

真性弓部大動脈瘤の手術成績の検討

- 早期選択的脳灌流法を用いて -

坂本 裕昭 福田 幾夫 大坂 基男 中田 弘子

要 旨 : 【目的】真性弓部大動脈瘤の手術成績向上のために術後脳合併症予防と手術成績について検討した。

【対象と方法】1990年1月から1999年10月までに手術を施行した26例の真性弓部大動脈瘤例を対象とした。補助手段として弓部全置換の24例には選択的脳灌流法(SCP)を用い、SCP24例のうち動脈硬化が強い120例には早期SCPを用いた。遠位弓部置換の2例には超低体温循環停止法を用いた。緊急手術が3例で、待機手術が23例であった。24例は胸骨正中切開で弓部三分枝置換、2例は左開胸で遠位弓部置換手術を行った。合併術式として冠状動脈バイパス術を4例に、Bentall手術変法(Carrel patch法)を1例に行った。

【結果】術後脳合併症を2例(7.6%)に認めたが、ともに永続的脳障害は残さず回復し、SCPあるいは早期SCPは脳合併症予防に有効であった。また、術後急性腎不全を3例に認めたが透析導入例はなかった。手術死亡は2例(7.6%)に認めともに術後LOSが原因であった。LOSの原因として術中心筋保護が不十分であったことが推測され、確実な心筋保護法が手術成績向上の鍵と思われた。また術後縦隔炎の1例と慢性肝炎患者で術後肝不全に陥った1例の計2例(7.6%)が病院死亡した。

【結論】真性弓部大動脈瘤手術の補助手段としてSCPあるいは早期SCPは有効であった。手術死亡率改善のためには、より確実な心筋保護が必要と考えられた。(日血外会誌 10 : 647-651, 2001)

索引用語 : 真性弓部大動脈瘤, 選択的脳灌流法, 早期選択的脳灌流法

はじめに

近年、心臓血管外科手術は目覚ましい進歩を遂げてきており、弓部大動脈領域においても補助手段の発達とともに良好な手術成績が報告されている。しかしながら、脳合併症などいまだ改善の余地が残されている。手術中の脳保護法として選択的脳灌流法(SCP)や逆行性脳灌流法(RCP)や超低体温循環停止法(DHCA)等が行われており、それぞれ長所短所を有している。当院では弓部大動脈領域の待機手術には基本的にSCPを用い

ており、症例によっては脳塞栓予防のため体循環と同時に脳灌流を開始する早期選択的脳灌流法(早期SCP)を行っている。

当院における真性弓部大動脈瘤に対する手術成績を脳合併症を含め検討した。

対 象

1990年1月から1999年10月までに当施設で手術を施行した真性弓部大動脈瘤26例を対象とした。年齢は 68.4 ± 6.8 (52~84)歳、性別は男性:女性=20:6であった。併存病変として虚血性心疾患を4例に認め、1例は経皮的冠状動脈形成術の既往があった。脳血管病変の既往を3例に認めた。また腹部大動脈瘤(AAA)を5例に認め、3例は人工血管置換術の既往があった。

筑波メディカルセンター病院心臓血管外科(Tel: 0298-51-3511)
〒305-8558 茨城県つくば市天久保1-3-1
受付: 2000年12月18日
受理: 2001年9月25日

方 法

1. 術前脳血管評価

術前にCTまたはMRIにて脳梗塞等の評価を行い、さらに待機手術群は全例に弓部大動脈造影時に頸動脈造影および椎骨動脈造影を観察し、頸動脈病変の有無と椎骨動脈の左右の交通を評価した。その結果、頸動脈狭窄を2例に認めうち1例は狭窄が強かったために先行して内頸動脈血栓内膜摘除術を施行した。

2. 手術術式

緊急手術が3例で、待機手術が23例であった。24例は胸骨正中切開で弓部三分枝置換、2例は左開胸で手術を行った。到達法の選択は遠位側吻合予測部が気管分岐部より頭側であれば胸骨正中切開、いわゆる遠位弓部大動脈瘤で気管分岐部より尾側まで広がるものは左開胸を選択した。合併術式として冠動脈バイパス術(CABG)を4例に、Bentall手術変法(Carrel patch法)を1例に行った(Table 1)。

