

V. Bühren¹ · M. Potulski¹ · H. Jaksche²

¹ Chirurgie/Unfallchirurgie, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau

² Abteilung für Neurochirurgie, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau

Chirurgische Versorgung bei Tetraplegie

Zusammenfassung

Die traumatische Läsion des Halsmarks stellt eine der gravierendsten Unfallfolgen mit lebenslangen schwerwiegenden Konsequenzen dar. Bei Patienten mit relevanter Verletzung der Halswirbelsäule (HWS) muß in 28 % mit neurologischen Ausfällen gerechnet werden, wobei die Inzidenz bei Läsionen der unteren HWS mit 44 % deutlich höher liegt. Das Risiko einer traumatischen Halsmarkschädigung steigt mit zunehmender Enge des Spinalkanals und zeigt daher einen 2. Häufigkeitsgipfel im höheren Lebensalter. In der präklinischen Phase sollte schon der Verdacht auf eine Halsmarkschädigung zu einer sofortigen effektiven Stabilisierung der HWS führen, die erst nach radiologischem Ausschluß einer relevanten Verletzung aufgegeben werden darf. Die hochdosierte Methylprednisolon-Therapie sollte bei Vorliegen einer traumatischen Rückenmarkschädigung schnellstmöglich eingeleitet werden. Das diagnostische Procedere umfaßt Nativröntgenaufnahmen der gesamten Wirbelsäule sowie das Computertomogramm (CT) zur Abklärung suspekter Befunde und zur präoperativen Planung, aktiv gehaltene Aufnahmen zur Aufdeckung von Instabilitäten und die Anfertigung eines Kernspintomogramms (MRT) bei fehlender Röntgenpathologie und bestehenden neurologischen Ausfällen. Die Ziele der operativen Behandlung bestehen in der Dekompression, Reposition und Retention zur Neuroprotektion und Sicherstellung der Intensivbehandlung. Der alleinige vordere Zugang ist in aller Regel ausreichend für die genannten Ziele, dorsale Zugänge sollten zur Schonung der innerviert verbliebenen Halsmuskulatur nach Möglich-

keit vermieden werden. Die postakute Phase ist durch Ausfall der systemischen Steuermechanismen des Organismus im spinalen Schock gekennzeichnet. Die Beherrschung der Regulationsstörung ist nur unter intensivmedizinischen Bedingungen möglich. Eine Respiratortherapie über einen gewissen Zeitraum ist nahezu immer notwendig. Typische Komplikationen sind häufig und müssen insbesondere unter dem Aspekt einer fehlenden Schmerzangabe erkannt werden. Die möglichst frühzeitige Verlegung des Halsmarkgeschädigten zur Frührehabilitation in spezialisierte Paraplegikerzentren ist zu empfehlen, da die Rate plegikerspezifischer Komplikationen nachweislich proportional mit der Aufenthaltsdauer im nicht spezialisierten Zentrum steigt.

Schlüsselwörter

Halsmarkverletzung · Akuttherapie bei Tetraplegie · Operative Therapie der HWS · Frührehabilitation tetraplegischer Patienten

Die traumatische Läsion des Halsmarks gehört zu den gravierendsten denkbaren Unfallfolgen. Neben dem tetraplegischen Funktionsausfall resultieren schwerwiegende Beeinträchtigungen praktisch aller Organsysteme. Diese führten noch vor wenigen Jahrzehnten innerhalb von Tagen und Wochen nahezu regelmäßig zu einem frühen Versterben der Verletzten.

Es ist das Verdienst von Sir Ludwig Guttman, der als Neurochirurg in den

30er Jahren nach England emigrierte, durch Systematisierung von Akutbehandlung und Rehabilitation den entscheidenden Durchbruch für die Rückenmarkverletzten mit einem möglichen Überleben auch bei zervikalen Läsionen geschafft zu haben [18]. Die wichtigste logistische Maßnahme für die Prognosebesserung stellte die erstmalige und beispielhafte Einrichtung einer zentralen Behandlungseinheit als sog. „spinal unit“ am „Stoke Mandeville Hospital“ dar.

Dieses Konzept wurde dank der Initiative der Berufsgenossenschaften auch in Deutschland übernommen. 1966 hat die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau die erste deutsche Spezialabteilung zur Betreuung rückenmarkverletzter Patienten eingerichtet. Unter derartigen Voraussetzungen und bei konsequenter Nutzung der Fortschritte in der chirurgischen und intensivmedizinischen Therapie werden heute auch komplette Halsmarkläsionen zu über 90 % dauerhaft überlebt.

Während die Betreuung in der Rehabilitationsphase und die lebenslange Nachsorge unfallbedingter Tetraplegiker nahezu ausschließlich durch die spezialisierten Zentren für Rückenmarkverletzte wahrgenommen werden, erfolgt die erste operative und intensivmedizinische Therapie häufig durch andere akutversorgende Kliniken, die

Prof. Dr. V. Bühren
BG-Unfallklinik Murnau, Prof. Küntscher-Straße 8,
D-28418 Murnau

V. Bühren · M. Potulski · H. Jaksche

Surgical management of tetraplegia

Summary

The traumatic lesion of the cervical cord implies one of the most serious sequale after accident with severe consequences for lifetime. In patients with a relevant injury of the cervical spine in 28 % neurological deficits are seen with an even higher incidence of 44 % in the lower cervical spine. The risk of traumatic cervical cord injury further increases with progressing stenosis of the spinal canal and therefore a second peak of occurrence has to be observed in the elderly. In the preclinical phase even suspicion of a cervical cord lesion should lead to effective stabilization of the cervical spine and should be removed only after imaged proof of integrity. A high dosage therapy of methylprednisolon should be started as early as possible in every case of spinal cord injury. Diagnostic procedures are including x-rays of the whole spine, CT-scans for clearance of suspicious findings and preoperative planning, image intensifying under controlled stress for hidden instabilities and MRI for spinal cord injuries without abnormal radiological findings. Aims of operative treatment are consisting of decompression, reduction and stabilization with the aims of protection of the neurogenic structures and to secure intensive care treatment. These objectives can be met sufficiently by a single ventral approach in most instances. Dorsal approaches should be avoided whenever possible leaving the important innervation of the paracervical muscles intact. The post-acute phase is marked by loss of systemic control mechanism as a consequence of the spinal shock. The consecutive deficits can be mastered only by treatment under intensive care standards. Respirator therapy is advisable especially for higher plegic lesions. Typical complications are frequent and should be watched for carefully because of the absence of pain sensation. Patients with cervical cord injuries should be transferred to specialized paraplegic units for early rehabilitation as soon as possible since the rate of specific complications like decubital ulcers increases with the days of stay in non-specialized units.

Key words

Cervical cord injury · Acute therapy of tetraplegia · Operative treatment of the cervical spine · Early rehabilitation of tetraplegic patients

über eine entsprechende Kompetenz in der Wirbelsäulentraumatologie verfügen. Auch in diesen Institutionen sollten die über die operationstechnischen Aspekte hinausgehenden spezifischen Ansprüche an die Akutversorgung Halsmarkgelähmter geläufig sein, wie sie sich aus den Erfordernissen der Therapie in der postakuten Phase sowie der frühen funktionellen und späteren sozialen Rehabilitation herleiten.

Epidemiologie

Die Anlaufstelle „Querschnittslähmungen“¹ hat für die 21 beteiligten Zentren mit einer Gesamtbettenzahl von 1082 in den letzten 5 Jahren einen relativ konstanten Zugang von jährlich 600 Tetraplegikern registriert. Unter Schätzung der nicht Erfassten ergibt sich für Deutschland eine Inzidenz von 10 Fällen/1 Mio. Einwohner und Jahr, wie sie auch für andere Industrienationen angegeben wird [37]. Im Gesamtkollektiv aller rückenmarkbezogenen Lähmungen machen die zervikalen Lokalisationen $\frac{1}{3}$ aus. Das Geschlechterverhältnis weist 70 % Männer und 30 % Frauen aus. Der Anteil der Kinder liegt bei 1 %.

Zwei Drittel der Lähmungen entstehen durch Unfälle, $\frac{1}{3}$ durch Erkrankungen, wobei Metastasen an erster Stelle stehen, gefolgt von Ausfällen vaskulärer Genese. Von den Unfällen resultieren nahezu 40 % aus dem Straßenverkehr, je etwa 20 % aus sportlicher Betätigung oder Sturz; 5 % gehen auf einen Suizidversuch zurück. Knapp 30 % der Patienten stehen aufgrund eines Wege- oder Arbeitsunfalls unter dem Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung.

