

# **Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie (vaskuläre und endovaskuläre Chirurgie) (DGG)**

## **Stumpfe Aortenverletzung und traumatisches Aortenaneurysma**

Die Verletzung der thorakalen Aorta, deren Prognose trotz aller Fortschritte im Rettungswesen und der Notfallmedizin auch heutzutage noch sehr ungünstig ist, stellt eine vergleichsweise seltene Erkrankung im gefäßchirurgischen Alltag dar. Dabei wird die Diagnose und Therapie bei den eher jungen Patienten durch die oftmals dramatischen Begleitumstände beeinflusst und ein interdisziplinäres Vorgehen meistens erforderlich.

### Definition, Lokalisation und Pathogenese

Bei der thorakalen Aortenverletzung handelt es sich um einen unterschiedlich tiefen Einriss der Gefäßwand. Es werden Verletzungen der Intima im Sinne einer lokal umschriebenen Dissektion, sowie der Media mit Ausbildung eines Wandhämatoms von Läsionen unterschieden, die sich bis in die Adventitia erstrecken. Dabei kann es zur Ausbildung eines Pseudoaneurysmas als Ausdruck einer gedeckten Ruptur oder auch zu einer kompletten Durchtrennung („transection“) der Aortenwand kommen.

Die Läsion findet sich typischerweise im Bereich des Aortenisthmus distal des Abgangs der A. subclavia sinistra<sup>1</sup>. Der Aortenbogen oder Abschnitte der Aorta thoracica descendens sind nur selten (<10%) betroffen.

Für dieses Verletzungsmuster werden unterschiedliche pathophysiologische Mechanismen verantwortlich gemacht<sup>2,3</sup>. Zum einen können eine plötzliche Überdehnung des lokal fixierten Aortenisthmus und auch die Quetschung zwischen Brustbein und Wirbelsäule zur Aortenverletzung führen. Zum anderen wird ursächlich ein „water-hammer“-Effekt im Sinne eines intravasalen Druckanstiegs in Folge einer plötzlichen Gefäßokklusion, z.B. durch Kompression des Abdomens, diskutiert.

### Inzidenz, Unfallmechanismen, Begleitverletzungen und Symptome

Die genaue Zahl an thorakalen Aortenverletzungen ist in Anbetracht der primär letalen Verläufe unbekannt. Aber weniger als 0,5% aller posttraumatischen stationären Aufnahmen sind darauf zurückzuführen<sup>4</sup>.

Einzelne Trauma-Zentren sind jährlich etwa mit 2-3 solcher Fälle konfrontiert<sup>5</sup>, die überwiegend im Rahmen eines stumpfen Thoraxtraumas, insbesondere bei Verkehrsunfällen auftreten und sowohl Insassen, als auch Fußgänger betreffen<sup>6,7</sup>. Aber auch Stürze aus großer Höhe und seltener penetrierende Verletzung sind als Unfallursache zu berücksichtigen<sup>8</sup>. Nach Ergebnissen von Autopsiestudien ist allein die Aortenruptur für 20-30% aller Verkehrsunfälle mit tödlichem Ausgang verantwortlich<sup>9</sup>, deren Inzidenz in der Vergangenheit konstant geblieben ist<sup>10</sup>.

Mehr als 2/3 der verunfallten Patienten weisen neben weiteren thorakalen Verletzungen (knöchern, parenchymatös) zusätzlich auch schwere abdominelle oder intracranielle Begleitverletzungen auf<sup>11</sup>.

Charakteristische klinische Zeichen für das Vorliegen einer Aortenverletzung sind eine Kreislaufinstabilität, die nicht anderweitig ausreichend erklärt werden kann, ein Hämatothorax und Blutdruckunterschiede zwischen oberer und unterer Körperhälfte

### Spontanverlauf

Eine komplette Aortenruptur ist in der Regel mit einem letalen Ausgang durch Verbluten innerhalb kürzester Zeit verbunden.

Unter den Patienten, die das Krankenhaus lebend erreichen (ca. 10-15%), versterben je nach Gesamtsituation und Ausmaß der Begleitverletzungen weitere 30-60 % bevor, oder während Reanimations- und chirurgische Maßnahmen ergriffen wurden<sup>12</sup>. Liegen allerdings stabile Kreislaufverhältnisse vor und es damit angenommen werden kann, dass insbesondere die Adventitia der Aorta intakt geblieben ist, so scheint das Risiko für eine sekundäre und letale Ruptur niedriger zu sein, als früher mit 1%/Stunde angenommen<sup>13</sup>. Dieses beträgt eher etwa 5% in der ersten Woche nach dem Unfall, sofern eine effektive, konservative Therapie mittels antihypertensiver Medikation (s.u.) erfolgt<sup>14,15</sup>. Abgesehen von einem so genannten Pseudo-Coarctatio-Syndrom mit konsekutivem Druckanstieg sind bei den wenigen klinischen Studien zur Beurteilung des Spontanverlaufes keine weiteren Kriterien identifiziert worden, die eine erhöhte sekundäre Rupturgefahr anzeigen<sup>16</sup>.

