

# Der Unfallchirurg

---

Organ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie

---

Herausgeber

Prof. Dr. L. Schweiberer  
Direktor der Chirurgischen Klinik  
und Poliklinik  
Klinikum Innenstadt der Universität  
Nußbaumstraße 20  
W-8000 München 2

Prof. Dr. H. Tscherne  
Direktor der Unfallchirurgischen Klinik  
der Medizinischen Hochschule  
Postfach 61 01 80  
W-3000 Hannover 61

Editor emeritus

Prof. Dr. J. Rehn, Denzlingen

Wissenschaftlicher Beirat

E. Beck, Innsbruck  
A. Berger, Hannover  
L. Claes, Ulm  
R. Ganz, Bern  
R. J. A. Goris, Nijmegen  
P. Hertel, Berlin  
L. Kinzl, Ulm  
G. Muhr, Bochum  
E. Neugebauer, Köln  
B.-D. Partecke, Hamburg  
R. Putz, München  
A. Rüter, Augsburg  
O. Trentz, Zürich  
D. Wolter, Hamburg



Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo Hong Kong Barcelona Budapest

# Unfall chirurg

96. Jahrgang Heft 2 Februar 1993

*F60-1*

B. Bouillon, M. Krämer, T. Tiling, E. Neugebauer  
**Traumacoresysteme als Instrumente der Qualitätskontrolle. Eine prospektive Studie zur Validierung von 7 Traumacoresystemen an 612 Traumapatienten 55**  
Trauma score systems as instruments for quality control. A prospective study for validation of seven trauma score systems on 612 trauma patients

C. Waydhas, D. Nast-Kolb, M. Kick, M. Richter-Turtur, A. Trupka, W. Machleidt, M. Jochum, L. Schweiberer  
**Operationstrauma Wirbelsäule in der Versorgung polytraumatisierter Patienten 62**  
Operative trauma of spine surgery in patients with multiple injuries

M. Geyer, A. Sander-Beuermann, U. Wegner, C. J. Wirth  
**Streßreaktionen und Streßfrakturen beim Leistungssportler. Ursachen, Diagnostik und Therapie 66**  
Stress reactions and stress fractures in high-performance athletes. Causes, diagnosis and therapy

J. Bruns  
**Osteochondrosis dissecans tali. Ergebnisse der operativen Therapie 75**  
Osteochondritis of the talar dome. Results of operative therapy

J. Jerosch, T. Schneider, J. M. Strauss, N. Schürmann  
**Arthroskopie des oberen Sprunggelenks. Indikationslisten der Literatur – realistische Erwartungen – Komplikationen 82**  
Arthroscopy of the upper ankle. Indications – realistic expectations – complications

J. Degreif, K. Wenda, N. Hüwel, G. Ritter  
**Die Reposition von Fragmenten der Wirbelkörperhinterkante unter intraoperativer sonographischer Kontrolle 88**  
Repositioning of the fractured posterior surface of the vertebral body under intraoperative ultrasound guidance

A. Gögüs, P. Lobenhoffer, H. Tscherner  
**Der allogene Kreuzbandersatz. Perspektiven und erste klinische Ergebnisse 93**  
Reconstruction of the cruciate ligaments with allografts. Clinical perspective and short-term results

A. Gögüs, P. Lobenhoffer  
**Die arthroskopische Therapie der Arthrofibrose des Kniegelenks 100**  
Arthroscopic treatment of arthrofibrosis of the knee

A. Hartig, M. Rojczyk  
**Die arthroskopische subakromiale Dekompression. Anmerkungen zur Indikation und Operationstechnik 109**  
Arthroscopic subacromial decompression. Comments on indications and technique

F. G. Machan  
**Eine operationstechnische Verbesserung der temporären Bohrdrahtfixation 116**  
An improvement to the surgical technique for temporary drilling wire fixation

