

Verletzungen der A. carotis communis durch Reanimationsmaßnahmen*

K.-S. Saternus und V. Fuchs

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

Injuries of the Common Carotid Artery Due to Reanimation Measures

Summary. The status of the large vessels of the neck was determined after emergency intubation in 65 primary atraumatic casualties in the endeavor to provide accident surgeons working under extreme conditions with a check on results to optimize their therapy. Besides the findings in the vertebral artery (shown in 35 cases), which was traumatized in one case, the main attention was dedicated to the injury pattern of the common carotid artery. In this artery, intimal ruptures within the bifurcation were found in three cases, combined in one case with a subintimal hemorrhage on the contralateral side.

As compared to other forms of force leading to an injury of the common carotid artery, reanimation causing traction and hyperextension of the neck is also considered an injurious stress. The unconscious patient is especially endangered as he has no possibility of pain-elicited defense if a helper hyperextends the neck under pressure from below in the vertex of the lordosis.

Key word: Reanimation, injuries of the common carotid artery

Zusammenfassung. In der Bemühung, den unter extremen Bedingungen tätigen Notärzten bei der Optimierung ihrer Therapie eine Erfolgskontrolle zu liefern, wurde der Status der großen Gefäße des Halses nach notfallmäßiger Intubation an 65 primär atraumatischen Todesfällen erhoben. Das Hauptaugenmerk galt neben den Befunden an der A. vertebralis, die — in 35 Fällen dargestellt — einmal traumatisiert war, dem Verletzungsmuster der A. carotis comm. In ihr fanden sich in drei Fällen Intimalrupturen unterhalb der Bifurcatio, einmal mit einer subintimalen Blutung auf der Gegenseite kombiniert.

Vergleichend mit anderen Formen der Gewalteinwirkung, die zu einer Verletzung der A. carotis comm. führen, wird auch bei der Reanimation in einer Traktion und Hyperextension des Halses die schädigende Beanspruchung

* Auszugsweise vorgetragen auf der 60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, Kiel, 1981

Sonderdruckanfragen an: PD Dr. K.-S. Saternus (Adresse siehe oben)

gesehen. Besonders gefährdet ist dabei der Bewußtlose, dem die Möglichkeit der schmerzbedingten Abwehr fehlt, wenn für eine Intubation von einem Helfer der Hals unter Druck von unten im Scheitel der Lordose hyperextendiert wird.

Schlüsselwort: Reanimation, Verletzung der A. carotis communis

In einer vorangegangenen Untersuchung über mögliche Reanimationsschäden bei atraumatischen Todesfällen wurde die besondere Gefährdung der Halswirbelsäule bei der notfallmäßig durchgeführten Intubation erkannt (Saternus 1981). Die Befunde wurden ausgiebig mit den Kölner Notärzten im Hinblick auf eine Optimierung der Reanimationsmaßnahmen erörtert. Die Ergebnisse dieser gemeinsamen Bemühungen sollen an anderem Ort speziell dem klinisch Tätigen zugänglich gemacht werden.

Unbeachtet geblieben sind jedoch bisher mögliche Verletzungsfolgen an den großen Halsgefäßen durch Reanimationsmaßnahmen. Dabei sind die mechanischen Einwirkungen bei der notfallmäßig durchgeführten Intubation, aber auch der Mund-zu-Mund- oder -zu-Nasen- und Maskenbeatmung, wie sich an den HWS-Befunden demonstrieren ließ, durchaus anderen, geläufigeren Traumatisierungen vergleichbar. Auch ist nach angiochirurgischen Erhebungen (Maurer et al. 1973) der Anteil der Carotisverletzungen mit 2,2% an der Rate sämtlicher Gefäßverletzungen nicht unbeträchtlich. Forensische Bedeutung erlangen neben den akuten Verletzungen vor allem auch die Folgeschäden. Verwiesen sei auf die traumatisch entstandene Carotisthrombose auf dem Boden von Intimarupturen, aber auch nach Gefäßumbulungen, die ihrerseits über Zirkulationsstörungen im perivasalen Bereich der Thrombose den Weg bereiten (Schneider und Lemmen 1952; Kaeser 1955; Murray 1957; Baumgartner 1963; Dotzauer und Adebahr 1964; Födisch und Kloss 1966; Agnoli et al. 1974; Fischer et al. 1975; Unger et al. 1980). Selten sind hingegen posttraumatische Aneurysmata im Carotisstromgebiet (Solheim 1979).

