

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

Leitlinie Gefäßinfektionen

Die hier vorliegende Leitlinie basiert auf einer Literaturrecherche (Medline) besonders der letzten 5 Jahre, auf einer vorhandenen Leitlinie (2) und auf Empfehlungen (28), auf dem „European Manual of Medicine – Vascular Surgery“ (37), auf eigenen Ergebnissen (26,51,52,53) sowie einem nachfolgenden Prozess zur Konsensusbildung.

Einführung

Infektionen in der Gefäßchirurgie sind für den betroffenen Patienten mit einem erhöhten Amputationsrisiko/Mortalität verbunden. Für die Kostenträger und Krankenhäuser fallen zudem - möglicherweise immense - Kosten an. Die **Kommission Infektionen in der Gefäßchirurgie der DGG** beschäftigt sich intensiv mit diesem Themenkomplex und begleitet als unabhängige Gruppe Neuentwicklungen und Einführungen. Sie berät auch bei komplexen Problemen oder Fragestellungen. Die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Vorgehen bei der Infektion einer Gefäßrekonstruktion ist meistens eine individuell auf den Fall zugeschnittene, basierend auch auf den persönlichen Erfahrungen und Kenntnissen des Verantwortlichen. Besonders für die Behandlung der Gefäßprotheseninfektion gibt es kaum Evidenz. Dies wird treffend mit dem Titel einer Übersicht aus 2005 beschrieben: „Diagnosis and treatment of prosthetic aortic graft infections: confusion and inconsistency in the absence of evidence or consensus“ (20).

Postoperative Wundinfektionen stellen in Deutschland mit ca. 16% nach Pneumonien und Harnwegsinfektionen die dritthäufigste nosokomiale Infektionsart in Akutkrankenhäusern dar (28). Die Infektionsraten liegen in der Gefäßchirurgie zwischen 0,5 und 5%, je nach Art des Eingriffs, Lokalisation und des Stadiums der AVK. Eingriffe in der Peripherie und der Leiste weisen dabei ein deutlich höheres Infektionsrisiko auf, als Eingriffe im aortalen Bereich (3,18). Bei endovaskulären Stents wegen BAA wird eine Infektionsrate von 0,5 bis 1% angegeben (34). Die hier vorgestellte Leitlinie bezieht sich auf die Situation der Graftinfektion und zwar mit Beteiligung mindestens einer Anastomose/eines Patches (Volmar II, Szilagyi III, Zühlke-Harnoss II und III) (45,54). Ob eine Unterscheidung von Früh- (innerhalb von 3-4 Monaten) und Spätinfektionen – trotz Bedeutung für die Diagnostik (20)-therapeutisch immer zielführend und notwendig ist, bleibt unsicher. Daten des

Krankenhausinfektions-Surveillance-Systems (www.nrz-hygiene.de) (28) aus einem Zeitraum 1997 bis 2004 weisen als führende Erreger in der Gefäßchirurgie *S. aureus*, Enterokokken, *E. coli* und Koagulase-negative Staphylokokken aus.

Prävention/Antibiotika

Der Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet kommt unstrittig eine immense Bedeutung zu. Hierzu liegen ausführliche Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut aus 2007 vor (28). Diese können und sollten unter www.rki.de eingesehen werden. Hier werden sämtliche relevanten Themenkomplexe übersichtlich und detailliert auf der Basis der aktuellen Literatur vorgestellt.