*Buchbesprechungen/Book reviews 118*

*Tagesgeschichte/Information 118*

Indexed in *Current Contents*

UNFAE2 (1993) 96 (2) 55–118 Gedruckt auf säurefreiem Papier



Springer-Verlag

# Operationstrauma Wirbelsäule in der Versorgung polytraumatisierter Patienten

C. Waydhas<sup>1</sup>, D. Nast-Kolb<sup>1</sup>, M. Kick<sup>1</sup>, M. Richter-Turtur<sup>1</sup>, A. Trupka<sup>1</sup>, W. Machleidt<sup>2</sup>,  
M. Jochum<sup>3</sup> und L. Schweiberer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Chirurgische Klinik und Poliklinik, Klinikum Innenstadt der Ludwig Maximilians-Universität München

<sup>2</sup> Institut für Physiologische Chemie der Ludwig Maximilians-Universität München

<sup>3</sup> Abteilung für Klinische Chemie und Klinische Biochemie an der Chirurgischen Klinik und Poliklinik, Klinikum Innenstadt, München

## Operative trauma of spine surgery in patients with multiple injuries

**Summary.** The release of indicators and mediators of the posttraumatic inflammatory response following spine surgery was measured in patients with multiple injuries. Eight of a group of 113 patients (mean injury severity score 36) who underwent delayed operative stabilization of vertebral fractures (> 24 h after trauma) were studied. The following significant postoperative changes of blood levels (median values, Wilcoxon signed-rank test) compared with the preoperative starting point were found: polymorphonuclear granulocyte elastase rose from 220 to 337 ng/ml, cathepsin B from 84.5 to 135.5 mU/l, C-reactive protein from 9.1 to 11.6 mg/dl, lactate from 9.6 to 15.2 mg/dl and neopterin from 6.9 to 15.2 nmol/l, while antithrombin III fell from 107.5% to 84%, platelet count from 102 to  $88 \cdot 10^9/l$  and  $pO_2/FiO_2$ -ratio from 361 to 260. The alterations in the blood levels of these parameters following spine surgery showed a pattern similar, albeit of lesser magnitude, to that which can be observed after severe accidental trauma. We conclude that the additional activation of the inflammatory response following surgery for vertebral lesions should be taken into account when planning these operations in patients with multiple injuries.

**Zusammenfassung.** Die Freisetzung von Mediatoren und Indikatoren der posttraumatischen Entzündungsreaktion wurde bei 8 polytraumatisierten Patienten nach Osteosynthesen an der Wirbelsäule untersucht. Dabei fanden sich postoperativ im Vergleich zum präoperativen Ausgangswert signifikante Anstiege (Wilcoxon-Vorzeichenrangtest) der Elastase (220 vs. 337 ng/ml), des Cathepsin B (84,5 vs. 135,5 mU/l), des C-reaktiven Proteins (9,1 vs. 11,6 mg/dl), des Laktats (9,6 vs. 15,2 mg/dl) und des Neopterins (6,9 vs. 15,2 nmol/l) sowie ein Abfall des Antithrombin III (107,5 vs. 84%), der Thrombozytenzahl ( $102$  vs.  $88 \cdot 10^9/l$ ) und des  $pO_2/FiO_2$ -Quotienten (361 vs. 260). In der Folge der Wirbelsäulenoperationen zeigten sich die selben biochemischen Veränderungen – wenn auch geringer ausgeprägt – wie primär nach schwe-

ren unfallbedingten Verletzungen. Deshalb sollte eine mögliche Schädigung des Organismus durch die additive postoperative Aktivierung einer Entzündungsreaktion bei der Wahl des Operationszeitpunkts für nicht dringliche Versorgungen von Wirbelsäulenverletzungen bei mehrfachverletzten Patienten bedacht werden.

