

Originalarbeiten / Original Works

Direkte und indirekte Traumatisierung bei der Reanimation*

K.-S. Saternus

Institut für Rechtsmedizin der Universität zu Köln, Melatengürtel 60-62, D-5000 Köln 30, Bundesrepublik Deutschland

Direct and Indirect Trauma in Resuscitation

Summary. To provide accident surgeons working under extreme conditions with reports on the results of their efforts, the complications of resuscitation measures in 30 atraumatic deaths in which a final fall was to be excluded were analyzed in a fundamental study. According to these results, there are two predilection sites for injuries, viz., the thorax and neck.

Thus, injuries to the bones of the thorax, which had occurred in 70% of all cases, were found regularly in rigid emphysematous thorax, and in 40% in elastic thorax after external cardiac massage. The typical secondary injuries are dealt with. Because of the great danger of a liver injury as observed in two cases, resuscitation measures using an extrathoracic cardiac massage machine appear to be problematic even if injuries to the bones of the thorax can be avoided in an elastic thorax.

Injury to the neck after intubation occurred nearly as often as injuries to the thorax after external cardiac massage. Local injuries were predominantly small hemorrhages and abrasions at the base of the tongue and in the tonsillar ring on the right. Hemorrhages in the neck musculature are likely to be attributed to the abutment injury, and the retropharyngeal hemorrhages to hyperextension.

The single organ most frequently injured overall was the cervical spine with an injury frequency of 66%. However, there was no indication, not even in a single case, that resuscitation measures had shortened the life of a patient.

Key words: Resuscitation, trauma - Trauma, resuscitation

Zusammenfassung. Um den unter extremen Bedingungen tätigen Notärzten eine Rückmeldung über das Ergebnis ihrer Bemühungen liefern zu können, wurden in einer Basisuntersuchung die Komplikationen von Reanimationsmaßnahmen bei 30 atraumatischen Todesfällen, bei denen auch ein finaler Sturz auszuschließen war, analysiert. Danach bestehen zwei Prädilektionsstellen für Verletzungen, nämlich Thorax und Hals.

* Herrn Prof. Dr. O. Prokop zum 60. Geburtstag gewidmet

So fanden sich knöcherne Brustkorbverletzungen, die in 70% aller Fälle aufgetreten waren, regelmäßig bei starrem Faßthorax, in 40% bei elastischem Brustkorb nach äußerer Herzmassage. Es wird auf die typischen Sekundärverletzungen eingegangen. Wegen der großen Gefahr einer Leberverletzung, wie sie in 2 Fällen vorhanden war, erscheinen Reanimationsmaßnahmen über den Einsatz einer maschinellen extrathorakalen Herzmassage auch dann nicht problemfrei, wenn bei einem elastischen Thorax knöcherne Brustkorbverletzungen vermieden werden können.

Fast numerisch gleichgewichtet der Brustkorbverletzung war die des Halses nach Intubation. An lokalen Verletzungen überwogen kleinere Unterblutungen und Schürfungen am Zungengrund und im rechtsseitigen Rachenring. Dem Typ der Widerlagerverletzung dürften Unterblutungen in der Nackenmuskulatur, der Hyperextension retropharyngeale Blutungen zugeordnet werden.

Das insgesamt am häufigsten verletzte Einzelorgan war die HWS mit einer Verletzungsfrequenz von 66%. In keinem Fall bestand jedoch ein Anhalt dafür, daß durch die Reanimationsmaßnahmen das Leben eines Menschen verkürzt worden wäre.

Schlüsselwörter: Reanimation, Traumatisierung bei – Trauma, Reanimation

Ein frustrierender Verlauf von Reanimationsmaßnahmen zwingt nicht selten zu deren Forcierung unter Überschreiten physiologischer Grenzen. Verständlicherweise kann unter Notfallbedingungen das vorrangige Ziel der möglichst kurzzeitigen Regulierung der vitalen Funktionen nicht immer unter den Kautelen einer Klinikbehandlung erreicht werden. Um dabei den unter extremen Bedingungen tätigen Notärzten eine Rückmeldung über das Ergebnis ihrer Bemühungen liefern zu können, sollte eine möglichst breite autoptische Kontrolle der pathologisch-anatomischen Veränderungen und der Reanimationsfolgen angestrebt werden. Eine solche systematische Untersuchung, wie sie 1979 in Würzburg abgeschlossen wurde (Albert 1979; Sefrin und Skrobek 1980), wurde 1979 auch in Köln begonnen. Sie soll gleichfalls dazu dienen, die vorhandenen Kenntnisse über die Verteilung und Häufigkeit iatrogenen Schäden zu erweitern, außerdem dem einzelnen Arzt eine Erfolgskontrolle liefern. Dazu ist ein enger Austausch der klinischen und der pathologisch-anatomischen Daten nötig, über deren Ergebnisse gemeinschaftlich mit den betroffenen Notärzten zu berichten sein wird. In diesem Zusammenhang wird besonders zu untersuchen sein, inwieweit eine permanente Rückmeldung der Behandlungsergebnisse einen Einfluß auf die Höhe der Komplikationsrate haben wird, wobei speziell auch die Würzburger Erfahrungen zu berücksichtigen wären. Von daher muß ein solches Programm bei Erfolg als unbefristet angesehen und stets von neuen Ärzten weitergetragen werden.

Zum typischen Maßnahmenkatalog bei nichttraumatischen Störungen der Vitalfunktionen gehören die vorwiegend extrathorakal durchgeführte Herzmassage, die Defibrillation und Elektrostimulation — u. U. mit intrakardialer Alupentgabe —, Beatmen und/oder Absaugen sowie die Anlage von Infusionen.

Für die früher großzügig angewandte Tracheotomie als sog. Nottracheotomie besteht heute nicht zuletzt wegen der dabei häufig aufgetretenen Komplikationen eine enge Indikation (Lerche u. Nickol 1961; Mollaret et al. 1962; Glas et al. 1962;

Kia-Noury u. Deubzer 1963; Dietrich u. Gastpar 1963; Eltze 1963; Nickol u. Lerche 1964; Biesalski 1964; Rügheimer 1964; Potondi u. Pribilla 1966; Dotzauer u. Althoff 1966; Pusterla 1968; Schmidt 1968; Schulz u. Witschel 1968; Rogers 1969; Schylla et al. 1970; Saternus 1972; Goldberg u. Pearson 1972; Binner 1976; Mittermayer u. Joachim 1976; Fairsheter et al. 1977; Bethea et al. 1977; Lewis u. Ranade 1978; Mitschell 1979; Metter 1979; Jacobs et al. 1979).