Material und Methoden

Zur Auswertung gelangten für die Beurteilung der A. carotis comm. 65 atraumatische Todesfälle, in die 30 aus der Basisuntersuchung eingeschlossen sind. Positives Selektionskriterium war die notfallmäßig durchgeführte Intubation, negatives jede Form eines erkennbaren finalen oder auch postmortalen Sturzes. Art und Umfang der Reanimationsmaßnahmen wurden uns von den am Notfalldienst¹ beteiligten Kollegen auf einem Formblatt mitgeteilt, von den niedergelassenen oder klinisch tätigen Kollegen telefonisch erfragt. Dagegen konnte der Umfang der Erste-Hilfe-Maßnahmen durch Laien nicht immer vollständig abgeklärt werden.

Wie bei jeder typischen rechtsmedizinischen Obduktion wurden die Halsweichteile stets schonend in sogenannter Blutleere *in situ* präpariert. Anschließend erfolgte die präparative Darstellung von Kehlkopf und Zungenbein auch unter Eröffnung der Crico-thyroid-Gelenke. Das Zungenbein wurde immer in drei Ebenen geröntgt. Die Halswirbelsäule wurde in allen Fällen

1 Wir danken Herrn Prof. Dr. Engelhardt für die Hilfe bei der Durchführung der Erhebung und der Kölner Feuerwehr für organisatorische Unterstützung

nach einer auch bei früheren Untersuchungen benutzten Technik, die 1968 von Hinz an unserem Institut eingeführt worden ist, aufgearbeitet. Dabei wurde die HWS in toto mit der hinteren Schädelbasis zusammen herausgenommen, in der Basisuntersuchung ($n=30$) bei -20°C kältefixiert und mit einer hochtourigen Bandsäge in parasagittale Scheiben zerlegt, im zweiten Kollektiv ($n=35$) nach einer angiographischen Darstellung² der Aa. vertebrales formalinfixiert nur in der Sagittalebene aufgetrennt. Anschließend wurden die Aa. vertebrales präpariert, das Ausmaß degenerativer Veränderungen sowie etwaige Verletzungsfolgen dokumentiert. Die Auswertung der vorliegenden Daten erfolgte manuell.

Ergebnisse

Insgesamt fanden sich viermal Verletzungen der großen Halsgefäße, und zwar dreimal Verletzungen der A. carotis comm. und einmal ein Gefäßabriß im Vertebralstromgebiet.

Im ersten Fall (L. Nr. 525/81) handelte es sich um einen 47jährigen Mann, der eines akuten Coronartodes starb. Bei ihm wurde notfallmäßig intubiert, eine externe Herzmassage, eine Defibrillation sowie Elektrostimulation durchgeführt und ein venöser Zugang gelegt.

Als lokale Alteration durch die Intubation fanden sich fleckige Unterblutungen im Zungengrund. Fortgeleitet bestand eine Intimaruptur unterhalb der Gabelung der rechten A. carotis comm. In der Abb. 1, der schematischen Darstellung der Carotisverletzungen, ist die genaue Lokalisation eingetragen. HWS und Aa. vertebrales waren unverletzt geblieben. Auch fanden sich keine Verletzungen in den Halsweichteilen, wie eine retropharyngeale Blutung oder ein Hämatom in der Rückenmuskulatur.