Die perioperative Antibiotikaphylaxe ist in der Gefäßchirurgie besonders im Zusammenhang mit der Verwendung von Gefäßprothesen von großer Wichtigkeit. Hierzu sei auch auf die Leitlinie „Perioperative Antibiotikaphylaxe“ aus dem Jahr 2004 (Arbeitskreis Krankenhaus- und Praxishygiene der AWMF) verwiesen (2). Die perioperative parenterale Antibiotikaphylaxe reduziert sowohl die Wund- als auch frühe Gefäßprotheseninfektionen (Evidenzlevel Ia, Empfehlungsgrad A, 38). Im Allgemeinen ist die intravenöse Einmalgabe eines Antibiotikums kurz präoperativ (bei Narkoseeinleitung) ausreichend. Bei längerer Operationsdauer oder hohem Blut-, Volumenumsatz kann nach 3-5 Stunden eine zweite Gabe sinnvoll sein. Der protektive Effekt der Antibiotikaphylaxe ist belegt, eine Gabe länger als 24 Stunden ohne zusätzlichen Nutzen (43). Cephalosporine der 2. Generation (Basis- oder Intermediär-Cephalosporine) bieten sich für die Gefäßchirurgie nach wie vor an. Als Alternativen werden Aminopenicilline (auch in Kombination mit Beta-Lactamase-Hemmern) angegeben. Bei anaerober Mischbesiedelung kann die Kombination mit z.B. Metronidazol sinnvoll sein. Bei Kontamination/Infektion mit MRSA wird die Prophylaxe/Therapie auch die hier wirksamen (Reserve-)Substanzen einschließen (2). Bei der Behandlung einer Gefäßprotheseninfektion werden bei der Spätinfektion von Anbeginn möglichst ausgetestete Antibiotika Anwendung finden. Bei einer Frühinfektion wird empirisch breit therapiert (20). Prinzipiell kann auch eine Beratung durch die Mikrobiologie sehr empfehlenswert und hilfreich sein (2,37).

Diagnostik

Die Diagnose einer Gefäßprotheseninfektion ist in den meisten Fällen klinisch zu stellen (3,20,34,37). Eine exakte Anamnese mit Erfassung sämtlicher Voreingriffe und ihrer Verläufe ist ebenso wichtig, wie das Erkennen klassischer Infektionszeichen (Sepsis, Anastomosenblutung, Fistelung, freiliegende Prothese, Wundrötung). Allerdings zeigen manche Patienten nur dezente lokale Befunde (Schwellung ohne Rötung, periprothetische Flüssigkeit, partielle oder komplette Graftthrombose, Pseudoaneurysmata und Dilatationen), und ein Keimnachweis durch Punktion gelingt oft nicht. Das Fehlen von Entzündungsparametern (CRP und Leukozyten) schließt eine Graftinfektion ebenfalls nicht aus. Frühinfektionen zeigen eher das gewohnte Bild einer bakteriellen Infektion mit Fieber und Laborveränderungen. Spätinfektionen verlaufen hingegen oft mit nur geringen klinischen Zeichen (20).

Die Bedeutung von Wundabstrichen ist schwierig einzuschätzen, da häufig eine Kolonisation vorliegt. Gezielte Aspirationen oder intraoperative Proben (z.B. vor Austrocknung zu schützendes Prothesenstück) bieten eine höhere Aussicht auf die Bestimmung der bedeutsamen Erreger (20). Ein Keimnachweis gelingt dennoch in bis zu 25% der Fälle nicht (51).

Die Sonographie muss als Basisuntersuchung angesehen werden. Pseudoaneurysmata, Abszesse und Flüssigkeitsansammlungen können lokalisiert, näher beurteilt und gegebenenfalls punktiert werden. Im Duplex kann turbulenter Fluss auf eine Lumenverengung durch einen Thrombus hinweisen.

Ausgedehnte radiologische Untersuchungen (CT, MRI, MRA, Fistulographie) können als ergänzende Verfahren erforderlich sein. Die Angiographie dient hingegen eher der Beurteilung der Gefäßbahn und der Planung einer Rekonstruktion.

Weniger häufig werden nuklearmedizinische Untersuchungen/PET bei unklarer Situation zusätzlich eingesetzt (37).

Bei Verdacht auf prothetoenterale Fistel bzw. Blutung ist zusätzlich eine tiefe Gastro-duodenoskopie indiziert.

Die Infektion eines endovaskulären Stents wird durch die Zeichen der Bakteriämie/Sepsis und/oder peripheren Embolisationen manifest (37).

Therapiemöglichkeiten bei Gefäßprotheseninfektionen

Zur Therapie der Gefäßprotheseninfektion werden in der Literatur sehr unterschiedliche Ansätze vorgeschlagen. Der ideale komplikationsfreie und möglichst einfache Königsweg existiert bisher nicht (3,20,51).

Lokale Maßnahmen, extraanatomische Rekonstruktion, In situ-Rekonstruktion

Der Versuch eine infizierte Prothese allein mit lokalen Maßnahme zu erhalten, kann bei früher und umschriebener Infektion möglich, oder bei Patienten mit hohem OP-Risiko sinnvoll sein (4,7,33). Eine alleinige antibiotische Therapie bleibt ineffektiv (3, 4). Die Vakuum-Therapie (11,14,26) eröffnet hier zusätzliche Möglichkeiten, besonders beim Infekt einer langfristig geschützten (antimikrobiell beschichteten) Prothese (52,53).