Auf diese Maßnahme soll deshalb nicht erneut eingegangen werden, gleichfalls nicht auf die sog. Zweiterkrankungen (Adebahr 1976) nach Reanimationsbemühungen, also auf hypoxämische Organschädigungen. Im Vordergrund der Betrachtung sollen dagegen mechanische Alterationen des Organismus durch die Reanimation stehen. Dabei sollen neben der akuten direkten Verletzung auch die indirekten Verletzungen betrachtet werden, wobei das Hauptaugenmerk auf die extrathorakale Herzmassage mit den Folgen von Rippen- und Sternumfrakturen und auf die Intubation mit der Folge einer forcierten Streckung und Hyperextension von Halsweichteilen und HWS zu richten wäre.

Material und Methoden

Zur Auswertung gelangten 40 atraumatische Todesfälle, bei denen ein Arzt reanimiert und dabei regelmäßig intubiert hatte. Aus diesem Kollektiv wurden 10 Fälle eliminiert, bei denen sich aus der Vorgeschichte oder auf Grund von Verletzungsmarken der Hinweis auf einen finalen Sturz ergeben hatte. Während der genaue Umfang Erster-Hilfe-Maßnahmen durch Laien nicht immer ermittelt werden konnten, lagen uns über die ärztlichen Reanimationsmaßnahmen präzise Angaben vor. Diese wurden und werden uns von den Kollegen des Notarztdienstes¹ in einem Formblatt mitgeteilt, von den niedergelassenen oder im Krankenhaus tätigen Kollegen telefonisch erfragt.

Wie bei jeder typischen rechtsmedizinischen Obduktion wurden die Halsweichteile immer in sog. Blutleere in situ präpariert. Neben der präparativen Darstellung wurde das Zungenbein in 3 Ebenen geröntgt. Weiterhin wurde in allen Fällen die Wirbelsäule nach einer auch bei früheren Untersuchungen benutzten Technik, die 1968 von Hinz an unserem Institut eingeführt worden ist, aufgearbeitet. Dabei wird die HWS mit der hinteren Schädelbasis im Zusammenhang herausgenommen, in 4 Ebenen geröntgt und formalin- oder bei -20°C kältefixiert in parasagittale Scheiben zerlegt. Die gefundenen Verletzungen an der HWS wurden zu den radiologisch und makroskopisch erhobenen degenerativen Veränderungen in Beziehung gesetzt. Die Auswertung der Daten erfolgte manuell.

Ergebnisse

Das Altersspektrum der untersuchten Fälle reichte von 5 Monaten bis zu 84 Jahren. Die genaue Verteilung ist aus den Columnen der Abb. 1 ersichtlich. Entsprechend der führenden Todesart, dem akuten Coronartod (73% der Fälle), waren die Altersklassen zwischen 41 und 80 Jahren etwas bevorzugt. Weitere Todesursachen waren die fulminante Lungenembolie in 3 Fällen, 2 Bolustodesfälle und jeweils einmal eine tödliche Blutaspilation bei Nachblutung aus einem alten Tracheostoma, ein protrahiertes Herzversagen bei einer Endo-Myokarditis und der Fall eines plötzlichen Kindstodes.

1 Wir danken Herrn PD Dr. Engelhardt für die Hilfe bei der Durchführung der Erhebung

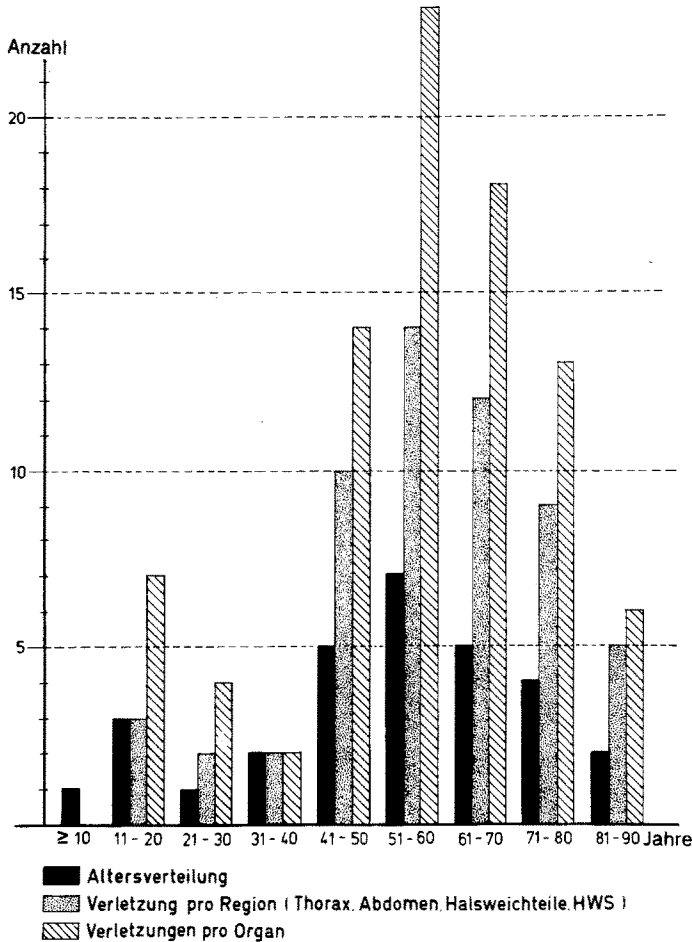


Abb. 1. Altersverteilung und Verletzungshäufigkeit bei der Reanimation ($n = 30$)

Betrachtet man die Gesamtheit der Reanimationsfolgen, so fand sich in 97% der Fälle — also mit einer Ausnahme nur — eine faßbare Traumatisierung. Unverletzt war der 5 Monate alte Säugling geblieben. Sonst reichten die Verletzungen von der umschriebenen Nackenblutung bis zu ausgedehnten Läsionen in verschiedenen Regionen. In der Abb. 1 ist die Altersverteilung der Fälle der Verletzungshäufigkeit gegenübergestellt. Dabei wurde zum einen erfaßt, ob in den konkret interessierenden Körperregionen (Thorax, Abdomen, Mund- und Halsweichteile einschließlich des Nackens, HWS) Verletzungen vorlagen und zum anderen die Anzahl der Organverletzungen, jeweils unabhängig vom Schweregrad der Schädigung. Danach deutete sich ab der 5. Dekade eine relative Zunahme der Anzahl verletzter Körperregionen und auch der Organverletzungen gegenüber den jüngeren Altersklassen an. Die Tendenz ließ sich jedoch nicht statistisch erhärten (χ^2 -Test, Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha > 5\%$).

