

# AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

北海道外科雑誌 (2007.12) 52巻2号:114～118.

Surgical Site Infectionの新しい対策  
—術後感染を防ぐためのわれわれの工夫—  
大動脈・末梢血管手術

東信良, 稲葉雅史, 内田恒, 清川恵子, 角浜孝行, 赤坂伸  
之, 笹嶋唯博

Surgical Site Infection の新しい対策  
—術後感染を防ぐためのわれわれの工夫—  
大動脈・末梢血管手術

東 信良 稲葉 雅史 内田 恒 清川 恵子  
角浜 孝行 赤坂 伸之 笹嶋 唯博

要 旨

血管外科手術は、人工物を頻繁に使用するという特殊性から、surgical site infection (SSI) 対策の進歩とともに発展してきたと言っても過言ではない。しかしながら、近年の手術対象患者の高齢化、糖尿病や維持透析例の顕著な増加、感染を伴う壊疽肢の増加、さらには耐性菌の蔓延などにより、SSI は解決されつつあるどころか、むしろ増加傾向にある可能性がある。血管外科領域で最も重篤な SSI は、人工血管感染であり、リスクファクターとして患者側の要因の他、長い術前入院期間や、長時間手術、術後早期の再手術などが挙げられている。人工血管感染対策として、リファンピシン結合人工血管等の抗菌人工血管が期待されているが、万能ではなく、さらなる SSI 対策が求められている。

Key Words : 人工血管感染, 血行再建術, 抗菌人工血管, リファンピシン

はじめに

近年の抗菌薬や手術手技の進歩さらには手術室の換気法やクリーン度の向上など、感染対策の進歩はめざましいものがある。さらに、1999年に CDC (Center for Disease Control and Prevention) から SSI 対策のガイドラインが示され<sup>1)</sup>この数年の間に広く本邦の医療施設にも普及し、組織的な感染対策が実践されている。ましてや、通常の大動脈・末梢血管手術の多くは清潔手術であり、本来、surgical site infection (SSI) は極めて稀なはずである。しかし、残念ながら、近年の糖尿病・透析患者の増加や、高齢者に対する手術機

会の増加、さらには、耐性菌の出現などにより、SSI 発生はいまだに最も重要な術後合併症のひとつであり、入院死亡の主要な要因であり続けているのが現状である。特に、近年、糖尿病壊疽肢に対する血行再建手術が増加しているが、そうした患者はすでに体の一部に感染巣を有しており、感染巣を有する患者の SSI 対策のみでなく、他患に対する感染対策即ち院内感染対策においても、難しい問題をはらんでいる。また、血管外科領域では人工材料を使用する機会が多いことから、いったん SSI が発生すると致死的な合併症となりうる。

これらのことから、血管外科領域における SSI は、容易に解決できる問題ではなく、医療に従事する各職種が一丸となって取り組むべき重要な課題である。

本稿では、血管外科の SSI の中でも、特に下肢切断や死亡に直結する人工血管感染を中心に、その現状や

旭川医科大学 外科学講座循環呼吸腫瘍病態外科分野  
心臓血管外科  
本論文の要旨は、平成19年1月13日に行われた日本外科学会北海道地区生涯教育セミナーにおいて講演されたものである。

対策について述べる。

### 血管外科における SSI の特徴

一般の外科手術における SSI 発生に影響する患者側因子として、CDC のガイドラインでは、年齢、栄養状態、糖尿病、喫煙、肥満、体の離れた部位の感染の存在、微生物の保菌、免疫応答性、術前入院期間が挙げられている。これらのほとんど全ては、血管手術を受ける大部分の患者がまさに保有している因子であり、特に、この領域における糖尿病患者の増加は顕著となっており、その免疫応答性や創傷治癒能力の障害が問題である<sup>2)</sup>。

また、血行障害で壊疽に陥っている組織は必ず感染を伴っているため、そうした患者への手術は、「体の離れた部位の感染の存在」および「微生物の保菌」に相当し、重大な SSI のリスクとなっている。CDC のガイドラインでは、SSI 発生に影響する手術因子として、異物の使用が挙げられており、人工物を使用し、かつ、SSI が破局的な危機を招くような手術の代表として、下肢の血行再建手術がとりあげられている。人工血管はまさに巨大な異物であるとともに、一旦感染すると、下肢大切断や入院死亡など不幸な転帰をとることが報告されている<sup>3,4,5)</sup>。