Operationsindikation, Verfahrenswahl und Operationszeitpunkt hängen nicht nur von den Gegebenheiten einer Verletzung selbst, sondern auch von der Belastungsfähigkeit des Patienten für die geplante Maßnahme ab. Dabei ist die Einschätzung der tatsächlichen Auswirkung der vorgesehenen Operation auf den Patienten häufig schwierig. Zur Beurteilung der Schwere eines operativen Eingriffs können Erfahrungswerte, die Dauer der Operation oder der Blutverlust herangezogen werden. All diese Kriterien unterliegen jedoch zahlreichen Einflußgrößen, die nicht immer das tatsächliche Ausmaß der Gewebetraumatisierung widerspiegeln. In einem alternativen Ansatz wurde von Haukipuro et al. [6] versucht, das Operationstrauma durch die Messung der Wundheilung zu charakterisieren. Dabei konnte eine Korrelation zwischen der Kollagensynthese (Freisetzung von Prokollagen-Typ-III-Peptid) und der Art der Operation beobachtet werden. Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe haben gezeigt, daß eine Femurmarknagelung zu einer systemischen Freisetzung von Mediatoren und Indikatoren der inflammatorischen Reaktion führt [10]. In der vorliegenden Studie sollte nun untersucht werden, ob ähnliche Aktivierungen biochemischer Systeme auch bei der operativen Versorgung von Wirbelsäulenverletzungen bei polytraumatisierten Patienten nachweisbar sind.

## Patienten und Methoden

Im Rahmen einer prospektiven Polytraumastudie wurden u. a. alle Patienten mit Verletzungen der Wirbelsäule speziell untersucht. Einschlusskriterien der Studie waren: wertige Verletzungen von mindestens 2 Körperregionen oder 3 große Frakturen, Alter zwischen 16 und 70 Jahren und eine Dauer zwischen Unfall und Klinikauf-

nahme von weniger als 6 h. Die Patienten wurden über einen Zeitraum von mindestens 14 Tagen, bei komplizierten Verläufen auch länger, beobachtet. Die weiteren Einzelheiten der Studie sowie die Definitionen der Komplikationen wurden bereits an anderem Ort publiziert [9, 11, 16].

Zur Klassifizierung der Wirbelsäulenverletzungen wurde die Einteilung nach McAfee et al. [7] verwendet.

Alle dargestellten Parameter wurden, zusätzlich zu dem von der Polytraumastudie vorgegebenen Plan, zu folgenden Zeitpunkten bestimmt: am Morgen des Operationstags; nach Beendigung der Operation (sobald die Patienten auf die Intensivstation zurückübernommen worden waren); sowie 6, 12, 18 und 24 h nach Operationsende. Die Blutproben wurden, sofern nicht die sofortige Messung erfolgte (Thrombozytenzahl, Laktat), zentrifugiert, eingefroren und bei  $-80^{\circ}\text{C}$  gelagert.

Die Thrombozytenzahl wurde durch ein vollautomatisiertes Hämatologiemessgerät (Coulter) bestimmt. Für die Laktatmessung kam das Testsystem der Fa. Boehringer (Mannheim) zur Anwendung. Antithrombin III (ATIII) wurde mit einem chromogenen Substrat (Kabi-Vitrum, Stockholm), polymorphonukleäre (PMN) Elastase im Komplex mit  $\alpha$ -1-Proteinaseinhibitor mittels Enzymimmunoassay (Merck, Darmstadt), Neopterin durch einen Radioimmunoassay (Henning, Berlin) und C-reaktives Protein (CRP) mittels radialer Immundiffusion mit LC-Partigenplatten (Behring) bestimmt. Zur Messung von Kathepsin B wurde ein fluorimetrischer Test von Machleidt et al. [1] verwendet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test. Alle Daten sind als Median mit oberer und unterer Quartile angegeben.

## Ergebnisse

In einem Kollektiv von 113 polytraumatisierten Patienten (mittlerer ISS 36 Punkte) wurden bei 27 Patienten (23,9%) Wirbelsäulenverletzungen diagnostiziert. Die Unfallursachen waren Stürze aus größerer Höhe (15), Unfälle von PKW-Insassen (5) oder Fußgängern (2), Stürze vor die S-Bahn (2), Verschüttungen (2) und 1 Fahrradunfall.

