

## **Zur Differentialdiagnose von Unfall- und Reanimationstraumen\***

**G. Bode<sup>1</sup> und H. Joachim<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Boehringer Mannheim GmbH, Abteilung für Experimentelle Medizin, Sandhoferstr. 116, D-6800 Mannheim 31, Bundesrepublik Deutschland

<sup>2</sup>Ruprecht-Karls-Universität, Institut für Rechtsmedizin, Abt. für Verkehrsmedizin, Bergheimerstr. 147, D-6900 Heidelberg 1, Bundesrepublik Deutschland

### **Criteria for the Differential Diagnosis of Trauma Following Resuscitation or Road Traffic Accidents**

**Summary.** The purpose of this paper is to define the criteria for the differential diagnosis of trauma following resuscitation and road accidents. To this end, 311 cases of thoracic and epigastric trauma were selected from the 2893 medico-legal autopsies carried out between 1979 and 1982 at the Institute of Forensic Medicine of the University of Heidelberg. Cardiopulmonary resuscitation had to be considered as the cause of trauma in 140 of these, but 45 of this group were excluded from further evaluation as they had been the victims of blunt trauma and no clear-cut distinction was possible between trauma resulting from an accident and trauma resulting from resuscitation. Thus, we were left with 95 cases of internal injury that presented as emergencies and in whom death followed resuscitation, as a group for comparison with 171 road accident victims who had not received cardiopulmonary resuscitation. Rib fractures, predominantly on the left side, were established in half the cases resuscitated, sternal fractures also being found in one-third of these victims. Bleeding at various sites, including hemothorax, was rare, with an incidence of 15%, thus making it highly unlikely that serious traumas caused by resuscitation were a major factor in the cause of death. This paper encompasses an extensive discussion on serious injuries, such as aortic and gastric ruptures, in this connection.

**Key words:** Trauma following resuscitation – Accident, differential diagnosis

\* Herrn Prof. Dr. St. P. Berg zum 65. Geburtstag gewidmet  
*Sonderdruckanfragen an:* H. Joachim (Adresse siehe oben)

**Zusammenfassung.** Zur Erarbeitung von Kriterien zur Differentialdiagnose von Unfall- und Reanimationstraumen wurden aus 2893 Sektionsfällen des Rechtsmedizinischen Institutes der Universität Heidelberg der Jahre 1979–1982 311 Patienten mit Thorax- und Oberbauchtraumen ausgewählt; bei 140 Patienten mußten Traumen als Folge von cardiopulmonalen Reanimationen in Betracht gezogen werden. 45 Fälle hiervon wurden bei der weiteren Bearbeitung nicht berücksichtigt, da es sich um Unfälle handelte, bei denen eine eindeutige Unterscheidung zwischen Unfall- und Reanimations-Verletzung nicht möglich war. Es blieben somit 95 internistische Notfälle als Vergleichskollektiv für 171 Verkehrsunfalltote ohne Reanimation. Bei der Hälfte der Reanimationen waren Rippenfrakturen vorzugsweise linksseitig nachweisbar, ein Drittel boten Sternalfrakturen. Blutungen unterschiedlicher Lokalisation einschließlich Hämatothorax (ca. 15%) waren selten. Schwere, als Todesursache konkurrierende Reanimationstraumen gehören zu den ungewöhnlichen Ausnahmen. Ausführlich diskutiert werden in diesem Zusammenhang Aorten- und Magenrupturen.

**Schlüsselwörter:** Reanimationstraumen – Unfall, Differentialdiagnose Unfall- und Reanimationstraumen

## Einleitung

Die Differentialdiagnostik multipler Traumen unterschiedlicher Ätiologie gehört zu den schwierigen Aufgaben der forensischen Pathologie. Die Beurteilung ihrer Biomechanik hat häufig in der Verkehrsmedizin, z. B. bei Unfallopfern nach Mehrfachüberfahung, zu erfolgen. Das Problem stellt sich ferner bei der Untersuchung krimineller Gewalteinwirkungen durch mehrere Täter und schließlich auch bei kombinierten Verletzungen nach stumpfer Gewalteinwirkung mit sich anschließenden iatrogenen Maßnahmen wie etwa der cardiopulmonalen Wiederbelebung.

Reanimationsmaßnahmen können zu ähnlichen Traumatisierungen führen wie Verkehrsunfälle. Das Ausmaß der gestörten Vitalfunktion korreliert hierbei mit der Intensität medikamentöser und mechanischer Therapie. Da die Reanimation eine Stabilisierung der Atem- und Kreislauffunktionen anstrebt, müssen intensive Notfallmaßnahmen in kürzester Zeit wirksam werden. Jede der Methoden hat jedoch ihr spezifisches, anatomisch vorgegebenes Risiko, so daß die kardiopulmonale Reanimation nur bei sicherem Beherrschen der angewandten Techniken und bei Kenntnis ihrer Gefahren und Komplikationen erfolgreich sein kann.

Mit zunehmendem Einsatz von Intensivtechniken – vor allem auch durch Laien – wird die Literatur über Zwischenfälle umfangreicher. Zu den häufigeren Komplikationen der cardiopulmonalen Wiederbelebnungsmaßnahmen zählen Rippen- und Sternalfrakturen, Haemato- und Pneumothorax und das Mediastinalemphysem. Verletzungen von Lunge, Herz, Gefäßen und Oberbauchorganen sind dagegen seltener. Die häufigeren Reanimationstraumen im Thorax und Oberbauchbereich zeigen nach der Literatur die folgende Inzidenz auf (Tabelle 1):

**Tabelle 1.**

	Powner 1984	Nagel 1981	Baringer 1961	Himmelhoch 1964
Rippenfrakturen	19%	34%	32%	47%
Sternalfrakturen	9%	22%	—	—
Knochenmarksembolie	17%	—	13%	27%
Mediastinalblutung	4%	—	—	—
Hämopericard	—	8%	2%	4%
Leberrupturen	—	—	11%	11%

Diese Daten belegen die Ursachen von Mißerfolgen bei Wiederbelebungsversuchen. Im Vordergrund stehen Knochenfrakturen, bedeutungsvoll sind auch Gefäß- und Organrupturen

In der vorliegenden Arbeit soll die Relation zwischen den Verletzungsbildern bei Verkehrsunfallopfern mit stumpfen Thorax- und Oberbauchtraumen und den reinen Reanimationsverletzungen bei internistischen Notfällen an einem größeren rechtsmedizinischen Obduktionsgut überprüft und die differentialdiagnostischen Aspekte der Reanimationstraumen auf diese Weise beleuchtet werden.