Bei Patienten mit relevanter Verletzung der HWS, definiert als knöcherner Läsion und/oder Instabilität und/oder neurologische Ausfälle, ist nach den Ergebnissen einer prospektiven Sammelstudie der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäulenchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie bei 28 %

der Patienten mit neurologischen Ausfällen zu rechnen [11]. Von den 500 erfassten Patienten wiesen 17 % Komplet- und 11 % Teillähmungen auf.

Bezüglich der Höhenlokalisierung ergaben sich in dieser Studie für die obere HWS (C 0 bis C 2/C 3) bei 225 Patienten lediglich in 9 % neurologische Störungen, wobei 11 Patienten eine hohe Komplettlähmung zeigten. An der unteren HWS (C 2/C 3 bis C 7/C 8) lag der Anteil neurogener Ausfälle mit 44 % wesentlich höher. Prädeliktionshöhen sind C 4/C 5 und C 5/C 6 mit jeweils knapp 30 %, gefolgt von C 3/C 4 mit 15 %, C 2/C 3 mit 10 % und C 7/C 8 mit 8 %. Der 2. Halswirbel ist in 6 % der Fälle, der 1. Halswirbel in 3 % der Fälle betroffen.

Anmerkungen zur Pathophysiologie

Die besondere Vulnerabilität der HWS resultiert aus der flexiblen Verbindung der relativ hohen Gewichtsmasse des Kopfes mit dem Rumpf. Das Halsmark wird verletzt, wenn die ligamentären, muskulären und ossären Strukturen des Halses und namentlich der Wirbelsäule die Energie einer plötzlichen Relativbewegung zwischen Kopf und Rumpf nicht kompensatorisch aufnehmen können [12]. Das Halsmark kann dabei direkt durch übermäßige Flexion, Extension, Rotation und axialen Zug oder indirekt durch Quetschung von Bandscheiben- oder Knochenfragmenten geschädigt werden.

Das Risiko einer Halsmarkschädigung steigt mit zunehmender Enge des Spinalkanals [16]. Dies erklärt gemeinsam mit der Minderung der Bruchlast und der Flexibilität wegen der zunehmenden Einsteifung der kleinen Wirbelgelenke den zweiten epidemiologischen Häufigkeitsgipfel im höheren Lebensalter. Eine zervikale Stenose ist definiert als Verhältnis Weite des Spinalkanals zu Weite des Wirbelkörpers von weniger als 0,8 im seitlichen Röntgenbild.

Die Schädigung der Rückenmarkstrukturen kann zum einen rein mechanisch durch Zerreißen oder Abscherung erfolgen. Darüber hinaus sowie additiv begleitend kann es auch ohne makroskopische Strukturzerstörung bei Quetschungen zu Mikroeinblutungen in das Mark mit einer folgenden

¹ Aktuelle Adresse zur Vermittlung von Spinalbetten für Tetraplegiker: Anlaufstelle für die Vermittlung von Betten für Querschnittgelähmte (beim Berufsgenossenschaftlichen Institut für Traumatologie des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V.) Bergedorfer Straße 10, 21033 Hamburg, Tel.: 0 40/73 06 26 04, Fax: 0 40/7 38 93 15.

Kaskade sekundärer Schädigungen kommen, die über biochemische Entgleisungen zur Zerstörung der biologischen Membranen mit konsekutiver zystischer Degeneration und Neurolyse führen. Letztere Mechanismen bilden die rationale Grundlage für die laufenden experimentellen Studien, die über eine Membranprotektion zumindest diesen sekundären, vaskulär und neuronal vermittelten Schaden minimieren wollen [31].

Präklinische Phase

Die klinischen Zeichen der Halsmarkschädigung sollten nach Möglichkeit an der Unfallstelle erkannt werden, wobei der bewußtseinsklare Verletzte mit Bewegungsunfähigkeit aller 4 Extremitäten eine eindeutige Symptomatik bietet. Bisweilen werden Teilparesen der Arme verkannt und der Patient als Paraplegiker mit tieferer Lähmungshöhe eingestuft. Schon im Verdachtsfall und insbesondere beim Bewußtlosen muß daher eine potentielle Verschlimmerung durch Bergung, Lagerung und Transport durch einen prophylaktischen Maßnahmenkatalog, der insbesondere das Anlegen einer stabilisierenden Zervikalstütze beinhaltet, vermieden werden [33].

Hinweise auf eine Halsmarkschädigung geben das Unfallgeschehen – klassisch ist der Kopfsprung in das flache Wasser – und die Rasanze des Traumas. Praktisch können bei allen Pkw-Unfällen mit höherer Kollisionsgeschwindigkeit Relativbeschleunigungen zwischen Kopf und Rumpf entstehen, die eine Dissoziation des HWS-Gefüges bewirken können. Besonders gefährdet sind ältere Patienten mit verminderter oder aufgehobener (M. Bechterew) Beweglichkeit der HWS und mit degenerativ bedingter relativer Spinalkanalenge. Der Anteil derartiger altersbedingter und degenerativer Vorschäden in der DGU-Studie betrug nahezu 30 %.

Zusatzverletzungen sind häufig, in der DGU-Studie traten die HWS-Verletzungen in weniger als der Hälfte der Fälle isoliert auf. Extremitäten- und Schädelverletzungen wiesen je ein Viertel der Verletzten, zusätzliche Wirbelsäulen- und Thoraxverletzungen je 10 % auf; 9 % der Verletzten waren auch unter Außerachtstellung der Tetraplegie schwerst polytraumatisiert.

Tabelle 1

Derzeit gültiges Schema zur Akutbehandlung mit hochdosiertem Methylprednisolon bei akuten Rückenmarktraumen

Initial Bolusinjektion innerhalb 15 min	30 mg Methylprednisolon/kg KG						
Körpergewicht [kg]	60	65	70	75	80	85	90
Injektionsdosis [mg gesamt]	1800	1950	2100	2250	2400	2550	2700
Injektionsdosis [ml gesamt]	18	19,5	21	22,5	24	25,5	27
Injektionsvolumen [ml/min]	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
Fortsetzung Perfusor 23 h	5,4 mg Methylprednisolon (MP)/kg KG/h						
Perfusorvolumen/h [ml/h]	3.2	3.5	3.8	4.1	4.3	4.6	4.9
Perfusorvolumen total [ml/23 h]	75	81	87	93	99	106	112
Perfusordosis total [mg MP]	7452	8073	8694	9315	9936	10557	11178
MP-Dosis gesamt [mg MP]	9252	10023	10794	11565	12336	13107	13878

In der Konsequenz ist für die präklinische Phase bei folgenden Konstellationen von einer potentiellen HWS-Verletzung und somit einer bestehenden oder drohenden Tetraplegie auszugehen:

- ▶ Lähmungen und/oder Gefühlsstörungen der Arme und/oder der Beine
- ▶ Polytraumatisierung
- ▶ Bewußtloser Patient, inklusive schwere Alkoholintoxikation
- ▶ Schwerwiegende Kopfverletzung
- ▶ Schmerzangabe im Halsbereich

Bei der Bergung ist der Kopf des Verletzten durch einen dezidiert zu bestimmenden und ausschließlich auf diese Verrichtung konzentrierten Helfer konstant bei leichtem Zug in angedeuteter Lordose zu halten. Anschließend wird eine Zervikalstütze angelegt, die erst nach Abschluß der radiologischen Diagnostik wieder entfernt wird. Beim Transport wird der Kopf am günstigsten zusätzlich auf einer Vakuummatratze stabilisiert.

Die Sicherung des Atemweges und die adäquate Oxygenierung beim Schwerverletzten haben prinzipiell Vorrang. Entsprechend kompromißlos darf eine indizierte Intubation nicht wegen befürchteter Halsmarkkomplikationen unterlassen werden, im Falle eines sehr hohen Lähmungsniveaus ist diese Maßnahme lebensrettend. Gefährdend sind lediglich abrupte Drehungen, starke Flexion und ein übermäßiger Längszug. Die zur Intubation notwendige Extension unter leichtem

Zug in Neutralrotation ist nachgewiesenermaßen unschädlich. Bei sicherer Beherrschung der naso-trachealen Intubation kann diese zur Anwendung kommen.

