●原　著●

大静脈の血行再建術における要点とpitfall

岡田　昌義

要　旨：近年，血管外科領域における進歩は実にめざましいものがある。特に，血管といえば主として動脈に着目されており，種々の開発や改良がなされてきたのである[1~3]。しかし，ごく最近に至っては静脈，特に生命を脅かす大静脈への血行再建術に多大な関心が寄せられている[4~6]。現在，大静脈に対しては縫合糸を用いる従来からの血行再建術に加え，最近では切除不可能な悪性腫瘍への治療として，一時的な改善を目的としたstent挿入術も選択されている。ここでは，大静脈の血行障害に対する血行再建術の要点とpitfallについて論述したが，そのポイントは，吻合口を可及的大きく取り，使用する人工血管としては，抗血栓性に富み，操作性のよいe-PTFE，また縫合糸としても同様の理由からe-PTFE糸が望ましいものと考えられた。
（J Jpn Coll Angiol, 2005, **45**: 1011–1018）

Key words: venous reconstruction, venous disorder of the great vein, bypass surgery, expanded polytetrafluoroethylene (e-PTFE)

序　　言

最近，静脈疾患に対する関心が次第に高揚し，その診断や治療にも多くの改良点が散見されている。静脈疾患の中で最も多いのは，下肢の静脈瘤であるが，多岐にわたる治療の結果，かなりの成果が得られている[7~11]。多くの治療手段の中でも，大静脈に対する静脈の血行再建術は，心臓血管外科を日常の診療で行っている外科医であれば，とくに特別な手技は必要ないものと考えられる。しかし，どのような分野の手術でもある程度の手技を熟知しておくことが肝要であるということは，今さら言うまでもない。

上・下大静脈の血行障害の多くは，悪性腫瘍によるものであり，その治療方針としては，これらの静脈に浸潤している部位を切除して血行再建術を行い，かつ悪性腫瘍を同時に切除して初めて根治性が得られ，かつ延命効果が期待される場合であると考えている。著者は，このような手術適応のもとに上・下大静脈の血行障害に対して血行再建術を実施し，満足すべき成果を収めてきたので，その手技の要点を中心に述べる。

兵庫大学健康科学部（前　神戸大学第二外科）

対象と方法

1982年４月以降，著者が経験した上大静脈の血行障害が認められた25症例（浸潤性胸腺腫10例，ホジキン病３例，肺癌３例，セミノーマ２例，胸腺癌２例，血管炎２例，甲状腺癌，卵黄嚢腫，転移性軟骨肉腫が各１例）と，下大静脈に血行障害がみられた40症例（腎細胞癌38例，平滑筋肉腫２例）を対象とした。この両群においては，いずれも静脈の血行障害によって明らかな臨床症状がみられており，原疾患としての腫瘍切除に加えて静脈壁に浸潤した部位を切除し，その根治性が得られるものに対して血行再建術を実施してきた。しかし，症例の中には原疾患の浸潤が広範囲にわたり，それを切除することが不可能であるケースに遭遇することがある。このような場合，静脈圧の亢進によって失神発作がみられた症例に対しては，応急処置として，静脈圧の減圧を目的としてbypass手術を実施してきた。

血行再建術に関しては，静脈壁への悪性腫瘍の浸潤の程度によって部分切除が可能な場合，その切除後に直接縫合して静脈の直径が２分の１以上に維持される際にはこの手技を採用した。しかし，その直径が２分

2005年８月16日受付　　2005年10月28日受理

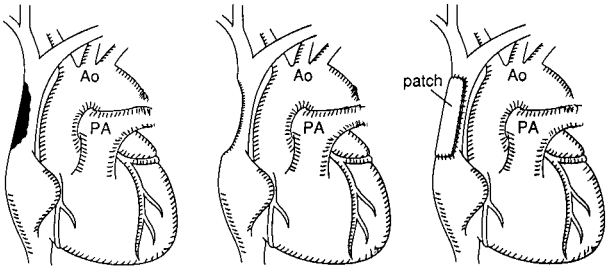


Figure 1 Operative methods of venous reconstruction (SVC)
A: Stenotic area of the SVC
B: Direct suture
C: Suture with patch
Ao: aorta, PA: pulmonary artery