Offensichtlich stellen die Patienten, die primär das Trauma und die anschließenden Tage überleben eine selektionierte Gruppe dar, die aufgrund einer limitierten Aortenläsion und

weniger gravierenden Begleitverletzungen eine relativ günstigere Prognose hat. Der spätere Verlauf ist dann in jeweils der Hälfte der Patienten durch die Entwicklung von Pseudoaneurysmen, oder aber auch durch eine komplette Resolution geprägt. Posttraumatische aortobronchiale oder -ösophageale Fisteln sind als Rarität beschrieben worden <sup>17, 18</sup>.

### Diagnostik

Als Screening-Methode zum Ausschluss einer thorakalen Aortenverletzung ist die Durchführung einer konventionellen Röntgen-Thorax Aufnahme prinzipiell geeignet, da in nahezu allen Fällen ein mediastinales Hämatom vorliegt. Ein normales Röntgen-Thorax Bild hat daher einen negativ prädiktiven Wert von 98%. Die Spezifität eines pathologischen Röntgenbefundes mit einem verbreiterten Mediastinum beträgt jedoch nur 10-45% <sup>19</sup>, da auch andere intrathorakale Verletzungen mit nicht-aortalen Blutungsquellen einen solchen Befund verursachen können. Die Diagnose einer thorakalen Aortenverletzung muss somit durch andere Verfahren gesichert werden.

Die Sensitivität der intraarteriellen Angiographie <sup>20</sup>, die lange Zeit als Referenzmethode zur Diagnose von Aortenverletzungen galt und mit der sowohl intimale Flaps, transmurale Läsionen mit Ausbildung von Pseudoaneurysmen, als auch freie Paravaste gut dargestellt werden können, erreicht nahezu 100%. Falsch positive Befunde (ca. 1%) ergeben sich aus anatomischen Varianten oder atheromatösen Veränderungen der Aorta, was möglicherweise zu einer unnötigen gefäßchirurgischen Therapie, aber vor allem dann auch zu einer erst verzögerte Behandlung von Begleitverletzungen führen kann.

Heutzutage kommt die Angiographie allerdings nicht mehr primär als diagnostisches Verfahren zum Einsatz, sondern dient im Wesentlichen der Überprüfung von unklaren Befunden, die bei kontrastmittelverstärkten Spiral-CT Untersuchungen von Thorax und Abdomen erhoben wurden <sup>21</sup>.

Die CT hat den Vorteil der geringen Invasivität und logistischen Aufwandes bei ähnlich guten Detektionsparametern und der zusätzlichen Möglichkeit zur Diagnose anderer Organverletzungen. Bei Patienten nach stumpfem Thoraxtrauma, deren Unfallhergang oder klinische Zeichen bzw. Begleitverletzungen, (z. B Hautemphysem, Fraktur des Brustbeins oder 1. Rippe, instabiler Thorax, Hämatothorax) das Vorliegen einer assoziierten Aortenläsion

möglich erscheinen lässt, ist daher eine sofortige CT-Untersuchung sowohl im Sinne des Screenings, als auch zur Diagnosesicherung indiziert.

Durch kardiale und respiratorische Bewegungsartefakte kann die Aussagekraft der CT insbesondere im Bereich der Aorta ascendens und des Aortenbogens eingeschränkt sein. Zur Beurteilung dieser Region stellt die transösophageale Echokardiographie eine hilfreiche diagnostische Ergänzung mit hoher Sensitivität und Spezifität dar<sup>22, 23</sup>. Diese Methode erreicht ihre Grenzen bei der Beurteilung der weiter distalen, retrokardialen Abschnitte der Aorta descendens.

Insgesamt werden bei polytraumatisierten Patienten mit Hilfe der modernen CT-Techniken mit entsprechend hoher Auflösung morphologisch diskrete und klinisch asymptotische Aortenverletzungen immer häufiger festgestellt, die früher der Diagnose entgangen wären. Deren Relevanz und Behandlungsbedürftigkeit bleibt aber noch unklar.

## Therapie

### 1. Konservativ

Die konservative Behandlung einer Aortenverletzung besteht neben allgemein supportiven Maßnahmen speziell in einer antihypertensive Medikation<sup>14, 15, 24-26</sup>. Durch Gabe von  $\beta$ -Blockern und Vasodilatoren soll der systolische Blutdruck auf unter 120 mmHg bzw. der mittlerer arterielle Druck auf unter 80 mmHg gesenkt werden. Dadurch lässt sich das Rupturrisiko signifikant erniedrigen und liegt bei ca. 5% innerhalb von 72 Stunden nach dem Ereignis. Danach ist eine akute Gefährdung durch Ruptur kaum noch gegeben. Um jedoch Veränderungen in der Gefäßmorphologie, die einer Ruptur vorausgehen können, frühzeitig zu erfassen, wird die Durchführung einer Kontroll-CT alle 48 Stunden innerhalb der ersten Woche empfohlen<sup>26</sup>.

