

感染・汚染術野での腹部大動脈人工血管置換術 —e-PTFE人工血管，強酸性水洗浄，大網被覆の有用性—

今村 敦 斎藤 隆道 尾崎 岳
田中 宏典 奥野 雅史 上山 泰男

要 旨：感染性動脈瘤，人工血管感染などに対しての腹部大動脈手術は手技的に困難なばかりでなく，術後に致死的な合併症を引き起こす可能性が高い．従来，感染・汚染術野での腹部大動脈再建は非解剖学的な再建法が主流とされていたが，近年，術後合併症の問題から感染・汚染の軽度な症例に対しては解剖学的再建法(in-situ reconstruction; ISR)による大動脈再建が推奨されるようになってきた．当科では1996年より2005年の間に感染性動脈瘤，人工血管感染などの感染・汚染存在下の異常環境での腹部大動脈手術を12例経験した．このうち9例に対してISRを施行した．ISRを施行した症例の内容は，感染性動脈瘤5例，人工血管感染1例，医源性術野汚染3例であった．同定された起炎菌はMRSA，Campilobactor，Streptococcus，Candidaで，術前に敗血症，ショック状態を認めたもの4例，膿瘍形成を認めたもの6例であった．感染組織，膿瘍腔の切除，人工血管の除去，術野の強酸性水による洗浄を行った後に腹部大動脈をe-PTFEグラフトにより解剖学的に再建した．再建した人工血管は有茎大網により完全に被覆を行った．平均観察期間33カ月でISRを行った全例において術後再建人工血管の(再)感染などの合併症もなく，他病死した2例を除き生存中である．今回，高度な感染・汚染術野で腹部大動脈のISRを行い良好な成績が得られ，ISRの安全性，有用性を確認したので報告する．(日血外会誌 14 : 645-652, 2005)

索引用語：腹部大動脈瘤，感染性動脈瘤，人工血管感染，In-situ再建，大網被覆

はじめに

近年，腹部大動脈手術における感染・汚染術野で従来行われてきた非解剖学的な再建法に代り，術後合併症の問題から解剖学的再建法(in-situ reconstruction; ISR)による腹部大動脈再建が推奨されるようになってきた．当科では1996年1月より2005年4月の間に感染性動脈瘤，人工血管感染，医源性などによる感染・汚染存在下の異常環境での腹部大動脈手術を12例経験し，このうち9例に対してISRを行った．ISRを行った全例

において再建人工血管の感染などの重篤な合併症を認めることなく，術後良好な経過が得られた．異常環境下での腹部大動脈人工血管置換術では感染・汚染の程度が明らかでなく，術式の選択に苦慮することが経験される．今回われわれは術野の強酸性水での洗浄，expanded polytetrafluoroethylene(e-PTFE)人工血管の使用，人工血管の大網での完全被覆を行い，解剖学的な再建を安全に施行することができた．感染・汚染術野でのISRの安全性，有用性を再確認したので文献的考察を加え報告する．

対象および方法

1996年1月より2005年4月の9年間に当科で施行した腹部大動脈手術症例は184例で，これらの症例のうち感染・汚染存在下で人工血管置換術を行った症例は12

関西医科大学外科(Tel: 06-6992-1001)
〒570-8506 大阪府守口市文園町10-15
受付：2005年4月12日
受理：2005年6月28日

Table 1 Primary aortic infection (mycotic aneurysm)

Patient Sex/Age	OP procedure	Preoperative symptom (Complication)	Abscess formation (Grade)	Organisms cultured	Duration of antibiotics therapy (intra venous) (day)	Post OP course
1. S.M. M/73	In-situ+ AEWI+OMW	Septic shock (COPD)	II	Campilobacotor	47	Incisional hernia Pneumonia 5 yrs 7 mos Alive
2. Y.T. M/70	In-situ+ AEWI+OMW	Abdominal pain Fever up	I	Unknown	33	Uneventful 1 yr 5 mos Dead Graft unrelated death
3. Y.S. M/80	In-situ+ AEWI+OMW	Abdominal pain	I	MRSA	21	Uneventful 1 yr 11 mos Alive
4. A.N. F/89	In-situ+ AEWI+OMW	Septic shock (CRF)	II	Streptococcus	22	CRF 11 mos Alive
5. T.U. M/78	In-situ+ AEWI+OMW	Septic shock	II	MRSA	16	Uneventful 3 mos Dead Graft unrelated death
6. Y.H. M/54	EAB (Rt-AxF bypass)	Septic shock (DM)	III Psoas abscess (CT guided drainage)	Salmonella MRSA	56	Reinfection of EAB graft 6 yrs 8 mos Alive