の1以下になる場合には，直径が十分に維持されるようにパッチ(expanded polytetrafluoroethylene: e-PTFE，自家静脈)をあてて縫合した(**Fig. 1**)。ところが，静脈の切除範囲が広範になると，もはやパッチ縫合術では血行再建術が不十分となるため，最終的には人工血管によるbypass手術が最優先されることになる。

大静脈のbypass手術に使用する人工血管としては，抗血栓性に富み，リング付きのe-PTFEが，現時点ではベストではないかと考えている(**Fig. 2**)。というのは，本血管には柔軟性があって操作性が良く，血液の漏出もないことのほか，静脈系は低圧系であるために人工血管の内腔を確保できるリング付きが最良であると考えるからである。

近年，原疾患の切除不能例に対して症状の改善を図るためにstent挿入術が積極的に放射線科医によって応用されているが，種々の問題点もあり，著者はむしろ非解剖学的bypass術により対応し満足すべき成果を得ている[12~17]。

結　果

上・下大静脈の血行障害に対して種々の血行再建術を実践してきた。血行再建術における最大の課題は，手術の根治性とその延命効果であり，かつ遠隔期における開存率を高く維持することである。その結果，手技上のポイントを要約すると，以下のようになる。

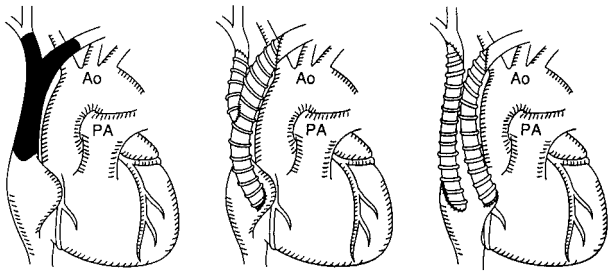
① 原疾患の切除に加えて，静脈の血行再建術を実施すれば根治性が得られ，さらに延命効果が得られる場合にのみ本来の手術適応がある。

② 静脈の部分切除術で血行再建術が終了すれば理想的である。しかし，その再建術後の静脈の直径が狭小となってはならない。少なくとも，本来の2分の1以上の径の確保が望ましい。

