

教室における弓部大動脈分枝再建術の変遷

- 手術近接期脳梗塞予防の治療戦略 -

坂本 滋 松原 純一 松原 寿昭 永吉 靖弘 西澤 永晃
庄野 真次 神野 正明 武内 克憲 野中 利通 清澤 旬

要 旨：当科で施行された弓部大動脈置換術症例の成績と手術近接期脳梗塞の治療戦略について検討した。2003年2月までに施行した弓部大動脈置換術43例を対象とした。診断は急性大動脈解離29例，慢性大動脈解離2例，真性弓部大動脈瘤12例であった。合併手術は冠動脈バイパス術4例，Bentall術4例と大動脈弁吊り上げ術2例であった。弓部置換術式は1996以前の前期症例は弓部大動脈分枝をen bloc techniqueで再建(14例：I群)，1997年以降の後期症例はseparated graft techniqueで再建(29例：II群)した。手術の補助手段は超低体温循環停止(HCA)，選択的脳灌流(SCP)と心筋保護はcontinuous cold blood cardioplegia(CCBC)を用いて行った。HCA時間はI群 86.6 ± 37.1 分，II群 74.2 ± 43.4 分で有意差は認めなかった。SCP時間はI群 55.6 ± 15.6 分，II群 69.0 ± 22.1 分で有意にI群が短時間であった($P < 0.05$)。手術近接期の合併症はI群にcerebrovascular accident(CVA)が3例(21.4%)，II群には認められなかった($P < 0.05$)。病院死亡はI群4例(28.6%)，II群5例(17.2%)に認められたが有意差はなかった。しかし病院死亡の内，CVAが有意にI群に高率に認められた($P < 0.05$)。遠隔期成績では，5年，10年の累積生存率はそれぞれ66.9%であった。I群の術式では動脈硬化性病変が強い弓部大動脈を残すことで術後のCVAが高率に発生するものと考えられ，1997年以降はHCA，SCPと逆行性CCBCの補助手段を用いて，aorta non-touch techniqueでopen proximal and distal anastomosisで分枝付き人工血管を使用した方法で弓部置換術を行っている。われわれは，この術式が術後のCVAの発症を減少させるものと考えている。(日血外会誌 12 : 115-122, 2003)

索引用語：上行弓部大動脈置換術，選択的脳灌流，超低体温循環停止，分枝付き人工血管，脳梗塞

はじめに

近年，手術手技や補助手段の進歩により，胸部大動脈瘤に対する外科治療成績は向上してきているが，弓部大動脈に病変が及ぶ症例は，いまだ手術死亡及び脳神経障害などの術後合併症が高率に発生している。これは本症が動脈硬化症に起因し，かつ高齢者に多い

めと考えられる。また，弓部大動脈置換術に関して，大動脈遮断中の心筋保護，脳保護，それに伴う補助手段，弓部分枝再建手技，吻合部出血の制御など種々の問題点が挙げられる。そこで，今回われわれは教室で施行した弓部大動脈置換術の手術手技の変遷，補助手段，その成績及び現在行っている弓部大動脈置換術にかかわる脳梗塞予防の治療戦略について報告する。

対象と方法

1990年1月から2003年2月までに教室で施行した弓部大動脈置換術の43例を対象とした。年齢は35～81

金沢医科大学胸部心臓血管外科(Tel: 076-286-2211)
〒920-0293 石川県河北郡内灘町大学1-1
受付：2003年3月10日
受理：2003年5月22日

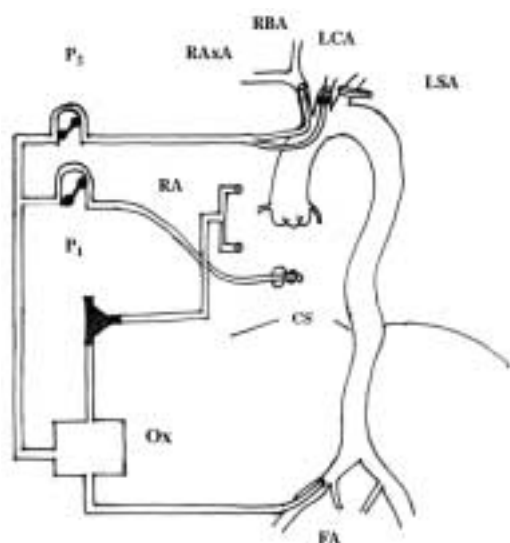


Fig. 1 The perfusion circuit of the brain and the coronary arteries with cold blood.