## Material und Methodik

Für die vorliegende Untersuchung stand uns das Sektionsmaterial der Jahre 1978–1982 vom Institut für Rechtsmedizin der Universität Heidelberg zur Verfügung.

Von den insgesamt 2893 Obduktionsfällen wurden alle Todesfälle mit Thorax- und Oberbauchverletzungen als Folge stumpfer Gewalt ausgewertet.

Es handelt sich um 311 Fälle, 171 davon hatten ein stumpfes Thoraxtrauma erlitten und waren nicht reanimiert worden. Einhundertvierzig Patienten erfuhren eine Reanimation. Von diesen mußten 45 Fälle ausgesondert werden, da die Reanimationsverletzungen von den Verletzungen anderer Ursachen – fast ausschließlich stumpfe Thorax-Traumen bei Verkehrsunfällen – nicht eindeutig zu unterscheiden waren.

Es standen somit 95 internistische Notfälle mit reanimationsbedingter Thoraxverletzung zur Verfügung, die mit der Gruppe der 171 Fälle mit Thoraxverletzungen ohne Reanimationsmaßnahmen verglichen werden konnten (Abb. 1).

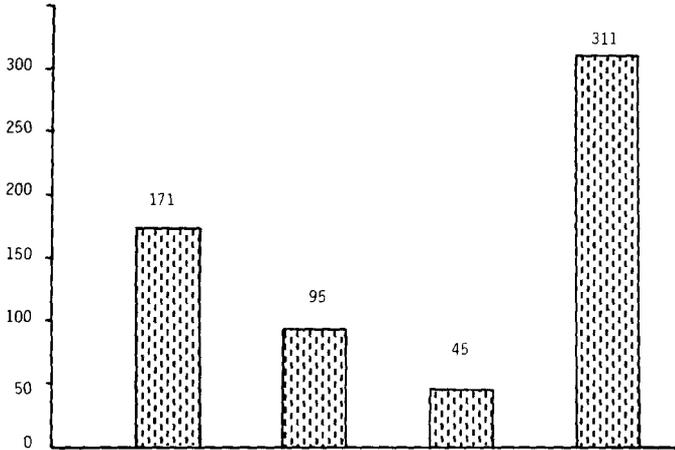
### Ergebnisse I

#### Beobachtungen am Gesamtkollektiv

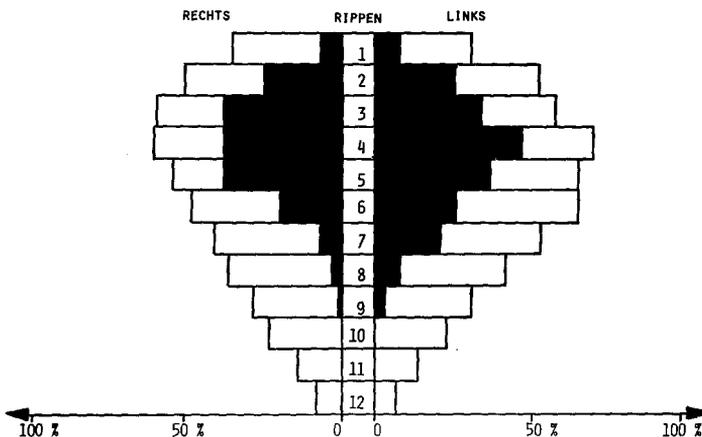
In einem hohen Prozentsatz kommt es in beiden Kollektiven zu Rippenfrakturen, die überwiegend linksseitig lokalisiert sind (Abb. 3). Von 171 Unfall-Patienten zeigen 97 (= 57%) linksseitige und 94 (= 55%) rechtsseitige Brüche; nach Reanimation finden sich bei den 95 internistischen Notfällen 55 Frakturen (= 58%) links und 39 Frakturen (41%) rechts.

Die Beteiligung der einzelnen Rippen am Trauma ist in Abb. 2 aufgeschlüsselt. Wie zu erwarten, sind gegenüber den Unfallverletzungen beim Reanimationstrauma die Rippen 8–12 kaum betroffen. Ferner ist hier die Rippe 7 links wesentlich häufiger (etwa 3 ×) betroffen als die rechte Rippe. Insgesamt ergibt sich nach Reanimation eine Bevorzugung der linken Seite.

Auffällig ist ferner die Inzidenz von Sternalfrakturen (Abb. 3). Diese sind nach Reanimation 29mal (= 31%) und nach Verkehrsunfällen 28mal (= 16%) zu finden. Eine Prävalenz der Sternalfraktur nach Intensivmaßnahmen wird deutlich erkennbar.



