

K. W. Sievers • H. Riediger • Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
(Direktor: Prof. Dr. K. Hauenstein) des Universitätsklinikums Rostock

Stellenwert der radiologischen Verfahren in der Diagnostik des HWS-Schleudertraumas

Zusammenfassung

Das Schleudertrauma der HWS ist eine der häufigsten Diagnosen nach Verkehrsunfällen. Grundsätzlich wird hierbei eine bildgebende Diagnostik durchgeführt, die sich in den meisten Fällen auf die konventionelle Diagnostik beschränkt.

Die Computertomographie (CT) ist der Kernspintomographie (MRT) in der Diagnostik knöcherner Verletzungen deutlich überlegen und unersetzlich in der Akutdiagnostik.

Die MRT hingegen ist wertvoll in der Beurteilung der neuralen Strukturen und der Weichteile, so daß sie vor allem in der Diagnostik chronischer Beschwerden eingesetzt wird. Einige Läsionen werden erst in Flexions- bzw. Extensionsstellung wirksam und können dementsprechend besonders in MRT-Funktionsaufnahmen sichtbar gemacht werden.

Schlüsselwörter

Schleudertrauma • CT • MRT

Das Schleudertrauma der Halswirbelsäule (HWS) – auch als Peitschenschlagverletzung oder Whiplash Injury bezeichnet – wird in den meisten Fällen durch Auffahrunfälle verursacht. In der Primärdiagnostik müssen Frakturen und Luxationen erkannt und gegebenenfalls eine neuroradiologische Beurteilung des Spinalkanals durchgeführt werden.

Zur Untersuchung werden neben der konventionellen Röntgentechnik, die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) eingesetzt. Kontrastmitteluntersuchungen haben im akuten Stadium keine Bedeutung und werden ansonsten nur konventionell oder als CT-Myelographie durchgeführt.

Diagnostische Aspekte des HWS-Schleudertraumas

Das „Schleudertrauma“ ist eine Bewegungsfolge aus Hyperextension und Hyperflexion, die häufiger Erwachsene als Kinder betrifft. Der Begriff beschreibt einen Unfallmechanismus, der zu vielfältigen pathologischen Veränderungen mit entsprechend variabler Klinik und Prognose führt und sollte daher nicht als Diagnose verwendet werden. Im Gegensatz zu Flexions- und Seitbewegungen der HWS, die durch den Aufprall des Kopfs an das Sternum bzw. der Schultern gebremst werden, werden Extensionsbewegungen im Extremfall erst durch die Berührung des Hinterkopfs am Rücken gestoppt. Die physiologischen Bewegungsgrenzen werden hier-

bei deutlich überschritten, so daß die Hyperextension als wesentliche Ursache angesehen wird [3].

Verletzungen

Frakturen und Luxationen treten in allen Abschnitten auf, wobei besonderes Augenmerk auf den okzipitozervikalen Übergang und die Segmente C5/C6 gelegt werden muß [1, 6]. Bei entsprechender Krafteinwirkung kann sogar eine traumatische Rückenmarkstranssektion verursacht werden [2]. Mit den knöchernen Strukturen werden Gelenkkapseln, Bänder, Muskeln und Disci verletzt.

Eine typische Kombinationsverletzung besteht in der Ruptur des vorderen Längsbandes mit Abscherung des Diskus vom anliegenden Wirbelkörper. Auch kann es zu einem Diskusprolaps mit Ruptur des hinteren Längsbandes kommen.

Bei einer Kombination aus Hyperextension und Rotation kommt es zu einer Verengung der ipsilateralen Foramina intervertebralia, so daß die entsprechenden Nerven komprimiert werden [3, 12]. Selten sind Rupturen des Ligamentum transversum, das als rotatorische Führungsschiene des Dens dient.

Prof. Dr. K. W. Sievers
Institut für Diagnostische und Interventionelle
Radiologie, Universitätsklinikum Rostock,
Ernst Heydemann-Straße 6, D-18055 Rostock

Role of radiological methods in diagnosis of whiplash trauma

Summary

Whiplash injury is a common diagnosis following traffic accidents. Since even accidents at low velocities may cause severe lesions a plain film examination is mandatory in every patient.

Computed tomography (CT) is superior to magnetic resonance imaging (MRI) in diagnosing bony lesions and is essential for primary diagnostics.

However, MRI offers special information about neural and soft tissue structures leading to frequent use in the diagnosis of chronic pain. Some lesions attain clinical relevance only in flexion or extension and can better be imaged by functional MRI.