Ox; oxygenator, P₁; centrifugal pump, P₂; roller pump, CS; coronary sinus, RA; right atrium, FA; femoral artery, RAxA; right axillary artery, RBA; right brachiocephalic artery, LCA; left carotid artery, LSA; left subclavian artery

歳, 平均 62.0 ± 12.0 歳, 男性26例, 女性17例であった。診断は急性解離症例で, Stanford A型解離29例, 慢性解離症例でStanford A型とStanford B型解離各1例と真性弓部大動脈瘤12例であった。急性解離症例の術前状態として, 心タンポナーデ7例, 心筋虚血3例, 下肢虚血1例, 大動脈弁閉鎖不全6例, 脳梗塞3例(69.0%)が合併していた。真性弓部大動脈瘤症例には, 狭心症4例(33.3%)が合併していた。また, 急性解離症例の20例(69.0%)に緊急手術を施行した。合併手術は冠動脈バイパス術4例, 大動脈弁吊り上げ術2例とBentall術4例を施行した。

1. 手術の補助手段

教室で施行している体外循環法をFig. 1に示す。人工心肺の送血は大腿動脈あるいは腋窩動脈で行い, 脱血は右心房より2本で行った。体温は 20°C 以下の超低体温下循環停止法(hypothermic circulatory arrest; HCA)を行い, 循環停止60分を越える場合は, 一時的に人工心肺送血を $600 \sim 1000\text{ml}$ の低灌流量で, 大腿動脈より逆行性あるいはバルーン付き送血カニューレで順行性に灌流する方法を行った。脳分離体外循環法(selective cerebral perfusion; SCP)は, 両側で脳灌流量 $400 \sim 600\text{ml}/\text{min}$.

灌流圧 $50 \sim 60\text{mmHg}$ 前後に維持した。また, 緊急手術例や術前脳血管造影検査でウイリス動脈輪と椎骨脳底動脈の吻合が明らかな症例では, 左鎖骨下動脈の灌流はHCA下では行わなかった。心筋保護法は, 心停止液としてYoung氏液 $2\text{ml}/\text{kg}$ と初回GIK液として $20\text{l}/\text{kg}$ を順行性に投与後, 大動脈遮断20分後より人工心肺でcontinuous cold blood cardioplegia(CCBC)を逆行性に注入した。

2. 再建術式

原則として, 胸骨正中切開でアプローチし, 麻酔は左右分離換気用チューブを使用した。遠位弓部下大動脈まで病変が及ぶ症例は, 胸骨正中切開と左前側方開胸でアプローチした。

大動脈の再建術式は, HCA下にopen distal anastomosisで末梢側吻合を行なった。

断端形成は, 急性解離の症例ではTeflon feltとgelatine resorcin formaldehyde glue(GRF glue)で解離断端の内膜側と外膜側固定を行った(Fig. 2: A)。1997年以降は解離した内膜側に人工血管を5から10cm挿入裏打ちし, 外膜側にはTeflon feltをおき断端補強(modified elephant trunk technique)を行った(Fig. 2: B)。慢性解離の症例ではintimal flapを弧状に切除し, double barrelの形で吻合した(Fig. 2: C)。

弓部大動脈分枝再建は1996年までの症例には弓部大動脈3分枝をen blockに再建した(en bloc technique)(Fig. 3: A)。この再建術式を施行した前期症例は14例で, I群とした。

1997年以降の症例には4分枝付きシルドグラフト(Woven Dacron)を使用し, 弓部3分枝を独立に再建した(separated graft technique)(Fig. 3: B)。この再建術式を施行した後期症例は29例で, II群とした。

吻合順位は, 弓部大動脈遠位部, 左鎖骨下動脈, 左総頸動脈, 腕頭動脈と上行大動脈に順次吻合を行った。

体外循環は弓部大動脈遠位側吻合終了後, 人工血管側枝より循環を再開始した。また, 左鎖骨下動脈吻合終了後, 人工心肺の加温を開始し, 弓部大動脈3分枝の再建が終了後, 脳分離体外循環を終了した。この間, 体温は順次 32°C まで加温し, 中枢側吻合終了後, 心拍を再開始し, 体温 35°C で体外循環より離脱した。

