

## Neue diagnostische Strategien beim Polytrauma

W. Ertel und O. Trentz

Klinik für Unfallchirurgie (Direktor: Prof. Dr. O. Trentz), Universitätsspital Zürich

### New diagnostic strategies in multiple trauma

**Summary.** The diagnostic strategies in multiple trauma aim at rapid identification of life-threatening injuries, recognition of serious organ lesions, and evaluation of the systemic trauma impact, as well as the resulting host reaction. Besides improvements in the structure and organization, major innovations in imaging techniques have significantly improved and accelerated evaluation of the patient with multiple injuries in the emergency room. Systematic diagnostic work-up, integrated multidisciplinary approach, and defined algorithms for traumatic key symptoms represent the hallmarks of successful emergency room management. In particular, diagnostic work-up of injured body cavities using sonography and helical computed tomography are evaluated.

**Key words:** Multiple Trauma – Quality management – Algorithmus – Imaging.

**Zusammenfassung.** Die diagnostische Strategie beim Polytrauma zielt auf schnellstmögliche Erkennung von lebensbedrohlichen Verletzungen, Aufdeckung von relevanten organ- und funktionsgefährdenden Läsionen und Bilanzierung der systemischen Traumabelastung bzw. der daraus resultierenden Traumareaktionen. Neben strukturellen und organisatorischen Verbesserungen hat die hochentwickelte Bildgebung zu entscheidenden Fortschritten beigetragen. Ein systematisiertes Abklärungsprotokoll, integrierte Versorgung im interdisziplinären Team und eingespielte Algorithmen für häufige Leitsymptome sind die Schlüssel für ein erfolgreiches Schockraummanagement. Auf den aktuellen Stellenwert der gängigen diagnostischen Verfahren und ihren Einsatz beim Körperhöhlentrauma wird besonders eingegangen.

**Schlüsselwörter:** Polytrauma – Qualitätsmanagement – Algorithmen – Bildgebung.

### Zielvorgabe und Rahmenbedingungen

Die diagnostische Abklärung eines Polytraumatisierten muß schnellstens die lebensbedrohlichen Verletzungskomponenten erfassen, sobald wie möglich alle relevanten organ- bzw. funktionsgefährdenden Läsionen aufdecken und schließlich die systemische Traumabelastung der Defensivsysteme abschätzen [7, 30].

Zeitdruck, simultan laufende Reanimations-, Substitutions- und Supportmanöver, limitierte Transport- und Lagerungsfähigkeit des meist nicht kooperationsfähigen Patienten, eingeschränkte (oft auch fehlende) technische und apparative Infrastruktur im Schockraum erschweren eine optimale Diagnostik.

Das heutige Strategiekonzept stützt sich zum einen auf eine potente Bildgebung, zum andern auf Organisationsstrukturen, die einen systematischen, integrierten Untersuchungsangang phasengerecht zur posttraumatischen Systemreaktion garantieren.

Die immensen Fortschritte bei den bildgebenden Verfahren haben die Polytraumaversorgung bzgl. diagnostischer Sicherheit und Zeitgewinn entscheidend verbessert. Mobiles Röntgen, Bildverstärkung, Sonographie, digitale Subtraktionsangiographie und Spiral-Computertomographie haben heute einen festen Platz in der Akutdiagnostik des Polytraumas im Schockraum bzw. auf einer benachbarten „Diagnostikstraße“ [35].

Der organisatorische Rahmen umfaßt die räumlichen, apparativen und personellen Voraussetzungen für die erforderliche Strukturqualität, einen interdisziplinären Konsens über einen integrierten Untersuchungs-Versorgungs-Gang und eingespielte Abklärungsprotokolle mit Flußdiagrammen und Algorithmen für kritische Leitsymptome. Diese Vorkehrungen sind unerlässlich für ein modernes Qualitätsmanagement. Qualitätsanalysen zeigen überwiegend Systemmängel und nur in einem weitaus kleineren Prozentsatz Versagen der individuellen Leistung einzelner Mitarbeiter.