Die Wahl der Zielklinik wird sich insbesondere bei Mehrfachverletzung an der Vitalgefährdung orientieren [21]. Ansonsten sollte bei vermuteter oder nachweisbarer HWS-Verletzung ein in der Wirbelsäulentraumatologie ausgewiesenes Zentrum gewählt werden. Bei Entfernungen über 50 km ist der Helikoptertransport indiziert. Bei stabilen Kreislaufverhältnissen und offensichtlicher Tetraplegie ist auch bei längerer Transportzeit die primäre Verbringung in ein Rückenmarkverletztzentrum angezeigt.

NASCIS-Schema

Tierexperimentelle Studien und kasuistische Beobachtungen bildeten die Grundlage für die Annahme, daß durch frühzeitige und hochdosierte Kortisongaben Verlauf und Ausmaß der traumatischen Rückenmarkschädigung günstig beeinflusst werden kann. Die Wirksamkeit einer hochdosierten Methylprednisolon-Therapie konnte an insgesamt 487 Patienten im Vergleich zu Naloxon und Placebo in einer kontrollierten randomisierten Studie (NASCIS-2) nachgewiesen werden [8].

Der neuroprotektive Wirkungsmechanismus des Methylprednisolons wird in erster Linie in einer Inhibition der Lipidperoxidation und einer Verbesserung des Blutflusses mit signifi-

Motorik

Kennmuskeln

	R	L	
C2			
C3			
C4			
C5			Ellbogenbeuger
C6			Handgelenkstrecker
C7			Ellbogenstrecker
C8			Fingerbeuger (distale Phalanx des Mittelfingers)
T1			Fingerabspreizer
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			
T7			
T8			
T9			
T10			
T11			
T12			
L1			Hüftbeuger
L2			Kniestrecker
L3			Fußheber
L4			Großzehstrecker
L5			Fußsenker
S1			
S2			
S3			
S4-5			

0 = komplette Lähmung
1 = tastbare oder sichtbare Kontraktion
2 = aktive Bewegung, Schwerkraft aufgehoben
3 = aktive Bewegung, gegen Schwerkraft
4 = aktive Bewegung, gegen geringen Widerstand
5 = aktive Bewegung, gegen vollen Widerstand
NT = nicht prüfbar

Willkürliche Analsphinkterkontraktion (Ja/Nein)

GESAMT + = **MOTORIK - SCORE**
(MAXIMUM) (50) (50) (100)

Sensibilität

Sensible Kennzonen

0 = fehlend
1 = eingeschränkt
2 = normal
NT = nicht prüfbar

Berührung Nadelstich

	R	L	R	L	
C2					
C3					
C4					
C5					
C6					
C7					
C8					
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					
T6					
T7					
T8					
T9					
T10					
T11					
T12					
L1					
L2					
L3					
L4					
L5					
S1					
S2					
S3					
S4-5					

Perianale Empfindung (Ja/Nein)

GESAMT + = **NADELSTICH - SCORE** (max: 112)
(MAXIMUM) (56) (56) (56) (56)

+ = **BERÜHRUNGS - SCORE** (max: 112)

NEUROLOGISCHE HÖHEN Das kaudalste Segment mit normaler Funktion	SENSIBILITÄT MOTORIK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">R</td><td style="width: 50%; text-align: center;">L</td></tr> </table>	R	L	KOMPLETT ODER INKOMPLETT? <input type="checkbox"/>	ZONE PARTIELLEN FUNKTIONSERHALTS Partiell innervierte Segmente	SENSIBILITÄT MOTORIK	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">R</td><td style="width: 50%; text-align: center;">L</td></tr> </table>	R	L
R	L									
R	L									

Inkomplett = Vorliegen irgendwelcher sensibler oder motorischer Funktion in tiefstem sakralen Segment

Abb. 1 ▲ Erfassungsbogen der ASIA für Rückenmarkverletzte

kanter Minderung des Gewebeödems gesehen. Weitergehende Untersuchungen bestätigten die Grundregeln der Therapie mit einer hohen Dosierung von 30 mg/kg KG und der frühzeitigen Bolusgabe möglichst innerhalb der ersten 3 bis spätestens 8 h nach Trauma (Tabelle 1).

Kontraindikationen bestehen praktisch nicht. Nebenwirkungen wie Wundinfektionen und gastrointestinale Blutungen werden kasuistisch berichtet, sind in kontrollierten Studien aber nicht mit einer signifikanten Häufung belegt. Die Methylprednisolon-Gabe nach dem NASCIS-Schema bei Vorliegen einer traumatischen Rückenmarkschädigung, möglichst schon durch den Notarzt und spätestens in der Notaufnahme, wird heute von den führenden Paraplegikerzentren mehrheitlich empfohlen.

Diagnostik

Die neurologische Untersuchung bei Klinikaufnahme muß das Lähmungsmaß und die Lähmungshöhe sicher erfassen. Die wichtigsten Kennmuskeln für die HWS sind für C 5 die Beugung im Ellenbogen, für C 6 die Streckung im Handgelenk und für C 7 die Ellenbogenstreckung. Die sensible Lähmungshöhe wird bei Prüfung am vorderen Thorax häufig zu tief eingeschätzt, da das sensible Versorgungsgebiet der Nn. supraclaviculares aus C 3 und 4 bisweilen bis knapp oberhalb der Mamillen reicht [20]. Die im internationalen Konsens standardisierte Klassifikation (Abb.1) und der Erhebungsbogen der ASIA (American Spinal Injury Association) erleichtert die Befunddokumentation erheblich [3]. Der Befund ist kontinuierlich, am Anfang stündlich zu kontrollieren. Protokolliert werden Lähmungshöhe und Lähmungsmaß (Tabelle 2). Bei Verfügbarkeit sollte ein

neurologischer Konsiliarius hinzugezogen werden, um präoperativ den Ausgangsstatus, auch unter dem Gesichtspunkt der Rechtssicherheit, zu dokumentieren.

Eine bildgebende Akutdiagnostik der HWS in 2 Richtungen ist entsprechend der vorstehenden indikatorischen Checkliste bei verdächtigem Unfallhergang, bei Polytraumatisierung, SHT, bei neurologischen Ausfällen und bei Beschwerdeangabe obligat. Bei bestehender Querschnittssymptomatik sollte generell die gesamte Wirbelsäule radiologisch dargestellt werden, wobei bei tetraplegischen Patienten in 10% der Fälle eine Zweitfraktur der Wirbelsäule kaudal zu erwarten ist. Schwachpunkte der konventionellen Röntgendiagnostik sind die unübersichtliche Darstellung der oberen HWS durch Überlagerung und Fehlprojektionen sowie die fehlende Abbildung unterhalb C 6 durch Überlagerung des Schultergürtels. Durch Zug an den Armen nach

Der Unfallchirurg 1-99 | 5

Tabelle 2

ASIA-Klassifikation zur Einteilung des Lähmungsmaßes bei Wirbelerletzungen

A =	Komplett: Keine sensible oder motorische Funktion ist in den sakralen Segmenten S 4 bis S 5 erhalten.
B =	Inkomplett: Sensible, aber keine motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten und dehnt sich bis in die sakralen Segmente S 4/S 5 aus.
C =	Inkomplett: Motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten, und die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus hat einen Muskelkraftgrad von weniger als 3.
D =	Inkomplett: Motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten, und die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus hat einen Muskelkraftgrad größer oder entsprechend 3.
E =	Keine Ausfälle

kaudal sowie mit der sog. Schwimmeraufnahme mit einseitig abgesenkter Schulter und kontralateral erhobenem Arm lässt sich der zervikothorakale Übergang verbessert darstellen. Die a.-p.-Aufnahme durch den geöffneten Mund ergibt eine gute Orientierung für C 1 und C 2.

Bei klinischem Lähmungsbild erfordert die Präzisierung unklarer Befunde, in jedem Fall aber die Planung operativer Eingriffe zwingend die Abklärung über ein CT. Dieses ermöglicht bei korrekter Positionierung der Schnittebene an der oberen HWS eine vollständige Erfassung aller knöchernen Komponenten. Für den zervikothorakalen Übergang und den Bereich der oberen BWS stellt das CT die letztendlich einzig sichernde diagnostische Methodik dar. Wegen der häufigen Vergesellschaftung mit Schädel-Hirn-Verletzungen sollten großzügig kraniale und wegen der fehlenden klinischen Untersuchbarkeit bei suspektem Befundbild auch Körperhöhlenschichten mitgeführt werden.