Key words

Whiplash injury · CT · MRI

Originalien

Degenerative Veränderungen

Von prognostischer Bedeutung ist der sagittale Durchmesser des Spinalkanals. Eine relative Enge bedeutet ein erhöhtes Risiko für eine Kompression des Myelons und der Nervenwurzeln. Genauso werden dann Spondylophyten eher symptomatisch [12]. Degenerative instabile Segmente können einerseits einen Locus minoris resistentiae bei einem Trauma darstellen [9]. Andererseits besteht bei entsprechend festem spondylotischem Überbau eine erhöhte Verletzungshäufigkeit in den gesunden Nachbarsegmenten [3].

Im Verlauf ist kaum zu unterscheiden, inwiefern degenerative Veränderungen durch den Unfall verursacht sind. Auch bleibt die Differenzierung zwischen einem posttraumatisch beschleunigten Krankheitsverlauf und einer schicksalhaften Progredienz der degenerativen Veränderungen schwierig [9].

Folgeschäden

Die Prognose neurologischer Defizite hängt von Art und Ausmaß der Läsion ab. Neben direkten Krafteinwirkungen können die erheblichen Anprall- und Zugkräfte Einblutungen und Ödeme des Rückenmarks verursachen. Grundsätzlich gilt, daß leichte ödembedingte Ausfälle eine bessere Heilungstendenz haben als Blutungen [2, 6].

Als Endstadium können eine posttraumatische Syringomyelie oder Zyste entstehen, die morphologisch nicht von gleichartigen kongenitalen Veränderungen zu unterscheiden sind [2]. Syringomyelien erstrecken sich über mehrere Segmente, wohingegen Zysten typischerweise auf ein Segment begrenzt sind. Bei fehlendem neuroradiologischen Ausgangsbefund ist die Ätiologie oft nicht zu klären. Die posttraumatische Myelonatrophie nach kompletter Transsektion ist glücklicherweise sehr selten.

Besonders Patienten mit vorbestehenden degenerativen Veränderungen leiden noch nach Monaten oder Jahren unter diffusen Schmerzen oder neurologischen Ausfällen [1]. Sie können einerseits durch morphologische Veränderungen verursacht sein oder aber Folge einer veränderten Biomechanik instabiler Bewegungssegmente. Dementspre-

chend gewinnt in zunehmendem Maße die Funktionsdiagnostik an Bedeutung. Sie können positionsabhängige pathologische Veränderungen zeigen, die in der Neutralstellung nicht bestehen.

Kongenitale Anomalien

In wenigen Fällen wird der Radiologe auch mit kongenitalen Anomalien der knöchernen HWS konfrontiert. Eine mögliche kongenitale Fehlbildung ist ein isoliertes Os odontoideum bzw. eine fehlende Verknöcherung der Epiphysenfuge des Dens. In Extremfällen fehlt der Dens vollständig. Weitere Fehlbildungen sind die Atlasassimilation, die atlanto-dentale Dislokation in Folge einer Insuffizienz des Ligamentum transversum und die basiläre Impression. Ferner kann es zu dysraphischen Entwicklungsstörungen kommen, unter denen die Hypoplasie des Atlasbogens eine mögliche Form ist. Bekannt ist auch die Arnold-Chiari-Malformation, bei der gleichzeitig eine Syringomyelie besteht [16]. Asymptomatische Anomalien können natürlich bei einem Unfall mit erheblichen Schäden einhergehen. Allerdings ist auch die Stabilität dieser Malformationen teilweise beeindruckend, zumeist werden diese ohnehin erst in der 4.–5. Lebensdekade neurologisch auffällig [16].

Diagnostische Verfahren im akuten und chronischen Stadium

Die Akutdiagnostik nach Schleudertrauma dient in erster Linie dem Ausschluß von Frakturen und Luxationen. Hierzu werden vornehmlich die konventionelle und computertomographische Röntgentechnik verwendet. Die MRT ist bei wenigen akuten Fragestellungen indiziert.

In der Diagnostik chronischer Beschwerden müssen andere Fragen beantwortet werden. Posttraumatische Veränderungen müssen gegenüber degenerativen Veränderungen abgegrenzt werden. Hierbei muß oft eine aufwendige radiologische Schnittbilddiagnostik mit Funktionsaufnahmen durchgeführt werden, wobei die MRT der CT überlegen ist.