Die extraanatomische Rekonstruktion mit Entfernung des infizierten Grafts (ein- oder zweizeitig, Vorgehen mit autologem, homologem, heterologem oder alloplastischem Material), wird von vielen Autoren als Standardverfahren akzeptiert (37). Die Reinfektionsrate wird mit 2-4,5% angegeben bei einer Mortalität von 12-25%. Neuere Studien weisen vergleichsweise bessere Ergebnisse aus. (37). Die extraanatomische Rekonstruktion kann, abhängig vom betroffenen Gebiet, weitere gravierende Risiken aufweisen: Thrombose durch niedrigeren Fluss, schlechtere Patency, Glutealischämie, Ruptur des Aortenstumpfes und Infektion des langen subkutanen Implantates (8,10,24,27).

Zu diskutieren ist, dass die In situ-Rekonstruktion den möglichen Nachteil der vergleichsweise ausgedehnteren extraanatomischen Rekonstruktion vermeidet (4). Zur In situ-Rekonstruktion liegen überzeugende Ergebnisse unterschiedlicher Arbeitsgruppen mit niedriger Reinfektionsrate und einer Mortalität von 8-10% vor (37).

Als biologische Materialien wurden tiefe Beinvene (4,12,35) und Homografts (9,13,27,30,31,48) eingesetzt. Bei der Verwendung der tiefen Beinvene ist der präparative Aufwand und das größere OP Trauma zu beachten (1,31,35). Beim Homograft stellen die eingeschränkte Verfügbarkeit und besonders die späte Degeneration des Grafts Probleme dar (9,13,31,37,48).

Der Stellenwert von Dacronprothesen für die In situ-Rekonstruktion wird kontrovers diskutiert, die bisherigen Ergebnisse rechtfertigen aber durchaus deren Einsatz (siehe unten). Zur Zeit sind drei unterschiedliche Konzepte verfügbar: 1. Silberacetat im Kollagen der Beschichtung; 2. elementares Silber, appliziert mit einem

Spezialverfahren und 3. das Tränken von beschichteten Dacronprothesen mit Rifampicin. Auch die Kombination von 1 und 3 ist zugelassen.

Rifampicin versus/mit Silber

Rifampicin getränkte Dacronprothesen, wurden erfolgreich zur In situ-Rekonstruktion eingesetzt (16,24). Der Nachteil der Rifampicin getränkten Dacronprothese liegt in einer erhöhten Reinfektionsrate gegenüber MRSA (4,24), der kurzen Wirkzeit des Antibiotikums auf der Prothese (16,32) und dem limitierten Wirkspektrum gegen die meisten gram-negativen Keime (24). In vitro ergab sich eine marginal bessere Effektivität gegenüber *Staphylokokkus aureus* und *epidermidis* für Rifampicin (23). In vivo Versuche, die ebenfalls bessere Ergebnisse für Rifampicin aufwiesen, haben bemerkenswerte Schwachstellen bezüglich der provozierten Infektsituation und des Germinationsstadiums der verwandten Keime (22,25), so dass diese Studien nicht mit der klinischen Infektsituation beim Menschen korreliert werden können (43,50), bei der außerdem eine systemische Antibiose unabdingbar ist. Solche Studien sollten somit nicht - wie aber geschehen (38) - zur Begründung einer evidenzbasierten Therapieempfehlung herangezogen werden.

Andere experimentelle Studien zeigten zudem eine mangelnde Effektivität von Rifampicin gegenüber MRSA und *Escherichia coli* (29,49) sowie die Resistenzentwicklung gegen Rifampicin (29).

Seit 1999 liegen Erfahrungen mit der Silberacetat beschichteten Dacronprothese (5, 39,51) und seit 2005 mit dem Silber vaporisierten Dacrongraft (52,53) vor. Das Konzept basiert auf den antimikrobiellen Eigenschaften von Silber (15,41), bedingt durch die Interaktion von Silberionen mit den Thiolgruppen (21) der Peptide (15,39,41). Silber trifft sowohl Bakterien in der Ruhe- als auch in der Mitosephase. Dieser duale Aktionsmodus begründet das Fehlen einer relevanten Resistenz gegen Silber (15,19,41).