**Abb. 1.** Aufschlüsselung des Gesamtkollektivs stumpfer Thoraxtraumen unter Berücksichtigung der Reanimation aus dem Sektionsmaterial des Instituts für Rechtsmedizin in Heidelberg. Verkehrsunfälle ohne Reanimation  $N = 171$ ; Internistische Notfälle mit Reanimation  $N = 95$ ; Kombination Verkehrsunfall und Reanimation  $N = 45$ ; Gesamt  $N = 311$



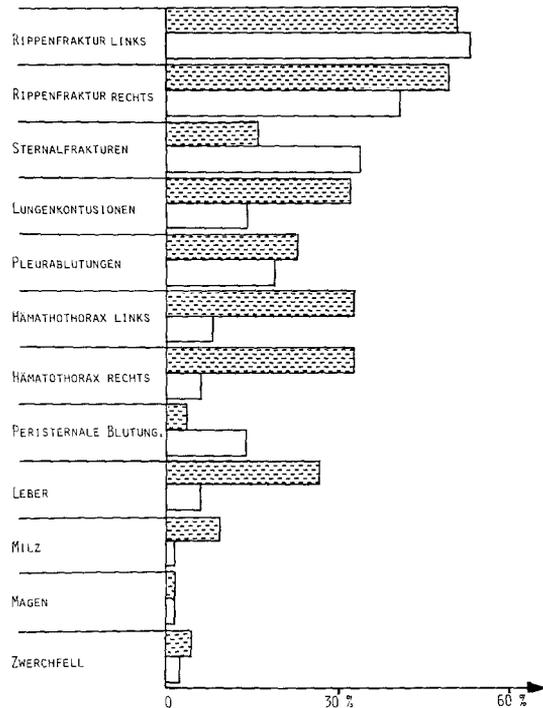
**Abb. 2.** Prozentuale Häufigkeit von Rippenfrakturen bei Verkehrsunfällen ohne Reanimationsmaßnahmen und bei internistischen Notfällen nach Reanimation. □ Lokalisation von Rippenfrakturen nach Verkehrsunfällen ( $N = 171 = 100\%$ ); ■ Lokalisation von Rippenfrakturen nach Reanimation bei internistischen Notfällen ( $N = 95 = 100\%$ )

Aortenrupturen sind in beiden Kollektiven unterschiedlich häufig vertreten, bei Verkehrsunfällen 25mal (=15%), nach Reanimation 2mal (=1%).

Das Ereignis eines Hämatothorax (Abb. 3) ist bei stumpfen Thoraxtraumen nach Verkehrsunfällen häufiger anzutreffen. Linksseitig finden sie sich bei Verkehrsunfällen 56mal (=33%) und nach Reanimationen nur 7mal (=7%) und rechtsseitig bei Verkehrsunfällen 56mal (=33%) und nach Reanimationen 6mal (=6%). Massive thorakale Blutungen gehören daher nach Reanimation zu den seltenen Ereignissen.

Kontusionsblutungen der Lunge sind wegen der Schwere der Traumatisierungen erwartungsgemäß häufiger nach Verkehrsunfällen (57mal = 33%) als nach Reanimation (13mal = 14%) anzutreffen.

**Abb. 3.** Vergleich der Häufigkeit der Thorax- und Oberbauchverletzungen nach Verkehrsunfällen und Reanimationsmaßnahmen. Ausgenommen sind die Herz- und Gefäßläsionen. ■ Verkehrsunfälle (N = 171 = 100%); □ Reanimationen (N = 95 = 100%)



Peristernale Blutungen ohne Frakturen treten in beiden Kollektiven insgesamt eher selten auf. Fünfmal (= 3%) wurden sie nach Verkehrsunfällen und 13mal (= 14%) nach Reanimation bei internistischen Notfällen entdeckt. Der peristernalen Blutung ohne Fraktur scheint damit eine gewisse pathognomonische Bedeutung für die Reanimation zuzukommen.

Kontusionsblutungen am Herzen nach Verkehrsunfällen sind in 36 Fällen (= 21%) als subpericardiale Blutungen zu finden, in 32 Fällen (= 19%) auch als Myocardblutungen; nach Reanimation treten subpericardiale Blutungen 13mal (= 14%) und myocardiale 11mal (= 12%) auf.

Bei den Oberbauchverletzungen (Abb. 3) ist die Leber am häufigsten betroffen: Verkehrsunfälle 46mal (= 27%) und Reanimationen 6mal (= 6%). Milzläsionen (Verkehrsunfälle 16mal = 9%, Reanimationen 1mal = 1%) und Magenrupturen (Verkehrsunfälle 2mal = 1%; Reanimationen 1mal = 1%) sind dagegen sehr selten in beiden Kollektiven. Ähnlich verhält es sich bei den Zwerchfellverletzungen (Verkehrsunfälle 7mal = 7%; Reanimationen 2mal = 1%).

## Ergebnisse II

### Einzelbeobachtungen

Zur Beschreibung der Pathophysiologie der Reanimationsverletzung der Aorta und des Magens sollen die folgenden Einzelfälle gesondert vorgestellt werden, hierbei handelt es sich z. T. um frühere Beobachtungen.

**Aortenruptur (Fall 1).** Ein 57jähriger Patient mit Depression und Inanition entwickelte eine schwere Bronchopneumonie. Im Rahmen der stationären Behandlung trat ein plötzlicher Herzstillstand ein. Die sofort eingeleitete Herzmassage blieb erfolglos.

Die Autopsie bestätigte die abszedierende Bronchopneumonie und eine schwere stenosierende Coronarsklerose; ferner eine Ruptur der Aorta descendens in mittlerer Höhe mit sub-

totaler Läsion aller Wandschichten; prädisponierende Gefäßwand-Alterationen ließen sich histologisch nicht nachweisen.

*Aortenruptur (Fall 2).* Ein 45jähriger Patient wurde im anaphylaktischen Schock intensivmedizinisch behandelt. Die durchgeführten Reanimationsversuche durch Pflegepersonal und Ärzte verliefen erfolglos.