Das am meisten verbreitete und strikt systematisierte Versorgungsprotokoll ist das „Advanced Trau-

ma Life Support Programm<sup>®</sup>“ des „Committee on Trauma“ des „American College of Surgeons“ [1].

Neben der Erfassung aller relevanten Verletzungen ist die Bilanzierung der systemischen Traumabelastung bzw. der posttraumatischen Systemreaktion erforderlich. Darauf basiert eine phasengerechte Diagnostik und Versorgung. Zur Quantifizierung der Traumabelastung werden anatomische Traumascores herangezogen, die Systemreaktionen werden über physiologische Scores bilanziert.

Während der diagnostischen Abklärung ist eine kontinuierliche klinische Überwachung ergänzt durch hämodynamisches, respiratorisches und neurologisches Monitoring unverzichtbar. Perfusionsstörungen, Hypoxämie, Lactat-Acidose und Hypothermie müssen rasch erkannt und beseitigt werden. Jede eintretende Verschlechterung bedeutet eine übersehene oder nicht adäquat behandelte Verletzung und erfordert eine sofortige Reevaluation.

Ein integrierter „Traumaapproach“ bringt vermehrte Fachkompetenz, erlaubt sinnvolle Arbeitsteilung, erfordert aber auch Teamfähigkeit und gegenseitige fachliche Respektierung und Akzeptanz eines kompetenten Koordinators.

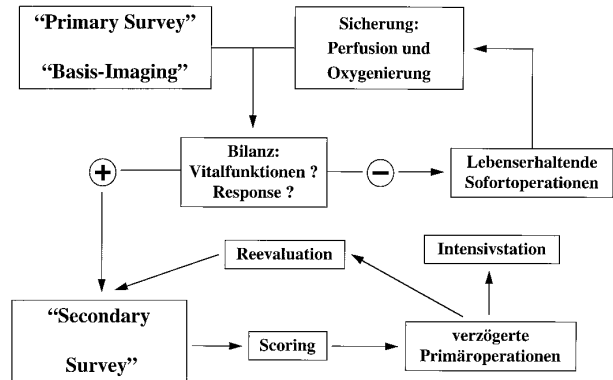
## Strukturelle Voraussetzungen

### Raumbedarf

Zumindest Kliniken mit hohem Traumaaufkommen benötigen einen speziell eingerichteten Trauma-Erstversorgungsraum – im Klinikjargon meist kurz als Schockraum bezeichnet. Dieser Raum muß von der Notfallanfahrt direkt und problemlos erreichbar sein, ausreichende Dimensionen haben (über 40 m<sup>2</sup>), rund um die Uhr ohne anderweitige Mitbenützung betriebsbereit sein und eine Ausstattung haben wie ein vorgeschobener Intensivbehandlungsplatz mit den erforderlichen diagnostischen und interventionellen Möglichkeiten. Sofern nicht in den Schockraum integriert, sollte möglichst in unmittelbarer Nachbarschaft eine Dependence der Röntgenabteilung zur Verfügung stehen, im Idealfall als komplette „Diagnostikstraße“.

### Apparative Ausstattung

Die oben genannten Räume benötigen als vorgeschobene Intensivplätze die notwendige Ausstattung für hämodynamisches und respiratorisches Monitoring, einschließlich Satellitenlabor für Schnelltests und Blutgasanalysen. Zur Patientenlagerung sind verstellbare und röntgenfähige Fahrtragen erforderlich. Für immer wiederkehrende diagnostische Manöver sind fertige Sets für die üblichen Punktionen und Katheterisierungen bereitzuhalten. Die Bildgebung erfordert als Mindestausstattung ein Sonographie- und mobiles Röntgengerät. Für größere Traumazentren haben sich in der benachbarten „Diagnostikstraße“ Spiral-CT und interventioneller Arbeitsplatz zur Angiographie ebenso bewährt



**Abb. 1.** Versorgungsalgorithmus beim Polytrauma: Vernetzung von Diagnostik, Beurteilung und Therapie

wie ein leistungsfähiges Sonographiegerät (Duplex, TEE).