AEWI, acid electrolyzed water irrigation; OMW, omental wrapping; EAB, extra anatomical bypass; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CRF, chronic renal failure; DM, diabetes mellitus; CT, computed tomography; MRSA, methiciline-resistant staphylococcus aureus.

例, 男性 8 例, 女性 4 例, 平均年齢 72 歳 (59 ~ 89 歳) であった。原疾患の内訳は感染性動脈瘤 6 例, 人工血管感染 3 例, 医原的な術野の汚染 3 例で, 準緊急, 緊急手術症例は 11 例, 待機手術症例は 1 例であった。ISR の手術手技は感染組織の可及的除去に加え, 術野の 8 ~ 10 l の強酸性水での洗浄, e-PTFE 人工血管 (分岐あるいは直型) での腹部大動脈の再建を行った。大網を周囲組織より剥離して, 左右どちらかの胃大網動静脈を茎とした有茎大網を作成した。この大網組織を横行結腸間膜に設けた切開口より後腹膜腔まで引き出し, 分岐型, 直型の人工血管を中枢, 末梢吻合部を完全に覆う形で被覆し固定した。腹膜外到達法を選択した症例では後腹膜に小切開を置いて, 腹膜外に大網を引き出して人工血管の被覆に使用した。ドレーンは直径 5mm の吸引閉鎖型ドレーンを留置した。非解剖学的再建法 (extra-anatomical bypass; EAB) の手術手技は片側腋窩動脈より両側大腿動脈まで e-PTFE 人工血管 (8mm) を使用して血行再建を先行させた後, 腹部大動脈あるいは汚染人工血管の完全除去, 感染組織の可及的な切除, 椎体前面までの郭清を行った。大動脈断端は二重に断端閉鎖縫

合後, 前縦靱帯, 大網で被覆した。その後, 約 5 ~ 10 l の生理食塩水で洗浄を行い, 術後持続洗浄可能な直径 10mm 径のドレーンを留置して手術を終了した。

1) 感染性動脈瘤症例 (Table 1)

術前に臨床所見, 画像診断上感染性動脈瘤の診断が得られたものは 5 例で, 術前敗血症ショック状態を認めたもの 4 例と臨床的に重篤な状態であった。画像診断上で動脈瘤周囲, 後腹膜に膿瘍形成の認められたものは 4 例で, 動脈瘤壁内の膿瘍が認められたものが 2 例であった。4 例の敗血症症例のうち 2 例が血液培養陽性で, 術後確定された起炎菌は MRSA 2 例, Campilobactor 1 例, Salmonera 1 例, Streptococcus 1 例であった。ISR を 5 例に行い, EAB を 1 例に施行した。ISR 症例での動脈瘤へのアプローチは経腹的到達法 3 例, 腹膜外到達法 2 例であった。ISR での術後合併症は気管支肺炎と腹壁疝開を認めた 1 例のみであった。

Salmonella 感染により EAB を行った症例 6 では, 右腋窩動脈 - 両大腿動脈バイパス術を行った後に後腹膜到達法で動脈瘤の切除, 大動脈断端閉鎖, 閉鎖断端への大網の充填を行い, 膿瘍腔を可及的に切除して右腸腰

Table 2 Prosthetic graft infection (PGI)