Die Autopsie führte zu einem ausgeprägten Hämatothorax und multiplen Rippenfrakturen sowie einer kompletten Ruptur der Aorta descendens unterhalb des Isthmus aortae. Die histologische Untersuchung erbrachte lediglich ein mäßiges Intimaödem ohne weitere Hinweise für eine erhöhte Vulnerabilität dieses Gefäßabschnittes.

*Aortenruptur (Fall 3).* Ein 82jähriger Fahrer erlitt im Auto eine akute cardiale Insuffizienz, der PKW fuhr mit mässiger Geschwindigkeit gegen einen Erdwall. Zufällig hinter dem PKW herfahrende Sanitäter stellten einen Herz- und Kreislaufstillstand fest. Die ersten Reanimationsmaßnahmen führten wegen ausgeprägter Osteoporose zu multiplen, bilateralen Rippenfrakturen. Über 50 Min. wurde eine letztlich erfolglose intensive manuelle Herzmassage weitergeführt.

Die Autopsie und histologische Untersuchung zeigte ausgeprägte gerontopathologische Organerkrankungen, ferner eine supra-avalvuläre Aortenruptur bei altersentsprechend deutlicher Ausprägung athero-sklerotischer Plaques.

*Magenruptur (Fall 4, Abb. 4).* Ein 62jähriger adipöser Mann kollabierte akut nach mehreren vorangegangenen Herzinfarkten. Intensive Notfallmaßnahmen einschließlich cardiopulmonaler Resuscitation im Notarztwagen waren erfolglos.

Die Autopsie und Histopathologie bestätigten die klinisch bekannte coronare Herzkrankung, ferner zeigte sich eine ausgeprägte abdominelle Adipositas mit Zwerchfellhochstand sowie eine frische, U-förmige Ruptur der Mucosa sowie des Stratum circulare der



**Abb. 4.** Magenruptur bei einem 62jährigen adipösen Patienten (Fall 4). Die Schleimhaut zeigt eine U-förmige, in der kleinen Kurvatur angeordnete Zerreissung

Tunica muscularis des Magens an der kleinen Curvatur mit geringem Blutaustritt. Mikroskopisch fanden sich keine pathologische Wandveränderungen im Sinne einer erhöhten Vulnerabilität.

## Diskussion

Traumen des Thorax und der Oberbauchregion können nach Verkehrsunfällen und Reanimationsmaßnahmen vergleichbar schwer ausfallen. Der Überlebenserfolg ist von dem Ausmaß der primären Gewalteinwirkung und der individuellen Vulnerabilität des Patienten abhängig. Nach Bedell et al. (1983) sowie Gulati et al. (1983) stellt hierbei weniger das Alter des Patienten als sein ursprünglicher Gesundheitszustand eine wichtige Determinante dar. Bedeutungsvoll sind aber auch Fähigkeit und Erfahrung des Arztes. Die Schwere der zu behandelnden Störung korreliert hierbei mit der Schwere des iatrogenen Risikos. Auf diese Zusammenhänge ist u. a. von Dotzauer (1965), Adebahr (1976), Schmidt (1979), Metter (1979), Saternus (1981) hingewiesen worden. Die Differentialdiagnostik derartiger Traumen führt den klinisch tätigen Arzt und auch den rechtsmedizinischen Gutachter vor schwierige Abgrenzungsprobleme.

Rippen- und Sternalfrakturen sind häufigster Ausdruck intensiver Gewalteinwirkung auf den Thorax; dies wurde schon von anderen Autoren wie z. B. Schmidt et al. (1980) oder Barz et al. (1980) hinreichend belegt. Das Ausmaß dieser Frakturierung ist u. a. abhängig von der Fragilität des knöchernen Thorax, die infolge der altersabhängigen Elastizitätsminderung zunimmt. Dies hat u. a. Theis (1975) experimentell bestätigt. Die Altersabhängigkeit statischer Belastbarkeit der Rippen wurde von uns anhand von Bruchlastdiagrammen ebenfalls beschrieben (Miltner et al. 1985). Derartige Thoraxtraumen sind für sich zwar selten Ursache eines sofortigen Todes, bilden andererseits aber auch die Voraussetzung für letal ausgehende Komplikationen der postreanimatorischen Phase.

Herzmassagen können Rippen- und Sternalfrakturen mit unterschiedlicher Inzidenz hervorrufen, nach Saphir (1968) in 3% und nach Henriksen (1967) in 80%. Auch Paaske et al. (1968) betonen die Zunahme der Häufigkeit der knöchernen Thoraxverletzungen mit dem Alter und ferner, daß bei 50% der Fälle bilaterale Brüche auftreten. Mit diesen Angaben decken sich unsere Ergebnisse mit Häufigkeiten von links 58% und von rechts 41%. Damit werden auch die Untersuchungen anderer Autoren wie Himmelhoch 1964; Baringer 1961; Barz et al. 1980; Nagel 1981 und Powner 1984 bestätigt.

Die Art der Thoraxkompression durch die Reanimation führt wegen der Betonung der Herzregion hierbei besonders zu linksseitigen Rippenfrakturen. In z. T. über 50% der reanimierten Patienten finden sich linksseitige Brüche der Rippen 3, 4 und 5 mit deutlicher Inzidenzabnahme nach cranial und caudal. Auffallend ist ferner, daß bei reanimierten Notfällen Frakturen der Rippen 8–12 fehlen oder äußerst selten auftreten. Diese Feststellung gilt dagegen nicht für Thoraxtraumen durch Verkehrsunfälle. Eine eindeutige Abgrenzung dieses Verletzungsbildes gegen die Rippenfrakturen nach Verkehrsunfällen ist durchaus in einzelnen Fällen dann möglich, wenn der Unfallhergang bekannt ist.

