

M. Rösch¹ · T. Klose¹ · R. Leidl¹ · F. Gebhard² · L. Kinzl² · T. Ebinger²

¹Abteilung Gesundheitsökonomie, Universität Ulm

²Abteilung für Unfallchirurgie, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universität Ulm

Kostenanalyse der Behandlung polytraumatisierter Patienten

Zusammenfassung

Die Behandlung polytraumatisierter Patienten ist zeit- und ressourcenaufwendig. Ziel war eine explorative Analyse der an einer deutschen Universitätsklinik bei der Behandlung von polytraumatisierten Patienten entstehenden Behandlungskosten zu machen, mit Erstattungsbeiträgen zu vergleichen und Kostendeterminanten zu untersuchen.

Es wurde ein Konzept zur Bewertung des Ressourcenverbrauchs entwickelt. Die Kosten für die klinische Behandlung Polytraumatisierter mit einem mittleren ISS von 37 Punkten betragen durchschnittlich 73.613 DM, maximal sogar 292.490 DM. Der Hauptanteil entfiel mit 60% auf die Intensivbehandlung, gefolgt von 24% für die operative Versorgung. Der Vergleich mit den Erstattungsbeiträgen der Krankenversicherer ergab ein durchschnittliches Defizit von 23.211 DM.

Als signifikante Kostendeterminanten stellten sich Outcome, Verletzungsschweregrad (PTS) und -muster, Blutbedarf, Beatmungsdauer und die Anzahl der Operationen dar. Dagegen zeigten Lebensalter, ZNS-Status, Unfallmechanismus, Rettungsart und Zeit zwischen Unfall und Klinikaufnahme keinen Einfluss. Bei den derzeitigen Erstattungssätzen muss das Polytrauma Krankenhausintern bezuschusst werden. Gefährdungen der Optimalversorgung polytraumatisierter Patienten sollten vermieden werden.

Schlüsselwörter

Kostenanalyse · Klinische Behandlung · Polytrauma

Durch die gut organisierte Traumaversorgung in Deutschland und Fortschritte in der präklinischen und klinischen Behandlung konnte ein Rückgang der Letalität nach Polytraumatisierung von 40% im Jahr 1972 auf derzeit ca. 10% erzielt werden [7, 9].

Die Akutversorgung polytraumatisierter Patienten ist aufgrund des hohen Personaleinsatzes mit entsprechend aufwendigem Technologieniveau in der operativen Stabilisierungsphase und der Intensivversorgung sehr zeit- und ressourcenaufwendig. Obwohl der Anteil Polytraumatisierter an der Gesamtzahl der unfallchirurgischen Patienten nach Schätzungen der Ulmer Universitätsklinik nur ca. 10% beträgt, ist er für mehr als 30% der Versorgungskosten in der unfallchirurgischen Abteilung verantwortlich [9].

Die bei einem Verkehrsunfall mit tödlichem Ausgang aus gesamtgesellschaftlicher Sicht entstehenden Kosten liegen weitaus höher: so können die indirekten Kosten mit ca. 1 Mio. DM/Verkehrstotem im Jahr 1995 beziffert werden (eigene Berechnungen nach dem Humankapitalansatz [12]). Da Verkehrsunfälle v. a. Individuen in jungen Jahren (18–25 Jahre) betreffen, sind sie zudem verantwortlich für einen hohen Anteil an verlorenen Lebensarbeitsjahren [18]. Der volkswirtschaftliche Nutzen einer optimalen chirurgischen Behandlung wird deutlich in den Schätzungen von Haas, dem zufolge 1991 50% der über 25-jährigen Patienten nach Polytrauma in den alten Beruf wiederkehren konnten [7].

Um den tatsächlichen Finanzierungsbedarf bei aktuellem Versorgungs-

niveau am Universitätsklinikum Ulm aufzuzeigen, erfolgte eine Bestimmung der bei der Behandlung dieser Patienten anfallenden Kosten. Ziel war dabei, eine explorative Analyse der an einem deutschen Universitätsklinikum bei der Behandlung von polytraumatisierten Patienten entstehenden Behandlungskosten vorzunehmen und einen Vergleich mit den Erstattungsbeiträgen vorzunehmen.

Zur Analyse der Kosten sollte der Einfluss von Variablen untersucht werden, die sich laut Literatur als mögliche Indikatoren für eine Vorhersage des Ressourcenverbrauchs eignen, wie z. B. Outcome, Lebensalter, Verletzungsschwere und -muster, Unfallmechanismus, Rettungsart, Bedarf an Blutkonserven, Beatmungsdauer, Anzahl der durchgeführten Operationen oder Zeit zwischen Unfall und Aufnahme in die Klinik [13, 22, 23, 24]. In bisherigen deutschen Kostenanalysen wurde zumeist nur Verletzungsschweregrad, Alter und Outcome berücksichtigt [16, 21].

Material und Methode

Patientenkollektiv

In dieser Untersuchung wurden erwachsene Polytraumatisierte retrospektiv erfasst, die in den Jahren 1996/1997 in die Abteilung für Unfallchirurgie, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der

Dr. M. Rösch, MPH

Abteilung Gesundheitsökonomie,
Universität Ulm, Helmholzstraße 22, 89081 Ulm
E-Mail: margrit.roesch@medizin.uni-ulm.de

M. Rösch · T. Kloze · R. Leidl · F. Gebhard
L. Kinzl · T. Ebinger

Costs of acute care hospitalization in multiple trauma patients

Abstract

Current clinical management after multiple trauma is expensive. The aim of the present study was to quantify the actual costs of inpatient treatment after multiple trauma in a German university hospital, to compare the actual costs with the reimbursement rates, and to identify important determinants of costs. Routine documentation of hospital costs at a patient level was not available. Therefore a method for calculating the costs of resource utilization during clinical treatment of patients was developed.

The concept was based on financial and utilization data provided by the hospital administration and patient-specific data. The average costs per case in the study group (mean ISS=37) were 73.613 DM, maximal costs were up to 292.490 DM. The most costly components were intensive care, accounting for 60%, followed by procedures in the operating room (24%). A comparison with the reimbursement rates resulted in an average loss of 23.211 DM per case.

Factors significantly associated with the costs of acute care hospitalization were outcome, injury severity, pattern of injury, blood volume replacement, length of mechanical ventilation, and number of operations. Whereas patient age, CNS state, mechanism of injury, pre-hospital care, and time between accident and hospital admission revealed no effect. Given the current reimbursement rates, multiple trauma care clearly belongs to those categories of care which have to be subsidized within the hospital. Any challenge to the optimal level of care resulting from this should be avoided.