Figure 2 Ringed e-PTFE graft

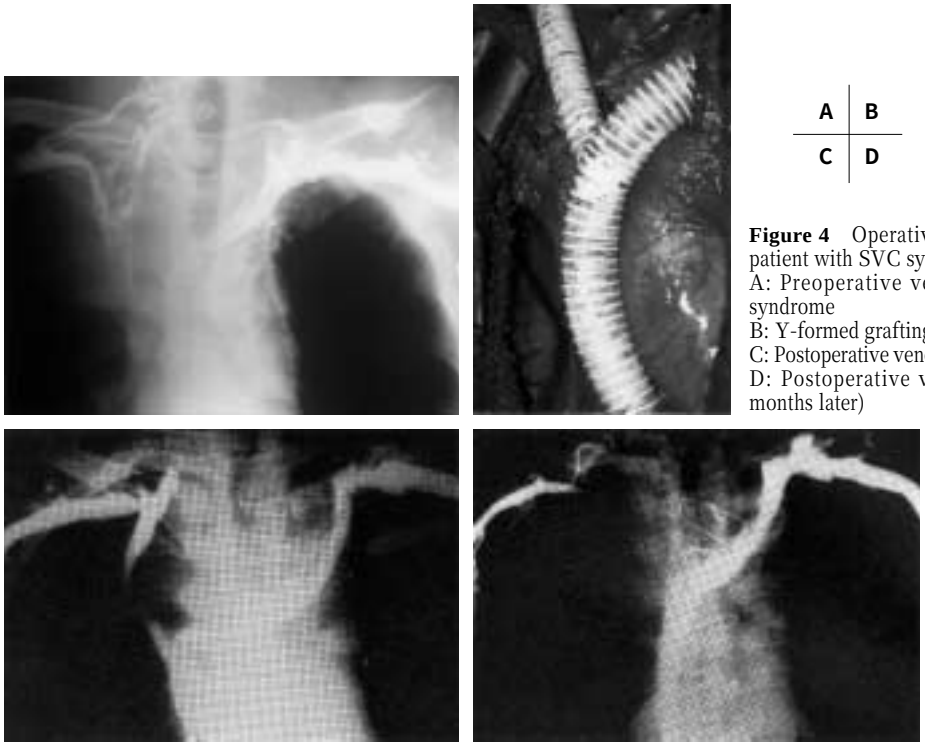
③ 静脈の切除範囲が広範囲となり，上大静脈並びに左右の腕頭静脈の血行再建術が必要な場合には，左右別々にリング付き人工血管(e-PTFE)を使用して右心房との間にbypassするのがよい。左右の腕頭静脈をY型グラフトとして右心房との間にbypass手術を行うと，血流の競合現象が生じてグラフトのどちらかが狭窄，あるいは閉塞するという事実を確認している(**Fig. 3~5**)。

④ Bypass手術の際，腕頭静脈側から吻合を開始する方が視野が良好であり，吻合が容易である。吻合部は可及的に広く(2 cm以上)取ることが重要であり，静脈の内膜と人工血管の内側とが密着するように吻合する。e-PTFEは使用前にヘパリン加生理的食塩水に浸漬しておけば，柔軟性が増し吻合が容易となる。一方，縫合糸は5-0，ないし6-0 e-PTFEが抗血栓性も良好であり操作性もよい。なお，リングが縫合時にちょうど針の刺入点になることがあるが，これを決して除去することなく，そのまま縫い代の中に入れることが重要である。このリングが吻合口をしっかりと確保するためである。



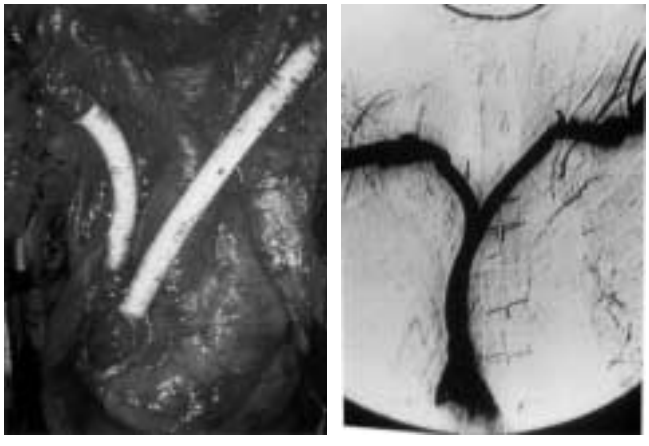
A | B | C

Figure 3 Operative methods for venous reconstruction (SVC)
A: Occlusion of the SVC and its Branches
B: Y-formed grafting
C: Double bypass grafting
Ao: aorta, PA: pulmonary artery



A | B
C | D

Figure 4 Operative procedure for the patient with SVC syndrome
A: Preoperative venogram with SVC syndrome
B: Y-formed grafting with ringed e-PTFE
C: Postoperative venogram (1 month later)
D: Postoperative venogram (1 year 6 months later)



A | B

Figure 5 Operative procedure for the patient with SVC syndrome
A: Double bypass grafting with ringed e-PTFE
B: Postoperative venogram (1.5 month later)

