

弓部大動脈再建における脳保護の検討

著者	榊原 直樹, 浦山 博, 松永 康弘, 竹村 博文, 村上 眞也, 上山 圭史, 川筋 道雄, 渡辺 洋宇
著者別表示	Sakakibara Naoki, Urayama Hiroshi, Matsunaga Yasuhiro, Takemura Hirofumi, Murakami Shinya, Ueyama K., Kawasuji Michio, Watanabe Yoh
雑誌名	胸部外科 = 日本心臓血管外科学会雑誌
巻	46
号	8 Suppl
ページ	648-651
発行年	1993-07
URL	http://doi.org/10.24517/00050829



弓部大動脈再建における脳保護の検討

榑原直樹 浦山 博 松永康弘 竹村博文
村上眞也 上山圭史 川筋道雄 渡辺洋宇*

はじめに

弓部大動脈の再建術の成績向上のための最重要課題は術中の脳保護にある。脳保護法の要点は血流低下による脳虚血の防止と粥状腫の塞栓予防にあり、補助手段として脳分離体外循環、低体温下循環停止、逆行性持続脳灌流などが報告されている。著者らは脳保護対策として脳分離体外循環を採用してきたが、その手術成績とわれわれの行ってきた工夫を検討したので報告する。

I. 対象と方法

1993年3月までに教室で施行した胸部大動脈手術のうち、弓部遮断を要した上行弓部大動脈手術が11例、弓部大動脈手術が14例で合計25例を対象とした(表1)。上行弓部大動脈手術は全例大動脈瘤で病因は解離性が10例(Marfan症候群3例を含む)、粥状硬化が1例であった。弓部大動脈手術では弓部大動脈瘤が13例あり、その原因は粥状硬化が6例、解離性が4例、梅毒性が3例で、ほかに肺癌の侵潤により弓部大動脈合併切除を行った1例があった。術前診断は大動脈造影、CTやMRIで血管病変を、心エコーにて心機能と大動脈弁不全や心タンポナーデ合併の有無を評価した。手術の到達法は胸骨正中切開15例、左第3または4肋間による後側方開胸6例、正中切開に肋間開胸を追加した4例で、体外循環法は全例大腿動脈送血で脱血法は大腿静脈カニューレクション7例、右房

表 1. 弓部大動脈再建

	上行弓部大動脈再建	弓部大動脈再建
症 例	11例	14例
男:女	6:5	13:1
解離性	10例(91%)	4例(29%)
Marfan症候群	3例(27%)	0例
動脈硬化性	1例(9%)	6例(43%)
脳分離体外循環	11例(100%)	9例(64%)
分枝再建	3例(27%)	8例(57%)

または上下大動脈カニューレクション18例であった。脳分離体外循環法は術前脳血管撮影(両側頸動脈および椎骨動脈撮影)により右腋窩または右腕頭動脈送血を、内頸動脈圧迫試験による脳波変化や左右の脳血流に交通がないと疑われた場合、両側総頸動脈送血または右腕頭動脈送血と左総頸動脈送血の2分枝送血とした。流量は7~8 ml/kg/分で20~30°C低体温併用とし、送血カニューラ先端での灌流圧が40 mmHg以上となるように比較的低压ぎみに制御した。灌流中は頭部を冷却かつ低位とし、中心静脈圧を15 mmHgと高めに保った。最近の弓部全置換症例では脳代謝を低下させるためにチオペンタール1,000 mgを人工心肺内および静注にて投与した。術中モニタリングは全例で送血カニューラ先端圧で監視し、さらに側頭動脈圧測定15例、脳波測定9例、extra anatomical bypassを施行した1例で脊髄誘発電位測定を併用した。大動脈末梢側吻合は原則的に循環停止をせず鉗子による遮断で行ったが、2例は大動脈壁断端が脆弱だったため大動脈閉塞バルーンを用いた。最近の症例では術中出血を削減するためにアプロチニンをRoyston原法の約半分である3万 KIU/kgを人工心肺充填液内に投与し、体外循環中に7,500 KIU/kg/時間を持続点滴静注した。

キーワード：弓部大動脈瘤、脳分離体外循環、分枝再建

* N. Sakakibara, H. Urayama (講師), Y. Matsunaga (講師), H. Takemura, S. Murakami, K. Ueyama, M. Kawasuji (助教授), Y. Watanabe (教授): 金沢大学第一外科。

表 2. 脳分離送血と分枝再建による脳障害発生

	1分枝再建	2分枝再建	3分枝再建
単純遮断	2例	なし	なし
1分枝送血	4例	1例	1例
2分枝送血	なし	1例	2例
恒久的脳障害	0例	0例	2例 (67%)
一過性脳障害	0例	1例 (50%)	1例 (33%)