統計学的検討は, 計測数値はMean \pm SDで表し, 単変量解析はChi-square testまたはunpaired Student t-testで

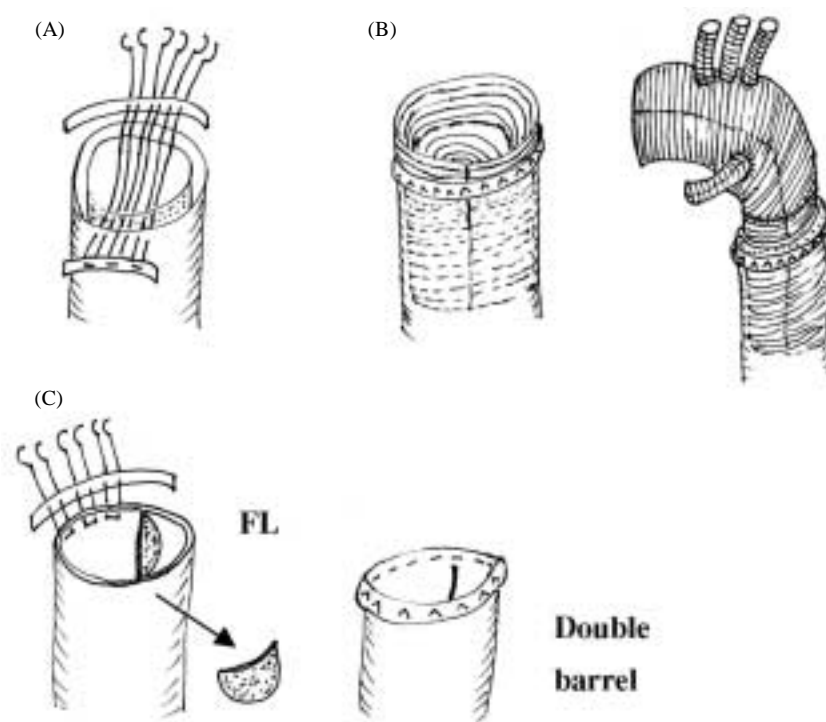


Fig. 2 Schematic illustration of the distal anastomosis portion. (A) The distal aorta repair was carried out using interrupted suture with reinforcement of a Teflon felt strip. (B) The elephant trunk prosthesis was inserted in to the descending aorta and interrupted suture with reinforcement of Teflon felt strip from the outside of anastomosis was performed. The separated graft was anastomosed out using over and over suture to distal prosthesis. (C) The intimal flap was extirpated from the distal aorta and the distal aorta with reinforcement of Teflon felt strip was anastomosed by end to end fashion to the prosthesis. TL; true lumen, FL; false lumen

行い、5%未満の危険率で差を認めるものを有意とした。また、累積生存率やevent回避率はMean ± SEで表し、Kaplan-Meier法より求め、Logrank testにて検定した。

結 果

体外循環時間 (total pump time) はI群216.1±53.2分、II群226.7±76.2分で有意差は認めなかった。心停止時間 (cardiac ischemic time) はI群137.1±41.0分、II群135.8±64.6分で有意差は認めなかった。循環停止時間 (circulatory arrest time) はI群86.6±37.1分、II群74.2±43.4分で有意差は認めなかった。脳灌流時間 (selective cerebral perfusion time) はI群55.6±15.6分、II群69.0±22.1分で有意にI群が短時間であった(P<0.05)。Bentall手術の合併例においては大動脈遮断時間200分を

越えていたが、体外循環の離脱には問題なかった。

手術近接期の合併症は、血管吻合部よりの出血を3例 (I群1例、II群2例)に認めた、いずれも止血再開胸術を施行した。胸骨正中切開に左前側方開胸のアプローチを施行した1症例 (II群)は術後喀痰排出困難となり、長期の呼吸管理を要した。縦隔洞炎を2例 (II群)認め、うち1例は術後2週に大網充填術を施行し良好な結果を得たが、他の1例は人工血管に感染し再手術を施行したが、敗血症で死亡した (Table 1)。

病院死亡はI群4例 (28.6%)、II群5例 (17.2%)に認められた。I群の内訳は、急性解離で緊急手術となった症例で、体外循環の送血を大腿動脈から施行し1例に解離腔拡大により腹部臓器の虚血が生じ、MOFで死亡した。いずれも術中体外循環の脱血、送血には問題はなかったが、術後腸管壊死が出現した。脳梗塞の3例、