血管外科における手術側の因子として、成書では、誤った無菌操作、長い術前入院期間、緊急手術、長い手術時間（4 時間以上）、再手術、消化管手術との合併手術、術後表層の創感染が人工血管感染のリスクとして重要であるとしている<sup>3)</sup>。特に、手術時間と再手術については多くの臨床家が同様の報告をしており<sup>6,7)</sup>、初回手術後 1 ヶ月未満の再手術と 1 ヶ月以上経過した後の手術では、1 ヶ月未満の再手術でグラフト感染発生率が有意に高かったという報告もなされている<sup>8)</sup>。

起炎菌に関しては、数十年前から *Staphylococcus aureus* や *epidermidis* が過半数を占めているが<sup>3,4)</sup>、近年各種の耐性菌が猛威をふるっており、特に *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) 感染が入院死亡の重要な要因になっている<sup>9)</sup>。

以上のように、血管外科領域においては、SSI を取り巻く環境はむしろますます難しい状況になってきており、人工血管感染の発生率は従来 0.5～5% 程度とされてきたが、近年では 10% を越える報告も見られるようになってきている<sup>5)</sup>。

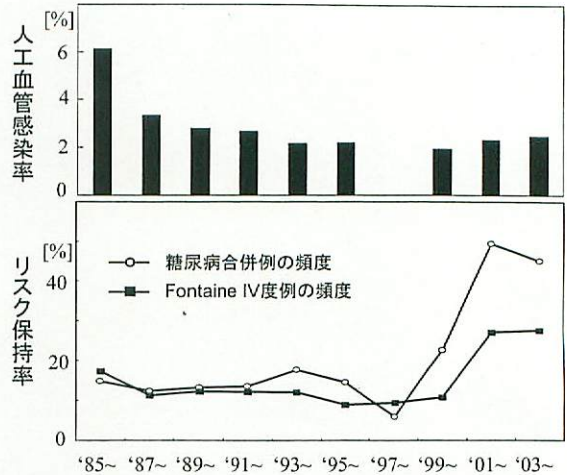


図1 教室における人工血管感染頻度の年次推移と背景因子の変化

上段グラフに2年毎の人工血管感染発生頻度（人工血管使用例数における感染発生率）を、下段グラフには人工血管使用例数における糖尿病例の割合、および Fontaine IV 度（虚血性潰瘍または壊疽を有する例）の占める割合の推移を示す。なお、人工血管使用例としては、腹部大動脈瘤および下肢閉塞性動脈硬化症例が含まれている。

表1 人工血管感染の発生頻度

	人工血管* 使用例数	人工血管 感染率	p値#
腹部大動脈瘤	139	0.7%	0.0646
下肢閉塞性動脈硬化症	200	4.0%	
（間歇性跛行肢 重症虚血肢）	97	1.0%	0.0402
	103	6.8%	

\*過去5年間における人工血管使用例、#カイ二乗法による検定結果

教室の成績を検討したところ、人工血管感染の頻度は、1998年頃までは順調に減少していたが、ここ数年は、感染対策の充実にもかかわらず、人工血管感染数が増進傾向にあり、糖尿病例や壊疽例の急速な増加が影響しているものと推察される。最近5年間の人工血管移植手術の中で、人工血管感染の頻度は、腹部大動脈瘤手術で0.7%、下肢閉塞性動脈硬化症 (ASO) に対するバイパス術で4.0%であり、ASO で高い傾向にあり、さらに ASO の中でも、重症虚血肢で有意に高頻度に人工血管感染発生を認めた (表1)。

さらなる感染対策の徹底、進歩が求められている。

## 血管外科手術における SSI 対策

SSI を予防する対策については、CDC が包括的かつ詳細な勧告を公表している。血管外科領域においても、概ねその勧告が実行されてきた。以下に、当科において、日常行われている下肢血行再建術の周術期管理を紹介する。

### (1) 術前準備

手術までの期間が切迫していなければ、糖尿病のコントロールの徹底、少なくとも1ヶ月前からの禁煙、栄養状態の改善を実施している。こうした準備や術前の検査は、原則的に全て外来で行い、術前入院期間をできるだけ短縮するよう努めている。