Keywords

Cost analysis · Clinical treatment · Multiple trauma

Chirurgischen Universitätsklinik Ulm aufgenommen und dort stationär behandelt worden sind. Nicht in die Untersuchung aufgenommen wurden Patienten, die nach Primärversorgung zuverlegt bzw. zur Weiterbehandlung in eine andere Klinik der Akutversorgung verlegt wurden.

Bewertung der Verletzungen

Zur Bewertung des Schweregrades der Verletzung fanden die AIS (Abbreviated Injury Scale), der ISS (Injury Severity Score) und der PTS (Hannover Polytraumaschlüssel) Anwendung sowie das anatomische Profil zur Angabe des Verletzungsmusters [2, 4, 17]. Außerdem wurde die „Glasgow Coma Scale“ (GCS) zur Beurteilung der Bewusstseinslage (ZNS-Status) verwendet [26].

Kostenmesskonzept

In der Untersuchung wurden die stationären Behandlungskosten polytraumatisierter Patienten aus Perspektive einer unfallchirurgischen Universitätsklinik erfasst. Da in der Klinik keine routinemäßige Dokumentation der Kosten pro Patient existiert, wurde ein Konzept zur Erhebung des Ressourcenverbrauchs während der klinischen Behandlung entworfen und eine Methode zu dessen Bewertung entwickelt. Das Konzept zur Kalkulation der Behandlungskosten polytraumatisierter Patienten basiert auf der Kosten- und Leistungsaufstellung der Abteilung Kosten- und Leistungsrechnung (Klinikumsverwaltung) und patientenbezogenen Daten (Krankenakten). Es handelt sich dabei um ein mehrfaches Divisionskalkulationsverfahren, bei dem für verschiedene Kostenarten die Kosten als Produkt genutzter Bewertungseinheiten (z. B. Leistungsminuten) mit einem entsprechenden Kostensatz bestimmt werden.

Um die Behandlungskosten des Patientenkollektivs über beide Jahre hinweg vergleichbar zu machen, erfolgte eine Anpassung aller Kosten an das Jahr 1997. Eine ausführliche Darstellung der Konzepte zur Kostenmessung im Rahmen ökonomischer Evaluationsstudien am Ulmer Universitätsklinikum erfolgte an anderer Stelle [10].

Kosten für Personal, Sachmittel und U+B-Leistungen

Mit Hilfe der internen Kostensätze der Klinikumsverwaltung für den ärztlichen Dienst, den Funktionsdienst, den Pflegedienst und das krankengymnastische Personal ließen sich die jeweiligen Kosten/Minute, Stunde oder Pflage-tag ermitteln (Tabelle 1). Dabei wurde nicht zwischen verschiedenen Alters- oder Dienststufen sowie Fachgebieten unterschieden.

Der Zeitaufwand für die pflegerische Versorgung/Patient auf Normalstation wurde je nach Pflegekategorie der Pflegepersonalregelung (PPR) entnommen. Der Zeitaufwand je Bewertungseinheit für andere stationäre Personalleistungen wurde der Leistungsaufstellung der Klinik für die betroffenen Stationen entnommen. Für Operationsleistungen wurden die Personalleistungen anhand des operativen Bruttozeitaufwands (OPZ), der sich aus der Schnitt-naht-Zeit (SNZ) plus einem 60%igem Aufschlag für Rüstzeit ergibt, und des Gleichzeitigkeitsfaktors (GZF) von chirurgischem bzw. Funktionsdienst für jede Operation aus dem Operationsbericht bestimmt.

Die Kosten für Sachmittel und Untersuchungs- und Behandlungsleistungen (U+B) ließen sich ebenfalls aus den Angaben der Klinikverwaltung über die Gesamtkosten dieser Kostenarten in den beteiligten Kostenstellen und die Anzahl der insgesamt geleisteten Einheiten berechnen, spezifiziert nach den einzelnen Behandlungsabschnitten (Schockraum und Operationssaal, Intensivstation, Normalstation). Für die Inanspruchnahme von Leistungen der Abteilung Anästhesie wurde eine von der Klinikverwaltung verwendete Kostenpauschale je Anästhesie-minute herangezogen, welche Kosten für Personal und Sachmittel inklusive Kosten für die Instandhaltung von anästhesieeigenen medizinischen Geräten beinhaltet, die mit der Anästhesiedauer für jede Operation verrechnet wurde.

Basisleistungen

Den Basisleistungen des Klinikums wurde Rechnung getragen, indem zusätzlich pro Pflage-tag der Basispflegesatz der Klinik für das Jahr 1997 veranschlagt wurde.

Tabelle 1

Kalkulation der Behandlungskosten in den verschiedenen Versorgungsabschnitten
[Die Kostensätze in den verschiedenen Behandlungsphasen für gleiche Kostenarten müssen nicht identisch sein und enthalten jeweils 29% Zuschlag für Infrastruktur (außer Basisleistungen)]

Behandlungsphase	Kostenarten	Bewertungseinheit	Kalkulation
Operationssaal und Schockraum	Chirurgischer ÄD	Operationsminute	$OPZ \times GZF (\text{ÄD}) \times KS (\text{ÄD})$
	Chirurgischer FD	Operationsminute	$OPZ \times GZF (\text{FD}) \times KS (\text{FD})$
	Chirurgische SM	Operationsminute	$OPZ \times KS (\text{SM})$
	U+B-Leistungen	Operationsminute	$OPZ \times KS (\text{U+B})$
	AN	Anästhesieminute	$ANZ \times KS (\text{AN})$
Intensivstation	ÄD	Behandlungsstunde	Zeitaufwand pro Patient $\times KS (\text{ÄD})$
	PD	Behandlungsstunde	Zeitaufwand pro Patient $\times KS (\text{PD})$
	SM	Behandlungsstunde	Behandlungsstunden $\times KS (\text{SM})$
	U+B-Leistungen	Behandlungsstunde	Behandlungsstunden $\times KS (\text{U+B})$
	BL	Behandlungsstunde	Behandlungsstunden $\times BPS/24$
Chirurgische Wach- und Normalstation	ÄD	Pflegetag	$PT \times KS (\text{ÄD})$
	PD	Pflegeminuten	Gesamte PPR – Min/Patient $\times KS (\text{PD})$
	KG	Anzahl der Anwendungen	Anwendungen $\times KS (\text{KG})$
	SM	Pflegetag	$PT \times KS (\text{SM})$
	U+B-Leistungen	Pflegetag	$PT \times KS (\text{U+B})$
	BL	Pflegetag	$PT \times BPS$