Patient Sex/Age	Primary disease / OP procedure	Preoperative symptom	Abscess formation (Grade)	Organisms cultured	Duration of antibiotics therapy (intra venous) (day)	Post OP course
7. T.M. F/79	AAA PGI Total excision of infected graft In-situ+ AEWI+OMW	Sepsis	I	Candida	27	Uneventful 2 yrs 1 mos Alive
8. S.S. M/71	AAA PGI Total excision of infected graft Aortic stump closure+EAB	Septic shock	III Psoas abscess (CT guided drainage)	MRSA	36 W	Reinfection of EAB graft Osteomyelitis of vertebra 1 yr 5 mos Dead
9. I.U. M/65	AOD aorto-bi-femoral bypass GEE Total excision of infected graft Aortic stump closure+EAB Lt-nephrectomy	Septic shock	III Femoral sinus tract	Enterococcus	50	Aortic stump blowout 1 yr 10 mos Dead

AAA, abdominal aortic aneurysm; PGI, prosthetic graft infection; AEWI, acid electrolyzed water irrigation; OMW, omental wrapping; EAB, extra anatomical bypass; AOD, arterial occlusive disease; GEE, graft-enteric erosion; CT, computed tomography.

筋膿瘍へは洗浄用のドレーン留置を行った。術後5カ月目に右腋窩 - 両大腿動脈バイパスにMRSAによる再感染を認めた。右腋窩動脈 - 両大腿動脈バイパス人工血管の全摘除後、感染の消退を待って下行大動脈よりバイパス術を施行した。

2) 人工血管感染症例 (Table 2)

人工血管感染症例ではISRを1例に、EABを2例に施行した。早期人工血管感染が2例、graft-enteric erosion (GEE) が1例に認められた。症例7は腹部大動脈瘤に対する分岐型人工血管置換術後に、Candidaによる早期人工血管感染を認めた症例であった。動脈瘤壁で被覆した人工血管は感染したSeroma内に認められ、感染人工血管の除去、強酸性水での洗浄の後、分岐型e-PTFE人工血管で再建、大網被覆を行った。術後腎機能の悪化を認めたが、感染の再燃の徴候もなく術後2年の経過は良好である。腹部大動脈瘤術後MRSA敗血症より早期人工血管感染を認めた症例8では、腸腰筋膿瘍に対するCTガイド下ドレーナージを行った後に、分岐型人工血管の全摘除に加え、大動脈断端の閉鎖、断端部に大

網を充填した。大動脈の操作を行う前に右腋窩動脈 - 両大腿動脈間のEABを施行した。術後腰椎への感染の波及が認められ、化膿性脊髄炎を併発、また右腋窩動脈 - 両大腿動脈バイパスの人工血管に再感染を認めた。再手術後17カ月目に、化膿性脊髄炎の悪化より敗血症となり死亡した。

閉塞性動脈硬化症、大動脈 - 両大腿動脈バイパス術後4年目に、GEEにより晚期人工血管感染を認めた症例9は、感染人工血管の脚に沿って右大腿吻合部までの膿瘍腔の形成が認められた。2カ月間の抗生剤投与による保存的治療が行われた後、感染人工血管の除去、小腸切除再吻合、左腎摘除後に大動脈断端閉鎖、左腋窩動脈両大腿動脈、EABを施行した。術後、膿瘍腔に対して持続洗浄を行った。この症例は後腹膜腔の感染が遷延し、再手術後約22カ月で腹部大動脈閉鎖断端の破裂、十二指腸穿孔により死亡した。

3) 術野汚染症例 (Table 3)

術野汚染を認めた症例は3例であった。症例10は腹部大動脈瘤の切迫破裂に対する手術中に十二指腸を損

Table 3 Iatrogenic contamination

Patient Sex/Age	Primary disease	Cause of contamination	OP procedure	Organisms cultured	Duration of antibiotics therapy (intra venous) (day)	Post OP course
10. M.Y. F/59	AAA aneurysmectomy	Duodenal injury	In-situ+ AEWI+OMW	Unknown	7	Uneventful 4 yr 4 mos Alive
11. T.N. M/74	Stenosis of the right ureter	Uretero-iliac arterial fistula Rt-Nephrectomy	In-situ+ AEWI+OMW	(-)	7	Uneventful 1 yr 9 mos Alive
12. F.M. F/69	Aorto-rt iliac bypass	Urinoma caused by injury of ureter	In-situ□ AEWI□OMW	Candida	28	Uneventful 2 yrs 2 mos Alive

AAA, abdominal aortic aneurysm; AOD, arterial occlusive disease; AEWI, acid electrolyzed water irrigation; OMW, omental wrapping.

