

J.-J. Glaesener, W. Hasse, G. Exner, V. Mikschas

Querschnittgelähmtenzentrum (Chefarzt: Dr. G. Exner) und Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin (Chefarzt: Dr. P. Voeltz) des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. D. Wolter)

Thorakopulmonale Komplikationen bei frischen Frakturen der Brustwirbelsäule mit neurologischem Schaden

Die Inzidenz von thorakalen Begleitverletzungen bei frischen Wirbelsäulenfrakturen nimmt seit einigen Jahren deutlich zu. Untersucht wurden 353 Fälle von frischen intensivbehandelten Wirbelsäulenverletzungen. Von 253 Verletzten mit traumatischer Querschnittläsion waren 55% Polytraumatisierte. An erster Stelle der Begleitverletzungen in dieser Gruppe steht das Thoraxtrauma bei 86% der Patienten. Thorakale Begleitverletzungen finden sich überwiegend bei Frakturen der Brustwirbelsäule mit Schwerpunkt im oberen und mittleren Brustwirbelsäulenbereich. Unter den Thorax-Begleitverletzungen imponierten vor allem der Hämatothorax (88%) und die Lungenkontusion (48%). Im weiteren intensivmedizinischen Verlauf standen rezidivierende Atelektasen und Pneumonien im Vordergrund. 92% aller Patienten mit Querschnittläsion bei BWK-Fraktur und Thoraxtrauma mußten beatmet werden, im Mittel über 12,6 Tage; in 15% erfolgte eine Tracheotomie. Bei Verletzungen der Brustwirbelsäule mit und ohne Querschnittläsion wird daher eine orientierende Computertomographie des Thorax als obligater Bestandteil der Primärdiagnostik empfohlen.

Complications of blunt chest trauma in fractures of the thoracic spine

The number of thoracic injuries associated to traumatic fractures of the spine is increasing. The multiple trauma rate in this retrospective study of 253 spinal injuries with neurological damage, which needed admission to the Intensive Care Unit, was of 55%. Blunt chest trauma was found in 86% of the multiple trauma group, especially in combination with fractures of the upper and middle thoracic spine (up to 100%), while head injuries appeared in only 58%. Hemopneumothorax was diagnosed in 88%, pulmonary contusion in 48% of the cases, leading to a high rate of recidivating atelectasis and pneumonia. Emergent chest computed tomography should therefore be obligatory in thoracic spine fractures.

Zahlreiche Autoren haben auf die Komplikationen beim stumpfen Thoraxtrauma hingewiesen [4, 12, 13, 16]. Dennoch werden pulmonale Verletzungen bei der Akutversorgung von Brustwirbelsäulenverletzten noch oft übersehen. Dyspnoen oder Ventilationsstörungen werden ursächlich meist der Querschnittläsion angelastet, wenn die primäre Röntgendiagnostik keinen Anhalt für knöcherne Begleitverletzungen ergeben hat.

Eingang des Manuskripts: 1. 8. 1991.

Annahme des Manuskripts: 26. 6. 1992.

Schulte am Esch et al. zeigten jedoch, daß bei traumatischer thorakaler Querschnittläsion – auch ohne Vorliegen von Rippenfrakturen – mit einer hohen Inzidenz von mediastinalen oder pleuralen Komplikationen des Thoraxtraumas gerechnet werden muß [14]. Eine solche Korrelation, sofern sie sich statistisch nachweisen ließe, wäre für die chirurgische und intensivmedizinische Erstversorgung Brustmarkgelähmter von entscheidender Bedeutung. Anhand der retrospektiven Auswertung der auf der Intensivstation des Berufsgenossenschaftlichen Unfallkrankenhauses Hamburg behandelten Wirbelsäulenverletzten untersuchten wir daher die Häufigkeit thorakaler Komplikatio-

nen der Brustwirbelfraktur und deren Auswirkung auf den Behandlungsverlauf bei traumatischer Querschnittlähmung.