Fehlen die Zeichen einer knöchernen Destruktion oder einer offensichtlichen Dislokation, können die nicht selten reponiert stehenden diskoligamentären Instabilitäten durch Funktionsaufnahmen aufgedeckt werden [36]. Konventionelle Aufnahmen mit aktiver oder passiver Flexion und Extension sind wegen der eingeschränkten Kooperation und der möglichen Befundverschlimmerung nicht geeignet. Präziser

und sicherer ist das geführte Durchbewegen unter Bildwandlerkontrolle, bei der durch den Arzt Gefügeverschiebungen unter Flexion, Extension und Zug beurteilt und dokumentiert werden können.

Neurologische Ausfälle bei fehlender Röntgenpathologie

Patienten mit neurologischem Defizit, die keinerlei radiologische Zeichen für Fraktur oder Instabilität bieten, werden im angloamerikanischen Sprachraum mit dem Begriff SCIWORA (= „spinal cord injury without radiographic abnormalities“) beschrieben. Typischerweise handelt es sich um pädiatrische Patienten mit ligamentärer Hypermobilität und um ältere Patienten mit vorbestehender Stenose des Spinalkanals. In diesen Fällen ist heute die diagnostische Abklärung mittels MRT zu empfehlen, die Ätiologie, Lokalisation und Ausmaß der spinalen Kompression mit hoher Sicherheit klären kann [32].

Patientengut

In der eigenen Institution wurden über einen 5-Jahres-Zeitraum 154 posttraumatische Tetraplegiker in der Akutphase aufgenommen. In 28 Fällen entsprechend 18 % konnte der Lähmungshöhe nach Nativ-, CT- und Funktionsdiagnostik kein akut pathologischer Röntgenbefund zugeordnet werden.



Abb. 2 a, b ▲ 48-jähriger Patient nach Pkw-Unfall, als angeschnallter Fahrer polytraumatisiert mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma, Rippenserienfraktur und Kettenfraktur der rechten unteren Extremität. Vom Notarzt berichtete Minderbewegung aller 4 Extremitäten, die sich im Laufe der Intensivtherapie bestätigte. a Unauffällige radiologische Darstellung der HWS, in den gehaltenen Aufnahmen kein Anhalt für Instabilität. b In der Kernspintomographie Kontusion des Halsmarks auf Höhe eines diskreten Osteophyten im Bereich der Bandscheibe C 3/C 4

Obligatorisch wurde im Rahmen einer prospektiven Studie im Anschluß eine MRT-Diagnostik durchgeführt, die in allen Fällen Lokalisation, Ausmaß und Genese der Schädigung klären konnte (Abb. 2). Kausal für die Schädigung bzw. Kompression fanden sich Spinalkanalengen mit teilweise diskreten Exophytenbildungen 19 mal, traumatische Bandscheibenvorfälle 7 mal und Intraspinalhämatome 2 mal.

Bei nachgewiesener Raumforderung und bei allen akut aufgenommenen Patienten wurde eine sofortige ventrale Dekompression in den betroffenen Segmenten mit anschließender Span- und Plattenfusion vorgenommen. Bei 6 Patienten, die Stunden bis Tage nach dem Unfallereignis zugewiesen wurden, zeigte sich zum Zeitpunkt der Aufnahme eine deutliche Erholungstendenz der neurologischen Ausfälle. In diesen Fällen wurde zunächst die Schwellphase abgewartet und nach 6–10 Tagen die Dekompression und Fusion vorgenommen.

Bei den 28 Patienten mit Tetraplegie ohne Röntgenpathologie fand sich eine gemessen am Gesamtkollektiv auffallend gute Rückbildungstendenz der Lähmungen mit wesentlichen Teilremissionen bei 57%. Der Grund liegt offensichtlich in der fehlenden Instabilität, gepaart mit einem zentromedullären Syndrom, das erfahrungsgemäß eine etwa hälftige Erholungschance mit wiederherstellbarer Gehfähigkeit hat [7].

Die dargestellte Studie stützt den heute als gesichert anzusehenden Wert des MRT in der Akutdiagnostik bei Tetraplegie. Schädigungen des Myelon lassen sich schon in einer sehr frühen posttraumatischen Phase lokalisieren [29]. Die Darstellung der Kompression durch Gewebeanteile oder Hämatome ist dem CT deutlich überlegen. Allerdings gibt das MRT keinen sicheren Hinweis auf den Schädigungsgrad undislozierter Bandscheiben [28]. Auch aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit und des vor allem beim beatmeten Patienten aufwendigen Untersuchungsgangs steht das MRT in der apparativ diagnostischen Hierarchie nach Nativröntgen, CT und Funktionsaufnahmen nach wie vor an letzter Stelle.

Chirurgische Versorgung

Generelle Notwendigkeit und spezielles Vorgehen für die Therapie von HWS-Verletzungen richten sich nach den an der Wirbelsäule durchgehend gültigen Kriterien neurologisches Defizit, Dislokation und Stabilität [2, 10]. Wir sehen heute prinzipiell bei jeder traumatischen Halsmarkschädigung die Indikation zur dringlichen operativen Intervention. Die Ziele der operativen Behandlung lassen sich 1. als Neuroprotektion durch Dekompression, Reposition und Retention, 2. als Sicherstellung der Intensivbehandlung durch HWS-Stabilisierung und 3. als dauerhafte Rekonstruktion der Wirbelsäulenstellung und -form durch Spondylodese und ggf. Knochenaufbau definieren.

Die zeitliche Dringlichkeit ergibt sich zunächst aus der Vorstellung, daß eine Dekompression des Spinalkanals durch Fragmentausräumung und Feinreposition in anatomischer Stellung die Chancen einer neurologischen Erholung erhöht [22, 35]. Dieses Konzept erscheint einsichtig und ist tierexperimentell für Partialläsionen auch nachgewiesen. Der Großteil der Patienten erleidet jedoch im Unfallmoment eine Komplettläsion des Rückenmarks durch Massivquetschung, Abriß oder Abscherung, die prinzipiell biologisch nicht regenerierbar ist und daher therapeutisch bezüglich einer neurologischen Erholung nach heutigem Stand nicht beeinflußt werden kann. Nur ein kleinerer Teil der Patienten erleidet pathoanatomisch eine Partialläsion, die sich klinisch zunächst als kompletter neurologischer Ausfall präsentiert, sich aber im weiteren Verlauf auch unter konservativer Belassung spontan bessert. Nur kasuistisch läßt sich eine rasche neurologische Erholung direkt mit der operativen Intervention, z.B. nach Dekompression bei vorgefallener Bandscheibe, in Zusammenhang bringen.

Konsequenterweise wird das entscheidende Indikationsargument für eine frühzeitige operative Intervention heute in der Sicherstellung einer effektiven intensivmedizinischen Betreuung gesehen. Nach Stabilisierung der HWS sind die zur Dekubitusprophylaxe und broncho-pulmonalen Optimierung notwendigen Lagerungsmaßnahmen praktisch uneingeschränkt durchführ-

bar [25]. Die frühe Rehabilitation mit Mobilisation und Rollstuhltraining kann zum frühestmöglichen Zeitpunkt nach allgemeiner Erholung begonnen werden und wird nicht durch lange Heilungszeiten, Fehlstellungen und persistierende Instabilitäten verzögert oder gar verhindert.

Die klassische Behandlungsmethode mit Extension zur Reposition und retinierender Ausbehandlung über Schädelzwingen ist heute weitgehend verlassen. Als überbrückende Stabilisierung oder zur Reposition von Luxationen der Facettengelenke können die Gardner-Wells-Zange oder der Kopfring der Halomontage zur Anwendung kommen. Vor der gedeckten Reposition verhakter Luxationen sollte ein ventraler Bandscheibenvorfall nach Möglichkeit ausgeschlossen werden, da kasuistisch neurologische Verschlechterungen berichtet worden sind [5].

In einer Konstellation, die eine primär definitive operative Versorgung nicht ermöglicht, bietet die Extension mit 5–10 kg Gewicht eine Alternative zur Intermediärversorgung mit Sekundäroperation. Bei sekundärem Vorgehen ergeben sich jedoch nicht selten weitere Verzögerungen durch Einschränkungen der Operabilität, z. B. aufgrund eines mittlerweile reduzierten systemischen Zustands oder unter der Befürchtung einer septischen Komplikation bei eingetretenem bronchopulmonalem Infekt oder angelegtem Tracheostoma. Wir führen daher heute bei allen Halsmarklähmungen eine operative Definitivversorgung möglichst frühzeitig durch. Individualisierte Ausnahmeindikationen, z. B. bei Hochgelähmten, stellten wir in den letzten 5 Jahren nur bei 4% von insgesamt 150 Patienten und legten dann regelmäßig einen Halofixateur an.