OPZ Operationszeit, GZF Gleichzeitigkeitsfaktor, KS Kostensatz, PT Pflegetag, PPR Pflegepersonalregelung, BPS Basispflegesatz, ANZ Anästhesiedauer, ÄD ärztlicher Dienst, PD Pflegedienst, BL Basisleistungen. KG Krankengymnastik, SM Sachmittel, AN Anästhesieleistungen, FD Funktionsdienst

Kosten für Infrastruktur (Overheadkosten)

Um auch die Kosten für Infrastruktur, die sog. Overheadkosten, zu berücksichtigen, wurde auf sämtliche Kosten für Personal und Sachmittel ein Zuschlag von 29% addiert. Darin enthalten sind die Kosten für zentrale Einrichtungen (z. B. Verwaltung, Sozialdienst, Gebäude) und Versorgungseinrichtungen (z. B. Klinikrechenzentrum, Zentralsterilisation). Eine Ausnahme bildete der Basispflegesatz, da bei dessen Kalkulation die Infrastrukturkosten bereits berücksichtigt wurden.

Instandhaltungskosten

Die Instandhaltungskosten für den Operationsbereich und die behandelnden Stationen sind in den Kostensätzen für Sachmittel enthalten.

Anschaffungskosten medizinischer Geräte

Investive Kostenbestandteile zur Anschaffung von medizinischen Geräten

und in Gebäude wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht erfasst. Unter der derzeit vorherrschenden dualen Finanzierung entspricht dieses Vorgehen der gewählten Perspektive der Kostenerfassung aus Sicht des Krankenhauses.

Rettungs- und Rehabilitationskosten, indirekte und intangible Kosten

Die Kosten der präklinischen Rettung und der poststationären Rehabilitation sowie die Kosten für nichtmedizinische Ressourcen, die vom Patienten selbst getragen werden müssen, blieben unberücksichtigt. Ebenfalls wurden keine indirekten Kosten berechnet, die im Zusammenhang mit Ausfällen des Arbeitskraftpotentials infolge der Verletzung entstehen. Gleiches gilt für intangible Kosten, die durch Schmerz und Leid der Patienten verursacht werden.

Deckungsbeiträge der Versorgung

Die Deckungsbeiträge der medizinischen Behandlung durch die Krankenkversicherer wurden für alle Patienten ermittelt.

Sie berechneten sich aus den jeweiligen für die Universitätsklinik Ulm geltenden Abteilungspflegesätzen und dem Basispflegesatz.

Statistische Auswertung

Aus Vergleichsgründen mit anderen Kostenanalysen wurden die Kosten jeweils als Mittelwert mit Spannweite (Minimum, Maximum) angegeben und graphisch als Mittelwert \pm Standardabweichung dargestellt. Nach Högel et al. [8] wäre aus statistischer Sicht zur Beschreibung der asymmetrisch verteilten Kosten der Median das adäquate Lagemaß, aus ökonomischer Sicht die Verwendung des Mittelwertes aber durchaus gerechtfertigt.

Um zu prüfen, ob Unterschiede in den einzelnen Gruppen bezüglich der Kosten existieren, wurde der Kruskal-Wallis-Test als Globaltest angewandt. Aufgrund der geringen Fallzahlen konnten nur bivariate Zusammenhänge untersucht werden. Als Signifikanzniveau wurde $\alpha=5\%$ festgelegt. Im Text bzw. in der Legende der Abbildungen wird jeweils der p -Wert angegeben. Die deskrip-

tive und weiterführende Statistik wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SAS (SAS-Software, SAS Institute, Version 6.12) berechnet.

Ergebnisse

Beschreibung des Patientenkollektivs

Aufgrund der restriktiven Ein- und Ausschlusskriterien begrenzte sich das untersuchte Kollektiv auf 39 Patienten. Davon waren 37 Patienten männlich und 2 Patienten weiblich; 4 Patienten verstarben primär, d. h. innerhalb der ersten 24 h nach dem Unfall. Weitere 4 Patienten verstarben sekundär im Verlaufe der klinischen Akutversorgung.

In der Altersverteilung zeigte sich eine Häufung in der Altersgruppe zwischen 21 und 30 Jahren, das Alter der Verletzten lag bei durchschnittlich 35 ± 17 Jahren.

In 87% der Fälle war das Polytrauma Folge eines Verkehrsunfalls. Davon verunfallten 56% der Patienten entweder als Fahrer oder Beifahrer eines Pkw, gefolgt von 32% Motorradunfällen. Sonstige Ursachen waren z. B. Sturz oder Sprung aus großer Höhe, Flugzeugabsturz, Fahrradunfall oder Unfälle mit Fußgängerbeteiligung.

Der Schweregrad der Verletzung betrug nach dem ISS durchschnittlich 37 ± 14 (22–75) Punkte und nach dem PTS durchschnittlich 37 ± 13 (22–70) Punkte. Verletzungen der Extremitäten traten mit 97% am häufigsten auf, gefolgt von Thoraxverletzungen mit einem Anteil von 62%. In 56% Fälle kam es zu einem Trauma im Bereich des Schädels, in 49% zu einer Beteiligung des Abdomens sowie in 31% zu einer Wirbelsäulenverletzung.

Bei der Zuordnung des Verletzungsschwerpunktes mit Hilfe des anatomischen Profils ergab sich bei 75% der Patienten eine Lokalisation im Bereich C: Abdomen, Becken, Wirbelsäule und Extremitäten. In jeweils 10% Fällen lag der Schwerpunkt der Verletzung in der Region A (Schädel, Gehirn, Rückenmark) bzw. B (Hals, Thorax) und in den restlichen 5% in Region D (sonstige Regionen).

Bei der präklinischen Versorgung konnte ein durchschnittlicher GCS-Wert von 10 ± 5 Punkten ermittelt werden. In 41% der Fälle fand eine Rettung mit dem Helikopter statt, in 59% mit Hilfe des Rettungswagens.

Verlauf der klinischen Behandlung

Die durchschnittliche Gesamtverweildauer im Universitätsklinikum Ulm betrug für alle Patienten 36,3 (1–113) Tage. Die Anzahl der durchgeführten operativen Eingriffe belief sich auf 5 (1–25) Operationen. Dabei betrug die mittlere SNZ 106,2 (5–540) min.