Patienten und Untersuchung

Wegen der personellen Kontinuität der Behandlung und der Einheitlichkeit des diagnostischen und therapeutischen Vorgehens wurden nur Patienten aus dem Zeitraum zwischen Januar 1988 und Dezember 1991 berücksichtigt. Insgesamt wurden 353 Verletzte mit Frakturen im Bereich der Wirbelsäule auf der Intensivstation behandelt. 253 Patienten wiesen eine Querschnittlähmung auf. Die demographischen Daten entsprechen bezüglich Alters- und Geschlechtsverteilung sowie Unfallart der Zehn-Jahres-Sammelstatistik des „Arbeitskreises Querschnittlähmungen“ beim Berufsgenossenschaftlichen Institut für Traumatologie. Die von uns untersuchte Patientengruppe kann somit als repräsentativ für die in der Bundesrepublik Deutschland auftretenden frischen traumatischen Querschnittlähmungen gelten (Tabelle 1).

Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv anhand der Krankenunterlagen der Intensivbehandlung bzw. anhand der Verlegungsberichte der Intensivstation. Es sind damit nur die Diagnosen und Behandlungsmaßnahmen erfaßt, die zum Zeitpunkt der definitiven Verlegung von der Intensivstation dokumentiert waren.

Die Auswertung des Gesamtkollektivs erfolgte in folgenden Schritten:

1. Es wurden die Häufigkeit von Begleitverletzungen bei traumatischer Querschnittlähmung bestimmt sowie die Anzahl und das Verletzungsmuster der polytraumatisierten Patienten mit und ohne Querschnittlähmung.
2. Die Koinzidenz von Thoraxtrauma und Wirbelsäulenverletzung wurde für HWK-, BWK- und LWK-Frakturen mit und ohne Rückenmarkläsion getrennt festgestellt und verglichen. Es erfolgte weiterhin eine Zuordnung der thorakalen Komplikationen zu verschiedenen Verletzungshöhen an der Brustwirbelsäule, die zu diesem Zweck in vier Abschnitte unterteilt wurde.
3. Die Häufigkeit der Verletzungsdiagnosen bei dokumentierten Thoraxtraumata und die Anzahl der Komplikationen während der Intensivbehandlung wurden festgestellt. Der Anteil von länger als 24 Stunden beatmeten Patienten, die mittlere Beat-

	Mit Querschnittlähmung	Ohne Querschnittlähmung
Gesamt	253	100
Alter (\bar{x})	37,6 Jahre	36,8 Jahre
Altersbereich	(12 – 85 Jahre)	(10 – 82 Jahre)
Männer/Frauen	191/62 (3,1:1)	67/33 (2:1)
HWS-Verletzung	117 (46%)	27 (27%)
BWS-Verletzung	107 (42%)	28 (28%)
LWS-Verletzung	29 (12%)	45 (45%)

Tabelle 1. Demographische Daten der 353 intensivbehandelten Wirbelsäulenverletzten mit bzw. ohne Querschnittlähmung.

mungsdauer, die mittlere Dauer der Intensivbehandlung sowie die Häufigkeit von therapeutischen Eingriffen während der Intensivbehandlung wurden ermittelt.

4. Die Letalität aller intensivbehandelten Querschnittgelähmten ohne bzw. mit Thoraxtrauma wurde errechnet und verglichen.

Der Begriff des Polytraumas wird für diese Untersuchung nach Tscherne definiert [17]. Für die Definition des Thoraxtraumas gelten die Kriterien von Schweiberer [15]. Wegen des unterschiedlichen Umfanges der einzelnen Gruppen erfolgt die Darstellung der Ergebnisse rein deskriptiv.

Ergebnisse

Bei 140 (55%) von den auf der Intensivstation behandelten 253 Verletzten mit traumatischer Querschnittlähmung waren die Kriterien des Polytraumas erfüllt. Von den 100 Patienten ohne Rückenmarkläsion wiesen lediglich 40% ein Polytrauma nach der Definition von Tscherne auf (Tabelle 2).