また，人工血管のサイズは，静脈本来の径に相応するものがよい。さらに，吻合に際しての要点は，吻合口を大きくとるために，30～40度に斜めに切断し，かつheel部を縦に切開すると，吻合口が広く確保できる（**Fig. 6**）。なお，吻合口を広くするためのコツとしては，toeとheelとの2点に支持糸をかけた後，連続縫合するのがよい。この際，糸と糸との間はあまり広くせず動脈の血行再建術のときよりも少し狭い目にするのがよい。

他方，右心房側の吻合に際しては，2本のbypassを人工血管を用いて再建する場合には，右心耳と右心房との2箇所に吻合を行う。右心房に部分的に鉗子をかけて切開するが，小さな肉柱がみられることが多くこれを切り離しておくのがよい。吻合口を大きく取り，人工血管がねじれないようにその走行を確認してから吻合を開始する。グラフトの長さは，心拍動下において右心房や右心耳が牽引されないように十分注意することである。さらに，左腕頭静脈を再建した際には，閉胸時に胸骨柄が部分的に接触してグラフトの開存性にも影響を及ぼすことがあるので，少し長さにゆとりをもたせるか，胸骨柄の内部の突起を少し削ることによって対処すれば，特に問題は生じない。

⑤ Bypass作成時には，人工血管を使用することになり，あらかじめ体重1kgあたり，1.5mgのヘパリンを全身投与しておくと吻合中に血栓が発生することはない。

⑥ 術後の抗血栓療法としては，人工血管を使用した際には術後3日間は1日に15mgを静脈より点滴にて投与した。その後は，ワーファリンの経口投与に切り替えた。このワーファリンの投与量は，トロンボテスト50～60%，IRNで1.6～2.6とした。なお，ワーファリンでコントロールしている際には，この薬効を低下させる食物（納豆，山芋，オクラなど）の摂取には注意を促すことが重要である。

⑦ さて，手術成績に関してであるが，上大静脈の血行再建術の25症例中，20例に悪性腫瘍の切除術に加えて上大静脈の血行再建術が根治術の目的でbypass手術が実施された。これらのうちY型bypass手術は，初期の4症例に実施され，その後2本bypassが5例に適用され，残りのケースには，single bypassやパッチ縫合などが行われた。他の5例では，非解剖学的bypass手術が実施された。その内訳は，左内頸静脈－左大腿静脈間のbypassが3例，左鎖骨下静脈－左大腿静脈間のbypassと，外頸静脈－上大静脈間のbypassが各1例に実施された。手術成績をみると，原疾患は悪性腫瘍によるものであったが，症例の半数が4年以上生存，5例が実に10年以上生存したという，予想に反して良好な成績が得られた。さらに，その内容を分析すると，4年～7年9カ月の間生存した症例は6例，12年7カ月～15年10カ月生存したケースは5例にみられた。一方，非解剖学的bypassが実施された5症例のうち，最長期生存した悪性腫瘍（右側肺癌stage IV）の1例では病変が広範過ぎて切除不能であった。しかし，失神発作を頻回に発生した本症例に対してはリング付きe-PTFEによるbypass手術を行った結果，それが奏効し，最長7カ月の間満足すべき日常の生活にまで復帰することができた意義は大であった。

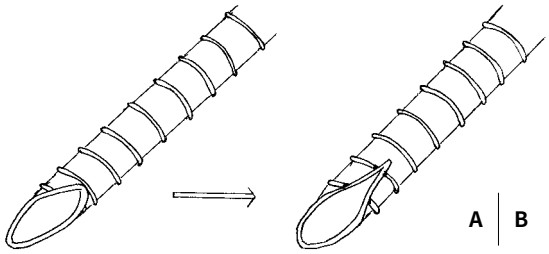


Figure 6　Wide open technique at anastomotic site
A: Oblique cut
B: Cutback enough

