

Traumatische Aortenruptur nach Sprung vom Dreimeterbrett*

Volkmar Schneider und Hansjürgen Bratzke

Institut für Rechtsmedizin der Freien Universität Berlin, Hittorfstr. 18, D-1000 Berlin 33

Traumatic Rupture of the Aorta After a Jump from the 3-Meter-Board

Summary. Report on a protracted rupture of the aorta in an unusual place (on the diaphragmatic fissure and over the junction of the renal arteries). A 13 years old boy who jumped from the 3-meter-board landed flat on his back in the water. A complete rupture with haemorrhaging in the left thoracic cavity and the para-aortal tissue developed 20h after the accident under clinical observation with non-specific symptoms. Judging by the biomechanical development, the rupture can best be explained as the result of horizontal deceleration. Pathological changes in the aorta wall could not be identified.

Key words: Traumatic rupture of the aorta, unusual localization – Sport accident, rupture of the aorta

Zusammenfassung. Bericht über eine protrahiert verlaufende Aortenruptur an ungewöhnlicher Stelle (am Zwerchfellschlitz sowie knapp oberhalb der Nierenarterienabgänge) bei einem 13jährigen Jungen, der bei einem Sprung vom Dreimeterbrett („Storchensprung“) mit dem Rücken flach auf das Wasser aufgeschlagen war. Unter klinischer Beobachtung war es bei unspezifischer Symptomatik 20 Std. nach dem Unfall zur vollständigen Ruptur mit Verblutung in die linke Brusthöhle und das paraaortale Gewebe gekommen. Vom biomechanischen Ablauf her war die Ruptur am ehesten durch horizontale Dezeleration zu erklären. Krankhafte Wandveränderungen der Aorta konnten nicht nachgewiesen werden.

Schlüsselwörter: Traumatische Aortenruptur, Sportunfall – Sportunfall, Aortenruptur – Aortenruptur

* Herrn Prof. Dr. E. Fritz zum 80. Geburtstag gewidmet

Im gerichtsmmedizinischen Obduktionsgut ist mit einer traumatischen Ruptur der Aorta in etwa 1% der Fälle zu rechnen [33]. Meist handelt es sich dabei um Verkehrsunfallopfer, wobei die Verletzung der Körperschlagader auf eine Dezeleration und Thoraxkontusion zurückzuführen sein dürfte [5, 6, 11, 20, 24, 31—34, 40]. Daneben gibt es aber auch die reine Form des Dezelerationsunfalls (Sturz aus großer Höhe). Dabei wird um so eher eine Ruptur der Aorta auftreten, je kürzer der Bremsweg ist, wie beispielsweise beim Sturz auf den flachen Rücken [39].

Im folgenden soll über einen Fall kurz berichtet werden, der vor einiger Zeit zur Untersuchung gelangte und der im Rahmen des Todesermittlungsverfahrens, insbesondere aber im Hinblick auf die Deutung der bei der Obduktion erhobenen Befunde, eine Reihe von Fragen aufwarf.

