

## Redaktion

U. Weber, Berlin  
 W. Ertel, Berlin

P. F. Stahel · C. E. Heyde · W. Wyrwich · W. Ertel  
 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,  
 Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin

# Aktuelle Konzepte des Polytraumamanagements: Von ATLS zu „Damage Control“

**Definition des Polytraumas nach Otmar Trentz [83]: Das Polytrauma ist ein „Syndrom von mehrfachen Verletzungen von definiertem Schweregrad (Injury–Severity Score ISS  $\geq$  17) mit konsekutiven systemischen Reaktionen, die zu Dysfunktion oder Versagen von entfernten, primär nicht verletzten Organen oder Organsystemen mit vitaler Bedrohung führen können.“**

In industrialisierten Ländern stellen Unfälle die Haupttodesursache junger Menschen unter 45 Jahren dar [9, 87]. Allein in Deutschland verunfallen jährlich etwa 4–5 Mio. Menschen, wovon über 20.000 Patienten an ihren Verletzungen versterben [9, 27, 28, 58]. Für die traumabedingte Sterblichkeit sind 3 Hauptursachen maßgebend [1]:

- Sekudentod („sudden death“) am Unfallort durch immediat letale Verletzungen, wie z. B. Abscherverletzungen des Hirnstamms oder die Aortenruptur mit freier Blutung
- Frühe Sterblichkeit innerhalb der ersten Stunden nach Trauma („golden hour“) durch Verletzungen der Atemwege, Spannungspneumothorax, traumatisch-hämorrhagischen Schock infolge intraabdomineller oder intrathorakaler Verletzungen oder Beckenringzerstörungen mit retroperitonealen Massenblutungen oder durch das schwere Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

mit akutem Hirnödem und/oder intrakraniellen Massenverschiebungen

- Späte Sterblichkeit innerhalb von 2–3 Wochen nach Trauma durch Sepsis und Multiorganversagen oder durch therapierefraktäre Hirndruckanstiege im Rahmen des sekundären Hirnödems nach SHT [38]

In den letzten Jahrzehnten haben bedeutende Innovationen in den Behandlungsstrategien von schwerverletzten Patienten zu einer signifikanten Reduktion der polytraumabedingten Sterblichkeit von etwa 40% in den 1970er Jahren auf knapp 10% im Jahr 2000 geführt [59]. Diese Errungenschaft ist vorwiegend auf verbesserte Standards der Traumaversorgung durch die Integration definierter Algorithmen für das präklinische und klinische Management polytraumatisierter Patienten zurückzuführen [7, 8, 13, 37, 38, 45, 52, 65, 74, 86].

Da die Prognose direkt abhängig ist vom Zeitintervall zwischen Unfall und der definitiven Versorgung schwerverletzter Patienten, hat die Verkürzung von Bergungs- und Transportzeiten beim Polytrauma zu einer erheblichen Reduktion therapiefreier Intervalle geführt, insbesondere durch die Vermeidung unnötiger Sekundärtransporte infolge einer inkohärenten Wahl der Primärklinik (Regel der „drei R“ nach Donald Trunkey: „Get the Right patient to the Right hospital in the Right time“) [9, 27, 37, 59, 84, 88]. Die Verbreitung des „Damage control“-Konzepts zur Schadensbegrenzung bei schwerstverletzten Patienten in

kritischem Zustand und die Verbesserung der intensivmedizinischen Möglichkeiten haben weiterhin substantiell zur Reduktion der unfallbedingten Sterblichkeit geführt [21, 41, 57, 68, 69, 77, 83].

Die adäquate initiale Behandlung polytraumatisierter Patienten erfordert eine rasche und systematische Bestandsaufnahme des Verletzungsmusters und die vordringliche Therapie der akut lebensbedrohlichen Verletzungen [13, 74, 83]. Da hierbei der Zeitfaktor von entscheidender Bedeutung ist, wurden in den letzten Jahren validierte Konzepte und Algorithmen zur initialen Diagnostik und Erstbehandlung polytraumatisierter Patienten etabliert. Die aktuellen Richtlinien der *Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie* (DGU) für das Polytraumamanagement wurden kürzlich in einer umfassenden Übersichtsarbeit publiziert [76]. Das Advanced-Trauma-Life-Support-(ATLS-)Konzept des *American College of Surgeons' Committee on Trauma* (ACS-COT) als Standardprozedur für die frühe Phase der Abklärung und Therapie schwerverletzter Patienten ist inzwischen in über 30 Ländern etabliert und wurde 2003 durch die DGU auch

Die Autoren P.F. Stahel und C.E. Heyde haben gleichwertig zu dieser Arbeit beigetragen. Diese Übersichtsarbeit ist eine bewilligte partielle Replikation in deutscher Sprache des publizierten Artikels: P.F. Stahel, C.E. Heyde, W. Ertel (2005) Current concepts of polytrauma management. *Eur J Trauma* 31: 200–211. Die Reproduktion erfolgt mit Genehmigung des Verlages Urban & Vogel.

Orthopäde 2005 · 34:823–836  
DOI 10.1007/s00132-005-0842-5  
© Springer Medizin Verlag 2005

P. F. Stahel · C. E. Heyde · W. Wyrwich · W. Ertel

### Aktuelle Konzepte des Polytraumamanagements: Von ATLS zu „Damage Control“

#### Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat die Implementierung standardisierter Protokolle für das Management polytraumatisierter Patienten zu einer signifikanten Verbesserung der Traumaversorgung und zu einer Reduktion der posttraumatischen Sterblichkeit geführt. Das Advanced-Trauma-Life-Support-(ATLS) Protokoll des American College of Surgeons wurde seit den 1990er Jahren in den meisten europäischen Ländern als „golden standard“ für die Akutversorgung schwerverletzter Patienten etabliert. Zu den weiterführenden Konzepten – über das ATLS-Programm hinaus – gehört der „Definitive-Surgical-Trauma-Care“- (DSTC)Kurs sowie das Konzept der „Damage control“ (Schadensbegrenzung) für schwerstverletzte Patienten mit akut lebensbedrohlichem Gesamtverletzungsmuster. Diese Phasen-orientierten diagnostischen und therapeuti-

schen Strategien respektieren den Polytraumapatienten im gesamten Ausmaß der erlittenen Verletzungen und stehen in scharfem Kontrast zur klassischen Modalität der primären definitiven chirurgischen Versorgung (sog. „early total care“). Das „Damage control“-Konzept berücksichtigt hierbei die systemischen inflammatorischen und metabolischen Reaktionen des verletzten Organismus und ist auf das einzige primäre Ziel des Überlebens schwerverletzter Patienten abgerichtet. Die vorliegende Arbeit soll eine Übersicht der aktuellen Konzepte des Polytraumamanagements anbieten, mit einem Fokus auf die Standardkonzepte von ATLS und „Damage control“.

#### Schlüsselwörter

Polytrauma · ATLS · Damage control · Golden hour · Multiorganversagen

### Current concepts of polytrauma management: from ATLS to “damage control”

#### Abstract

In recent years, the implementation of standardized protocols for polytrauma management has led to a significant improvement in trauma care as well as to a decrease in post-traumatic morbidity and mortality. As such, the “Advanced Trauma Life Support” (ATLS) protocol of the American College of Surgeons for the acute management of severely injured patients has been established as a gold standard in most European countries since the 1990s. Continuative concepts to the ATLS program include the “Definitive Surgical Trauma Care” (DSTC) algorithm and the concept of “damage control” surgery for polytraumatized patients with immediate life-threatening injuries. These phase-oriented therapeutic strategies appraise the injured patient of the whole extent of the sustained

injuries and are in sharp contrast to previous modalities of “early total care” which advocate immediate definitive surgical intervention. The approach of “damage control” surgery takes into account the influence of systemic post-traumatic inflammatory and metabolic reactions of the organism and is aimed at reducing both the primary and the secondary, delayed, mortality in severely injured patients. The present paper provides an overview of the current state of management algorithms for polytrauma patients, with a focus on the standard concepts of ATLS and “damage control”.

#### Keywords

Polytrauma · ATLS · Damage control · Golden hour · Multiorgan failure

in Deutschland offiziell eingeführt [1, 8, 13, 39, 65, 71, 86].

Basierend auf dem Prinzip der „golden hour of shock“ werden gemäß den ATLS-Richtlinien diejenigen Verletzungsmuster, die unbehandelt innerhalb der ersten Minuten bis zu wenigen Stunden nach Trauma letal verlaufen würden, gemäß standardisierten diagnostischen Algorithmen und validierten Behandlungskonzepten versorgt [1, 13, 71]. Bei Patienten mit nichtpenetrierenden Verletzungen kann hierbei die frühe Phase der „golden hour“ über die ersten 60 Minuten hinaus auf die ersten Stunden nach dem Trauma ausgedehnt werden [53].

Die weitere Behandlung erfolgt in zeitlich abgestimmten Phasen, die den maßgebenden Verletzungskomponenten sowie dem Gesamtverletzungsmuster und dem Ansprechen der Patienten auf die initiale Therapie angepasst werden [1, 13, 71].

Über das ATLS-Protokoll hinaus bietet der Kurs des „Definitive Surgical Trauma Care“ (DSTC) der *International Association for the Surgery of Trauma and Surgical Intensive Care* ein international standardisiertes Konzept zur Notfallbehandlung schwerverletzter Patienten mit stumpfen oder penetrierenden Verletzungen [14].

Bei schwerstverletzten Patienten, die sich trotz adäquater Notfallbehandlung der akut lebensbedrohlichen Verletzungen weiterhin in einem labilen physiologischen Gleichgewicht befinden, muss auf langdauernde und belastende chirurgische Interventionen im Rahmen der Primärversorgung verzichtet werden und eine frühzeitige Verlegung auf die Intensivpflegestation zur Stabilisierung der Organfunktionen angestrebt werden [47, 61, 62, 68, 69].

Dieses sog. „Damage control“-Konzept (Schadensbegrenzung) wurde im letzten Jahrzehnt etabliert und basiert auf der Beobachtung, dass die posttraumatische Sterblichkeit bei Vorliegen einer persistierenden metabolischer Azidose, Hypothermie und Koagulopathie (sog. „letale Trias“, **Abb. 1**) signifikant erhöht ist und durch langwierige chirurgische Eingriffe weiter gesteigert wird [38, 47, 61, 62, 68, 69].