Folgen der externen Herzmassage waren bei einem primär starren Fußthorax beidseitige Rippenserienbrüche und eine Sternumfraktur, verbunden mit relativ ausgedehnten Leberkapselrissen.

Bei dem zweiten Fall (schematische Darstellung, gleichfalls in der Abb. 1) handelte es sich um eine 85jährige Frau (L. Nr. 619/81), die, wie die meisten der Reanimierten an einem akuten Herzversagen gestorben, durch die beschriebenen Maßnahmen notfallmäßig reanimiert worden war. Lokale Intubationsverletzungen fanden sich nicht. Auch waren die Aa. vertebrales und die HWS — trotz mäßiger degenerativer Vorschädigungen — unverletzt geblieben. Folge der indirekten Gewalteinwirkung war jedoch eine Intimaruptur (Abb. 1) der rechten A. carotis int. im Bereich der Bifurcatio. Auch in diesem Fall war es durch die äußere Herzmassage bei starrem Thorax beidseitig zu einzelnen Rippenfrakturen und zu einer flächigen Unterblutung der Leberkapsel gekommen.

Die ausgeprägteste Beteiligung der Carotiden (Abb. 1) fand sich bei einem 72jährigen Mann (L. Nr. 310/81). Auch bei ihm war der Tod Folge eines akuten Herzversagens, und es war zum Einsatz der gesamten Palette der erwähnten Reanimationsmaßnahmen gekommen. Dabei bestanden die lokalen Intubationsläsionen in einer rechtsseitigen Unterblutung des Rachennrings und einer erbsgroßen des Zungengrundes. An indirekten Verletzungen fand sich im Bereich der HWS eine zarte Unterblutung der M. atlanto-axialis post. und eine beidseitige Beteiligung der Carotiden. So bestand linksseitig eine typische subintimale Blutung und rechtsseitig ein Intimariß auf der Dorsalseite unterhalb der Bifurcatio. Relativ ausgeprägt waren auch die Traumatisierungen durch die äußere Herzmassage mit beidseitigen Rippenserienbrüchen, einer Sternumfraktur und intensiven Unterblutungen des Lig. falciforme hepatis und der Kapsel über dem linken Leberlappen. Es lag ein noch mäßig elastischer Faßthorax vor.

Auch die A. vertebralis mit ihren Nebenästen war in zwei Fällen betroffen. Einmal (L. Nr. 68/81) bestand rechtsseitig in Höhe C3 eine umschriebene perivasale Unterblutung, wobei das Gefäß selber unverletzt geblieben war.

Der zweite Fall betraf eine 44jährige Mann (L. Nr. 161/81), der auf dem Wege zur Arbeit vor seiner Garage im Schnee ausgerutscht war und sich eine sprunggelenksnahe Fibulafraktur zugezogen hatte. Der Heilungsverlauf war komplikationslos. Etwa einen Monat später sank er plötzlich in seinem Sessel sitzend in sich zusammen. Ein finaler Sturz ist somit auszuschließen. Ein sofort alarmierter Notarzt versuchte, an Ort und Stelle sowie auf der Fahrt ins Krankenhaus zu reanimieren — Beatmung nach Intubation, externe Herzmassage, Defibrillation, intrakardiale