Nach einem stumpfen Thoraxtrauma steht bei ca. 20% der Patienten aufgrund der Begleitverletzungen ohnehin eine kritische hämodynamische oder neurologische Situation im Vordergrund und erfordert oftmals eine direkte Intervention durch Laparotomie oder Neurochirurgie<sup>26, 27</sup>. Damit wird die operative Versorgung einer gleichzeitig vorliegenden Aortenverletzung zwangsläufig verzögert. Ansonsten sollte bei der Entscheidung über die Art des Vorgehens das Risiko einer sekundären Aortenruptur unter medikamentöser Therapie gegen das der operativen Therapie abgewogen werden<sup>5</sup>.

## 2. Konventionell chirurgisch

Die Indikation zur generellen, notfallmäßigen Versorgung von posttraumatischen Aortenläsionen wurde durch die traditionell angenommene, äußerst hohe Rate an frühen Rupturen begründet. Bei der dann durchgeführten konventionellen, transthorakalen Operation wird die Aorta im Regelfall durch Protheseninterposition, seltener durch direkte Naht repariert. Die perioperative Sterblichkeit liegt allerdings bei bis zu über 50% und wird vor allem durch die hämodynamische Situation und den Allgemeinzustand des Patienten (Alter, Begleiterkrankungen, Begleitverletzungen) zum Operationszeitpunkt beeinflusst<sup>28-33</sup>. Prinzipiell werden zwei unterschiedliche Operationsstrategien voneinander unterschieden. Bei der Clamp-and-sew Technik wird eine Gefäßprothese nach proximaler und distaler Aortenabklemmung direkt anastomosiert. Als schwerste neurologische Komplikation ist hier die Paraplegie zu nennen, deren Häufigkeit abhängig von der Dauer der spinalen Ischämie während der Perfusionsunterbrechung ist und damit bei Abklemmzeiten von > 30 Minuten signifikant steigt<sup>34</sup>.

Andererseits sind Techniken entwickelt worden, um die distale Aortenperfusion während der Abklemmphase aufrecht zu erhalten (kardiopulmonaler Bypass, Einlage eines Gott-Shunt, extrakorporale Pumpen-Oxygenation). Dem Vorteil der kardialen Nachlastsenkung und spinalen Protektion steht die notwendige systemische Heparinisierung gegenüber, die bei den polytraumatisierten Patienten zu schweren, teils letalen Blutungskomplikationen führen können.

Auch durch Metaanalysen der vorliegenden Literatur kann keine Entscheidung über das beste offene chirurgische Verfahren getroffen werden. Die angegebenen Paraplegieraten schwanken zwischen 3 und 25%<sup>28, 29</sup>.

## 3. Endovaskulär

Nach der erfolgreichen Versorgung anderer Erkrankungen der thorakalen Aorta (Aneurysmen, Dissektionen) durch die Implantation von Endo-Stent Prothesen, ist dieses Verfahren auch zunehmend bei der Behandlung von Aortenrupturen zum Einsatz gekommen<sup>35-51</sup>. Die ansonsten notwendige Thorakotomie, einseitige Lungenbeatmung, Aortenabklemmung und auch Heparinisierung<sup>36, 52, 53</sup> kann dadurch vermieden werden, was mit einer deutlich günstigeren Mortalitätsrate von < 10% (unter Berücksichtigung von Begleitverletzungen) verbunden ist<sup>40, 54, 55</sup>. Darüberhinaus sind postoperative Paraplegien beim endovaskulären Vorgehen fast nicht mehr beobachtet worden<sup>39</sup>. Dieses erklärt sich aus der fehlenden Ischämiezeit, stabileren intraoperativen Kreislaufverhältnissen und der meistens

nur kurzen, zu überdeckenden Verletzung, so dass wichtige spinale Kollateralen geschont werden.

Durch die Nähe der typischen Aortenläsion zum Abgang der A. subclavia links (ca. 2 cm distal) kann es notwendig sein, deren Abgang auch zu überstenten<sup>47-49, 56-61</sup>. Nur in 10-30% der Patienten treten im Verlauf belastungsabhängige Beschwerden am Arm oder auch vertebrobasiläre Symptome auf, die dann einer Revaskularisation bedürfen<sup>62</sup>. In Anbetracht der mit einem solchen Eingriff verbundenen Morbidität und Mortalität ist dieser als regelhafte prophylaktische Maßnahme nicht gerechtfertigt<sup>63</sup>, sollte aber bei anatomischen Besonderheiten, oder auch nach kardialer Revaskularisation mittels A. mammaria erwogen werden<sup>64</sup>.