Bei diesen Patienten ist das höchste primäre Ziel das Überleben durch eine Vermeidung der „letalen Trias“ [47, 61, 62]. Aus diesem Grund müssen Polytraumapatienten *in extremis* nach Stabilisierung der Vitalfunktionen zu einem raschestmöglichen Zeit-

Hier steht eine Anzeige.



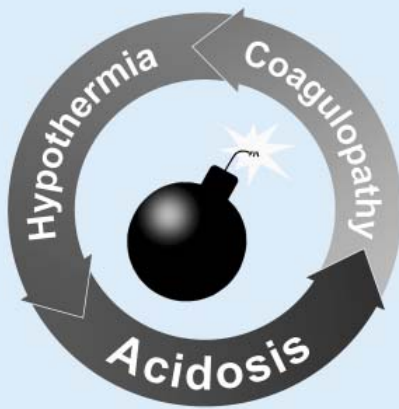


Abb. 1 ▲ Die „letale Trias“ in der Pathophysiologie polytraumatisierter Patienten als Grundlage für die Rationale der „Damage control“ [62]

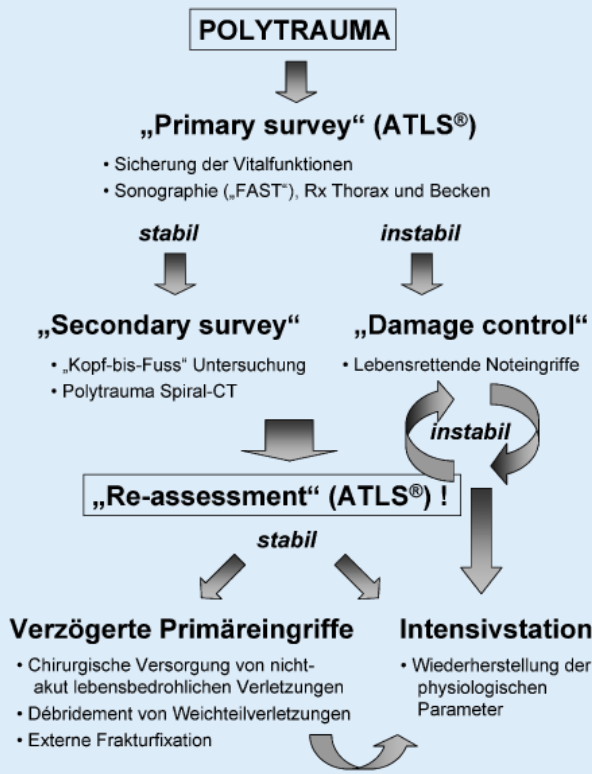


Abb. 2 ◀ Vorschlag eines Algorithmus für das initiale Management polytraumatisierter Patienten unter Einbezug der Protokolle von ATLS und „Damage control“

punkt auf die Intensivpflegestation zur Wiederherstellung der physiologischen Parameter (Normotension, Normoxämie, Normothermie, normale Koagulation, Reversion der Laktatazidose, suffiziente Diurese) verlegt werden [38, 47, 61, 62, 68, 69, 83].

Das gängige Verständnis des „Damage control“-Konzepts umfasst vier zeitlich gestaffelte Phasen für Primärdiagnostik und Akutmanagement schwerstverletzter Patienten [35, 68, 83]:

- Lebensrettende Sofortmaßnahmen mit früher Sichtung derjenigen Patienten, die einer „Damage control“-Prozedur bedürfen (sog. „ground zero recognition phase“)
- Notoperationen zur chirurgischen Blutungskontrolle (sog. „OR phase“)
- Intensivmedizinisches Management zur Wiederherstellung der physiologischen und immunologischen Basisfunktionen (sog. „ICU phase“)
- Geplante chirurgische Folgeeingriffe (sog. „reconstructive phase“)

In dieser Übersichtsarbeit sollen nachfolgend die Prinzipien der Schockraumdiagnostik und Primärversorgung schwerstverletzter Patienten anhand der etablier-

ten systematischen Konzepte und Algorithmen dargestellt werden.

### Schockraummanagement

Nach Eintreffen im Schockraum ist das primäre Ziel der Polytraumaversorgung das Überleben schwerverletzter Patienten. Hierfür ist eine strikte Abstimmung der zeitlichen Abläufe und Prioritäten anhand definierter Algorithmen obligat [1, 13, 19, 27, 38, 41, 68, 76, 83]. Das von uns propagierte Schockraummanagement schwerverletzter Patienten umfasst die folgenden zeitlich gestaffelten Versorgungsphasen (■ Abb. 2):

- Initiale Bestandsaufnahme, Basisdiagnostik und Sicherstellung der Vitalfunktionen entsprechend dem A-B-C-Algorithmus des ATLS-Protokolls („Primary survey“)
- „Damage control“-Prozedur bei schwerstverletzten Patienten, die auf die initialen Maßnahmen der Schockbehandlung nicht ansprechen: chirurgische Blutungskontrolle und Dekompression von Körperhöhlen („life-saving surgery“)
- Zweitsichtung mit klinischer Kopf-bis-Fuß-Untersuchung und erweiterter

Diagnostik (Spiral-CT, Angiographie, konventionelle Rx etc.) bei hämodynamisch stabilen Patienten („Secondary survey“)

- Verzögerte Primäreingriffe: Dekontamination, chirurgische Exploration und Versorgung von nicht akut lebensbedrohlichen Verletzungen, temporäre Frakturfixation („delayed primary surgery“)

### Lebensrettende Noteingriffe und „Damage Control“

Im Rahmen der initialen Bestandsaufnahme („Primary survey“) erfolgt eine blitzschnelle, standardisierte Beurteilung der Vitalfunktionen mit unverzüglicher Behebung der akut vitalen Bedrohungen anhand des „A-B-C-D-E“-Algorithmus im ATLS-Protokoll [1, 13, 71] (■ Tabelle 1):

- A: „Airway maintenance with cervical spine protection“ (Sicherung der Atemwege unter Schutz der HWS)
- B: „Breathing and ventilation“ (Sicherstellen einer adäquaten Ventilation)
- C: „Circulation with hemorrhage control“

Tabelle 1

**„Primary survey“ mit A-B-C-D-E-Algorithmus zur Beurteilung und Sicherstellung der Vitalfunktionen, entsprechend dem ATLS-Protokoll [1]**

Klinische Beurteilung der Vitalparameter	Akutmaßnahmen
<b>A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspektion der oberen Atemwege: Fremdkörper, Gesichtsfrakturen, Verletzung von Larynx, Trachea?</li> <li>• Verbale Antwort des Patienten: indirektes Zeichen für freie Atemwege</li> <li>• Zeichen der Obstruktion: Stridor, Heiserkeit, Dyspnoe, Tachypnoe; bei Larynxfraktur: subkutanes Emphysem, Palpation der Fraktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entfernung der Fremdkörper</li> <li>• Esmarch-Handgriff („Chin-lift“- oder „Jaw-thrust“-Manöver)</li> <li>• Oro- oder nasopharyngealer Tubus</li> <li>• O<sub>2</sub>-Maske (4–10 /min)</li> <li>• Endotracheale Intubation oder Notkoniotomie</li> <li>• Halskragen zur HWS-Protektion („Stiff neck“)</li> </ul>
<b>B</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klinische Diagnose eines Spannungspneumothorax!</li> <li>• Thorax-Rx</li> <li>• Erfassen von potenziell lebensbedrohlichen Thoraxverletzungen: Rippenfrakturen, instabiler Thorax („Flail chest“), Hämatothorax, Hämatothorax</li> <li>• Stridor, Heiserkeit, Dyspnoe, Tachypnoe; bei Larynxfraktur: subkutanes Emphysem, Palpation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungspneumothorax:</li> <li>• <i>Sofortmaßnahme</i>: Punktion im 2. ICR medioklavikulär mit großkalibriger Braunüle zur akuten Druckentlastung</li> <li>• <i>Definitive Versorgung</i>: Büllau-Drainage über Minithorakotomie</li> <li>• Hämatothorax: Büllau-Drainage.</li> <li>• Instabiler Thorax/Lungenkontusionen: endotracheale Intubation</li> </ul>
<b>C</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schock: Klinische Zeichen der inadäquaten Organperfusion! „Drei klinische Fenster zur Mikrozirkulation“: ZNS, Integument, Niere</li> <li>• Blutdruckabfall erst bei schwerem Schockzustand mit Blutverlust &gt;30–40%!</li> <li>• Metabolische Azidose (Laktat, Basendefizit)</li> <li>• Inspektion: externe Blutungen</li> <li>• Innere Blutungen: Untersuchung von Thorax, Abdomen und Beckenstabilität</li> <li>– Beckenübersicht und Sonographie („FAST“)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggressive Schockbehandlung, Volumensubstitution nach der „3:1 Regel“ (d. h. 300 ml Volumen pro 100 ml Blutverlust).</li> <li>• Chirurgische Kontrolle von äußeren und inneren Blutungen</li> <li>• „Damage control“-Prozedur für Patienten <i>in extremis</i></li> </ul>
<b>D</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grobe neurologische Beurteilung: GCS und Pupillen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GCS ≤8: endotracheale Intubation!</li> </ul>
<b>E</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplettes Entkleiden des Patienten unter Kontrolle der Hypothermie: kursorische Orientierung über Zusatzverletzungen, Stichwunden, Weichteilverletzungen etc.</li> <li>• Inspektion des Rückens durch achsengerechtes Drehen („Log roll“)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung von Hypothermie: Wärmedecke, warme Tücher, Wärmelampe, aufgewärmte Infusionslösungen</li> </ul>

(Schockbehandlung, Blutungskontrolle)  
 D: „Disability – brief neurological evaluation“  
 (kursorischer Neurostatus, GCS)  
 E: „Exposure with environmental control“  
 (komplette Entkleidung unter Hypothermieschutz)

Mit Hilfe dieses Leitfadens werden im „Primary survey“ die potenziell lebensbedrohlichen Verletzungen bei Polytraumapatienten erkannt und unverzüglich behoben. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei eine engmaschig wiederholte Erhebung der Vitalparameter nach dem A-B-C-Schema, um einerseits den Effekt der getroffenen Maßnahmen zu überprüfen und andererseits eine aku-

te Verschlechterung im weiteren Verlauf nicht zu verpassen (sog. „re-assessment“; **Abb. 2**) [1].