Sternalfrakturen sind nach Verkehrsunfällen halb so häufig (16%) wie nach Reanimationen (30%). Bei Patienten ohne Läsion des Sternums sind peristernale Blutungen als Folge der mechanischen Kompression nach Reanimationen mit 14% ebenfalls häufiger als nach Verkehrsunfällen (3%). Die peristernale Blutung ohne begleitende Fraktur besitzt daher einen indikativen Wert für die Diagnose Reanimationstrauma.

Subendocardiale, myocardiale und subpericardiale Blutungen erscheinen in unserem Autopsiematerial nur selten. U. E. ist dies Ausdruck einer Selektion, da sich rechtsmedizinische Obduktionen in der Regel auf ein ausgewähltes Material stützen. Unser Obduktionsgut zeichnet sich u. a. durch eine eher eng limitierte Überlebenszeit aus. In diesen Fällen stehen naturgemäß die todesursächlichen Traumen im Vordergrund. Es ist hier auch differential-diagnostisch in Erwägung zu ziehen, daß bei einer nicht mehr genau bestimmbar Zahl dieser Fälle der Befund einer endocardialen Blutung andere Ursachen, z. B. die einer Hypovolämie, haben kann.

Kontusionsblutungen an Pleura und Lunge stellen ebenfalls ein weniger häufiges Ereignis im Rahmen von Reanimationsmaßnahmen dar (Lungenkontusionen nach Reanimation in 14% der Fälle, Rippenfellblutungen 19%). Diese Befunde zeigen andererseits, daß bei den heute optimal erlernbaren Techniken der cardiopulmonalen Wiederbelebung die Kompression sich auf die cardiale Region konzentriert, sodaß gleichzeitige Verletzungen der Lunge weit aus seltener geworden sind.

Insgesamt imponiert die geringe Inzidenz von schweren Blutungen nach Reanimation. Dies mag einerseits auf die kurzen Überlebenszeiten, andererseits aber auch auf eine verbesserte, auf die individuelle Situation des Patienten eingestellte Reanimationstechnik zurückzuführen sein.

Daneben wirft die Traumatisierung großer Gefäße und Organe durch die Reanimation besondere Probleme auf, auf die hier näher eingegangen wird. Derartige Verletzungen sind in dem vorliegenden Kollektiv nur selten zu beobachten (1%). Sie treten auch an Gefäßen ohne pathologische Vorschädigung, d. h. ebenfalls im jüngeren Alter, auf. Auch bei unseren Einzelbeobachtungen ließen sich histopathologische, zur Ruptur prädisponierende Veränderungen nicht feststellen. Die relativen Häufigkeiten von Aortenrupturen nach Verkehrsunfällen und nach Reanimationsmaßnahmen sind in der Literatur in Tabelle 2 angegeben.

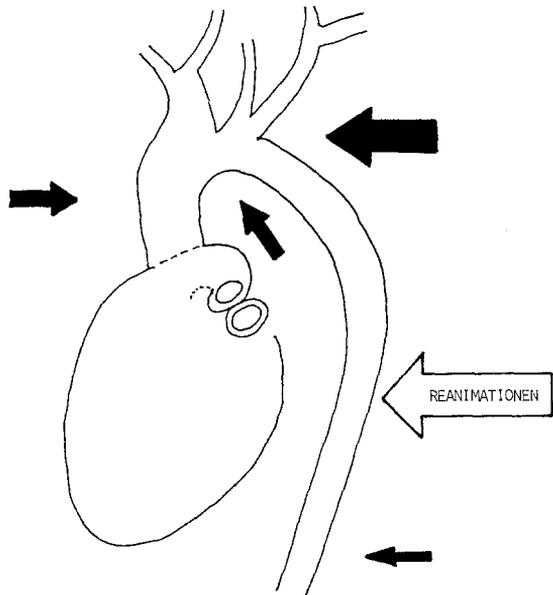
Nach Verkehrsunfällen und anderen fremden Gewalteinwirkungen sind Aortenrupturen am häufigsten am Isthmus Aortae, danach an der Aorta descendens lokalisiert. Aortenrupturen nach Reanimation sind dagegen vorwiegend an der Aorta descendens lokalisiert (Abb. 5).

In unserem obigen Kollektiv fand sich aber auch eine Aortenruptur mit supralvalvulärer Lokalisation, allerdings nach kompletter reanimationsbedingter Thoraxinstabilität mit zahlreichen Rippenserienfrakturen bei einem 82 Jahre alten Mann mit einer erhöhten Knochenbrüchigkeit infolge Osteoporose (siehe Ergebnisse Fall 3).

Wenn auch heute noch keine einheitlichen Vorstellungen über den Pathomechanismus bei Aortenrupturen durch Reanimationsmaßnahmen bestehen, so kann gleichwohl die örtlich begrenzte Druckbelastung als Hauptfaktor ange-

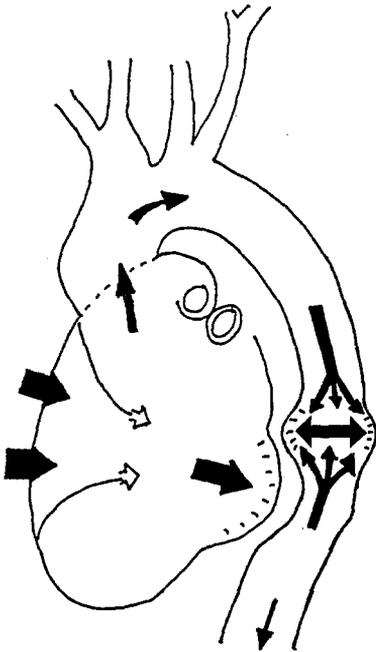
**Tabelle 2.** Aortenrupturen in der Literatur