Bei den betroffenen, vergleichsweise jüngeren Patienten können der oftmals spitzwinklige Aortenbogen und der kleinen Durchmesser der ansonsten gesunden Aorta im Bereich der proximalen Verankerungszone (durchschnittlich 23 mm) Probleme für eine erfolgreiche Endo-Stent Platzierung darstellen<sup>55</sup>. Der Kollaps eines überdimensionierten und im Scheitelpunkt der Aorta nicht komplett frei gesetzten Stents ist wiederholt beschrieben worden<sup>65, 66</sup>.

Langzeiterfahrungen nach der Implantation von Endo-Stent Prothesen in diesem speziellen Patientengut liegen naturgemäß noch nicht vor, wobei die schlechte Gesamtprognose und schwierige Nachverfolgung des einzelnen Patienten die Beurteilung beeinflussen können.

#### 4. Methodenvergleich

Die bislang publizierten Studien, die das offene mit einem endovaskulären Vorgehen vergleichen<sup>54, 67-70</sup>, umfassen nur relativ kleine Patientenzahlen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass insbesondere bei der konventionellen Technik Patienten über Jahrzehnte zusammengefasst worden sind und innerhalb dieser historischen Kohorten diverse operative Techniken angewandt worden waren. Zudem unterscheiden sie sich meistens bezüglich des Operationszeitpunktes von den endovaskulär versorgten Patienten, die vielfach erst mit einer deutlichen Latenz zum Trauma, dann unter stabilen Kreislaufverhältnissen operiert worden waren. Ein direkter Methodenvergleich ist somit nur eingeschränkt möglich. Allerdings weist das endovaskuläre Vorgehen durch die erniedrigte Sterblichkeits- und Paraplegierate eindeutige Vorteile auf<sup>38</sup>, als dass eine klärende, randomisierte Studie ethisch nur schwer zu rechtfertigen wäre.

Unter Berücksichtigung des auch günstigeren Spontanverlaufes ist das konventionelle operative Vorgehen daher heutzutage nur für die Einzelfälle vorbehalten, bei denen ein

sofortiges Handeln durch Aortenabklemmung erforderlich scheint und endovaskuläre Techniken nicht zur Verfügung stehen. Gerade diese Patienten haben aber sicher auch die schlechteste Prognose.

Ansonsten ist eher die Implantation einer Endostent-Prothese zur Versorgung eines stumpfen Aortentraumas vorzuziehen<sup>53</sup>.

### 5. Operationszeitpunkt

Die Prognose vom polytraumatisierten Patienten ist durch das Ausmaß der Begleitverletzungen<sup>12,71</sup>, nicht durch die Aortenläsion allein determiniert, deren operative Versorgung primär sogar als kontraindiziert angesehen wird, wenn gleichzeitig eine schwere Schädigung des zentralen Nervensystems (z.B. intracerebrale Blutung), eine erhebliche respiratorische Insuffizienz (z.B. durch Lungenkontusion), eine Kreislaufinstabilität mit notwendiger medikamentöser Unterstützung, Gerinnungsstörungen, ausgedehnte Verbrennungen oder Zeichen einer Sepsis bestehen<sup>25</sup>. Patienten, bei denen aus solchen Gründen die Aortenverletzung zunächst konservativ behandelt worden war, wiesen einen günstigen Verlauf mit auch über Wochen nur äußerst selten beobachteten freien Rupturen auf<sup>71,72</sup>. Die Aortenreparatur kann daher nach primärer Stabilisation des Patienten und Versorgung von lebensbedrohlichen Begleitverletzungen und unter der Voraussetzung einer effektiven, antihypertensiven Therapie sowie regelmäßigen CT-Kontrolluntersuchungen im Intervall durchgeführt werden, ohne dass das Risiko für eine sekundäre Ruptur unverhältnismäßig steigt<sup>70,73,74</sup>.

Allein in den Fällen eines isolierten Aortentraumas ohne Begleitverletzungen wäre eine schnellstmögliche gefäßchirurgische Intervention angezeigt, um das Mortalitätsrisiko, das sich dann nur aus der Gefahr einer potentiellen Aortenruptur ergibt, zu minimieren<sup>75</sup>.

### Zusammenfassung

Das stumpfe thorakale Aortentrauma, meistens als Folge eines Verkehrsunfalls, ist insgesamt selten, aber prognostisch ungünstig, sofern eine komplette Ruptur vorliegt. Für eine erfolgreiche Behandlung ist es erforderlich, dass bei polytraumatisierten Patienten mit einem entsprechenden Unfallmechanismus das Vorliegen dieser Verletzung überhaupt in Betracht gezogen wird. Die Diagnose wird dann durch ein KM-verstärktes CT gestellt.