### Personalbereitstellung

Ein interdisziplinäres Schockraum-Team muß klar definiert, jederzeit verfügbar und alarmierbar sein mit klaren Absprachen und strikter Arbeitsteilung. Das Team besteht aus 5–8 Personen aus den Bereichen Chirurgie, Anaesthesie und Radiologie und wird von einem kompetenten Teamleiter koordiniert [18].

## Systematischer und integrierter Untersuchungsgang

Über die verschiedenen Phasen im frühen posttraumatischen Verlauf bestehen in der Literatur erhebliche semantische Unschärfen. Dazu sind Phaseneinteilungen nach zeitlicher Staffelung oder nach interventionellen Prioritäten [10, 22] im klinischen Betrieb wenig hilfreich und lassen sich häufig erst retrospektiv abgrenzen. Praktikabel erscheint uns die Verlaufsbeurteilung der systemischen Trauma-Reaktionen sowie ihr Ansprechen auf therapeutische Interventionen.

Entsprechend dem ATLS<sup>®</sup>-Protokoll unterscheiden wir eine erste Phase mit einem „Blitzcheck“ oder orientierendem Schnelldurchgang zur Gewinnung eines ersten Überblicks über die Vitalfunktionen („primary survey“; Abb. 1) [1]. Simultan dazu laufen die erforderlichen Wiederbelebungsmaßnahmen zur Sicherung einer ausreichenden Perfusion und Oxygenierung und ein „Basis-Imaging“ mit Sonographie der Bauchhöhle und Röntgenübersichtsaufnahmen von Thorax und Becken sowie seitlicher Projektion der Halswirbelsäule.

Danach erfolgt eine Bilanz über das Ansprechen des Patienten auf die bisher durchgeführten Wiederbelebungsmaßnahmen, die bei instabilen Verhältnissen fortgesetzt, eskaliert oder durch lebensrettende Sofortoperationen ergänzt werden müssen.

Erst nach Erreichen von stabilen Kreislaufverhältnissen und einer adäquaten Oxygenierung kann mit der definitiven Sekundärdiagnostik („secondary survey“) fortgefahren werden, wobei eine systematische Abklä-

rung von Schädel, Thorax, Abdomen, Becken, Wirbelsäule und Extremitäten erfolgt. Diese Diagnostik verläuft unter engmaschigem Monitoring und fortlaufendem Volumenersatz und respiratorischem Support.

Nach Abschluß der Sekundärdiagnostik erfolgt ein *Scoring* zur Bilanzierung der Gesamttraumabelastung. Die daran angepaßte und abgestufte Definitivversorgung darf erst begonnen werden, wenn die Endpunkte der Wiederbelebung erreicht sind, d. h. intakte Mikrozirkulation und Beherrschung von Lactat-Acidose, Hypothermie und Gerinnungsstörungen.

Eine diagnostische *Reevaluation* ist erforderlich bei jeder eintretenden Zustandsverschlechterung, außerdem ist eine Überprüfung von Hämodynamik und Gasaustausch nach jedem Operationsabschnitt, insbesondere nach Umlagerungen, erforderlich.

### Aktueller Stellenwert diagnostischer Verfahren

Einige bewährte Diagnostikverfahren sind durch technische Weiterentwicklungen in den Hintergrund gedrängt worden, während andere „moderne“ Techniken noch ihre Tauglichkeit in der Alltagsroutine beweisen müssen.

1. Die *diagnostische Peritoneallavage* (DPL) war viele Jahre das Standardverfahren zur frühzeitigen Erkennung intraperitonealer Blutungen und Hohlorganrupturen. Sie ist heute weitestgehend von der Sonographie verdrängt und ist dieser eigentlich nur noch in der Früherkennung von Darmrupturen überlegen [8, 34].

