2, entsteht die „Hangman's fracture“. Auch diese tritt oft in Kombination mit Atlasfrakturen auf. Ursache ist heute nicht mehr der namensgebende Tod durch den Strang, sondern z. B. bei Autounfällen die gleichzeitige Hyperextension und Distraction. Synonym wird der Begriff der traumatischen Spondylolyse verwendet. Die Einteilung nach Effendi hat für die Indikation zur operativen Versorgung praktische Bedeutung (Abb. 10):

- Typ I entspricht einer stabilen Situation bei intakter Bandscheibe und nur geringer Verschiebung der Wirbelkörper (Abb. 11).
- Eine stärkere Verschiebung der Fragmente mit Zerreißen der Bandscheibe bedingen den Typ II (Abb. 12).
- Verhaken sich zusätzlich die Facettengelenke (Luxation), entsteht eine Typ-III-Verletzung.

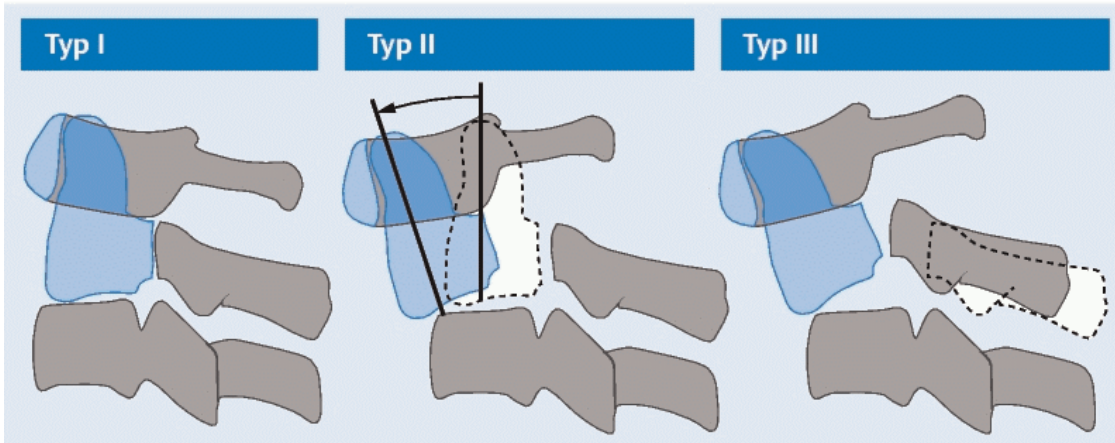


Abb. 10 Einteilung der Axisbogenfrakturen nach Effendi („Hangman's fracture“) (aus Bohndorf K, Imhof H (Hrsg.) Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke. Stuttgart: Thieme 1998).



Abb. 11 Axisbogenfraktur Effendi-Typ I. Sowohl in der seitlichen Röntgenaufnahme (a) als auch in der axialen CT zeigt sich an typischer Stelle die Kontinuitätsunterbrechung des Wirbelbogens (b) (Pfeil).

Beide letztgenannte Muster erfordern i. d. R. eine operative Versorgung. Die evtl. auftretende Neurologie ist variabel; die Fraktur führt trotz Dislokation oft zu einer Erweiterung des knöchernen Spinalkanals mit Dekompression des Rückenmarks, weshalb der Begriff der „rettenden Bogenfraktur“ gebräuchlich ist.

Duraverletzungen. Bei Frakturen im kraniozervikalen Übergang und den oberen Halswirbelkörpern kann in Einzelfällen die Dura verletzt werden und Liquor austreten. Diese kissenartigen Flüssigkeitsansammlungen sind am genauesten in der MRT darzustellen und können von paravertebral bis nach retropharyngeal mit entsprechender Klinik reichen. Sie bedürfen einer chirurgischen Therapie (Abb. 13).

Fazit für die Praxis

Die exakte Klassifikation von Atlas- und Axisfrakturen besitzt große praktische Relevanz, da sich daraus die Therapiestrategie operativ vs. konservativ ableitet.

Mittlere und untere Halswirbelsäule

Unterhalb von HWK 2 hat sich mittlerweile weitgehend die Klassifikation der Wirbelsäulenverletzungen nach Magerl durchgesetzt, die sich wiederum auf das 3-Säulen-Modell nach Denis bezieht.



Abb. 12 Axisbogenfraktur Effendi-Typ II. **a** Im Vergleich zu Abb. 11 deutlichere Dislokation im seitlichen Röntgenbild. **b** Kontrastangehobene CT: Die Fraktur verläuft sehr nahe zur A. vertebralis (Pfeil).

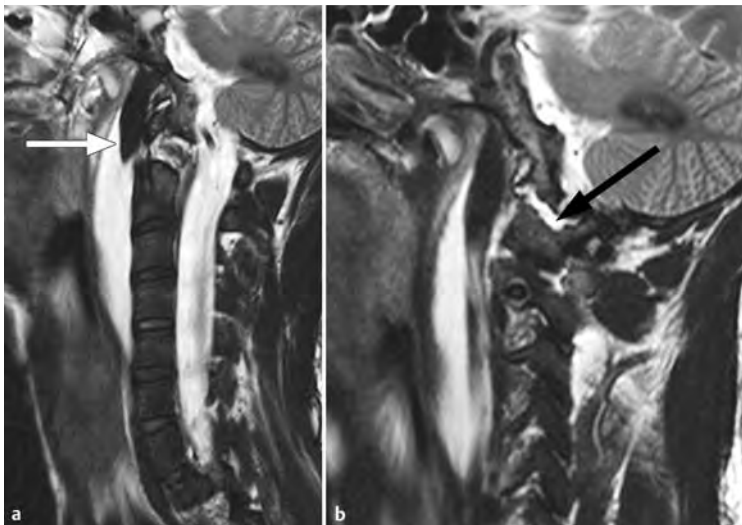


Abb. 13 Durale Liquorfistel bei älterer Verletzung im kraniozervikalen Übergang nach erneutem HWS-Trauma. **a** Ausbildung eines retropharyngealen Liquorkissens in der MRT T2w sagittal. **b** Der Duradefekt lag in Höhe C0–C1 (Pfeil).