Patienten, die den Unfall primär überleben, sind vor allem durch Begleitverletzungen gefährdet, die mit Priorität behandelt werden sollten. Im weiteren Verlauf ist das Risiko einer

freien Ruptur unter antihypertensiver Medikation kleiner, als die Sterblichkeit einer notfallmäßigen konventionellen Operation bei instabilen Kreislaufverhältnissen. Insofern ist es vertretbar, die definitive Versorgung der Aortenverletzung bis zum Abschluss der Diagnostik und primären Stabilisation aufzuschieben und dann unter besten Bedingungen ein endovaskuläres Vorgehen zu wählen, das im Vergleich zur transthorakalen Operation mit einer deutlich geringeren Mortalitäts- und Paraplegierate vergesellschaftet ist.

#### Literatur

1. Kodali S, Jamieson WR, Leia-Stephens M, et al. Traumatic rupture of the thoracic aorta. A 20-year review: 1969-1989. *Circulation* 1991; 84(5 Suppl):III40-6.
2. Baque P, Serre T, Cheynel N, et al. An experimental cadaveric study for a better understanding of blunt traumatic aortic rupture. *J Trauma* 2006; 61(3):586-91.
3. Richens D, Kotidis K, Neale M, et al. Rupture of the aorta following road traffic accidents in the United Kingdom 1992-1999. The results of the co-operative crash injury study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003; 23(2):143-8.
4. Clancy TV, Gary Maxwell J, Covington DL, et al. A statewide analysis of level I and II trauma centers for patients with major injuries. *J Trauma* 2001; 51(2):346-51.
5. Gammie JS, Shah AS, Hattler BG, et al. Traumatic aortic rupture: diagnosis and management. *Ann Thorac Surg* 1998; 66(4):1295-300.
6. Burkhart HM, Gomez GA, Jacobson LE, et al. Fatal blunt aortic injuries: a review of 242 autopsy cases. *J Trauma* 2001; 50(1):113-5.
7. Feczko JD, Lynch L, Pless JE, et al. An autopsy case review of 142 nonpenetrating (blunt) injuries of the aorta. *J Trauma* 1992; 33(6):846-9.
8. Dosios TJ, Salemis N, Angouras D, Nonas E. Blunt and penetrating trauma of the thoracic aorta and aortic arch branches: an autopsy study. *J Trauma* 2000; 49(4):696-703.
9. Williams JS, Graff JA, Uku JM, Steinig JP. Aortic injury in vehicular trauma. *Ann Thorac Surg* 1994; 57(3):726-30.
10. Schulman CI, Carvajal D, Lopez PP, et al. Incidence and crash mechanisms of aortic injury during the past decade. *J Trauma* 2007; 62(3):664-7.
11. Wicky S, Wintermark M, Schnyder P, et al. Imaging of blunt chest trauma. *Eur Radiol* 2000; 10(10):1524-38.



12. Cowley RA, Turney SZ, Hankins JR, et al. Rupture of thoracic aorta caused by blunt trauma. A fifteen-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100(5):652-60; discussion 660-1.
13. Parmley LF, Mattingly TW, Manion WC, Jahnke EJ, Jr. Nonpenetrating traumatic injury of the aorta. *Circulation* 1958; 17(6):1086-101.
14. Fabian TC, Richardson JD, Croce MA, et al. Prospective study of blunt aortic injury: Multicenter Trial of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma* 1997; 42(3):374-80; discussion 380-3.
15. Pate JW, Fabian TC, Walker W. Traumatic rupture of the aortic isthmus: an emergency? *World J Surg* 1995; 19(1):119-25; discussion 125-6.
16. Clark DE, Zeiger MA, Wallace KL, et al. Blunt aortic trauma: signs of high risk. *J Trauma* 1990; 30(6):701-5.
17. Frykberg ER, Crump JM, Dennis JW, et al. Nonoperative observation of clinically occult arterial injuries: a prospective evaluation. *Surgery* 1991; 109(1):85-96.
18. Chughtai TS, Sheiner NM. Successful repair of aorto-esophageal fistula secondary to traumatic pseudoaneurysm. *Ann Thorac Surg* 1998; 66(3):936-8.
19. Scaglione M, Pinto A, Pinto F, et al. Role of contrast-enhanced helical CT in the evaluation of acute thoracic aortic injuries after blunt chest trauma. *Eur Radiol* 2001; 11(12):2444-8.
20. Chen MY, Regan JD, D'Amore MJ, et al. Role of angiography in the detection of aortic branch vessel injury after blunt thoracic trauma. *J Trauma* 2001; 51(6):1166-71; discussion 1172.
21. Patel NH, Stephens KE, Jr., Mirvis SE, et al. Imaging of acute thoracic aortic injury due to blunt trauma: a review. *Radiology* 1998; 209(2):335-48.
22. Smith MD, Cassidy JM, Souther S, et al. Transesophageal echocardiography in the diagnosis of traumatic rupture of the aorta. *N Engl J Med* 1995; 332(6):356-62.
23. Saletta S, Lederman E, Fein S, et al. Transesophageal echocardiography for the initial evaluation of the widened mediastinum in trauma patients. *J Trauma* 1995; 39(1):137-41; discussion 141-2.
24. Walker WA, Pate JW. Medical management of acute traumatic rupture of the aorta. *Ann Thorac Surg* 1990; 50(6):965-7.
25. Maggisano R, Nathens A, Alexandrova NA, et al. Traumatic rupture of the thoracic aorta: should one always operate immediately? *Ann Vasc Surg* 1995; 9(1):44-52.