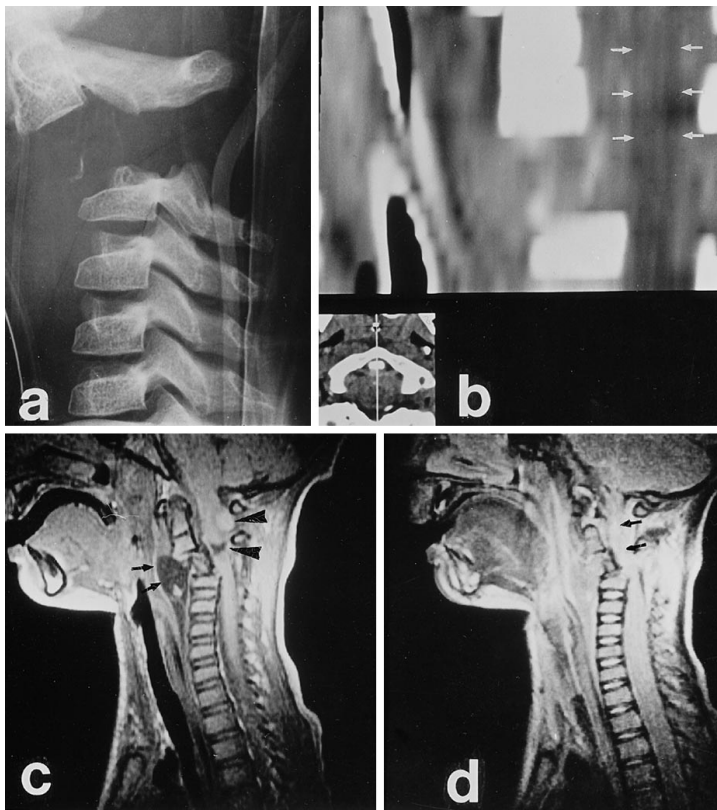


Abb. 1 a–d ▲ Nach Schleudertrauma stellt sich eine diskoligamentäre Ruptur im Segment C2/3 bereits in der konventionellen Untersuchungstechnik (a) dar. Die Computertomographie (b) kann die Verletzungsfolge nur in der sagittalen Rekonstruktion aufzeigen, wobei das Myelon als hyperdenses Band andeutungsweise abzugrenzen ist (Pfeile). Das ganze Ausmaß der Verletzung wird in der MRT dargestellt, wobei sich in der T1-gewichteten Technik (c) die Einblutung mit Vorwölbung der prävertebralen Faszie (schwarze Pfeile) sowie die Einengung des Spinalkanals mit medullärem Hämatom (schwarze Pfeilköpfe) überhaupt erst hier diagnostizieren läßt. Ödematöse Veränderungen des zervikalen Myelons (schwarze Pfeile) auch in der T2-Gewichtung (d)

Konventionelle Diagnostik

Die konventionelle Röntgenaufnahme in zwei Ebenen steht an erster Stelle in der Hierarchie der Untersuchungen frischer Unfallopfer (Abb. 1 a). Leider wird die Aufnahmequalität durch einen „stiff-neck“ reduziert, so daß kleine Frakturlinien verdeckt werden können. Weiterhin kann durch Schanz'sche Kragen eine Streckstellung der HWS vorgetäuscht werden. Diagnostische Schwierigkeiten kann die erhöhte Mobilität kindlicher Halswirbelsäulen verursachen, die schwere Verletzungen vortäuschen kann.

Lordose/Kyphose

Folgende Aspekte müssen beachtet werden: Die physiologische HWS-Lordose kann insgesamt oder nur in einzelnen Segmenten im Sinne einer Steilstellung

oder einer Kyphose verändert sein. Die Steilstellung ist meist Zeichen einer muskulären Schonhaltung oder einer Flexionshaltung und hat eine gute Prognose. Eine Kyphosehaltung größer 11 Grad wird als instabile Verletzung gewertet, da sie in der Regel mit schweren Läsionen der Bänder und Disci einhergeht. Aus dem gleichen Grund sind Stufen der Wirbelkörperhinterkanten von mehr als 2 mm suspekta Befunde [15].

Prävertebrale Weichteilschwellung und Höhe des Zwischenwirbelraums

Eine prävertebrale Weichteilschwellung kann anhand der seitlichen konventionellen Aufnahme beurteilt werden und weist auf eine Bandruptur oder Fraktur hin. In Axishöhe gelten 7 mm und in Höhe des 6. Halswirbels 22 mm als normal. Es handelt sich hierbei um ein unsicheres Zeichen, da auch schwere Ver-

letzungen ohne eine Weichteilschwellung einhergehen. Raritäten sind beispielsweise arterielle Hämatome mit Pharynxkompression. Weiterhin muß die Höhe der Zwischenwirbelräume beurteilt werden, da eine Erweiterung bei Rupturen des vorderen Längsbandes auftreten kann. Höhenminderungen sind meist degenerativ bedingt. Sie können aber auch durch einen Prolaps verursacht sein.