一方，下大静脈の40例においては，直接縫合やパッチ縫合が圧倒的多数を占めたが，bypass手術が実施されたのはわずか3例のみであった。これらのうち，下大動脈の拡大と浸潤が高度なため体外循環が応用されたのは13例であった。この応用によって，出血の予防に有用であることが確認された。この群での最長生存例は，術後11年以上であったが，生存中はほぼ満足すべき生活をすることができていた（**Fig. 7**）。

考　察

（1）大静脈血行再建術の手術適応

動脈の血行再建術においても静脈の血行再建術においても，その基本は同様である。しかし，静脈という低圧系における血行再建術という理由から，種々の工夫や改良が必須となる。ただ，大静脈血行再建術の主目的は，血行再建術という手技のほかに，その血行障害

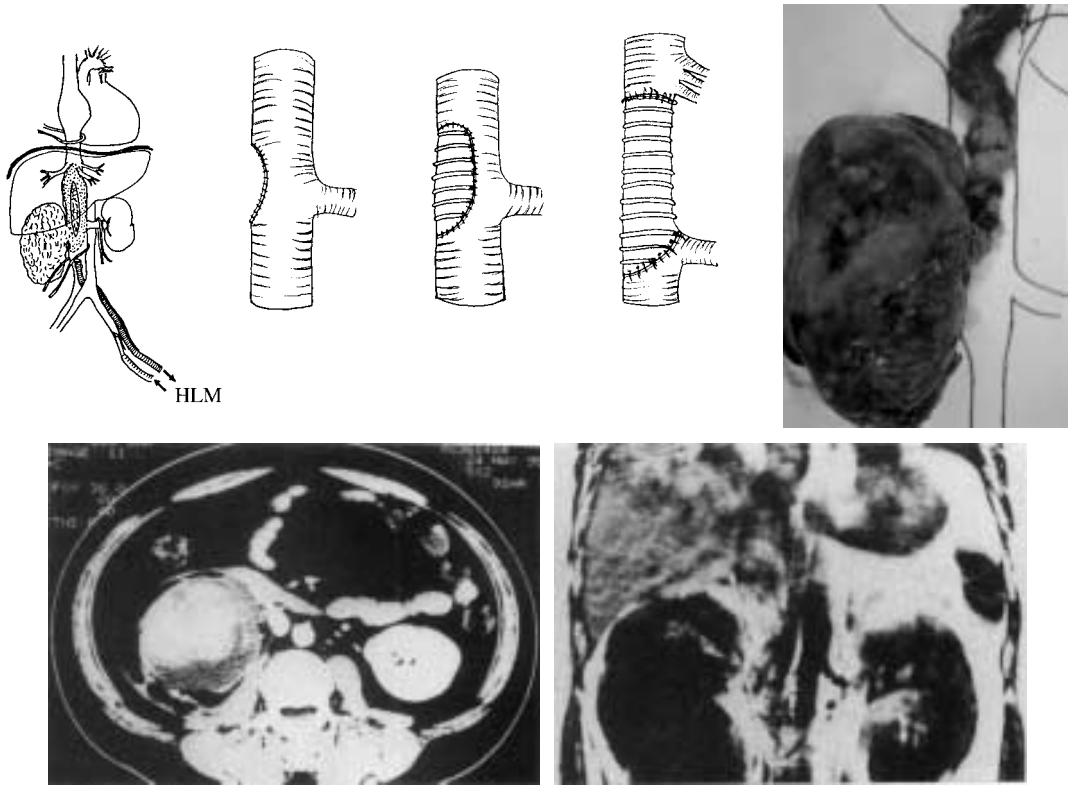


Figure 7　Venous reconstruction for venous disorders of the inferior vena cava (IVC)
A: Intraoperative illustration with heart lung machine (HLM)
B: Direct suture
C: Suture with patch
D: Venous reconstruction with ringed e-PTFE graft
E: Macroscopic finding of the renal cell carcinoma with tumorthrombus
F: CT finding of the IVC occlusion by renal cell carcinoma
G: MRI finding of the IVC occlusion by renal cell carcinoma