Der entscheidende Faktor des erfolgreichen Managements schwerstverletzter Patienten liegt in einer klar definierten Priorität von „Damage control“-Maßnahmen gegenüber allen anderen potenziell zeitraubenden diagnostischen und therapeutischen Prozeduren.

### A – „Airway maintenance with cervical spine protection“ (Sicherung der Atemwege unter Schutz der HWS)

Die höchste Priorität bei der Behandlung von Polytraumapatienten hat die

unverzügliche Sicherung der Atemwege, ggf. durch endotracheale Intubation oder Notkoniotomie [1]. Die korrekte Tubuslage wird mittels Auskultation, Karboxymetrie und Thoraxröntgen verifiziert. Alle Patienten erhalten zusätzlich Sauerstoff, entweder über eine Gesichtsmaske (4–10 l/min) bei wachen und nichtintubierten Patienten, oder mit 50–100% F<sub>1</sub>O<sub>2</sub> nach Intubation. Sämtliche notwendigen Manöver zur Sicherung der Atemwege müssen unter strikter Einhaltung der HWS-Protektion durchgeführt werden, zumal bei Polytraumapatienten *a priori* von einer HWS-Verletzung ausgegangen werden muss, bis zum radiologisch gesicherten Ausschluss [1].



Die Bedeutung der exogenen O<sub>2</sub>-Zufuhr für Polytraumapatienten wird pathophysiologisch erklärt anhand der „Nunn-Freeman-Formel“ von 1964 [51]:

$$O_{2av} = CO \times SaO_2 \times Hb \times 1,34$$

Diese Formel besagt, dass der dem Gewebe zur Verfügung stehende Sauerstoff („available O<sub>2</sub>“; O<sub>2av</sub>) das Produkt aus Herzminutenvolumen („cardiac output“; CO in ml/min), arterieller O<sub>2</sub>-Sättigung (S<sub>a</sub>O<sub>2</sub>“; in %), Hämoglobinkonzentration (Hb in g%) und O<sub>2</sub>-Bindungskapazität des Hämoglobins (1,34 ml/g als Konstante) darstellt.

Während unter physiologischen Bedingungen der O<sub>2</sub>-Bedarf entsprechend der Nunn-Freeman-Formel adäquat abgedeckt wird (z. B. mit 1000 ml/min bei CO von 5250 ml/min, S<sub>a</sub>O<sub>2</sub> von 0,95% und Hb von 0,15 g%), sind beim Polytrauma in der Regel gleichzeitig mehrere der genannten Variablen kompromittiert, bedingt durch akuten Blutverlust (Hb), Lungenkontusionen (S<sub>a</sub>O<sub>2</sub>), und Myokardkontusionen oder Perikardtamponade (CO), was im Produkt schlussendlich zu einem signifikanten Sauerstoffdefizit führt (z. B. Reduktion auf 300 ml/min bei CO von 3500 ml/min, S<sub>a</sub>O<sub>2</sub> von 0,64% und Hb von 0,10 g%) [73].

## B – „Breathing and ventilation“ (Sicherstellen einer adäquaten Ventilation)

In zweiter Priorität zur Sicherung der Atemwege muss das Vorliegen eines Spannungspneumothorax klinisch ausgeschlossen werden [1]. Die klassischen Symptome umfassen die akute Dyspnoe bei ipsilateral abgeschwächtem Atemgeräusch und hypersonorem Klopfeschall, fakultativ mit palpablem Hautemphysem und/oder gestauten Jugularvenen. Das klinische Zeichen der oberen Einflusstauung kann jedoch beim hämorrhagischen Schock durch die Hypovolämie und Zentralisation maskiert sein. Die arterielle Hypotension und/oder eine Trachealdeviation zur Gegenseite, die bei Inspektion der Halsregion erfasst werden kann, stellen Spätzeichen des Spannungspneumothorax dar.

Bedingt durch die akute Lebensbedrohung dieser Verletzung muss die akute Be-

handlung auf Basis einer rein klinischen Verdachtsdiagnose ohne weiterführende bildgebende Untersuchungen erfolgen. Die Therapie besteht in einer unverzüglichen Entlastung durch Punktion des zweiten ICR in Medioklavikularlinie mit einer großlumigen Braunüle [1]. Dieses Manöver verwandelt den Spannungspneumothorax in einen simplen Pneumothorax ohne Druckkomponente. Anschließend muss unverzüglich die offene Einlage einer Bülau-Drainage über eine Minithorakotomie erfolgen.

Die häufigste Ursache des Spannungspneumothorax stellt die mechanische Ventilation nach endotrachealer Intubation bei Patienten mit Thoraxtrauma und Verletzungen der viszeralen Pleura dar. Aus diesem Grund ist bei intubierten und mechanisch ventilierten Polytraumapatienten mit Rippenfrakturen die „prophylaktische“ Einlage einer Bülau-Drainage zur Vermeidung eines späteren Spannungspneumothorax zwingend [1].

Der traumatische Hämatothorax bzw. Hämatothorax wird analog durch unverzügliche Einlage einer Bülau-Drainage über eine Minithorakotomie drainiert. Der größte Teil aller stumpfen Thoraxverletzungen kann mit diesem raschen und simplen Manöver definitiv behandelt werden [1, 42, 85].

Die Indikation für eine Notthorakotomie wird beim Thoraxtrauma vordergründig durch einen massiven Hämatothorax mit kontinuierlicher Blutung über die Bülau-Drainagen oder durch eine Perikardtamponade gestellt, wobei beide Entitäten in der Regel eine Folge penetrierender Verletzungen darstellen [1, 5, 14, 33, 42, 85].

## C – „Circulation with hemorrhage control“ (Schockbehandlung, Blutungskontrolle)

In dritter Priorität müssen äußere und innere Blutungen erkannt und kontrolliert werden, ggf. durch chirurgische Maßnahmen. Für die korrekte Einschätzung des Gesamtblutverlustes ist es entscheidend zu wissen, dass der Blutdruck trotz kritischem hypovolämischem Schockzustand für eine beschränkte Zeit noch normal sein kann, bedingt durch die individuellen kompensatorischen Regulationsmechanis-

men, die v. a. bei jungen Patienten und bei Sportlern ausgeprägt sind.

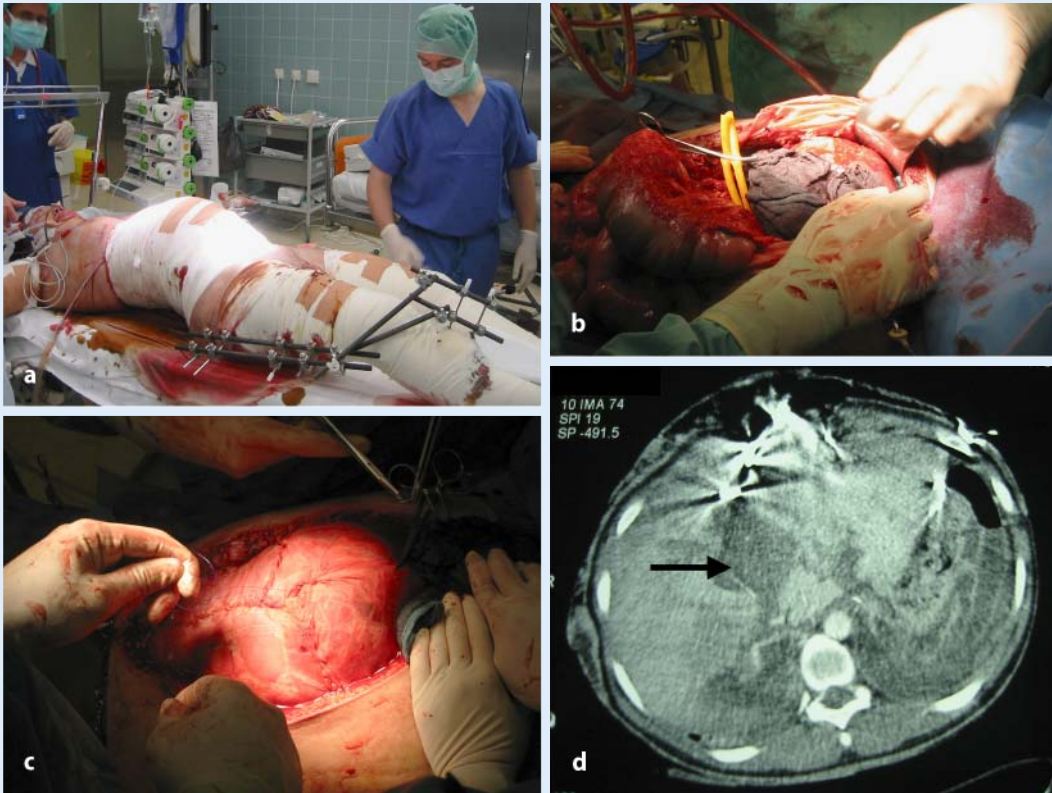
So kann beispielsweise der systolische Blutdruck bei akutem Blutverlust von bis zu 30% des zirkulierenden Volumens (äquivalent zu 1,5 l bei 70 kg KG) durch eine kompensatorische Erhöhung des peripheren Widerstands noch im normalen Bereich gehalten werden, wodurch der akute Schockzustand augenscheinlich maskiert bleibt [1]. Hierbei sinkt jedoch das Herzminutenvolumen bereits auf die Hälfte des Normwertes ab, was zu einer kritisch verminderten Organperfusion, anaerober Stoffwechsellage und metabolischer Azidose mit erhöhtem Serumlaktat und Anstieg des Laktat-Pyruvat-Quotienten im Serum führt [26].