Zusammengefaßt besteht für den operativen Interventionszeitpunkt eine hohe Dringlichkeit mit schnellstmöglicher Versorgung für Fälle mit zunehmender neurologischer Symptomatik sowie bei grober weiterbestehender Dislokation mit erkennbarer sekundärer Schädigungsmöglichkeit. Sofort sollten auch Patienten mit Komplettlähmung operiert werden, bei denen die Analyse des Verletzungsmusters bezüglich Dislokations- und Kompressionsausmaß für eine Besserungsmöglichkeit durch die Dekompression spricht, wei-

terhin offene Verletzungen und Komplextraumen mit Begleitverletzungen der Halsorgane. Alle anderen tetraplegischen Patienten sollten frühzeitig möglichst innerhalb 24–48 h operativ versorgt werden.

Operationstechnik

Die operative Technik hat die Ziele Dekompression, Formwiederherstellung und Stabilisierung zu verwirklichen. Das Debridement des Spinalkanals umfaßt prinzipiell alle eingesprengten Knochen- und Gewebeanteile. Bei Berstungsbrüchen wird der zentrale Wirbelkörperanteil entfernt. Für den ventralen knöchernen Aufbau und die Stabilisierung mittels Implantaten gelten prinzipiell die bekannten Regeln zur Behandlung instabiler Frakturen und Luxationen der Wirbelsäule [1, 6, 30].

Für den Tetraplegiker stellt die dorsale Halsmuskulatur die letzte innerviert verbliebene Rumpfmuskulatur dar. Für die Einstellung der Blickrichtung ist der Patient bei aufgehobener Rumpfmobilität völlig auf die Kopfdrehung angewiesen. Der Mund dient je nach Lähmungshöhe für verschiedenste Verrichtungen als Handsatz und muß in Stellung gebracht und feinmotorisch koordiniert werden. Auch der Partialausfall der Schultermuskulatur führt zu einer Mehrbelastung der Halsmuskulatur. In der Konsequenz sollte nach Möglichkeit über einen alleinigen vorderen Zugang operiert werden, wobei die hohe Erfolgsquote der einseitig ventralen Instrumentierung in zahlreichen Serien belegt ist [4, 14, 24].

Dorsale Operationszugänge beeinträchtigen die vorgenannten verbliebenen Funktionen dauerhaft und lassen häufig buchstäblich hartnäckige Schmerzsyndrome zurück. Sie sollten daher, wenn irgendmöglich, beim Tetraplegiker vermieden werden. Notfalls wohl in Analogie zur Spinalstenosenchirurgie ausgeführte langstreckige dorsale Laminektomien destabilisieren die HWS zusätzlich und haben nach unseren Erfahrungen am zuverlegten Patientengut in keinem Einzelfall eine neurogene Erholung bewirkt. Im eigenen operierten Krankengut der letzten 5 Jahre kamen dorsale oder kombinierte Zugänge nur bei 5 % der Fälle und dabei vorwiegend bei Fusionen der oberen HWS zur Anwendung [19].

Die Logistik des operativen Eingriffs und die Kompetenz des Operateurs sollten optimal organisiert werden. Entgegen einer bisweilen geäußerten Ansicht, daß eine Verschlechterung beim sowieso Gelähmten nicht zu befürchten sei, ist die präzise technische Ausführung des Eingriffs mit komplikationsloser Heilung und damit ungestörter Rehabilitationsfähigkeit für den Halsmarkgelähmten essentiell. Das Setzen jedweder additiver Läsionen bedeutet für ihn einen vergleichsweise höheren Verlust an verbliebener Lebensqualität.

Die Formwiederherstellung muß präzise und die Instrumentierung der Spondylodese muß hochstabil sein, um den besonderen Anforderungen des Gelähmten mit einer ungestörten Kopfhaltung und einer hohen funktionellen Belastung schon in der Frührehabilitation Rechnung zu tragen. Knochenimplantat der Wahl ist der autologe, bi- oder trikortikale Beckenkammspan (Abb.3). Bei langstreckigen Spondylodese haben wir für die monokortikal eingebrachten Schrauben der Verriegelungsplatten gehäuft Versager gesehen, besonders in Verbindung mit nicht präziser Plattenlage und geminderter Knochendichte. Wir bevorzugen daher für diese Indikation steife Implantate mit bikortikal greifender Schraubenverankerung.

Die Instrumentierung ist als Dauerimplantat anzusehen. Sie sollte den absehbaren Entwicklungen der Diagnostik Rechnung tragen und im Hinblick auf später notwendige Kontrolluntersuchungen die modernen Schnittbildverfahren möglichst wenig stören. Bei einer nunmehr umfassenden Verfügbarkeit für nahezu alle Implantatmodelle kann als Empfehlung gelten, für die Spondylodese beim Tetraplegiker nach Möglichkeit Titanimplantate zu verwenden.

Postakute Phase

Durch die schlagartige Unterbrechung des Halsmarks werden nahezu alle systemischen Steuermechanismen des Organismus zunächst nachhaltig gestört. Der sogenannte „spinale Schock“ hält in der Regel über einen Zeitraum von ca. 4 Wochen an. Aus dem Zusammenbruch des Vasomotorenzentrums der vegetativen Regulation und der Visceralmotorik resultieren eine Vasodila-

tation mit Kreislaufregulationsstörung, tachy- und bradykarde Herzrhythmusstörungen, Atonien der ableitenden Harnwege und des Magen-Darm-Traktes, eine Flüssigkeitsretention bei tubulärer Insuffizienz der Niere, eine Hyperglykämie, Störungen des Elektrolytstoffwechsels und der Thermoregulation [17].

Die Beherrschung der Regulationsstörungen ist nur unter intensivmedizinischen Bedingungen möglich. Es besteht darüber hinaus ein maximaler Pflegeaufwand durch die Notwendigkeit einer ständigen Wechsellagerung zur Vermeidung von Druckschädigungen der asensiblen Hautareale. Diese Gefährdung ist im übrigen auch bei der Lagerung auf dem Operationstisch zu beachten, wobei sich für diesen Zweck eine durchgehende und faltenfreie Weichunterlage bewährt hat. Die Inzidenz von Druckgeschwüren vor allem im Bereich des Sakrums und der Ferse steht in direkter Relation zum Zeitabstand zwischen Unfallzeitpunkt und Aufnahme in einem Rückenmarkverletztzentrum. Bei einem Intervall von 4 Wochen liegt sie bei 40 % [23].

Respiratortherapie

Bei kompletter Tetraplegie fallen sowohl die Interkostal- wie auch die Bauchmuskulatur für die Atemtätigkeit aus. Bei Läsionen unterhalb C 6/C 7 ist die Zwerchfellatmung vollständig erhalten, bei höheren Lähmungen bis C 3/C 4 ist sie in zunehmendem Maße beeinträchtigt. Oberhalb C 3 ist eine suffiziente Eigenatmung nicht möglich [13]. Der Schluckreflex ist multifaktoriell häufig längerfristig insuffizient, so daß mit repetitiven Aspirationen gerechnet werden muß.

Eine Respiratortherapie ist für einige Tage nahezu immer notwendig. Eine Entwöhnung innerhalb der 1. Woche gelingt bei günstigem Verletzungsmuster. Positivfaktoren sind junges Lebensalter, keine weiteren Zusatzverletzungen und ein relativ niedriges Lähmungsniveau. Häufig wird eine Langzeitbeatmung über 3–6 Wochen notwendig werden, um die Probleme der Sekretretention, Atelektasenbildung und zusätzlichen Belastung durch aufkommende Bronchopneumonien beherrschbar zu halten. Eine orale oder nasale Tubuslage über diese Dauer bela-