Behandlungskosten in den verschiedenen Behandlungsphasen und Kostenarten

Für das Patientenkollektiv ergaben sich durchschnittliche Gesamtbehandlungskosten von 73.612 DM mit einem Maximum von 292.490 DM. Die Verteilung der Kosten auf die einzelnen Behandlungsphasen geht aus Tabelle 2 hervor.

Analyse der Kosten

Bei der genaueren Analyse der Behandlungskosten in Bezug auf die möglichen Indikatoren des Ressourcenverbrauchs ergaben sich die folgenden signifikanten und nichtsignifikanten Bestimmungsfaktoren:

Signifikante Kostendeterminanten ($p < 0,05$)

Outcome ($p=0,002$). Für die im Beobachtungszeitraum überlebenden Patienten ergaben sich durchschnittliche Behandlungskosten von 80.180 (16.641–237.811) DM. Die primär, d. h. die innerhalb von 24 h nach dem Trauma, verstorbenen Patienten, verstarben alle durchschnittlich nach ca. 10 h an den

direkten Folgen des Polytraumas und waren aufgrund der kurzen Verweildauer in der Klinik und auf der Intensivstation für nur unterdurchschnittliche Versorgungskosten von 7.368 (3.023–13.732) DM verantwortlich. Die Kosten der sekundär, d. h. nach 24 h nach dem Trauma, verstorbenen Patienten, betragen dagegen durchschnittlich 88.962 (14.947–292.490) DM.

Bei den als sekundär verstorbenen klassifizierten Patienten wurde während der Intensivbehandlungszeit durch die Abteilung für Anästhesiologie täglich ein umfassendes Monitoring hinsichtlich eines Organversagens durchgeführt. Hierzu wird eine selbstprogrammierte Software benutzt, die alle Organsysteme auf die Kriterien eines Organversagens überprüft. Dadurch werden alle gängigen Scoresysteme erfasst, bevorzugt wird in Ulm der SOFA- und der GORIS-Score zur Einteilung verwendet [1, 6, 25]; 2 der Patienten erfüllten die Kriterien eines Organversagens und verstarben innerhalb von 2–7 Tagen nach dem Polytrauma.

Die Versorgungskosten dieser Patienten betragen durchschnittlich 17.727 DM. In einem Fall führte ein Multiorganversagen nach 7 Tagen zu einem letalen Ausgang und war verantwortlich für Versorgungskosten von 27.904 DM; 1 Patient verstarb ebenfalls an Organversagen noch nach 74 Tagen und verursachte durch den langen Aufenthalt auf der Intensivstation überdurchschnittliche Versorgungskosten von 292.489,77 DM.

Um fälschlich niedrige durchschnittliche Behandlungskosten zu eliminieren, wurden die primär Verstorbe-

Tabelle 2
Prozentuale Aufteilung der Kosten auf die einzelnen Versorgungsabschnitte und Kostenarten (in %)

	Schockraum und Operationsaal	Intensivstation	Chirurgische Wach- und Normalstation	Gesamt
Alle Kostenarten	24	59	17	100 ^b
<i>davon jeweils</i>				
Personalkosten	63	56	56	58
Sachmittel	37	31	29	32
U+B-Leistungen ^a		13	15	10

^aU+B-Leistungen in Schockraum und Operationsaal wurden dem Sachmittelanteil zugerechnet und nicht als eigene Kostenart behandelt, da der Anteil dieser Kosten an der operativen Versorgung vernachlässigbar gering ist.

^bDie Gesamtkosten (100%) betragen 73.613 DM.

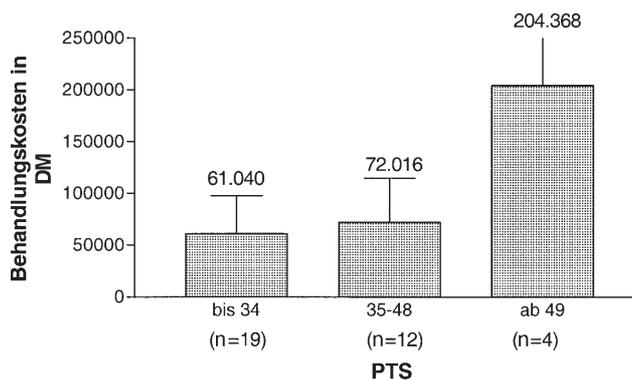


Abb. 1 ◀ **Durchschnittliche Behandlungskosten in Abhängigkeit vom Schweregrad der Verletzung (PTS), (n=35, p=0,009)**

nen bei den folgenden Berechnungen ausgeschlossen. Die sekundär Verstorbenen blieben eingeschlossen, da der Versorgungsaufwand in dieser Gruppe ebenso wie bei den Überlebenden erheblich war.

PTS (p=0,009), Verletzungsmuster (p=0,025). Bei der Klassifizierung des Verletzungsschweregrades mit Hilfe des PTS zeigte sich mit zunehmenden PTS-Punktwert ein Anstieg der entstehenden Kosten (Abb. 1).

In der Gruppe bis 34 Punkte entstanden durchschnittliche Behandlungskosten von 61.040 (16.641–149.688) DM. Die Kosten erhöhten sich in der Gruppe größer gleich 49 Punkte auf 204.368 (128.756–292.490) DM. In Abhängigkeit vom Schwerpunkt der Verletzung, ermittelt mit Hilfe des anatomischen Profils, variierten die durchschnittlichen Behandlungskosten z. T. erheblich (Abb. 2).

Lag das Hauptgewicht des Traumas in der Region A (Schädel, Gehirn, Rückenmark) so entstanden niedrige mittlere Behandlungskosten von 21.120 (14.947–27.904) DM, was auf die schlechte Prognose der Schädel-Hirn-Traumen (SHT) zurückzuführen ist. In der Gruppe der Schädel-Hirn-Traumatisierten erlagen alle 3 Patienten ihren Verletzungen, sodass diese Patienten nicht repräsentativ für die entstehenden Behandlungskosten innerhalb dieses Verletzungsschwerpunkts sind. Die höchsten Kosten wurden mit durchschnittlich 97.028 (64.793–149.688) DM für die Behandlung von Patienten mit Schwerpunkt im Bereich Hals, Thorax (Region B) ermittelt.