2. *Konventionelle Röntgenaufnahmen* können durch digitale Bildverarbeitung optimiert werden, schwierig abbildbare Skelettregionen (cervicothorakale Wirbelsäule, sacro-iliacaler Komplex) werden besser computertomographisch untersucht. Mittels Spiral-CT größerer Körperabschnitte können im „Scout-Topogramm“ die meisten stammnahen Frakturen erfaßt werden, so daß sich zeitaufwendige Einzelaufnahmen zur Primärdiagnostik erübrigen [19].

3. Die *Computertomographie* (CT) ist heute das „Arbeitspferd“ zur Abklärung von Schädel, Thorax, Abdomen, Becken und Wirbelsäule. Das Spiral-CT erlaubt kürzeste Untersuchungszeiten und eliminiert weitgehend Bewegungsartefakte. Mit Kontrastverstärkung lassen sich aktive Wühlblutungen und bestimmte Ausscheidungsfunktionen darstellen.

4. Die *Sonographie* eignet sich ideal als rasches Screeningverfahren zum Nachweis freier Flüssigkeit im Abdomen [24]. Das sichere Erkennen von Läsionen intra- und retroperitonealer Organe gelingt aber auch dem erfahrenen Untersucher nur in etwa 50 %. Die *transoesophageale Echographie* (TEE) bewährt sich zur Abklärung eines breiten Mediastinums [9]. Dissektionen und Rupturen der descendierenden Aorta können mit hoher Sicherheit erkannt werden, ebenso Läsionen der Herzklappen. Ventrikelfüllung und kontraktile Leistung lassen sich dabei optisch darstellen.

5. Die *Angiographie* hat beim Polytrauma viele ihrer früheren Indikationen (A. carotis, Aortenbogen) zugunsten der CT eingebüßt. Als klare Indikationen bleiben die pulslose Extremität, die „mangled extremity“ und die „proximity injury“, wobei gerade beim Polytraumatisierten die digitale Subtraktionsangiographie durch Zeitgewinn und geringe Kontrastmittelbelastung vorteilhaft ist [2]. Auch die Ortung und evtl. interventionelle Kontrolle arterieller retroperitonealer Blutungen beim schweren Beckentrauma ist nach geschlossener Reposition des Beckenrings und hämodynamisch stabilem Patienten eine gute Indikation. Die Nadel-„single-shot“-Angiographie ist nur noch in Ausnahmesituationen berechtigt.

6. Für *Laparoskopie* und *Thoracoskopie* sehen wir beim Polytraumatisierten keine Indikation [25]. Die *Bronchoskopie* hat bei Verdacht auf tracheobronchiale Verletzungen ihre Indikation, ebenso bei Aspirationen (dabei mit gleichzeitiger therapeutischer Intention).

7. Zur Überwachung von Hämodynamik und Gasaustausch sind *Pulsoxymetrie*, EKG-Ableitung, Registrierung von arteriellem und zentralvenösem Druck und Urinstundenmengen sowie Monitoring von Blutgasen und expiratorischem CO<sub>2</sub>-Gehalt etabliert.

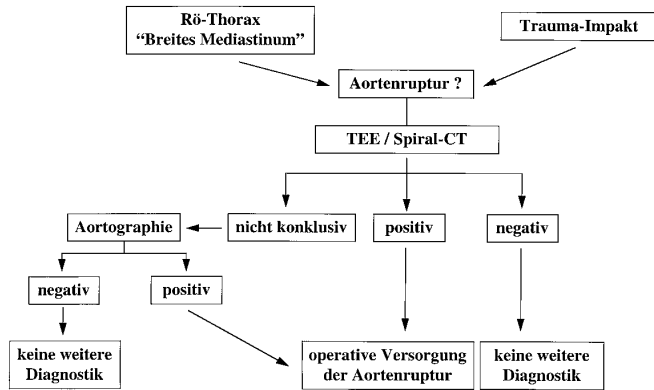
### Aktuelle Diagnostik beim Körperhöhlentrauma