3-Säulen-Modell. Folgende Bestandteile bilden die 3 Säulen:

- vordere Säule: vordere zwei Drittel von Wirbelkörper und Bandscheibe, vorderes Längsband
- mittlere Säule: hinteres Drittel von Wirbelkörper und Bandscheibe, Bogenwurzeln und hinteres Längsband
- hintere Säule: die hinteren Bogenanteile, Gelenkfacetten mit zugehörigen Gelenkkapseln, Ligg. flava und supra- sowie interspinalia

Verletzungen einer der 3 Säulen gelten als stabil. Dabei gibt es die isolierte Fraktur der mittleren Säule praktisch nie. Wird diese diagnostiziert, muss eine weitere Säule beteiligt sein und es ist gezielt danach zu fahnden. Verletzungen von 2 oder 3 Säulen sind als instabil anzusehen.

Magerl-Einteilung. 3 Hauptgruppen sind nach Magerl und Mitarbeitern zu unterscheiden:

- Typ A beschreibt Kompressionsverletzungen des Wirbelkörpers mit entsprechendem Höhenverlust.
- Typ B sind Flexions-Distraktions-Verletzungen (Abb. 14).
- Typ C steht für eine zusätzliche Rotations- oder Translationskomponente bei vorliegendem Verletzungsmuster der Typen A oder B.

Vor allem für wissenschaftliche Zwecke, jedoch zunehmend auch für detaillierte operative Indikationen und spezielle Operationstechniken, werden in Anlehnung an die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) die genannten Gruppen jeweils in 3 weitere Untergruppen gegliedert. So steht z. B. die A3-Verletzung für den Berstungsbruch innerhalb der Kompressionsverletzungen und die B3-Verletzung für die vordere Zerreißen.

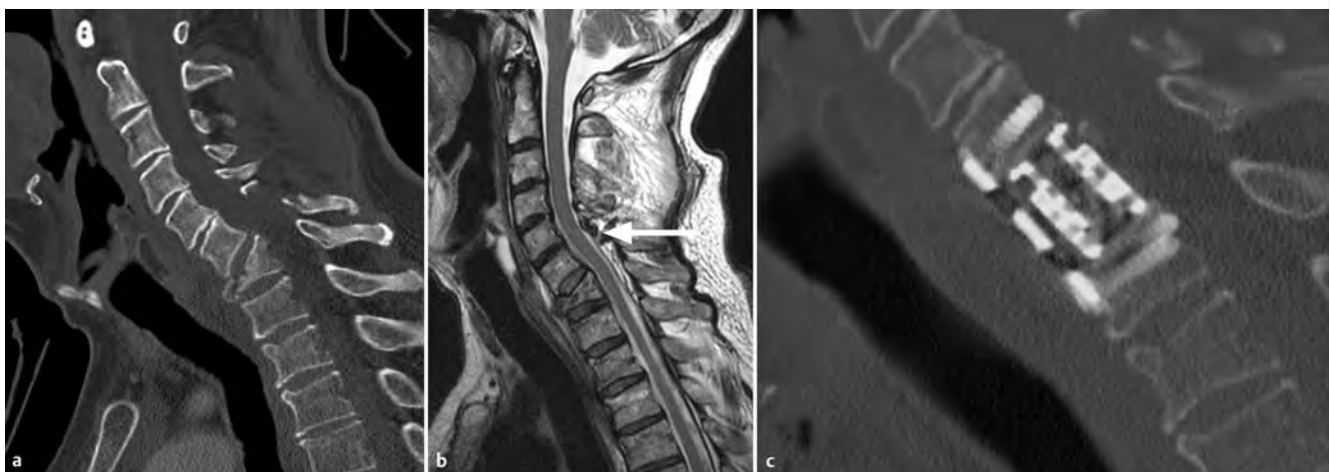


Abb. 14 Flexions-Distraktions-Verletzung nach Verkehrsunfall mit neurologischen Ausfällen. **a** Sagittale Reformatierung in der CT. **b** Sagittale T2w MRT-Aufnahme mit Zerreißen der Ligg. flava (Pfeil). **c** CT nach operativer Versorgung.

Der Schweregrad einer Wirbelsäulenverletzung nimmt von Typ A nach C und von 1 nach 3 zu, ebenso das Risiko einer begleitenden neurologischen Schädigung.

Auf 2 Besonderheiten im Bereich der mittleren und unteren HWS ist gesondert einzugehen, nämlich die Verhakungsfrakturen und die sog. Tear-drop-Frakturen.

Verhakungsfrakturen

Mechanismus. Die besondere Anordnung der Facettengelenke an der mittleren und unteren Halswirbelsäule kann bei Frakturen eines Wirbelbogens mit begleitender Rotationskomponente dazu führen, dass der obere Gelenkfortsatz des kaudal gelegenen Wirbelkörpers hinter den unteren Gelenkfortsatz des darüberliegenden Wirbelkörpers rutscht und es damit zur – meist einseitigen – „Verhakung“ kommt (Abb. 15). Die übliche „Dachziegelstruktur“ ist aufgehoben. Diese fixierte Fehlstellung engt oft das betroffene Neuroforamen ein und ist präoperativ eine wichtige Information für den Unfallchirurgen zur Repositionsplanung.