An einem Sommertag suchte der 13 Jahre alte Schüler Th. B. gemeinsam mit seinen Eltern und Geschwistern ein Freibad auf. Wie er später angab, sei er gegen 15 Uhr bei einem „Storchensprung“ (das eine Bein wird dabei angezogen, das andere lang ausgestreckt) vom Dreimeterbrett mit dem Rücken auf das Wasser aufgeschlagen. Für den Vorfall selbst gibt es keine Zeugen. Kurz danach habe der Junge über Schmerzen geklagt und sei kreidebleich geworden, auch habe er nicht richtig atmen können. Das Kind ist daraufhin unverzüglich mit der Feuerwehr in ein größeres Krankenhaus gebracht worden. Bei der Aufnahme bestand eine Dyspnoe bei Preßatmung, ferner klagte der Junge über Schmerzen in der Nierengegend. Im rechten Oberbauch wurde bei tiefer Palpation ein Druckschmerz angegeben. Die Röntgenuntersuchung (Thorax und Abdomen) hatte ein negatives Ergebnis, die mehrfachen Puls- und Blutdruckkontrollen lieferten normale Werte. Da die Schmerzen durch Analgetika rasch zu beseitigen waren, wurde das Kind nach vierstündiger Beobachtung wieder nach Hause entlassen mit dem Hinweis, bei einer Verschlechterung sofort wieder das Krankenhaus aufzusuchen. Da der Junge dann in der Nacht weiter über Schmerzen klagte und auch zu krampfen anfing, wurde er erneut in die Klinik gebracht, in der er zuvor auch beobachtet worden war. Die Nieren erwiesen sich jetzt beiderseits als druckempfindlich, die Bauchdecken waren aber weich und tief eindrückbar. Das Kind gab an, daß die Schmerzen bei tiefer Inspiration und bei Betätigung der Bauchpresse erträglicher würden. Die behandelnden Ärzte beschrieben die Atmung als „preßwehenartig“. In diesem Zusammenhang heißt es an einer Stelle in der Krankengeschichte: „Patient richtet durch Bauchmuskulatur den Oberkörper auf.“ Die Kreislaufverhältnisse waren weiterhin stabil, bis dann, 8 Std nach der zweiten Krankenhausaufnahme bzw. 20 Std nach dem Sprung vom Dreimeterbrett, plötzlich ein akuter Herzstillstand auftrat. Es erfolgte sofort eine extrathorakale Herzmassage, und unter Reanimationsmaßnahmen wurden das Abdomen und die linke und rechte Brusthöhle probepunktiert. Dabei konnte aus der linken Thoraxseite hellrotes Blut aspiriert werden. Das Hämoglobin betrug zu diesem Zeitpunkt 5,4 g%, der Hämatokritwert lag bei 15%. Das EKG zeigte eine Asystolie. Bei der daraufhin durchgeführten linksseitigen Notthorakotomie entleerten sich aus der linken Brusthöhle ca. 2—3 l frisches Blut ohne Koagel. Weiter heißt es im Operationsbericht: „Es wurde sofort die mediastinale Pleura eröffnet und die Aorta dargestellt. Dabei kam der total durchgerissene Stumpf der Aorta zum Vorschein. Es handelte sich um das proximale Ende, aus dem allerdings kein Blut austrat. Im Bereich des Zwerchfells und des unteren Mediastinums bestand ein massives Hämatom. Da der andere Stumpf der Aorta nicht gefunden werden konnte und nach distal retrahiert war, mußte das Zwerchfell gespalten und die Aorta unterhalb des Zwerchfells dargestellt werden.“ Die Reanimationsmaßnahmen blieben jedoch erfolglos, so daß sie nach einer Stunde abgebrochen wurden.

Bei der Obduktion waren diese Befunde zu bestätigen. So war die Körperschlagader am Durchtritt durch das Zwerchfell in ganzer Zirkumferenz abgerissen, die umgebenden Weichteile waren dicht blutunterlaufen. Das Brustfell unmittelbar rechts neben der Wirbelsäule war aufgerissen. In der rechten Brusthöhle fanden sich 800 ml flüssiges Blut. Die Körperschlagader war unterhalb des Zwerchfells

auf einer größeren Strecke von der Gefäßhaut völlig abgelöst (skelettiert). Die gesamte Hinterwand des Bauchraumes war außerordentlich dicht blutunterlaufen. An der Rupturstelle erschien die Körperschlagader von innen gesehen ziemlich glattrandig, die Rupturstelle verlief in mehreren flachen Bögen. Des weiteren zeigte die Innenhaut nur ganz geringfügige Intimaspritzer (Abb. 1).

Darüber hinaus war an der Körperschlagader im Bauchenteil, d. h. 6 cm unterhalb der vollständigen Ruptur, eine weitere querverlaufende, alle Wandschichten erfassende Verletzung von ca. 2 cm Länge festzustellen. Diese Ruptur lag unmittelbar oberhalb des Abganges der Nierenschlagadern, mehr zur rechten hinteren Seite hin (Abb. 2).