#### Schädel

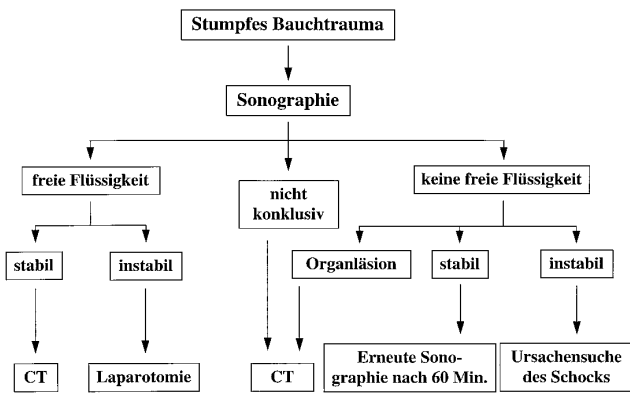
Die klinische Untersuchung erfaßt neben äußeren Verletzungszeichen Bewußtseinslage, Pupillenreaktion und Hemisynndrome. Erforderliche weitere Abklärungen erfolgen heute ausnahmslos mit der CT [6, 35].

Die CT klärt die Frage nach intrakraniellen Blutungen und lokalisierten Parenchymläsionen und erkennt offene Schädelverletzungen durch den Nachweis intrakranieller Lufteinschlüsse. Außerdem können Gesichtschädelverletzungen besser als mit den Standardübersichtsaufnahmen bilanziert werden [35]. Der Einsatz der CT im Rahmen der Diagnostik des Schädel-Hirn-Traumas führte zu einer deutlichen Verbesserung der Prognose dieser Patienten [36]. Die Schädel-CT sollte bei allen Patienten mit einem „Glasgow come score (GCS)“ < 13 oder einer in den Übersichtsaufnahmen diagnostizierten Kalottenfraktur durchgeführt werden [29, 30].

Bei polytraumatisierten Patienten, die langdauernde Eingriffe benötigen, sollte bei Vorliegen eines Schädel-Hirn-Traumas vor und während der chirurgischen Versorgung aus überwachungstechnischen Gründen der intrakranielle Druck (ICP) kontinuierlich gemessen werden [15]. Im einzelnen empfehlen wir bei diesen Patienten die Implantation einer Sonde nach folgenden Kriterien: GCS < 8 und pathologisches Schädel-CT oder bei unauffälliger Schädel-CT ein Bewußtseinsverlust > 6 St seit dem Unfall [15, 29]. Polytraumatisierte Patienten mit Gerinnungsstörungen, verlagertem und komprimiertem Ventrikelsystem, offenem Schädel-Hirn-Trauma und geringen Veränderungen in der CT-Untersuchung erhalten eine ICP-Sonde in den Subduralraum



**Abb. 2.** Abklärungsalgorithmus der traumatischen Aortenruptur beim Polytrauma: TEE (vor Ort möglich) und CT (meist aus anderer Indikation sowie so erforderlich) sind Verfahren der ersten Wahl



**Abb. 3.** Abklärungsalgorithmus des stumpfen Bauchtraumas mit der Sonographie

oder eine Camino-Sonde [15, 28]. Ansonsten wird eine ICP-Sonde in den Ventrikel der nicht dominanten Hemisphäre bevorzugt. Entscheidend ist der cerebrale Perfusionsdruck, der im wesentlichen aus der Differenz von arteriellem Mitteldruck und ICP resultiert.

### Thorax

Penetrierende Traumen, Prell- und Gurtmarken, Hautemphysem, Einflußstauung, paradoxe Atmung, seiten-differente Thoraxwandexkursionen, Atemfrequenz, Preßatmung, thoracoabdominelle Dissoziation sowie Auskultation und Perkussion ergeben die wichtigsten klinischen Informationen. Das Röntgenthoraxbild gehört den frühestmöglichen Basisuntersuchungen. Freie Flüssigkeit in Pleurahöhlen und Perikardbeutel kann sonographisch schnell und problemlos geortet werden. Nach deren Drainage ergibt die Blutungsdynamik wesentliche Hinweise für das weitere Procedere. Die frühe Blutgasanalyse deckt Probleme beim Gasaustausch auf, das EKG-Monitoring Rhythmusstörungen.