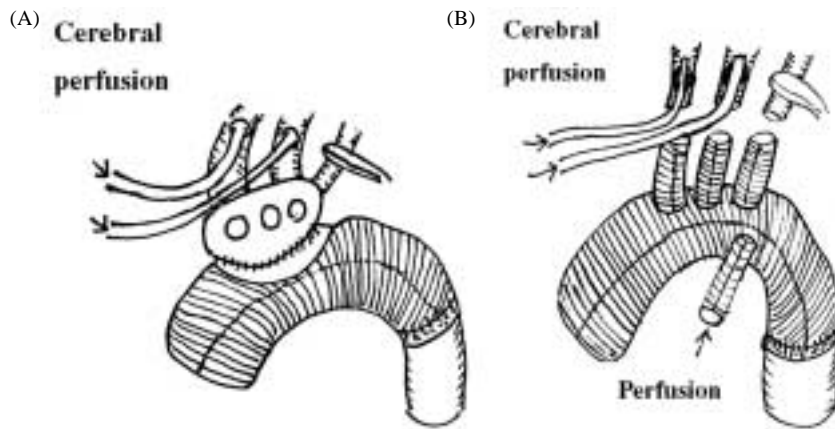


Fig. 3 Schematic illustration of the aortic arch reconstruction. (A) En bloc technique: Under the brain perfusion, the vascular prosthesis was anastomosed to the distal aorta. Arch vessels were extirpated in island fashion and the anastomosis was carried out using running suture. (B) Separated graft technique: Arch vessels were reconstructed by end to end anastomosis to the side branches of the prosthesis.

いずれも真性弓部大動脈瘤例であり，体外循環の送血によるジェット流が瘤内のdebrisを飛ばし，脳塞栓を起こしたと考えられた．II群の内訳は，1例が下肢虚血でMNMSを呈し死亡した．これは緊急手術で，心筋虚血が認められ，CABGを先行させたが，術後下肢虚血が進行した．術後出血で大量輸血を行いMOFを呈した1例，術後肺梗塞を呈した1例，術後肺炎を呈した1例と縦隔炎を呈した1例が死亡した．I群，II群の総死亡数は9例(20.9%)で，術式別のen bloc techniqueを施行したI群と施行しなかったII群とは死亡率に有意差は認めなかったが，術前より脳血管障害を呈していた症例の術後早期死亡には有意差を認めた($P<0.05$)．

遠隔期成績では，術後2ヶ月から12.1年，平均4.3年の観察で，遠隔期死亡はI群1例(10%)II群3例(12.5%)に認められた．I群の内訳は術後2年で脳梗塞で死亡した．II群の内訳は肺炎(術後1年)心筋梗塞(術後2年)及び不整脈(突然死：術後4年)で死亡した．Fig. 4に示す如く，弓部置換術全症例の5年累積生存率は $66.9\pm 7.9\%$ であった．術式別ではそれぞれI群 $64.3\pm 12.8\%$ ，II群 $65.9\pm 10.9\%$ で，遠隔期累積生存率には有意差は認められなかった．早期院内死亡を除いたlow risk例での遠隔期累積生存率は，それぞれ5年で $84.2\pm 7.2\%$ であった．術前の状態が安定していた症例の遠隔期成績は比較的良好であった．また，5年及び10年の再手術回遊率はそれぞれ $96.1\pm 3.8\%$ ， $76.9\pm 17.4\%$ で(Fig. 5)，

Table 1 Summary of postoperative complications

Complication	Group I (n=14)	Group II (n=29)	P value
Bleeding	1 (7.1)	2 (6.9)	0.76
Respiratory Failure	0	1 (3.4)	0.67
Mediastinitis	1 (7.1)	1 (3.4)	0.55
CVA	3 (21.4)	0	0.029*
MNMS		1 (3.4)	0.67
Renal and intestinal ischemia	1 (7.1)	0	0.67

(%), CVA; cerebrovascular accident, PE; pulmonary embolism, *; $P<0.05$, MNMS; myonephropathic metabolic syndrome