Bedarf an Blut- und Blutbestandteilpräparaten (p=0,04), Beatmungsdauer (p=0,001). Bei der Ermittlung des Blutersatzes wurde die dokumentierte Gabe von Erythro-

zytenkonzentrat, „fresh frozen plasma“ (FFP) oder Thrombozytenkonzentrat berücksichtigt. In Abhängigkeit von der Gabe von Blut- und Blutbestandteilpräparaten stiegen die durchschnittlichen Behandlungskosten mit der Gesamtzahl der verabreichten Konserven monoton an. Unter Berücksichtigung der Gabe des am meisten verwendeten Erythrozytenkonzentrates, stiegen die durchschnittlichen Behandlungskosten mit der Anzahl der Konserven (<3 l EK, 3–6 l EK, >6 l EK) von durchschnittlich 46.376 DM auf 142.175 DM an.

Nahezu das gleiche Phänomen ließ sich bei Betrachtung der Gabe von FFP (<2,5 l FFP, 2,5–5 l FFP, >5 l FFP) und Thrombozytenkonzentrat (<0,7 l TK; 0,7–1,4 l TK; >1,4 l TK) beobachten. Ebenfalls zeigte sich ein deutlicher Anstieg der Behandlungskosten mit der Dauer der Beatmung. Mit 136.748 (70.474–292.490) DM entstanden maximale Behandlungskosten durch die Versorgung von Patienten, die länger als 12 Tage beatmet werden mussten.

Anzahl der Operationen (p=0,002). Die Behandlungskosten für Patienten mit nur einer Operation beliefen sich auf 43.864 (20.508–83.002) DM. In der Patientengruppe mit mehr als 6 durchgeführten Operationen konnten die Kosten mit 181.738 (94.874–292.490) DM beziffert werden.

Wie Abb. 3 verdeutlicht, wird der kontinuierliche Anstieg der Behandlungskosten sowohl von einer Erhöhung der Kosten der operativen als auch der stationären Versorgung verursacht. Ab einer Anzahl von mehr als 6 durchgeführten Operationen verläuft der Anstieg der Kosten der stationären

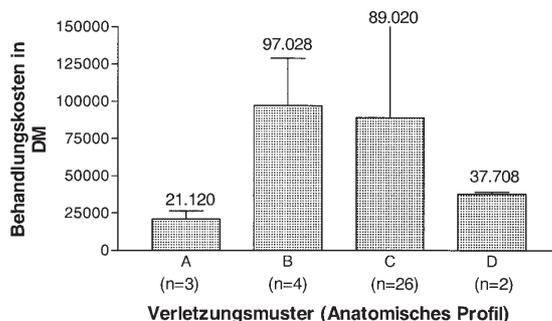


Abb. 2 ▲ **Durchschnittliche Behandlungskosten in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster, ermittelt mit Hilfe des Anatomischen Profils (Regionen: A Schädel, Gehirn, Rückenmark, B Hals, Thorax, C Abdomen, Becken, Wirbelsäule, Extremitäten, D Gesicht und alle übrigen Regionen mit einem AIS von 1–2), (n=35, p=0,025)**

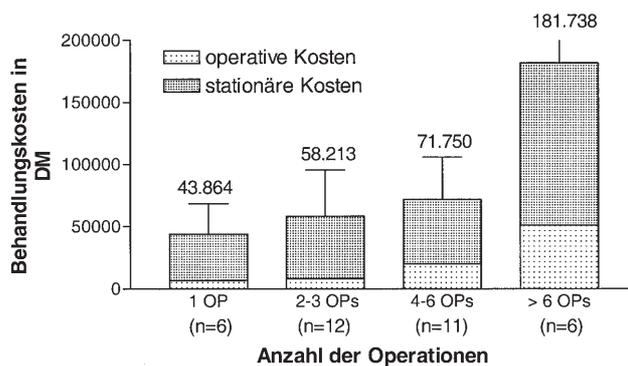


Abb. 3 ▲ **Behandlungskosten in Abhängigkeit von den durchgeführten Operationen (n=35, p=0,002)**

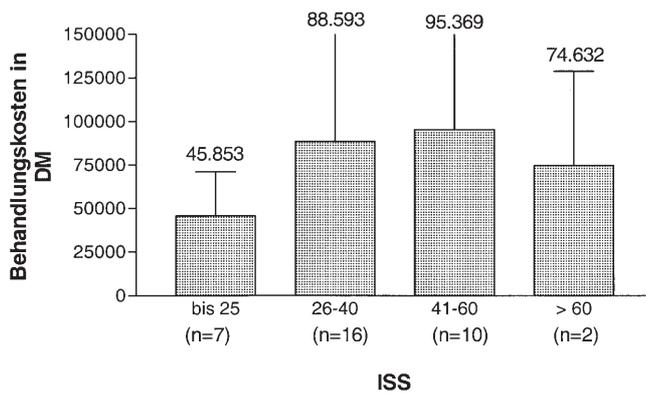


Abb. 4 ◀ **Durchschnittliche Behandlungskosten in Abhängigkeit vom Schweregrad der Verletzung (ISS) (n=35, p=0,3)**

Versorgung überproportional. Die am häufigsten durchgeführten Operationen waren Eingriffe zur Konditionierung des Weichteilschadens [Vakuumversiegelungen (42%)] und Osteosynthesen (31%). Die teuersten operativen Verfahren waren Osteosynthesen und Laparotomien.

Kein signifikanter Einfluss ($p>0,05$)

Alter und Schweregrad der Verletzung (ISS). Die durchschnittlichen Behandlungskosten waren am höchsten in den beiden Altersgruppen bis 20 Jahre und über 60 Jahre. Vergleichsweise gering fielen die Kosten in den Gruppen von 21–40 Jahren aus. Ab einem Alter von 41 Jahren ließ sich wieder ein ansteigender Trend erkennen.

In Abhängigkeit vom Schweregrad der Verletzung, gemessen am ISS, stiegen die durchschnittlichen Behandlungskosten in den ersten drei Gruppen (ISS bis 25, 26–40, 41–60) mit zunehmendem Punktwert an. In der Gruppe der am schwersten verletzten Patienten (ISS>60) war wieder ein rückläufiger Trend zu beobachten (Abb. 4). Dies ist mit Vorsicht zu interpretieren, da in der Gruppe der Patienten mit einer Verletzungsschwere von ISS über 60 nur noch 2 Patienten zu finden sind. Bis zu einem ISS von einschließlich 60 Punkten stiegen die Behandlungskosten mit zunehmender Verletzungsschwere an.