II. 結 果

補助手段は心筋保護による完全体外循環が22例、部分体外循環が1例、アンスロンチューブによる一時的バイパスが2例であった。このうち20例に脳分離体外循環を施行し、右腕頭動脈、右腋窩動脈または右総頸動脈への1分枝送血が12例、右腕頭動脈または右腋窩動脈送血と左総頸動脈総血への2分枝送血が6例、両側総頸動脈送血が2例であった。右腕頭動脈末梢の弓部大動脈で遮断した上行大動脈置換術は8例、上行弓部置換術は4例で、この中に大動脈弁同時置換(Bentall変法)が3例、右腕頭動脈再建3例が含まれている。弓部全置換または遠位弓部置換術は10例あり、弓部大動脈瘤のパッチ閉鎖術を3例、直接縫合術を1例に施行した。弓部分枝再建は8例あり、主要3分枝再建3例、右腕頭動脈と左総頸動脈の2分枝再建2例、左鎖骨下動脈2例で、右腕頭動脈近位が完全閉塞していた1例は左総頸動脈再建のみ施行した。

術後1ヵ月以内の死亡例は8例(32%)で低左心機能(LOS)や出血による多臓器不全が6例、肺炎1例、突然死1例で初期の弓部再建術の心筋保護不良例に多くみられた。突然死の1例はStanford A型解離性大動脈瘤の緊急手術例で右腕頭動脈および左総頸動脈送血の脳分離体外循環にて弓部全置換(3分枝再建)を施行した。大動脈遮断時間100分、脳分離灌流時間62分で、術中出血はアプロチニン投与により750mlのみであった。術後左側不全麻痺はあるものの意識清明、立位歩行が可能で経過良好だったが、10日目に原因不明で突然死した。

脳障害は脳分離体外循環を施行した7例(25%)に認められ、上行弓部置換例に1例(9%)、弓部置換例には6例(43%)認めた。3例は術後急性期死亡で、遠隔期まで生存した17例のうち術後一過性の意識障害を2例、肢麻痺を伴う脳梗塞を2例に認めたがいずれも理学療法により改善した(表2)。遠隔期生存例の脳障害の原因として術中の脳低灌流の疑いが2例、

表 3. 脳合併症と発生因子

	脳障害発生(7例)	脳障害非発生(18例)
手術時間(分)	414±120	363±89
遮断時間(分)	78±45	72±25
出血(ml)	5,270±2,678	3,136±1,568
最低直腸温(度)	24±2	26±3
脳分離送血(例)	7(100%)	13(72%)
分枝再建(例)	5(71%)	6(33%)
平均再建数(本)	2.4	1.2

尿毒症1例、術後低血圧1例があげられた。動脈瘤が原因による脳障害の発生は解離性4例、梅毒性2例、粥状硬化1例であった。術中因子による脳障害の発生を検討する(表3)と、手術時間、最低直腸温、大動脈遮断時間には有意差はなかったが、術中出血と術中術後の低左心機能による低血圧に多い傾向にあった。

III. 考 察

術中脳保護法として脳分離体外循環法¹⁾、低体温循環停止法²⁾、逆行性脳灌流法³⁾がよく比較される。われわれが選択した脳分離体外循環法は血行動態的には灌流時間とくに制限がなく、合併症発生率が他の2者に比べて低く信頼度の高い脳保護法とされている。本法の適正な弓部分枝総灌流量は5~11 ml/kg/分(実灌流量として300~500 ml/分)、灌流圧は40~50 mmHg以上、温度は鼻咽頭温25°C前後になる送血温または送血温度を16~25°Cの範囲にするという報告が一般的である⁴⁻⁷⁾。至適灌流量はまだ結論がでていないが、脳血管病変の存在や解剖学的所見が不明な症例では超低体温下で低灌流量、低灌流圧による循環維持が安全であるという意見が多い^{8,9)}。

脳灌流の適正度をみるモニター法には側頭動脈圧、送血カニューラの側孔圧、術中脳波測定、内頸静脈の酸素飽和度測定(90%以上が目安)¹⁰⁾、経頭蓋内パルスドップラー中大動脈血流測定¹¹⁾、最近では連続的無侵襲脳内酸素飽和度測定¹²⁾により多角的に脳血流および脳代謝を術中リアルタイムに評価できるようになった。教室でも初期のころはルーチンに側頭動脈圧測定を行っていたが、圧ラインの挿入困難例や低体温下では適切な圧波形が連続的に採取できないことにより、緊急手術では送血カニューラ先端での灌流圧で代用している。弓部全置換例については右腕頭動脈と左総頸動脈の灌流を原則とし、脳内血流の左右交通不明例や左椎骨動脈優位例では、左鎖骨下動脈または左腋窩動脈送血を追加する必要がある。この意味で術前で