Table 4 Abscess formation and infection related mortality

Abscess formation N=9	Reconstruction		Infection related mortality
	In-situ	EAB	
Grade I: No detectable inflammatory change and abscess formation on CT scans	3	0	0/3
Grade II: Detectable inflammatory change and abscess formation on CT scans	3	0	0/3
Grade III: Grade II+psaos abscess and/or femoral sinus tracts	0	3	2/3 (66%)

EAB, extra anatomical bypass; CT, computed tomography.

傷，腸液で術野を汚染した．症例11は尿管狭窄に対するレーザー形成術後尿管 - 右総腸骨動脈瘻を認めた症例で，尿路への大量出血を認めたため緊急手術を施行した．症例10，11は術野の強酸性水での洗浄，e-PTFE人工血管でのISR，大網での人工血管の被覆を行った．他院での閉塞性動脈硬化症に対する腹部大動脈 - 大腿動脈バイパス術中に右尿管損傷を認め，術後2日目に再手術を施行した症例12では，大動脈の動脈硬化が高度で人工血管の摘除は困難と判断し，Dacron人工血管は残したまま術野の強酸性水での洗浄の後，有茎大網で人工血管の被覆を行った．術後Candidaによる感染が遷延したが，抗真菌剤の点滴，内服投与により軽快した．

4) 抗生剤の投与期間および膿瘍形成と術後経過

抗生剤の選択は術前の各種培養検査，術中のグラム染色の結果より広域抗生剤を使用した．抗生剤の投与は，血液検査で炎症反応が消失するまで経静脈的に投与を行った．ISR施行症例での経静脈的抗生剤の平均投

与期間は23日で，その後は約1カ月間の経口抗生剤の投与を行った．ISRを行った症例では退院後も長期にわたる抗生剤の投与を行ったものは認められなかった．

手術所見で動脈周囲に膿瘍形成が認められたものは9例で，術前のCT検査より程度の分類を行った．Grade I：CT検査上，明らかな炎症，膿瘍形成がないもの3例，Grade II：CT検査上，炎症，膿瘍形成が認められるもの3例，Grade III：Grade IIに腸腰筋膿瘍あるいは大腿部瘻孔を合併したもの3例であった．膿瘍形成の高度なGrade IIIの症例は全例非解剖学的再建法を選択し，3例中2例の死亡が認められた (Table 4)．死因は腰椎の化膿性脊椎炎からの敗血症によるもの，後腹膜腔に遷延する感染による大動脈断端の十二指腸への破綻によるものであった．ISR施行症例は他病死した2例 (脳梗塞，肺炎)を除き，術後の平均観察期間は33カ月 (11～67カ月)で，感染の再燃，人工血管に関連した合併症などなく，経過良好で全例生存中である．

考 察

感染存在下での人工血管置換術は、感染創を避け汚染のない部位で再建を行うのが一般的な治療とされ、腹部大動脈の再建では感染、汚染組織の可及的除去に加え、腹部大動脈の断端閉鎖、腋窩 - 大腿動脈バイパス術を1期的あるいは2期的に行うのが標準的な術式とされてきた。しかし、感染術野でのEABは手術操作の煩雑さに加え、再建人工血管の再感染、大動脈断端の破綻、四肢の切断率の高さなど術後合併症の点で成績が期待されたほどのものでないことが明らかとなり¹⁻³⁾、術後合併症の少ないISRによる再建が脚光を浴びるようになった。以前より感染性動脈瘤で膿瘍の限局している症例ではISRによる成功例が報告されてきた⁴⁾、最近では人工血管感染、graft-enteric erosion, graft-enteric fistula症例でも臨床的に敗血症がないもの、後腹膜腔に膿の貯留が認められないもの、グラム陰性菌感染、緑膿菌感染のないものなど限られた症例に対してISRを好んで選択する傾向が見られる^{5,6)}。