Bildgebung. Verhakungsfrakturen sind im normalen Röntgenbild mitunter schwer zu erkennen, wenn keine Schrägaufnahmen angefertigt werden. Die CT-Diagnostik erfasst dieses Verletzungsmuster zwar prinzipiell, ideal aber auch erst in schräg sagittalen Rekonstruktionen, die etwa einer konventionellen Schrägaufnahme entsprechen. MR-tomografisch ist darauf zu achten, dass in der sagittalen Schnittführung auch die erhaltene Linienführung im Bereich der Facettengelenke beurteilt wird und sich der Radiologe in der Befundung nicht mit der Erkennung einer Bogenfraktur zufrieden gibt.

Tear-drop-Fraktur

Mechanismus. Der Terminus „Tränentropfen-Fraktur“ wird im Schrifttum teilweise uneinheitlich verwendet. Ursache dafür sind unterschiedliche Entstehungswege:

- Bei der *Flexions-teardrop-Fraktur* stellt sich nach dem Riss des vorderen Längsbandes ein tränenförmiges Fragment aus dem vorderen unteren Anteil des Wirbelkörpers isoliert dar, während sich der Rest vom Wirbelkörper nach dorsal in den Spinalkanal verlagert. Die zusätzlich vorliegende hintere Zerreißung führt zu massiver Instabilität. Diese Fraktur ist in ca. 70% der Fälle an der unteren HWS lokalisiert und



Abb. 15 Einseitige Verhakung der Facettengelenke bei Flexions-Distraktions-Verletzung HWK 6/7 (Pfeil).

in über 80% mit einer Querschnittslähmung verbunden.

- Bei der *Extensions-teardrop-Fraktur* sind zwar auch das vordere Längsband gerissen und ein tränenförmiges Fragment vorhanden, die dorsalen Strukturen sind jedoch erhalten. Es besteht in der Flexionsbewegung Stabilität, wenngleich die Fraktur auch operativ versorgungspflichtig ist. Bevorzugte Lokalisation ist die obere Halswirbelsäule. Neurologische Ausfälle bestehen deutlich seltener. Die exakte Erfassung der ligamentären Verletzungen zur letztendlichen Klassifikation gelingt in der MRT hervorragend [20].

Pseudoluxation. Bei Kindern unter 8 Jahren ist ein scheinbarer Versatz von HWK 2 und HWK 3 (seltener auch im Segment darunter) mitunter Grund falscher positiver Befunde. Diese Fehlinterpretation kann vermieden werden, indem die spinolaminare Linie betrachtet wird, die ein regelrechtes Alignment zeigt. Es handelt sich um den Befund einer „Pseudoluxation“ (Abb. 16).

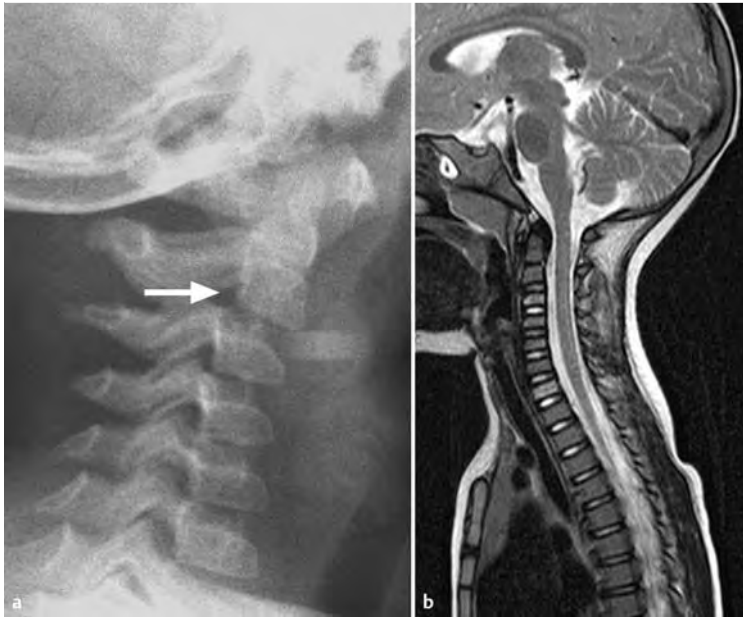


Abb. 16 Pseudoluxation. **a** Seitliches HWS-Röntgenbild beim Kind mit typischem Bild einer Pseudoluxation HWK 2/3 (Pfeil). Die spinolamelläre Linie ist jedoch regelrecht. **b** Dementsprechend unauffällige Darstellung in der MRT.

Myelonverletzungen

Es soll in dieser Übersicht nur auf akute Schädigungen des Rückenmarks in der Frühphase nach einem Trauma eingegangen werden.

In Deutschland werden ca. 1600 neue posttraumatische Querschnittslähmungen registriert. Etwa 40% der betroffenen Patienten leiden als Folge der Verletzungen an einer Tetraplegie, bei 60% liegt eine Paraplegie vor.