Neue Perspektiven haben sich in der Abklärung des breiten Mediastinums und der Akutdiagnostik der traumatischen Aortenruptur durch die Einführung der TEE

und der Spiral-CT ergeben (Abb. 2) [9]. Die Aortographie stellt zwar nach wie vor dazu den „Goldstandard“ dar. In den letzten Jahren wurden jedoch besonders bei Polytraumatisierten zunehmend sowohl die TEE als auch die Spiral-CT verwendet, die eine hohe Sensitivität (57–100 %) und Spezifität (84–100 %) für die traumatische Aortenruptur aufweisen [5, 11, 16, 21, 27, 32, 33]. Allerdings erreicht die CT nur eine ausreichende Sensitivität, wenn es als Spiral-CT durchgeführt wird. Die Varianz hinsichtlich der Sensitivität und der Spezifität liegt an der unterschiedlichen Erfahrung der jeweiligen Untersucher. Die Indikation für die erweiterte Abklärung mittels CT bzw. TEE ergibt sich aus Unfallhergang und Traumaimpakt und nicht nur nach dem im Thoraxübersichtsbild gefundenen breiten Mediastinum. Zum einen geht der traumatischen Aortenruptur kausal fast ausnahmslos ein Decelerationsmechanismus (Frontalkollision, Sturz aus großer Höhe) voraus, zum anderen liegt bei 5 % der traumatischen Aortenrupturen kein verbreitetes Mediastinum in der Thoraxübersichtsaufnahme vor [33]. Bei entsprechender Anamnese sollte deshalb in jedem Fall eine Bilanzierung der thorakalen Aorta erfolgen. Wir bevorzugen hierfür die TEE, da sie auch beim hämodynamisch instabilen Patienten im Schockraum oder bei lebenserhaltenden Eingriffen im Operationsaal durchgeführt werden kann. Außerdem erlaubt die TEE als dynamische Untersuchung eine zusätzliche Beurteilung des Myokards, der Herzklappen und der Ventrikelfunktion [16]. Mit der TEE können selbst isolierte Intimaläsionen dargestellt werden, die weder durch die CT-Untersuchung, noch durch die Aortographie erfaßt werden [33]. Die Nachteile der TEE gegenüber dem CT und der Aortographie liegen in der fehlenden Beurteilung der Aorta ascendens, des Aortenbogens und der supraaortalen Gefäße.

Die Spiral-CT zeigt eine der TEE vergleichbare Sensitivität und Spezifität [11]. Sie kann alternativ zur TEE verwendet werden, wenn gleichzeitig Verletzungen anderer Körperregionen (Schädel, Abdomen) abgeklärt werden müssen. Außerdem erlaubt die Spiral-CT des Thorax die Beurteilung von Lungenparenchymverletzungen und erkennt sensitiv den ventralen Pneumothorax, der in der Thoraxübersichtsaufnahme häufig übersehen wird [31]. Die TEE wie die Spiral-CT setzen für die korrekte Beurteilung der Befunde einen erfahrenen Untersucher voraus.

### Abdomen

Eine differenzierte klinische Untersuchung des Abdomens ist auf einen wachen und kooperativen Patienten angewiesen – Voraussetzungen, die beim Polytrauma meist nicht gegeben sind. Kontusionsmarken, penetrierende Wunden, Rippenfrakturen, instabiler Beckenring, Blutaustritte aus den Körperöffnungen, Flankendämpfung und Schocksymptomatik sind richtungsweisend für weiterführende Diagnostik.

Die Sonographie stellt heute das Verfahren der Wahl dar, um freie intraabdominelle Flüssigkeit sicher und schnell zu erkennen [3, 4, 12–14, 20, 24] (Abb. 3). Sie ist nicht invasiv, beliebig wiederholbar, erlaubt engmaschi-

ge, ortsunabhängige Kontrollen (Operationsaal, Intensivstation), ist zeit- und kostensparend und kann gleichzeitig mit anderen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen erfolgen. Die Sensitivität und Spezifität für freie Flüssigkeit beträgt > 90 % [4, 24]. Die Untersuchung wird von einem erfahrenen Untersucher innerhalb von 2 min durchgeführt und umfaßt 4 Standard-schnitte (rechts-, linkslateraler Längsschnitt, epigastri-scher Querschnitt, suprapubischer Querschnitt) [4, 34].