Walkerらは大動脈 - 十二指腸瘻の23症例に対してISRを行い、在院死亡率22%、膿瘍形成の認められたものでは術後の合併症発生率67%、死亡率60%であったと報告し、また、有茎大網による人工血管被覆が人工血管に関連した術後合併症予防に対して重要であると強調している⁷⁾。Jacobsらは人工血管感染症例18例に対してISRを行い、敗血症の程度が軽い12症例では1例の人工血管の再感染を認めたが、平均観察期間8年で全例生存が確認され、軽度の敗血症を認める場合にはISRは安全に施行できる術式であると報告している⁸⁾。RobinsonとJohansenによる1980年代の腹部大動脈感染性動脈瘤、大動脈 - 腸管瘻に対するin-situ再建に関する文献の集積では、自験例の11例を加え19%の死亡率であったと報告している⁹⁾。

1980年代になり、感染に対して抵抗性のある人工血管の研究、開発が盛んに行われるようになった。Schmittらにより、e-PTFEはDacronに比べて人工血管表面に細菌が付着しにくいことがin vitroで明らかとされ¹⁰⁾、Staphylococcus epidermidis(coagulase negative staphylococcus; CNS)人工血管感染動物実験モデルでもe-PTFEグラフトによるISRで吻合部の良好な結合、治癒が得られ、感染の再燃も認められなかったと報告されている¹¹⁾。また、同グループよりの臨床報告では、CNS晚期人工血

管感染症例でのe-PTFE腹部大動脈ISRで、長期観察期間中に人工血管関連の合併症、感染の再燃などは認めなかったとの報告がみられる^{12,13)}。1997年、Fioraniらも人工血管感染、人工血管 - 腸管瘻18例に対するe-PTFE人工血管ISRでは、術後早期合併症として1例の中枢側吻合部縫合不全を認めたのみであったと報告しており、e-PTFE人工血管の感染に対する有効性が示唆された¹⁴⁾。また、同時期において各種抗菌剤塗布人工血管の研究も盛んに行われ、その中でも人工血管感染の起炎菌として重要なcoagulase陽性、陰性のブドウ球菌、また、グラム陰性菌に対して抵抗性のあるrifampinをgelatinあるいはcollagenとともに人工血管に塗布したものが臨床応用され、人工血管感染に対しての有効性が期待されている^{15,16)}。

人工血管よりも感染に対して抵抗性のある同種血管グラフトは血管外科の黎明期に使用されたが、入手、保存が困難なこと、移植後の免疫拒絶反応によると思われる内膜肥厚、中膜菲薄化、弾性繊維の変性による動脈瘤化、血栓形成、破裂などの問題が認められ、人工血管の出現により衰退の道をたどった¹⁷⁾。しかし、新鮮同種血管グラフトの有用性が感染術野の使用で再度脚光を浴びるようになり¹⁸⁾、その後、心内膜炎治療で凍結保存同種グラフトの良好な使用経験が得られたことより、凍結処理保存はcollagen net work、弾性板の保持、抗原性の低下、免疫学的な反応の低下をもたらすことが明らかとなった。

凍結保存同種血管グラフトは移植後の経年変化なども少なく、中期成績も良好で、感染存在下で使用可能な血管として欧米では確立された治療として受け入れられている^{19,20)}。また、自家静脈グラフトによる大動脈のISRも行われるようになり、より良い成績が期待できるようになった。しかし、自家大腿静脈を使用した再建法は感染に対して非常に優れているが、過大な手術侵襲、長時間の手術、術後の下肢コンパートメント症候群などが合併症として認められ、適応に対しては慎重な判断が必要になると考えられる^{21,22)}。

