

b) Polytraumen und Verletzungen der großen Körperhöhlen

5. Die Belastbarkeit Mehrfachverletzter und ihre Bedeutung für die operative Versorgung

H. Tscherne, H.-J. Oestern und J. A. Sturm

Medizinische Hochschule Hannover, Unfallchirurgische Klinik (Direktor: Prof. Dr. H. Tscherne), Konstanty-Gutschow-Straße 8, D-3000 Hannover 61

Stress Tolerance in Multiple Traumatized Patients in Relation to Operative Treatment

Summary. Treatment of severely injured patients requires exact planning and mature management. For practical reasons the classification into 4 phases has been introduced: acute, primary, secondary and tertiary phases. During the acute phase all life-saving operations are performed. In the primary, secondary and tertiary phases the procedures vary according to priority. Reviewed on the basis of 781 severely injured patients, the most reliable criteria are: pulmonary artery pressure, creatinine, bilirubin, extravascular lung water, the $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ quotient and fluid balance.

Key words: Polytrauma – Acute therapy.

Zusammenfassung. Die Behandlung Schwer- und Mehrfachverletzter erfordert eine exakte Planung und ein ausgereiftes Management. Bewährt hat sich die Einteilung in Akut-, Primär-, Sekundär- und Tertiärphase. In der Akutphase werden alle lebenserhaltenden Maßnahmen durchgeführt. In der Primär-, Sekundär- und Tertiärphase folgen dann die übrigen Eingriffe. Aufgrund einer Untersuchung an 781 Schwerstverletzten haben sich für die Indikationsstellung als wesentliche Parameter der Pulmonalarteriendruck, das Kreatinin, das Bilirubin, die Flüssigkeitsbilanz und das extravasale Lungenwasser herausgestellt sowie der Quotient aus PaO_2 und inspiratorischer Sauerstoffkonzentration.

Schlüsselwörter: Polytrauma – Akutversorgung.

Die Belastbarkeit des Schwer- und Mehrfachverletzten hat zwei grundverschiedene Aspekte: Einerseits kann ein Unterlassen wichtiger diagnostischer, therapeutischer und chirurgischer Maßnahmen das Leben des Verletzten akut bedrohen, andererseits können nicht lebenswichtige oder zeitlich falsch geplante Eingriffe zur unnötigen Belastung oder gar zum Tode des Verletzten führen.

So erlitt ein Rennpilot bei einem Formel-I-Rennen zwar zahlreiche schwere Verletzungen, aber ausschließlich unterhalb beider Kniegelenke. Nicht vital indizierte, langdauernde Osteosynthesen führten nach 24 h zum Tode des Verletzten. Offensichtlich wurde die Belastbarkeit dieses Unfallopfers falsch beurteilt.

Nach dieser Einleitung zunächst einige Definitionen. Der medizinische Fachausdruck *Trauma* bezeichnet eine Verletzung des Körpers durch Gewalteinwirkung von außen. Ein *Barytrauma* ist eine schwere, lebensbedrohende Verletzung, die auch eine Einzelverlet-

zung – *Monotrauma* – z. B. schwere Leberruptur, sein kann. Unter einer Mehrfachverletzung – *Polytrauma* versteht man gleichzeitig entstandene Verletzungen mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, wobei wenigstens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer, lebensbedrohlich ist.

Die Klassifizierung der Verletzungsschwere erfolgt nach dem PTS, dem *Poly-Trauma-Schlüssel*, einem Punktschema, das Einzelverletzungen je nach Gewichtung und das Alter des Verletzten berücksichtigt. Es ergeben sich insgesamt 4 Schweregrade [1].

Der tödliche Ausgang ist auch heute noch die häufigste Komplikation nach Bary- und Polytrauma. Der Unfalltod ist nach Zeitpunkt des Eintrittes in 3 Gruppen zu unterteilen [2]. Stellt man die Todesrate in Abhängigkeit vom Todeszeitpunkt dar, so ergeben sich 3 Gipfel (Abb. 1).

Der 1. Gipfel, bezeichnet als „*sofortige Todesfälle*“, steht für Patienten, die sehr rasch am Unfallort oder innerhalb 1 h nach einer Verletzung sterben. Diese Todesfälle sind insbesondere durch Verletzungen des Gehirns, des Hirnstammes, des Rückenmarks, des Herzens oder der großen Blutgefäße verursacht. Auch unter günstigen medizinischen Bedingungen und optimalen Rettungssystemen sind nur wenige Patienten aus dieser Gruppe zu retten.