26. Holmes JHt, Bloch RD, Hall RA, et al. Natural history of traumatic rupture of the thoracic aorta managed nonoperatively: a longitudinal analysis. *Ann Thorac Surg* 2002; 73(4):1149-54.
27. Borman KR, Aurbakken CM, Weigelt JA. Treatment priorities in combined blunt abdominal and aortic trauma. *Am J Surg* 1982; 144(6):728-32.
28. von Oppell UO, Dunne TT, De Groot MK, Zilla P. Traumatic aortic rupture: twenty-year metaanalysis of mortality and risk of paraplegia. *Ann Thorac Surg* 1994; 58(2):585-93.
29. Attar S, Cardarelli MG, Downing SW, et al. Traumatic aortic rupture: recent outcome with regard to neurologic deficit. *Ann Thorac Surg* 1999; 67(4):959-64; discussion 964-5.
30. Jahromi AS, Kazemi K, Safar HA, et al. Traumatic rupture of the thoracic aorta: cohort study and systematic review. *J Vasc Surg* 2001; 34(6):1029-34.
31. Razzouk AJ, Gundry SR, Wang N, et al. Repair of traumatic aortic rupture: a 25-year experience. *Arch Surg* 2000; 135(8):913-8; discussion 919.
32. Tatou E, Steinmetz E, Jazayeri S, et al. Surgical outcome of traumatic rupture of the thoracic aorta. *Ann Thorac Surg* 2000; 69(1):70-3.
33. Galli R, Pacini D, Di Bartolomeo R, et al. Surgical indications and timing of repair of traumatic ruptures of the thoracic aorta. *Ann Thorac Surg* 1998; 65(2):461-4.
34. Nocolosi AC, Almassi GH, Bousamra M, 2nd, et al. Mortality and neurologic morbidity after repair of traumatic aortic disruption. *Ann Thorac Surg* 1996; 61(3):875-8.
35. Uzieblo M, Sanchez LA, Rubin BG, et al. Endovascular repair of traumatic descending thoracic aortic disruptions: should endovascular therapy become the gold standard? *Vasc Endovascular Surg* 2004; 38(4):331-7.
36. Peterson BG, Matsumura JS, Morasch MD, et al. Percutaneous endovascular repair of blunt thoracic aortic transection. *J Trauma* 2005; 59(5):1062-5.
37. Lawlor DK, Ott M, Forbes TL, et al. Endovascular management of traumatic thoracic aortic injuries. *Can J Surg* 2005; 48(4):293-7.
38. Orend KH, Pamler R, Kapfer X, et al. Endovascular repair of traumatic descending aortic transection. *J Endovasc Ther* 2002; 9(5):573-8.
39. Melnitchouk S, Pfammatter T, Kadner A, et al. Emergency stent-graft placement for hemorrhage control in acute thoracic aortic rupture. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 2004; 25(6):1032-1038.