いずれもMarfann 症候群の症例で吻合部瘤及び大動脈解離の進行で再手術を施行した．

考 察

弓部大動脈瘤の手術成績を向上させるためには，手術手技及びその補助手段の工夫が重要である．補助手段としては，SCP，HCAとCCBCなどがある．SCPは，本邦では浅野ら¹⁾により開始された． 30°C の軽度低体温で，脳灌流量を高く保つ方が良いとされたが，高頻度に脳合併症を併発した．現在では 20°C の超低体温下で，脳灌流量は常温の40%程度の低灌流が良いと考えられ，その結果，脳障害の発生頻度は低下し，有用な

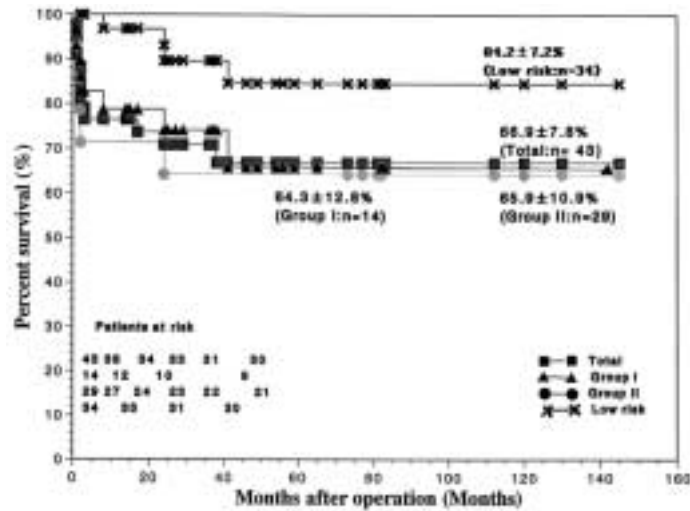


Fig. 4 Survival for the patients undergoing total arch replacement.

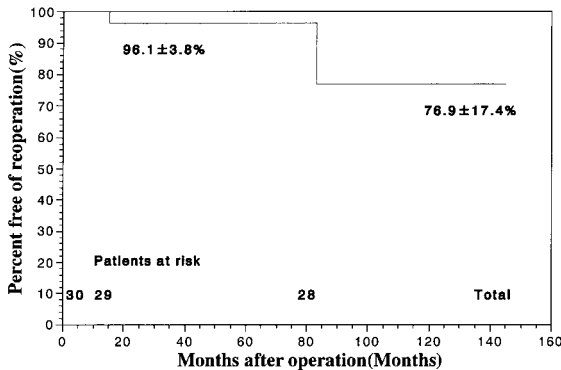


Fig. 5 Freedom from reoperation after total arch replacement.

方法であると報告されている²⁻⁵。しかし、SCPは灌流用カニューレが必要で、術野が煩雑になるなどの欠点を有するが、時間的制約がない利点を有する⁶⁻⁸。また、逆行性脳灌流法は余分な操作が不要で簡便であり、術野が煩雑でない事が利点ではあるが、脳の静脈弁などを有する症例では、十分な灌流ができなく、時間に制約ができる⁹⁻¹²。この事よりわれわれは脳灌流の時間的制約が少ないSCPを行なっている。また、われわれの症例では、左鎖骨下動脈を灌流しなかった理由は、体温20 以下の超低体温下で脳保護も含めたHCAを施行したこと、右腕頭動脈及び左総頸動脈灌流時に左鎖骨下動脈から血液のバックフローが認められた症

例には灌流しなかった。また、慢性症例で術前脳血管造影検査が施行でき、椎骨脳底動脈とウイリス動脈輪の交通が明らかでなかった症例には術中の左鎖骨下動脈灌流を施行した。

HCA^{13,14})は、操作が簡単で良好な無血視野が得られる利点を持つが、循環停止時間に制限があり、この方法が症例によってはできない場合がある。循環停止時間が60分を超える可能性がある場合は、大腿動脈あるいはバルーン付き大動脈閉塞カテーテルを使用し、低流量で灌流し臓器虚血の予防を試みている。

術後の合併症で、体外循環の送血によるものとして、解離腔の拡大による腹部臓器の虚血が起こり2例を失っている。特に緊急手術を行なう症例の送血部位を決定するには細心の注意を払う必要がある。人工心肺の脱血が急速に不良になった時や、回路内圧の上昇時には解離腔の拡大などを考慮して人工心肺の送血を速やかに変更するなどの対策をたてる必要がある。真性弓部動脈瘤においても、瘤内のdebrisが送血のジェット流に飛ばされ、脳塞栓を起こすことがある¹⁵⁻¹⁷)ので、体外循環中の流量の調節には注意を払う必要がある。われわれは真性弓部大動脈瘤では体外循環の冷却中に弓部大動脈3分枝を遮断し、SCPを早期より開始することで動脈瘤内のdebris飛散を予防したり、また上行大動脈送血を行う場合は、送血カニューレを流速の小さい滑らかな流体特性を持つカニューレ(Thin-Wall