Bei Verkehrsunfall			
Obduktionen			
Strassmann,	1947		1,0%
Greedyke,	1966		3,0%
Brinkmann,	1975		5,7%
Klinik			
Heberer,	1968		5,7%
Greedyke,	1966		10,0%
Kirsh et al.,	1976		17,0%
Nach Reanimation			
Lyngborg et al.,	1977	A. descendens	1 Fall
Nelson and Ashley,	1965	supravalvulär	1 Fall
Patterson et al.,	1974	A. descendens	1 Fall
		A. ascendens	1 Fall
Bodily und Fischer,	1979		2 Fälle
Bode und Dietrich,	1980	A. descendens mit 2 f. Ruptur	1 Fall
		A. descendens	1 Fall



**Abb. 5.** Prädisposition der Lokalisation von Aortenrupturen nach stumpfen Thoraxtraumen. *Leerer Pfeil* = Prädispositionsbereich bei Reanimationen; *Schwarze Pfeile* = Prädispositionsorte bei Verkehrsunfällen und anderen stumpfen Traumen

sehen werden. Hierzu haben Bode und Dietrich (1980) Ergebnisse mitgeteilt. Die publizierten Resultate sprechen mit den eigenen Erfahrungen dafür, daß Rupturen auch ohne vorbestehende Gefäßerkrankungen möglich sind. Hierin stimmen wir mit Strassmann (1947), Parmley et al. (1958) und vielen anderen überein.



**Abb. 6.** Entstehungsmechanismen der Aortenruptur bei extraathorakaler Herzmassage

Im einzelnen möchten wir die Entstehung der Aortenläsion wie folgt erklären: Durch Kompression und Entleerung des Herzens kommt es zunächst zu einer maximalen Auffüllung der Aorta. Der unter gesteigertem intravasalen Druck stehende, hinter dem Herzen liegende Abschnitt der Aorta descendens wird lokal gequetscht. Die nicht komprimierbare Flüssigkeit sucht unter dem Reanimationsdruck nach kaudal und kranial auszuweichen, so daß Zugkräfte lokal wirksam werden und kurzfristig erhebliche, intraaortale Drucksteigerungen auftreten. Diese umschriebene, von innen nach außen wirkende Überdehnung kann nun über die Dislokation des Herzens und über eine Torsion der Aorta von außen gesteigert werden, wobei eine Ausweitung und Winkelbildung erfolgt, wie dies z. B. nach Überstreckung der Wirbelsäule oder Frakturen des Rückgrats beobachtet wird (Sevitt 1976, 1977). Infolge dieses zweifachen Dehnungsmechanismus platzt dann die Aorta transversal wie ein Gummischlauch auf (Abb. 6).

Diese kombinierten Mechanismen erklären jedoch nur die in der Literatur bisher häufiger zitierten Aortenrupturen in der Pars descendens. Unser oben referierter Fall eines supravalvulären kompletten Abrisses der Aorta vom Herzen ist dagegen allein durch die unmittelbar cardial angreifende Wiederbelebungstechnik erklärbar. Voraussetzung war hier der völlig instabile Thorax.

Weitere, den Erfolg der Reanimation infrage stellende Komplikationen unseres Kollektives sind Rupturen der Leber, der Milz, des Magens und des Zwerchfells, wie sie auch von anderen Autoren beschrieben wurden (Lignitz et al. 1977; Umach und Unterdorfer 1980; Pollak et al. 1984). Leberrupturen finden sich nach Verkehrsunfällen etwa 5mal häufiger als nach Reanimationen, auch

die Milz wird eher durch Verkehrsunfälle als durch Reanimationen verletzt; Magen- und Zwerchfellrupturen sind in beiden Kollektiven seltene Ausnahmen.

Die Magenruptur ist hierbei wegen des oft protrahiert auftretenden Verblutens ein heimtückisches Ereignis. Nach der Literatur ergeben sich für Magenrupturen nach stumpfer Gewalt die folgenden Häufigkeiten:

Lundberg et al.,	1967	10%
Anthony und Tattersfield,	1969	12%
McDonnell et al.,	1984	2%

Prädilektionsort reanimationsbedingter Magenläsionen ist die kleine Curvatur. Im eigenen Material war ein solcher Fall nach forcierter Herzmassage bei Zwerchfellhochstand nachweisbar.

Magenwandverletzungen sind meist Folge forcierter Mund-zu-Mund-Beatmung (Valtonen und Hakoa 1964; Cassebaum et al. 1974; Solowiejczyk et al. 1974; Van-Geel et al. 1979) oder künstlicher Beatmung mit hohen Drucken (Henry et al. 1976; Gain 1958). Da eine Mund-zu-Mund-Beatmung häufig mit externer Herzmassage kombiniert ist, kommen beide Mechanismen infrage (Drake und Bloomfield 1975; Demos und Poticha 1964; Lundberg et al. 1967; Matikainen 1978; Nagel et al. 1983; Mills et al. 1983; Evans und Lighton 1981; Darke und Bloomfield 1975; Solowiejczk et al. 1974). Typische Lokalisation der reanimationsbedingten Magenruptur ist die kleine Curvatur, während Rupturen anderer traumatischer Genese an anderen Lokalisationen in der Achse der stumpfen Gewalteinwirkung zu finden sind (Maurer und Till 1984). Dünne Bauchdeckenverhältnisse begünstigen hierbei lokale Magenwandquetschungen. Ferner wird durch einen Zwerchfellhochstand der Magen in die cardiopulmonale Kompression ebenfalls einbezogen (siehe Fall 4).