40. Wellons ED, Milner R, Solis M, et al. Stent-graft repair of traumatic thoracic aortic disruptions. *J Vasc Surg* 2004; 40(6):1095-100.
41. Marty-Ane CH, Berthet JP, Branchereau P, et al. Endovascular repair for acute traumatic rupture of the thoracic aorta. *Ann Thorac Surg* 2003; 75(6):1803-7.
42. Sam A, 2nd, Kibbe M, Matsumura J, Eskandari MK. Blunt traumatic aortic transection: endoluminal repair with commercially available aortic cuffs. *J Vasc Surg* 2003; 38(5):1132-5.
43. Kwok PC, Ho KK, Chung TK, et al. Emergency aortic stent grafting for traumatic rupture of the thoracic aorta. *Hong Kong Med J* 2003; 9(6):435-40.
44. Morishita K, Kurimoto Y, Kawaharada N, et al. Descending thoracic aortic rupture: role of endovascular stent-grafting. *Ann Thorac Surg* 2004; 78(5):1630-4.
45. Iannelli G, Piscione F, Di Tommaso L, et al. Thoracic aortic emergencies: impact of endovascular surgery. *Ann Thorac Surg* 2004; 77(2):591-6.
46. Iyer VS, Mackenzie KS, Tse LW, et al. Early outcomes after elective and emergent endovascular repair of the thoracic aorta. *J Vasc Surg* 2006; 43(4):677-83.
47. Orford VP, Atkinson NR, Thomson K, et al. Blunt traumatic aortic transection: the endovascular experience. *Ann Thorac Surg* 2003; 75(1):106-11; discussion 111-2.
48. Gan JP, Campbell WA. Immediate endovascular stent graft repair of acute thoracic aortic rupture due to blunt trauma. *J Trauma* 2002; 52(1):154-7.
49. Gaines PA, Gerrard DJ, Reidy JF, et al. The endovascular management of thoracic aortic disease -- some controversial issues. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23(2):162-4.
50. Gawenda M, Landwehr P, Brunkwall J. Stent-graft replacement of chronic traumatic aneurysm of the thoracic aorta after blunt chest trauma. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2002; 43(5):705-9.
51. Bent C, Matson M, Renfrew I, et al. Traumatic injury of the thoracic aorta - an endovascular approach. *Brit J Surg* 2006; 93(Suppl 1):95-100.
52. Lachat M, Pfammatter T, Witzke H, et al. Acute traumatic aortic rupture: early stent-graft repair. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21(6):959-63.
53. Hoornweg LL, Dinkelman MK, Goslings JC, et al. Endovascular management of traumatic ruptures of the thoracic aorta: A retrospective multicenter analysis of 28 cases in The Netherlands. *Journal of Vascular Surgery* 2006; 43(6):1096-1102.
54. Amabile P, Collart F, Gariboldi V, et al. Surgical versus endovascular treatment of traumatic thoracic aortic rupture. *Journal of Vascular Surgery* 2004; 40(5):873-879.

55. Neschis DG, Moaine S, Gutta R, et al. Twenty consecutive cases of endograft repair of traumatic aortic disruption: lessons learned. *J Vasc Surg* 2007; 45(3):487-92.
56. Gorich J, Asquan Y, Seifarth H, et al. Initial experience with intentional stent-graft coverage of the subclavian artery during endovascular thoracic aortic repairs. *J Endovasc Ther* 2002; 9 Suppl 2:II39-43.
57. Rehders TC, Petzsch M, Ince H, et al. Intentional occlusion of the left subclavian artery during stent-graft implantation in the thoracic aorta: risk and relevance. *J Endovasc Ther* 2004; 11(6):659-66.
58. Tiesenhausen K, Hausegger KA, Oberwalder P, et al. Left subclavian artery management in endovascular repair of thoracic aortic aneurysms and aortic dissections. *J Card Surg* 2003; 18(5):429-35.
59. Hausegger KA, Oberwalder P, Tiesenhausen K, et al. Intentional left subclavian artery occlusion by thoracic aortic stent-grafts without surgical transposition. *J Endovasc Ther* 2001; 8(5):472-6.
60. Peterson BG, Eskandari MK, Gleason TG, Morasch MD. Utility of left subclavian artery revascularization in association with endoluminal repair of acute and chronic thoracic aortic pathology. *J Vasc Surg* 2006; 43(3):433-9.
61. Kaya A, Heijmen RH, Overtoom TT, et al. Thoracic Stent Grafting for Acute Aortic Pathology. *The Annals of Thoracic Surgery* 2006; 82(2):560-565.
62. Riesenman PJ, Farber MA, Mendes RR, et al. Coverage of the left subclavian artery during thoracic endovascular aortic repair. *J Vasc Surg* 2007; 45(1):90-4; discussion 94-5.
63. Weigang E, Luehr M, Harloff A, et al. Incidence of neurological complications following overstenting of the left subclavian artery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31(4):628-36.
64. Mangialardi N, Costa P, Serrao E, et al. Aortic arch aneurysm and patent left internal mammary artery: technique of transposition of supra-aortic vessels and embolization of the subclavian artery. *Vascular* 2005; 13(5):298-300.
65. Idu MM, Reekers JA, Balm R, et al. Collapse of a stent-graft following treatment of a traumatic thoracic aortic rupture. *J Endovasc Ther* 2005; 12(4):503-7.
66. Steinbauer MG, Stehr A, Pfister K, et al. Endovascular repair of proximal endograft collapse after treatment for thoracic aortic disease. *J Vasc Surg* 2006; 43(3):609-12.