の起因となっている基礎疾患を切除することである。その基礎疾患は悪性腫瘍が主たる病変であるため，腫瘍を切除して上・下大静脈の血行再建術を同時に行うことで血行障害が改善されて根治性が得られ，かつ延命効果が期待される場合に，本来の手術適応があるものと考えている[18~21]。特に，上大静脈症候群などにおいては静脈圧の異常な亢進で失神発作が発生し，緊急的に手術を敢行せざるを得ないケースもみられる。

(2)血行再建時の補助手段

上大静脈や腕頭静脈の血行再建術時には，血行遮断も不可欠となるが術中に静脈を遮断して末梢側の静脈圧が上昇しなければ，そのまま縫合を開始している。しかし，静脈圧が30～50cm H_2O以上に上昇する場合には，一時的にシリコン製の内シャントチューブを多用している。この件に関しては，諸家らにより，多くの報告がみられる。すなわち，たとえ失神発作を伴う上大静脈症候群であっても側副血行路が完成している場合には，血行遮断によっても静脈圧の亢進はあまりないという意見がある。通常，健康人であれば，上大静脈の遮断は10分程度がその許容時間とされているが，上大静脈に狭窄病変があれば側副血行路も発達しており，60分程度の遮断は可能であるという報告が多くみられる。しかし，著者は，各症例ごとに静脈圧の測定を行い，その変化をチェックして術中の静脈圧の異常な上昇を回避する手段を考慮している。

ところで，腎細胞癌で下大静脈が腫瘍血栓でその径が4cm以上に拡大している場合には，静脈壁への浸潤が高度となっていることが多く，この場合には術中の出血を可及的少なくするために体外循環を使用するのが得策である[2,3]。

さらに，下大静脈の遮断によって静脈圧が上昇する場合には，大腿静脈や上腸間膜静脈と鎖骨下静脈との間に一時的bypassを応用することもある[22〜24]。

(3)人工血管の選択

静脈の血行再建術で，直接縫合やパッチ縫合術ではとくに問題はみられない。しかし，bypass手術が余儀なくされる場合には，人工血管を使用することになる。その際，どのような人工血管を使用するのがよいのか問題となるが，最終的には抗血栓性が高く，操作性のよいe-PTFEが多用されている。著者もこのような利点を有するe-PTFEをベストと考え，これを愛用している。

以前には，自家静脈がベストということで，大伏在静脈をらせん状に巻き上げて縫合することである程度の太さの静脈管を作成し，上大静脈の再建に使用された時期がみられたが，その手段には長期開存性に問題がみられ，自然消滅という形になった経緯がある。その他，心膜やホモグラフトなどによる血行再建術もみられる[25〜28]。

e-PTFEの直径としては，10〜14mmのものが最適であると考えられるが，これはあくまでも本来の静脈径に相応するものがよい。また，リング付きが低圧系である静脈の血行再建術には，その内腔を維持するために有用である[5,29]。

(4)血管吻合時のポイント

吻合口を可及的大きくし，内面を密着させて比較的刺入点を細かくするのがよい。また，リング部が刺入点に入る場合でもこれを取り除くことなく，縫い代に入れるのがよい。一方，縫合糸として，4-0，ないし5-0 ProleneやNespylene糸を初期には多用したが，後期では人工血管の素材と同様のe-PTFE糸を使用し，満足すべき成果を得ている。

(5)術後管理の要点

上・下大静脈の血行再建術に際しては，人工血管を使用しているケースが圧倒的に多い。したがって，術後3日間は1日15mgのヘパリンを点滴し，その後はワーファリンの経口投与に移行している[30]。これによりグラフトの良好な開存性に繋がっている。さらに，経年的にnon-invasiveな検査を行って，follow-upすることが肝要であると考えている。