Die Abdomensonographie hat ihre Grenzen bei sehr adipösen Patienten, bei Darmgasüberlagerungen und Hautemphysem und bei der exakten Bilanzierung von Organläsionen (Hohlorganruptur: Spezifität und Sensitivität < 50 %) [17, 26]. Hier liefert die Spiral-CT in 98 % der Fälle die korrekte Diagnose [23]. Mit Kontrastverstärkung erübrigt sich ein Ablaufpyelogramm.

Direkte Kontrastmitteldarstellungen werden für die retrograde Urethrocytographie eingesetzt und zur Erfassung der linksseitigen Zwerchfellruptur (mit kurzfristiger Kopftieflage und Tubusdiskonnektion).

## Literatur

- American College of Surgeons Committee on Trauma (1995) Advanced trauma life support (ATLS), p 17
- Ben-Menachem Y (1981) Angiography in trauma. Saunders, Philadelphia London Toronto, p 2
- Bode PJ, Niezen RA, van Vugt AB, Schipper J (1993) Abdominal ultrasound as a reliable indicator for conclusive laparotomy in blunt abdominal trauma. *J Trauma* 34: 27
- Boulanger BR, McLellan BA, Brenneman FD, Wherret L, et al (1996) Emergent abdominal sonography as a screening test in a new diagnostic algorithm for blunt trauma. *J Trauma* 40: 867
- Buckmaster A, Kearney PA, Johnson SB, Smith MD, Sapin PM (1994) Further experience with transesophageal echocardiography in evaluation of thoracic aortic injury. *J Trauma* 37: 989
- Eisenberg HM, Gary HE Jr, Aldrich EF, Saydjari C et al (1990) Initial CT findings in 753 patients with severe head injury. A report from the NIH Traumatic Coma Data Bank. *J Neurosurg* 73: 688
- Ertel W, Trentz O (1995) Causes of shock in the severely traumatized patient: emergency treatment. In: Goris RJA, Trentz O (eds) *The integrated approach to trauma care*. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 78
- Ertel W, Trentz O (1996) Das stumpfe und penetrierende Abdominaltrauma. *Unfallchirurg* 99: 288
- Ertel W, Trentz O (1997) Diagnostik der traumatischen Aortenruptur. *Unfallchirurg* 100: 168
- Frank J, Marzi I, Mutschler W (1996) Schockraummanagement des Polytraumas. *Zentralbl Chir* 121: 943
- Gavant ML, Menke PG, Fabian T, Flick PA, et al (1995) Blunt traumatic aortic rupture: detection with helical CT of the chest. *Radiology* 197: 125
- Glaser K, Tschmelitsch J, Klingler P, Wetscher G, Bodner E (1994) Ultrasonography in the management of blunt abdominal and thoracic trauma. *Arch Surg* 129: 743
- Healey MA, Simons RK, Winchell RJ, Gosink BB, et al (1996) A prospective evaluation of abdominal ultrasound in blunt trauma: is it useful? *J Trauma* 40: 875
- Hoffmann R, Nerlich M, Muggia-Sullam M, Pohlemann T, et al (1992) Blunt abdominal trauma in cases of multiple trauma evaluated by ultrasonography: a prospective analysis of 291 patients. *J Trauma* 32: 452
- Imhof HG, Stocker R (1995) Schädel-Hirn-Trauma. In: Rüter A, Trentz O, Wagner M (Hrsg) *Unfallchirurgie*. Urban & Schwarzenberg, München Wien Baltimore, S 255
- Johnson SB, Kearney PA, Smith MD (1995) Echocardiography in the evaluation of thoracic trauma. *Surg Clin North Am* 75: 193
- Kohlberger EJ, Strittmatter B, Waninger J (1989) Ultraschall-diagnostik nach stumpfem Bauchtrauma. *Fortschr Med* 107: 244
- Leenen LPH, Goris RJA (1995) Standard diagnostic workup of the severely traumatized patient. In: Goris RJA, Trentz O (eds) *The integrated approach to trauma care*. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 106