	Mit Querschnittlähmung	Ohne Querschnittlähmung
Polytraumata	140	40
Alter (\bar{x})	35,3 Jahre	35,9 Jahre
Altersbereich	(15 – 82 Jahre)	(10 – 59 Jahre)
Männer/Frauen	104/36 (2,9:1)	25/15 (1,6:1)
HWS-Verletzung	40 (29%)	7 (17,5%)
BWS-Verletzung	91 (65%)	15 (37,5%)
LWS-Verletzung	9 (6%)	18 (45%)

Tabelle 2. Demographische Daten der 180 polytraumatisierten Patienten mit Wirbelsäulenverletzung ohne bzw. mit traumatischer Querschnittlähmung.

Das Verletzungsmuster der polytraumatisierten Patienten mit und ohne Querschnittlähmung ist der Tabelle 3 zu entnehmen. In beiden Gruppen waren Thoraxtraumata mit 86% bzw. 83% die häufigsten Begleitverletzungen. Das Schädel-Hirn-Trauma stand mit 58% und 50% an zweiter Stelle. Verletzungen des Beckens und der Extremitäten wurden in der Gruppe ohne Querschnittlähmung entsprechend dem hohen prozentualen Anteil an Frakturen der Lendenwirbelsäule häufiger beobachtet.

Bei der Aufschlüsselung der thorakalen Begleitverletzungen wurde eine deutliche Koinzidenz mit Frakturen der Brustwirbelsäule festgestellt (Abbildung 1). Bei Frakturen der Brustwirbelkörper mit traumatischer Querschnittlähmung konnten Thoraxverletzungen bei 87 von 107 Patienten (81%) festgestellt werden. In der Gruppe ohne neurologische Schädigung waren es 15 von 28 Patienten (54%).

Die 107 BWK-Frakturen mit traumatischer Querschnittlähmung zeigten hinsichtlich der Frakturlokalisierung zwei Häufigkeitsmaxima: das eine im Bereich der oberen Brustwirbelsäule bei BWK 4 bis 6, das andere im Bereich der unteren Brustwirbelsäule bei BWK 10 bis 12 (Abbildung 2). Hämatothoraces oder Lungenkontusionen ohne Nachweis von Rippenfrakturen wurden am häufigsten bei knöchernen Verletzungen der BWK 4 bis 6 festgestellt. In Höhe BWK 7 bis 9 fanden sich pulmonale und pleurale Komplikationen fast immer in Kombination mit Rippenfrakturen. In Höhe BWK 10 bis 12 wurden begleitende Thoraxverletzungen nur in etwa der Hälfte der Fälle nachgewiesen.

Bei den 87 Patienten mit thorakaler Rückenmarksläsion und gleichzeitigem Thoraxtrauma wurden in 67% Rippenfrakturen diagnostiziert (Tabelle 4). Unerwartet hoch war mit 88% die Inzidenz des Hämato- und