Unter den zweiten, als „*frühe Todesfälle*“ bezeichneten Gipfel, fallen Unfallopfer, die innerhalb der ersten Stunden nach der Verletzung sterben. Schwere innere Blutungen im Schädel, Brust- oder Bauchraum führen häufig zum Tod sowie zahlreiche kleinere Blutungen, die sich zu einem kritischen Blutverlust addieren. Alle derartigen Verletzungen gelten bei den heute verfügbaren medizinischen Mitteln als behandelbar. Allerdings beeinflusst das therapiefreie Intervall sowie die Güte der medizinischen Versorgung die Überlebenschance.

Die Kategorie der „*Früh-Todesfälle*“ kann wiederum nach zwei wesentlichen Arten von Verletzungen unterteilt werden: Verletzungen des zentralen Nervensystems und verschiedene Ursachen schweren Blutverlustes.

Mehrere Arbeitsgruppen haben herausgefunden, daß Tod oder lebenslange Invalidität mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist, wenn die chirurgische Behandlung intrakranieller Blutungen mehr als 4 h hinausgezögert wird.

Sofort chirurgisch einzugreifen, ist auch für Patienten mit starken Blutungen entscheidend. Blutungen können in 3 Schweregrade eingeteilt werden: Schwer, mittel, leicht (Abb. 2). Bei schweren Blutungen übersteigt der Blutverlust 150 ml/min. In den ersten 10 min einer schweren Blutung verliert der Patient also mindestens 1,5 l Blut und damit nahezu $\frac{1}{3}$ seines verfügbaren Blutvolumens. Blutet der Patient unvermindert weiter, verliert er innerhalb von 20 min mehr als die Hälfte seines Blutes. Schnelle und gezielte chirurgische Hilfe bietet solchen Patienten die einzige Chance, zu überleben. Bei mittelschweren Blutungen beträgt der Blutverlust zwischen 30 und 150 ml/min. Ein lebensbedrohlicher Blutverlust tritt somit innerhalb 1 h nach der Verletzung ein. Entscheidend bleibt, daß viele frühe Todesfälle durch entsprechende Volumentherapie im Rahmen der präklinischen Versorgung einerseits und durch rasches chirurgisches Eingreifen andererseits verhütet werden können. In unserem Krankengut war jede zweite Milzruptur innerhalb der ersten Stunde nach dem Unfall bereits laparotomiert und weitere 30% innerhalb der zweiten Stunde.

Unter der Bezeichnung „*späte Todesfälle*“ machen den 3. Gipfel jene Unfallopfer aus, die Tage oder Wochen nach einer Verletzung sterben. In nahezu 80% dieser Fälle liegt entweder eine Sepsis oder das Versagen mehrerer Organsysteme – ein *Multiorganversagen* – vor.

Die Behandlung Schwer- und Mehrfachverletzter sollte nur in solchen Krankenhäusern erfolgen, die eine entsprechende Infrastruktur in personeller, räumlicher und apparativer Hinsicht für alle Arten von Verletzungen (Abb. 3) haben. Alle Sparten der operativen Medizin, einschließlich Anaesthesie, müssen 24 h am Tag verfügbar sein. Schließlich müssen alle intensiv-medizinischen Möglichkeiten gegeben sein. Nur stichwortartig seien Computertomografie, Angiografie, Labor und Blutbank erwähnt.

Zum besseren Management kann die Behandlung Schwer- und Mehrfachverletzter in verschiedene Zeitperioden unterteilt werden (Abb. 4). In der ersten Phase, der *Akut- oder*

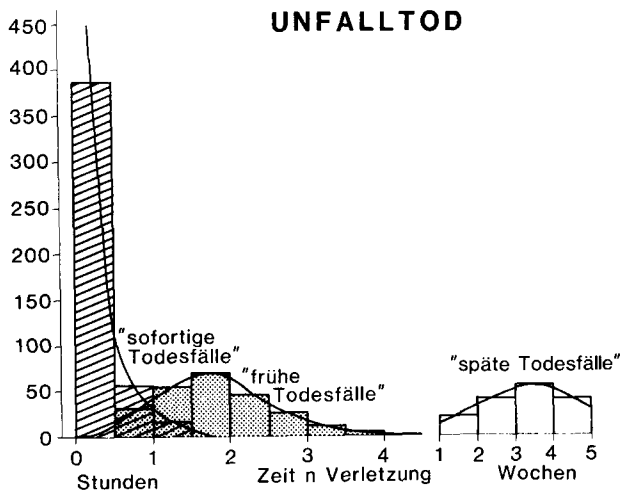


Abb. 1. Die 3 Gipfel der Todesfälle in Abhängigkeit vom Zeitpunkt nach der Verletzung