Die protektive Wirkung des abgegebenen Silberacetats beläuft sich nach Angaben des Herstellers auf ungefähr 4 Wochen. Somit muss die Prothese anschließend wie ein ungeschützter Dacrongraft eingeschätzt werden. Hieraus kann sich die Indikation für eine antibiotische Langzeittherapie ergeben, z.B. bei vorhandener Lymphfistel oder anderweitigen Infektionsherden. Untersuchungen mit der Silberacetat-Prothese zeigen bei In situ-Rekonstruktion nach kompletter Explantation des infizierten Grafts eine auch im Vergleich (5,10) günstige 30 Tage Mortalität von 6.5% sowie eine akzeptable Reinfektionsrate von 10% (51,53), respektive 8% bei Komplettextplantation und -ersatz aortaler Rekonstruktionen (51,53). Dies schließt auch 10 Patienten mit prothetoenteralen Fisteln (sämtlich ohne Reinfektion) ein. Partielle Explantationen sind dagegen mit einem deutlich höheren Risiko eines Reinfektes behaftet und sollten nicht regelhaft eingesetzt werden (33,51).

Die mit elementarem Silber vaporisierte Prothese weist hingegen einen in vitro (45) und durch Tierversuche (46) bestätigten Langzeiteffekt auf. So wurde nach einem Jahr noch ein

Silbergehalt von 98% an der Prothesenoberfläche gemessen (47). Diese eher geringe Silberabgabe wird im Hinblick auf die klinische Effektivität weiter aufmerksam zu beobachten sein (50). Erfahrungen mit dem Einsatz der beschichteten Silberprothese mit Langzeitabgabe beim Protheseninfekt liegen zwischenzeitlich in einer Reihe von Fällen vor, welche in einem neuen Register (50,53) dokumentiert werden. Bei beobachteten Reinfektionen ermöglichte hier die Vakuum-Therapie das Einheilen auch nach länger zurückliegender Implantation.

Zusätzliche Maßnahmen

Unabhängig vom verwendeten Austauschmaterial müssen Kriterien der septischen Chirurgie als chirurgischen Konzept beachtet werden. Dieses beinhaltet zwingend ein intensives Wunddebridement und die systemische Antibiose. Der lokale Einsatz von Antiseptika und Antibiotikaträgern ergänzt das Vorgehen. Die Rationale für die systemische antibiotische Therapie ist die Kontrolle der Infektion, wohingegen z.B. Silber lokal das Andocken der Bakterien an das neue Implantat erschwert. Die Deckung mit vitalem Gewebe, z.B. mit großem Netz oder einem Muskellappen, ist abschließend wertvoll (54). Empfehlenswert und auch genutzt wird ein synergistischer Effekt durch Tränken der Silberprothesen mit Rifampicin –bei gleichzeitiger Minderung/Aufhebung potentieller Nachteile des Antibiotikums-, wenn auch hierzu keine zwingenden Daten vorliegen.

Situationen und Lokalisationen

Infektion: Native Aorta

Die primäre bakterielle Infektion der Aortenwand als Aortitis ist selten. Eine ausführliche Übersicht hierzu (36) zeigt, dass wohl keine Prädilektion für den Abschnitt V der Aorta besteht. Die Ruptur, häufiger ein Aneurysma spurium, oder auch das „mykotische“ Aneurysma drohen. Das mögliche Spektrum der operativen Verfahren unterscheidet sich nicht von den unten aufgeführten Empfehlungen. Es werden die positiven eigenen Daten und solche aus der Literatur für die in-situ-Rekonstruktion vorgestellt (36).

Infektion bei Drogenmissbrauch

Hier stehen die autologe und die extraanatomische Rekonstruktion (antimikrobiell geschützte Prothese) im Vordergrund. In schwierigen Fällen kann auch die Gefäßresektion/Ligatur gerechtfertigt sein.

Infektion: Patches

Hier empfiehlt sich in erster Linie der Ersatz eines infizierten Kunststoffpatches durch autologes Material (37,38). Sind Rekonstruktionen notwendig, oder körpereigenes Material durch die Infektion zerstört, so sind in zweiter Linie infektionsgeschützte Grafts (auch extraanatomisch) anwendbar.

Infektion: endovaskulärer Stent

Die Entfernung des infizierten Materials ist notwendig. Eventuell muss auch die betroffene Arterie segmental mit reseziert werden (37,38). Die Rekonstruktion richtet sich besonders nach der Lokalisation (vgl. die Ausführungen hierzu).