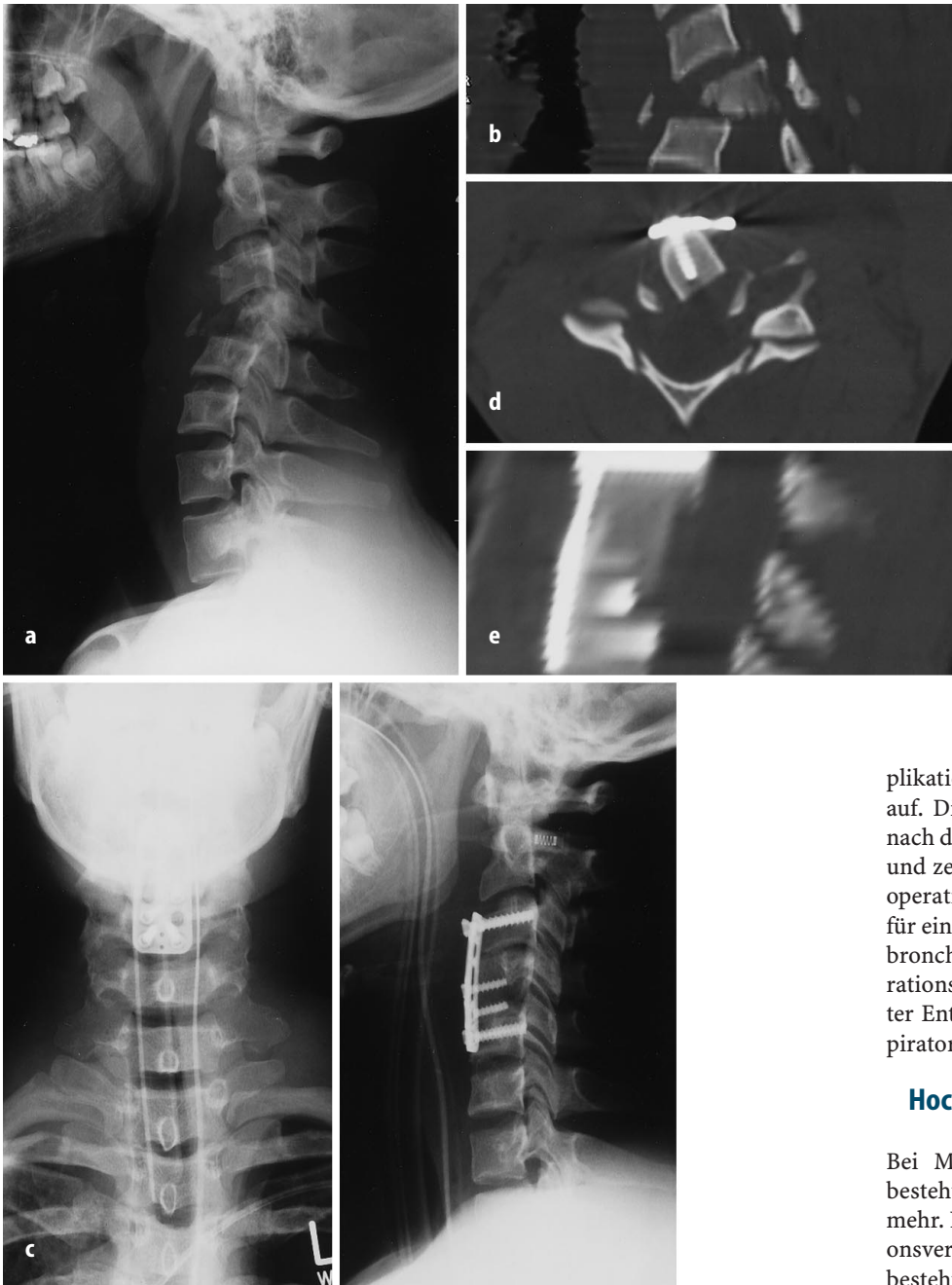


Abb. 3 a–e ◀ 17-jähriger Patient nach Kopfsprung in das flache Wasser, sofortige komplette Pflege. a Luxationsfraktur des 4. Halswirbels. b In der CT-Darstellung und seitlichen Rekonstruktion Kompletter Verlegung des Spinalkanals. c Sofortige Reposition mit ventraler Ausräumung des 4. Halswirbels. d Interposition eines trikortikalen Beckenkammspanns und e Stabilisierung mit Titan-Casper-Platte mit bikortikal greifenden Schrauben. Im CT und in der seitlichen Rekonstruktion ist die vollständige Dekompression des Spinalkanals erkennbar

stet den ohnehin stigmatisierten Patienten unzumutbar, macht ein Schlucktraining unmöglich und ist für die Entwöhnungsphase problematisch. In der Regel wird eine Tracheotomie angelegt werden müssen, die wegen der möglichen septischen Komplikationen in der Nähe des Spondylodesenzugangs nicht unproblematisch ist.

Patientengut

In der eigenen Institution kommt die bronchoskopisch kontrollierte dilatative Punktionstracheotomie [15] zum Einsatz. Bei 42 prospektiv erfassten Patienten betrug der Zeitraum zwischen operativer Stabilisierung und Punktionstracheotomie 5 Tage mit einem Minimum von 1 Tag; 4 oberflächliche Weichteilreizungen konnten durch lokale Maßnahmen zum Abklingen gebracht werden. Andere typische Kom-

pplikationen traten in dieser Serie nicht auf. Die Punktionstracheotomie bildet nach diesen Ergebnissen auch in lokaler und zeitlicher Nähe zu einem ventralen operativen Zugang eine gute Lösung für einen komplikationsarmen tracheobronchialen Zugang mit sicherer Aspirationsprotektion und optimaler gestufter Entwöhnungsmöglichkeit vom Respirator [26].

Hochgelähmte

Bei Markschädigungen oberhalb C4 besteht keine Zwerchfellinnervation mehr. Neben einem kompletten Funktionsverlust auch der oberen Gliedmaße besteht die Notwendigkeit einer permanenten Respiratortherapie. Es resultiert ein Höchstmaß an pflegerischer Abhängigkeit mit naturgemäß nur noch fragmentarisch definierbarer Lebensqualität (Abb. 4).

Eine zunehmende Zahl hoher Tetraplegiker wird in erster Linie aufgrund der verbesserten Rettungskette beobachtet, da nur die sofortige Reanimation und weitere suffiziente Ventilation das Überleben garantiert. Bei jüngeren Patienten bestehen meist Dissoziationen okzipitoverkervikal im Zusammenhang mit anderen schweren Begleitverletzungen. In diesen Fällen stabilisieren wir primär über eine Halo-



Abb. 4 ▲ 17-jährige Patientin nach Pkw-Unfall mit schwerstem Schädel-Hirn-Trauma. Nach 7 wöchigem Koma bei Wiedererlangung des Bewußtseins fällt eine Bewegungsunfähigkeit aller 4 Extremitäten auf. Die Kernspindiagnostik zeigt einen Abriß des oberen Halsmarks von der Medulla oblongata bei C2-Verletzung. Eine wesentliche Instabilität ist zu diesem Zeitpunkt nicht mehr nachweisbar, so daß keine Stabilisierungsoperation durchgeführt wird. Die Kommunikation mit der Patientin ist nur über Augenbewegungen und Wimpernschlag möglich. Bei anfänglich positiv anlaufender Rehabilitation diverse systemische Komplikationen und reaktive Depression der Patientin mit Versterben nach 5 Monaten

montage und warten zunächst den Verlauf ab. Bei gesichertem Überleben wird sekundär dorsal fusioniert.

Geriatrische Tetraplegiker

Aufgrund der vorbestehenden Veränderungen mit Einsteifungen der Wirbelsäule z.B. auch im Rahmen eines M. Bechterew und spondylarthrotischen Einengungen des Spinalkanals kommt es bei geriatrischen Patienten schon bei relativ geringer Traumarsanz, z. B. in der Folge häuslicher Stürze, zur Halsmarkschädigung. Die Akutversorgung erfolgt entsprechend den allgemein gültigen Regeln mit Ausnahme der Frakturen bei M. Bechterew, die langstreckig überbrückend stabilisiert werden müssen. Das Rehabilitationsziel besteht in einer pflegeunterstützten Wie-

dereinbringung in den häuslichen Bereich, wobei der Erfolg stark vom Ausmaß der Lähmung in totaler oder partieller Ausprägung abhängt.

Patientengut

Im eigenen Krankengut behandelten wir 34 Patienten von 66–91 Jahren mit einem mittleren Alter von 75, von denen 11 komplette und 23 inkomplette Läsionen zeigten. Von den inkomplett Gelähmten überlebten alle und 20 konnten in häusliche Pflege entlassen werden. Von den 11 komplett gelähmten Patienten überlebten nur 4, und lediglich 2 konnten in die häusliche Umgebung reintegriert werden [34].

Psychosoziale Betreuung

Die eingetretene Halsmarkschädigung bringt für den Patienten einschneidende Änderungen für die weitere Berufstätigkeit, Lebensführung und den Privatbereich inklusive Partnerschaft und Sexualität mit sich. Ausgearbeitete Konzepte zur optimalen psychischen Unterstützung von Patient und Familie als Grundlage der sozialen Wiedereingliederung sehen ein gestuftes, phasengerechtes Vorgehen vor [9]. In der Akutphase muß die Erstbewältigung des Unfallgeschehens und die Konfrontation mit der schwerwiegenden Diagnose geleistet werden.