Stellung der Intervertebralgelenke

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die regelrechte und symmetrische Stellung der Intervertebralgelenke. Eine Erweiterung des Gelenkspaltes ist ein Hinweis auf eine Luxation oder Fraktur. Im Bereich des okzipitozervikalen Überganges wird die Stellung des Dens in Relation zum Atlashinterrand untersucht. Ein prädentaler Raum größer als 3 mm bei Erwachsenen und größer als 5 mm bei Kindern ist pathologisch.

Schrägaufnahmen der HWS zeigen neben den Wirbelbögen die Foramina intervertebralia, die oft degenerativ eingeeengt sind. Wie bereits beschrieben können sie durch Hyperextensionsbewegungen kleiner werden und dann zu Nervenverletzungen führen [12]. Nicht nur aus forensischen Gründen sind Schrägaufnahmen vom Unfalltag wertvoll.

Konventionelle Funktionsaufnahmen

Bei der Beurteilung chronischer Beschwerden sollten zunächst konventionelle Aufnahmen in vier Ebenen angefertigt werden, anhand derer bereits eine Progredienz erkannt werden kann. Konventionelle Funktionsaufnahmen können weiterhin nicht nur eine quantitative, sondern auch qualitative Änderung der Beweglichkeit zeigen. Typisch ist eine Verlagerung des Rotationszentrums (als gedachter Drehpunkt im unteren Wirbelkörper) nach kranio-ventral [5]. Eine Knickbildung der Wirbelkörperhinterkanten (Kinking) in Flexionshaltung und eine Auffächerung (Fanning) der Proc. spinosi besonders im Bereich der Segmente C5 bis C7 sind Zeichen einer Instabilität [7]. Funktionsaufnahmen dürfen natürlich nur bei sicher ausgeschlossener frischer Fraktur durchgeführt werden.

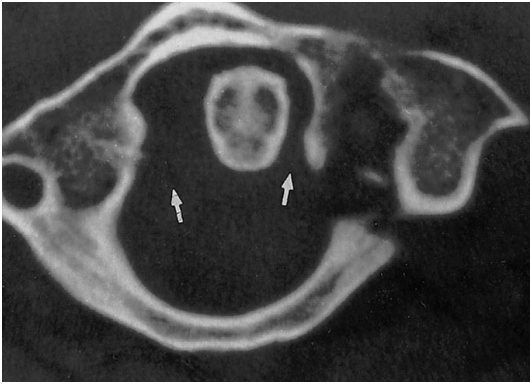


Abb. 2 ◀ Zustand nach Schleudertrauma. Es zeigt sich eine deutliche Dezentrierung des Dens axis in Relation zu den Massae laterales (Pfeile) als indirekter Hinweis auf eine Ruptur des Ligamentum alaria (unruhige Darstellung einer Massa lateralis durch Partial-Volume-Effekte; keine Fraktur)

Computertomographie (CT)

Die Computertomographie ist als Standardverfahren heute nahezu überall vorhanden. Sie ist weniger artefaktanfällig gegenüber Halteapparaten (stiff-neck). Grundsätzlich müssen die konventionellen Aufnahmen zur Befundung hinzugezogen werden.

Knöcherne Läsionen

Die CT ist die Methode der Wahl in der Beurteilung knöcherner Läsionen. Kein anderes Verfahren erreicht eine gleichwertige Aussagekraft [6]. Sowohl Frakturen der Wirbelkörper als auch der Pedikel und der Intervertebralgelenke werden sicher erkannt. Nicht dislozierte Frakturen können ohne jegliche neurologische Ausfälle oder Zeichen der Instabilität sein [6]. Die axialen Schichten sollten durch sagittale Rekonstruktionen ergänzt werden, da sonst insbesondere axiale Frakturen übersehen werden können.

Bänder-/Gelenkkapselverletzungen

Verletzungen der Bänder und Gelenkkapseln können indirekt anhand von Fehlstellungen diagnostiziert werden (Abb. 2). Die direkte Darstellung der anatomischen Strukturen gelingt in der Regel nicht. Verlagerungen der Zwischenwirbelscheiben in den Spinalkanal können zwar relativ gut erkannt werden. Jedoch sind die Lagebeziehung und besonders die Wirkung auf das Myelon und seiner Nervenwurzeln im Sinne einer Kompression (Ödem, Blutung!) nicht ausreichend erkennbar (Abb. 1b).