Pathophysiologie. Die initiale Krafteinwirkung beim Trauma führt lokal zu einer axonalen Schädigung, dem sog. Primärschaden. Benachbarte Zelluntergänge infolge Ischämie, Blutung und Ödem vergrößern diese Zone und verursachen den Sekundärschaden, der zur aufsteigenden Lähmung führt. Die anfängliche vertikale Ausbreitung in der grauen Substanz geht über in eine horizontale Richtung unter Einbeziehung der weißen Substanz. Degenerative Axonveränderungen führen in der späteren Phase letztlich hin zu flüssigkeitsgefüllten Hohlräumen in Form von Zysten oder Syringohydromyeliem.

Management. Komplexe Wirbelsäulenverletzungen mit Myelonschädigung sind häufig bei polytraumatisierten Patienten zu finden, was ein besonderes Management erfordert. Zeitige klinisch-neurologische Untersuchung und definitive bildgebende Diagnostik stellen die Indikation zur operativen Dekompression.



Abb. 17 Fahrradsturz mit Kribbelparästhesien, die nach einem Frakturausschluss in der CT ihr Korrelat in einem Myelonödem in der sagittalen T2w-MRT-Aufnahme finden. Vorbestehende spinale Enge bei degenerativen Veränderungen.

So können sekundäre Myelonschäden noch am ehesten begrenzt werden.

Diese Diagnostik ist die Domäne der MRT. Allerdings ersetzt das fokussiert auf das Myelon eingesetzte MRT nicht die suffiziente Erfassung aller Verletzungsfolgen durch ein Polytrauma-CT!

Einblutungen. Bei MRT-Untersuchungen nach akutem Rückenmarktrauma wird zwischen nicht hämorrhagischen und hämorrhagischen Kontusionen unterschieden. Myelonkontusionen mit Einblutung haben dabei eine deutlich schlechtere Prognose:

- Die häufiger anzutreffenden nicht hämorrhagischen Rückenmarkkontusionen stellen sich auf T1w-Bildern iso- oder leicht hypointens dar, während sie in T2-Gewichtung sowohl in Spin-Echo- als auch Gradienten-Echo-Sequenzen ein höheres Signal im Vergleich zum umgebenden gesunden Rückenmark aufweisen (Abb. 17).

- Die Signalcharakteristik möglicher Einblutungen bei der hämorrhagischen Rückenmarkkontusion (Abb. 7b) hängt sehr stark vom Alter der Blutung ab, weshalb der Unfallzeitpunkt für die Interpretation der MRT-Befunde interessant ist.

Weite des Spinalkanals. In die Interpretation der Myelonbefunde ist unbedingt die Bewertung der Weite des Spinalkanals einzubeziehen. Primäre Einengungen oder sekundäre Stenosen durch degenerative Veränderungen bei Spondylosis deformans mit Randkantenanbauten, Bandscheibenprotrusionen und hypertrophierten Ligg. flava führen bei entsprechendem Verletzungsmechanismus entgegen früher geltenden Überlegungen nicht zu einer zentralen Einblutung, sondern verstärkt zu einer Schädigung der lateralen Leitungsbahnen. Die fehlende Traumaanamnese bzw. das Vorliegen eines Bagateltraumas, der Ausschluss von Wirbelsäulenfrakturen, Tumoren und ausgedehnten Blutungen bei Antikoagulanzen, lassen die Contusio spinalis bei spinaler Enge in den Vordergrund der differenzialdiagnostischen Überlegungen treten. Dies ist aus unserer Sicht eine der häufigeren MRT-Indikationen nach unauffälligem Trauma-CT. Das nachgewiesene Myelonödem in der MRT erklärt dann hinreichend die klinische Symptomatik trotz vordergründig fehlender knöcherner Traumafolgen.

Epiduralhämatom. Ausgangspunkt posttraumatischer epiduraler Hämatome ist der verletzte epidurale Venenplexus. Der Verteilungsraum des ausgetretenen Blutes ist zwischen dem Periost der Wirbelkörper und der Dura mater zu finden. Nach Frakturen der Wirbelsäule mit epiduralem Hämatom ist im Einzelfall schwer zu entscheiden, ob es sich „nur“ um ein Begleithämatom der Verletzungen handelt, oder ob es primär durch seine raumfordernde Wirkung eine zusätzliche Myelonkompression verursacht. Die Ausdehnung ist variabel. Kraniokaudal können mehrere Segmente einbezogen sein. In jedem Fall handelt es sich um eine Notfallindikation zur operativen Entlastung. Auch an die postoperative Entstehung epiduraler Blutungen als Komplikation des Eingriffs ist zu denken. Antikoagulierte Patienten sind besonders gefährdet.

Dissektionen hirnversorgender Arterien

Indikation der Kontrastmittelgabe. Seit Einführung schneller und hochauflösender MSCT können HWS und hirnversorgende Arterien unter gleichzeitiger intravenöser Kontrastmittelgabe abgebildet werden. Die Entscheidung zur i. v. Kontrastmittelgabe fällt beim schwerverletzten Patienten leicht und kann als Pflicht bezeichnet werden. Die erweiterte Abklärung einer HWS bei Bagateltrauma und nicht aussagekräftigem Röntgenbild mittels CT bietet noch einen Ermessensspielraum für Radiologen und Zuweiser. Sicher sollte im Zweifelsfall die Entscheidung bei fehlenden Kontraindikationen großzügiger für die Kontrastmittelgabe ausfallen. Immerhin wird die Inzidenz von Gefäßdissektionen nach stumpfem HWS-Trauma mit 0,5–2,7% [21, 22] angegeben, wobei die Tendenz infolge besserer Diagnostik steigend ist. Übersehene Dissektionen haben dramatische Konsequenzen bis zu Schlaganfall und Hirnnervenpareesen. Eine rechtzeitige Therapie, überwiegend durch medikamentöse Blutverdünnung, kann das verhindern. Interventionell-radiologische Eingriffe oder in sehr seltenen Fällen gefäßchirurgische Maßnahmen sind rechtzeitig zu indizieren.