Aus diesem Grund muss während dem „Primary survey“ die kritische Frage: „Ist der Patient im Schock?“ unverzüglich durch klinische Zeichen der kompromittierten Organperfusion geklärt werden [1]. Durch die sog. „drei Fenster zur Mikrozykulation“ lassen sich die Symptome einer inadäquaten Organperfusion indirekt klinisch beurteilen:

- **Mentaler Status und Bewusstsein** (zerebrale Perfusion): Agitiertheit, Verwirrtheit, Somnolenz oder Lethargie
- **Periphere Durchblutung**: kaltschweißige und blasse Extremitäten, verzögerte Kapillarfüllung, Tachykardie
- **Renale Perfusion**: Oligurie (<0,5 ml/kgKG/h) oder Anurie.

Diese klinischen Zeichen helfen in der frühen Phase zu beurteilen, ob ein Polytraumapatient tatsächlich „hämodynamisch normal“ ist oder nur augenscheinlich „hämodynamisch stabil“, mit dem imminenten Risiko einer akuten Verschlechterung im Verlauf (sog. „transient responders“ und „non-responders“) [1].

Neben den klinischen Schockzeichen hilft die arterielle Blutgasanalyse (aBGA) im Schockraum zur Beurteilung des Schweregrades eines traumatisch-hämorrhagischen Schocks. Klinische Studien konnten diesbezüglich den Nachweis erbringen, dass die Laktatwerte und das Basendefizit in der aBGA hochsensitive Parameter zur Erkennung eines maskierten Schockzustands (sog. „hidden shock“) beim Polytrauma darstellen [3, 16, 17, 26].



**Abb. 3 ▲ Fallbeispiel von akuter „Damage control surgery“: 21-jährige Patientin mit Dezelerationstrauma nach Frontalkollision als Motorradfahrerin. Bei Aufnahme im Schockraum bestand ein schwerster hämorrhagischer Schock mit ultrasonographischem Nachweis von massiver freier Flüssigkeit in der Bauchhöhle infolge einer zentralen Leberruptur. Die Patientin wies weiterhin ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit initialem GCS von 3 Punkten sowie multiple Frakturen der langen Röhrenknochen auf. Der „Injury Severity Score“ (ISS) betrug 50 Punkte (a). Das unverzügliche Management bestand aus einer Crashlaparotomie, einem Pringle-Manöver zur temporären Blutungskontrolle und dem „Packing“ aller 4 Quadranten der Bauchhöhle (b) sowie einer temporären externen Frakturfixation der langen Röhrenknochen. Die Bauchwand wurde zur Vermeidung eines abdominellen Kompartmentsyndroms primär nicht verschlossen, sondern als provisorisches Laparostoma mit einer Netzplastik gedeckt (c). Die postoperativ durchgeführte CT (d) zeigt das „Packing“ der Leber bei zentraler Lazeration (Pfeil). Die weiteren Folgeeingriffe wurden innerhalb von 24–48 h („Second look“, Tamponadenwechsel, sekundärer Bauchwandverschluss) sowie im zeitgünstigen Fenster zwischen dem 5. und 10. Tag (Verfahrenswechsel von externer Frakturfixation auf definitive Osteosynthese) durchgeführt**

Hierbei ist ein Basendefizit unter  $-6$  mEq/l in der initialen aBGA mit einer signifikant erhöhten posttraumatischen Komplikationsrate und Letalität assoziiert [16, 17]. Bei einem Wert  $<-10$  mEq/l besteht eine hohe Letalität nach Polytrauma von 40–70% [16, 17].

Im Gegensatz dazu liegt die Sterblichkeit von Polytraumapatienten mit einem initial normalen Basendefizit oder Basenexzess ( $+2$  bis  $-2$  mEq/l) bei einer niedrigen Rate von etwa 6% [16, 17]. Der Laktatwert stellt neben dem Basendefizit ebenfalls einen hochsensitiven Parameter dar, der den tatsächlichen Schweregrad eines

traumatisch-hämorrhagischen Schocks reflektiert [3]. Klinische Studien konnten nachweisen, dass die Zeit ab Beginn der Schockbehandlung bis zur Normalisierung des Laktatwertes unterhalb des Normwerts von 2 mmol/l signifikant mit der Prognose *quo ad vitam* korreliert [3].

Während Polytraumapatienten mit einer therapierefraktären Laktatazidose ( $>2$  mmol/l) für mehr als 48 h nach Unfall eine hohe Letalität von bis zu 85% aufweisen, haben Patienten, deren Laktatwerte sich innerhalb von 24 h normalisieren, eine niedrige Sterblichkeit um 1% [3].

Parallel zur aggressiven Schockbehandlung mit Volumensubstitution müssen bei Polytraumapatienten mit hämorrhagischem Schock bzw. mit vermutetem „hidden shock“ die Hauptblutungsquellen anhand standardisierter Protokolle während des ersten Untersuchungsgangs eruiert werden. Die primären diagnostischen Schritte umfassen eine fokussierte Abdomensonographie zum Ausschluss einer intraperitonealen Blutung inklusive der kursorischen Sonographie des Brustkorbs zum Ausschluss von Hämatothorax oder Hämato-perikard (sog. „focused assessment sonography for trauma“; FAST) [1]. Über-

sichtsaufnahmen von Thorax und Becken gehören weiterhin zum „golden standard“ der primären Diagnostik schwerverletzter Patienten [1].

Die weiteren Algorithmen zur Erfassung von intrathorakalen, intraabdominellen oder retroperitonealen Massenblutungen im Rahmen von schweren Beckenringzerstörungen werden im Kapitel zur „Damage control“ erläutert (s. unten). Zur Klarstellung ist wichtig zu betonen, dass die „Damage control“ kein integrales Konzept des ursprünglichen ATLS-Protokolls darstellt [1].

### D – „Disability“ (kursorischer Neurostatus, GCS)

Nach Sicherung der Vitalfunktionen wird eine kursorischer neurologischer Status zur Beurteilung des Bewusstseinszustands (Glasgow-Coma-Scale; GCS) und der Pupillensymmetrie und Lichtreaktion durchgeführt [1, 29]. Ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT) muss so früh wie möglich erkannt werden, um der verzögerten Entwicklung eines Hirnödems und sog. „sekundärer Hirnschäden“ präventiv entgegenzuwirken und adäquate Maßnahmen zur zerebralen Protektion zu treffen [15]. Die posttraumatische Hypoxämie und Hypotension stellen die entscheidenden Parameter für eine sekundäre Verschlechterung nach schwerem SHT dar, bedingt durch die zerebrale Hypoperfusion und die resultierende Entzündungsreaktion, die zur Entwicklung des posttraumatischen Hirnödems signifikant beiträgt [50, 66].

Aus diesem Grund ist die frühe Wiederherstellung der „A-B-C“ Parameter die wichtigste Grundlage zur Verhinderung sekundärer Hirnschäden nach SHT [15]. Der Schweregrad des SHT wird mittels GCS als mild (GCS 14–15), mittelschwer (GCS 9–13) und schwer (GCS 3–8) klassifiziert. Die endotracheale Intubation ist indiziert bei einem GCS  $\leq 8$ , zumal diese Patienten *per definitionem* als komatös gelten [1]. Patienten mit einem GCS  $\leq 13$  müssen in ein Traumazentrum mit neurochirurgischen Kapazitäten verlegt werden. Bei diesen Patienten ist ein natives CT des Neurokraniums obligat, zumal die Wahrscheinlichkeit einer intrakraniellen Blutung oder Nachblutung signifikant erhöht ist gegenüber Patienten mit mildem SHT (GCS 14 oder 15) [1, 24].

### E – „Exposure with environmental control“ (Komplette Entkleidung unter Hypothermieschutz)

Jeder Polytraumapatient muss durch komplettes Entkleiden am gesamten Körper inklusive der Rückseite untersucht werden, damit keine äußeren Verletzungen übersehen werden [1]. Da der Patient hierbei rasch auskühlt, muss die Untersuchung unter strikter Protektion vor einer Hypothermie erfolgen. Dies wird erreicht durch Verwendung von Wärmelampen, mittels vorgewärmter Infusionen und Transfusionen und durch Abdecken mit vorgewärmten Decken bzw. mit einer Wärmedecke. Ein sog. Log-roll-Manöver durch achsengerechtes Drehen ist obligatorisch zur Inspektion des Rückens auf mögliche okkulte Verletzungen.

Eine wiederholte Evaluation der Vitalparameter (sog. „re-assessment“; **Abb. 2**) während der gesamten Phase des Schockraummanagements ist von entscheidender Bedeutung, um sowohl eine akute Verschlechterung im Verlauf, als auch das Ansprechen auf die durchgeführten Maßnahmen zu evaluieren [1].

### Das „Damage control“-Konzept

Seit der Erstbeschreibung des Konzepts einer abgekürzten Laparotomie mit intraabdomineller Tamponade (sog. „Packing“) bei Patienten mit schwerem hämorrhagischem Schock durch Massenblutungen vor mehr als 2 Jahrzehnten [75] hat diese sog. „Damage control“-Vorgehensweise eine weltweite Verbreitung in allen chirurgischen Disziplinen erfahren [68]. Die Rationale hinter dem Konzept der Verkürzung chirurgischer Prozeduren auf reine akut-lebensrettende Aspekte liegt in dem Ziel, den schwerstverletzten Patienten zu einem frühest möglichen Zeitpunkt zur Wiederherstellung der physiologischen Parameter (sog. „endpoints of resuscitation“) und zur Vermeidung der „letalen Trias“ (**Abb. 1**) auf die Intensivpflegestation zu verlegen [38, 83].

Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Gesamtprognose in Bezug auf das Überleben von Patienten mit schwerem traumatisch-hämorrhagischem Schock *in extremis* zu verbessern [47, 57] (**Abb. 3**).

Die „letale Trias“ Hypothermie, Koagulopathie und Azidose (**Abb. 1**) stellt einen der wesentlichsten Risikofaktoren für Polytraumapatienten dar, an ihrer Verletzung zu versterben [55, 61, 62]. Aus diesem Grund kann die initiale Fehleinschätzung, bzw. Unterschätzung des echten Ausmaßes des traumatisch-hämorrhagischen Schocks („hidden shock“) und der physiologischen Reserven fatal sein, zumal die Durchführung unnötiger und verlängerter diagnostischer und therapeutischer Prozeduren signifikant zur letalen Trias beiträgt und dadurch die posttraumatischen Sterblichkeit erhöht [38, 47, 55, 61, 62, 68].