結　語

近年，静脈疾患に対する関心が高くなり，それに応じた治療法にも脚光が寄せられるようになってきた。この事実は実に喜ばしいことである。

しかし，上・下大静脈の血行再建術に関しては，まだその症例数は少なく種々の問題点も残されている。それは，静脈自体の問題よりもその周辺の悪性腫瘍との取り組みが大きくクローズアップされることになる。このような課題の解決策として，著者の臨床経験の中からいろいろな問題点を提起し，今後これらの症例に対する外科的な治療面からみたうえでの具体的な項目について詳述した次第である。

文　献

1) 岡田昌義，中村和夫：大静脈の疾患―外科学．へるす出版，東京，1989，344–348.
2) 岡田昌義，杉本貴樹，松田　均 他：静脈潅流障害の診断と治療．静脈学，1996，**7**：117–129.
3) Okada M, Matsuda S, Nakamura K et al: Klinische Erfahrungen mit der rekonstruktive Chirurgie an der grosseren Venen. Angio, 1985, **7**: 382–393.
4) Gloviczki P, Pairolero PC, Toomey BJ et al: Reconstruction of large veins for nonmalignant venous occlusive disease. J Vasc Surg, 1992, **16**: 750–761.
5) 岡田昌義，杉本貴樹，山本英博：大静脈血行再建術を要する肺・縦隔腫瘍に対する治療戦略．胸部外科，1999，**52**：14–18.
6) Spaggiari L, Ragnard JF, Magdeleinat P et al: Extended resections for bronchogenic carcinoma invading the superior vena cava system. Ann Thorac Surg, 2000, **69**: 233–236.
7) McMullin GM, Coleridge Smith PD, Scurr JH: Objective assessment of high ligation without stripping the long saphenous vein. Br J Surg, 1991, **78**: 1139–1142.
8) Proebstle TM, Lehr HA, Kargl A et al: Endovenous treatment of the greater saphenous vein with a 940-nm diode laser: thrombotic occlusion after endoluminal thermal