Prädilektionsstellen. Die Erkennung dieser Gefäßdissektionen setzt eine spezielle Sensibilisierung der Radiologen für das Thema voraus. Die genaue Musterrung der arteriell gut kontrastierten A. carotis interna und A. vertebralis beidseits erhöht sicher den zeitlichen Aufwand der Befundung einer Trauma-CT. Allerdings gibt es typische Prädilektionsstellen. So reißt bei der A. carotis interna die Intima typischerweise an der Eintrittsstelle in die knöchernen Schädelbasis ein. Dies kann bei hypermobiler HWS auch ohne knöchernen Verletzung geschehen. Im übrigen sind alle Frakturen mit enger Lagebeziehung zu den Arterien ein Achtungszeichen: Atlasbogen, Axisbogen, alle Frakturen der kaudal davon gelegenen Wirbelkörper mit Beteiligung des Foramen transversarium und entsprechend dislozierte Frakturen. Reichen Frakturen der knöchernen Schädelbasis in den Kanal der A. carotis interna hinein, ist auch hier nach Verletzungen zu fahnden. Die einseitig erweiterte und zeitig kontrastierte V. ophthalmica ist ein wesentliches Verdachtsmoment für eine posttraumatische A.-carotis-Sinus-cavernosus-Fistel.

Bildgebung. Die Veränderung der Hämodynamik im verletzten Gefäß kann in der Akutsituation noch sehr diskret sein. Daher ist die farbcodierte Duplexsonografie ungeeignet, um diese Verletzungen zu erfassen.

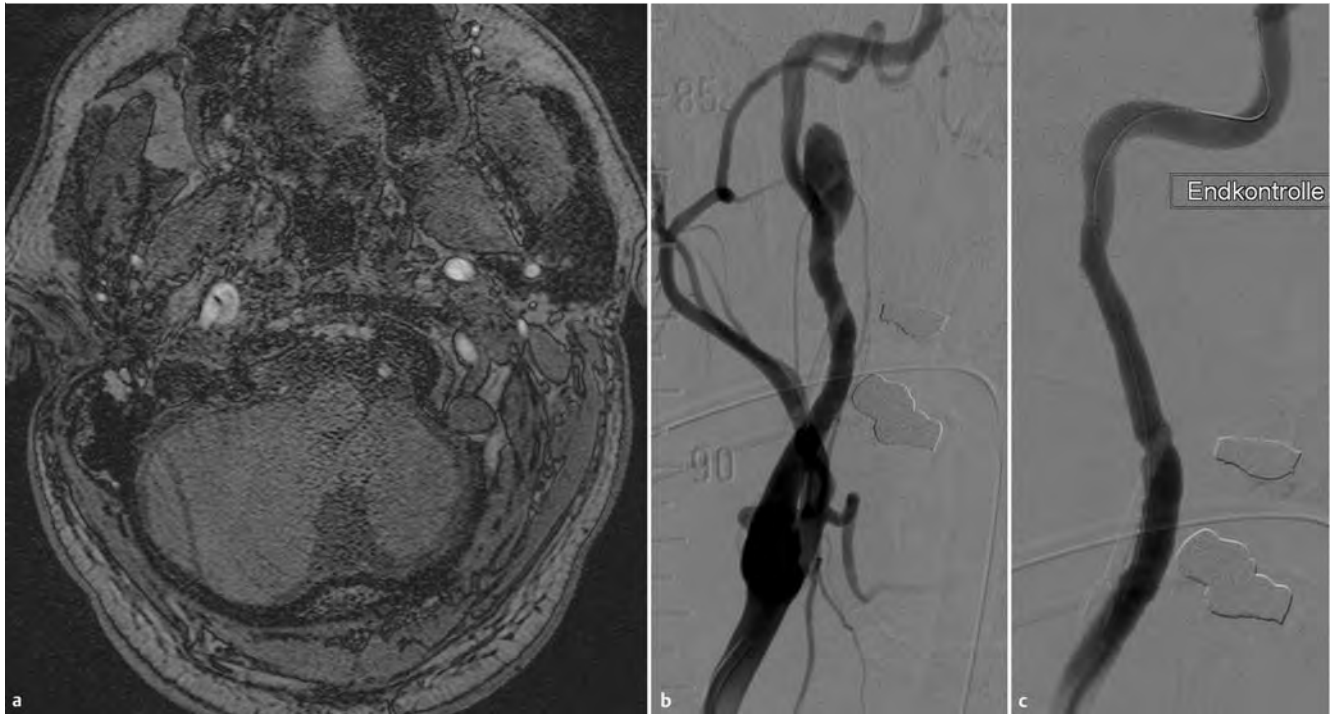


Abb. 18 Nachweis einer posttraumatischen Dissektion der rechten A. carotis interna nach HWS-Fraktur mit operativer Versorgung. **a** Die axialen Schichten der MR-Angiografie zeigen rechts die typische Dissektionsmembran mit pseudoaneurysmatischer Erweiterung. **b** Die präinterventionelle Angiografie bestätigt den Befund. **c** Nach Implantation von 2 gecoverten Stents regelrechte Wiederherstellung des Gefäßlumens.