Table 2 Comparison with early mortality

Variables	No. of deaths (%)	Odds ratio	P value
All patients (n=43)	9 (20.9)		
En bloc			
Yes	4 (28.5)	1.92	0.32
No	5 (17.2)		
CVA			
Yes	3 (75.0)	6.5	0.024*
No	6 (20.7)		

CVA; cerebrovascular accident, *; P<0.05

Dispersion™ cannula)に変更したりして、人工心肺手技にかかわる合併症の予防を試みている。また、われわれの教室で行っているCCBCでの心筋保護法は、大動脈遮断時間が180分を超えた症例でも術後に循環補助が必要であった症例は認めなかった。われわれが行っている心筋保護法で十分と考えている。

手術手技として、急性解離の場合は、HCA下にopen distal anastomosis法で、末梢側吻合を行ない、また解離腔閉鎖には、Teflon feltを内膜と外膜側の2層に生体血管接着剤のGRF glue¹⁸⁻²¹⁾を用いて断端補強を行った。しかし、遠隔期の吻合部瘤拡大などの再手術及び2期の手術を考慮すると、解離した内膜に人工血管を5から10cm挿入裏打ちし、外膜側にはTeflon feltをおき断端補強(modified elephant trunk technique)を行う術式に変更した。これは再手術時の低侵襲化及び吻合部位からの出血を考慮した術式と考えられる。

慢性解離の場合は、intimal flapを弧状に切除し、double barrelの形で真腔、解離腔を含めて吻合する方法を行っている。この方法は、急性解離の場合には解離腔の拡大、解離腔壁の破裂が報告²²⁾されているが、われわれの症例の如く、慢性解離で末梢側にreentryがあり、解離腔壁が肥厚している場合は適応があると考えられる。

弓部分枝の再建方法は、open distal anastomosis終了後、ただちに人工血管の送血用側枝から体循環を再開し、左鎖骨下動脈吻合終了後、体外循環の加温を開始しながら左総頸動脈、右腕頭動脈と近位側大動脈吻合を終了するseparated techniqueを行っている。また、inclusion techniqueやen bloc techniqueなどの報告²³⁻²⁵⁾もされているが、吻合部後壁の出血をコントロールするのに難しく、本邦ではseparated graft techniqueを用いる

報告²⁶⁻²⁸⁾が多い。われわれも1997年以降の後期症例では、この方法を採用し良好な結果を得ている。1996年以前の前期症例の術式としてen bloc technique(I群)で再建していたが、これは脳分離体外循環時間を短縮できる利点はあったが、術後のcerebrovascular accident(CVA)の発生率はseparated graft technique(II群)に比べて有意に高率であった。これは弓部動脈壁に動脈硬化性病変の一部を残す術式は手術操作により動脈硬化性debrisを飛散させる可能性があり、en bloc techniqueはこの点不利である。このことよりわれわれは現在、弓部置換術の術式にはseparated graft technique法を採用することで弓部置換術の術後合併症であるCVAの予防を行っている。

手術成績は、体外循環時間など長時間になるので、呼吸循環に悪影響を与える。われわれの症例も平均体外循環時間216分と長時間であり、術後合併症として出血、呼吸障害と創部感染などを経験した。また、緊急手術症例及び真性弓部大動脈瘤では、体外循環にかかわる合併症、特にCVA及び腹部臓器虚血で失った。解離の病態を術前に十分把握し、体外循環の送血方法及び術式を決定することが大切である。遠隔期成績は、術後5年の累積生存率は66.9±7.8%であり、また早期院内死亡を除いたlow risk例での遠隔期累積生存率は5年で84.2±7.2%であった。術前の状態が安定していた症例の遠隔期成績は比較的良好であった。