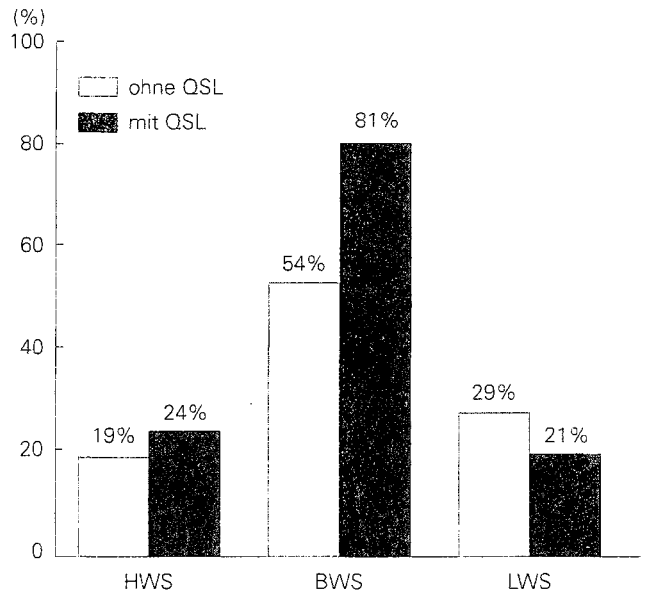


Abbildung 1. Inzidenz thorakaler Begleitverletzungen der Wirbelsäulentraumata bei 353 Intensivpatienten mit und ohne traumatische Querschnittlähmung (QSL), aufgeschlüsselt nach der Höhe der Wirbelsäulenverletzung.

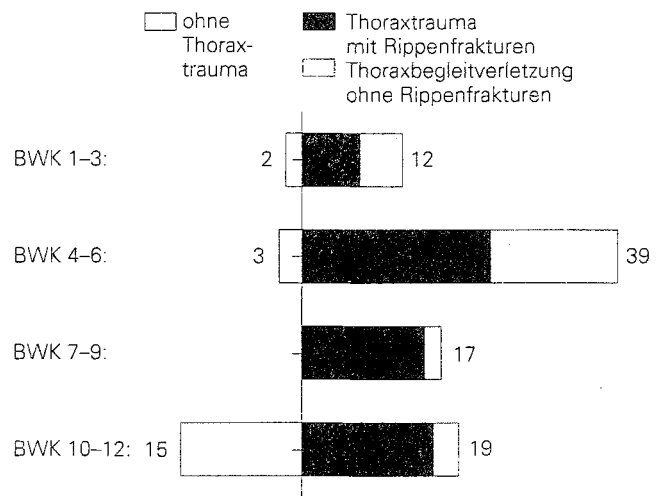


Abbildung 2. Anzahl der Patienten ohne bzw. mit thorakalen Begleitverletzungen bei traumatischer thorakaler Rückenmarksläsion (n = 107), aufgeschlüsselt nach der Höhe der Wirbelsäulenverletzung.

	Polytraumata mit Querschnittlähmung	Polytraumata ohne Querschnittlähmung
Polytraumata gesamt	140	40
Mit Thoraxtrauma	121 (86%)	33 (83%)
Mit Schädelhirntrauma	81 (58%)	20 (50%)
Mit Bauchtrauma	22 (16%)	10 (25%)
Mit Beckenfraktur	14 (10%)	5 (13%)
Mit Extremitätenfraktur	57 (41%)	23 (56%)

Tabelle 3. Verletzungsmuster der 180 wirbelsäulenverletzten Polytraumata mit bzw. ohne Querschnittlähmung.

Hämatothorax, wobei diese Komplikation in mehr als der Hälfte der Fälle beide Brustkorbhälften betraf und in fünf Fällen für akut lebensbedrohliche Zustände verantwortlich war (drei thorakale Blutungen und zwei Spannungspneumothoraces). Eine Lungenkontusion konnte in 48% der Fälle nachgewiesen werden, während eine Herzkontusion nur bei 3% der Intensivbehandelten gesichert wurde.

	Anzahl	%
Hämatothorax	77	88
- Beidseitig	43	
- Hämatopneumothorax	28	
- Spannungspneumothorax	2	
Rippenfrakturen	58	67
- Rippenserienfraktur	39	
- Instabiler Thorax	4	
Lungenkontusion	42	48
Sternumfraktur	3	3
Contusio cordis	3	3
Gefäßverletzung (2mal arteriell, 1 mal venös)	3	3

Tabelle 4. Häufigkeit thorakaler Verletzungen bei 87 polytraumatisierten Patienten mit thorakaler Querschnittlähmung.