Bei diesem Sachverhalt bestand kein Zweifel, daß der tödliche Ausgang durch Verbluten in das paraaortale Gewebe, letztlich durch eine massive Blutung in die linke Brusthöhle, eingetreten war, wobei es sich um ein zweizeitiges Geschehen gehandelt hat. Das Ergebnis der histologischen Nachuntersuchung war ebenfalls so zu deuten. Die Blutung in die rechte Brusthöhle dürfte bei dem Versuch, die Aortenstümpfe darzustellen und zu unterbinden, entstanden sein. So konnte auch zunächst nur aus der linken Brusthöhle hellrotes Blut aspiriert werden, ferner fanden sich bei der Röntgenuntersuchung der Brustkorborgane vor dem Eingriff lediglich die Zeichen eines linksseitigen Hämatothorax. Die Frage, inwieweit die intensiven Reanimationsmaßnahmen vor der Notthorakotomie das Ausmaß der später festgestellten Verletzungen möglicherweise mitbedingt haben, blieb aller-

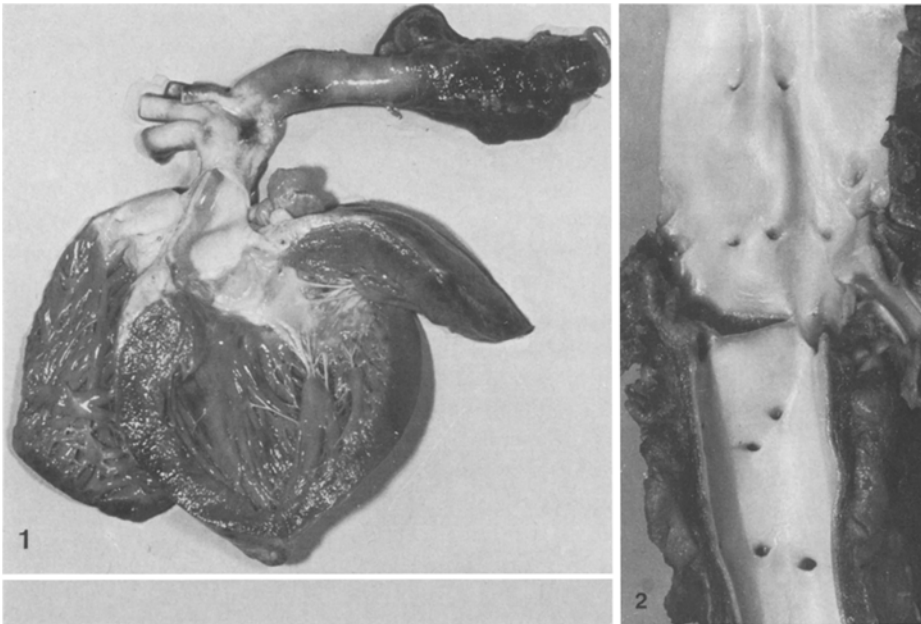


Abb. 1. Vollständiger Abriß der Aorta in Höhe des Zwerchfellschlitzes nach Sprung vom Dreimeterbrett (Storchensprung). Überlebenszeit etwa 20 Std (13 J., m.)

Abb. 2. Aorta abdominalis mit quer verlaufender Ruptur oberhalb der Abgänge der Nierenschlagadern. Keine krankhaften Gefäßwandveränderungen, starke Blutung paraaortal

dings unbeantwortet. Verletzungen der Aorta nach extrathorakalen Herzmassagen, insbesondere bei Kindern mit nachgiebiger vorderer Brustwand, sind durchaus bekannt. Andererseits sind aber auch schon traumatische totale Rupturen der Aorta beschrieben worden, auch solche, die zunächst sogar überlebt worden sind. Unter den von Heinrichs und Schwerd mitgeteilten 47 traumatischen Aortenschädigungen lag 10mal ein kompletter Abriß des Gefäßrohres vor. Zehnder berichtete über den Fall einer traumatischen Ruptur einer gesunden Aorta bei einem 23 Jahre alten Mann mit vollständigem Durchriß des Gefäßes (loco classico) und beachtlicher Retraktion der Stümpfe. Die zum Tode führende „Pleuraapoplexie“ erfolgte erst nach drei Tagen. Es handelte sich um einen Sturz aus ca. 8 m Höhe und Aufschlag mit dem Brustkorb vorn. Nach Hallermann stellen Abrisse der Aorta oder Einrisse ihrer Wandschichten mit der Ausbildung eines Aneurysma dissecans Vorgänge dar, die nur graduell voneinander verschieden sind.