今回検討した弓部再建術の時代変遷は、解離および真性瘤の症例も含まれ、厳密には、もっと細かく分類し検討すべきと考えられたが、症例数などの関係により、おもに手術術式で前期後期症例とに分類した。弓部置換術の手術術式も解離症例と真性瘤症例とは異なるとは思われますが、この検討では弓部大動脈分枝再建術の重大な脳合併症に関し当科で行っている予防戦略を報告させて頂きました。

結 語

われわれの検討から、HCAとSCP及びCCBCの補助手段下で、aora non-touchでopen proximal and distal anastomosis法で4分枝付き人工血管を吻合する術式が、弓部大動脈の動脈硬化性病変の根治的切除の面からは脳梗塞を予防するのに有用な方法であった。この方法は弓部大動脈置換術後の重大な脳合併症を低下させるものと考えられた。

文 献

- 1) 浅野献一, 桜井淑史, 入沢敬夫, 他: 胸部大動脈瘤手術と分離体外循環. 胸部外科, **23**: 77-??, 1970.
- 2) 新保秀人, 那須通寛, 宮村一男, 他: 超低体温低流量灌流の有用性に関する研究 - 超低体温循環停止法との比較 -. 日胸外会誌, **36**: 2456-2464, 1988.
- 3) Svensson, L. G., Crawford, E. S., Hess, K. R., et al.: Deep hypothermia circulatory arrest; determinants of stroke and early mortality in 656 patients. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **106**: 19-31, 1993.
- 4) Ergin, M. A., Galla, J. D., Lansman, S. L., et al.: Hypothermic circulatory arrest in operation on thoracic aorta; determinants of operative mortality and neurologic outcome. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **107**: 788-799, 1994.
- 5) Coselli J. S., Buket, S. and Djukanovic, B.: Aortic arch operation; current treatment and results. Ann. Thorac. Surg., **59**: 19-27, 1995.
- 6) 椎谷紀彦, 朝田政克, 松居善郎, 他: 弓部大動脈再建における脳分離体外循環法 - 分枝送血法の選択と成績 -. 日胸外会誌, **42**: 1858-1864, 1994.
- 7) Bachet, J., Guilmet, D., Goudot, B., et al.: Antegrade cerebral perfusion with cold blood; a 13-year experience. Ann. Thorac. Surg., **67**: 1874-1878, 1999.
- 8) Kazui, T., Washiyama, N., Bashar, A. H. M., et al.: Improved results of atherosclerotic arch aneurysm operation with a refined technique. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **121**: 491-499, 2001.
- 9) Hagl, C., Ergin, M. A., Galla, J. D., et al.: Neurologic outcome after ascending aorta-aortic arch operations; effect of brain protection technique in high-risk patients. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **121**: 1107-1121, 2001.
- 10) Ehrlich, M. P., Hagl, C., McCullough, J. N., et al.: Retrograde cerebral perfusion provides negligible flow through brain capillaries in the pig. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **122**: 331-338, 2001.
- 11) LeMaire, S. A., Bhamra, J. K., Schmittling, Z. C., et al.: S-100 β correlates with neurologic complications after aortic operation using circulatory arrest. Ann. Thorac. Surg., **71**: 1913-1919, 2001.
- 12) Deeb, G. M., Jenkins, E., Bolling, S. F., et al.: Retrograde cerebral perfusion during hypothermic circulatory arrest reduces neurologic morbidity. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **109**: 259-268, 1995.
- 13) Crawford, E. S., Saleh, S. A. and Schuessler, J. S.: Treatment of aneurysm of transverse aortic arch. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **78**: 383-393, 1979.
- 14) Ergin, M. A., O'Connor, J., Guinto, R., et al.: Experience with profound hypothermia and circulatory arrest in the treatment of aneurysm of the aortic arch; aortic arch replacement for acute arch dissection. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **84**: 649-655, 1982.
- 15) Susaguri, S., Yamamoto, S., Fukuda, T., et al.: Anteroaxillary thoracotomy facilitates the use of retrograde cerebral perfusion in distal aortic arch reconstruction. Ann. Thorac. Surg., **62**: 1861-1862, 1996.
- 16) Okita, Y., Ando, M., Minatoya, K., et al.: Predictive factors for mortality and cerebral complications in arteriosclerotic aneurysm of the aortic arch. Ann. Thorac. Surg., **67**: 72-78, 1999.
- 17) 今牧瑞満, 増田政久, 石田 厚, 他: 脳分離先行型脳分離体外循環法を補助手段とした弓部大動脈瘤の臨床的検討. 胸部外科, **55**: 320-324, 2002.
- 18) Miller, D. C., Stinson, E. B., Oyer, P. E., et al.: Operative treatment of aortic dissections. Experience with 125 patients over a sixteen-year period. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **78**: 365-382, 1979.
- 19) 加瀬川均, 中島伸之, 安藤盛次, 他: 大動脈弓部解離に対する外科治療の検討. 日胸外会誌, **36**: 2028-2035, 1988.
- 20) Bachet, J., Goudot, B., Dreyfus, G., et al.: The proper use of glue; a 20-year experience with the GRF glue in acute aortic dissection. J. Card. Surg., **12**: 243-255, 1997.
- 21) Bachet J. and Guilmet D.: The use of biological glue in aortic surgery. Cardiol. Clin., **17**: 779-796, 1999.
- 22) Kazui, T., Washiyama, N., Bashar, A. H. M., et al.: Role of biologic glue repair of proximal aortic dissection in the development of early and midterm redissection of the aortic root. Ann. Thorac. Surg., **72**: 509-514, 2001.
- 23) Massimo, C. G., Presenti, L. F., Marranci, P., et al.: Extended and total aortic resection in the surgical treatment of acute type A aortic dissection: experience with 54 patients. Ann. Thorac. Surg., **46**: 420-424, 1988.
- 24) Massimo, C. G., Presenti, L. F., Favi, P. P., et al.: Excision of the aortic wall in the surgical treatment of acute type-A aortic dissection. Ann. Thorac. Surg., **50**: 274-276, 1990.
- 25) Lansman, S. L., Raissi, S., Ergin, M. A., et al.: Urgent operation for acute transverse aortic arch dissection. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., **97**: 334-341, 1989.
- 26) Kazui, T., Washiyama, N., Muhammad, B. A. H., et al.: Total arch replacement using arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion. Ann. Thorac. Surg., **70**: 3-9, 2000.