Der weitere Behandlungsverlauf auf der Intensivstation wurde am häufigsten durch pulmonale Komplikationen wie rezidivierende Atelektasenbildungen in 44 Fällen und Pneumonien in 30 Fällen kompliziert

<i>Pulmonal</i>	
Pneumonie	30
Tracheobronchitis	4
Rezidivierende Atelektasen	44
Rezidivierende Pleuraergüsse	6
Rezidivierende Pneumothoraces	5
Bronchopleurale Fistel	1
Spannungspneumothorax	3
Thorakale Blutung	1
Lungenembolie	2
ARDS	3
Trachealstenose	3
<i>Kardial</i>	
Herzinsuffizienz/Endokarditis	3/1
Schwere Rhythmusstörung	8
Reanimation	4
<i>Zerebral</i>	
Zerebrale Krampfanfälle	3
Delir/Psychosyndrom	18
<i>Abdominal</i>	
Ulcus/Gastritis	5
Peritonitis	1
Pankreatitis/Cholezystitis	4/1
<i>Allgemein</i>	
Sepsis	10
Akutes Nierenversagen	2
Multipl. Organversagen	2
Exitus letalis	3

Tabelle 5. Komplikationen der Akutphase bei 87 polytraumatisierten Patienten mit BWK-Fraktur und traumatischer Querschnittlähmung.

(Tabelle 5). Entsprechend war eine Respiratortherapie bei immerhin 92% der Patienten erforderlich, wobei die mittlere Beatmungsdauer 12,6 Tage betrug (Tabelle 6). Eine Tracheotomie erfolgte bei zwölf der 80 langzeitbeatmeten Patienten (15%). Sie wurde etwa am 15. Tag nach dem Unfall durchgeführt. Thoraxdrainagen waren entsprechend der häufigen hämorrhagischen pleuralen Komplikationen bei 79% der brustmarkverletzten Patienten notwendig, wobei im Mittel zwei Drainagen pro Patient gelegt wurden. Diagnostische oder therapeutische Bronchoskopien wurden bei 52 Patienten (60%) durchgeführt. Bei rezidivierender Atelektasenbildung waren sie bis zu 18mal pro Patient erforderlich.

Die letalen Verläufe betrafen bei der intensivpflichtigen Querschnittlähmung ohne thorakale Verletzung ausschließlich Halsmarkgelähmte (Tabelle 7). Bei den Querschnittlähmungen mit thorakaler Begleitverletzung zeigte sich eine deutliche Zunahme der Letalität; sie stieg bei den Halsmarkgelähmten auf 14%. Von den Patienten mit Paraplegie infolge einer Verletzung der Brustwirbelsäule erlagen drei den Folgen ihres Unfalls (3%). In zwei Fällen lag eine schwere Sepsis mit multiplem Organversagen vor (siehe Tabelle 5). Beim dritten verstorbenen Patienten war eine fulminante Lungenembolie Todesursache.

Diskussion

Statistische Erhebungen über Begleitverletzungen der traumatischen Querschnittlähmung zeigen eine zunehmende Häufigkeit thorakaler Begleitverletzungen. So ergeben zum Beispiel die verschiedenen Auswertungen von Meinecke zwischen 1967 und 1986 eine Verdoppelung des Anteils der Thoraxtraumata an den Begleitverletzungen in dieser Zeitspanne [6 – 8, 10]. Eine eigene Erhebung für die Jahre 1985 bis 1990 zeigt

	Patientenzahl	Mittelwerte
Intensivtherapie	87	17,9 Tage/Patient (1 – 58)
Respiratortherapie	80 (92%)	12,6 Tage/Patient (1 – 53)
Thoraxdrainage	69 (79%)	2 Drainagen/Patient (1 – 5)
- davon beidseits 38		
Bronchoskopie	52 (60%)	3,5 Bronchoskopien/Patient (1 – 18)
Tracheotomie	12 (15%)	15. Tag nach Unfall

Tabelle 6. Daten der Intensivbehandlung bei 87 polytraumatisierten Patienten mit BWK-Fraktur und traumatischer Querschnittlähmung.