Im Hinblick auf das Unfallgeschehen war zunächst die Frage zu prüfen, ob hier möglicherweise eine Wandschwäche der Aorta vorgelegen hat, die als begünstigender Faktor hätte angesehen werden können. Aus diesem Grunde ist die Aorta an den Rupturstellen und entfernt davon sorgfältig histologisch nachuntersucht worden. Dabei waren allerdings keinerlei Hinweise insbesondere für eine Medianekrose zu gewinnen, auch fanden sich keine Anzeichen für eine stärkere Atherosklerose, und auch entzündliche Veränderungen waren nicht festzustellen. Es lag somit eine mehrzeitig verlaufende, traumatische Aortenruptur vor, ohne erkennbare krankhafte Veränderungen in der Gefäßwand selbst.

Das Unfallgeschehen und die erhobenen Befunde an der Körperschlagader ließen aber noch weitere Verletzungen erwarten, insbesondere am Rücken, da das Kind nach eigenen Angaben nach dem Sprung vom Dreimeterbrett flach mit dem Rücken auf das Wasser aufgekommen sein soll. Zwar waren äußerlich an der Haut Verletzungsspuren nicht zu erkennen. Auf Einschnitten zeigten sich dann aber unterschiedlich dichte Blutunterlaufungen innerhalb der Muskulatur unmittelbar links von der Wirbelsäule in Höhe der Schulterblätter. Hier fand sich auch eine etwa kleinhandtellergröße Ablederungshöhle, aus der 40 ml flüssiges Blut abließ. Bei der schichtweisen Präparation der Rückenmuskulatur stellten sich dann weitere ziemlich dichte Blutungen beiderseits der Wirbelsäule in Höhe des Überganges von der Brust- zur Lendenwirbelsäule dar, ferner über den Dornfortsätzen am Übergang der Hals- zur Brustwirbelsäule. Die Dornfortsätze selbst waren aber fest, und auch sonst erschienen die Wirbel und die Rippen unversehrt. Der Wirbelkanal wurde in typischer Weise von hinten eröffnet; dabei zeigte sich eine außerordentlich dichte Blutung im Rückenmarkssack im Bereich der oberen Brustwirbelsäule. Bei der mikroskopischen Untersuchung waren allerdings Blutungen im Rückenmark selbst nicht zu erkennen, auch bestanden während der Krankenhausbehandlung zu keinem Zeitpunkt Lähmungserscheinungen.

Wie lassen sich nun die beschriebenen Befunde, insbesondere die an der Körperschlagader, deuten? Zunächst sei vorausgeschickt, daß Querrisse an den Gefäßen wie hier eher für eine Zugwirkung sprechen, während Längsrisse an eine Berstung des Gefäßes durch vermehrten Innendruck denken lassen würden [1, 8, 39]. Auf die Spontanrupturen der Aorta soll hier nicht weiter eingegangen werden; hierzu ist an anderer Stelle ausführlich Stellung genommen worden [3].

Der Sitz der beiden beschriebenen Rupturen, d. h. in Höhe des Zwerchfellschlitzes und knapp oberhalb der Abgänge der Nierenschlagadern, ist im Hinblick auf die im Schrifttum publizierten traumatischen Aortenrupturen ungewöhnlich. Am häufigsten rupturieren die Aorten im Bereich des Isthmus, weniger häufig knapp oberhalb der Aortenklappe, meist noch innerhalb des Herzbeutels, unter Ausbildung einer Herzbeutelamponade. Nach den experimentellen Untersuchungen von Oppenheim scheint die typische Rupturstelle der Aorta zugleich ihre schwächste Stelle zu sein. Unter den 275 Fällen einer Aortenruptur nach nicht penetrierenden Traumen sahen Parmley und Mitarb. 124 Rupturen im Isthmusbereich und 64 im Bereich der Aorta ascendens. Des weiteren sollen auch im Isthmusbereich am häufigsten die chronischen traumatischen Pseudoaneurysmen zu sehen sein [15]. Allerdings fand Sevitt unter 37 traumatischen Rupturen der thorakalen Aorta 5 Fälle mit Rupturen oberhalb des Zwerchfells. Diese Fälle betrafen Fußgänger und Motorradfahrer mit lokalen Hyperextensions-Dislokationen der Wirbelsäule. Strassmann sah in 15 von 72 Fällen Verletzungen zwischen Isthmus und Diaphragmaschlitz.