Direkt kann die subbasale Lokalisation sonografisch nicht eingesehen werden. Veränderungen des Flussspektrums bei distal der Ableitungsstelle gelegener Läsion benötigen eine deutliche Veränderung des Flussprofils. Insofern ist die CT-Angiografie im Rahmen der Primärdiagnostik die Methode der Wahl. Ist dies nicht geschehen, sollte die Gefäßdiagnostik mit einer MR-Angiografie so schnell wie möglich nachgeholt werden (Abb. 18). Im Gehirn ist gleichzeitig nach frischen ischämischen Läsionen zu fahnden. Die Morphologie der Gefäßläsion kann vom typischen Dissektionsbild mit Membran, Wandhämatom, wahren und falschem Lumen bis zum Pseudoaneurysma reichen. Klinisch ist insbesondere beim Horner-Syndrom oder Hypoglossuspareesen an Karotidisdissektionen zu denken. Die Katheterangiografie sollte diagnostisch kaum noch zum Einsatz kommen, auch wenn sie kleinste Wandirregularitäten besser darstellen kann. Diese besitzen

jedoch nach der überwiegenden Zahl der Literaturangaben klinisch keine sichere Bedeutung in Relation zur Invasivität und dem Risiko einer invasiven Angiografie [23].

Morbus Bechterew und Halswirbelsäulenverletzungen

Bei dieser Erkrankung verliert die Wirbelsäule infolge der kompletten Verknöcherung der ligamentären Strukturen jegliche Möglichkeit, eine einwirkende Energie abzufedern. Daher gelten hier andere klinische Selektionskriterien. Bereits eine kleine Krafteinwirkung kann zu dramatischen Zerreißen mit instabiler Situation führen. Daher sind diese Patienten mit größter Sorgfalt zu diagnostizieren. In der MRT sind die Knochenmarködeme im Wirbelkörper deutlich geringer ausgeprägt. Bei günstiger Reposition der Fraktur ist mitunter nur eine minimale Unterbrechung im Längsband erkennbar als Hinweis auf eine hochgradig instabile Situation. Hier kann die durch den erfahrenen Chirurgen geführte dynamische Untersuchung unter Durchleuchtung hilfreich sein.

Fazit für die Praxis

Deuten Unfallmechanismus und Energieeinwirkung auf eine HWS-Verletzung hin, oder ist der Patient klinisch nicht untersuchbar, muss die CT der HWS unter intravenöser

Kontrastmittelgabe erfolgen, um Dissektionen von A. vertebralis oder A. carotis interna auszuschließen.

Fazit

Die Fortschritte der einzelnen bildgebenden Verfahren haben eine deutliche Verbesserung der Detektion und Klassifikation von HWS-Verletzungen ermöglicht. Auch Begleitverletzungen lassen sich gut erfassen. Die große Frage bleibt, wann, insbesondere vor dem Hintergrund der Strahlenexposition [24], welches Verfahren zum Einsatz kommt. Dieses Problem versuchen internationale Fachgesellschaften über verschiedene Ansätze zu lösen. Weder CCS (Canadian Cervical Spine Rule [25, 26]) noch NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study [25]) haben zu national oder international akzeptierten Kriterien geführt, die verbindlich regeln, wann Röntgen überhaupt sinnvoll und ausreichend erscheint und wann eine CT der HWS sicher indiziert ist. Immerhin kann die klinische Definition von „Niedrig-Risiko-Kriterien“ helfen, die Strahlenexposition zu senken, indem keine unsinnige Bildgebung indiziert wird [27].

Der Radiologe ist aufgerufen, gemeinsam mit seinen klinischen Partnern konsequent die Diskussion im Sinne der rechtfertigenden Indikation zu führen, mag sie im klinischen Alltag auch noch so schwierig sein [28]. Ein Patient nach Bagateltrauma mit niedriger Energieeinwirkung und unergiebigem klinischer Untersuchung, z. B. nach den NEXUS-Kriterien, benötigt kein CT der HWS. Andererseits muss jeglicher klinischer Verdacht, auch aus der Kombination mit der Unfallanamnese heraus, konsequent über CT und ggf. ergänzendes MRT abgeklärt werden. Die individuell beste Lösung für den Patienten ist im interdisziplinären Traumateam unter Mitwirkung eines Radiologen zu finden.

Abstract

The objective of this article is to determine, for each available method, the indications for imaging as well as the associated possibilities and limitations. It furthermore examines the desirability of close co-operation with clinical colleges to avoid unnecessary tests while identifying necessary procedures quickly and effectively. Individual cases are studied systematically and with numerous examples, and additional injuries, for example dissections of cerebral arteries and dural injuries, are highlighted.

Key words

Cervical spine injury · blunt trauma · computed tomography · magnetic resonance imaging

Kernaussagen

- Für die Diagnostik von Verletzungen der HWS ist die genaue Kenntnis der Anatomie von Knochen, diskoligamentären Verbindungen, Gefäßen und dem funktionellen Zusammenspiel der Strukturen unabdingbar.
- In der Zusammenarbeit mit den Kollegen aus der Unfallchirurgie muss nach klinischer Untersuchung und Erhebung der Anamnese entschieden werden, ob einfache Röntgendiagnostik (HWS in 2 Ebenen und Dens-Zielaufnahme) ausreichend ist. Bei klinischen Auffälligkeiten, im Zweifelsfall und bei Traumata mit höheren einwirkenden Energien stellt die Multislice-CT die bildgebende Methode der Wahl dar.
- Die CT hat mit multiplanaren Rekonstruktionen eine fast 100%ige Treffsicherheit für die Erfassung und Klassifikation von relevanten HWS-Verletzungen. Mit i. v. Kontrastmittelapplikation können auch begleitende Gefäßverletzungen an A. carotis interna und A. vertebralis nachgewiesen bzw. ausgeschlossen werden.
- Bleiben nach der CT Fragen offen oder besteht eine neurologische Symptomatik, ist die Indikation für die MRT zu stellen.