2 Wir danken Fr. Hegner für die Erstellung der postmortalen Angiogramme

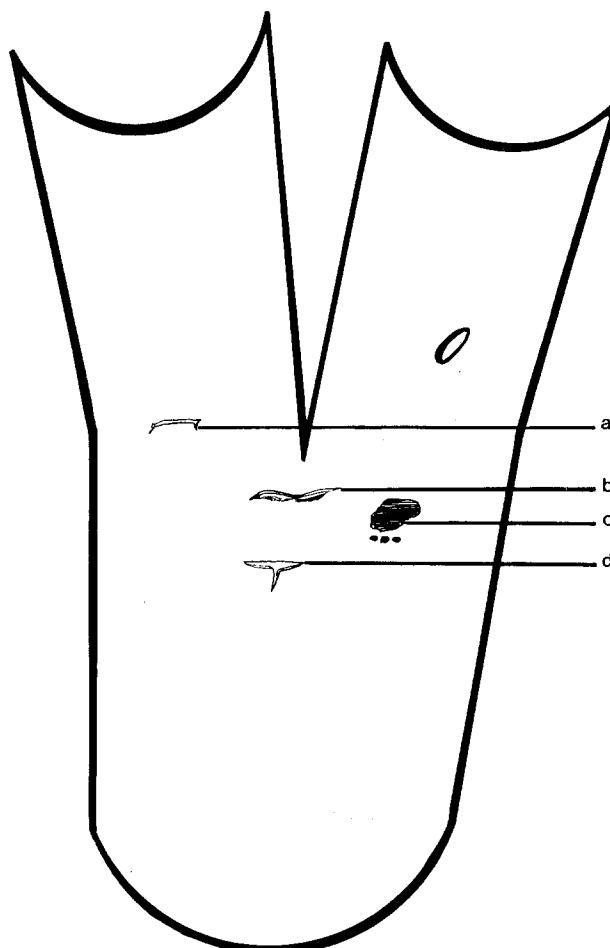


Abb. 1. a 85jährige Frau mit einer 2 mm großen Intimalruptur der rechten A. carotis int. im Bereich der Bifurcatio (L. Nr. 619/81). b 47jähriger Mann mit einer 2-3 mm großen Intimalruptur in der rechten A. carotis comm. (L. Nr. 525/81). c, d 72jähriger Mann mit einer linksseitigen subintimalen Blutung und einer rechtsseitigen Intimalruptur der A. carotis comm. (L. Nr. 310/81)

Alupent-Gabe und das Legen eines Zugangs. Als Todesursache wurde bei der Obduktion ein akuter Coronartod auf dem Boden einer weitgehend obturierten Coronarthrombose angenommen. Durch den Tubus war lokal der Kehlkopfeingang leicht verletzt worden, und zwar in Form einer kleinfleckigen Unterblutung. Eine kräftige Unterblutung bestand in der tiefen Nackenmuskulatur, besonders intensiv linksseitig der Vertebra prominens. Die Halswirbelsäule selber war bei teils deutlicher Osteochondrose unverletzt geblieben. Die A. vertebralis wies einen regulären Verlauf und ein gehöriges Kaliber auf. Sie war zartwandig. In Höhe C 2 fand sich im M. longus capitis eine umschriebene zehnpfennigstückgroße Unterblutung, die deutlich abgegrenzt gegen das Hämatom in der unteren Halswirbelsäule war. Sie war gespeist von einem rupturierten Nebenast der A. vertebralis, einem Ramus muscularis. Der Hauptast selber war unverletzt geblieben. Durch die histologische Untersuchung konnte die vorliegende Blutung als eindeutig frisch klassifiziert werden. Das Gefäß wies keine degenerativen Veränderungen auf.

Diskussion

Indirekte Verletzungen der A. carotis comm. sind besonders nach Traktionen des Halses zu befürchten. Im selektionierten rechtsmedizinischen Obduktionsgut führen damit verbundene Gewalteinwirkungen bei tödlichen Traumata recht häufig zu perivasalen Blutungen und zu Gefäßwandverletzungen. Dabei ist nach eigenen Erhebungen an 427 tödlichen Traumata (Saternus 1979) die Richtung der äußeren Gewalteinwirkung und der damit verbundene Bewegungsablauf entscheidend für die Verletzungshäufigkeit des Gefäßes. Denn unter sämtlichen Formen der Schädelanprallverletzungen vom Hinterhauptsanprall bis zum Kinn-aufprall kam statistisch gesichert (χ^2 -Test, $P < 1\%$) der Gewalteinwirkung gegen das Kinn und somit dem Hyperextensionstrauma die größte Bedeutung zu. So schwankte die Verletzungshäufigkeit zwischen 3,3% beim Hinterhauptsanprall, 3,5% bei seitlicher Gewalteinwirkung gegen den Schädel bis zu 17,6% bei den schwersten Kinnaufschlagverletzungen ($n = 51$), die mit Kiefer- und Schädelbasisfrakturen einhergegangen waren.