Infektion: Hämodialyseshunts

Die Resektion eines infizierten Grafts wird nicht selten zunächst subtotal durchgeführt, weil alternative Zugänge fehlen oder ungünstiger sind (37). Bei der Infektion einer autologen Fistel wird häufig zunächst versucht über einen umschriebenen Korrekturingriff (Resektion von Aneurysmata) die Blutungsgefahr abzuwenden. Sind funktionslose Prothesen infiziert oder verdächtig, ist eine komplette Entfernung unumgänglich (40). Im Falle der Infektion eines Kathetersystems zur Hämodialyse ist die Entfernung notwendig; nur in Extremfällen ist eine antibiotische Dauertherapie zu rechtfertigen (37). Weitere Ausführungen hierzu: Leitlinie Dialyseshuntchirurgie der DGG .

Infektion: Aortaler Anschluss

Hier sollte einer In situ-Rekonstruktion der Vorzug gegeben werden. Das Risiko einer Aortenstumpfsuffizienz bei Anwendung der extraanatomischen Rekonstruktion und deren schlechtere Patency werden vermieden. Eine prothetoenterale Fistel kann analog behandelt werden. Auch das „mykotische“ Aneurysma unterliegt derselben Empfehlung.

Infektion: Beckenetape

Auch hier spricht vieles für die In situ-Rekonstruktion. Alternativ kann bei noch vorhandenem Originalgefäß der Fluss durch Desobliteration wiederhergestellt werden. Bei mitbetroffener Leiste ist der Obturator-Bypass ein akzeptiertes, aber nicht komplikationsarmes Standardverfahren.

Infektion: Peripherie

Bei einer infizierten peripheren Rekonstruktion aus alloplastischem Material, sollte immer versucht werden Venenmaterial zu verwenden. Dies ist schon wegen der evident besseren Offenheitsraten günstiger. Ansonsten bietet sich der Einsatz antimikrobiell geschützter Prothesen an.

Bewertung

Zum Thema der Therapie von Gefäßprotheseninfektionen liegen lediglich Serien, Register- und Tierversuchsdaten vor (38). Somit lässt sich nur ein mittlerer Evidenzlevel erreichen. Die Empfehlungen liegen daher bei Grad B.

Die chirurgische Therapie der Gefäßprotheseninfektion hat Vorrang. Infiziertes Prothesenmaterial sollte vollständig entfernt werden. Im weiteren Vorgehen haben In situ-Rekonstruktionen mit autologem Material das niedrigste Reinfektionsrisiko. Extraanatomische Revaskularisationen haben ihren festen Platz im möglichen Therapiespektrum. Homografts kommen ebenfalls – nicht ubiquitär verbreitet – zum Einsatz. Antimikrobiell behandelte Dacrongrafts (Silber eventuell plus Rifampicin) haben in prospektiven Registern bereits gute Ergebnisse gezeigt (Silberacetat), oder werden evaluiert (elementares Silber). Ihre Anwendung ist daher bereits gerechtfertigt, besonders wenn ein autologer Gefäßersatz zu risikoreich/kompliziert erscheint.

Die konservative Therapie mit alleiniger Drainage, Spülung und Antibiose muss einzelnen Patienten mit hohem Op-Risiko vorbehalten bleiben. Die Vakuum-Therapie eröffnet neue Möglichkeiten für eine lokale chirurgische Therapie.

Literatur

1. D'Addio V, Ali A, Timaran C, SiRagus T, Valentine J, Arko F, Modrall JG, Clagett GP (2005) Femoral bypass with femoral popliteal vein. *J Vasc Surg* 42: 35-39
2. Arbeitskreis „Krankenhaus -& Praxishygiene“ der AWMF (2004): Leitlinien zur Hygiene in Klinik und Praxis. Perioperative Antibiotikaprophylaxe. In: Hygiene in Klinik und Praxis, mhp-Verlag, Wiesbaden; AWMF-Leitlinien-Register 029/022, AWMF-online
3. Bandyk DF (2000) Infection in prosthetic vascular grafts. In: Rutherford RB (Hrsg) *Vascular Surgery*. Saunders, Philadelphia, 733-751
4. Bandyk DF, Novotney ML, Back MR, Johnson BL, Schmach DC (2001) Expanded application of in-situ replacement for prosthetic graft infection. *J Vasc Surg* 34: 411-419
5. Batt M, Magna JL, Alric P, Muzj A, Ruotolo C, Ljungstrom KG, Garcia-Casas R, Simms M (2003) In-situ reconstruction with silver-coated polyester grafts to treat aortic infection: Early and midterm results. *J Vasc Surg* 38: 983-989