Über den Autor

Sven Mutze



Jahrgang 1961, Prof. Dr. med. 1982–1988 Studium der Humanmedizin an der Charité in Berlin. Facharztausbildung in Berlin. 1997 Habilitation. Seit 1997 Direktor des Instituts für Radiologie am Unfallkrankenhaus Berlin. Seit 2004 zusätzlich Chefarzt der Radiologie im Sana-Klinikum Berlin

Lichtenberg. 2005 apl. Professur an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität in Greifswald.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Sven Mutze
Unfallkrankenhaus Berlin
Institut für Radiologie
Warener Straße 7
12683 Berlin
Tel. 030 5681-3801
Fax: 030 5681-3803
E-Mail: sven.mutze@ukb.de

Literatur

- 1 Cornelius RS. Imaging of Acute Cervical Spine Trauma. Seminars in Ultrasound, CT, and MRI 2001; 22: 108–124
- 2 Gale SC, Gracias VH, Reilly PM et al. The Inefficiency of Plain Radiography to Evaluate the Cervical Spine After Blunt Trauma. J Trauma 2005; 59: 1121–1125
- 3 Mathen R, Inaba K, Munera F et al. Prospective Evaluation of Multislice Computed Tomography Versus Plain Radiographic Cervical Spine Clearance in Trauma Patients. J Trauma 2007; 62: 1427–1431
- 4 Lange BB, Penkar P, Binder WD et al. Are cervical spine radiograph examinations useful in patients with low clinical suspicion of cervical spine fracture? An experience with 254 cases. Emerg Radiol 2010; 17: 191–193
- 5 Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie et al. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. Stand 07/2011. Im Internet: <http://www.awmf.org/leitlinien/letzter> Zugriff: 10.04.2012
- 6 Harris TJ, Blackmore CC, Mirza SK et al. Clearing the Cervical Spine in Obtunded Patients. Spine 2008; 33: 1547–1553
- 7 Hennessy D, Widder S, Zygun D. Cervical Spine Clearance in Obtunded Blunt Trauma Patients: A Prospective Study. J Trauma 2010; 68: 576–582
- 8 Panczykowski DM, Tomycz ND, Okonkwo DO. Comparative effectiveness of using computed tomography alone to exclude cervical spine injuries in obtunded or intubated patients: meta-analysis of 14, 327 patients with blunt trauma. J Neurosurg 2011; 27: 1–9
- 9 Khanna P, Chau C, Dublin A. The value of cervical magnetic resonance imaging in the evaluation of the obtunded or comatose patient with cervical trauma, no other abnormal neurological findings, and a normal cervical computed tomography. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 2012; 72: 699–702
- 10 Como JJ, Thompson MA, Anderson JS et al. Is Magnetic Resonance Imaging Essential in Clearing the Cervical Spine in Obtunded Patients With Blunt Trauma? J Trauma 2007; 63: 544–549
- 11 Como JJ, Leukhardt WH, Anderson JS et al. Computed Tomography Alone May Clear the Cervical Spine in Obtunded Blunt Trauma Patients: A Prospective Evaluation of a Revised Protocol. J Trauma 2011; 70: 345–351
- 12 Steigelman M, Lopez P, Dent D et al. Screening cervical spine MRI after normal cervical spine CT scans in patients in whom cervical spine injury cannot be excluded by physical examination. The American Journal of Surgery 2008; 196: 857–863
- 13 Tomycz ND, Chew BG, Chang YF et al. MRI Is Unnecessary to Clear the Cervical Spine in Obtunded/Comatose Trauma Patients: The Four-Year Experience of a Level I Trauma Center. J Trauma 2008; 64: 1258–1263
- 14 Sarani B, Waring S, Sonnad S et al. Magnetic Resonance Imaging Is a Useful Adjunct in the Evaluation of the Cervical Spine of Injured Patients. J Trauma 2007; 63: 637–640
- 15 Schoenfeld AJ, Bono CM, McGuire KJ et al. Computed Tomography Alone Versus Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging in the Identification of Occult Injuries to the Cervical Spine: A Meta-Analysis. J Trauma 2010; 68: 109–114
- 16 Mutze S. Einsatz der MRT beim akuten Wirbelsäulentrauma. In: Forsting M, Uhlenbrock D, Wanke I (Hrsg) MRT der Wirbelsäule und des Spinalkanals. Stuttgart: Thieme; 2009: 289–308
- 17 Bitterling H, Stäbler A, Brückmann H. Mysterium Ligamentum alare Ruptur: Stellenwert der MRT-Diagnostik des Schleudertraumas – biomechanische, anatomische und klinische Studien. Fortschr Röntgenstr 2007; 179: 1127–1136
- 18 Bohndorf K, Imhof H. Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke. Stuttgart: Thieme; 1998: 44–53
- 19 Rojas CA, Vermess D, Bertozzi JC et al. Normal Thickness and Appearance of the Prevertebral Soft Tissues on Multidetector CT. Am J Neuroradiol 2009; 30: 136–141
- 20 Mutze S. Trauma. In: Forsting M, Jansen O (Hrsg.) MRT des Zentralnervensystems. Stuttgart: Thieme; 2006: 436–452
- 21 Langner S, Fleck S, Kirsch M et al. Whole-Body CT Trauma Imaging with Adapted and Optimized CT Angiography of the Craiocervical Vessels: Do We Need an Extra Screening Examination? Am J Neuroradiol 2008; 29: 1902–1907
- 22 Mutze S, Rademacher G, Matthes G. Blunt cerebrovascular injury in patients with blunt multiple trauma – diagnostic accuracy of duplex Doppler US and early CT Angiography. Radiology 2005; 237: 884–892
- 23 McKinney A, Ott F, Short J et al. Angiographic frequency of blunt cerebrovascular injury in patients with carotid canal or vertebral foramen fractures on multidetector CT. European Journal of Radiology 2007; 62: 385–393
- 24 Sharma OP, Oswanski MF, Sidhu R et al. Analysis of radiation exposure in trauma patients at a level I trauma center. The Journal of Emergency Medicine 2011; 41: 640–648
- 25 Duane TM, Mayglothling J, Wilson SP et al. National Emergency X-Radiography Utilization Study Criteria Is Inadequate to Rule Out Fracture After Significant Blunt Trauma Compared With Computed Tomography. J Trauma 2011; 70: 829–831
- 26 Duane TM, Wilson SP, Mayglothling J et al. Canadian Cervical Spine Rule Compared With Computed Tomography: A Prospective Analysis. J Trauma 2011; 71: 352–357
- 27 Griffith B, Bolton C, Goyal N et al. Screening Cervical Spine CT in a Level I Trauma Center: Overutilization? AJR 2011; 197: 463–467
- 28 Kulvatunyou N, Friese RS, Joseph B et al. Incidence and pattern of cervical spine injury in blunt assault: It is not how they are hit, but how they fall. J Trauma 2012; 72: 271–275