SCHWEREGRAD UND DAUER EINER BLUTUNG BLUTVERLUST

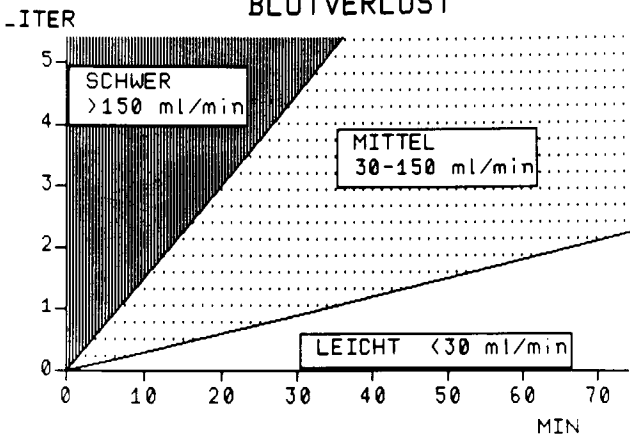


Abb. 2. Einteilung der Blutung in 3 Schweregrade, leicht, mittel und schwer

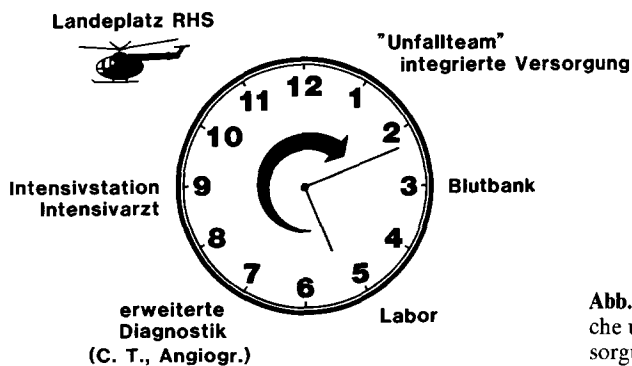


Abb. 3. Notwendige personelle, räumliche und apparative Infrastruktur zur Versorgung Schwerverletzter

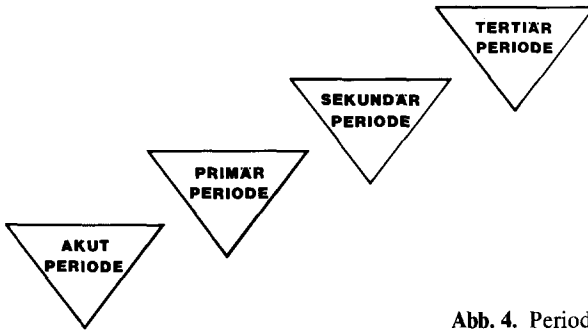


Abb. 4. Perioden im Management des Schwerverletzten

Reanimationsphase, ist der Schwerverletzte vor allem durch ein Unterlassen essentieller diagnostischer, therapeutischer und chirurgischer Eingriffe gefährdet.

Die Akutphase ist charakterisiert durch die Wiederherstellung der physiologischen Respiration und Haemodynamik. Das bedeutet: Intubation, Beatmung, Volumenersatz. Das Auftreten von deletären Schockfolgen kann in der Regel auf den verzögerten und nicht maximalen therapeutischen Einsatz der behandelnden Ärzte zurückgeführt werden. Der Forderung nach sofortigem Beginn einer aggressiven intensiven Therapie wird häufig nicht nachgekommen, weil Verletzungsschwere und bestehende Schocksituation in ihrem vollen Ausmaß nicht erkannt wurden. Diese Schwierigkeiten bei Erkennung und Einordnung des Schwerverletzten fordern initial vom schlechtesten Fall auszugehen. Erst wenn das Gegenteil bewiesen ist, kann die Therapie reduziert werden. Es darf auf keinen Fall umgekehrt verfahren werden. Das Zögern, die notwendigen Maßnahmen einzuleiten, z. B. die Beatmung bei einem offensichtlich schwer verletzten, aber bewußtseinsklaren und relativ frei atmenden Patienten, ist zwar verständlich, kann aber für den Verletzten äußerst bedrohlich werden. Respiratorische Grenzwerte sind in der Frühphase von geringer Hilfe. Im Zweifelsfalle sollte immer für 24 h beatmet werden.