6. Braithwaite BD, Davies B, Heather BP, Earnshaw JJ (1998) Early results of a randomized trial of rifampicin-bonded Dacron grafts for extra-anatomic vascular reconstruction. *B J Surg* 85 (10): 1378- 1381
7. Calligaro KD, Veith FJ, Yuan JG, Gargiulo NJ, Dougherty MJ (2003) Intra-abdominal Aortic graft infection: complete or partial graft preservation in patients at very high risk. *J Vasc Surg* 38:1199-1204
8. Camiade C, Goldschmidt P, Koskas F, Ricco J-B, Jarraya M, Geroza J, Kiefer E (2001) Optimization of the resistance of arterial allografts to infection: Comparative study with synthetic prostheses. *Ann Vasc Surg* 15: 186-196
9. Castier Y, Francis F, Cerceau P, Besnard M, Albertin J, Fouilhe L, Cerceau O, Albaladejo P, Leseche G (2005) Cryopreserved arterial allograft reconstruction for peripheral graft infection. *J Vasc Surg* 41: 30-37
10. O'Connor S, Andrew P, Batt M, Becquemin JP (2006) A systematic review and meta-analysis of treatments for aortic graft infection. *J Vasc Surg* 44: 38-45
11. Demaria RG, Giovanni UM, Teot AI (2003) Topical negative pressure therapy. A very useful new method to treat severe infected vascular approaches in the groin. *J Cardiovasc Surg* 44: 757-761
12. Daenens K, Fourneau I, Nevelsteen A. (2003) Ten-year experience in autogenous reconstruction with the femoral vein in the treatment of aortofemoral prosthetic infection. *Europ J Vasc Surg* 25: 240-245
13. Desgranges P, Fialaire Legendre A, Lesprit P, Allaire E, Van Laere O, Schneider F, Louis N, Marzeille J, Becquemin JP (2008) Overt vascular infection: do cryopreserved allografts represent a simple and long lasting solution? In: Becquemin JP, Alimi YS, Gerad JL (Hrsg) *Controversies and Updates in vascular surgery 2008*. Edizione Minerva Medica, Torino, 303-310
14. Dosluoglu HH, Schimpf DK, Schutz R, Cherr GS (2005) Preservation of infected and exposed vascular grafts using vacuum assisted closure without muscle flap coverage. *J Vasc Surg* 42: 989-992
15. McDonnell G, Russell D (1999) Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clinical Microbiology Reviews* : 147-179
16. Earnshaw JJ. (2000) The current role of rifampicin-impregnated grafts: Pragmatism versus science. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 20: 409-412.
17. Edwards WH, Martin RS, Jenkins JM, Edwards WH, Mulherin JL (1987) Primary graft infections. *J Vasc Surg* 6: 235-239. entfernen
18. Exton RJ, Galland RB (2007) Major groin complications following the use of synthetic grafts. *Europ J Vasc Surg* 34: 188-190