Basierend auf dieser Erkenntnis ist man in den letzten Jahren zunehmend vom „klassischen“ Konzept der primären definitiven Frakturversorgung bei schwerverletzten Patienten (sog. „early total care“) abgekommen zugunsten des vereinfachten Vorgehens im Sinne einer „damage control orthopedic surgery“ (DCO), was insgesamt zu einer höheren Überlebensrate dieser Patienten geführt hat [20, 21, 25, 55, 56, 64, 80].

Entsprechend dem DCO-Konzept haben lebensrettende Maßnahmen die allerhöchste Priorität, während andere chirurgische Eingriffe, wie z. B. die definitive Frakturfixation, prioritär zurückgestellt werden müssen [38, 55, 64, 83]. Die zwei eigentlichen Säulen der „Damage control“-Prozedur umfassen die akute Dekompression von Körperhöhlen und die chirurgische Kontrolle von Massenblutungen.

### Dekompression von Körperhöhlen

Akut lebensbedrohliche Verletzungen mit pathologisch gesteigerten Druckverhältnissen in Körperhöhlen erfordern ein unverzügliches chirurgisches Management. Dies umfasst die notfallmäßige Drainage von Spannungspneumothorax und Hämatothorax, wie bereits anhand des ATLS-Protokolls beschrieben. Weiterhin muss der Verdacht einer Perikardtamponade unverzüglich durch subxyphoidale Punktion und/oder offene Dekompression über eine Notthorakotomie geklärt werden [1, 5, 33, 42, 85]. Pathologisch gesteigerte intrakranielle Druckverhältnisse, wie z. B. bei Vorliegen eines perakuten Epiduralhämatoms, erfordern ebenfalls eine unverzügliche chirurgische Entlastung durch Bohr-



lochtrepanation und/oder Kraniotomie [60]. Diese Eingriffe müssen wegen der immanenten Lebensbedrohung in erster Priorität durchgeführt werden.

### Kontrolle von Massenblutungen

Das Vorliegen eines hämorrhagischen Schocks muss im „*Primary survey*“ erkannt und zeitgleich behandelt werden. Das grundlegende Behandlungsprinzip ist es, die Blutung zu stoppen und den Volumenverlust zu substituieren. Hierbei muss die Schocktherapie entsprechend der „3:1-Regel“ erfolgen, d. h. 1 Einheit Blutverlust muss durch 3 Einheiten Volumen ersetzt werden, um dem Flüssigkeitsverlust in das 3. Kompartiment Rechnung zu tragen [1]. Zur Illustration: z. B. eine Femurschaftfraktur mit geschätztem Blutverlust von 1500 ml muss durch 4,5 l Volumen substituiert werden, um eine adäquate Restitution der Flüssigkeitsbilanz zu erreichen.

In dieser ersten Phase der Schockbehandlung muss bereits abgeschätzt werden, ob der Patient ein Kandidat für eine chirurgische Blutungskontrolle darstellt. Während signifikante äußere Blutungen durch Kompressionsverbände im Schockraum temporär gestillt werden können, stellen die inneren Blutungen im Thorax, Abdomen und Retroperitoneum die wichtigste Lebensbedrohung schwerverletzter Patienten dar.

Die wichtigsten inneren Blutungsursachen, die eine chirurgische Blutstillung erfordern, sind:

— **Massiver Hämatothorax:** Initiales Management durch offene Einlage einer Bülau-Drainage über eine Minithorakotomie. Eine Notthorakotomie ist indiziert in Fällen von penetrierenden Verletzungen und/oder beim stumpfen Thoraxtrauma mit massiver Blutung über die Drainage (>1500 ml akut oder kontinuierliche Blutung >400 ml/h über 2 Stun-

den oder >200 ml/h über 5 Stunden) [1, 5, 33, 42, 85].

— **Intraabdominelle Massenblutung:** Indikationen für eine unverzügliche Laparotomie umfassen hämodynamisch instabile Patienten mit stumpfem Bauchtrauma und positivem Ultraschall (FAST) sowie Patienten mit penetrierenden abdominalen Verletzungen [1]. Schwerstverletzte Patienten *in extremis* haben eine signifikant verbesserte Überlebenschance, wenn die Laparotomie abgekürzt wird und die definitive Versorgung von Hohlorganverletzungen zweizeitig erfolgt. Hierfür hat sich das Konzept der Crashlaparotomie mit Tamponade („*Packing*“) und temporärem Laparostoma durch Offenbelassen der Bauchwand und provisorischer Deckung (z. B. Ethizip, künstliches Netz oder „Bogota-bag“) durchgesetzt [14, 32, 47, 61, 62, 78]. Die definitive chirurgische Versorgung und der sekundäre Bauchdeckenverschluss erfolgt innerhalb von 24–48 h nach Stabilisierung

# Hier steht eine Anzeige.

 Springer

Tabelle 2

**Zeitpunkt und Prioritäten der operativen Versorgungsphasen beim Polytrauma in Abhängigkeit des physiologischen Status [83]**

Physiologischer Status	Operative Eingriffe	Zeitpunkt
Kompromittierte Vitalfunktionen	Lebensrettende Noteingriffe	Tag 1
Stabile Vitalfunktionen	Verzögerte Primäreingriffe	
Hochgradig instabile Patienten in extremis	„Damage control“	
Hyperinflammation	Nur „Second looks“!	Tag 2–4
„Window of opportunity“	Geplante Folgeeingriffe	Tag 5–10
Immunsuppression	Keine Operationen!	
Erholung	Sekundäre rekonstruktive Eingriffe	Ab 3. Woche

der Vitalfunktionen auf der Intensivstation.

■ **Beckenringzerreißung mit massiver retroperitonealer Blutung:** Instabile Beckenverletzungen mit Zerreißung des hinteren Beckenrings gehen mit einer retroperitonealen Massenblutung von bis zu 5 l aus den venösen präsakralen und paravertebrikalen Plexus und aus den spongiosen Frakturzonen einher [72]. Patienten mit Zerreißung des hinteren Beckenrings haben deshalb ein hohes Risiko, akut zu verbluten. Die unverzügliche Therapie im Schockraum besteht in einer geschlossenen Reposition des Beckenrings und externen Fixation mit einer Beckenzwinge (für den hinteren Beckenring) und/oder einem Fixateur externe (für den vorderen Beckenring) [20, 21, 25, 72, 81].

Wenn durch diese Maßnahmen – in Kombination mit einer aggressiven Schockbehandlung – keine hämodynamische Stabilität erreicht werden kann, muss zur weiteren Blutungskontrolle eine explorative Laparotomie mit Tampo-nade des kleinen Beckens und des Retroperitoneums („pelvic packing“) durchgeführt werden [20, 21, 25, 72, 81]. Hierbei ist es wichtig zu wissen, dass >80% aller Patienten mit Beckenringverletzungen, deren hämorrhagischer Schock auf eine retroperitoneale Blutung zurückzuführen ist, sog. „non-responders“ sind [48]. Dies impliziert, dass diese Patienten ohne unverzügliche chirurgische Therapie verbluten würden. Dies reflektiert sich in der weiterhin hohen Letalität von 50%–60% bei dieser Patientengruppe [18, 20, 48].

Interventionelle Maßnahmen wie Angiographie und Embolisation sind in der Akutphase als obsolet zu betrachten, zu-

mal signifikante arterielle Blutungen in weniger als 10% aller Fälle vorliegen und eine erfolgreiche Embolisation in weniger als 2% durchgeführt werden kann [4, 48]. Die Angiographie weist beim Polytrauma außerdem erhebliche Nachteile auf, bedingt durch die Notwendigkeit des Transports hämodynamisch instabiler Patienten und des erheblichen Zeitaufwands von durchschnittlich 2,5 h, was deutlich außerhalb der „golden hour“ des Traumas liegt [4, 48].

Entsprechend dem ATLS-Algorithmus dürfen weiterführende diagnostische Untersuchungen, wie die CT oder die Angiographie, nur im Rahmen des zweiten Untersuchungsganges („Secondary survey“) durchgeführt werden, weshalb die angiographische Embolisation zur akuten Blutungskontrolle in der Frühphase nach ATLS-Richtlinien nicht in Frage kommt [1].

Das propagierte „Damage control“-Vorgehen bei Beckenringzerreißungen mit hämodynamischer Instabilität besteht aus einer unverzüglichen geschlossenen Reposition und externen Fixation des Beckenrings, explorativer Laparotomie, „pelvic packing“ und provisorischem Bauchdeckenverschluss mit einem chirurgischen Reißverschluss (Ethizip) im Sinne eines temporären Laparostomas [20, 21, 25, 72, 81].

Die institutionalisierte Anwendung dieser therapeutischen Modalität hat in den letzten Jahren dazu verholfen, die hohe Letalität dieser Patienten von 50–60% [18] auf 20–25% zu reduzieren [21, 25].

Tamponadenwechsel und sekundärer Bauchdeckenverschluss erfolgen in der

Regel im Intervall von 24–48 h, während die definitive osteosynthetische Versorgung des Beckenrings im physiologisch günstigen Zeitfenster zwischen dem 5. bis zum 10. Tag nach dem Trauma erfolgen sollte (sog. „time window of opportunity“; Tabelle 2).

■ **Intrakranielle Blutung:** Neben der akuten arteriellen Blutung beim Epiduralhämatom (s. oben) stellen die venösen Sinus eine wesentliche intrakranielle Blutungsquelle dar, die eine unverzügliche chirurgische Intervention mittels Trepanation und/oder Kraniotomie erforderlich machen [60].

■ **Pentrierende und stumpfe Gefäßverletzungen, „mangled extremity“:** Arterielle Verletzungen mit klinischen Ischämiezeichen infolge penetrierender oder stumpfer Traumen erfordern ein unverzügliches chirurgisches Management ohne weitere Diagnostik [2, 49, 63]. Der *Mangled-Extremity-Severity-Score* (MESS) wurde als Leitlinie zur klinischen Entscheidungsfindung etabliert, ob eine schwerverletzte Extremität mit arterieller Gefäßdurchtrennung erhalten werden kann/ soll gegenüber der Option einer frühen Amputation, wobei der „Cut-off“ zugunsten der Amputation bei einem MESS  $\geq 7$  Punkten liegt [11, 12, 30, 34, 79]. Selbstverständlich gilt beim Polytraumapatienten die Prämisse „life before limb“, weshalb eine schwerstverletzte Extremität, die beim Monotrauma unter Umständen durch aufwendige rekonstruktive Maßnahmen gerettet werden könnte, beim Polytraumatisierten zur Erhaltung des Lebens möglicherweise amputiert werden muss.