Schweregrad des Schocks, Verletzungsschwere und Gefährdung des Patienten sind während des initialen Managements am besten anhand der peripheren Zirkulation und vor allem des Verletzungsmusters beurteilbar. Bei extrem kurzen Rettungszeiten sind haemodynamische Parameter, wie Puls, Blutdruck, Schockindex, zentraler Venendruck nahezu irrelevant.

In einer eigenen Studie an 81 Schwerverletzten waren Puls, Blutdruck, Schockindex und zentraler Venendruck in den ersten 24 h und während der ersten Woche nahezu wie in der sogenannten Gefährdungszone.

Die Bestimmung der Urinausscheidung, der peripheren Zirkulation, der zentralen und peripheren Temperaturdifferenz und das Ausmaß der Acidose ist bedeutender. Vorwiegend orientieren wir uns aber nach dem Verletzungsmuster und dem geschätzten Blutverlust.

Wir substituieren so viel an Volumen, wie zur haemodynamischen Stabilisierung des Verletzten und für eine ausreichende Nierenfunktion mit einer Urinproduktion von mindestens 60 ml/h notwendig ist. Wir geben frühzeitig Blut, notfalls ungekreuzt, entsprechend dem Verletzungsmuster und dem geschätzten Blutverlust und streben einen Haemoglobinwert von 11–12 g% an.

Die bedeutendsten diagnostischen Maßnahmen in der Akutphase sind neben einer klinischen Untersuchung das Thoraxröntgen und die Abdominallavage oder Sonografie.

Eine Verletzung des zentralen Nervensystems muß unbedingt in dieser allerersten Phase abgeklärt werden. Bei der rasch orientierenden körperlichen Untersuchung ist die Durchblutung aller vier Extremitäten genau zu prüfen, um die häufig übersehenen Gefäßverletzungen und Kompartiment-Syndrome rechtzeitig zu erkennen. Im eigenen Krankengut betrafen Kompartiment-Syndrome in 44% Mehrfachverletzte, von den Überlebenden zeigten $\frac{1}{3}$ Spätfolgen.

Die *Akut Chirurgie* umfaßt die *lebenserhaltenden Sofortoperationen* bei stillbaren äußeren Blutungen (offene Beckenfrakturen) und bei akuten inneren Massenblutungen, vor allem Leber- und Milzrupturen. Mit der haemodynamischen und respiratorischen Stabilisierung tritt der Patient in die 2. Behandlungsphase ein.

In dieser, wie in der folgenden Behandlungsphase kann die Belastbarkeit des Schwerverletzten in erster Linie durch vital nicht indizierte und zeitlich falsch eingeplante Eingriffe überfordert werden. Die diagnostischen Eingriffe in der sog. *Primär- oder Stabilisierungsphase* umfassen die röntgenologische Abklärung von Skeletverletzungen, i. v. Urografie, Angiografie, Computertomografie. Wenn die Volumentherapie durch die angeführten Parameter nicht einwandfrei steuerbar ist, kann das haemodynamische Monitoring in dieser Phase durch das Einbringen eines Swan-Ganz-Katheters verbessert werden.

In der 2. *Operationsphase*, „*verzögerte Primäreingriffe*“ werden folgende Verletzungen operiert: Organverletzungen im Thorax, Retroperitoneum, Hirnverletzungen, Becken, zunehmende Rückenmarkskompression, Gefäß-, Augen-, Gesichts- und Extremitätenverletzungen.

Der Bewegungsapparat ist von Verletzungen am häufigsten betroffen. Schon deshalb ergeben sich viele Probleme. Es besteht heute kein Zweifel, daß Frakturen bei Mehrfachverletzungen einer großzügigen Operationsindikation bedürfen. Alle extremitätenerhaltende Eingriffe haben Priorität. Verletzungen der Stammgefäße, Kompartment-Syndrome, offene Frakturen, offene Gelenke, geschlossene Oberschenkelschaftbrüche und Beckenfrakturen.