Schlosser führt in anderem Zusammenhang aus, daß die auf den frei im Thorax liegenden Aortenbogen treffende kinetische Energie bevorzugt an den Stellen der Hauptschlagader im Sinne der Wandüberdehnung wirksam wird, wo die Aorta im Thorax fixiert ist. Diese Fixationspunkte befinden sich am Austritt der Aorta aus dem Herzen, am Aortenisthmus, wo der Aortenbogen durch das Ligamentum Botalli gefesselt ist und am Durchtritt der Aorta durch das Zwerchfell im Hiatus aorticus. Der Abriß der Körperschlagader in dem hier vorliegenden Falle in Höhe des Zwerchfellschlitzes könnte durch eine Scherwirkung zu erklären sein, möglicherweise in Verbindung mit einer Knickung der Wirbelsäule, einer Schleuderwirkung des mit Blut gefüllten Gefäßrohres und einer synchronen Pulswelle. Ferner wird man aber auch eine Zugwirkung durch die Nieren über die Nierenschlagadern in Betracht zu ziehen haben, auch im Hinblick auf die knapp oberhalb der Abgänge der Nierenschlagadern festgestellte zweite Rupturstelle. Auf die Bedeutung dieses Mechanismus, allerdings bei direkten stumpfen Gewalteinwirkungen, ist früher schon von Meixner anhand eigener einschlägiger Fälle hingewiesen worden. Eine kritische Würdigung der unterschiedlichen Erklärungsmöglichkeiten findet sich in der Arbeit von Voigt über die Biomechanik stumpfer Brustverletzungen.

Letztlich stellt sich jedoch die Frage nach der Reißfestigkeit der Aorta bzw. ob die gesunde Aorta eines Jugendlichen beim Sturz auf den Rücken überhaupt rupturieren kann. Hilfreich sind bei diesen Überlegungen die Untersuchungen von Zehnder, der nicht nur das einschlägige Schrifttum zusammengestellt, sondern auch mathematisch-physikalische Berechnungen hierzu angestellt hat. Er kommt zu dem Ergebnis, daß beim Sturz auf den flachen Rücken unter der Annahme eines kurzen Bremsweges von etwa 10 cm eine kritische Höhe von 2–5 m anzunehmen ist, damit es durch horizontale Dezeleration zu einer traumatischen Aortenruptur kommen kann. Seine Literaturangaben beziehen sich auf Fälle, in denen noch geringere Fallhöhen zu einer Aortenruptur geführt haben; allerdings lagen dann aber auch krankhafte Wandveränderungen vor. Hallermann beschrieb den Fall eines 57 Jahre alten Mannes, der auf einer Obstschale ausglitt und, um nicht hinzufallen, eine plötzliche ruckartige Bewegung nach hinten

machte. Dabei wurde er von einem hinter ihm gehenden Mann aufgefangen. Es entwickelte sich in der Folgezeit ein Aneurysma dissecans, das dann vier Monate später an einer anderen Stelle durchbrach und über eine Herzbeutelamponade zum Tode führte. Auch hier bestand zuvor eine krankhafte Veränderung im Bereich der Aortenwand.

Eine gewisse Wandschwäche wird man im vorliegenden Falle, auch wenn histologisch hierfür keine Anhaltspunkte zu gewinnen waren, nicht völlig ausschließen können. Festigkeitsuntersuchungen sind nicht durchgeführt worden. Für eine derartige Annahme könnte möglicherweise die Überlegung sprechen, daß eigentlich sehr viel häufiger Verletzungen wie hier gesehen werden müßten, denn „Storchensprünge“ sind bei Jugendlichen außerordentlich beliebt. Und auch in der zugänglichen Literatur war ein Fall dieser Art nicht zu finden. Die vorliegenden Publikationen behandeln meist die verschiedenen Verletzungen nach Kopfsprüngen unter dem Aspekt der zu geringen Wassertiefe [7, 13, 27]. Auf die Gefährlichkeit bestimmter Sprungformen (Seemannssprung, Entensprung, Indianersprung, Schwalbensprung) ist von Klaus nachdrücklich hingewiesen worden.