Patientengut

In einer Befragung von zur Frührehabilitation verlegten Patienten waren nur 54 % von einem Arzt zur Diagnose informiert worden, 20 % von einer Pflegeperson, und 26 % der Patienten hatten die Diagnose lediglich selbst erahnt. Nach erfolgter Aufklärung gaben $\frac{1}{3}$ der Patienten an, daß sie die Information klar und deutlich verstanden hätten, über die Hälfte hatte die Information nicht genau begriffen, und 20 % berichteten, daß sie so geschockt gewesen seien, daß sie nicht richtig hätten hinzuhören können. Letztendlich fühlten sich 50 % der Patienten inhaltlich gut informiert, die andere Hälfte klagte, daß die Aufklärung bezüglich Diagnose und Prognose zu kompliziert, zu brutal und mit zu wenig Hoffnung verknüpft gewesen sei.

Bei adäquat wachem Patienten sollte die Diagnose frühzeitig, späte-



Abb. 5 ▲ 57-jähriger Patient mit fusionierter Verletzung C 4/C 5. Bei inkompletter Tetraplegie neurologische Verschlechterung nach 5 Jahren. Das MRT zeigt eine ausgeprägte Syringomyelie ober- und unterhalb der Läsionshöhe

stens im Rahmen der Operationsaufklärung vom Operateur oder Intensivarzt im einfühlsamen Gespräch mitgeteilt werden. Zu vermeiden ist eine zu optimistische („das wird alles wieder“) wie auch zu pessimistische („da kommt nichts mehr“) Prognosestellung, da sie zum einen im Akutstadium objektiv nicht sicher zu treffen ist und zum anderen in der Negativform den Schwerverletzten völlig überfordert. Empfehlenswert ist die Nennung einer schwerwiegenden, in der Prognose derzeit nicht sicher zu definierenden Rückenmarkschädigung. Es folgt die Darstellung des Akutbehandlungskonzepts als dekomprimierende und stabilisierende Operation mit dem Ziel einer optimalen Erholungsmöglichkeit. Den Abschluß bildet der Hinweis, daß ein längergehendes, standardisiertes Rehabilitationsprogramm zu durchlaufen ist, das sich individuell an der Besserung, wie auch an verbleibenden Ausfällen der Funktion orientieren wird.

Postoperative Komplikationen

Lokale Frühkomplikationen entsprechen den bekannten Gefahren bei jedweder zervikalen Spondylodese wie Implantatlockerungen und Redisloka-

tionen, Infekten und intraoperativen Verletzungen der Halsorgane, namentlich des Ösophagus mit entsprechenden septischen Folgen. Derartige Komplikationen sowie fehlliegende Implantate, unzureichende oder unangepasste Stabilisierungen führen im eigenen für die Frührehabilitation zuverlegten Patientengut zu einer Revisionsnotwendigkeit von derzeit 24 %, bei von außerhalb Deutschlands primär versorgten Patienten von 39 %. Die Revisionsquote der in der eigenen Institution akutversorgten Patienten beträgt vergleichsweise 4 %.

Systemische Komplikationen wie Thrombosen und bronchopulmonale Infekte sind beim Gelähmten signifikant gehäuft. Die tetraplegische Läsion ist mit einem ISS von 25 einzustufen, entspricht somit per se im Schweregrad einer Polytraumatisierung und zieht ein entsprechendes posttraumatisches Immundefizit nach sich. Eine abdominelle Problematik bei Perforation oder nekrotisierender Cholezystitis verläuft wegen fehlender Schmerzangabe symptomarm und bedarf der besonderen Aufmerksamkeit.

Die Spätfolgen und -komplikationen der Halsmarklähmung mit chirurgischer Behandlungsnotwendigkeit sind mannigfaltig und umfassen z. B. die Problematik der aufsteigenden Harnwegsinfekte, die chronischen Druckgeschwüre und periartikuläre Verkalkungen. Über regelmäßig stattfindende Kontrollen in Paraplegikerzentren lassen sich schwerwiegende Ausprägungen vermeiden. Wenig bekannt ist die auf chronischer Myelomkompression beruhende posttraumatische Siringomyelie, die zu fortschreitenden neurologischen Ausfällen führen kann und der ableitenden oder Liquorweg rekonstruierenden Therapie bedarf (Abb. 5) [27].

Übergang in die Frührehabilitation

Die möglichst frühzeitige Übernahme des Halsmarkgeschädigten wird einhellig von allen führenden Paraplegikerzentren mit Nachdruck empfohlen. Die Rate paraplegikerspezifischer Komplikationen wie Druckgeschwüre, Harnwegsinfekte und insbesondere der schweren bronchopulmonalen Infekte steigt nachweislich proportional mit

der Aufenthaltsdauer im nicht spezialisierten Zentrum.

Mit dem Ausbau einiger Zentren in den neuen Bundesländern ist das qualitative wie quantitative Angebot von Frührehabilitationsbetten für Tetraplegiker in Deutschland generell als ausreichend zu werten. Engpässe bestehen weiterhin für die Übernahme hochgeleiteter Patienten mit der Notwendigkeit der Dauerbeatmung. Hilfestellung bei Nichtaufnahmefähigkeit des nächstgelegenen Zentrums bietet die genannte zentrale Vermittlungsstelle der Paraplegikerzentren.

Literatur

1. Aebi M, Mohler J, Zäch GA, Morscher E (1986) **Indication, surgical technique and results of 100 surgically treated fractures and fracture-dislocations of the cervical spine.** Clin Orthop 203: 244–257
2. Aebi M, Nazarian S (1997) **Klassifikation der Halswirbelsäulenverletzungen.** Orthopäde 16: 27–36
3. ASIA Classification (1992) **Standards for neurological and functional classification of spinal cord injury.** American Spinal Injuries Association, Chicago
4. Blauth M, Schmidt U, Bastian L, Knop C, Tscherne H (1998) **Die ventrale interkorporelle Spondylodese bei Verletzungen der Halswirbelsäule.** Zentralbl Chir 123: 919–929
5. Blauth M, Knop C, Bastian L, Schmidt U (1998) **Reposition und Lagerung bei Halswirbelsäulenverletzungen.** Zentralbl Chir 123: 894–906
6. Böhler J (1977) **Operative Behandlung instabiler Frakturen und Luxationsfrakturen der Halswirbelsäule.** Unfallchirurgie 3: 25–31
7. Bohlmann HH, Anderson PA (1992) **Anterior decompression and arthrodesis of the cervical spine: Long-term motor improvement: Part I Improvement in incomplete traumatic quadriplegia.** J Bone Joint Surg Am 74: 671–682
8. Bracken MB, Holford TR (1994) **Effects of timing of methylprednisolone or naloxone administration on recovery of segmental and long-tract neurological function in NASCIS 2.** J Neurosurg 79: 500–507
9. Bühren A (1997) **Konzept zur integrierten Sexual- und Familientherapie.** In: Stöhrer M, Madersbacher H, Palmtag H (Hrsg) Neurogene Blasenfunktionsstörung – Neurogene Sexualstörung. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 336–340
10. Bühren V, Hofmeister M, Militz M, Potulski M (1998) **Indikationsstellung für die operative Behandlung bei Verletzungen der Halswirbelsäule.** Zentralbl Chir 123: 907–913
11. Bühren V, Hofmeister M, Potulski M (1997) **Behandlungsstrategien bei Verletzungen der oberen und unteren Halswirbelsäule – Prospektive Sammelstudie der Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäulenchirurgie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie.** Unfallheilkunde 268: 210–218
12. Bunegin L, Hung TK, Chang GL (1987) **Biomechanics of spinal cord injury.** Crit Care Clin 3: 453–470
13. Carter R (1987) **Respiratory aspects of spinal cord injury management.** Paraplegia 25: 262–266
14. Caspar W, Barbier DB, Klara PM (1989) **Anterior cervical fusion and Caspar plate stabilization for cervical trauma.** Neurosurgery 25: 491–502
15. Ciaglia P, Groniero KD (1992) **Percutaneous dilatational tracheostomy, results and long-term follow-up.** Chest 101: 464–467
16. Eismont FJ, Clifford S, Goldberg M (1984) **Cervical sagittal spinal canal size in spine injury.** Spine 9: 663–666
17. Gerner HJ (1992) **Die Querschnittlähmung.** Blackwell, Berlin
18. Guttmann L (1976) **Spinal cord injuries, 2nd edn.** Blackwell, Oxford
19. Hofmeister M, Potulski M, Späth K, Jaksche H, Bühren V (1998) **Klinische Ergebnisse der ventralen Fixation von HWS-Verletzungen.** Osteosyn Inter 6: 112–120
20. Kahle W, Leonhardt H, Platzer W (1991) **Taschenatlas der Anatomie, Bd. 3: Nervensystem und Sinnesorgane, 6. Aufl.** Thieme, Stuttgart, S 66–67
21. Kohler A, Friedl HP, Käch K, Stocker R, Trentz O (1994) **Versorgungskonzept beim Polytraumatisierten mit Halswirbelsäulenverletzung.** Helv Chir Acta 60: 547–550
22. Levi L, Wolf A, Rigamonti D, Rahgeb J, Mirvis S, Robinson WL (1991) **Anterior decompression in cervical spine trauma: does the timing of surgery affect the outcome?** Neurosurgery 29: 216–222
23. Lüscher NJ (1989) **Dekubitalulzera der Beckenregion.** Huber, Bern Stuttgart Toronto
24. Morscher E, Sutter F, Jenny H, Olerud S (1986) **Die vordere Verplattung der Halswirbelsäule mit dem Hohlschrauben-Plattensystem aus Titanium.** Chirurg 57: 702–707
25. Moulin P (1997) **Behandlung von querschnittsgelähmten Patienten.** In: Tscherne H, Blauth M (Hrsg) Unfallchirurgie – Wirbelsäule. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 411–431
26. Mückley T, Kemmer A, Bühren V (1997) **Dilatative Punktionstracheotomie bei von ventral stabilisierten Halswirbelsäulenverletzungen.** Unfallheilkunde 268: 235
27. Perrouin-Verbe B, Lenne-Aurier K, Robert R, Auffray-Calvier E, Richard I, Mouduyt dela Greve, Mathe JF (1998) **Post-traumatic siringomyelia and post-traumatic spinal canal stenosis: A direct relationship: Review of 75 patients with a spinal cord injury.** Spinal Cord 36: 137–143