Bei 11 Patienten wurden die stabilen Wirbelsäulenfrakturen (Typ 1 und 2 [7]) – sämtlich ohne neurologische Störungen – konservativ behandelt. In den übrigen 16 Fällen erfolgte eine operative Stabilisierung. Der Eingriff wurde bei 8 Patienten früh (d.h. innerhalb der ersten 24 h) und bei den übrigen 8 Verletzten verzögert durchgeführt. Die Daten der spätoperierten Patienten, welche die Basis für die biochemischen Untersuchungen darstellen, sind in Tabelle 1 gezeigt. Ein Patient (L. U.) wurde nach erfolgreicher Behandlung eines respiratorischen Versagens verzögert (mit problemlosen postoperativen Verlauf) operiert, ein anderer (L. S.) verschlechterte sich im Gefolge der Operation und verstarb später mit Multiorganversagen. Der Vergleich der früh- und spätoperierten Patienten ist in Tabelle 2 dargestellt. Bei gleichem durchschnittlichen Schweregrad der Gesamtverletzungen und gleichem Alter wiesen die frühoperierten Patienten eine höhere Rate an Komplikationen (Organversagen und Pneumonien) und eine höhere Letalität auf. Die Frühoperierten hatten je einmal Läsionen der Hals- bzw. Brustwirbelsäule sowie 6mal des lumbalen Abschnitts erlitten. Eine primäre bzw. sekundär progrediente Querschnittssymptomatik war jeweils 2mal die Indikation zur frühen Operation. In der Gruppe der verzögert versorgten Patienten bestanden je 2mal Läsionen im Hals- bzw.

**Tabelle 1.** Daten von 8 polytraumatisierten Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen und verzögerten Operationen. ISS Injury Severity Score, Typ Art der Verletzung [7], Neurol. neurologische Störung, OP-Tag Tag der Operation nach Trauma, Kompl. Komplikation (Organversagen und Pneumonien)

Patient	ISS	Alter	Typ	Neurol. <sup>a</sup>	OP-Tag	Kompl.	Tod
W. J.	22	37	3	+	4	–	–
R. K.	34	31	3	–	6	–	–
J. W.	29	20	3	+	2	–	–
B. T.	41	28	3	+	5	–	–
L. U.	34	25	6	+	18	+	–
P. P.	18	28	4	–	2	–	–
L. S.	45	20	3	–	6	+	+
W. W.	19	40	6	–	2	–	–

<sup>a</sup> 2mal primäre komplette Querschnittssymptomatik, je einmal Kaudakompressionssyndrom und V. a. Wurzelkompression

**Tabelle 2.** Vergleich der frühoperierten (innerhalb 24 h nach Trauma) mit den spätoperierten Patienten. ISS, Alter und Operationstag sind Medianwerte, die übrigen Werte geben die Zahl der betroffenen Patienten an (in Klammern Prozentangaben). ISS Injury Severity Score, Neurol. neurologische Störung, OP-Tag Tag der Operation nach Trauma, Kompl. Komplikation (Organversagen und Pneumonien)

Operation	Zahl	ISS	Alter	Neurol.	OP-Tag	Kompl.	Tod
Früh (< 24 h)	8	31,5	29	4	1	7 (88%)	3
Spät (> 24 h)	8	30,3	28	4	4,5	2 (25%)	1

**Tabelle 3.** Medianwerte von biochemischen und physiologischen Parametern (in Klammern untere und obere Quartile) präoperativ, postoperativ und 24 h postoperativ