Auch hier wäre daran zu denken, daß das Kind beim Aufkommen auf die Wasseroberfläche gegen ein Hindernis gestoßen ist (Fuß, Knie eines anderen Schwimmers?). Für diese Annahme könnte die Ablederungshöhle innerhalb der Blutunterlaufung am Rücken sprechen. Von dem diensthabenden Bademeister war lediglich zu erfahren, daß an dem Unfalltag sehr viele Badegäste anwesend waren.

Wenn bei Sprüngen ins Wasser sonst selten Verletzungen auftreten, so liegt dies sicherlich, wie auch Zehnder ausführt, daran, daß beim Eintauchen gewöhnlich ein entsprechender Abbremsweg vorliegt, der beispielsweise bei einem Sprung aus 20 m Höhe 3–4 m betragen kann. Unter diesen Voraussetzungen soll die kritische Schleuderbelastung der Aorta bei Wasserspringern bei Fallhöhen von über 50 m liegen. Diese Bedingungen sind allerdings nicht beim Sturz auf die Wasseroberfläche mit flachem Rücken gegeben. Die Erfahrungen gehen hierbei gerade dahin, daß das Abbremsen des Körpers außerordentlich rasch erfolgt. Bemerkenswert erscheinen in diesem Zusammenhang 3 Fälle unter den 72 von Strassmann beschriebenen Aortenverletzungen, bei denen die Leichen aus dem Wasser stammten, ohne daß jedoch die Umstände näher aufgeklärt werden konnten. Möglicherweise lag auch diesen Aortenrupturen ein Sturz ins Wasser bzw. ein hartes Aufschlagen auf der Wasseroberfläche zugrunde.

Ganz ungewöhnlich ist nun aber eine Ruptur der Aorta ohne vorherige Wandschädigung im Verlauf eines Sportunfalles auch wieder nicht. So hat Letterer über einen 28jährigen Mann berichtet, der 12 Tage nach einem heftigen Absprung vom Barren an einer Aortenruptur gestorben ist. Autoptisch fand sich die linke Halsschlagader am Aortenbogen ausgerissen. Der Tod war letztlich durch Verbluten in die Brusthöhle erfolgt. Ein Zusammenhang mit der Barrenübung durch vertikale Dezeleration wurde angenommen, da auch bei der histologischen Untersuchung krankhafte Aortenveränderungen nicht aufgedeckt werden konnten.

Im Rahmen des Todesermittlungsverfahrens war natürlich von Bedeutung, ob bei der ersten Klinikaufnahme (Beobachtung) das Krankheitsbild hätte richtig erkannt werden müssen und ob bei rechtzeitiger Operation der tödliche Ausgang hätte abgewendet werden können. Dazu war zu sagen, daß das Kind gründlich untersucht worden ist; so sind insbesondere Röntgenaufnahmen des Thorax und

des Abdomens gefertigt worden, ohne daß ein krankhafter Befund zu erheben war. Von klinischer Seite wird im Rahmen der Diagnostik immer wieder auf die Mediastinalverbreiterung hingewiesen. So meinen Jahnke und Mitarb., daß eine solche solange als Aortenruptur anzusehen ist, bis eine andere Ursache gefunden wird. Andererseits schließt bekanntlich eine unauffällige Thoraxaufnahme eine Aortendissektion nicht aus [25, 28]. Im Hinblick auf die besondere Lage der Rupturen im vorliegenden Falle war begreiflicherweise eine Mediastinalverbreiterung typischer Art von vornherein gar nicht zu erwarten. Auch war nicht zu behaupten, daß das Unfallgeschehen als „adäquates Trauma“ im Sinne von Mathias anzusehen war, bei dem zur weiteren Diagnostik eine Aortographie indiziert ist. Andererseits hätte dadurch die richtige Diagnose gestellt werden können. Auch hätte sich durch eine Kontrastmittelfüllung sicher auch die Rupturstelle im Bereich der Bauchaorta dargestellt, von der die Chirurgen erst durch das Ergebnis der Obduktion Kenntnis erlangten. Mehrfache traumatische Verletzungen der Körperschlagader sind durchaus nichts Ungewöhnliches [33]. Nach Diagnosestellung ist eine chirurgische Intervention primär immer in Erwägung zu ziehen. Absolute Indikationen sind rupturierte Aneurysmen sowie eine drohende Ruptur. Ohne Operation liegt die Mortalität bei nahezu 100%, die Operationsletalität konnte auch bei den schwierigen intrathorakalen Aneurysmen auf 15–20% gesenkt werden [20]. Das Schrifttum über erfolgreiche Operationen ist in den letzten Jahren stark angewachsen [2, 11, 12, 26, 29, 30, 35]. Immerhin wird in etwa 15% der Fälle die traumatische Aortenruptur zunächst überlebt und damit operabel [22]. Nach den Ausführungen von Brinkmann [4] ist diese Zahl möglicherweise noch höher anzusetzen. Jedoch steht nach Zehnder der diagnostische Erfolg weit hinter den chirurgischen Möglichkeiten zurück. Auf die Schwierigkeiten der richtigen Diagnosestellung wird immer wieder nachdrücklich hingewiesen [23].