28. Pettersson K, Hilidingsson C, Toolanen G, Fagerlund M, Bkornebring J (1997) **Disc pathology after whiplash injury.** Spine 22: 283–288
29. Rizzolo SJ, Cotler JM (1993) **Unstable cervical spine injuries: Specific treatment approaches.** J Am Acad Orthop Surg 1: 57–66
30. Rizzolo SJ, Vaccaro AR, Cotler JM (1994) **Cervical spine trauma.** Spine 19: 2288–2298
31. Slucky AV (1995) **Treatment of acute injury of the cervical spine.** In: Jackson DW (ed) Instructional course lectures. Am Acad Orthop Surg 44: 67–80
32. Slucky AV, Potter HG (1988) **Use of magnetic resonance imaging in spinal trauma: Indications, techniques, and utility.** Am Acad Orthop Surg 6: 134–145
33. Stock D (1990) **Erste Hilfe am Unfallort und Transport.** In: Meinecke FW (Hrsg) Querschnittlähmungen. Bestandsaufnahme und Zukunftsaussichten. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 34–38
34. Schmeiser G, Maier D, Bühnen V (1998) **Rehabilitation of geriatric patients with cervical spinal cord lesions.** In: Schuntermann F (Hrsg) 6th European Congress on Research in Rehabilitation. Deutsche Rentenversicherung-Schriften Band 10
35. Wagner FC, Cherhazi B (1982) **Early decompression and neurological outcome in acute cervical spine cord injuries.** J Neurosurg 56: 699–705
36. White AA, Southwick WO, Panjabi MM (1976) **Clinical instability in the lower cervical spine: A review of past and current concepts.** Spine 1: 15–27
37. Zäch GA, Koch HG, Wolfensberger M, Michel D (1995) **Demographie und Statistik der Querschnittlähmung.** In: Zäch GA (Hrsg) Querschnittlähmung – ganzheitliche Rehabilitation. Wüst, Küsnacht, S 16–19

L. Krimmel

Kostenerstattung und Individuelle Gesundheitsleistungen Neue Chancen für Patienten und Ärzte

Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1998. 432 S., 95 Abb., (ISBN 3-7691-0365-3), brosch., DM 98,-

Kostenerstattung und Individuelle Gesundheitsleistungen – beide Begriffe sind in kurzer Zeit zu Reizworten in der Diskussion über die zukünftige Gestaltung des Leistungssystems der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) geworden. Schien die Art und Weise der Leistungsverschaffung in Gestalt der Sach- oder Naturalleistung noch bis vor kurzem mit der GKV als deren „Wesenselement“ untrennbar verbunden, hat der Gesetzgeber mit dem 2. GKV-Neuordnungsgesetz vom 23. Juni 1997 (BGBl I S. 1520) die Kostenerstattung als gleichrangige Kassenleistung zugelassen. Die „Kostenexplosion“ im Gesundheitswesen sowie der auf den sog. „Leistungserbringern“ und namentlich der Ärzteschaft lastende Kostendruck haben überdies zu Überlegungen geführt, das Leistungsrecht der GKV neu zu strukturieren, wenn nicht einzudämmen – von einer sog. „Zwei-Klassen-Medizin“ ist vorschnell, wenn nicht voreilig, die Rede.

Krimmel hat sein Buch thematisch zu Recht beiden Aspekten gewidmet: Kostenerstattung kann den konkreten Bedarfslagen des gesetzlich Krankenversicherten eher gerecht werden als ein schematisch starres System der Leistungsverschaffung (Sach- oder Naturalleistung). Die mit den „individuellen Gesundheitsleistungen“ einhergehenden Überlegungen erteilen dem Denken an eine angeblich „optimale“ Rundum-Versorgung ebenso eine unzweideutige Absage wie dem Glauben, die sich aufgrund der Verkürzung der wissenschaftlichen „Halbwertszeiten“ zunehmend vertuernden neuen Diagnose- und Therapiemethoden ließen sich mit den herkömmlichen Mechanismen uneingeschränkt finanzieren.

Das in seinem Hauptteil in sechs Kapitel gegliederte Werk untersucht zunächst die maßgeblichen Rahmenbedingungen (S. 9 bis 48), bevor sich die Darstellung mit den Teilen „Kostenerstattung in

der GKV“ (S. 49 bis 137) und dem „Konzept der individuellen Gesundheitsleistungen“ (S. 139 bis 185) den zentralen Problemstellungen zuwendet. Lesenswert ist der aus der Sicht des Autors maßgebliche „Empfehlungskatalog“ nebst einem Katalog weiterer individueller Gesundheitsleistungen (S. 187 bis 319 und S. 321 bis 403), der im Anhang durch einen fachgruppenspezifischen Katalog ergänzt wird (S. 405 bis 422). Das Werk schließt mit Literatur- und Sachverzeichnis. Ihm sind als Anlagen „Materialien zur Patienteninformation“ beigelegt.

Krimmel hat – und dies bezieht sich auf die Darstellung im Ganzen – ein lesenswertes und die Durchdringung der Materien aus der juristischen Sicht anregendes Buch vorgestellt. Beachtlich sind – aus der Fülle der behandelten Fragen exemplarisch – seine Ausführungen über das Verhältnis von Kostenerstattung gegenüber Praxisbudgets und Regelleistungsvolumina sowie zur von der Krankenkasse der KV geschuldeten Gesamtvergütung (S. 124 ff.). Insbesondere werden seine Ausführungen zum Konzept der individuellen Gesundheitsleistungen, die sich in der Fachpresse unter der Abkürzung „IGEL“ schnell einen Namen gemacht haben, Beachtung und auch die streitige Diskussion finden. Dies gilt um so mehr, als Krimmel sein Buch in der Eigenschaft als stellvertretender Hauptgeschäftsführer der KBV herausgegeben hat, so daß die Arbeit wohl auch als deren rechtspolitische Position verstanden werden darf.

Man mag in der einen oder anderen Frage durchaus unterschiedlicher Meinung sein: Von vorneherein abzulehnen ist nicht ein einziger der von Krimmel vertretenen Standpunkte! Die Arbeit baut auf den Finanznöten der GKV auf. Ihr offensichtliches Anliegen ist es, der finanziellen Überforderung der auch von Anspruchsdenken betroffenen GKV zu begegnen. Die Legitimation dieser Zielsetzung ist nicht zu bestreiten. Die überaus lesens- und nachdenkswerten Ausführungen in dem von Krimmel verfaßten Werk verdienen eine breite Beachtung.

G. Schneider (Chemnitz)