	Präoperativ	Postoperativ <sup>a</sup>	24 h postoperativ	p-Wert <sup>b</sup>
Elastase (ng/ml)	220 (141–281)	337 (288–485)	194 (166–243)	0,02
Kathepsin B (mU/l)	84,5 (67–121)	135,5 (82–206)	75,5 (65,5–107,5)	0,01
CRP (mg/dl)	9,1 (4,6–10,6)	4,8 (3,0–8,5)	11,6 (10,0–13,1)	0,02
Laktat (mg/dl)	9,6 (7,7–13,1)	15,2 (11,7–19,6)	10,1 (8,8–14,5)	0,03
Neopterin (nmol/l)	6,9 (5,1–16,9)	15,2 (9,4–21,7)	12,0 (8,5–15,9)	0,02
pO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	361 (314–412)	260 (203–313)	338 (270–412)	0,01
ATIII (%)	107,5 (100–118)	84 (64–106)	104 (91–116)	n. s.
Thrombozyten ( $\cdot 10^9/l$ )	102 (82–154)	88 (69–147)	99 (71–190)	0,01

<sup>a</sup> Elastase, Kathepsin B, CRP, ATIII und Thrombozytenzahl unmittelbar postoperativ, die übrigen 0–12 h postoperativ

<sup>b</sup> Wilcoxon-Vorzeichenrangtest: präoperativ vs. postoperativ (CRP: vs. 24 h postoperativ)

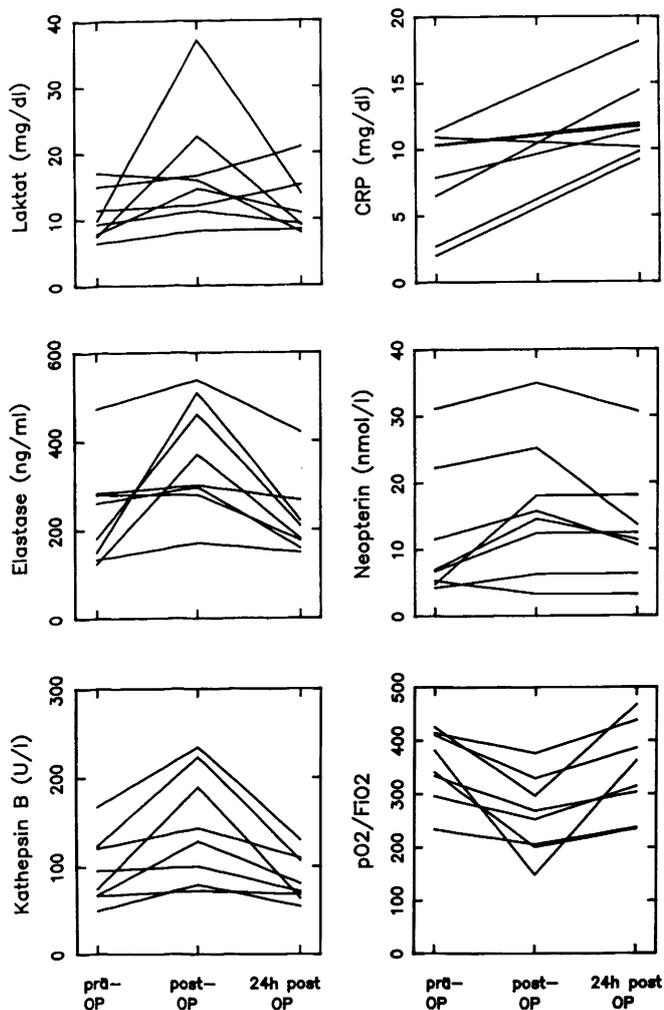


Abb. 1. Einzelkurven der Laktat-, Elastase-, Kathepsin B-, CRP- und Neopterin-Spiegel sowie des  $pO_2/FiO_2$ -Quotienten von den 8 verzögert operierten Patienten im perioperativen Verlauf. Beim CRP erfolgte keine Darstellung der unmittelbar postoperativen Werte

Brustwirbelbereich und 5mal Verletzungen der Lendenwirbelsäule (1 Patient wies Verletzungen in 2 Regionen auf).