Betrachtet man das Proportionsschema der Organverletzungen (Abb. 2), so werden die Relationen im wesentlichen durch zwei Verletzungstypen bestimmt,

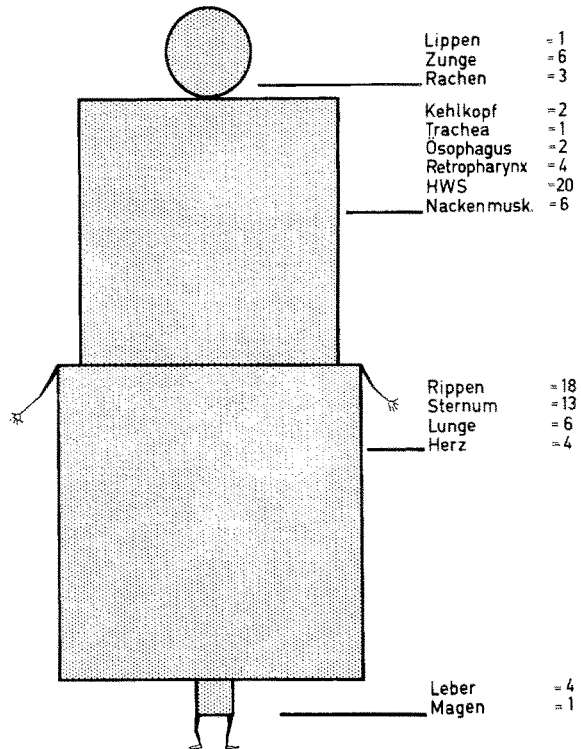


Abb. 2. Proportionsschema der Organverletzungen nach Reanimationsversuchen ($n=30$)

nämlich durch die der HWS ($n=20$) und durch die von Brustbein und/oder Rippen ($n=21$), die praktisch in derselben Größenordnung vorkommen. Zwar war die häufigste Einzelverletzung die der Halswirbelsäule, bei der funktionell gemeinschaftlichen Betrachtung der knöchernen Brustkorbverletzungen überwogen diese mit einem Fall.

Eine enge Beziehung bestand verständlicherweise zwischen der knöchernen Brustkorbverletzung und solchen von Lunge und Herz. Lediglich in 2 Fällen fanden sich dabei keine derartigen Verletzungen, so bei einem 21jährigen mit sehr elastischem Thorax, bei dem primär eine manuelle und später eine maschinelle extrathorakale Herzmassage durchgeführt worden war. Die Komplikationen nach einem irreversiblen Herzstillstand bestanden in einer kräftigen beidseitigen Hilusunterblutung sowie in einer dorsalgelegenen tiefgreifenden Ruptur des linken Leberlappens über dem Widerlager der Wirbelsäule. Bei dem 2. Fall handelte es sich nicht um lokale Brustkorbverletzungen, sondern um einen Pneumothorax mit ausgedehntem Hautemphysem bei indizierter Überdruckbeatmung auf Grund einer Trachealstenose.

In Abb. 3 ist die typische Lokalisation der knöchernen Thoraxverletzung nach Reanimationsmaßnahmen zu ersehen: Ganz überwiegend (fast 90%) handelte es sich um Rippenserienbrüche oder um mehrfache Knorpelabrisse, die parasternal bis zur vorderen Achsellinie lokalisiert waren. Von den 18 Fällen mit Rippenfrakturen wiesen 11 beidseitige und 8 einseitige Verletzungen auf. Rippen- und/oder Sternumfrakturen, die jeweils in etwa 60% der Fälle miteinander

Tabelle 1. HWS-Verletzungen unter 30 Notfallintubationen bei Reanimationsmaßnahmen

Segmente	Bandscheibe		Uncovertebr. deg. Spalten Gelenke		Ablösung		Wirbelbogensgelenke Blutung	Gesamtzahl
	Blutung				ventral	dorsal		
	ventral dorsal	ventral u. dorsal	ventral u. dorsal					
C2/3								
degenerativ			1 ^x	3 (1 ^x)		1		4
ohne Vorschaden	3 (1 ^x)	2 (1 ^{xx})	1 ^x		2 (1 ^x)		1	11
C3/4								
degenerativ			2 (1 ^x ; 1 ^{xx})	4 (1 ^x ; 1 ^{xx})			3	7
ohne Vorschaden	1 (1 ^z)		1				2	4
C4/5								
degenerativ		1	1 ^x	2 (1 ^x)		1!	3	7
ohne Vorschaden			1			1	2	4
C5/6								
degenerativ					1 ^x	2 (1 ^{xx})	7	15
ohne Vorschaden	1	3 (1 ^x ; 1 ^{xx} ; 1 ^{xxx})	1	3 (1 ^{xxx})	1		2	4
C6/7								
degenerativ				1			4	5
ohne Vorschaden	1				1		3	11
C7/Th1								
degenerativ							2	3
ohne Vorschaden	1							
C0/2	Unterblutung: Lig. apicis dent.; Art. atlantoax. lat.; (M. atlantoax. post. u. epidural); epidural							

Geklammerte Werte stellen Kombinationsverletzungen an einer Bandscheibe dar (x); z = zentrale Blutung; ! = knöcherne Verletzung; zusätzliche epidurale Blutung C5/7

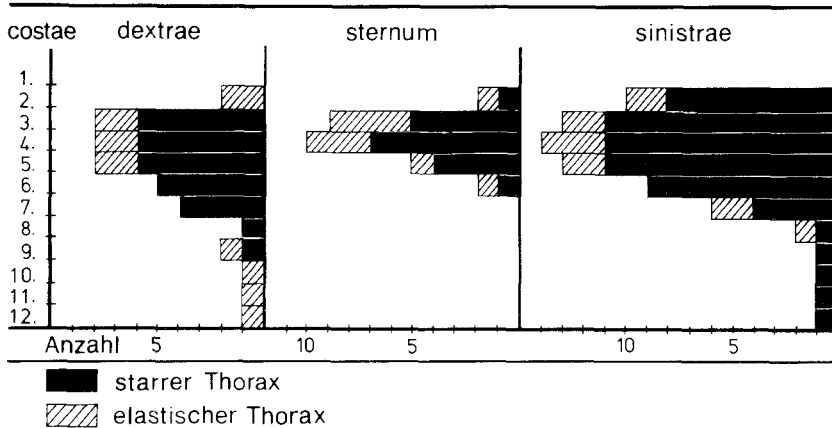


Abb. 3. Verteilung knöcherner Brustkorbverletzungen unter 30 Fällen mit notfallmäßig durchgeführter externer Herzmassage

kombiniert vorkamen, wurden regelmäßig bei Vorliegen eines starren Faßthorax ($n = 15$) gefunden, wesentlich seltener, nämlich in 6 von 15 Fällen, bei elastischem Brustkorb.