**„Secondary Survey“**

Die Phase des zweiten Untersuchungsganges beginnt erst, wenn die Vitalfunktionen im Rahmen des „A-B-C-D-E“-Algorithmus sichergestellt worden sind, weshalb der „Secondary survey“ ausschließlich bei hämodynamisch stabilen Patienten durchgeführt werden soll [1, 13, 71] (■ **Abb. 2**). Dieser zweite Untersuchungsgang umfasst eine extensive Anamnese hinsichtlich der Vorerkrankungen und dem Mechanismus und den Begleitumständen des Unfalls. Weiterhin erfolgt im „Secondary survey“ eine eingehende Kopf-bis-Fuß-Untersu-

chung inklusive eines kompletten neurologischen Status [1]. Zu den diagnostischen Zusatzuntersuchungen gehört in dieser Phase die CT – idealerweise als „Polytraumaspirale“ im Mehrzeiler – die derzeit als schneller und hochempfindlicher Standard der Polytraumadiagnostik beim hämodynamisch stabilen Patienten gilt [6, 36, 44]. So hat sich die Spiral-CT inzwischen als diagnostisches Mittel der Wahl zum Ausschluss einer traumatischen Aortenruptur etabliert und hat dadurch die konventionelle Aortographie in ihrer Bedeutung als „golden standard“ weitgehend verdrängt [6, 36, 44, 46, 67, 82].

Die Indikation für eine transösophageale Echokardiographie wird in der Regel zur sekundären Klärung missverständlicher – zumeist falsch-positiver – Befunde in der Spiral-CT empfohlen [6, 82]. Konventionelle Röntgenbilder der Extremitäten und eine komplette Serie des Achsenskeletts werden im „Secondary survey“ in Abhängigkeit des individuellen Verletzungsmusters gezielt durchgeführt [1].

### Verzögerte Primäreingriffe: „Day-1-surgery“

Chirurgische Interventionen, die nicht unverzüglich im Sinne von lebensrettenden Soforteingriffen notwendig sind, werden im Anschluss an die komplettierte Primärdiagnostik nach dem „Secondary survey“ durchgeführt. Hierbei impliziert der Terminus „verzögert“, dass diese Eingriffe erst nach Sicherstellung der Vitalfunktionen durchgeführt werden, jedoch sicher innerhalb des 1. Tages (sog. „Day-1-surgery“). Diese chirurgischen Interventionen haben zum Ziel, den sog. „Antigenic load“ zu senken, verletzte Extremitäten und Gelenke zu retten, das Rückenmark vor einer drohenden oder bestehenden Kompression zu entlasten und die therapeutischen Modalitäten auf der Intensivstation zu unterstützen [38, 40, 57, 77, 83].

Die chirurgischen Maßnahmen im Rahmen der „Day-1-surgery“ umfassen:

- Dekompression von unter Druck stehenden Kompartimenten im Rahmen von nicht akutlebensbedrohlichen Zuständen: instabile Wirbelsäulenverletzungen mit manifester oder drohen-

der Spinalkanalstenose, subdurale Hämatome und Kompartimentsyndrom der Extremitäten

- Laparotomie zur Versorgung von Hohlorganverletzungen
- Revaskularisierung bei Gefäßverletzungen
- Stabilisierung instabiler Wirbelkörperfrakturen mit dorsalem Fixateur interne
- Externe Frakturfixation der langen Röhrenknochen
- Débridement von kontaminiertem und nekrotischem Gewebe und von offenen Frakturen und Gelenkverletzungen

Diese operativen Maßnahmen sollten zeitlich so kurz wie möglich gehalten werden, um einen iatrogenen „Second hit“ [10, 38] zu vermeiden, der in der Summe der Belastungsreaktion zur schlechten Prognose nach Polytrauma beiträgt, insbesondere bei Vorliegen eines schweren SHT [43, 55, 60, 70, 80].

### Intensivphase und geplante Sekundäreingriffe

Im Anschluss an die operative Versorgung erfolgt die Verlegung auf die Intensivstation unter Vorgabe der folgenden Zielgrößen zur Stabilisierung der physiologischen Systeme und Organfunktionen (sog. „end points of resuscitation“) [38, 57, 77, 83]:

- Stabile Hämodynamik ohne vasoaktive oder inotrope Unterstützung
- Keine Hypoxämie, keine Hyperkapnie
- Serum-Laktat <2 mmol/l
- Normale Gerinnung
- Normothermie
- Diurese >1 ml/kg KG/h

Die pathophysiologische Phase der Hyperinflammation im Zeitraum zwischen dem 2.–4. Tag nach Trauma (Tabelle 2) stellt eine hochvulnerable und labile Zeit dar, in der sich die körpereigenen Defensivsysteme erholen und daher eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber eines „Second hit“ besteht [10, 38, 73, 83]. Die Durchführung zeitraubender und blutreicher Operationen ist während dieser Phase deshalb verboten, da die operative Zusatzbelastung zum postoperativen Multiorgan-

versagen und zur Entwicklung von sekundären Hirnschäden beitragen kann [10, 38, 66, 73, 83].

Aus diesem Grund sind während dem 2.–4. Tag nach Trauma nur strikt notwendige, schonende und kurze Interventionen erlaubt, wie z. B. sterile Verbandwechsel, sog. „Second looks“ mit Nachdébridement von nekrotischem und kontaminiertem Gewebe, Epigardwechsel, Tamponadenwechsel und Sekundärnähte [54, 83]. Diese Eingriffe sind nötig, um den Gesamtstress auf den Organismus zu reduzieren, zumal kontaminiertes nekrotisches Gewebe sich zu einem eigentlichen „inflammatorischen Organ“ entwickeln kann, wodurch der „Antigenic load“ die Defensivsysteme weiter schwächt und zu infektiösen Komplikationen bis hin zum septischen Multiorganversagen beitragen kann [22, 23, 38, 73].

Der 5.–10. Tag nach Trauma stellt für geplante Folgeeingriffe und Verfahrenswechsel bei polytraumatisierten Patienten ein sog. „time window of opportunity“ dar, zumal die anschließende Phase der Immunsuppression keine ausgedehnten Operationen zwischen der 2.–3. Woche zulässt [38, 73, 83] (Tabelle 2).

Während dieser physiologisch günstigen Phase werden größere geplante Eingriffe wie frühe operative Verfahrenswechsel von externer auf interne Fixation von Frakturen (Platten- oder Marknagelosteosynthesen), definitive Versorgung von Gelenkverletzungen, komplettierende ventrale Spondylodesen und plastische Weichteildeckungen bzw. sekundäre Wundverschlüsse durchgeführt [31, 43, 54, 55, 70, 80, 83].

Während der Phase der Immunsuppression (Tabelle 2) sollten keine chirurgischen Eingriffe durchgeführt werden, bedingt durch das immanent hohe Risiko für einen iatrogenen „Second hit“ mit konsekutiver Entwicklung des septischen Multiorganversagens [10, 38, 73, 83]. Erst im Anschluss an die dritte Woche nach Unfall sollte die Durchführung sekundärer rekonstruktiver Interventionen erwogen werden. Dazu gehören sekundäre autologe Spongiosaplastiken und größere orthopädische Rekonstruktionen mit dem Ziel eines optimalen funktionellen Langzeitresultates.

## Verlegung zur definitiven Behandlung

Bereits während der präklinischen Phase muss der verletzte Patient adäquat triagiert und die Verlegung in eine passende Zielklinik entsprechend definierter und validierter Entscheidungsalgorithmen festgelegt werden („3R-Regel“ nach Trunkey; siehe oben) [84, 88]. Bei Unfallpatienten, welche primär in ein regionales Spital verlegt werden, stehen dem behandelnden Arzt während der ersten Beurteilungsphase („Primary survey“) in der Regel genügend Informationen zur Verfügung, um über die Notwendigkeit einer frühzeitigen Verlegung des Patienten in ein Traumazentrum zu entscheiden. Wichtig ist, dass die Zielklinik unverzüglich informiert und deren Aufnahmekapazität erfragt wird. Lebensrettende Maßnahmen werden entsprechend den zur Verfügung stehenden Mitteln nach dem ATLS-Konzept kontinuierlich fortgesetzt [1]. Im Gegensatz zu diesen lebensnotwendigen Maßnahmen sollen jedoch auf keinen Fall erweiterte diagnostische oder therapeutische Maßnahmen durchgeführt werden, die eine Verlegung des Patienten unnötig verzögern [1].

Im Rahmen der „golden hour“ nach Trauma kann jede zeitliche Verzögerung zu einer negativen Gesamtprognose des Patienten beitragen, weshalb unnötige diagnostische Untersuchungen, die in einer Klinik ohne Zentrumskompetenz einer entsprechenden therapeutischen Maßnahme entbehren (z. B. bei Durchführung eines Schädel-CT in einer Klinik ohne neurotraumatologische Kompetenz), strikt vermieden werden sollen [1]. Diese Vorgaben entsprechen dem klassischen Prinzip: „Primum nil nocere!“ und sollen dazu beitragen, die Gesamtmortalität polytraumatisierter Patienten zu senken.