Chronische posttraumatische Beschwerden

Zur Beurteilung chronischer posttraumatischer Beschwerden ist die CT geeignet, da sie die knöchernen HWS wie kein anderes Verfahren zeigt. Allerdings werden die Weichteile und das Myelon nicht in gleicher Qualität dargestellt, so daß bei entsprechender Fragestellung ein MRT vorzuziehen ist.

Durch eine intrathekale Kontrastmittelgabe – CT-Myelographie – wird der Subarachnoidalraum im Bereich des Myelons und der Foramina intervertebralia wesentlich besser dargestellt. Aufgrund der beschriebenen Eigenschaften ist die CT wertvoll bei der Untersuchung Frischverletzter. Lediglich bei der Beurteilung der Weichteile und des Rückenmarks bestehen Defizite, die von der MRT ausgeglichen werden.

Magnetresonanztomographie (MRT)

Die Magnetresonanztomographie bietet durch die multiplanaren Schichten und Sequenzen einen weiten Einblick in die Weichteile und neuronalen Strukturen der HWS. Die Beatmung, Überwachung und Lagerung der Patienten kann heute auch innerhalb des Magnetfelds mit entsprechend ausgelegten Geräten sicher durchgeführt werden. Ein Untersuchungsgang sollte mindestens aus T1- und T2-gewichteten Spin-Echo Sequenzen in axialer und sagittaler Schnittebene bestehen.

Knöcherne Läsionen

Die knöchernen HWS kann in T1-gewichteten Gradientenecho-Sequenzen dargestellt werden. Sie grenzen die Kortikalis und den Frakturverlauf schärfer ab.

Das begleitende Knochenödem stellt sich wesentlich schwächer als in der Spin-Echo Sequenz dar.

Ein begleitendes hyperintenses Knochenödem kann in T2 Gewichtung gesehen werden und dann die Frakturlinien überlagern.

Intraossäre Signaländerungen können als Hinweis auf eine nichtdislozierte Kompressionsfraktur gewertet werden.

Auch wenn die meisten Frakturen im MRT sichtbar werden, besteht eine geringere Aussagekraft im Vergleich mit der CT. Besonders die dorsalen Wirbelbögen und Gelenke sind nur eingeschränkt beurteilbar [2, 6, 15].

Ligamentäre und muskuläre Veränderungen

Das vordere und hintere Längsband sowie die Zwischenwirbelscheiben müssen immer untersucht und direkt beurteilt werden. Rupturen des nur 5 mm breiten vorderen Bandes können durch eine skoliotische oder lateral flektierte Haltung in sagittaler Schnittebene vorgetäuscht werden [3]. Rupturen stellen sich als Kontinuitätsunterbrechungen unmittelbar an der vorderen oder hinteren Wirbelkörperkante dar (Abb. 1c, d).

Fokale Hyperintensitäten geben einen Hinweis auf eine traumatische Läsion [6]. Ferner können Zerrungen der vorderen Halsmuskulatur (M. sternocleidomastoideus, M. scalenus und M. longus colli) und des Ösophagus anhand von Formänderungen, Schwellungen und Signaländerungen gesehen werden [3, 6]. Verlagerungen der Zwischenwirbelscheiben können gut hinsichtlich Lage und Struktur beurteilt werden. Der betroffene Diskus zeigt oft ein Hypersignal als Zeichen eines traumatischen Ödems [6]. Eine hierdurch verursachte Ruptur des hinteren Längsbandes oder eine Rückenmarks- oder Nervenwurzelkompression werden sichtbar.

Rückenmarksverletzungen

Frische Myelonblutungen zeigen sich in T2 als hypointenses Areal, das von einem hyperintensens Ödem umgeben ist (Abb. 1c, d). Im weiteren Verlauf der nächsten Tage ändert sich das Signalverhalten zu einem Hypersignal. Das Endstadium ist ein hypointenser Focus.

Rein ödematöse frische Läsionen stellen sich als ein homogenes hyperintenses Areal dar.

Die Differenzierung von Blutungen und Ödemen gelingt bei Feldstärken oberhalb von 1,5 T besser, da die T2-Verkürzung des Deoxyhämoglobins der Feldstärke direkt proportional ist [2]. Die T1-Gewichtung ist besonders geeignet, um Durchmesserzunahmen des Rückenmarks darzustellen [15].

In der Regel werden Rückenmarkschäden durch einen Diskusprolaps, Luxationen oder dislozierte Knochenfragmente verursacht [15]. Läsionen können aber auch indirekt durch eine Überstreckung des Rückenmarks hervorgerufen werden [3]. Selten sind epidurale Hämatome, die zu einer erheblichen Rückenmarkskompression führen können und nur mit der MRT schnell und nicht-invasiv diagnostiziert werden können [4]. Initiale geringe Ausfallssymptome sind in manchen Fällen neuroradiologisch nicht zu sichern [13]. Zystische Restläsionen sind an ihrem liquorintensen intramedullären Signalverhalten zu erkennen [2].