Eng verbunden mit der extrathorakalen Reanimation waren auch die abdominellen Verletzungen. Außer der bereits erwähnten Leberruptur fanden sich zweimal Kapselrisse und einmal eine großflächig unterblutete Kapselabhebung auf der zwerchfellnahen Partie des linken Leberlappens. Als letzter Fall einer abdominellen Läsion seien nach einer via falsa Beatmung kräftige kardianahe Schleimhautrupturen mit Übergreifen auf den Ösophagus im Sinne eines Mallory-Weiss-Syndroms zu erwähnen.

Der zweite Hauptmanifestationsort von Verletzungen bei Reanimationsmaßnahmen war die Kopf-Hals-Region, und zwar speziell die Halswirbelsäule (Abb. 2, 4).

Lokale Verletzungen als direktes Intubationstrauma fanden sich in einem Fall nur als kräftige Unterblutungen der Unterlippe. Es handelte sich um einen 60jährigen Mann, bei dem es spontan zur Ruptur eines Aortenaneurysmas gekommen war. Durch eine extrathorakale Herzmassage, eine künstliche Beatmung nach Intubation und eine Volumensubstitution wurde versucht, ihn zu reanimieren. Bedingt durch seinen starren Faßthorax war es zu linksseitigen Rippenserienbrüchen sowie zu einer Sternumfraktur mit beidseitigen Lungenanspießungen gekommen. Weiterhin waren die Bandscheiben in C 2/3 und C 3/4 und die Wirbelbogengelenke in den beiden tieferen Bewegungssegmenten unterblutet.

Schürfungen und Unterblutungen, die teilweise diskret, teilweise aber auch ausgeprägter waren, fanden sich in 7 Fällen in Zungengrund und Rachenring. Zweimal kamen sie kombiniert mit Läsionen in weiteren Regionen nebeneinander vor.

Weichteilverletzungen fanden sich einmal ventral und einmal dorsal der Halswirbelsäule. Während bei allen Fällen mit retropharyngealem Hämatom (Abb. 2) auch Verletzungen der HWS vorlagen, traten diese bei Unterblutungen der Nackenmuskulatur nur in 50% auf.

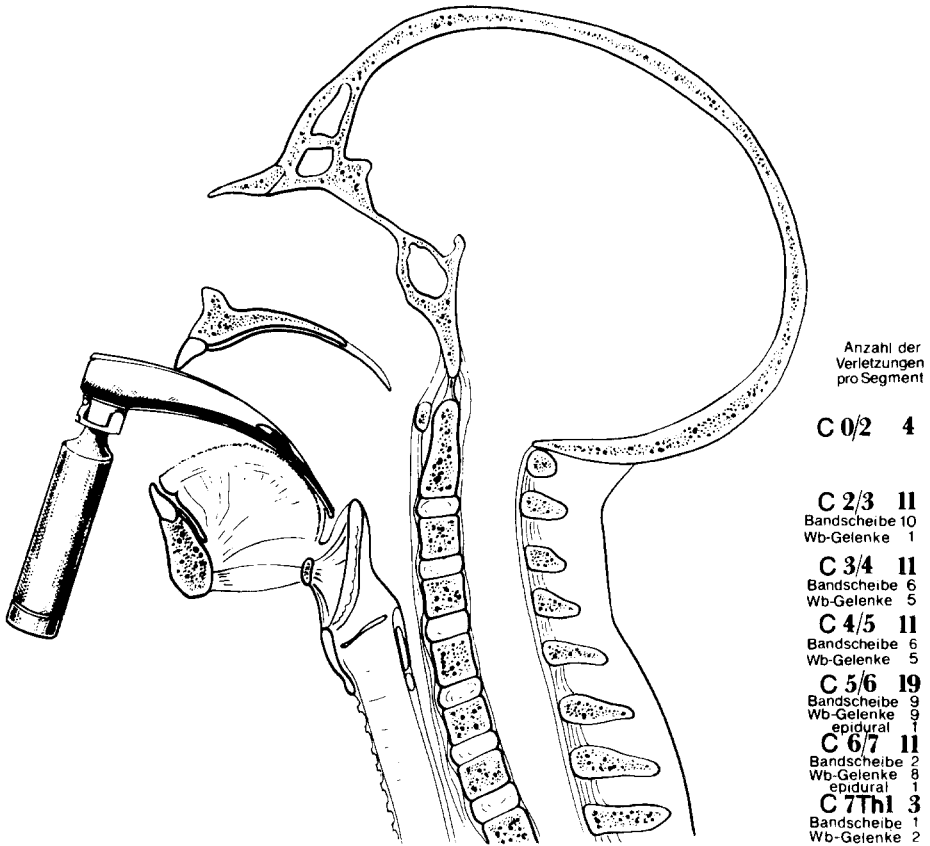


Abb. 4. Intubationsverletzungen an der HWS bei 30 Notfallreanimationen

Bei 20 Personen, also in zwei Drittel aller untersuchten Fälle, fanden sich Halswirbelsäulenverletzungen. Sie betrafen, wie die Tabelle 1 zeigt, vorwiegend die Bandscheiben und die Wirbelbogengelenke. Das Rückenmark war stets unverletzt geblieben, auch bei den 3 Fällen mit epiduraler Blutung. Weiterhin war es nicht zu Blutungen in die Foramina intervertebralia und zu Rupturen oder Umblutungen der A. vertebralis gekommen. Knöcherner Verletzungen wurden bis auf einen Ausriß eines schmalen spondylotischen Randwulstes bei einer 68jährigen Frau, die über der Spitze der Vertebra prominens eine umschriebene „Widerlagerblutung“ aufwies, sonst selbst bei hochgradigen degenerativen Veränderungen nicht mehr gefunden. In diesem einen Fall waren bei einem akuten Coronartod eine externe Herzmassage und Defibrillation sowie eine Beatmung nach Intubation durchgeführt und ein Subclaviakatheter gelegt worden. Bedingt durch einen starren Faßthorax war es bei der Herzmassage zu Frakturen der rechten 6. und 7. Rippe in Höhe der Knorpel-Knochen-Grenze mit Einspießungen in den Mittellappen und flächigen subepiduralen Blutungen in der linken Herzkammerhinterwand gekommen. Um das Lig. falsiforme war die Leberkapsel breit unterblutet. An der HWS fanden sich zusätzlich zu der knöchernen Verletzung Blutungen in den Art. atlantoaxialis lat. und den Wirbelbogengelenken von C5/6 und C6/7.