Dabei handelte es sich stets um Verletzungen der A. carotis comm. selbst, in der häufigsten Form als Intimaruptur, wobei die bekannte Bevorzugung des unteren Drittels bestätigt werden konnte. Ungleich viel häufiger waren jedoch perivasale Blutungen, so bei Schädel-Hirn-Traumata, die mit Kieferfrakturen kombiniert waren, in 40% der Fälle.

Wie die Gefäßwandverletzung selbst kann auch die Umblutung einer unphysiologischen Zugbeanspruchung zugeordnet werden (Janssen et al. 1968; Janssen 1977; Reh und Haarhoff 1975). Dabei sind nach anatomischen Rekonstruktionen (Adebarh und Erkrath 1981) und rheologischen Modellversuchen (Krauland et al. 1981) besonders die horizontal abgehenden Äste gefährdet.

Gleichfalls traktionsbedingt sind die von Amussat (1843) beschriebenen Intimarupturen unterhalb der Bifurcatio der A. carotis comm. beim Erhängen. Kussmaul (1858) beschreibt sie auch als Doppelriß, Friedberg (1880) in Kombination mit subintimalen Blutungen und Lesser (1881) in einem Fall in anderer Lokalisation, nämlich in der A. maxillaris. Daß diese Form der Gewalteinwirkung in gleicher Weise auch zu Intimazerreißen in der V. jugularis führen kann, konnte Schmidt 1901 zum erstenmal belegen. Bei tiefem Sturz in die umgelegte Schlinge, wie bei der britischen und amerikanischen Justifikation durch den Strang, finden sich sogar — wie sich auch im postmortalen Traktionsversuch zeigen ließ (Saternus et al. 1978) — komplett Rupturen sowohl der A. carotis comm. als auch der V. jugularis. Die Gefäßbeteiligung lag bei 80% der Fälle.

Aber auch bei der mit wenigen Ausnahmen wesentlich milderden Form der Traktion, beim suizidalen Erhängen, findet sich nicht selten eine Beteiligung der A. carotis comm. Die Angaben zur Häufigkeit schwanken zwischen 0,5 und 16% (0,5%, Kleiber et al. 1981; 5%, Reuter 1901; 6,8%, Peham 1894; 9,6%, Saternus 1979; 14%, Lesser 1881; 16%, Laiho et al. 1968). Das heißt also, daß auch bei physiologischerweise auftretenden Kräften, besonders bei einer Traktion, die zur Hyperextension führt, mit Verletzungen der Carotiden zu rechnen ist. Und speziell dieser Mechanismus muß auch für die Reanimationsverletzungen angenommen werden. Denn die Verletzungen der Halsgefäße dürften nicht, wie für die Aorta beschrieben (Voigt 1968; Patterson et al. 1974; Brinkmann 1975; Bodily und

Fischer 1979; Bode und Dietrich 1980; Umbach und Unterdorfer 1980) Folge der extrathorakalen Herzmassage, also direkter Gewalteinwirkung bei instabilem Thorax oder eines mit der Thoraxkompression einhergehenden Druckpulses sein, sondern bei der Lagerung des Patienten und der Hilfestellung zur Intubation entstanden sein. Denn zur Durchführung einer suffizienten Reanimation wird der Bewußtlose in der Regel auf ein vorgefertigtes keilförmiges Kunststoffbrett gelegt. Dieses wird unter den angehobenen Rumpf geschoben, wobei der Hinterkopf in eine speziell dafür vorgesehene Mulde gebracht werden soll. Um den Kopf letztendlich einzupassen, eine Aufgabe, die der begleitende Rettungssanitäter zu übernehmen hat, kann schon einmal kräftig gezogen werden. Daß bei solchen Kräften Verletzungen der Carotiden auftreten können, zeigen auch Befunde nach unsachgemäßen chiropraktischen Behandlungen (Beatty 1977).