Der perioperative Verlauf physiologischer und biochemischer Parameter zeigte regelmäßige Veränderungen (Tabelle 3). Der Oxygenierungsquotient ( $pO_2/FiO_2$ ) und die Thrombozytenzahl fielen postoperativ signifikant ab, die Serumspiegel von Elastase, Kathepsin B, Laktat, Neopterin und C-reaktivem Protein stiegen signifikant an. Die Antithrombin-III-Spiegel reduzierten sich tendenziell. Während die stärksten Anstiege von Elastase und Kathepsin B immer direkt postoperativ zu verzeichnen waren, wurden die maximalen Konzentrationen von Laktat und Neopterin innerhalb der ersten 12 h nach Beendigung der Operation beobachtet. Das C-reaktive Protein erreichte nach einem vorübergehenden postoperativen Abfall ein Maximum erst nach 24 h. Alle Parameter – außer CRP (im Median nach 4 Tagen) und Neopterin (nach 48 h) – normalisieren sich innerhalb von 24 h auf den präoperativen Ausgangswert. Die Einzelverläufe der verschiedenen Parameter sind in Abb. 1 dargestellt.

## Diskussion

Operative Eingriffe am Bewegungsapparat führen regelmäßig zu Alterationen des Metabolismus. Im Gefolge von chirurgischen Maßnahmen kommt es einerseits zu Veränderungen des Hormonstatus mit Auswirkungen auf den Energie- und Substratstoffwechsel [18], andererseits kann die immunologische Reaktionslage bis hin zur Anergie kompromittiert werden [3, 8]. Dabei sind die Veränderungen im Sinne einer Dosisabhängigkeit von der Größe der Operation bzw. des Traumas abhängig.

Weiterhin wurden postoperative Aktivierungen von polymorphkernigen neutrophilen Granulozyten beobachtet: Nach großen abdominalchirurgischen Eingriffen (Hemikolektomien, Rektumextirpationen, Magenresektionen u. ä.) fand sich ein mittlerer Anstieg der Elastaseserumspiegel von  $90,9 \pm 7,6$  ng/ml auf  $208,8 \pm 25,6$  ng/ml, d. h. um über 100% [5]. Bei Patienten mit aortokoronaren Bypassoperationen stieg die Serumelastase postoperativ gegenüber dem Ausgangswert um ca. 20% an [4]. Das Operationstrauma einer Femurmarknagelung führte zu einer deutlichen, reversiblen Freisetzung von Elastase mit einem durchschnittlichen Anstieg der Serumspiegel um ca. 150 ng/ml [10].

Nach operativen Stabilisierungen von Wirbelsäulenverletzungen konnten wir jetzt einen ähnlichen, signifikanten Anstieg der Elastasespiegel im Serum beobachten. Darüber hinaus zeitigten die operativen Manipulationen eine frühzeitige Ausschüttung der makrophagenabhängigen Proteinase Kathepsin B, eine längeranhaltende Aktivierung der Makrophagen (angezeigt durch den Anstieg des Makrophagenstoffwechselprodukts Neopterin), einen Anstieg des Laktats und die Aktivierung einer Akutphasenreaktion (CRP). Der Abfall der Antithrombin-III-Konzentration und der Thrombozytenzahl spiegelt einerseits einen Verbrauch durch die Stimulierung der Gerinnung und ein anderer humoraler Kaskadensysteme wider, andererseits muß ein gewisser Verdünnungseffekt durch die intraoperative Volumentherapie in Betracht gezogen werden. Neben der Modulation biochemischer Funktionsparameter und Mediatorer beobachteten wir auch eine signifikante postoperative Einschränkung der pulmonalen Oxygenierungsleistung. Inwieweit die Verringerung des Oxygenierungsquotienten jedoch auf eine Schädigung der Endothelien und Basalmembranen durch inflammatorische Mediatoren zurückgeführt werden kann ist nicht eindeutig definierbar, da durch die intraoperative Volumentherapie und die Veränderung der Beatmungsmodalitäten beim Transport zwischen Intensivstation und Operationssaal die Gasaustauschfunktion zusätzlich kompromittiert werden kann [13]. Alle operationsbedingten Veränderungen bildeten sich in der postoperativen Stabilisierungsphase schnell zurück und waren, mit Ausnahme der verzögert wirksamen Akutphasenreaktion und der Makrophagenaktivierung, bereits nach 24 h wieder auf dem Ausgangsniveau.