当科でISRを行った症例は感染、汚染組織(人工血管)の可及的除去に加えて、術野の強酸性水による洗浄、e-PTFE人工血管での再建、有茎大網による人工血管の完全被覆を基本的な手技とした。強酸性水は水の電気分解で得られる機能水であり、pH 7.2、その殺菌効果は強力に80%エタノールに匹敵し、0.02%ポビドンヨージ

ン, 0.1% クロルヘキシジンより効果は優れているとされている。現在, その用途は院内感染予防に対するものの以外に, 歯科口腔外科領域, 創部の処置などに応用されている。

強酸性水の長所は強力な殺菌効果, 水道水よりの電気分解により生成されるため安価で大量の使用が行える。短所として, 殺菌効果は蛋白質に触れると急激に失活すること, 粘膜に対して傷害を認めること, 金属に対する腐食が認められるなどである²³⁾。今回われわれは腹腔内あるいは後腹膜腔で術野の洗浄殺菌に使用したが, 腸管に対する傷害作用, 術後の腸管癒着によるイレウスなどの生体組織に対する傷害を一切認めることはなかった。1968年, Goldsmithらにより感染存在下での大網による人工血管保護の実験的な検討が行われ²⁴⁾, それ以後, 感染大動脈, 人工血管感染治療の一追加処置として考えられるようになった。

大網は血管が豊富なこと, 免疫応答性が高いことなどから, 大腿部の人工血管感染などに応用され良好な成績が報告されてきた²⁵⁾。この機序として大網組織には創部よりの浸出液の吸収, 血流の改善能があり, これによる局所での抗生剤濃度を高める働きがあるとされている²⁶⁾。ISRを行った9例全例に対して有茎大網で人工血管を完全に被覆した。大網による被覆は重要な感染防御対策と考えられ, ISRを行う上で欠くことのできない重要な処置であると考えられる。しかし, 胃切後症例, 開腹術後の高度癒着, 大網の未発達の症例などでは使用に制限があり, 十分にISRが可能と思われる感染・汚染の軽微な症例でも, 大網の使用が困難な場合にはISRを断念せざるを得ないことも考えられた。

高齢者の増加に加え, 糖尿病患者数の著増など動脈硬化性病変を伴うcompromised hostの増加因子を背景に, 今後ますます感染性動脈瘤などの治療に接する機会が増えるものと予想される。感染性動脈瘤は典型的な臨床症状を呈するとは限らず, contained ruptureとの鑑別も困難な場合が多く, 緊急手術では予想外の事態も十分に考えられる。また, 人工血管感染においても術中に感染・汚染の広がりをも的確に判断することは困難で, 過大侵襲を伴うEABを選択せざるを得ない場合も想定される。今回われわれの経験では, 敗血症性ショックで血液培養が陽性の高度感染状態でも, 膿瘍が限局化している症例ではISRが十分可能であることが明らかとなった。強酸性水での洗浄, e-PTFE人工血管

の使用, 有茎大網による人工血管の完全被覆は, 感染・汚染術野での非常に有効な治療手段であった。しかし, 今回膿瘍形成の高度な症例に対してEABで治療を行ったが, やはり術後の成績は悪く, ISRも含めた慎重な治療法の選択, また, 治療成績向上のためには新たな治療戦略が必要であると考えられた。

結 語

今回のMRSA敗血症など, 高度の感染を認めた症例に対しても腹部大動脈in-situ再建は安全に施行することが可能であった。強酸性水洗浄, e-PTFE人工血管の使用, 大網での人工血管の完全被覆は, 感染・汚染術野での有効な補助手段であると考えられた。