Speziell bei der direkten Hilfestellung zur Intubation dürften aber die meisten Verletzungen gesetzt werden. So wird häufig in mißverstandener Übernahme vieler einschlägiger Lehrbuch- und Leitfadendarstellungen der Kopf extrem rekliniert und die Halswirbelsäule maximal überstreckt, oft unter Verstärkung der Lordose durch einen kräftigen Druck von unten. Im Selbstversuch ließ sich zeigen, daß bei einer Lagerung zur notfallmäßigen Intubation durch einen alten und sehr erfahrenen Rettungssanitäter der Kölner Feuerwehr die Lordose bei geöffnetem Mund bis ins Schmerzhafte verstärkt wird. Dies würde um so mehr bei einem Bewußtlosen unter Notfallbedingungen zutreffen müssen. Daß dabei die Hyperextension unter Belastung des Halses im Scheitel der Lordose generell zu einer beträchtlichen Zugbeanspruchung führen kann, belegen die im Gesamtmaterial in 9,2% der Fälle gefundenen retropharyngealen Blutungen, die stets mit einer HWS-Verletzung kombiniert waren.

Literatur

- Adebahr G, Erkrath KD (1981) Direkt und indirekt entstehende Blutungen im Musculus sternocleidomastoideus. Z Rechtsmed 87:41-49
- Agnoli A, Grote E, Schirmer HF, Mulch G (1974) Zur Problematik der traumatischen Arteria-carotis-Thrombose. Dtsch Med Wochenschr 99: 1245-1248
- Amussat JZ (1843) Recherches experimentales sur les blessures des artères et des veines. Résumé des trois mémoires lus à l'Academie Royale des Sciences. Dupont, Paris
- Baumgartner HR (1963) Eine neue Methode zur Erzeugung von Thromben durch gezielte Überdehnung der Gefäßwand. Z Gesamte Exp Med 137:227-247
- Beatty RA (1977) Dissecting hematoma of the internal carotid artery following chiropractic cervical manipulation. J Trauma 17:248-249
- Bode G, Dietrich B (1980) Aortenrupturen als ungewöhnliche Reanimationsverletzung. Z Kardiol 69:858-862
- Bodily K, Fischer RP (1979) Aortic rupture and right ventricular rupture induced by closed chest cardiac massage. Minn Med 62:225-227
- Brinkmann B (1975) Traumatische Aortenrupturen im Hamburger Sektionsmaterial der Jahre 1969-1973. Unfallheilkunde 78:117-128
- Dotzauer G, Adebar G (1964) Trauma und Carotisthrombose. Dtsch Z Gerichtl Med 55: 237-241
- Fischer H, Masel H, Teiner R (1975) Zerebraler Insult am Steuer oder posttraumatische Karotisthrombose. Z Rechtsmed 76:73-80
- Födisch HJ, Kloss K (1966) Thrombotische Verschlüsse im Stromgebiet der Arteria carotis nach stumpfen Schädel-Hals-Traumen. Hefte Unfallheilkd 88:1-48