ZNS-Status, Rettungsart, Unfallmechanismus und Zeit zwischen Unfall und Klinikaufnahme. Die Bewusstseinslage des Patienten an der Unfallstelle (ermittelt durch die GCS), die Art der Rettung, der Unfallmechanismus und die Zeit zwischen dem Unfall und der Aufnahme in die Klinik zeigten keinen wesentlichen

Einfluss auf die Höhe der entstehenden Behandlungskosten. Die höchsten durchschnittlichen Behandlungskosten entstanden mit 106.001 (16.641–292.490) DM bei der Behandlung von verunfallten Motorradfahrern.

Betriebswirtschaftliches Ergebnis

Durchschnittlich wurde dem Klinikum pro Patient der Deckungsbetrag von 50.401 DM erstattet. Dies entspricht einem durchschnittlichen defizitären Betrag von 23.211 DM, wobei in 38 von 39 Fällen die der Klinik entstandenen Kosten die Deckungsbeträge der Krankenversicherer überstiegen. Das maximale Defizit belief sich bei einem Patienten auf ca. 110.000 DM. Bei den primär verstorbenen Patienten betrug das durchschnittliche Defizit ca. 5.000 DM pro Patient, bei den sekundär verstorbenen 35.000 DM.

Diskussion

In dem untersuchten Patientenkollektiv trat mit minimal 3.023 und maximal 292.490 DM eine enorme Spannweite der Behandlungskosten auf. Dies deutet daraufhin, dass einzelne Patienten – angepasst an die individuellen Ansprüche – höchste Anforderungen an eine Vielfalt von interdisziplinären Behandlungskonzepten stellen können.

So unterschieden sich die Patienten beispielsweise hinsichtlich des Alters, des Verletzungsschweregrades und -musters oder des Unfallmechanismus. Zum Ausdruck kommt die individuelle Variabilität v. a. in der Länge des stationären Aufenthalts, dabei insbesondere der intensivmedizinischen Behandlung, die mit einem Kostenanteil von ca. 60% für den Hauptanteil der entste-

henden Behandlungskosten verantwortlich ist.

Ein weiterer wesentlicher Faktor der Kostenentstehung ist der Bereich der operativen Versorgung, der die Schockraumversorgung und die wiederholt notwendigen operativen Eingriffe umfasst (24% der Behandlungskosten). Überlegungen für mögliche Kosteneinsparungen sollten daher in erster Linie in diesen beiden Bereichen ansetzen.

Die Fallzahl von 39 Patienten kann im Rahmen einer univariaten Analyse nur erste Hinweise auf mögliche Kostendeterminanten liefern. Für eine fundierte multivariate Analyse der entstehenden Behandlungskosten wäre eine erheblich größere Fallzahl erforderlich. Zur Vergrößerung der Fallzahl eignet sich das Zusammenfassen mehrerer Untersuchungsjahre nur bedingt, da sich die technologische Weiterentwicklung der Behandlungsverfahren und die Behandlungskosten verändern können. Für eine aussagekräftige Kostenanalyse mit einer multivariaten Betrachtung wäre daher eine prospektive, multizentrische Studie erforderlich.

In der vorliegenden Arbeit wurde in einigen Bereichen aus Gründen der Praktikabilität ein pauschaler Ansatz anstelle einer individuellen Einzelerhebung gewählt. Diese Vorgehensweise kann möglicherweise in einigen Bereichen tendenziell zu einer Unterschätzung der Kosten führen, da davon ausgegangen werden muss, dass es sich um Patienten mit überdurchschnittlichem Behandlungsaufwand im Vergleich zu anderen Patienten, die auf den entsprechenden Stationen behandelt werden, handelt. So kann das Ergebnis eines pauschalen Ansatzes zur Kostenbestimmung von dem eines präziser differenzierten Ansatzes abweichen [10].

Auch repräsentieren die berechneten Kosten der Akutbehandlung polytraumatisierter Patienten nur einen kleinen Ausschnitt der Gesamtkosten aus präklinischer, klinischer und rehabilitativer Versorgung. Nach Schätzungen Matterns können allein für die berufliche und soziale Rehabilitation zusätzlich entstehende Kosten von durchschnittlich ca. 44.100 DM veranschlagt werden [15]. In einer Untersuchung von Regel et al. betrug die Behandlungsdauer in einer Rehabilitationsklinik im Mittel weitere 114,7 Tage [19].

Vergleich mit anderen Kostenanalysen

Ruchholtz et al. [21] berechneten in einer Kostenanalyse der klinischen Behandlung Polytraumatisierter bei einem hinsichtlich Patientenalter und Schweregrad der Verletzung vergleichbarem Kollektiv Kosten von 63.989 DM, wobei die Aufteilung auf die verschiedenen Behandlungsphasen in etwa vergleichbar war. Neben den unterschiedlichen Untersuchungs-jahren blieben in dieser Untersuchung Basisleistungen, Kosten für Instandhaltung und Overheadkosten unberücksichtigt. Die Operationsrüstzeit wurde mit nur 30 min veranschlagt, während hier ein Rüstzeitzuschlag von 60% auf die tatsächliche SNZ vorgenommen wurde.

Nach der vorliegenden Studie lagen die Behandlungskosten von Patienten, die innerhalb der ersten 24 h nach dem Unfall verstorben sind, mit 7.368 DM deutlich unter dem Durchschnitt, für die Versorgung von später verstorbenen Patienten wurden Kosten von 88.962 DM ermittelt. Ähnliche Ergebnisse berichten Ruchholtz et al. [21] mit 8.468 DM für Primär- und 101.940 DM für Sekundär- versterbende.

In einer weiteren deutschen Kosten-erhebung der Erstversorgung und Intensivtherapie Polytraumatisierter ergaben sich mit durchschnittlich über 100.000 DM/Patient deutlich höhere Kosten, was möglicherweise auf die in dieser Untersuchung geforderte Mindestüberlebenszeit von 6 Tagen zurückzuführen ist [16].

Der prozentuale Anteil der Personalkosten fiel dagegen in der letztgenannten Studie mit ca. 40% geringer aus als in der vorliegenden Studie (annähernd 60%). Die Unterschiede könnten sowohl auf Charakteristika der entsprechenden Intensivstation wie auf die zugrundeliegenden Behandlungs- oder Kostenmesskonzepte zurückzuführen sein.