Ein entscheidender Punkt in der Behandlung Schwerverletzter ist das Management der Skeletverletzungen. Während die komplizierten Frakturen sicher in der frühen Primärphase versorgt werden müssen, können eindeutige, wissenschaftlich stichhaltige Aussagen über die operative Versorgung nicht vital indizierter Osteosynthesen bei geschlossenen Frakturen nicht gemacht werden. Das betrifft vor allem die Becken- und die Oberschenkelfrakturen. Aus unserem Krankengut von 1100 Polytraumatisierten können wir 2 sichere Aussagen machen: 1. Bei den Schweregraden I bis III sollte früh operiert werden. In der Letalität zeigt sich kein Unterschied zwischen Früh- und Spätosteosynthese, aber die Beatmungsdauer wird durch die Frühosteosynthese, d. h. in der Primärphase, deutlich abgekürzt.

2. Beim Schweregrad IV haben Operationen in der Primärphase eine hohe Letalität. Hier spielt das Thoraxtrauma eine ganz entscheidende Rolle. Die Letalität ist bei Schweregrad IV mit begleitendem Thoraxtrauma bei Primäreingriffen erheblich erhöht.

Die 2. Operationsphase hat ihr größtes Problem im richtigen Timing. Die Phase der verzögerten Primärversorgung beginnt mit dem sicheren Eintritt in die Primär- oder Stabilisierungsphase (2–4 h nach dem Trauma) und kann bis zum 3. oder 4. Tag angesetzt werden. Sie kann in mehreren Stufen ablaufen, indem bei mehreren operationspflichtigen Verletzungen zwischen den einzelnen Operationen Erholungsphasen auf der Intensivstation dazwischengeschaltet werden.

Die 3. *Operationsphase*, „*Sekundäreingriffe*“, setzt etwa ab dem 3. Tag ein. In dieser Periode werden weniger dringliche Eingriffe, wie Osteosynthesen an den oberen Extremitäten und langwierige Gelenkrekonstruktionen, durchgeführt.

Welche Parameter und klinische Informationen sind zur indikatorischen und zeitlichen Planung einer Operation in der primären und sekundären Phase nach Trauma verwertbar?

Bei 81 exakt definierten Schwerverletzten untersuchten wir sehr früh nach dem Unfall beginnend, Größen des Kreislaufs, speziell des Lungenkreislaufes. Bei Zuordnung der Ergebnisse zu Patienten, die später überlebten oder verstarben, fanden wir als frühestes Unterscheidungsmerkmal einen pathologisch erhöhten mittleren Pulmonalarteriendruck und einen signifikant niedrigeren Herzindex. Der Grenzwert zwischen Überleben und tödlichem Ausgang für den Patienten lag bei einem Pulmonalarteriendruck von 25 mmHg, und einem Herzindex von 4 l/m²/min. Liegen Patienten mit ihren Werten darüber bzw. darunter, sind sie an der Grenze der Belastbarkeit.

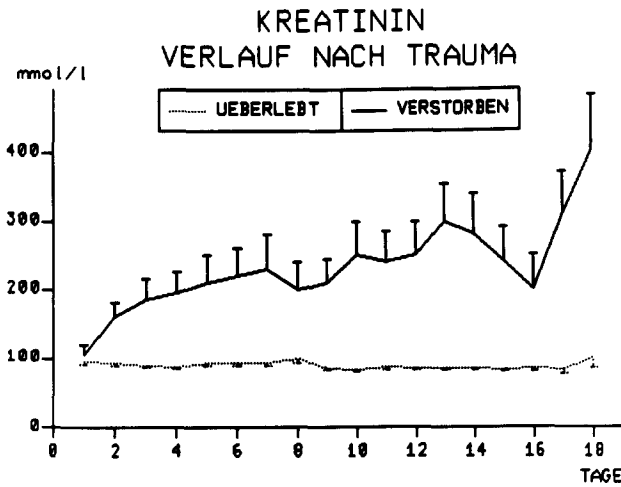


Abb. 5. Verlauf des Serum-Kreatinins bei überlebenden und verstorbenen Polytraumen