Bei diesem Sachverhalt waren die eingangs gestellten Fragen dahingehend zu beantworten, daß das Kind durch einen rechtzeitigen operativen Eingriff eine Überlebenschance gehabt hätte, daß andererseits den behandelnden Ärzten aber nicht vorzuwerfen war, das Krankheitsbild nicht richtig erkannt zu haben. Das Todesermittlungsverfahren ist daraufhin eingestellt worden.

Literatur

1. Ambrus, C., Klages, U.: Isolierte traumatische Ruptur der Arteria iliaca interna. Z. Rechtsmed. **72**, 68–72 (1973)
2. Bodily, K., et al.: The salvageability of patients with post-traumatic rupture of the descending thoracic aorta in a primary trauma center. J. Trauma **17**, 754–760 (1977)
3. Bratzke, H., Wojahn, H.: Spontane Aortenrupturen aus gerichtsmedizinischer Sicht. Z. Rechtsmed. **79**, 159–182 (1977)
4. Brinkmann, B.: Zur Histomorphologie und Begutachtung zweizeitiger Aortenrupturen. Z. Rechtsmed. **74**, 235–243 (1974)
5. Büttner, H.: Zur traumatischen Ruptur der Brustaorta; einer häufigen Verletzung bei Straßenverkehrsunfällen. Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. **66**, 139–152 (1969)
6. Chesneau, A. M., et al.: Les ruptures aortiques en traumatologie routière. Nouv. Presse Med. **4**, 2713–2717 (1975)
7. Dörfel, E.: Halswirbelverletzungen bei Kopfsprung ins Wasser. Dtsch. Gesundh.-Wes. **9**, 29–33 (1954)