文 献

- 1) Reilly, L. M., Altman, H., Lusby, R. J., et al.: Late results following surgical management of vascular graft infection. *J. Vasc. Surg.*, **1**: 36-44, 1984.
- 2) Schmitt, D. D., Seabrook, G. R., Bandyk, D. F., et al.: Graft excision and extra-anatomic revascularization: the treatment of choice for the septic aortic prosthesis. *J. Cardiovasc. Surg.*, **31**: 327-332, 1990.
- 3) Ricotta, J. J., Faggioli, G. L., Stella, A., et al.: Total excision and extra-anatomic bypass for aortic graft infection. *Am. J. Surg.*, **162**: 145-149, 1991.
- 4) Johansen, K. and Devin, J.: Mycotic aortic aneurysms: a reappraisal. *Arch. Surg.*, **118**: 583-588, 1983.
- 5) Calligaro, K. D., Veith, F. J., Schwartz, M. L., et al.: Are gram-negative bacteria a contraindication to selective preservation of infected prosthetic arterial grafts? *J. Vasc. Surg.*, **16**: 337-346, 1992.
- 6) Geary, K. J., Tomkiewicz, Z. M., Harrison, H. N., et al.: Differential effects of a gram-negative and a gram-positive infection on autogenous and prosthetic grafts. *J. Vasc. Surg.*, **11**: 339-347, 1990.
- 7) Walker, W. E., Cooley, D. A., Duncan, J. M., et al.: The management of aortoduodenal fistula by in situ replacement of the infected abdominal aortic graft. *Ann. Surg.*, **205**: 727-732, 1987.
- 8) Jacobs, M. J. H. M., Reul, G. J., Gregoric, I., et al.: In-situ replacement and extra-anatomic bypass for the treatment of infected abdominal aortic grafts. *Eur. J. Vasc. Surg.*, **5**: 83-86, 1991.
- 9) Robinson, J. A. and Johansen, K.: Aortic sepsis: Is there a role for in situ graft reconstruction? *J. Vasc. Surg.*, **13**:

- 677-684, 1991.
- 10) Schmitt, D. D., Bandyk, D. F., Pequet, A. J., et al.: Bacterial adherence to vascular prostheses. A determinant of graft infectivity. *J. Vasc. Surg.*, **3**: 732-740, 1986.
 - 11) Vetsch, R., Bandyk, D. F., Schmitt, D. D., et al.: Anastomotic tensile strength following in situ replacement of an infected abdominal aortic graft. *Arch. Surg.*, **124**: 425-428, 1989.
 - 12) Bandyk, D. F., Bergamini, T. M., Kinney, E. V., et al.: In situ replacement of vascular prostheses infected by bacterial biofilms. *J. Vasc. Surg.*, **13**: 575-583, 1991.
 - 13) Towne, J. B., Seabrook, G. R., Bandyk, D. F., et al.: In situ replacement of arterial prosthesis infected by bacterial biofilms: Long-term follow-up. *J. Vasc. Surg.*, **19**: 226-235, 1994.
 - 14) Fiorani, P., Speziale, F., Rizzo, L., et al.: Long-term follow-up after in situ graft replacement in patients with aortofemoral graft infections. *Eur. J. Endovasc. Surg.*, **14** (Suppl A): 111-114, 1997.
 - 15) Strachan, C. J. L., Newsom, S. W. B. and Ashton, T. R.: The clinical use of an antibiotic-bonded graft. *Eur. J. Vasc. Surg.*, **5**: 627-632, 1991.
 - 16) Torsello, G., Sandmann, W., Gehrt, A., et al.: In situ replacement of infected vascular prostheses with rifampin-soaked vascular grafts: early results. *J. Vasc. Surg.*, **17**: 768-773, 1993.
 - 17) Szilagyi, D. E., Rodriguez, F. J., Smith, R. F., et al.: Late fate of arterial allografts: Observation 6 to 15 years after implantation. *Arch. Surg.*, **101**: 721-733, 1970.
 - 18) Bahnini, A., Ruotolo, C., Koskas, F., et al.: In situ fresh allograft replacement of an infected aortic prosthetic graft: eighteen-month's follow-up. *J. Vasc. Surg.*, **14**: 98-102, 1991.
 - 19) Vogt, P. R., von Segesser, L. K., Goffin, Y., et al.: Eradication of aortic infections with the use of cryopreserved arterial homografts. *Ann. Thorac. Surg.*, **62**: 640-645, 1996.
 - 20) Vogt, P. R., Brunner-LaRocca, H. P., Lachat, M., et al.: Technical details with the use of cryopreserved arterial allografts for aortic infection: Influence on early and midterm mortality. *J. Vasc. Surg.*, **35**: 80-86, 2002.
 - 21) Clagett, G. P., Bowers, B. L., Lopez-Viego, M. A., et al.: Creation of a neo-aortoiliac system from lower extremity deep and superficial veins. *Ann. Surg.*, **218**: 239-249, 1993.
 - 22) Clagett, G. P., Valentine, R. J. and Hagino, R. T.: Autogenous aortoiliac/femoral reconstruction from superficial femoral-popliteal veins: Feasibility and durability. *J. Vasc. Surg.*, **25**: 255-270, 1997.
 - 23) Tanaka, H., Hirakata, Y., Kaku, M., et al.: Antimicrobial activity of superoxidized water. *J. Hosp. Inf.*, **34**: 43-49, 1996.
 - 24) Goldsmith, H. S., de los Santos, R., Vanamee, P., et al.: Experimental protection of vascular prosthesis by omentum. *Arch. Surg.*, **97**: 872-878, 1968.
 - 25) Van Krunkelsven, L., Marichal, P. and Hubens, A.: Use of a pedicled omental flap in the treatment of an infected vascular prosthetic graft. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, **10**: 256-257, 1995.
 - 26) Physiology and functions. The Greater Omentum, Liebermann-Meffert, D. and White, H. eds., Berlin 1983, Springer Verlag, 63-92.