Chronische Beschwerden

Funktionsaufnahmen haben ihren Stellenwert in der Diagnostik chronischer Beschwerden, wobei die HWS in Ante- und Retroflexion untersucht wird. Physiologischerweise kommt es bei Beugung zu einer Verschmälerung des vorderen Subarachnoidalraums und bei Streckung zu einer Dorsalverlagerung des Zervikalmarks [10]. Bewegungsabhängige Instabilitäten einzelner Segmente, Bandscheibenprotrusionen, Spinalkanalstenosen und Spondylophyten können bei bestimmten Bewegungen zum Hypomochlion werden und eine Rückenmarkskompression bewirken [10, 11, 14].

Die MRT gibt abgesehen von der Frakturbeurteilung den weitesten Einblick in die anatomischen Strukturen der HWS. Sie ermöglicht nicht nur eine detaillierte Darstellung der anatomischen Strukturen sondern ist auch geeignet, die gegenseitigen Wechselwirkungen darzustellen. Diese Stärke kann vornehmlich im chronischen Stadium die Diagnostik erheblich verbessern.

Begutachtung

Die Crux in der Begutachtung eines Zustands nach Schleudertrauma besteht im wesentlichen darin, daß posttraumatische und gewöhnliche degenerative Veränderungen morphologisch gleich zur Darstellung kommen können. Insofern ist in der Regel unklar, inwiefern der Unfall zur Entstehung von Osteochondrose, Spondylophyten etc. beigetragen hat. Genauso kann bei vorbestehenden degenerativen Veränderungen nicht erkannt werden, ob sie im weiteren Verlauf als Unfallfolge zunehmen oder ob es sich um einen regulären Krankheitsverlauf handelt. Diese Problematik ist besonders schwerwiegend, da bei vielen Menschen bereits ab dem 30. Lebensjahr degenerative Veränderungen nachweisbar sind.

Weiterhin muß untersucht werden, inwiefern die Beschwerden durch die gefundenen Veränderungen erklärt werden. So werden beispielsweise in manchen Fällen diffuse Schmerzzustände durch HWS-Instabilitäten verursacht, die erst bei Funktionsaufnahmen sichtbar werden. Von einer Arbeitsgruppe wird aber auch berichtet, daß in manchen Fällen erst die probatorische Fixierung einzelner Bewegungssegmente für Beschwerdefreiheit gesorgt hat, ohne daß zuvor die Instabilität dargestellt werden konnte [8]. Also muß im Einzelfall eine aufwendige Diagnostik durchgeführt werden, aus der sich neben der gutachterlichen Relevanz unter Umständen auch therapeutische Ansätze ergeben.

Kongenitale Anomalien

Bei Vorliegen kongenitaler Anomalien wird man in der Regel von einem erhöhten Risiko ausgehen, chronische Beschwerden zu entwickeln. Dies ist insbesondere bei den Veränderungen berechtigt, die mit einer offensichtlich reduzierten Stabilität durch fehlende Knochenanlagen einhergehen. Allerdings ist es auch oft beeindruckend, in welchem Maße Fehlanlagen ohne jegliche klinische Beschwerden bestehen. In Abhängigkeit von der Klinik muß manchmal eine komplexe Stufendiagnostik durchgeführt werden. Eine Kausalität zum Unfall kann trotz alledem oft nicht sicher nachgewiesen werden. Vice versa kann allerdings eine Ag-

gravation durch den Unfall auch nicht ausgeschlossen werden. Die Beurteilung dieses multifaktoriellen Geschehens, bei dem auch psychosoziale Faktoren eine Rolle spielen können, sollte nach Möglichkeit in enger Kooperation mit den klinisch tätigen Gutachtern erfolgen.

Fazit für die Praxis

Die vorliegende Arbeit beschreibt die radiologischen Verfahren zur Diagnostik eines Schleudertraumas der Halswirbelsäule.

Im Bereich der Akutdiagnostik werden vornehmlich die konventionelle Röntgentechnik und die Computertomographie zum Ausschluß von Frakturen oder Luxationen eingesetzt. Die Computertomographie ist die Methode der Wahl bei der Beurteilung knöcherner Läsionen.

Die Magnetresonanztomographie hat insbesondere bei Läsionen im Bereich der Weichteile und neuronalen Strukturen eine herausragende diagnostische Bedeutung.