8. Dotzauer, G.: Stumpfes Bauchtrauma. Hefte zur Unfallheilkunde, Heft 107, S. 63—69. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1971
9. Hallermann, W.: Über die versicherungsrechtliche Bedeutung der Aortenrupturen. Aertzl. Sachv. Z. **39**, 1—7 (1933)
10. Heinrichs, L., Schwerd, W.: Traumatische Schädigungen der Aorta. Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. **54**, 192—199 (1963)
11. Jahnke, E. J., Fisher, G. W., Jones, R. C.: Acute traumatic rupture of the thoracic aorta. J. Thor. Cardiovasc. Surg. **48**, 63—77 (1964)
12. Kirsh, M. M., et al.: The treatment of acute traumatic rupture of the aorta: A 10-year experience. Ann. Surg. **184**, 308—316 (1976)
13. Klaus, E. J.: Zusammenbrüche beim Baden, Schwimmen, Tauchen und Wasserspringen. Med. Welt **29/30**, 1493—1498 (1961)
14. Klaus, E. J., Andresen, R.: Über eine tödliche Verletzung der Halswirbelsäule beim Wasserspringen. Dtsch. Med. Wschr. **85**, 1309—1311 (1960)
15. Koury, W. C., Davidson, K. C.: Multiple chronic traumatic pseudoaneurysms of the aorta and great vessels. Radiology **116**, 23—24 (1975)
16. Letterer, E.: Beiträge zur Entstehung der Aortenrupturen an typischer Stelle. Virchows Arch. Path. Anat. **253**, 534—544 (1924)
17. Mathias, K., Beduhn, D., Wenz, W.: Angiographische Befunde bei Aortenverletzungen nach stumpfem Thoraxtrauma. Herz-Kreisl.-Forsch. **8**, 525—530 (1976)
18. Meixner, K.: Einige Fälle von stumpfer Verletzung des Nierenstieles und des Nierenbettes. Beitr. Gerichtl. Med. **9**, 40—46 (1929)
19. Meixner, K.: Zerreißung der Bauchaorta und der linken Nierenschlagader mit ungewöhnlichem Verlauf. Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. **20**, 344—347 (1933)
20. Mörl, H.: Aneurysmen und Aneurysmaruptur. Dtsch. Ärztebl. **75**, 1861—1865 (1978)
21. Oppenheim, F.: Gibt es eine Spontanruptur der gesunden Aorta und wie kommt sie zustande? Münch. Med. Wschr. **65**, 1234—1237 (1918)
22. Parmley, L. F., et al.: Nonpenetrating traumatic injury of the aorta. Circulation **17**, 1086—1101 (1958)
23. Pierucci, G., Fiori, M.: Rotture e aneurismi traumatici dell'aorta. Pathologica **66**, 351—371 (1974)
24. Puijlaert, C. B.: Roentgen diagnosis of traumatic rupture of the aorta. Radiol. Clin. **45**, 217—235 (1976)
25. Roth, F.-J., Beachley, M. C., Ranniger, K.: Die Angiographie beim Aneurysma dissecans der Aorta. Fortschr. Röntgenstr. **121**, 721—728 (1974)
26. Schlosser, V.: Aortenaneurysmen als Folge gedeckter Thoraxtraumen. Med. Welt **29**, 731—735 (1978)
27. Schmidt, E.: Halsmarkschädigung ohne Wirbelluxation oder Wirbelfraktur. Z. Ärztl. Fortb. **53**, 31—33 (1959)
28. Schmitt, H. E., Beck, M.: Die spontane Aortendissektion. Fortschr. Röntgenstr. **126**, 185—192 (1977)
29. Schmitz, W., et al.: Die akute traumatische Ruptur der deszendierenden thorakalen Aorta. Dtsch. Med. Wschr. **97**, 1—4 (1972)
30. Schwartz, M. L., et al.: Post-traumatic aneurysms of the thoracic aorta. Surgery **78**, 589—593 (1975)
31. Sevitt, S.: Traumatic ruptures of the aorta: A clinico-pathological study. Injury **8**, 159—173 (1976)
32. Sevitt, S.: The mechanisms of traumatic ruptures of the thoracic aorta. Br. J. Surg. **64**, 166—173 (1977)
33. Strassmann, G.: Traumatic rupture of the aorta. Am. Heart J. **33**, 508—515 (1947)
34. Thevenet, A.: Les ruptures traumatiques de l'aorte thoracique et leur traitement chirurgical. Ann. Chir. Thorac. Cardio. **14**, 69—79 (1975)
35. Thevenet, A., Mary, H.: Ruptures traumatiques de l'aorte isthmique. Ann. Chir. Thorac. Cardio. **14**, 81—90 (1975)
36. Voigt, G. E.: Die Biomechanik stumpfer Brustverletzungen besonders von Thorax, Aorta und Herz. Hefte zur Unfallheilkunde, Heft 96, S. 81—87. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1968

37. Zehnder, M. A.: Zerreißfestigkeit und Elastizität der Aorta. Schweiz. Med. Wschr. **85**, 203—208 (1955)
38. Zehnder, M. A.: Symptomatologie und Verlauf der Aortenruptur bei geschlossener Thoraxverletzung, an Hand von 12 Fällen. Thoraxchirurgie **8**, 1—46 (1960)
39. Zehnder, M. A.: Unfallmechanismus und Unfallmechanik der Aortenruptur im geschlossenen Thoraxtrauma. Thoraxchirurgie **8**, 47—65 (1960)
40. Zehnder, M. A.: Unfallmechanismen und Unfallmechanik zur traumatischen Aortenruptur. Langenbecks Arch. Chir. **337** (Kongreßbericht 1974), 325—328 (1974)

Eingegangen am 9. Januar 1979