Insgesamt wurden durch den Einfluß der Wirbelsäulenosteosynthesen alle erfaßten biochemischen Parameter (sowohl humorale als auch insbesondere zelluläre) aktiviert. Dies zeigt, daß es durch die operativen Manipulationen zu einer systemischen inflammatorischen Reak-

tion kommt. Diese postoperative systemische Aktivierung von Entzündungsreaktionen weist starke Parallelen zu den Veränderungen auf, welche nach schweren unfallbedingten Verletzungen zu beobachten sind.

Alle von uns untersuchten biochemischen Faktoren werden nach schweren Verletzungen in die Zirkulation ausgeschüttet bzw. verbraucht [9]. Das Ausmaß dieser Veränderungen ist dabei von der Schwere der Verletzung bzw. der Schädigung des Organismus abhängig. Dies gilt gleichermaßen für Laktat [11, 14, 16], PMN-Elastase [11, 12, 16], Kathepsin B [1, 9], CRP [15] und Neopterin [2, 10]. Auch das zeitliche Muster der Blutspiegelveränderungen stimmt zwischen postoperativen und posttraumatischen Verläufen überein: Kathepsin B, PMN-Elastase und Laktat sind sehr frühzeitig nach Trauma vermehrt im Blut nachzuweisen, wogegen die Anstiege von Neopterin und insbesondere CRP protrahiert verlaufen. Unterschiedlich sind jedoch Dauer und Ausmaß der Aktivierung der gemessenen Parameter. Die Serumspiegel sämtlicher Faktoren erreichen nach schwerem Trauma häufig ein vielfaches der postoperativen Anstiege. Die Normalisierung der Blutspiegel verläuft nach einem Unfalltrauma deutlich langsamer. Die biochemischen Veränderungen im Gefolge der Wirbelsäulenoperationen waren von der Größenordnung vergleichbar mit den Folgen der Femurmarknagelung [10] und größeren abdominalen Eingriffen [5].

Aufgrund der Ähnlichkeit der Folgereaktionen nach operativem und akzidentellem Trauma kann ein gemeinsamer Mechanismus für die Aktivierung der inflammatorischen Reaktion angenommen werden. Wird eine Wirbelsäulenoperation unmittelbar nach einem schweren Unfallereignis vorgenommen, so ist zu vermuten, daß diese zusätzliche Traumatisierung additiv auf die schon bestehenden posttraumatischen Veränderungen der biochemischen Homöostase wirkt. Werden dabei Mediatoren und destruktiv wirkende Substanzen (wie beispielsweise die Elastase [17]) freigesetzt, so ist eine zusätzliche Schädigung der Lunge und anderer Organsysteme zu befürchten. Die Beobachtung, daß unsere frühoperierten Patienten (bei gleicher Verletzungsschwere) eine wesentliche höhere Komplikationsrate als die verzögert operierten Patienten aufwiesen, kann bei der kleinen Patientenzahl nicht mehr als ein Hinweis sein. Weitere Untersuchungen erscheinen notwendig, um zu klären, inwieweit nicht-dringliche Stabilisierungen nach Wirbelsäulenfrakturen bei Mehrfachverletzten in die günstigere posttraumatische Erholungsphase um den 2. bis 5. Tag verschoben werden sollten.

Diese Studie wurde durch Förderung der Schutzkommission beim Bundesminister des Inneren (ZS 8-122-42 Projekt-Nr. 5.9/85) unterstützt. Wir danken Frau Bettina Vock und Frau Susann Waydhas für die hervorragende Unterstützung bei der Durchführung und Auswertung der Studie.