Management of Aortic Synthetic Grafts in Infected and Contaminated Fields

Atsushi Imamura, Takamichi Saito, Takashi Ozaki, Hironori Tanaka,
Masashi Okuno and Yasuo Kamiyama

Department of Surgery, Kansai Medical University

Key words: Abdominal aortic aneurysm, Mycotic aneurysm, Prosthetic graft infection,
In-situ reconstruction, Pedicled omental flap

A method for aortic revascularization in an infected and contaminated field has always been the subject of discussion and controversy. An in-situ method would be ideal for reconstruction in selected less purulent patients, because this has the advantage of fewer postoperative complications compared with traditional extra-anatomical bypass grafting. However, the option of an in-situ reconstruction in a field with a potentially fatal infection is a challenge to the vascular surgeon. To avoid (re)infection of the prosthesis, we began to use acid electrolyzed water (AEW) irrigation and an in-situ reconstruction with e-PTFE (expanded polytetrafluoroethylene) vascular prosthesis wrapping by a pedicled omental flap. We encountered 12 cases of complicated abdominal aortic surgery during the past 9 years (8 men, 4 women, 59–89 years old). The underlying disease in this group included mycotic aneurysm in 6, prosthetic graft infection in 3 and iatrogenic contamination of the operative field in 3. In-situ reconstruction was conducted in the 9 patients, including 4 cases of aortic sepsis with abscess. Prior to performing revascularization in contaminated or infected aortic beds, we irrigated the operative field with AEW, which is strongly bactericidal against a wide range of bacteria. The bactericidal activity of AEW is considered to be similar to that of 80% ethanol, and it has unique and potent sterilizing actions, while no adverse effects have been reported. After irrigation of operative fields, in-situ reconstruction was undertaken using e-PTFE synthetic grafts. A pedicled omentum flap was utilized to protect the synthetic materials from contaminated operative fields. Among patients with in-situ reconstruction, there were no adverse events such as recurrence of retroperitoneal infection, prosthetic graft infection, or graft thrombosis during follow-up periods (11–67 mo). The clinical use of AEW irrigation and wrapping of the e-PTFE graft by a pedicled omental flap may be able to protect a synthetic graft in infected and contaminated fields and prevent the recurrence of persistent retroperitoneal infection. Especially in an emergency situations when the contamination situation is unknown, an application of this simplified method of reconstruction could reduce the risk of infection of synthetic grafts.

(Jpn. J. Vasc. Surg., 14: 645-652, 2005)