19. Feng Q, Wu J, Chen G, Cui F, Kim T, Kim J (2000) A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J Biomed Mater Res* 52(4): 662-8
20. FitzGerald SF, Kelly c, Humphreys H (2005) Diagnosis and treatment of prosthetic graft infections: confusion and inconsistency in the absence of evidence or consensus. *J Antimicrob Chemother* 56: 996-999
21. Furr JR, Russell AD, Turner TD, Andrews A (1994) Antibacterial activity of Actisorb Plus, Actisorb and silver nitrate. *J Hosp Infect* 27: 201-208
22. Goeau-Brissoniere OA, Fabre D, Leflon-Guibout V, Di Centa I, Nicolas-Chanoine MH, Coggia M (2002) Comparison of the resistance to infection of rifampin bonded gelatin-sealed and silver/collagen-coated polyester prostheses. *J Vasc Surg* 35: 1260-1263
23. Hardman S, Cope A, Swann A, Bell PR, Naylor AR, Hayes PD (2004) An in vitro model to compare the antimicrobial activity of silver-coated versus rifampicin-soaked vascular grafts. *Ann Vasc Surg* 18(3):308-13.
24. Hayes PD, Nasim A, London NJM, Sayers RD, Barrie WW, Bell PRF, Naylor R (1999) In-situ replacement of infected aortic grafts with rifampicin-bonded prostheses: The Leicester experience (1992-1998). *J Vasc Surg* 30: 92-98.
25. Hernandez-Richter T, Schardey HM, Wittmann F, Mayr S, Schmitt-Sody M, Blasenbreu S, Heiss MM, Gabka C, Angele MK (2003) Rifampicin and triclosan but not silver is effective in preventing bacterial infection of vascular Dacron graft material. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 26: 550-557
26. Karl T, Storck M (2007) Die transplantaterhaltende Behandlung von postoperativen Wundheilungsstörungen nach arterieller Gefäßrekonstruktion mit alloplastischem Material mittels Vacuum Assisted Closure (V.A.C.®) Therapie
<http://www.egms.de/en/meetings/dgch2007/07dgch488.shtml>
27. Kieffer E, Gomes D, Chiche L, Fleron MH, Koskas F, Bahnini A (2004) Allograft replacement for infraarenal aortic graft infection: early and late results in 179 patients. *J Vasc Surg* 39: 1009-1017
28. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (2007) Prävention postoperativer Infektionen im Operationsgebiet. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 50: 377-393
29. Koshiko S, Sasajima T, Muraki S, Azuma N, Yamazaki K, Chiba K, Tachibana M, Inaba M (2002) Limitations in the use of rifampicin-gelatin grafts against virulent organisms. *J Vasc Surg* 35: 779-785
30. Lavigne JP, Postal A, Kolh P, Limet R (2003) Prosthetic Vascular Infection Complicated or not by Aortoenteric Fistula: Comparison of Treatment with or without Cryopreserved Allograft (homograft). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 25: 416-423
31. Leseche G, Castier Y, Petit MD, Bertrand P, Kitzis M, Mussot S, Besnard M, Cerceau O (2001) Long-term results of cryopreserved arterial allograft reconstruction in infected

prosthetic grafts and mycotic aneurysms of the abdominal aorta. *Journal of Vascular Surgery* 34: 1-7

32. Lovering AM, White LO, MacGowan AP, Reeves DS (1996) The elution and binding characteristics of rifampicin for three commercially available protein-sealed vascular grafts. *J Antimicrobial Chemotherapy* 38: 599-604

33. Mirzaie M, Schmitto JD, Trilomis T, Fatehpur S, Liakopoulos OJ, Teucher N, Dörge H, Schöndube FA (2007) Surgical management of vascular graft infection in severely ill patients by partial resection of the infected prosthesis. *Europ J Vasc Surg* 33: 610-613

34. Mussa FF, Hedayati N, Zhou W, El-Sayed HF, Koungias P, Darouiche RO, Lin PH (2007) Prevention and treatment of aortic graft infection. *Expert Rev Anti Infect Ther* 5: 305-315

35. Nevelsteen A, Lacroix H, Suy R (1995) Autogenous reconstruction with the lower extremity deep veins: An alternative treatment of prosthetic infection after reconstructive surgery for aortoiliac disease. *J Vasc Surg* 22: 129-134

36. Niedermeier H, Wack C (2003) Die in-situ-Rekonstruktion nach bakterieller Infektion der infrarenalen Aorta. *Gefäßchirurgie* 8: 317-321

37. Poulakou G, Giamarelou H (2007) Infections in vascular surgery. In Liapis CD, Balzer K, Benedetti-Valentini F, Fernandes e Fernandes J (Hrsg) *European Manual of Medicine. Vascular Surgery*. Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 597-614

38. Ratliff DA (2007) The prevention and treatment of vascular graft infection. In: Earnshaw JJ, Murie JA (Hrsg) *The evidence for vascular surgery*. Tfm Publishing Limited, Castle Hill Barns, 229-241

39. Ricco J-B (2006) InterGard silver bifurcated graft: Features and results of a multicenter clinical study. *J Vasc Surg* 44: 339-346

40. Ryan SV, Calligaro KD, Scharff J (2004) Management of infected prosthetic dialysis arteriovenous grafts. *J Vasc Surg* 39: 73-78

41. Slawson R, Lee H, Trevors J (1990) Bacterial interactions with silver. *Biol Metals* Springer Verlag 3: 151-154

42. Sharif MA, Lee B, Lau LL, Ellis P, Collins AJ, Blair PH, Soong CV (2007) Prosthetic stent graft infection after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg* 46: 442-448