CME-Fragen

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den vorangehenden Beitrag. Bitte schicken Sie uns die entsprechenden Lösungsbuchstaben. Jeweils eine Antwort ist richtig. Die Vergabe von CME-Punkten ist an die korrekte Beantwortung der Multiple-Choice-Fragen gebunden.

1

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Das konventionelle Röntgen der HWS

- A kann alle relevanten HWS-Verletzungen erfassen.
- B kann bis zu 50% von HWS-Verletzungen nicht erfassen.
- C ist insbesondere zur Gefäßdiagnostik geeignet.
- D muss immer kombiniert werden mit Funktionsaufnahmen.
- E sollte bei unklaren Befunden niemals durch eine CT ergänzt werden.

2

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Bei einem Polytrauma-Patienten mit Verdacht auf HWS-Verletzungen

- A wird initial immer konventionelle Röntgendiagnostik durchgeführt.
- B wird initial eine CT mit Kontrastmittel i. v. unter Einbeziehung der HWS durchgeführt.
- C wird initial eine MRT-Untersuchung der HWS durchgeführt.
- D wird initial eine dynamische Untersuchung unter Durchleuchtung durchgeführt.
- E wird wegen des Verdachts auf Gefäßverletzungen immer angiografiert.

3

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Die Ligg. alaria verbinden

- A HWK 1 und HWK 2.
- B die okzipitalen Kondylen mit der Densspitze.
- C den vorderen Atlasbogen mit der Densspitze.
- D das Lig. transversum mit den Atlasbogen.
- E die beiden okzipitalen Kondylen miteinander.

4

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Eine Fraktur des Dens axis nach Anderson und D'Alonzo Typ II ist meist

- A stabil.
- B instabil und versorgungspflichtig.
- C nicht gefährdet, eine Pseudarthrose auszubilden.
- D nicht versorgungspflichtig.
- E immer kombiniert mit Schilddrüsenverletzungen.

5

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Verletzungen des Axis-bogens werden klassifiziert nach

- A Gehweiler
- B Effendi
- C Jeanneret
- D Hawkin
- E Dennis

6

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Dissektionen hirnversorgender Arterien betreffen beim HWS-Trauma oft:

- A A. vertebralis und A. carotis interna
- B A. vertebralis und A. carotis externa
- C A. carotis interna und externa
- D A. carotis interna und A. basilaris
- E A. carotis externa und A. basilaris

CME-Fragen

Posttraumatische radiologische Diagnostik der Halswirbelsäule

7

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Die Häufigkeit von Dissektionen hirnversorgender Arterien beim stumpfen Trauma der HWS beträgt ca.

- A 10–12%
- B 0,5–2,7%
- C 8,5–10,5%
- D 18–20%
- E 16,5–18,5%

8

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Die bildgebende Methode der Wahl für Myelonverletzungen ist/sind

- A CT mit Kontrastmittel i. v.
- B MRT
- C CT-Myelografie
- D Funktionsaufnahmen im konventionellen Röntgen
- E Myelografie

9

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Verunfallte Patienten mit bekanntem Morbus Bechterew

- A haben eine erhöhte Gefährdung für eine HWS-Verletzung und sind intensiv zu diagnostizieren.
- B sind infolge der Versteifung der Wirbelsäule hinsichtlich einer HWS-Verletzung kaum gefährdet.
- C müssen immer dynamisch untersucht werden.
- D sind in jedem Fall zu angiografieren wegen zu befürchtender Gefäßverletzungen.
- E benötigen immer eine Myelografie.

10

Welche der folgenden Aussagen ist richtig? In das Trauma-Team gehört idealerweise

- A immer ein Radiologe.
- B niemals ein Radiologe.
- C immer ein Augenarzt.
- D niemals ein Anästhesist.
- E immer der Strahlenschutzbeauftragte.

CME.thieme.de

CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für eine CME-Teilnahme verfügbar.
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.