- 27) Kuki, S., Taniguchi, K., Masai, T., et al.: A novel modification of elephant trunk technique using a four-branched arch graft for extensive thoracic aortic aneurysm. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, **18**: 246-248, 2000.
- 28) Bednarkiewicz, M., Khatchaturian, G., Christenson, J. T., et al.: Aortic arch replacement using a four-branched aortic arch graft. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.*, **21**: 89-91, 2002.

Surgical Strategies for Aortic Arch Replacement Using a Separated Prosthetic Graft

Shigeru Sakamoto, Junichi Matsubara, Toshiaki Matsubara, Yasuhiro Nagayoshi,
Hisateru Nishizawa, Sinji Shono, Masaaki Kanno, Katsunori Takeuchi,
Toshimichi Nonaka and Jun Kiyosawa

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Kanazawa Medical University, Ishikawa, Japan

Key words: Total aortic arch replacement, Selective cerebral perfusion, Hypothermic circulatory arrest, Separated prosthetic graft, Cerebrovascular accident

Purpose: The aim of this study was to evaluate the operative techniques of total arch replacement and the surgical results. **Method:** Until February 2003, total aortic arch replacement was performed in 43 patients. There were 26 men and 17 women, and the age ranged from 35 to 81 years with a mean age of 62 years. The operative technique for arch replacement used separated prosthetic grafts, selective cerebral perfusion (SCP), continuous cold blood cardioplegia (CCBC), and open distal anastomosis under hypothermic circulatory arrest (HCA). Combined procedures consisted of coronary bypass grafting, in 4 patients, aortic valve resuspension, in 2 patients, and Bentall's procedure, in 4 patients. **Results:** The hospital mortality rate was 20.9% (9 of the 43 patients). The causes of death were cerebral infarction in 3 patients, multiple organ failure due to renal and intestinal ischemia and massive bleeding in 2, pulmonary embolism in 1, pneumonia in 1, mediastinitis in 1, and myoneuropathic metabolic syndrome in 1, respectively. The long-term results yielded an actuarial survival rate of 66.9% for 10 years. The percentage of cases free of reoperation was 76.9% for 10 years. **Conclusion:** The technique of total arch replacement using separated prosthetic grafts, SCP, CCBC, and open distal anastomosis under HCA is a useful operative method in patients with aortic arch aneurysm and decreases cerebrovascular accidents. (*Jpn. J. Vasc. Surg.*, **12**: 115-122, 2003)