Die durch Reanimation bedingte Ruptur an der kleinen Curvatur läßt sich folgendermaßen begründen: An der kleinen Curvatur besteht eine nur geringe Elastizität; es finden sich hier wenige dehnungsfähige Schleimhautfalten (Demos und Poticha 1964). Lion-Cachet (1963) konnte die uneinheitliche Wandausweitung an den Mägen frischer Leichen mit Wasserfüllung nachweisen. Für Schleimhautverletzungen werden Inzidenzen bis zu 12% genannt (Anthony und Tattersfield 1969; Silberberg und Rachmaninoff 1964; Lundberg et al. 1967). Diese Wandläsionen sind oft inkomplett; der autoptische Nachweis wird durch Dehnung der Magenwand erleichtert. McDonnell et al. (1984) fanden Schleimhautrisse an der kleinen Curvatur nur bei 2% der Patienten mit cardiopulmonaler Wiederbelebung. Diese Autoren empfehlen zur Vermeidung derartiger Läsionen eine Dekompression durch Einführen eines Magenschlauches, geringe Beatmungsdrucke und Unterlassen einer Kompression des oberen Abdomens.

### **Schlußbemerkungen**

Anhand einer Sektionsstatistik und Sammlung von Fallberichten wird auf die Gefahren der cardiopulmonalen Wiederbelebung hingewiesen. Dieses Bewußtsein vom iatrogenen Risiko, das auch bei adaequater Wiederbelebungstechnik

gegeben sein kann, wird nicht den sofortigen und energischen Einsatz notfall-ärztlicher Techniken infrage stellen. Das Wissen um derartige Risiken wird zu einem sensibleren Einsatz der cardiopulmonalen Kompression führen. Unter diesen Aspekten kommt den forensischen und klinischen pathologischen Untersuchungen die Bedeutung einer Qualitätskontrolle der intensivmedizinischen Methoden zu. Hier gilt es ferner zu bedenken, daß die cardiopulmonale Reanimation zwar zu den schwierigsten ärztlichen Aufgaben gehört, aber nicht selten auch durch den Laien ausgeübt wird.

Die Maßnahmen müssen häufig plötzlich und unvorbereitet bei einem Patienten einsetzen, der sich in extremis befindet. Schuster et al. (1980) zeigten, daß unter 10496 Reanimationen 14,6% aller Patienten aus der Klinik entlassen werden konnten. Damit werden die Angaben von Stoeckel (1969) bestätigt. Die präklinische Reanimation hat dagegen nur eine Erfolgsquote von 6,6% (Roewer et al. 1985). Diese Unterschiede des Behandlungserfolges bei klinischer und präklinischer Reanimation ist durch zahlreiche Faktoren erklärbar. Beachtenswert ist der Einsatz unzureichend geübter Laien. Andererseits spiegelt sich in solchen Zahlen eine Selektion der Patienten wider, die sich durch Multimorbidität oder schwere Traumatisierung auszeichnen. Reanimation nach äußerer Gewalteinwirkung ist mit besonders schlechter Prognose verbunden (Vollmar et al. 1979; Wollinsky et al. 1982). So muß naturgemäß die Überprüfung von Langzeiterfolgen nach präklinischer Reanimation zu ungünstigen Ergebnissen führen. Um so wichtiger ist die Kenntnis von Gefahren und Komplikationen für den Experten und Laien, da auf diese Weise der optimale Einsatz dieser aggressiven Technik gefördert wird. Hierzu mögen die vorliegenden Ausführungen beitragen. Unsere Analyse zeigt, daß die Inzidenz schwerer Reanimationstraumen eher gering ist und daß sie als konkurrierende Todesursachen zu den ganz seltenen Ereignissen zählen. Dieses Ergebnis berechtigt, auch weiterhin zur Laien-Reanimation zu ermutigen, denn hierdurch wird die Anoxiezeit verkürzt (Lund und Skulberg 1976) und damit entscheidend für das Überleben beigetragen.

## Literatur

- Adebahr G (1976) Zur Pathologie der Organschäden nach diagnostischen und therapeutischen Eingriffen. *Z Rechtsmed* 78: 173–195
- Anthony PP, Tattersfield AE (1969) Gastric mucosal laceration after cardiac resuscitation. *Br Heart J* 31: 72–75
- Baringer JR, Salzmann EW, Jones WA, Friedrich AL (1961) External cardiac massage. *N Engl J Med* 265: 62–65
- Barz J, Mattern R, Schmidt G (1980) Der tödliche Verkehrsunfall aus rechtsmedizinischer Sicht. *Unfallheilkunde* 83: 288–295
- Bedell SE, Delbanco TL, Cook EF (1983) Survival after cardiopulmonary resuscitation in the hospital. *N Engl J Med* 309: 570–576
- Bode G, Dietrich B (1980) Aortenrupturen als ungewöhnliche Reanimationsverletzung. *Z Kardiol* 69: 858–862
- Cassebaum WH, Carberry DN, Stefko P (1974) Rupture of the stomach from mouth-to-mouth resuscitation. *J Trauma* 14: 811–814
- Darke SG, Bloomfield E (1975) Case of complete gastric rupture complicating resuscitation. *Br Med J* 111: 414–415