### Fazit für die Praxis

**Das komplexe Management von Polytraumapatienten kann durch die Implikation standardisierter Algorithmen wie dem ATLS-Protokoll im klinischen Alltag deutlich vereinfacht und optimiert werden.**

**Neue Konzepte haben in den letzten Jahren den Nachweis erbracht, dass Polytraumapatienten in extremis mit schwerstem hämorrhagischen Schock eine signifikant verbesserte Prognose in Bezug auf das Überleben aufweisen, wenn chirurgische Interventionen abgekürzt werden mit dem Ziel einer Verlegung auf die Intensivstation zum frühestmöglichen Zeitpunkt.**

**Diese Einsicht – die im Widerspruch zum „klassischen“ Konzept der primären definitiven Frakturversorgung (sog. „early total care“) steht – führte zur Einführung des „Damage control“-Konzepts als Rückzugslinie zur Schadensbegrenzung bei schwerstverletzten Patienten. Die Kinetik der physiologischen Reaktionen auf ein schweres Trauma muss bei der Bestimmung von Zeitpunkt und Priorität chirurgischer Interventionen berücksichtigt werden. So stellt das Zeitintervall zwischen dem 5. und 10. Tag ein zeitgemäßes physiologisches Fenster („time window of opportunity“) für geplante Folgeeingriffe und definitive operative Versorgungen dar.**

**Im Gegensatz dazu sind Polytraumapatienten während der Phase der Hyperinflammation (2.-4. Tag) und Immunsuppression (2.-3. Woche) hochgradig anfällig für einen iatrogenen „Second hit“ durch verlängerte und blutreiche operative Eingriffe, was in der Summe zur Entwicklung des posttraumatischen septischen Multiorganversagen beitragen kann. Diese „goldene Balance“ zwischen den absolut notwendigen primären und sekundären chirurgischen Interventionen und dem Verständnis der pathophysiologischen Reaktionen auf ein schweres Trauma soll dazu verhelfen, die Versorgungsstrategie polytraumatisierter Patienten mit dem Ziel zu verbessern, das Überleben zu sichern und ein möglichst optimales Langzeitresultat zu garantieren.**

### Korrespondierender Autor

**PD Dr. P. F. Stahel**

Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Charité, Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin, Hindenburgdamm 30, 12200 Berlin  
E-Mail: pfstahel@aol.com

## Danksagung

Die Autoren danken Frau Birgit Geiger (Verlag Urban & Vogel) für die Bewilligung zur partiellen deutschsprachigen Reproduktion des Artikels: Stahel PF, Heyde CE, Ertel W (2005) Current concepts of polytrauma management. Eur J Trauma 31: 200–211

Frau Anette Sommer (Graphikabteilung, Universitätsklinikum Benjamin Franklin, Berlin) gebührt Dank für die professionelle Unterstützung bei der Erstellung der Abbildungen.

Dr. Stahel wird durch die folgenden Sachbeihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt: No. STA 635/1–1, STA 635/1–2, STA 635/2–1, TR 742/1–1.

**Interessenkonflikt:** Keine Angaben

## Literatur

- Advanced Trauma Life Support (ATLS) for Doctors (2004) American College of Surgeons Committee on Trauma, 7th edn. Chicago/IL
- Abou-Sayed H, Berger DL (2002) Blunt lower extremity trauma and popliteal artery injuries. Arch Surg 137: 585–589
- Abramson D, Scalea TM, Hitchcock R et al. (1993) Lactate clearance and survival following injury. J Trauma 35: 584–588
- Agolini SF, Shah K, Newcomb J, Rhodes M, Reed JF 3rd (1997) Arterial embolization is a rapid and effective technique for controlling pelvic fracture hemorrhage. J Trauma 43: 395–399
- Aihara R, Millham FH, Blansfield J, Hirsch EF (2001) Emergency room thoracotomy for penetrating chest injury: effect of an institutional protocol. J Trauma 50: 1027–1030
- Albrecht T, von Schlippenbach J, Stahel PF, Ertel W, Wolf KJ (2004) Die Rolle der Ganzkörper-Spiral-CT bei der Primärdiagnostik polytraumatisierter Patienten: Vergleich mit konventioneller Radiographie und Abdomensonographie. RöFo Fortschr. Röntgenstr. 176: 1142–1150
- Ali J, Adam R, Butler AK et al. (1993) Trauma outcome improves following the advanced trauma life support program in a developing country. J Trauma 34: 890–898
- Ali J, Naraynsingh V (1987) Potential impact of the advanced trauma life support (ATLS) program in a Third World country. Int Surg 72: 179–184
- Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D (2000) Epidemiologie des Schwerverletzten: eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. Unfallchirurg 103: 355–363
- Bone RC (1996) Toward a theory regarding the pathogenesis of the systemic inflammatory response syndrome: what we do and do not know about cytokine regulation. Crit Care Med 24: 163–172
- Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF et al. (2001) A prospective evaluation of the clinical utility of the lower-extremity injury-severity scores. J Bone Joint Surg [Am] 83: 3–14
- Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF et al. (2002) An analysis of outcomes of reconstruction or amputation of leg-threatening injuries. N Engl J Med 347: 1924–1931



13. Bouillon B, Kanz KG, Lackner CK, Mutschler W, Sturm J (2004) Die Bedeutung des Advanced Trauma Life Support (ATLS) im Schockraum. *Unfallchirurg* 107: 844–850
14. Bowley DMG, Boffard KD (2001) Das penetrierende Trauma des Körperstamms. *Unfallchirurg* 104: 1032–1042
15. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR et al. (1993) The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma* 34: 216–222
16. Davis JW, Kaups KL, Parks SN (1998) Base deficit is superior to pH in evaluating clearance of acidosis after traumatic shock. *J Trauma* 44: 114–118
17. Davis JW, Parks SN, Kaups KL, Gladen HE, O'Donnell-Nicol SRN (1996) Admission base deficit predicts transfusion requirements and risk of complications. *J Trauma* 41: 769–774
18. Eastridge BJ, Starr A, Minei JP, O'Keefe GE (2002) The importance of fracture pattern in guiding the therapeutic decision-making in patients with hemorrhagic shock and pelvic ring disruption. *J Trauma* 53: 446–451
19. Edwards MJ, Frankema SP, Kruit MC, Bode PJ, Breslau PJ, van Vugt AB (2001) Efficiency of a standardized diagnostic protocol in trauma management. *Eur J Trauma* 27: 81–86
20. Ertel W, Eid K, Keel M, Trentz O (2000) Therapeutic strategies and outcome of polytraumatized patients with pelvic injuries: a six-year experience. *Eur J Trauma* 26: 278–286
21. Ertel W, Keel M, Eid K, Platz A, Trentz O (2001) Control of severe hemorrhage using C-clamp and pelvic packing in multiply injured patients with pelvic ring disruption. *J Orthop Trauma* 15: 468–474
22. Ertel W, Keel M, Marty D et al. (1998) Die Bedeutung der Ganzkörperinflammation bei 1278 Traumapatienten. *Unfallchirurg* 101: 520–526
23. Ertel W, Trentz O (1994) Polytrauma and multi-organ failure syndrome. Definition – pathophysiology – therapy. *Zentralbl Chir* 119: 159–167
24. Fainardi E, Chierigato A, Antonelli V, Fagioli L, Servadei F (2004) Time course of CT evolution in traumatic subarachnoid haemorrhage: a study of 141 patients. *Acta Neurochir (Wien)* 146: 257–263
25. Giannoudis PV, Pape HC (2004) Damage control orthopaedics in unstable pelvic ring injuries. *Injury* 35: 671–677
26. Goris RJ (2000) Pathophysiology of shock in trauma. *Eur J Surg* 166: 100–111
27. Haas NP, Hoffmann RF, Mauch C, von Fournier C, Südkamp NP (1995) The management of polytraumatized patients in Germany. *Clin Orthop* 318: 25–35
28. 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
29. Heim C, Schoettker P, Spahn DR (2004) Glasgow Coma Score für den Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. *Anaesthesist* 53: 1245–1256
30. Helfet DL, Howey T, Sanders R, Johansen K (1990) Limb salvage versus amputation. Preliminary results of the Mangled Extremity Severity Score. *Clin Orthop* 256: 80–86
31. Hildebrand F, Giannoudis P, Krettek C, Pape HC (2004) Damage control: extremities. *Injury* 35: 678–689
32. Hirshberg A, Walden R (1997) Damage control for abdominal trauma. *Surg Clin North Am* 77: 813–820
33. Hunt PA, Greaves I, Owens WA (2005) Emergency thoracotomy in thoracic trauma – a review. *Injury (in press)*
34. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST Jr (1990) Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 30: 568–572
35. Johnson JW, Gracias VH, Schwab CW et al. (2001) Evolution in damage control for exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 51: 261–269
36. Kanz KG, Korner M, Linsenmaier U et al. (2004) Prioritätenorientiertes Schockraummanagement unter Integration des Mehrschichtspiralcomputertomographen. *Unfallchirurg* 107: 937–944
37. Kanz KG, Sturm JA, Mutschler W (2002) Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma. *Unfallchirurg* 105: 1007–1014
38. Keel M, Trentz O (2005) Pathophysiology of polytrauma. *Injury* 36: 691–709
39. Kennedy DW, Gentleman D (2001) The ATLS course, a survey of 228 ATLS providers. *Emerg Med J* 18: 55–58
40. Kossmann T, Payne B, Stahel PF, Trentz O (2000) Traumatische Querschnittlähmung: operative Maßnahmen. *Schweiz Med Wochenschr* 130: 816–828
41. Krettek C, Simon RG, Tscherner H (1998) Management priorities in patients with polytrauma. *Langenbecks Arch Surg* 383: 220–227
42. Kroesen AJ (2004) Operationsindikation und Strategie beim stumpfen und penetrierenden Thoraxtrauma. In: Schneider P, Kruschewski M, Buhr HJ (Hrsg) *Thoraxchirurgie*. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokio, pp 79–87
43. Lehmann U, Rickels E, Krettek C (2001) Polytrauma mit Schädel-Hirn-Trauma: Primär definitive operative Versorgung der langen Röhrenknochen? *Unfallchirurg* 104: 196–209
44. Linsenmaier U, Kanz KG, Rieger J, Rock C, Pfeifer KJ, Reiser M (2002) Structured radiologic diagnosis in polytrauma. *Radiologe* 42: 533–540
45. Lloyd DA, Patterson M, Robson J, Phillips B (2001) A stratified response system for the emergency management of the severely injured. *Ann R Coll Surg Engl* 83: 15–20
46. Marty-Ane CH, Berthet JP, Branchereau P, Mary H, Alric P (2003) Endovascular repair for acute traumatic rupture of the thoracic aorta. *Ann Thorac Surg* 75: 1803–1807
47. Mattox KL (1997) Introduction, background, and future projections of damage control surgery. *Surg Clin North Am* 77: 753–758
48. Miller PR, Moore PS, Mansell E, Meredith JW, Chang MC (2003) External fixation or arteriogram in bleeding pelvic fracture: initial therapy guided by markers of arterial hemorrhage. *J Trauma* 54: 437–443
49. Nanobashvili J, Kopadze T, Tvaladze M, Buachidze T, Nazvlivshvili G (2003) War injuries of major extremity arteries. *World J Surg* 27: 134–139
50. Neugebauer E, Hensler T, Rose S et al. (2000) Das schwere Schädel-Hirn-Trauma bei Mehrfachverletzten: eine Bestandaufnahme zur Interaktion lokaler und systemischer Mediatorwirkungen. *Unfallchirurg* 103: 122–131
51. Nunn JF, Freeman J (1964) Problems of oxygenation and oxygen transport during haemorrhage. *Anaesthesia* 19: 206–216
52. Olson CJ, Arthur M, Mullins RJ, Rowland D, Hedges JR, Mann NC (2001) Influence of trauma system implementation on process of care delivered to seriously injured patients in rural trauma centers. *Surgery* 130: 273–279
53. Osterwalder JJ (2002) Can the „golden hour of shock“ safely be extended in blunt polytrauma patients? Prospective cohort study at a level I hospital in eastern Switzerland. *Prehospital Disaster Med* 17: 75–80
54. Pape H, Stalp M, v Griensven M, Weinberg A, Dahlweit M, Tscherner H (1999) Optimaler Zeitpunkt der Sekundäroperation bei Polytrauma: eine Evaluation an 4314 Schwerverletzten. *Chirurg* 70: 1287–1293
55. Pape HC, Giannoudis P, Krettek C (2002) The timing of fracture treatment in polytrauma patients: relevance of damage control orthopedic surgery. *Am J Surg* 183: 622–629
56. Pape HC, Hildebrand F, Pertschy S et al. (2002) Changes in the management of femoral shaft fractures in polytrauma patients: from early total care to damage control orthopedic surgery. *J Trauma* 53: 452–461
57. Parr MJ, Alabdi T (2004) Damage control surgery and intensive care. *Injury* 35: 712–721
58. Rixen D, Raum M, Bouillon B, Schlosser LE, Neugebauer E (2001) Prognoseabschätzung des Schwerverletzten: eine Analyse von 2069 Patienten des Traumaregisters der DGU. *Unfallchirurg* 104: 230–239
59. Rösch M, Klose T, Leidl R, Gebhard F, Kinzl L, Ebinger T (2000) Kostenanalyse der Behandlung polytraumatisierter Patienten. *Unfallchirurg* 103: 632–639
60. Rosenfeld JV (2004) Damage control neurosurgery. *Injury* 35: 655–660
61. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD et al. (1993) Damage control: an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma* 35: 375–382
62. Rotondo MF, Zonies DH (1997) The damage control sequence and underlying logic. *Surg Clin North Am* 77: 761–777
63. Rozycki GS, Tremblay LN, Feliciano DV, McClelland WB (2003) Blunt vascular trauma in the extremity: diagnosis, management, and outcome. *J Trauma* 55: 814–824
64. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN (2000) External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 48: 613–621
65. Scharplatz D, Sutter PM (2003) 5 years ATLS (Advanced Trauma Life Support) courses in Switzerland. *Swiss Surg* 9: 263–267
66. Schmidt OI, Infanger M, Heyde CE, Ertel W, Stahel PF (2004) The role of neuroinflammation in traumatic brain injury. *Eur J Trauma* 30: 135–149
67. Schumacher H, Bockler D, Allenberg JR (2004) Surgical management of thoracic aortic lesions, aneurysm, dissection and traumatic rupture. *Chirurg* 75: 937–958
68. Schwab CW (2004) Introduction: damage control at the start of 21st century. *Injury* 35: 639–641
69. Shapiro MB, Jenkins DH, Schwab CW, Rotondo MF (2000) Damage control: collective review. *J Trauma* 49: 969–978
70. Stahel P, Kossmann T, Trentz O (2001) Frakturbehandlung beim Schädel-Hirn-Trauma. *Notabene Medici* 3: 108–111
71. Stahel PF, Ertel W (2002) Advanced Trauma Life Support (ATLS) vor der Einführung in Deutschland. In: Messmer K, Witte J (Hrsg) *Was gibt es Neues in der Chirurgie? EcoMed, Landsberg*, pp. XII: 5–9
72. Stahel PF, Ertel W (2004) Beckenringverletzungen. In: Rüter A, Trentz O, Wagner M (Hrsg) *Unfallchirurgie*. Urban & Fischer, München, pp 907–934
73. Stahel PF, Ertel W (2004) Pathophysiologie des Traumas. In: Rüter A, Trentz O, Wagner M (Hrsg) *Unfallchirurgie*. Urban & Fischer, München, pp 1–21
74. Stahel PF, Heyde CE, Ertel W (2005) Current concepts of polytrauma management. *Eur J Trauma* 31: 200–211