下肢壊疽などで、明らかにドレナージを必要とする感染巣を有している場合には、術前に病棟ないし手術室でドレナージを行い、その時点から原因菌の同定と抗生剤の投与を行っている。他院から手術を目的に入院する場合には、あらかじめ紹介先の病院へ保菌状態およびその薬剤感受性等の情報提供を依頼するようにしている。術当日は、そのような開放創はフィルムで二重に密閉し、術野との隔絶を確実に行う。

### (2) 手術前の手洗い

CDC の勧告に従って、長時間のブラッシングによる手洗いを変更し、ブラッシングは爪のみとし、他の部位は手もみ洗いとして、滅菌タオルを使って水分を拭き取った後にアルコールをかける方法を採用している。

ガウンは全てディスポーザブルとし、水を通しにくい製品を採用している。エビデンスはないものの、ガウン着用の際は、手を出さない closed technique を医師も看護師も採用している。

### (3) 予防的抗菌剤の投与

CDC のガイドラインでは、人工血管を使用する血行再建手術では、予防的抗菌薬投与 (antimicrobial prophylaxis; AMP) が必須とされており、また、末梢血管外科手術において AMP が有用であり、明らかに SSI の発生頻度を低下させる能力があることがメタアナリシスで証明されている<sup>10)</sup>。

原則として、皮膚切開開始時から閉創までの間、十分な有効血中濃度を保つことが重要であるとの考えから、我々の施設では、麻酔導入後に初回投与を行い、以後6時間毎に投与し、手術終了後は12時間毎に継続して、ドレーンおよびカテーテル類が抜去される第2

病日まで3日間投与する方針としている。なお、血管外科領域における抗菌薬の最適な投与期間については、24時間を超える AMP は24時間以内のものに加えて特段のメリットはないというメタアナリシスの結果が報告されている<sup>10)</sup>。

血管外科領域での SSI の起炎菌の多くがグラム陽性球菌であることから、当科で選択している AMP の薬剤は、人工物を使用しない手術にはセファゾリン (CEZ) を使用し、人工物を使用する手術には ABPC と  $\beta$ ラクタマーゼ阻害薬の配合薬であるトシル酸スルタミシリン (SBTPC) を使用することとしている。なお、術前からメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) 感染が明らかな症例には、腎機能正常例または透析例には塩酸バンコマイシン (VCM) を、腎機能低下例にはテイコプラニン (TEIC) を選択し、その後さらに MRSA 感染の増悪を認める場合にはリネゾリド (LZD) を使用している。

### (4) 麻酔

CDC では、麻酔科医師も SSI 予防の原則を遵守すべきであると勧告している。特に人工血管を使用する手術では、麻酔科医によって挿入されたルート類からの感染でさえ致命的であるため、厳重な感染対策が要求される。感染予防の点からも麻酔科医は重要なパートナーである。

### (5) 手術手技

- 1) 除毛：除毛は術当日に手術室で電気クリッパーを用いて行っている。
- 2) 陰部の被覆：術野の汚染を確実に回避する目的で、陰部には、織布・ヌノバン・タオル・ドレープの4重の被覆を行っている。
- 3) 患肢のブラッシング：皮膚消毒の前に、術野になる領域をグルコン酸クロルヘキシジンで軽くブラッシングしている。
- 4) 下肢消毒と足袋：下肢を挙上した状態で、下肢全体をポピオンヨード消毒し、足部に透明な足袋 (腸パックで代用) をかけ、覆布を3重に敷いた上に下肢をおろす。血管外科手術では、水を多く使用するため、底面に水が浸透しないよう配慮する必要がある。
- 5) 覆布とドレーピング：覆布は全て水を通しにくいディスポーザブルの不織布を用い、皮膚の露出を最小限になるように被覆し、露出した皮膚はドレープで被覆する。ドレープは、粘着性が優れているとい