Betrachtet man die Segmentverteilung aller HWS-Verletzungen, so sind C0/2 und C7/Th1 unter-, C5/6 hingegen ist überrepräsentiert. Die Läsionen der Atlanto-occipital-Region bestanden aus dem erwähnten Hämarthros der Art. atlantoaxialis lat., in einem weiteren Fall aus einer Einblutung in des Lig. apicis dentis, in einem dritten aus einer Unterblutung der M. atlanto-epistrophica post., verbunden mit einer zarten epiduralen Blutung unter der M. tectoria und in einem vierten aus einer zirkulären epiduralen Blutung. Außer diesen beiden epiduralen Blutungen in der oberen HWS fand sich eine weitere in der unteren.

Diskussion

Verletzungen durch Wiederbelebungsmaßnahmen sind schon bei Reanimierten (Gögler 1966; Friedhoff 1969; Hernandez-Richter und Engelhardt 1969; Sefrin u. Skrobek 1980 u. a.), aber insbesondere im selektionierten Untersuchungsgut eines Rechtsmedizinischen Instituts, also bei vorwiegend akut Verstorbenen, nicht selten (Dotzauer 1965; Lignitz et al. 1976; Albert 1979). Ein Vergleich der angegebenen Werte mit den eigenen Ergebnissen ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, da in den genannten Untersuchungen auch primäre Traumata ausgewertet wurden. Die größten Parallelen finden sich noch zu der Arbeit von Lignitz et al. (1976), weil aus diesem Material alle Fälle mit vorbestehender Rumpfverletzung eliminiert waren. Diese Autoren geben für die Reanimationsschädigung eine Größenordnung von 46,5% an. Noch weiterreichender sind die eigenen Daten, wonach fast immer, nämlich in 97% der Fälle, Verletzungen als Folge einer Reanimation aufgetreten waren. Noch einmal sei darauf hingewiesen, daß im vorliegenden Untersuchungsgut nur solche Fälle Berücksichtigung gefunden haben, bei denen kein Hinweis auf ein vorbestehendes Trauma oder auf einen finalen Sturz gegeben war. Einschränkung muß jedoch gesagt werden, daß nicht immer festgestellt werden konnte, ob und gegebenenfalls in welchem Umfang Reanimationsversuche durch Laien dem ärztlichen Bemühen vorausgegangen waren. Speziell eine äußere Herzmassage könnte danach in einzelnen Fällen — für uns unbekannt geblieben — primär von Laien durchgeführt worden sein.

Verbunden mit den knöchernen Brustkorbverletzungen (70%) war es in einem Drittel aller Fälle zu Verletzungen des Herzens oder der Lunge gekommen, wie sie auch von anderen Autoren beobachtet worden sind (Dotzauer 1965; Hildebrand 1965; Hernandez-Richter u. Engelhardt 1969; Windischbauer u. Schnetz 1972; Hofmann et al. 1974; Lignitz et al. 1976; Eisenmenger u. Tröger 1979; Albert 1979; Sefrin u. Skrobek 1980 u. a.). Die hohe Verletzungsrate wird einmal durch die Altersverteilung (Schmidt 1979) der untersuchten Fälle und zum anderen durch einen großen Anteil an Emphysemthoraces verständlich (Kryukov u. Kashulin 1975). Nur bei den 6 noch elastischen Brustkörben (einer war jedoch ein Faßthorax), bei denen ebenfalls Rippen- und/oder Sternumfrakturen aufgetreten waren, stellte sich die Frage, ob nicht — vielleicht auch über eine Pulskontrolle durch einen Helfer — bei der extrathorakalen Herzmassage die Möglichkeit bestanden hätte, die Verletzungsrate niedriger zu halten. Auffallend war der Typ der Reanimationsverletzungen (Abb. 3) mit einer Hauptmanifestation sowohl für den starren als auch für den elastischen Thorax cranial vom vermutlichen Ort der

Krafteinleitung. Für eine Entstehung dieser Frakturen von Brustbein und Rippen wäre als typische Beanspruchungsart die Zugspannung anzunehmen.

Verbunden mit der Herzmassage war es in 4 Fällen zu einer Verletzung der Leber gekommen. Lignitz et al. (1976) ist sicher darin zuzustimmen, daß die Verletzung auch der gesunden Leber bei kunstgerecht durchgeführter Reanimation nicht immer vermeidbar ist. Speziell wäre dabei an die Kapselunterblutung unter dem linken Zwerchfell zu denken. Als Mechanismus dieser indirekten Schädigung kommt einmal fortgeleiteter Druck bei der Thoraxkompression, zum anderen aber auch eine Kapselbeanspruchung über Kohäsionskräfte bei der elastischen Entfaltung des zwangsläufig unphysiologisch stark komprimierten Brustkorbs in Frage. Zur Zerreißen der Kapsel selber nehmen Fazekas et al. (1971) auf Grund von Materialprüfungen die nicht unbeträchtlichen Kräfte von $168,5 \pm 63,8$ Kp an. Auf einen besonderen Mechanismus, nämlich auf die Stempelwirkung bei einer maschinellen extrathorakalen Herzmassage, muß, wie auch ein früherer Parallelfall nahelegt, ein ganz ungewöhnlich schweres Verletzungsmuster der Leber mit einer fast die gesamte dorsale Organhöhe einnehmenden tiefgreifenden Ruptur und mit einem Hämaskos von 2000 ml zurückgeführt werden. Mit Lignitz et al. (1976), die ebenfalls Leberrupturen mit derartig ausgedehntem Hämaskos beschreiben, glauben wir im Umfang der Blutung einen vorübergehenden Erfolg der Reanimation sehen zu können, halten diese Kreislauffähigkeit jedoch für unabhängig vom Zeitpunkt des Todeseintritts. In unseren beiden konkret vorliegenden Fällen war der Individualtod bereits vor Beginn der Reanimation eingetreten. Dennoch haben die klinisch tätigen Kollegen unter dem Eindruck dieser postmortal entstandenen Verletzungen auf den weiteren Einsatz ihrer Geräte verzichtet.