## Literatur

1. Assfalg-Meichleidt I, Jochum M, Nast-Kolb D, Waydhas C, Weipert J, Siebeck M, Machleidt W (1988) The lysosomal cysteine proteinase cathepsin B is released into the blood plasma during polytrauma, sepsis and endotoxin shock. *Biol Chem Hoppe Seyler* 369: 789
2. Brandl M, Pscheidl E, Amann W, Barjasic A, Pasch T (1987) Biochemical and hormonal parameters in patients with multiple trauma. *Prog Clin Biol Res* 236: 743
3. Christou NV, Superina R, Broadhead M, Meakins JL (1982) Postoperative depression of host resistance: determinants and effect of peripheral protein-sparing therapy. *Surgery* 92: 786
4. Cohen JR, Dietzeck A, Tyras D, Graver LM, Wise L (1989) Leucocyte and serum elastase in response to elective surgical trauma. *J Cardiovasc Surg* 30: 817
5. Duswald KH, Jochum M, Schramm W, Fritz H (1985) Released granulocytic elastase: An indicator of pathobiochemical alterations in septicemia after abdominal surgery. *Surgery* 98: 892
6. Haukipuro K, Risteli L, Kairaluoma MI, Risteli J (1990) Aminoterminal propeptide of type III procollagen in serum during wound healing in human beings. *Surgery* 107: 381
7. McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP (1983) The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. *J Bone Joint Surg [Am]* 65: 461
8. McLoughlin GA, Wu AV, Saporoschetz I, Nimberg R, Mannick JA (1979) Correlation between anergy and a circulating immunosuppressive factor following major surgical trauma. *Ann Surg* 190: 297
9. Nast-Kolb D, Jochum M, Waydhas C, Schweiberer L (1991) Die klinische Wertigkeit biochemischer Faktoren beim Polytrauma. *Hefte Unfallheilkd* 215
10. Nast-Kolb D, Waydhas CH, Jochum M, Spannagl M, Duswald KH, Schweiberer L (1990) Günstigster Operationszeitpunkt für die Versorgung von Femurfrakturen beim Polytrauma? *Chirurg* 61: 259
11. Nast-Kolb D, Waydhas C, Jochum M, Duswald KH, Machleidt W, Spannagl M, Schramm W, Fritz H, Schweiberer L (1992) Biochemische Faktoren als Parameter zur Prognoseabschätzung beim Polytrauma. *Unfallchirurg* 95: 59
12. Nuytinck JKS, Goris RJA, Redl H, Schlag G, Munster PJJ van (1986) Posttraumatic complications and inflammatory mediators. *Arch Surg* 121: 886
13. Schneck G, Feuchtgruber G, Waydhas C, Duswald KH (1991) Einfluß des Inner-Krankenhaustransports auf die Lungenfunktion von Intensivpatienten. *Intensivmedizin* 28: 410
14. Siegel JH, Rivkind AI, Dalal S, Goodarzi S (1990) Early physiologic predictors of injury severity and death in blunt multiple trauma. *Arch Surg* 125: 498
15. Stahl W, Singh A, Marcus M (1985) Responses of opsonic substances to major trauma and sepsis. *Crit Care Med* 13: 779
16. Waydhas C, Nast-Kolb D, Jochum M, Trupka A, Lenk S, Fritz H, Duswald KH, Schweiberer L (1992) Inflammatory mediators, infection, sepsis, and multiorgan failure after severe trauma. *Arch Surg* 127: 460
17. Weiss SJ (1989) Tissue destruction by neutrophils. *N Engl J Med* 320: 365
18. Wilmore DW (1991) Homeostasis. Bodily changes in trauma and surgery. In: Sabiston DC Jr (ed) *Textbook of surgery*, 14. edn. Saunders, Philadelphia

Dr. Ch. Waydhas  
Chirurgische Klinik und Poliklinik  
Klinikum Innenstadt  
der Ludwig Maximilians-Universität  
Nußbaumstraße 20  
W-8000 München 2