- う理由でポピドンヨード付きのものを採用している。
- 6) 手術操作：止血を確実にし、リンパ管は結紮して手術を進め、創閉鎖前に良く創を洗浄し、止血を再度確認して、死腔を作らないよう創閉鎖するようにしている。手術時間が長いほど SSI の発生頻度が高いとされている一方で、再手術が極めて高い SSI リスク因子であることから、容易ではないが確実にかつ短時間の手術が望まれている。
- 7) ドレーン：ソケイ部や膝窩部の操作では、リンパ液の貯留が感染の原因となりうるため、閉鎖式ドレーンの留置を行っている。
- 8) 創のドレッシング：創は少なくとも48時間はドレッシングを交換しないので、手術終了時のドレッシングによる被覆をしっかりと行い、特に、ソケイ部は汚染しないよう防水性のドレッシングとする。

### 教室における新しい工夫

#### (1) リファンピシン結合人工血管

これまで述べてきたように、人工血管感染は血管外科領域では最も予後不良の SSI であり、人工血管感染予防対策が求められてきた。その中でも、特にリファンピシン結合ゼラチン人工血管 (RGG) が欧米を中心に研究され、臨床応用されてきた。<sup>11,12)</sup> 本邦にはリファンピシン注射剤が無いため、教室では、当院薬剤部の協力のもとリファンピシン内服薬からリファンピシン溶液を調整する方法を確立するとともに、雑種成犬を用いて基礎検討を行った上で臨床応用してきた。<sup>13)</sup> 臨床で RGG を使用する適応として、1) 明らかに感染を伴っている術野での使用 (感染性動脈瘤手術など)、2) contamination の可能性のある術野での人工血管の使用 (消化器等の手術との同時手術)、3) 離れた部位の感染巣 (足部壊疽など) を有する人工血管

手術、4) 人工血管感染ハイリスク例 (再手術例など) が良い適応と考え、50 例余に使用してきた (表 2)。RGG 使用例での人工血管感染は未だ認めていない。

しかし、教室における基礎検討の際に、臨床での分離株に対する有効性を検討した結果、RGG は staphylococcus epidermidis には非常に有効であるものの、MRSA や E.coli には無効であることが明らかとなった。<sup>13)</sup>

従って、こうした菌が原因となっている感染巣を有する症例への新たな抗菌人工血管の開発が待たれるところである。

#### (2) Vacuum assisted closure (VAC)

前述のように、創治癒障害やソケイ部切開は人工血管感染発生の重要なリスクファクターであり、ソケイ部切開創がリンパ瘻などで哆開すると、その深層にある人工血管に感染が波及して人工血管感染に至る場合がある。<sup>14)</sup> したがって、仮に創が哆開しても、それを早期に二次治癒に至らしめることができればこの種の人工血管感染を回避できる。VAC 療法は、開放創を湿潤環境に保ち、かつ、陰圧で余剰な浸出液を取り除き、組織浮腫を軽減して組織治癒を促進するとされ、外科系の多くの科で創合併症の強力な治療手段として応用されている。<sup>15)</sup>

教室では、いち早く VAC を導入し、SSI が生じても可及的速やかな創治癒を達成して、重大な合併症に至らぬよう対処している。<sup>16)</sup> さらに、感染巣に対しては、まず、感染組織の充分なデブリードマンをおこなった後に、抗生剤を徐放するビーズを polymethylmethacrylate で作成して、<sup>17)</sup> 開放創に留置するなどして、すでに感染した創をもグラフト感染に至る前に早期に治癒に導くことができるよう工夫を行っている。

## 結 論

感染予防に関するエビデンスが蓄積され、病院職員の感染対策に関する意識が着実に向上している。しかし、人工材料を扱う血管外科を取り巻く環境 (主に宿主側の要因および微生物側の要因) はむしろ厳しくなっている。人工材料の治癒あるいは抗感染性をさらに追求することが求められるとともに、診療に関わる関係職員の教育や病院システムの改革 (入院期間の短縮、院内感染対策、外来治療の充実等) といった病院丸となったの取り組みを推し進めなければならない。

表 2 リファンピシン人工血管の臨床成績

リファンピシン人工血管の適応理由	適用例数	人工血管感染発生例数
感染性動脈瘤 (またはその疑い)	4	0
人工血管感染に対する再手術	1	0
消化器手術との同時手術	2	0
他科手術との同時手術	3	0
ASO (主に重症虚血肢や再手術例)	11	0
動脈瘤 (炎症性瘤、嚢状瘤、その他)	31	0
計	52	0