Der seltene Befund einer reanimationsbedingten Magenverletzung (Geroulanos et al. 1976; Matikainen 1978) war nicht Folge äußerer Kompression auf das prall mit Speisebrei gefüllte Organ, sondern der einer Fehlbeatmung. Als Verletzungsmechanismus dürfte hier — vergleichbar dem eruptiven Erbrechen beim Mallory-Weiss-Syndrom — eine abrupte Sprengung der Cardia durch den Gasdruck zu erwägen sein. Die Folge waren typische cardia-nahe Schleimhautrisse, übergreifend auf den Ösophagus.

Die zweite intubationsbedingte Ösophagusverletzung betraf nicht die Pars abdominalis, sondern war eine direkte Tubusschädigung der Pars cervicalis. Hierbei war es zwar nicht, wie von Vécsei et al. (1974), Pichler u. Demeules (1976) sowie von Dubost et al. (1979) beschrieben, zu kompletten Perforationen mit einem Hautemphysem, jedoch zu tiefgreifenden längsgestellten Defekten bis in die Mucularis gekommen. Im eigenen Material war ein Pneumothorax stets Folge einer extrathorakalen Herzmassage und nicht der Intubation, bei der in erster Linie Bronchial-, aber auch Trachealrupturen bedeutungsvoll sein sollen (Kumar et al. 1977; Duffy 1977; Forester 1977; Borm 1977; Goecke 1978; Patel et al. 1979; Guernelli et al. 1979; Heiser et al. 1979; Orta 1979). Die Hauptlokalisation der direkten Intubationsverletzung lag im Bereich des Zungengrundes und des rechten seitlichen Rachenrings, meist in Form kleiner Blutungen oder Schürfungen. Verletzungen des Hypopharynx, der besonders bei Säuglingen und Kleinkindern gefährdet zu sein scheint (Talbert et al. 1977; Meyers et al. 1978; Hirsch et al. 1978), fanden sich nicht. Nur in einem Fall war der Larynx alteriert worden, und zwar in

Form einer Unterblutung der vorderen Kommissur der Plicae vocales. Generell gilt jedoch die Kehlkopfverletzung bei der Intubation im klinischen Bereich nicht als seltener Befund (Stauffer u. Petty 1977; Ozdil 1977; Venzmer et al. 1977; Kirchner u. Roberts 1978; Quick u. Merwin 1978; Kambić u. Radšel 1978; Reinhold et al. 1979). Kambić und Radšel (1978) geben bei einer Nachuntersuchung von 1000 Intubationsnarkosen eine Rate von 6,2% an. Dabei reichten die Läsionen von einer Druckschädigung des N. laryngeus cranialis (Kreienbühl u. Bischoff 1978) und kleinen Abschürfungen und Hämatomen über Subluxationen der Aryknorpel (Kambić u. Radšel 1978; Quick u. Merwin 1978) bis zur Perforation des Sinus piriformis (Stauffer u. Petty 1977).

Ungleich häufiger als die akuten Intubationsverletzungen sind Schädigungen durch eine prolongierte Beatmung. Aus dem rechtsmedizinischen Sektor liegen dazu von Metter (1979) umfangreiche morphologische Untersuchungen vor. Demnach können Ischämie und Drucknekrosen zu ausgedehnten entzündlichen Prozessen führen, die häufig in bleibende Defekte wie Trachealstenosen oder auch Fisteln einmünden.

Gleichfalls wird über die Ausbildung retropharyngealer Abszesse als Intubationsfolge berichtet (Heath u. Peirce 1977; Stetson 1979; Fee u. Wilson 1979). Dabei, wie auch bei akuten Verletzungen von Ösophagus, Larynx oder Trachea, sind Schluckbeschwerden ein wichtiges klinisches Syndrom. Diese können aber auch auf eine indirekte Halsverletzung, nämlich auf eine retropharyngeale Blutung hinweisen (Tamaska u. Hinz 1969). Dabei deuten retropharyngeale Blutungen auf eine starke Hyperextension und auf das gleichzeitige Vorliegen von HWS-Verletzungen hin. Von daher kommt den Schluckbeschwerden ein hoher differentialdiagnostischer Wert zu.

Als ein Äquivalent dieser Hyperextension dürften ventrale Bandscheibenunterblutungen und -ablösungen aufzufassen sein (Hinz 1970; Clemens u. Burow 1972; Mattern et al. 1975; Saturnus 1977, 1978). Jedoch war das Verletzungsmuster keineswegs einheitlich, sondern recht vielgestaltig. Das mag seine Ursache in eventuell aufgetretenen Mischbewegungen bei jedoch führender Hyperextension haben. Sicherlich dürften auch als Folge der Aufrichtung der Lordose charakteristische dorsale Bandscheibenablösungen und Blutungen, wie man sie speziell auch beim Erhängen findet (Saternus 1978; Saturnus et al. 1979), anzusehen sein. Weiterhin breiten sich Unterblutungen und Risse in Verlängerung vorbestehender Spalten häufig bis in die Uncovertebralgelenke aus. Dabei erwiesen sich die mäßig bis stark osteochondrotisch veränderten Bandscheiben als eher vulnerabel als die hochgradig vorgeschädigten oft straff bindegewebig verbundenen Bewegungssegmente. Speziell die einer Ankylose benachbarten „hypermobilen“ Segmente sind nach Witt (1959) bei jeder Form der Krafteinleitung gefährdet. Zu der größeren Verletzlichkeit degenerativ vorgeschädigter Segmente im Vergleich mit ankylosierten und juvenilen paßt auch die gefundene knöcherne Verletzung, der Abbruch eines kleinen spondylotischen Randwulstes. Hier spielt die Richtung der Gewalteinwirkung die entscheidende Rolle (Saternus 1979). Denn gegenüber der Hyperextension sind nichtankylosierte spondylotisch veränderte Bewegungssegmente, verglichen mit juvenilen, erhöht gefährdet. Anders ist es bei Hyperflexion, bei der die Randwülste einen Schutz des Bewegungssegments bedingen.