Für die Begutachtung eines Schleudertraumas der Halswirbelsäule gilt es, vorbestehende degenerative Veränderungen und kongenitale Anomalien abzugrenzen, und ihre Bedeutung für die durch den Unfall hervorgerufenen Schädigungen zu beurteilen. Dies erfordert häufig eine aufwendige radiologische Diagnostik.

Literatur

1. Borchgrevink GE, Smevik O, Nordby A, Rinck PA, Stiles TC, Lereim I (1995) **MR imaging and radiography of patients with cervical hyperextension-flexion injuries after car accidents.** Acta Radiol 36: 425
2. Buchberger W, Springer P, Birbamer G, Judmaier W, Kathrein A, Daniaux H (1995) **Magnetresonanztomographie beim spinalen Trauma.** Fortschr Röntgenstr 163: 53
3. Davis SJ, Teresi LM, Bradley WG, Ziembra MA, Bloze AE (1991) **Cervical spine hyperextension injuries: MR findings.** Radiology 180: 245
4. Dougall TW, Kay NRM, Turnbull LW (1995) **Acute cervical epidural haematoma after soft-tissue cervical spine injury.** Injury 26: 345
5. Dvorak J, Panjabi MM, Groeb D, Novotny JE, Antinnes JA (1993) **Clinical validation of functional flexion/extension radiographs of the cervical spine.** Spine 18: 120
6. Flanders AE, Schaefer DM, Doan HT, Mishkin MM, Gonzalez CF, Northrup BE (1990) **Acute cervical spine trauma: correlation of MR imaging findings with degree of neurologic deficit.** Neuroradiology 177: 25

7. Griffiths HJ, Olson PN, Everson LI, Winemiller M (1995) **Hyperextension strain or "whiplash" injuries to the cervical spine.** Skeletal Radiol 24: 263
8. Grob D, Panjabi M, Dvorak J, Humke T, Lyndon C, Vasavada A, Crisco J (1994) **Die instabile Wirbelsäule – eine „in-vitro“- und „in-vivo-Studie“ zum besseren Verständnis der klinischen Instabilität.** Orthopäde 23: 291
9. Meenen NM, Katzer A, Dihlmann SW, Held S, Fyfe I, Jungbluth KH (1994) **Das Schleudertrauma der HWS – über die Rolle degenerativer Vorerkrankungen.** Unfallchirurgie 20: 138
10. Muhle C, Weiskirchen J, Brinkmann G, Falliner A, Weinert D, Reuter M, Heller M (1995) **Kinematische MRT bei degenerativen HWS-Veränderungen.** Fortschr Röntgenstr 163: 148
11. Nägele M, Koch W, Kaden B, Wöll B, Reiser M (1992) **Dynamische Funktions-MRT der HWS.** Fortschr Röntgenstr 157: 222
12. Pettersson K, Kärrholm J, Toolanen G, Hildingsson C (1995) **Decreased width of the spinal canal in patients with chronic symptoms after whiplash injury.** Spine 20: 1664
13. Pettersson K, Hildingsson C, Toolanen G, Fagerlund M (1994) **MRI and neurology in acute whiplash trauma.** Acta Orthop Scand 65: 525
14. Schnarkowski P, Weidenmaier W, Heuck A, Reiser MF (1995) **MR-Funktionsdiagnostik der HWS nach Schleudertrauma.** Fortschr Röntgenstr 162: 319
15. Schweighofer F, Ranner G, Schleifer P, Wildburger R, Hofer HP, Stockenhuber N (1995) **Hyperextensionsverletzungen der unteren HWS und die Diagnostik von dorsal instabilen Bewegungssegmenten.** Langenbecks Arch Chir 380: 162
16. Sievers KW (1985) **Über die congenitalen Fehlbildungen des occipito-cervicalen Überganges unter Berücksichtigung der Computertomographie.** Inauguraldissertation Universität Essen

G.Schorn

Medizinprodukte – Recht

Stuttgart: WVG, 1996. 1750 S., 20 Abb., (ISBN 3-8047-1472-2), 2 Ringbücher, DM 248,–

Das Medizinprodukte-Recht, das mit dem Medizinproduktegesetz (MPG) 1994 eine umfassende Regelung gefunden hat, erscheint auf den ersten Blick als ein unübersichtliches Rechtsgebiet. Eine Vielzahl verschiedener Regelungen auf verschiedenen Regelungsebenen erschwert das Verständnis. Eine Masse gesetzlicher und untergesetzlicher Vorschriften tragen dazu bei, daß die Aufgabenwahrnehmung im Bereich des Medizinprodukterechts einen erheblichen Zeitbedarf mit sich bringt. Als da sind:

- ▶ das Arzneimittelgesetz
- ▶ das Lebensmittel- und Bedarfsgegenständengesetz
- ▶ das Gerätesicherheitsgesetz
- ▶ das Chemikaliengesetz
- ▶ eich- und meßrechtliche sowie atomrechtliche Vorschriften
- ▶ Regelungen im Rahmen des internationalen Rechts, vornehmlich aus dem Bereich der EU
- ▶ ergänzende Ausführungsregelungen und schließlich
- ▶ eine Vielzahl von behördlichen Zuständigkeiten.