- Friedberg H (1880) Beiträge zur gerichtlichen Medicin. III. Über ein neues Zeichen des Erwürgungsversuches. *Virchows Arch LXXIX*:409–424
- Hinz P (1968) Vielschichtige Untersuchungsmethoden zur Erfassung pathomorphologischer Sektionsbefunde nach Schleudertraumen der Halswirbelsäule. *Dtsch Z Gerichtl Med* 64: 204–216
- Janssen W (1977) Forensische Histologie. Schmidt-Römhild, Lübeck
- Janssen W, Jaecker O, Erbach A (1968) Zur Unterscheidung von Druck- und Stauungsblutungen in den Halsweichteilen. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 64: 147–157
- Kaeser HE (1955) Einseitige Carotisthrombose nach Strangulation. *Confin Neurol* 15: 369–375
- Kleiber M, Brinkmann B, Koops E, Püschel K (1981) Zur Pathologie des Erhängens unter besonderer Berücksichtigung vitaler Reaktionen. 60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, 15.–19. 9. 1981, Kiel
- Krauland W, Maxeiner H, Siekmann H (1981) Längsrupturen an den Wirbelschlagadern. *Z Rechtsmed* 87: 41–49
- Kussmaul A (1858) Über die Zerreißungen der inneren Häute der Halsarterien bei Gehängten. *Virchows Arch XIII*:60–70
- Laiho K, Isokoski M, Hirvonen J, Ojala K, Marttila A, Tenhu M (1968) Über die Obduktionsbefunde beim Selbstmord durch Erhängen. *Dtsch Z Gerichtl Med* 63: 63–69
- Lesser A (1881) Über die localen Befunde beim Selbstmord durch Erhängen. *Vierteljahresschr Gerichtl Med Öff Sanitätswesen* 3. F XXXV: 201–248
- Maurer P, Scherer H, Mack D (1973) Trauma of the major arteries and veins. A complication in the seriously injured. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 14: 495–501
- Murray DS (1957) Post-traumatic thrombosis of the internal carotid and vertebral arteries after non-penetrating injuries of the neck. *Br J Surg* 44: 556–561
- Patterson RH, Burns WA, Janotta FS (1974) Complications of external cardiac resuscitation: A retrospective review and survey of the literature. *Med Ann DC* 43: 389–394
- Peham H (1894) Über Carotisrupturen beim Tode durch Erhängen. *Vierteljahresschr Gerichtl Med Öff Sanitätswesen* 3. F VIII [Suppl]: 176–191
- Reh H, Haarhoff K (1975) Zum Beweiswert der Stauungs- und Weichteilblutungen beim Erdrosseln und Erwürgen. *Z Rechtsmed* 77: 47–60
- Reuter F (1901) Über die anatomischen Befunde beim Tode durch Erdrosseln und durch Erhängen. *Z Heilkd* 22: 145–172
- Saternus K-S (1979) Die Verletzungen von Halswirbelsäule und von Halsweichteilen. Hippocrates, Stuttgart
- Saternus K-S (1981) Direkte und indirekte Traumatisierung bei der Reanimation. *Z Rechtsmed* 86: 161–174
- Saternus K-S, Meßler H, Palm W (1978) Die knöcherne Verletzung der HWS beim Tod durch Erhängen. *Z Rechtsmed* 82: 55–69
- Schmidt W (1901) Ein Beitrag zur Statistik des Erhängungstodes. Inaugurations-Dissertation, Berlin
- Schneider RC, Lemmen LJ (1952) Traumatic internal carotid artery thrombosis secondary to nonpenetrating injuries to the neck. *J Neurosurg* 9: 495–507
- Solheim K (1979) Common carotid artery aneurysma after blunt trauma. *J Trauma* 19: 707–709
- Umbach P, Unter dorfer H (1980) Massive Organverletzungen durch Reanimationsmaßnahmen. *Beitr Gerichtl Med* 38: 29–32
- Unger SW, Tucker WS, Mrdeza MA, Wellongs HA, Chandler JG (1980) Carotid arterial trauma. *Surgery* 87: 477–487
- Voigt GE (1968) Die Biomechanik stumpfer Brustverletzungen besonders von Thorax, Aorta und Herz. *Hefte Unfallheilkd* 96: 1–115