75. Stone HH, Strom PR, Mullins RJ (1983) Management of the major coagulopathy with onset during laparotomy. *Ann Surg* 197: 532–535
76. Stürmer KM, Dresing K, Blauth M et al. (2001) Recommended guidelines for diagnostics and therapy in trauma surgery: Polytrauma. *Eur J Trauma* 27: 137–150
77. Stürmer KM, Haas N, Josten C, Mutschler W, Sturm J (2003) Diskussionspapier zur intensivmedizinischen Behandlung unfallchirurgischer Patienten. *Akt Traumatol* 33: 39–40
78. Sugrue M, D'Amours SK, Joshipura M (2004) Damage control surgery and the abdomen. *Injury* 35: 642–648
79. Swiontkowski MF, MacKenzie EJ, Bosse MJ, Jones AL, Trivison T (2002) Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma. *J Trauma* 52: 641–649
80. Taeger G, Ruchholtz S, Zettl R, Waydhas C, Nast-Kolb D (2002) Primärer Fixateur externe mit konsekutivem Verfahrenswechsel beim Polytrauma. *Unfallchirurg* 105: 315–321
81. Tiemann AH, Schmidt C, Gonschorek O, Josten C (2004) Notfallbehandlung instabiler Beckenfrakturen: Stellenwert der Beckenzwinge. *Zentralbl Chir* 129: 245–251
82. Ting JYS (2003) Blunt traumatic aortic injury: a review of initial diagnostic modalities and a proposed diagnostic algorithm. *Eur J Trauma* 29: 129–138
83. Trentz O (2000) Polytrauma: pathophysiology, priorities, and management. In: Rüedi T, Murphy WM (Eds.), *AO Principles of Fracture Management*, Thieme, Stuttgart New York, pp 661–673
84. Trunkey DD (1990) What's wrong with trauma care? *Bull Am Coll Surg* 75: 10–15
85. Trupka A, Nast-Kolb D, Schweiberer L (1998) Das Thoraxtrauma. *Unfallchirurg* 101: 244–258
86. Van Olden GD, Dik Meeuwis J, Bolhuis HW, Boxma H, Goris RJ (2004) Advanced Trauma Life Support Study: Quality of diagnostic and therapeutic procedures. *J Trauma* 57: 381–384
87. Vyrostek SB, Annett JL, Ryan GW (2004) Surveillance for fatal and nonfatal injuries in the United States - 2001. *MMWR Surveill Summ* 53: 1–57
88. Zimmer-Gembeck MJ, Southard PA, Hedges JR, Mullins RJ, Rowland D, Stone JV, Trunkey DD (1995) Triage in an established trauma system. *J Trauma* 39: 922–928

## IKOP-Innovationspreis für angewandte Infektionsprävention verliehen

Für hervorragende Leistungen auf dem Gebiet der Infektionskontrolle wurde jetzt erstmals der IKOP-Innovationspreis für angewandte Infektionsprävention verliehen. Preisträger ist Dr. med. Hilmar Wisplinghoff, Institut für Medizinische Mikrobiologie, Immunologie und Hygiene am Klinikum der Universität zu Köln. Die Ehrung des Preisträgers fand anlässlich des 8. Kongresses für Infektionskrankheiten und Tropenmedizin in Hamburg statt.

IKOP hat den IKOP-Innovationspreis für angewandte Infektionsprävention dieses Jahr zum ersten Mal ausgeschrieben. Dr. Wisplinghoff wurde für seine Arbeit *Molecular Evolution of Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus in the Cologne Metropolitan Area from 1984 to 1998* ausgezeichnet. Die Arbeit wird im *Journal of Clinical Microbiology* publiziert. Inhalt der Arbeit ist die longitudinale Verfolgung von MRSA im Großraum Köln von 1984 bis 1998 unter Verwendung molekular-epidemiologischer Methoden, wie MLST, spa- und SSCmectyping.

Seit dem ersten Auftreten von MRSA im Großraum Köln im Jahre 1984 werden am Institut für Medizinische Mikrobiologie, Immunologie und Hygiene der Universität zu Köln prospektiv alle MRSA Erstisolate gesammelt. Die Sammlung umfasst aktuell etwa 1600 Isolate.

### Ausschreibung durch den IKOP-Arbeitskreis

Die Jury zur Bewertung der eingereichten Arbeiten bestand aus den Teilnehmern des IKOP-Arbeitskreises, die unabhängig voneinander ihr Votum abgaben. Der IKOP-Innovationspreis für angewandte Infektionsprävention soll nun regelmäßig ausgeschrieben werden.

Der Arbeitskreis „IKOP – Infektionskontrolle im OP“ hat sich im Sommer 2003 zusammengeschlossen. Die teilnehmenden sieben Mediziner – darunter Kliniker verschiedener Disziplinen, Infektiologen, Hygieniker und Mikrobiologen – arbeiten interdisziplinär und fokussieren ihr medizi-

nisches Know How auf die Schwerpunkte Sterilität, Hygiene und Infektionsverhütung. Aktuell arbeitet IKOP an einer retrospektiven MRSA-Studie. Davor hat der Arbeitskreis ein Consensus Papier zum Schwerpunkt „Barrieremaßnahmen bei Operationen und invasiven Eingriffen“ veröffentlicht.

Weitere Informationen bei:

Cornelia Bruns  
Tel.: 0221/272359–10  
bruns@art-tempi.de