damage by laser-generated steam bubbles. J Vasc Surg, 2002, **35**: 729–736.
9) Oh CK, Jung DS, Jang HS et al: Endovenous laser surgery of the incompetent greater saphenous vein with a 980-nm diode laser. Dermatol Surg, 2003, **29**: 1135–1140.
10) Goldman MP, Detwiler SP: Endovenous 1064nm and 1320nm ND: YAG laser treatment of the porcine greater saphenous vein. Cosmet Dermatol, 2003, **16**: 25–28.
11) Goldman MP, Mauricio M, Rao J: Intravascular 1320-nm laser closure of the great saphenous vein: a 6- to12-month follow-up study. Dermatol Surg, 2004, **30**: 1380–1385.
12) Srinathan S, McCafferty I, Wilson I: Radiological management of superior vena caval stent migration and infection. Cardiovasc Intervent Radiol, 2005, **28**: 127–130.
13) Urruticoechea A, Mesia R, Dominguez J, et al: Treatment of malignant superior vena cava syndrome by endovascular stent insertion. Experience on 52 patients with lung cancer. Lung Cancer, 2004, **43**: 209–214.
14) Garcia Monaco R, Bertoni H, Pallota G et al: Use of self-expanding vascular endoprostheses in superior vena cava syndrome. Eur J Cardiothorac Surg, 2003, **24**: 208–211.
15) Dinkel HP, Mettke B, Schmid F et al: Endovascular treatment of malignant superior vena cava syndrome: is bilateral wallstent placement superior to unilateral placement? J Endovasc Ther, 2003, **10**: 788–797.
16) Kalra M, Gloviczki P, Andrews JC et al: Open surgical and endovascular treatment of superior vena cava syndrome caused by nonmalignant disease. J Vasc Surg, 2003, **38**: 215–223.
17) Dendo S, Inaba Y, Arai Y et al: Severe obstruction of the superior vena cava caused by tumor invasion. Recanalization using a PTFE-covered Z stent. J Cardiovasc Surg, 2002, **43**: 287–290.
18) Kentos A, Rocmans P, Remmelink M et al: Long-term remission with surgery for recurrent localized Hodgkin lymphoma. J Thorac Cardiovasc Surg, 2005, **129**: 1172.
19) Shintani Y, Ohta M, Minami M et al: Long-term graft patency after replacement of the brachiocephalic veins combined with resection of mediastinal tumors. J Thorac Cardiovasc Surg, 2005, **129**: 809–812.
20) Irabor DO: A giant retrosternal goiter with severe tracheal compression and superior vena cava syndrome: an operative experience. Ethiop Med J, 2003, **41**: 63–68.
21) Bachmann A, Seitz M, Graser A et al: Tumor nephrectomy with vena cava thrombus. BJU Int, 2005, **95**: 1373–1384.
22) Buvanendran A, Mohajer P, Pombar X et al: Perioperative management with epidural anesthesia for a patient with superior vena caval obstruction. Anesth Analg, 2004, **98**: 1160–1163.
23) May M, Seehafer M, Helke C et al: Superior vena cava syndrome with bilateral jugular and subclavian vein thrombosis. Paraneoplastic manifestion of renal cell carcinoma. Urologe A, 2003, **42**: 1374–1377.
24) Lequaglie C, Conti B, Brega-Massone PP et al: The difficult approach to neoplastic superior vena cava syndrome: surgical option. J Cardiovasc Surg, 2003, **44**: 667–671.
25) Garcia-Villarreal OA, Bermudez M, Gonzalez R et al: Superior neo-cava with autologous pericardium. Usefulness of radioisotope superior vena cavography. Gac Med Mex, 2002, **138**: 287–288.
26) Ko PJ, Liu YH, Hsieh HC et al: Reconstruction using a pericardial tube and ringed Gore-Tex graft for malignant superior vena cava syndrome: report of two cases. Chang Gung Med J, 2004, **27**: 222–227.
27) Billing JS, Sudarshan CD, Schofield PM, et al: Aortic arch homograft as a bypass conduit for superior vena cava obstruction. Ann Thorac Surg, 2003, **76**: 1296–1297.
28) Abdullah F, Adeeb S: Superior vena cava obstruction bypass — an alternative technique using bovine pericardial conduit: a case report. Heart Surg Forum, 2003, **6**: E50–51.
29) Okada M, Sugimoto T: Technical points of venous reconstruction for disorders of the superior vena cava. Kyobu Geka, 2004, **57**: 89–94.
30) Aggeli C, Brill S, Frogoudaki A et al: Four-month warfarin therapy results in a dissolution of a superior vena cava thrombus. Echocardiography 2004, **21**: 435–436.

Surgical Points and Pitfalls of Venous Reconstruction for the Great Venous Disorders

Masayoshi Okada

Department of Healthcare-Medicine, Hyogo University, Hyogo, Japan
Department of Surgery, Kobe University, Hyogo, Japan

Key words: venous reconstruction, venous disorder of the great vein, bypass surgery, e-PTFE (expanded polytetrafluoroethylene)

The number of patients with venous diseases is growing in Japan. Majority of them have varicose veins in the lower extremities. For those patients, high ligation and sclerotherapy as well as stripping as surgical treatments have been routinely carried out worldwide.

On the other hand, there are some problems in the field of treatment for the patients with venous disorders of the great veins such as the superior and inferior vena cava.

We herein attempted a concrete documentation of surgical techniques for these patients with venous disorders of the great veins which were invased by malignant tumors in the mediastinum, by the renal cell carcinomas, and by rhabdomyosarcomas.

The trend in surgical treatments is a bypass procedure using ringed e-PTFE, which yields excellent quality and antithrombogenecity. At the time of anastomosis, it is convenient to use suture material made from e-PTFE.

After the bypass procedure anticoagulant therapy should be recommended to maintain an adequate patency rate of the anastomotic sites. (J Jpn Coll Angiol, 2005, **45**: 1011–1018)