In der vorliegenden Studie waren die durchschnittlichen Behandlungskosten am höchsten in den beiden Altersgruppen bis 20 Jahre und über 60 Jahre. Übereinstimmend mit der Studie von Ruchholtz et al. [21] zeigte sich das Lebensalter nicht als Bestimmungsfaktor der entstehenden Behandlungskosten polytraumatisierter Patienten.

In Abhängigkeit vom Schweregrad der Verletzung, gemessen am ISS, stie-

gen in dieser Studie die durchschnittlichen Behandlungskosten bis zu einem Punktwert von 60 an. Darüber hinaus war wieder ein rückläufiger Trend mit deutlich geringeren mittleren Kosten zu beobachten. Ursache hierfür ist der hohe Anteil (67%) an Patienten, die innerhalb von 2 Tagen verstorben sind.

Bei Bewertung des Verletzungsschweregrades mit Hilfe des Hannoveraner Polytraumaschlüssels ergab sich ein kontinuierlicher, signifikanter Anstieg der Behandlungskosten mit zunehmendem Punktwert. Der Unterschied zwischen beiden Scoresystemen ist in den methodischen Differenzen zu sehen. Die Meinungen bezüglich des Einflusses des ISS auf die Behandlungskosten gehen auseinander: während einige Autoren keinen bzw. kaum einen Zusammenhang zwischen ISS und Kosten finden konnten [16, 21], erklärten andere den ISS als eine wichtige Einflussgröße auf die entstehenden Behandlungskosten [27]. Letztendlich müsste der Einfluss des ISS zur Vorhersage der Kosten in einem größeren Kollektiv als in der vorliegenden Studie und in einer multivariaten Analyse genauer betrachtet werden.

In dieser Untersuchung wurde erstmals auch der Einfluss des Verletzungsmusters (anatomisches Profil [4]) betrachtet. Der Schwerpunkt der Verletzung nahm signifikanten Einfluss auf die Höhe der Behandlungskosten. Lag das Hauptgewicht des Traumas im Bereich Schädel, Gehirn, Rückenmark so entstanden aufgrund der schlechten Prognose dieser Patienten unterdurchschnittliche Behandlungskosten. Verletzungen mit Thoraxbeteiligung führten zu durchschnittlichen Kosten der Gesamtbehandlung von 97.028 DM. Ursächlich dafür ist die längere Beatmungspflichtigkeit und somit längere Verweildauer auf der Intensivstation, die den Hauptanteil der Behandlungskosten ausmacht.

Anforderungen an ein Vergütungssystem

Im Zuge der Einführung von Fallpauschalen/Sonderentgelten durch den Gesetzgeber wird auch die Einführung von Vergütungspauschalen im Bereich der Versorgung Polytraumatisierter diskutiert [11]. Ein Fallpauschalensystem, welches die Vergütung der Behandlung

Schwerverletzter regelt, sollte differenziert das gesamte Spektrum der Verletzungen bei einem Polytrauma abdecken. Die Zuteilungsgruppen sollten hinsichtlich der entstehenden Kosten ökonomisch homogen sein und trotzdem medizinisch sinnvoll subsumierbar bleiben. Die Zuordnung der einzelnen Patienten müsste eindeutig und nicht durch den behandelnden Arzt oder die Klinik beeinflussbar sein.

Die Definition einer undifferenzierten Fallpauschale „Polytrauma“ erscheint nicht sinnvoll, da sich hinter einer Polytraumatisierung kein einheitliches Krankheitsbild verbirgt. Zudem ist eine meist langfristige, interdisziplinäre Behandlung erforderlich. Gegen eine undifferenzierte Fallpauschale spricht außerdem die große Variation der Kosten.

Ein erster Ansatz für eine Klassifikation in Gruppen mit ökonomisch homogenen Ressourcenverbrauch könnte eine Kombinationsklassifikation nach Verletzungsschweregrad, -muster, Verweildauer und Outcome sein. Möglich wäre auch eine zusätzliche Berücksichtigung der Verweildauer auf der kostenintensiven Intensivstation oder der aufwendigen Erstoperationen.

Auch bei Berücksichtigung des Verletzungsschweregrades, des Verletzungsmusters oder der Verweildauer insgesamt zeigt sich eine enorme Spannweite innerhalb der Gruppen. Eine Aussage über die Einführung differenzierter Fallpauschalen unter Berücksichtigung dieser Faktoren lässt sich daher anhand des vorliegenden Kollektivs nicht treffen.

In einer amerikanischen Untersuchung wurde der Verletzungsschweregrad berücksichtigt, indem speziell für die Traumaversorgung sog. TRG (trauma resource groups) entwickelt wurden, die auch den entsprechenden Schweregrad der Verletzung (gemessen am ISS) und das Lebensalter des Patienten einkalkulieren. Dies konnte jedoch nicht zu einer adäquateren Vergütung sowie zu einer besseren Vorhersage der Verweildauer beitragen [5].

Zum gleichen Ergebnis kamen MacKenzie et al. [14], die durch die Anwendung von DRG (diagnosis related groups) unter Berücksichtigung des ISS eine nur minimal höhere Vergütung erzielen konnten. Nach Ansicht der Autoren ist möglicherweise der gewählte Weg über eine Klassifizierung der Verletzungsschwere nach dem ISS nicht der

richtige. Besser geeignet erscheinen evtl. eine unterschiedliche Gewichtung von AIS-Werten innerhalb verschiedener Körperregionen.

Betrachtet man die Beträge der derzeitigen Unterdeckung, so wird unter dem gegenwärtigen Entgeltsystem die Behandlung von polytraumatisierten Patienten durch Kreuzsubventionen oder klinikinterne Zuschüsse mitfinanziert. Eine generelle leistungsgerechte Bezahlung der Krankenhausversorgung würde daher eine Anpassung der Vergütung Polytraumatisierter an die Behandlungskosten erfordern. In einem budgetierten System müsste allerdings parallel zu dieser Forderung diskutiert werden, ob Kompensationsmöglichkeiten in anderen Versorgungsbereichen zur Verfügung stehen.