## 文 献

- 1) Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999 ; 20 : 250-278.
- 2) Virkkunen J, Heikkinen M, Lepantalo M, et al. Finnvasc Study Group. Diabetes as an independent risk factor for early postoperative complications in critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2004 ; 40 : 761-767.
- 3) Bandyk DF. Infection in prosthetic vascular grafts. In: Rutherford RB, ed. *Vascular Surgery* 5th edition. Philadelphia: W.B.Saunders Company 2000 : 733-751.
- 4) Piotrowski JJ, Bernhard VM. Management of vascular graft infections. In: Bernhard VM, and Towne JB, ed. *Complication in vascular surgery*. St. Louis: Quality Medical Publishing, Inc 1991 : 235-258.
- 5) Pounds LL, Montes-Walters M, Mayhall CG, et al. A changing pattern of infection after major vascular reconstructions. *Vasc Endovasc Surg* 2005 ; 39 : 511-517.
- 6) 八柳英治, 笹嶋唯博, 郷一知ほか. 下肢血行再建術後グラフト感染症例の検討. *日血外会誌* 1994 ; 3 : 657-663.
- 7) Leong G, Wilson J, Charlett A. Duration of operation as a risk factor for surgical site infection: comparison of English and US data. *J Hosp Infect* 2006 ; 63 : 255-262.
- 8) Kalakowski S Jr, Dougherty MJ, and Calligaro KD. Does the timing of reoperation influence the risk of graft infection? *J Vasc Surg* 2007 ; 45 : 60-64.
- 9) Taylor MD, Napolitano LM. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in vascular surgery: increasing prevalence. *Surg Infect (Larchmt)* 2004 ; 5 : 180-187.
- 10) Stewart AH, Evers PS, Earnshaw JJ, et al. Prevention of infection in peripheral arterial reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg* 2007 ; 46 : 148-155.
- 11) 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* 1993 ; 17 : 768-773.
- 12) D'Addato M, Curti T, Freyrie A. Prophylaxis of graft infection with rifampicin-bonded Gelseal graft: 2-year follow-up of a prospective clinical trial. *Cardiovasc Surg* 1996 ; 4 : 200-204.
- 13) Kishiko S, Sasajima T, Muraki S, et al. Limitations in the use of rifampicin-gelatin grafts against virulent organisms. *J Vasc Surg* 2002 ; 35 : 779-785.
- 14) Antonios VS, Noel AA, Steckelberg JM, et al. Prosthetic vascular graft infection: a risk factor analysis using a case-control study. *J Infect* 2006 ; 53 : 49-55.
- 15) Joseph E, Hamori CA, Bergman S, et al. A prospective randomized trial of vacuum-assisted closure versus standard therapy of chronic nonhealing wounds. *Wounds* 2000 ; 12 : 60-67.
- 16) Azuma N, Inaba M, Akasaka N, et al. Limb salvage achieved by paramalleolar bypass with topical treatment. *Jpn J Vasc Surg* 2005 ; 14 : 83-89.
- 17) Stone PA, Armstrong PA, Bandyk DF, et al. Use of antibiotic-loaded polymethylmethacrylate beads for the treatment of extracavitary prosthetic vascular graft infections. *J Vasc Surg* 2006 ; 44 : 757-761.

## Summary

Management of surgical site infection  
in vascular surgery

Nobuyoshi AZUMA, Masashi INABA,  
Hisashi UCHIDA, Nobuyuki AKASAKA,  
and Tadahiro SASAJIMA

Division of Cardiovascular Surgery, Department of Surgery, Asahikawa Medical College

Despite of development of antibiotics, surgical skill, sterile technique, and knowledge of infection control, SSI is still increasing because of increasing high risk patients such as diabetes, hemodialysis-dependent renal disease, as well as patients with gangrene contaminated with antibiotics-resisted bacteria. Surgical site infection in the field of vascular surgery sometime results in lethal complication like a prostheses infection. Antibacterial prostheses such as rifampicin-bonded gelatin artificial graft are one of effective measures to prevent graft infection. Further development of method to prevent infection especially with virulent microorganism is desired.