Literatur

- Adebahr G (1976) Zur Pathologie der Organschäden nach diagnostischen und therapeutischen Eingriffen. *Z Rechtsmed* 78:173–195
- Albert M (1979) Prospektive Studie der Hilfeleistung bei Notfallpatienten — Vergleichende Untersuchung an Hand des Obduktionsbefundes. Inaug Diss Würzburg
- Bethea MC, Jackman NT, Carberry DM, Reemtska K (1977) Tracheoinnominate fistula: Diagnosis and management. *NY State J Med* 77:1276–1280
- Biesalski P (1964) Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. Ein kurzgefaßtes Handbuch in drei Bänden, Bd I. Thieme, Stuttgart, S 629–652
- Binner WH (1976) Tracheotomie nach verschiedenen Techniken zur Vermeidung von Komplikationen. *Notfallmed* 2:737–740
- Borm D (1977) Trachea-Bronchus-Rupturen während Intubationsnarkosen mit Carlens-Tuben. *Chirurg* 48:793–795
- Clemens HJ, Burow K (1972) Experimentelle Untersuchungen zur Verletzungsmechanik der Halswirbelsäule beim Frontal- und Heckaufprall. *Arch Orthop Unfall Chir* 74:116–145
- Dietrich KF, Gastpar H (1963) Über Komplikationen während und nach Tracheotomie. *Zentralbl Chir* 88:1558–1563
- Dotzauer G (1965) Pathologische Befunde bei ärztlichen Notfallmaßnahmen. *Hefte Unfallheilkd* 81:243–249
- Dotzauer G, Althoff H (1966) Pathologische Befunde nach Tracheotomie. *Prakt Anästh* 1:297–305
- Dubost C, Kaswin D, Duranteau A, Jehanno C, Kaswin R (1979) Esophageal perforation during attempted endotracheal intubation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 78:44–51
- Duffy BL (1976) Delayed onset of respiratory obstruction during endotracheal anaesthesia. *S Afr Med J* 50:1551–1552
- Eltze J (1963) Komplikationen nach Tracheotomie und Angiographie bei Schädel-Hirn-Traumen. *Dtsch Z Ges Gerichtl Med* 54:67–72
- Eisenmenger W, Tröger HD (1979) Narkosezwischenfälle aus rechtsmedizinischer Sicht. *Beitr Gerichtl Med* 37:109–112
- Fairshter RD, Liff MO, Wilson AF (1977) Complications of long tracheostomy tubes. *Crit Care Med* 4:271–273
- Fazekas Gy, Kösa F, Jobba G, Mészáros E (1971) Die Druckfestigkeit der menschlichen Leber mit besonderer Hinsicht auf die Verkehrsunfälle. *Z Rechtsmed* 68:207–224
- Fee WE Jr, Wilson GG (1979) Tracheoesophageal space abscess. *Laryngoscope* 89:377–384
- Forester D (1977) Subcutaneous emphysema. *Jacep* 6:430
- Friedhoff E (1969) Chirurgische Erstversorgung am Unfallort. Indikation, Organisation, Ausbildung, Fehler und Gefahren. *Langenbecks Arch Klin Chir* 325:214–222
- Geroulanos S, Hahnloser P, Senning A (1976) Beitrag zur Magenberstung nach Sauerstoff-insufflation in den Magen. Eine tierexperimentelle und klinische Studie. *Helv Chir Acta* 43:803–807
- Glas WW, King OJ, Lui A (1962) Complications of tracheostomy. *Arch Surg* 85:56–63
- Goecke H (1978) Intubationsschäden an den großen Luftwegen Neugeborener. *Verh Dtsch Ges Pathol* 62:427–431
- Gögler E (1966) Reanimation und erste ärztliche Hilfe beim Unfall. *Z Ärztl Fortb* 16:554–560
- Gögler E (1966) Ärztliche Hilfe beim Unfall. *Z Ärztl Fortb* 11:554–560
- Goldberg M, Pearson FG (1972) Pathogenesis of tracheal stenosis following tracheostomy with a cuffed tube. *Thorax* 27:678–691
- Guernelli N, Bragaglia RG, Briccolli A, Mastroilli M, Vecchi R (1979) Tracheobronchial ruptures due to cuffed carlens tubes. *Ann Thorac Surg* 28:66–67
- Heath LK, Peirce TH (1977) Retropharyngeal abscess following endotracheal intubation. *Chest* 72:776–777
- Heiser M, Steinberg JJ, Macvaugh H, Klineberg PL (1979) Bronchial rupture. A complication of use of the Robert Shaw double-lumen tube. *Anesthesiology* 51:88
- Hernandez-Richter HJ, Engelhardt GM (1969) Überlebensaussichten bei interner und externer Herzmassage am Unfallort. *Münch Med Wochenschr* 11:373–375