	Gesamt	Letal
Querschnittlähmung ohne thorakale Verletzung	132	
- Davon mit Paraplegie	43	0
- Davon mit Tetraplegie	89	8 (9%)
Querschnittlähmung mit thorakaler Verletzung	121	
- Davon mit Paraplegie	93	3 (3%)
- Davon mit Tetraplegie	28	4 (14%)

Tabelle 7. Letalität der traumatischen Querschnittlähmung ohne bzw. mit thorakaler Begleitverletzung.

ebenfalls eine stete Zunahme der thorakalen Begleitverletzungen bei den zur Erstrehabilitation aufgenommenen Patienten, und zwar von 18,5% auf derzeit 33,6% [3].

In der hier untersuchten Gruppe polytraumatisierter Intensivpatienten ist das Thoraxtrauma mit einer Häufigkeit von über 80% die führende Begleitverletzung der Wirbelsäulentraumata mit Rückenmarkläsion. Ein Schädel-Hirn-Trauma wurde dagegen nur bei etwas mehr als der Hälfte der Patienten gefunden. Ein Vergleich mit den Zahlen aus den 70er Jahren [1, 15] zeigt hier eine deutliche Trendwende. Unsere Ergebnisse stimmen überein mit der Untersuchung von Pal et al. [11]. Sie fanden bei 63 Polytraumata mit Wirbelsäulenverletzung, unabhängig von der Verletzungshöhe, ebenfalls am häufigsten thorakale Begleitverletzungen. Insofern unterscheidet sich das Verletzungsmuster der Polytraumata mit Wirbelsäulenverletzung wesentlich von bisher bekannten Statistiken zum Polytrauma [15].

Bereits 1967 hatte Frankel darauf hingewiesen, „daß Begleitverletzungen des Brustkorbes in fast allen Fällen einer Brustwirbelsäulenverletzung auftreten und häufig bei Verletzungen des dorsolumbalen Überganges“ [2]. 1986 schrieb Meinecke, daß Rippenbrüche, Hämatothorax und Lungenkontusionen häufige Befunde bei Brustwirbelsäulenverletzungen sind [9]. Eine statistische Erhebung war jedoch bis dato nicht erfolgt.

Unsere Untersuchung ergibt die interessante Erkenntnis, daß bei einer Verletzung der Brustwirbelsäule mit neurologischem Schaden in über 80% der Fälle Komplikationen von seiten der Lunge, der Pleura und der Rippen zu erwarten sind. Bei Brustwirbelsäulenverletzungen, welche nicht zu einer Querschnittlähmung führten, wurde eine solche Korrelation nur in 54%

festgestellt, wobei allerdings zu vermerken ist, daß die Absolutzahl dieser Patienten (n = 28) deutlich geringer ist.

Die von Schulte am Esch et al. mitgeteilte Beobachtung, daß bei diesen Patienten Rippenfrakturen selten sind, ließ sich nicht bestätigen. Die Häufigkeit der Rippenfrakturen in unserer Untersuchung entspricht mit 67% dem üblichen Verletzungsmuster stumpfer Thoraxtraumata. Dagegen ist die Inzidenz von pleuralen Komplikationen wie Hämato- und Hämato-pneumothoraces unerwartet hoch, insbesondere bei Frakturen der BWK 4 bis 6. Als Erklärungsmöglichkeit dafür gaben Schulte am Esch et al. die Eigenart der anatomischen Situation in Höhe BWK 4 bis 6 an [14].