67. Andrassy J, Weidenhagen R, Meimarakis G, et al. Stent versus open surgery for acute and chronic traumatic injury of the thoracic aorta: a single-center experience. *J Trauma* 2006; 60(4):765-71; discussion 771-2.
68. Lebl DR, Dicker RA, Spain DA, Brundage SI. Dramatic Shift in the Primary Management of Traumatic Thoracic Aortic Rupture. *Arch Surg* 2006; 141(2):177-180.
69. Ott MC, Stewart TC, Lawlor DK, et al. Management of blunt thoracic aortic injuries: endovascular stents versus open repair. *J Trauma* 2004; 56(3):565-70.
70. Rousseau H, Dambrin C, Marcheix B, et al. Acute traumatic aortic rupture: a comparison of surgical and stent-graft repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 129(5):1050-5.
71. Langanay T, Verhoye JP, Corbineau H, et al. Surgical treatment of acute traumatic rupture of the thoracic aorta a timing reappraisal? *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21(2):282-7.
72. Symbas PN, Sherman AJ, Silver JM, et al. Traumatic rupture of the aorta: immediate or delayed repair? *Ann Surg* 2002; 235(6):796-802.
73. Reed AB, Thompson JK, Crafton CJ, et al. Timing of endovascular repair of blunt traumatic thoracic aortic transections. *J Vasc Surg* 2006; 43(4):684-8.
74. Rousseau H, Soula P, Perreault P, et al. Delayed treatment of traumatic rupture of the thoracic aorta with endoluminal covered stent. *Circulation* 1999; 99(4):498-504.
75. Schumacher H, Bockler D, von Tengg-Kobligk H, Allenberg JR. Acute traumatic aortic tear: open versus stent-graft repair. *Semin Vasc Surg* 2006; 19(1):48-59.

## **Verfahren zur Konsensusfindung**

Herausgegeben vom **Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie** -  
Verantwortlich für die Erstellung: J. Brunkwall (Köln)

**Teilnehmer:** Prof. K. Balzer (Mülheim), Prof. D. Böckler (Heidelberg), Dr H. Böhner (Neuss), Univ.-Prof. J. Brunkwall (Köln), Prof. Th. Bürger (Kassel), Prof. S. Debus (Hamburg), Univ.-Prof. H.H. Eckstein (München), Dr. I. Flessenkämper (Berlin), Dr. A. Florek (Dresden), Dr. G. Hennig (Leipzig), Prof. Dr. Th. Hupp (Stuttgart), Prof. H. Imig (Berlin), Prof. W. Lang (Erlangen), Dr. G.H. Langkau (Bocholt), Prof. B. Luther (Krefeld), Dr. V. Mickley (Rastatt), Th. Noppeney (Nürnberg), Dr. S. Schulte (Köln), Prof. M. Zegelman (Frankfurt)

**Adressaten der Leitlinie** (Anwenderzielgruppe) sind Gefäßchirurgen, Herz-Thoraxchirurgen, Notfallmediziner, Radiologen in Klinik und Praxis sowie andere Ärzte die bei der Akutversorgung, als auch in der Nachbetreuung traumatisierter Patienten beteiligt sind. Patientenzielgruppe sind Patienten denen diese Krankheitsbilder zugeordnet werden können.

Ziel war eine Abstimmung zu Klassifikation, Diagnostik und Therapie, damit die Patienten frühzeitig erkannt, zugeordnet und der weiteren Diagnostik und Therapie zugewiesen werden.

Die im Delphi-Verfahren noch strittigen Punkte wurden in der Konsensus-Konferenz einzeln diskutiert und ausschließlich mit starkem Konsens (> 95% Zustimmung) beschlossen. Die Leitlinie wurde primär als kurzgefasste Anwenderversion formuliert, um ihre Umsetzung im Alltag zu erleichtern. Es erfolgte keine systematische Literaturanalyse und Evidenzbewertung, jedoch wurde die aktuelle Literatur studiert, um entscheidende Aussagen der Leitlinie zu untermauern. Die Leitlinie wird über die Internetseite der AWMF veröffentlicht, zusätzlich über die Zeitschrift „Gefäßchirurgie“ (Deutschsprachiges Fachorgan der Gefäßchirurgischen Gesellschaften Deutschlands, Österreichs und der Schweiz)

Bei der Leitlinien-Entwicklung wurden die Kriterien des Deutschen Instruments für Leitlinien-Entwicklung (DELBI) berücksichtigt.

Die Gruppe war redaktionell unabhängig, Reisekosten wurden aus Mitteln der Fachgesellschaften oder selbst finanziert, die Experten waren ehrenamtlich tätig.

**Erstellungsdatum:** März 2008

**Letzte Überarbeitung:** 25. August 2008

**Verabschiedung** durch den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie  
10. September 2008

**Nächste Überprüfung geplant:** September 2010

#### **Erklärung der Interessenkonflikte**

Es existieren keine finanziellen oder sonstige Beziehungen mit möglicherweise an den Leitlinieninhalten interessierten Dritten.