の脳血管撮影 (four vessels study) は必須である。

しかし、ショック状態で搬送され、脳血管撮影未施行の緊急手術症例では迅速な血行再建が望まれるため、教室では2分枝送血を原則とし脳血流モニターで異常が認められたら左椎骨動脈領域への送血を考慮し、頭部冷却、バルビツレート系薬剤による脳代謝低下¹³⁾、頭部低下などの補助療法も併用している。分離灌流用ポンプの数(1分枝1基ポンプ灌流か、複数分枝1基ポンプ灌流か)については右腕頭動脈と左総頸動脈送血はそれぞれ1基ポンプで行っているが、左椎骨動脈領域送血の必要性がでた場合は左総頸動脈送血と同じポンプを用いるようにしている。灌流回路の単純化は迅速な回路組み立てができ操作性もよくなるため、3分枝への完全独立ポンプ送血は緊急手術では不適當と思われる。弓部分枝へのカニューレ挿入法については、基本的に分枝動脈にタバコ縫合をおき部分鉗子をかけて挿入しているが、解離が分枝に進行している場合は真腔を確認して大動脈内腔から送血している。

低体温循環停止法の最大の問題点は時間的制約(20°C以下で1時間以内¹⁴⁾)で、現実的には術直後や早期に痙攣や見当識障害を認める報告¹⁵⁾も散見する。教室では循環停止の安全限界は30分以内と考え、弓部再建でopen distal anastomosisの必要性があるときのみ施行する方針である。

逆行性脳灌流法は頸静脈弁による灌流障害が解決されたとして、食道温12~25°Cと超低体温とし灌流量200~300 ml/分、灌流圧25 mmHg前後で施行すれば、脳浮腫を認めずに脳への酸素供給と脳冷却効果が得られると報告されている¹⁶⁾。脳保護許容時間は60分以内とされているが脳内灌流の不均衡分布の可能性が否定できず、基本的には低体温循環停止に準ずる方法と思われる。回路構成や手技操作上の煩雑さ、安全性への疑問から教室では採用していない。

術中塞栓については粥状硬化性病変、鉗子の使用、壁在血栓が危険因子であり、無鉗子操作によるopen distal anastomosisまたはあらかじめ作製した3分枝付き人工血管による分枝健常部での吻合が塞栓の予防のみならず手術時間の短縮、出血のコントロールに効果的である。

術中出血も脳障害の危険因子であるが、教室では体外循環を用いる再手術例や大動脈手術例の出血予防にアプロチニンを使用している。一般に血液が人工心肺回路に暴露されることにより、線溶系が異常亢進して

硫酸プロタミンにてヘパリン中和しても出血が遷延する。Roystonらの原法¹⁷⁾では開胸前に約392万KIU(280 mg)を20分で投与、および392万KIU(280 mg)を人工心肺充填液内に投与し、以後手術終了時まで98万KIU/時(70 mg/時)で持続点滴する方法をとっている。われわれはこの原法の投与量を体外循環時のみの持続点滴(7,500 KIU/kg/時)と人工心肺充填液内投与(3万KIU/kg)とし約半量とした¹⁸⁾。このlow dose投与法でもRoyston原法と遜色なく止血効果が得られた。今後体外循環時間が長くなりやすい胸部大動脈瘤の出血削減にアプロチニンは有用と思われる。

おわりに

教室では弓部大動脈再建における脳保護には入念な術前脳血管評価と脳分離体外循環を行い、とくに弓部全置換では2分枝灌流を基本とし、左椎骨動脈領域の虚血が疑われる症例では3分枝灌流を考慮している。術中脳保護モニターとして送血カニューレ灌流圧以外に脳血流量、側頭動脈圧、脳代謝測定を駆使してできるだけ多角的に監視する必要があった。