- Löw R, Düber C, Schweden F, Lehmann L, et al (1997) Ganzkörper-Spiral-CT zur Primärdiagnostik polytraumatisierter Patienten unter Notfallbedingungen. *Fortschr Röntgenstr* 166: 382
- McKenney MG, Martin L, Lentz K, Lopez C, et al (1996) 1,000 consecutive ultrasounds for blunt abdominal trauma. *J Trauma* 40: 607
- Minard G, Schurr MJ, Croce MA, Gavant ML, et al (1996) A prospective analysis of transesophageal echocardiography in the diagnosis of traumatic disruption of the aorta. *J Trauma* 40: 225
- Nast Kolb D, Waydhas C, Kanz KG, Schweiberer L (1994) Algorithmus für das Schockraummanagement beim Polytrauma. *Unfallchirurg* 97: 292
- Peitzman AB, Makaroun MS, Slasky S (1986) Prospective study of computed tomography in initial management of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 26: 585
- Röthlin M, Näf R, Amgwerd M, Candinas D et al (1993) Ultrasound in blunt abdominal and thoracic trauma. *J Trauma* 34: 488
- Röthlin M, Trentz O (1997) Stellenwert der diagnostischen Laparoskopie beim Abdominaltrauma. *Unfallchirurg* 100: 595
- Ruf W, Friedl W, Weber G, Teller K (1990) Stellt der sonographische Nachweis von Blut im Abdomen nach stumpfem Bauchtrauma in jedem Fall eine Operationsindikation dar? *Unfallchirurg* 93: 132
- Smith MD, Cassidy JM, Souther S, Morris EJ, et al (1995) Transesophageal echocardiography in diagnosis of traumatic rupture of the aorta. *N Engl J Med* 332: 356
- Stocker R, Bernays R, Kossmann T, Imhof HG (1995) Monitoring and treatment of acute head injury. In: Goris RJA, Trentz O (eds) *The integrated approach to trauma care*. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 196
- Stocker R, Kossmann T, Imhof GH (1996) Das Neurotrauma – Aktuelles Behandlungskonzept. *Unfallchirurg* 99: 806
- Trentz O, Friedl HP (1995) Therapeutic sequences in the acute period in unstable patients. In: Goris RJA, Trentz O (eds) *The integrated approach to trauma care*. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 172
- Trupka A, Waydhas C, Nast-Kolb D, Schweiberer L, Pfeifer KJ (1997) The value of thoracic computed tomography in the first assessment of severely injured patients with blunt chest trauma: results of a prospective study. *J Trauma*
- Vignon P, Gueret P, Vedrinne JM, Lagrange P, et al (1995) Role of transesophageal echocardiography in the diagnosis and management of traumatic aortic disruption. *Circulation* 92: 2959
- Vignon P, Lagrange P, Boncoeur MP, Francois B, et al (1996) Routine transesophageal echocardiography for the diagnosis of aortic disruption in trauma patients without enlarged mediastinum. *J Trauma* 40: 422
- Wherret LJ, Boulanger BR, McLellan BA, Brenneman FD, et al (1996) Hypotension after blunt abdominal sonography in surgical triage. *J Trauma* 41: 815
- Wolf K, Bohndorf K (1996) Bildgebende Verfahren in der Unfallchirurgie. *Unfallchirurg* 99: 889
- Zimmermann RA, Bilaniuk LT, Genneralli T, Bruce D, et al (1978) Cranial computed tomography in diagnosis and management of acute head trauma. *AJR* 131: 27

Priv.-Doz. Dr. W. Ertel  
Klinik für Unfallchirurgie  
Universitätsspital  
Rämistraße 100  
CH-8091 Zürich