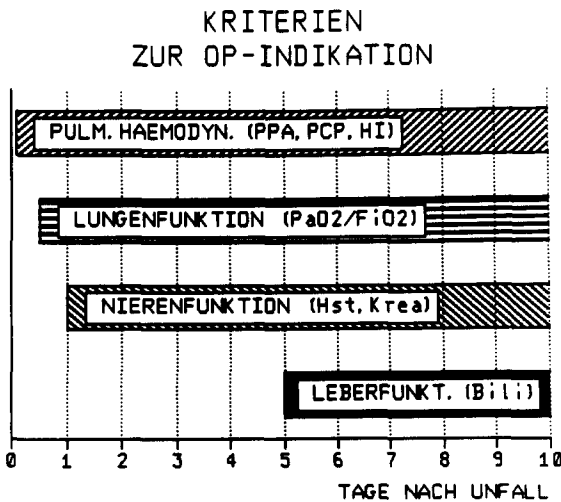


Abb. 6. Wertigkeit der einzelnen Kriterien zur Operationsindikation in Abhängigkeit vom Zeitpunkt nach dem Unfall

Ähnlich früh und in der Praxis auch leicht durchführbar, gibt eine Größe der Gasaustauschfunktion der Lunge Auskunft über die weitere Belastbarkeit des Patienten. Der Oxygenierungs-Quotient ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) über 280 oder darunter, kann zur Entscheidung für oder gegen einen Wahleingriff herangezogen werden.

Im zunehmenden zeitlichen Abstand vom Trauma wird die Indikationsstellung zur Operation nicht leichter. Nun drohen Lungenversagen, Sepsis und Multiorganversagen, häufige und mit hoher Letalität behaftete Komplikationen nach Bary- und Polytrauma. Der größere zeitliche Abstand zwischen Trauma und Lungenversagen oder Multiorganversagen täuscht eine Stabilitätsphase von mehreren Tagen vor, in denen eine Operation durchaus durchführbar erscheint. Eine Operation im Vorstadium eines Multiorganversagens beeinflusst den weiteren Verlauf mit Sicherheit negativ. Welche Werte sind im größeren Zeitabstand zum Trauma für diese Entscheidungsfindung verwertbar?

Bei einer retrospektiven Untersuchung von 781 Schwerverletzten fanden wir, daß der Verlauf der Kreatinin-Werte ab dem 2. Tag nach dem Trauma eine Voraussage zur weiteren Entwicklung zuläßt. Die Nierenfunktion ist nach der Lungenfunktion der empfindlichste Parameter für die weitere Gefährdung des Patienten (Abb. 5).

Ein weiterer, später hervortretender Parameter, ist das Bilirubin. Bei Patienten, die später verstarben, stieg dieser Parameter ab dem 4. Tag nach dem Trauma signifikant an. Diesem Laborparameter der Leberfunktion gehen häufig klinische Zeichen, wie z. B. Versiegen der Peristaltik parallel. Nimmt ab dem 4. bis 5. Tag bei Bilirubin-Anstieg die Darmträgheit ab, sollte von einer größeren Operation zu diesem Zeitpunkt abgesehen werden. Ein wesentlicher Punkt ist auch die Entwicklung einer Negativbilanz.

Zusammengefaßt können aus dem Zustand der drei wichtigsten Organsysteme in unterschiedlichem Zeitabstand vom Unfall wertvolle Hinweise gewonnen werden, ob nicht vital indizierte Operationen zu einer Gefährdung des Patienten führen oder ob sie bei richtiger Indikation den Krankheitsverlauf mit abkürzen können. Im Einzelnen möchten wir auf folgende Parameter hinweisen: Pulmonalarteriendruck, Kreatinin, Bilirubin, Flüssigkeitsbilanz, extravasales Lungenwasser (Abb. 6).

Bary- und Polytrauma bieten ein sehr komplexes Krankheitsbild. Ein hohes Maß an Wissen und Erfahrung ist erforderlich, um die Belastbarkeit eines Schwer- und Mehrfachverletzten zu beurteilen, zu bestimmen und therapeutisch zu nutzen.

Literatur

1. Oestern H-J, Sturm JA, Lobenhoffer HP, Nerlich M, Schiemann M, Tscherne H (1983) Möglichkeiten zur Klassifizierung von Verletzungen beim Polytraumatisierten. Langenbecks Arch Chir (Suppl) 195-199
2. Trunkey DD (1983) Trauma. Sci Am 249:20-27