43. Stewart AH, Evers PS, Earnshaw JJ (2007) Prevention of infection in peripheral arterial reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg* 46: 148-155

44. Strathmann M, Wingender J (2004) Use of an oxonol dye in combination with confocal laser scanning microscopy to monitor damage of *Staphylococcus aureus* cells during colonization of silver-coated vascular graft. *Int J Antimicrob Agents* 24: 234-240

45. Szilagyi DE, Smith RF, Elliot JP, Vrandecic MP (1972) Infection in arterial reconstruction with synthetic grafts. *Ann Surg* 176: 321-333

46. Ueberrueck T, Meyer L, Zippel R, Nestler G, Wahlers T, Gastinger (2005). Healing characteristics of a new silver-coated, gelatine impregnated vascular prosthesis in porcine model. Zentralbl Chir 130: 71-76
47. Ueberrueck T, Zippel R, Tautenhahn J, Gastinger I, Lippert H, Wahlers (2005) Vascular Graft infection: in vitro and in vivo investigations of a new vascular graft with long-term protection. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 74:601-607
48. Verhelst R, Lacroix V, Vraux H, Lavigne JP, Vandamme H, Limet R, Nevelsteen A, Bellens B, Vasseur MA, Wozniak B, Goffin Y (2000) Use of cryopreserved arterial homografts for management of infected prosthetic grafts: a multicentric study. Ann Vasc Surg 14: 602-607
49. Vicaretti M, Hawthorne WJ, Ao PY, Fletcher JP (1998) An increased concentration of rifampicin bonded to gelatin-sealed Dacron reduces the incidence of subsequent graft infections following a staphylococcal challenge. Cardiovasc Surg 6(3): 268-73
50. www.silvergraft.com
51. Zegelman M, Guenther G, Eckstein HH, Kreißler-Haag D, Langenscheidt P, Mickley V, Ritter R, Schmitz-Rixen T, Wagner R, Zühlke H (2006) In-situ-Rekonstruktion mit alloplastischen Prothesen beim Gefäßinfekt. Evaluation von mit Silberacetat beschichteten Prothesen. Gefäßchirurgie 11: 402-407
52. Zegelman M, Guenther G, Florek H-J, Liewald F, Orend K-H, Storck M, Zuehlke H (2006) Metallic silver-impregnated grafts to treat infected prosthetic grafts by in-situ replacement in the infected field. Vascular 14 Suppl 1: S145-S146
53. Zegelman M, Guenther G, Florek HJ, Liewald F, Orend KH, Zuehlke H, Storck M (2008) The different options for silver impregnation. In: Becquemin JP, Alimi YS, Gerad JL (Hrsg) Controversies and Updates in vascular surgery 2008. Edizione Minerva Medica, Torino, 283-288
54. Zühlke H (2006) Autologe Verfahren zur Therapie von Gefäßinfektionen. Gefäßchirurgie 11: 408-422

Verfahren zur Konsensusfindung

Herausgegeben vom **Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie** -
 Verantwortlich für die Erstellung: M. Zegelman (Frankfurt), G. Günther (Frankfurt), C. Freytag (Bad Oeynhausen), H. Zühlke (Wittenberg), M. Storck (Karlsruhe)

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. Günther (Frankfurt) Dr. G. Hennig (Leipzig), Prof. Dr. Th. Hupp (Stuttgart), Prof. H. Imig (Berlin), Prof. W. Lang (Erlangen), Dr. G.H. Langkau (Bocholt), Dr.

V. Mickley (Rastatt), Th. Noppeney (Nürnberg), Dr. S. Schulte (Köln), Prof. M. Storck (Karlsruhe), Prof. M. Zegelman (Frankfurt), Prof. H. Zühlke (Wittenberg)

Mitarbeit: Fr. Dr. C. Freytag, Institut für Laboratoriums- und Transfusionsmedizin, Herz- und Diabeteszentrum NRW, Universitätsklinik der Ruhr-Universität Bochum, Bad Oeynhausen

Erstellungsdatum:

März 2008

Letzte Überarbeitung:

25. August 2008

Verabschiedung durch den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Gefäßchirurgie
31. August 2008

Nächste Überprüfung geplant:

Erklärung der Interessenkonflikte

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