文 献

- 1) Crawford ES, Saleh S, Schuessler JS: Treatment of aneurysm of transverse aortic arch. J Thorac Cardiovasc Surg 78: 383, 1979.
- 2) Griep RB, Stinson EB, Hollingsworth JF et al: Prosthetic replacement of the aortic arch. J Thorac Cardiovasc Surg 70: 1051, 1975.
- 3) Ueda Y, Shigehito M, Kusuhara K et al: Surgical treatment of aneurysm or dissection involving the ascending aorta and aortic arch, utilizing circulatory arrest and retrograde cerebral perfusion. J Cardiovasc Surg 31: 553, 1990.
- 4) 廣谷 隆: 体外循環中脳血流及び脳分離体外循環時の脳血流に関する臨床的研究. 日胸外会誌 37: 591, 1989.
- 5) 桑原正知, 中島信之, 安藤三三ほか: 脳分離体外循環における脳灌流法の検討—58例の胸部大動脈手術経験より—. 日胸外会誌 36: 466, 1988.
- 6) Matsuda H, Nakano S, Shirakura R et al: Surgery for aortic arch aneurysm with selective cerebral perfusion and hypothermic cardiopulmonary bypass. Circulation 80(Suppl 1): I-243, 1989.
- 7) 田中 稔, 竹内栄二, 保浦賢三ほか: Stanford A型解離性大動脈瘤手術に対する脳分離体外循環法. 胸部外科 45: 287, 1992.
- 8) Bachet J, Guilmet D, Goudot B et al: Cold cerebroplegia. J Thoracic Cardiovasc Surg 102: 85, 1991.

- 9) Swain JA, McDonald TJ, Griffith PK et al : Low-flow hypothermic cardiopulmonary bypass protects the brain. *J Thorac Cardiovasc Surg* 102 : 76, 1991
- 10) 桑原正知, 山本文雄, 加瀬川均 : 脳分離体外循環における脳代謝の検討—内頸静脈酸素飽和度連続モニタリングを用いて—. *日胸外会誌* 36 : 1319, 1988
- 11) Lundar T, Lindegaard KF, Froyssaker T et al : Cerebral perfusion during nonpulsatile cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 40 : 144, 1985
- 12) 星 詳子 : 近赤外領域分光の生体計測への応用. *病態生理* 9 : 892, 1990
- 13) Siegman MG, Anderson RV, Balaban RS et al : Barbiturates impair cerebral metabolism during hypothermic circulatory arrest. *Ann Thorac Surg* 54 : 1131, 1992
- 14) Treasure T, Naftel DC, Conger KA et al : The effect of hypothermic circulatory arrest time on cerebral function, morphology, and biochemistry ; an experimental study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 86 : 761, 1983
- 15) 前田信証, 宮本 颯, 村田紘崇ほか : 低体温循環停止法を補助手段とした弓部大動脈血行再建例の検討. *日胸外会誌* 40 : 754, 1992
- 16) 村瀬允也, 前田正信, 富田康裕ほか : 超低体温, 循環停止, 逆行性持続脳灌流による解離性大動脈瘤手術. *人工臓器* 20 : 1244, 1991
- 17) Royston D, Bidstrup BP, Taylor KM et al : Effect of aprotinin on need for blood transfusion after repeat open heart surgery. *Lancet* II : 1289, 1987
- 18) 上山圭史 : アプロチニン投与による体外循環の出血量減少効果に関する基礎的ならびに臨床的研究. *金沢大学十全医学会雑誌* 101 : 237, 1992

SUMMARY

Strategy for Cerebral Protection during Aortic Arch Replacement

Naoki Sakakibara et al., Department of Surgery(1), Kanazawa University School of Medicine, Kanazawa, Japan

We analyzed cerebral protection of twenty-five patients, 11 of whom underwent ascending-arch aortic replacement and 14 underwent aortic arch replacement, supported with cardiopulmonary bypass. Twenty of patients underwent selective cerebral perfusion (SCP) with moderate hypothermic circulatory support ; 12 of single SCP, 8 of double SCPs. Major arch branch reconstruction were performed with 11 patients ; 3 of triple branches, 2 of double branches and 6 of single branch reconstruction. Cerebral impairment was found in 7 patients (25%) with SCP ; 3 of them died of low output syndrome and major bleeding during perioperative period. Four of 17 patients, who survived more than one month, showed cerebral infarction in 2 patients and temporary neurological deficit in 2 patients. Our strategies for cerebral protection are (1) careful cerebral four vessels study, (2) SCP with perfusion pressure more than 40 mmHg and flow rate of 7-10 ml/kg/min under moderate hypothermia, (3) bilaterally double branches perfusion minimally for arch replacement, (4) intensive cerebral monitoring from multiple aspect, (5) pharmacological support with barbiturate or aprotinin, (6) gentle maneuver and reliable major branch cannulation to prevent debris embolism.

KEY WORD : aortic arch aneurysm, cerebral perfusion, aortic branch reconstruction