Die Datenauswertung der Intensivbehandlung bei der Kombination von stumpfem Thoraxtrauma mit thorakaler Querschnittlähmung unterscheidet sich in einigen Punkten deutlich von Verlaufsbeobachtungen bei isolierten Thoraxtraumata. Aufgrund der motorischen Lähmung sind Ventilationsstörungen (Abnahme der funktionellen Residualkapazität und der Vitalkapazität) und reduzierte Mukusclearance bei den von uns behandelten Patienten regelhafte Befunde. Bei raumfordernden pleuralen Komplikationen oder bei begleitenden Lungenkontusionen werden die respiratorischen Reserven daher schneller erschöpft als bei ungelähmten Patienten. Die Drainage auch kleinerer Hämato-pneumothoraces erscheint uns daher im Hinblick auf die Erstversorgung und die spätere Rehabilitation bedeutsam. Die Indikation zur Intubation und Beatmung bei Lungenkontusionen ohne oder mit Rippenfrakturen ist großzügiger zu stellen als bei ungelähmten Patienten. Ebenso ist die Tracheotomie häufiger notwendig; sie erleichterte bei deutlicher Einschränkung der Vitalkapazität die Respiratorentwöhnung und ermöglichte eine sichere Bronchialtoilette.

Pneumonien stellen ein allgemeines Behandlungsproblem in der Respiratortherapie Polytraumatisierter dar; sie wurden bei 33 der 80 beatmeten Patienten dokumentiert. Mit 44 dokumentierten Fällen waren rezidivierende Atelektasen die häufigste behandlungsbedürftige pulmonale Komplikation. Sie stehen unseres Erachtens in direktem Zusammenhang mit dem Ausmaß motorischer und vegetativer Ausfälle im Rahmen des spinalen Schocks.

Trotz schwerer thorakaler Begleitverletzungen konnte unter unserem Behandlungsregime eine vergleichs-

weise geringe Letalität von 3% erreicht werden. Wir führen dies zurück auf die konsequente Kombination von Beatmungstherapie und Physiotherapie.

Angeichts dieser Häufung von Komplikationen am Thorax reicht die von einigen Autoren [18] als Basis der Diagnostik des Thoraxtraumas empfohlene Röntgenaufnahme im anterior-posterioren Strahlengang allein nicht mehr aus. Die Differenzierung zwischen Atelektase, Lungenkontusion und Hämatothorax ist allzuoft auf dieser Standardaufnahme nicht in ausreichendem Maße möglich; ventrale Pneumothoraces entziehen sich fast vollständig dem Nachweis. Dies führt primär zu einer Unterschätzung der thorakalen Verletzungen mit potentiell lebensbedrohlichen Komplikationen in der Phase der operativen Versorgung (Bauchlage!) und der intensivmedizinischen Stabilisierung. Es erscheint daher zwingend, im Rahmen der Primärdiagnostik bei Verletzungen der Brustwirbelsäule eine orientierende Computertomographie des Thorax durchzuführen [5]. Diese ausführliche Primärdiagnostik erleichtert anschließend die Interpretation der im weiteren Verlauf regelmäßig durchzuführenden Kontrollen des Lungenröntgenbildes im anterior-posterioren und gegebenenfalls seitlichen Strahlengang.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß dem stumpfen Thoraxtrauma in der Versorgung von Wirbelsäulenverletzten mehr Bedeutung zugemessen werden muß, als dies bisher geschehen ist. Bei Verletzungen der Brustwirbelsäule im Rahmen eines Rasantraumas muß in der Hälfte der Fälle mit Komplikationen im Brustkorb gerechnet werden. Bei Vorliegen einer Querschnittlähmung sind thorakale Komplikationen sogar in vier Fünftel der Fälle zu erwarten. Entsprechend gehört die orientierende Computertomographie des Thorax wie die kraniale Computertomographie und die Röntgenuntersuchung sämtlicher Wirbelsäulenabschnitte und des Beckens standardmäßig in die Erstdiagnostik. Nur so kann erreicht werden, daß im Rahmen der Erstdiagnostik bei der interdisziplinären Akut-Versorgung des Wirbelsäulenverletzten potentiell bedrohliche Komplikationen wie Hämatothoraces, ventrale Pneumothoraces oder Lungenkontusionen nicht übersehen werden.