- Hildebrand HE (1965) Unerwünschte Folgen äußerer Herzmassage. *Med Welt* 16:2701–2702
- Hinz P (1968) Vielschichtige Untersuchungsmethoden zur Erfassung pathomorphologischer Sektionsbefunde nach Schleudertraumen der Halswirbelsäule. *Dtsch Z Ges Gerichtl Med* 64:204–216
- Hinz P (1970) Die Verletzung der Halswirbelsäule durch Schleuderung und Abknickung. *Wirbelsäule in Forsch und Praxis*, Bd 47. Hippokrates, Stuttgart
- Hirsch M, Abramowitz HB, Shapira S, Barki Y (1978) Hypopharyngeal injury as a result of attempted endotracheal intubation. *Radiology* 128:37–39
- Hofmann KTh, Simonis G, Männl HT, Koch B (1974) Iatrogene Verletzungen der großen Gefäße und am Herzen. *Münch Med Wochenschr* 116:975–982
- Jacobs JR, Thawley SE, Abata R, Sessions DG, Ogura JH (1979) Posterior tracheal laceration: a rare complication of tracheostomy. *Laryngoscope* 88:1942–1946
- Kambić V, Radšel Z (1978) Intubation lesions of the larynx. *Br J Anaesth* 50:587–590
- Kia-Noury M, Deubzer W (1963) Tracheotomie in chirurgischer Sicht. *Zentralbl Chir* 88:1955–1972
- Kirchner JA, Roberts DD (1978) Laryngeal complications of endotracheal intubation. *Conn Med* 42:151–155
- Kreienbühl G, Bischoff H (1978) Stimmstörung infolge Lähmung des Nervus laryngeus cranialis nach Intubationsnarkose. *Anaesthesist* 27:544–555
- Kryukov VN, Kashulin AM (1975) Characteristic features in the deformations of the thorax and of costal fractures related to the form of the thorax. *Sudebnomed Eksp (Mosk)* 18:13–16
- Kumar SM, Pandit SK, Cohen PJ (1977) Tracheal laceration associated with endotracheal anesthesia. *Anesthesiology* 47:298–299
- Lerche D, Nickol HJ (1961) Blutgasänderungen nach Tracheotomie bei chronischen Trachealstenosen. *Klin Wochenschr* 39:552–553
- Lewis RJ, Ranade NB (1978) Tracheo-innominate artery fistula. *J Med Soc NJ* 75:329–331
- Lignitz E, Gillner E, May D (1976) Zur Problematik von Reanimationsschäden. *Kriminal Forens Wiss* 26/51
- Matikainen M (1978) Rupture of the stomach; a rare complication of resuscitation. *Acta Surg Scand* 144:61–62
- Mattern R, Kallieris D, Meister B, Zimmermann G (1975) Halsverletzungen gurtgeschützter PKW-Insassen beim simulierten Frontalaufprall. *Beitr Gerichtl Med* 33:298–302
- Metter D (1979) Morphologische Befunde nach Tracheotomie und Intubation. *Z Rechtsmed* 82:289–303
- Meyers AD, Lillydahl P, Brown G (1978) Hypopharyngeal perforations in neonates. *Arch Otolaryngol* 104:51–54
- Mittermeyer Ch, Joachim H (1976) Zur Pathomorphologie der Intensivbehandlung. *Z Rechtsmed* 78:1–12
- Mollaret P, Lissac J, Aboulker P, Sterkers JM, Bonnet J (1962) Laryngo-tracheale Stenosen nach Tracheotomie. *Münch Med Wochenschr* 104:168–175
- Nickol HJ, Lerche D (1964) Blutgasänderungen nach Tracheotomie bei chronischen Trachealstenosen. Der Atemstillstand nach Tracheotomie. *Acta Oto-Laryng (Stockh)* 57:19–32
- Orta DA, Cousar JE, Yergin BM, Olsen GN (1979) Tracheal laceration with massive subcutaneous emphysema: a rare complication of endotracheal intubation. *Thorax* 34:665–669
- Ozdil T, von der Lage FC Jr, Kattine AA, Duncan OJ (1977) Post-intubation acute respiratory distress due to annular slough of laryngotracheal mucosa. *Anesth Analg (Cleve)* 56:356–358
- Patel KD, Palmer SK, Phillips MF (1979) Mainstem bronchial rupture during general anesthesia. *Anesth Analg (Cleve)* 58:59–61
- Pilcher DB, Demeules JE (1976) Esophageal perforation following use of esophageal airway. *Chest* 69:377–380
- Potondi A, Pribilla O (1966) Tödliche Komplikationen bei Tracheotomie. *Dtsch Z Ges Gerichtl Med* 58:40–49
- Pusterla C (1968) Blutungskomplikationen nach Tracheotomie und deren Verhütung. *Schweiz Med Wochenschr* 98:679–682
- Quick CA, Merwin GE (1978) Arytenoid dislocation. *Arch Otolaryngol* 104:267–270

- Reinhold H, Deloof T, Jortay A, Mathieu M, Vandesteene A (1978) The risks of tracheal intubation. *Acta Anaesthesiol Belg* 29:69–84
- Rogers LA (1969) Complication of tracheostomy. *Sth Med J (Birmingham, Ala)* 62:1496–1500
- Rügheimer E (1964) Die Tracheotomie, eine nützliche aber gefährliche Methode. *Chir Prax* 8: 227–240
- Saternus KS (1972) Tödliche Komplikationen nach Tracheotomie. *HNO* 20:274–278
- Saternus KS (1977) Das Schleudertrauma des Halses. *Unfallchir* 3:11–17
- Saternus KS (1978) Halsweichteil-, Wirbelsäulen- und Rückenmarkverletzungen bei Unfalldesfällen — Die Bandscheibenverletzung. *Hefte Unfallheilkd* 132:297–302
- Saternus KS (1978) Verletzungen der Halswirbelsäule beim Suizid durch Erhängen. *Z Rechtsmed* 81:299–308
- Saternus KS (1979) Die Verletzungen von Halswirbelsäule und von Halsweichteilen. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd 84. Hippokrates, Stuttgart
- Saternus KS, Dotzauer G, Imhäuser G (1979) Zum Stellenwert des Simonschen Zeichens. *Z Rechtsmed* 83:283–289
- Schmidt G (1968) Die Tracheotomie und ihre Zwischenfälle. *Z Laryng Rhinol* 47:758–763
- Schmidt G (1979) Rib-cage injuries indicating the direction and strength of impact. *Forens Sci* 13:103–110
- Schulz E, Witschel H (1968) Tödliche arterielle Arrosionsblutung als Komplikation der Tracheotomie. *Dtsch Z Ges Gerichtl Med* 64:39–45
- Schylla G, Schuster HP, Baum P, Schönborn H, Polplau W, Brodersen MCh (1970) Komplikationen der Tracheotomie und Langzeitbeatmung bei Patienten einer internistischen Intensivpflegestation. *Med Welt (NF)* 21:2183–2192
- Sefrin P, Skrobek W (1980) Qualifikation des Notarztes. *Dtsch Med Wochenschr* 105:666–669
- Stauffer JL, Petty TL (1977) Accidental intubation of the pyriform sinus. A complication of "roadside" resuscitation. *J Am Med Assoc* 237:2324–2325
- Stetson JB (1979) Retropharyngeal abscess and endotracheal intubation. *Chest* 74:481
- Talbert JL, Rodgers BM, Felman AH, Moazam F (1977) Traumatic perforation of the hypopharynx in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg* 74:152–156
- Tamaska L, Hinz P (1969) Kehlkopfverletzungen bei Schleudertraumen der Halswirbelsäule. *Zentralbl Verkehrl Med* 15:98–104
- Vécsei V, Krenn J, Zacherl H (1974) Ösophagusperforation — eine seltene Komplikationsmöglichkeit nach Intubationsnarkose. *Anaesthesist* 23:406–411
- Venzmer J, Wiedersberg H, Pawlowski P (1977) Komplikationen am Kehlkopf nach Intubationsbehandlung im Neugeborenenalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 125:649–654
- Windischbauer G, Schnetz H (1972) Nil nocere! Iatrogenes Hämopericard mit Herzbeutel-tamponade. *Münch Med Wochenschr* 114:2049–2053
- Witt AN (1959) Klinik und Therapie der Wirbelsäulenverletzungen. *Verh Dtsch Orthop Ges* 47: 273–302

Eingegangen am 2. September 1980