Das von Schorn verfaßte Werk „Medizinprodukte-Recht“ ist ein wesentliches, grundlegendes Hilfsmittel, um sowohl den schnellen Einstieg auf diesem Gebiet zu finden, als auch die praktische Arbeit im konkreten Fall zügig und sicher zu bewältigen.

Der im ganzen höchst durchdachte, gerade für die Praxis geschaffenen, Aufbau führt den Leser zunächst in einen Allgemeinen Teil (A), der, neben einer Benutzereinführung nebst Abkürzungen und einem Verzeichnis weiterführender Literatur, vor allem die exakten Verzeichnisse sämtlicher maßgeblicher Behörden auf Bundes- und Länderebene, der Europäischen und der außereuropäischen Institutionen unter zusätzlicher Einbeziehung der nationalen und internationalen Verbände aufweist.

Die besondere Praktikabilität wird im „Speziellen Teil“ (B) vor allem daran deutlich, daß im Schorn zunächst (Teil B 1) die sachlichen Anwendungsgebiete der für das Medizinprodukterecht einschlägigen Vorschriften – vom MPG bis zu den Regelungen aus dem EU-Bereich – systematisch durchdacht „vor

die Klammer gezogen“ sind, bevor sich die Darstellung den maßgeblichen Sachkomplexen umfassend zuwendet. Dies vereinfacht die Arbeit innerhalb der nachfolgenden speziellen, sachbezogenen Kapitel (B 2 ff.) in besonderem Maße (Teil C).

Der Abschnitt „Rechtstexte“ enthält u.a., neben dem MPG, die exakten Texte der für das Medizinprodukterecht einschlägigen gesetzlichen und untergesetzlichen Vorschriften, insbesondere aus den Bereichen Arzneimittel-, Gerätesicherheits-, Chemikalien-, Eich- und Meßrecht oder Atomrecht. In den „Materialien“ (D) ist eine breite Palette solcher Informationen, die für den Vollzug von Aufgaben im Bereich des Medizinprodukterechts unentbehrlich sind, enthalten. So sind etwa behördliche Bekanntmachungen, Verwaltungsvorschriften, Verbandsempfehlungen, Richtlinien oder auch in Betracht kommende Musterbögen hier zu finden.

Teil E (Europäisches Recht) weist die breite Palette sämtlicher relevanter primär- und sekundärrechtlicher Vorschriften aus dem Bereich der EU auf.

Teil M ist schließlich dem MPG gewidmet, das, neben seinem Gesetzestext, einer englischsprachigen Übersetzung, den relevanten Verordnungen und Informationen über nach § 17 Abs. 4 MPG errichtete Ethikkommissionen, vor allem eine Kommentierung zum selben enthält.

Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis, weiterführende Verzeichnisse in den Teilen C und D sowie ein genaues Sachverzeichnis ermöglichen den schnellen Zugriff auf die jeweilige Fragestellung.

Das Werk sucht seinesgleichen! Den Autoren, durchweg erfahrenen, in obersten Bundesbehörden tätigen Praktikern, ist es gelungen, ein Buch für die Praxis darzubieten. Ein Nachschlagewerk, das Medizinprodukterecht gerade auch hinsichtlich der konkreten Arbeit „am Fall“ vollständig und vor allem systematisch erfasst.

Namentlich die Kommentierung des MPG stellt, soweit ersichtlich, die erste umfassende Erläuterung auf diesem Gebiet dar! Im ganzen ist das Werk sehr übersichtlich aufgebaut, durchweg in klarer Sprache gehalten und in seinen Schwerpunkten angemessen gestaltet. Mit ihrem Werk, das in 2. Auflage das Buch „Medizinische Hilfsmittel und Geräte“ ablöst, haben die Autoren Standards gesetzt. Es wird vor allem dem Praktiker, aber auch dem Juristen und Verwaltungsbeamten unentbehrlicher Helfer sein.

G. Schneider (Chemnitz)