Literatur

1. Adli, G.: Lésions associées et paraplégie. *Ann. Med. Phys. T XXI* (1978), 468-477.
2. Frankel, H. L.: Associated chest injuries. *Paraplegia* 5 (1967), 221-225.
3. Glaesener, J. J., W. Hasse, G. Exner: Lungenkontusion, Pneumo- und Hämatothorax als häufige Komplikation von BWS-Verletzungen. In: Zäch, G. (Hrsg.): *Rehabilitation beginnt am Unfallort*. Springer, Heidelberg - New York 1992, S. 49-57.
4. Hartel, W., R. Steinmann: Die Thoraxverletzung beim Polytraumatisierten. *Wehrmed. Mschr. Heft 5* (1982), 139-146.
5. McGonigal, M., W. Schwab, D. R. Kauder, W. T. Miller, K. Grumbach: Supplemental emergent chest computed tomography in the management of blunt torso trauma. *J. Trauma* 30 (1990), 1431-1435.
6. Meinecke, F.-W.: Frequency and distribution of associated injuries in traumatic paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia* 5 (1967), 198-209.
7. Meinecke, F.-W.: Pelvis and limb injuries in patients with recent spinal cord injuries. *Proc. of the 19. Spinal Cord Inj. Conf.* 1973 (1977), 205-212.
8. Meinecke, F.-W.: Begleitverletzungen bei Querschnittlähmung. In: Zenker, R., W. Deucher, W. Schink (Hrsg.): *Chirurgie der Gegenwart. B. IV. Erg.* 1983. Urban & Schwarzenberg, München 1983, S. 1-19.
9. Meinecke, F.-W.: Polytrauma mit Querschnittlähmung. In: Sefrin, P. (Hrsg.): *Klinische und experimentelle Notfallmedizin 8. Zuckschwerdt, München* 1986, S. 107-116.
10. Meinecke, F.-W.: Diagnostik und Therapie Rückenmarkverletzter. *Bericht Inf.-med. Tagg. BG, Murnau* 1987, S. 97-120.
11. Pal, J. M., D. S. Mulder, R. A. Brown, D. M. Fleiszer: Assessing multiple trauma: Is the cervical spine enough? *J. Trauma* 28 (1988), 1282-1284.
12. Rehn, J. O.: Rippenverletzungen und ihre Komplikationen. *Unfallheilkunde* 80 (1977), 397-403.
13. Roscheck, H., K. Marohl, J. Lenz: Therapie und Prognose des Thoraxtraumas. *Wehrmed. Mschr. Heft 7* (1989), 297-300.
14. Schulte am Esch, J., I. Vldic, G. Pfeifer, I. Wappenschmidt: Mediastinal-Pleuraerguß als Folge frischer Frakturen der Brustwirbelsäule. *Chirurg* 46 (1975), 36-40.
15. Schweiberer, L., D. Nast-Kolb, K.-H. Duswald, Ch. Waydhas, K. Müller: Das Polytrauma - Behandlung nach dem diagnostischen und therapeutischen Stufenplan. *Unfallchirurg* 90 (1987), 529-538.
16. Silver, J. R.: Chest injuries and complications in the early stages of spinal cord injury. *Paraplegia* 5 (1967), 226-243.
17. Tscherne, H.: Mehrfachverletzungen. In: Heberer, G., W. Köhle, H. Tscherne (Hrsg.): *Chirurgie*. Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1977, S. 784-786.
18. Wenz, W., I. Klöhn, W. Wolfahrt: Röntgendiagnostik bei Thoraxtrauma. *Radiologie* 19 (1979), 201-213.

Für die Verfasser: Dr. Jean-Jacques Glaesener,
Schweizer Paraplegiker-Zentrum,
CH-6207 Nottwil, Schweiz