Fazit für die Praxis

Das entwickelte Kostenmesskonzept, basierend auf der Kosten- und Leistungsrechnung der Klinikumsverwaltung, erlaubt eine Kalkulation der Behandlungskosten polytraumatisierter Patienten. Personalkosten, Kosten für Sachmittel, Untersuchungs- und Behandlungsleistungen, Basisleistungen und Overheadkosten wurden für die einzelnen Behandlungsphasen auf der Intensivstation und der Normalstation sowie für die operative Versorgung (inklusive Schockraumversorgung) getrennt berechnet. Das Messkonzept ist auch auf andere Kliniken übertragbar und lässt sich je nach Datenlage verfeinern (z. B. Aufgliederung der einzelnen Sachmittel in Arzneimittel etc.). Es lässt sich für weiterführende Studien wie z. B. Kosten-Effektivitäts-Analysen verwenden. Die Vergütung der Krankenkassen deckt gegenwärtig die bei der Versorgung von polytraumatisierten Patienten entstehenden Behandlungskosten nicht ab. Zur Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Versorgungsstandards für Polytraumatisierte sollte den anfallenden Kosten Rechnung getragen werden, da eine inadäquate Vergütung zukünftig die flächendeckende Patientenversorgung gefährden könnte. Zu beachten ist auch, dass neben Verbesserungen des Rettungssystems und der Trauma-

versorgung in jedem Fall auch Maßnahmen und Strategien zur Prävention von Unfällen weiterentwickelt werden müssen.

Dank gilt den Mitarbeitern der Abteilung III/3 (Kosten- und Leistungsrechnung) der Klinikverwaltung für die geleisteten Vorarbeiten und die Unterstützung bei den Berechnungen.

Literatur

1. Antonelli M, Moreno R, Vincent JL, Sprung CL, Mendoca A, Passariello M, Riccioni L, Osborn J (1999) Application of SOFA score to trauma patients. *Sequential Organ Failure Assessment. Intens Care Med* 25: 389–394
2. Baker S, O'Neill B, Haddon W, Long WB (1974) The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 14: 187–196
3. Bundesministerium für Gesundheit (1995) Kalkulation von Fallpauschalen und Sonderentgelten für die Bundespflegesatzverordnung, Bd 45. Nomos, Baden-Baden
4. Copes WS, Champion HR, Sacco WJ et al. (1990) Progress in characterizing anatomic injury. *J Trauma* 30: 1200–1207
5. Eastham JN, Steinwachs DM, MacKenzie EJ (1991) Trauma care reimbursement: comparison of DRGs to an injury severity-based payment system. *J Trauma* 31: 210–216
6. Goris RA, te Boekhorst TPA, Nuytink KS, Gimbere JSF (1985) Multiple-organ failure. *Arch Surg* 120: 1109–1115
7. Haas NP, von Fournier C, Tempka A, Südkamp NP (1997) Traumazentrum 2000. Wieviele und welche Traumazentren braucht Europa um das Jahr 2000? *Unfallchirurg* 100: 852–858
8. Högel J, Rodloff AC, Büchele G, Gaus W (1998) Randomized observational studies on the economics of therapies-biometrical experience of two trials. *Methods of Information in Medicine* 37: 53–58
9. Kinzl L, Gebhard F, Arand M (1996) Polytrauma und Ökonomie. *Unfallchirurgie* 22: 179–185
10. Klose T, Herlemann B, Leidl R (1999) Kostenmessung in der ökonomischen Evaluation von Gesundheitsleistungen: die Kosten stationärer Akutversorgung am Universitätsklinikum Ulm. *Z Gesundheitswiss* 7: 351–372
11. Lauterbach KW, Lingen M (2000) Neues Entgeltsystem nach US-Muster. *Dtsch Ärztebl A* 97: 444–447
12. Leidl R (1998) Der Effizienz auf der Spur: Eine Einführung in die ökonomische Evaluation. In: Schwartz FW, Badura B, Leidl R, Raspe H, Siegrist J (Hrsg) *Das Public Health Buch*. Urban u. Schwarzenberg, München, S 346–369
13. Mac Kenzie EJ, Siegel JH, Shapiro S, Moody M, Smith RT (1988) Functional recovery and medical costs of trauma: an analysis by type and severity of injury. *J Trauma* 28: 281–297
14. Mac Kenzie EJ, Steinwachs DM, Ramzy AI, Ashworth JW, Shankar B (1991) Trauma case mix and hospital payment: the potential for refining DRGs. *Health Serv Res* 26: 5–26
15. Mattern R (1988) Verletzungsfolgekosten nach Straßenverkehrsunfällen. *FAT-Schriftenreihe* 73: 6–108
16. Oberlack U, Neudeck F, Wihs HJ, Schmidt-Neuerburg KP (1997) Kostenanalyse der Primärversorgung und intensivmedizinischen Behandlung polytraumatisierter Patienten. *Unfallchirurg* 100: 44–49
17. Oestern HJ, Kabus K, Neumann C (1991) Der Hannoversche Polytraumaschlüssel. *Hefte Unfallheilkd* 220: 210–215
18. Oestern HJ (1999) Versorgung Polytraumatisierter im internationalen Vergleich. *Unfallchirurg* 102: 80–91
19. Regel G, Seekamp A, Takacs J, Bauch S, Sturm JA, Tscherne H (1993) Rehabilitation und Reintegration polytraumatisierter Patienten. *Unfallchirurg* 96: 341–349
20. Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H (1995) Treatment results of patients with multiple trauma. *J Trauma* 38: 70–78
21. Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Stuber R, Lewan U, Schweiberer L (1995) Kostenanalyse der klinischen Behandlung polytraumatisierter Patienten. *Chirurg* 66: 684–692
22. Schwartz RJ, Jacobs LM, Yazel D (1989) Impact of pre-trauma center care on length of stay and hospital charges. *J Trauma* 29: 1611–1615
23. Siegel JH, Gens DR, Mamantov T, Geisler FH, Goodarzi S, Mac Kenzie EJ (1991) Effect of associated injuries and blood volume replacement on death, rehabilitation needs, and disability in blunt traumatic brain injury. *Crit Care Med* 19: 1252–1265
24. Siegel JH, Mason-Gonzalez S, Dischinger PC et al. (1993) Causes and costs of injuries in multiple trauma patients requiring extrication from motor vehicle crashes. *J Trauma* 35: 920–931
25. Strecker W, Gebhard F, Rager J, Bruckner UB, Steinbach G, Kinzl L (1999) Early biochemical characterization of soft-tissue trauma and fracture trauma. *J Trauma* 47: 358–364
26. Teasdale G, Jennet B (1974) Assessment of coma and impaired consciousness. *Lancet* 2: 81–84
27. Weingarten MS, Wainwright ST, Sacchetti AD (1988) Trauma and aging effects on hospital costs and length of stay. *Ann Emerg Med* 17: 10–14