- Demos NJ, Poticha SM (1964) Gastric rupture occurring during external cardiac resuscitation. *Surgery* 55: 364–366
- Dotzauer G (1965) Pathologische Befunde bei ärztlichen Notfallmaßnahmen. *Unfallheilkunde* 81: 243–249
- Evans RD, Lighton JE (1981) Gastric rupture as a complication of cardiopulmonary resuscitation: Report of case and review of literature. *JAOA* 80: 12–13
- Gain EA (1958) Pneumoperitoneum – a complication of nasal oxygen therapy: a case report. *Can Anaesth Soc J* 5: 72–74
- Gulati RS, Bhan GL, Horan MA (1983) Cardiopulmonary resuscitation of old people. *Lancet* 2: 267–269
- Henriksen H (1967) Rib fractures following external cardiac massage. *Acta Anaesthesiol Scand* 11: 57
- Henry X, Stoppa R, Canarelli JP, Banti B (1976) Spontaneous rupture of the stomach after oxygen insufflation in the pharynx. *Int Surg* 61: 596–598
- Himmelhoch SR, Dekker A, Gazzangia AB, Like AA (1964) Closed-chest cardiac resuscitation. *N Engl J Med* 270: 118–122
- Lignitz E, Giller E, May D (1977) Zur Problematik von Reanimationsschäden mit besonderer Berücksichtigung der Leberruptur. *Prakt Anästh* 12: 523–526
- Lion-Cachet J (1963) Gastric fundal mucosal tears. *Br J Surg* 50: 985–986
- Lund J, Skulberg A (1976) Cardiopulmonary resuscitation by lay people. *Lancet* 2: 702–704
- Lundberg GD, Mattai ER, Davis CJ, Nelson DF (1967) Hemorrhage from gastroesophageal lacerations following closed-chest massage. *JAMA* 202: 123–126
- Matikainen M (1978) Rupture of the stomach: a rare complication of resuscitation. *Acta Chir Scand* 144: 61–62
- Maurer G, Till J (1984) Magenschleimhautläsion durch stumpfes Bauchtrauma. *Z Gesamte Inn Med* 39: 105–106
- McDonnell PJ, Hutchins GM, Hruban RH, Brown CG (1984) Hemorrhage from gastric mucosal tears complicating cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 13: 230–233
- Metter D (1979) Morphologische Befunde nach Tracheotomie und Intubation. *Z Rechtsmed* 82: 289–303
- Mills SA, Paulson D, Scott SM, Sethi G (1983) Tension pneumoperitoneum and gastric rupture following cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 12: 94–95
- Miltner E, Bode G, Joachim H (1985) Akute Todesfälle unter Intensivbehandlung. *Beitr Gerichtl Med XLIII*: 404–407
- Nagel EL, Fine DG, Krischer JP (1981) Complications of CPR. *Crit Care Med* 9: 454
- Nagel EL, Fine DG, Krischer JP, David JM (1983) Complications of CRP. *Crit Care Med* 9: 424
- Paaske F, Hansen JPH, Koudahl G, Olsen J (1968) Complications of closed-chest cardiac massage in forensic autopsy material. *Dan Med Bull* 15: 225
- Parmley LF, Mattingly TW, Manion WC (1958) Penetrating wounds of the heart and aorta. *Circulation* 17: 953–973
- Pollak S, Reiter C, Stellwag-Carion C (1984) Zweiseitige Leberrupturen als Komplikation der äußeren Herzmassage. *Z Rechtsmed* 92: 67–75
- Powner DJ, Holcombe PA, Mello LA (1984) Cardiopulmonary resuscitation related injuries. *Crit Care Med* 12: 54–55
- Roewer N, Klöss TH, Püschel K (1985) Langzeiterfolge und Lebensqualität nach präklinischer kardiopulmonaler Reanimation. *Anästh Intens Notfallmed* 20: 244–249
- Saphir R (1968) External cardiac massage: prospektive analysis of 123 cases and review of the literature. *Medicine* 47: 73
- Saternus KS (1981) Direkte und indirekte Traumatisierung bei Reanimation. *Z Rechtsmed* 86: 161–174
- Sevitt S (1976) Traumatic ruptures of the aorta: a clinico-pathological study. *Injury* 8: 159–173
- Sevitt S (1977) The mechanisms of traumatic rupture of the thoracic aorta. *Brit J Surg* 64: 166–173

- Silberberg B, Rachmaninoff N (1964) Complications following external cardiac massage. *Surg Gynecol Obstet* 119:6–10
- Solowiejczk M, Wapnick S, Koren E, Mandelbaum U (1974) Rupture of the stomach following mouth-to-mouth resuscitation. *Postgrad Med J* 50:769–772
- Schmidt G (1979) Ribcage injuries indicating the direction and strenght of impact. *Forensic Sci* 13:103–110
- Schmidt G, Barz J, Kallievis D, Mattern R, Schüber F (1980) Verkehrsmedizinische Aspekte der Belastbarkeitsgrenzen des menschlichen Organismus. *Unfallheilkunde* 83:284–287
- Schuster HP (1980) Akuter Kreislaufstillstand und kardiopulmonale Reanimation. In: Schölmerrich P (Hrsg) *Interne Intensivmedizin*, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart New York
- Stoekel H (1969) Ergebnisse kardiozirkulatorischer Wiederbelebung. Übersicht der Literatur und eine eigene prospektive Studie. *Z Prakt Ann* 4:189–200
- Strassmann G (1947) Traumatic rupture of the aorta. *Am Heart J* 33:508–515
- Theis M (1975) Untersuchungen der dynamischen und statischen Biegebelastung frischer menschlicher Rippen und Abhängigkeit zu Alter und Geschlecht. Inaugural-Dissertation, Heidelberg
- Umach P, Unterdorfer H (1980) Massive Organverletzungen durch Reanimationsmaßnahmen. *Beiträge zur gerichtl. Medizin* 38:29–32
- Valtonen EJ, Hakola N (1964) Rupture of the normal stomach during mouth-to-mouth resuscitation. *Acta Chir Scand* 127:427–431
- Van-Geel AN, de Ruiter P, Seerchen BPA (1979) Gastric rupture due to artifical respiration by mouth-to-mouth method. *Ned Tijdschr Geneesk* 123:1647–1649
- Vollmar A, Daub D, Kalff G (1979) Reanimationsversuche außerhalb des Krankenhauses. *ZAK*
- Wollinsky KH, Schäffer J, Mehrkens HH, Dick W (1982) Reanimationsergebnisse – Präzisierung und Bewertung nach einem standardisierten Schema. *Notfallmedizin* 8:611–620

Eingegangen am 4. Juni 1986