3. 補助手段

補助手段として遠位弓部大動脈瘤の2例はDHCAを用い、他の24例はSCPを用いた。全身送血路は基本的には大腿動脈(FA)を選択した。上行大動脈の動脈硬化性病変が軽度であった4例(AAA合併1例を含む)は上行大動脈送血、AAAを合併した遠位弓部～下行大動脈瘤の1例は左開胸で手術し心尖部送血とした。心尖部送血はMedtronic社製Bio-Medicusの送血管19Fを使用し、先端は上行大動脈内に置いた。SCP使用24例のうち術前CTおよび術中超音波検査で動脈硬化性病変が強かった20例には体外循環と同時に脳分離循環を開始する早期SCPを用いた。手技としては、早期SCPの場合は右腋窩動脈を鎖骨下部で露出して、次に右腋窩動脈、大腿動脈にカニューレションをし、大腿動脈送血開始と同時に腋窩動脈送血も開始する。さらに腕頭動脈、左総頸動脈、左鎖骨下動脈を鉗子で遮断、左総頸動脈に部分切開を加えてカニューレションし灌流開始することで脳循環を完全に分離した。脳灌流はResearch社製14F小児用脱血管を使用し、体循環と別のポンプで行った。通常のSCPの場合は、右腋窩動脈は露出せず大腿動脈送血で循環停止として、動脈瘤の内部からバルーン付き送血管を挿入している。術前大動脈造影にて左右の椎骨動脈の交通が不十分であった3例は左鎖骨下動脈からも灌流した。脳灌流量は10ml/kg/minを基本とし、腕

Table 1 Operative procedures

Operative procedures	No.
Emergency operation	3
Elective operation	23
Total arch replacement	15
Total arch replacement + elephant trunk	5
Total arch replacement + CABG	3
Total arch replacement + root replacement + elephant trunk	1
Distal arch replacement + descending aorta replacement	1
Distal arch replacement + CABG	1

頭動脈に直接挿入した圧モニターで50mmHg以上を維持するように調節した。また、最近の16例は内頸静脈酸素飽和度(SjO₂)をモニターしSCP開始時および加温時にSjO₂が低下しないように注意した。SCP中はSjO₂が70%以上を維持するようにした。大動脈末梢側の吻合は直腸温20～25℃でopen distal法を用いて行い、下半身の再灌流は送血管を人工血管に入れ替えて行った。上行大動脈吻合後に冠血流を再開、加温中に弓部分枝を再建した。分枝の吻合は石灰化の強い中枢側は避け、できるだけ健常な末梢側で行った。

結 果

手術時間は545±120分(平均±標準偏差、以下すべて同様)、体外循環時間244±55分、大動脈遮断時間107±39分、SCP時間166±55分、循環停止時間33±21分であった。

術後24時間以内に人工呼吸器を離脱したものは15例(58%)、1週間以上の長期人工呼吸を要したものは3例(12%)であった。ICU滞在期間は5.8±8.4日間であった。

術後合併症は脳合併症(術後24時間以内に出現した新たな神経学的欠落症状)を早期SCP使用の2例(7.6%)に認めた。1例は初期の症例で、左総頸動脈再建に手間取り右半身麻痺を合併した。頭部CTにて明らかな梗塞巣を認めず症状は改善傾向にあったが縦隔炎を合併し死亡した。もう1例は椎骨動脈が左優位であり弓部大動脈から直接分岐していたが、術中に左椎骨動脈の灌流はできず、再建したが左上肢の不全麻痺を合併した。頭部CTにて右頭上葉と後頭葉の境界領域の梗塞を認めしたが、約1カ月後に完全回復した。また術後急性腎不全(血清クレアチニン値2.0mg/dl以上)を3例(12%)に認

めたが、いずれも一過性腎障害で透析導入例はなかった。

total arch+2 枝CABGの1例とdistal arch+1 枝CABGの1例が手術死亡した(手術死亡率7.6%)。前者は初期の症例で重症冠動脈3枝病変に瘤内血栓による消費性凝固障害(consumption coagulopathy)を合併しており、LOSのため術当日に死亡した。後者は腹部大動脈瘤も合併例のため左開胸で心尖部送血を用いて手術を施行したが、第3病日に不整脈死した。

病院死亡は2例(7.6%)に認め、total arch+1 枝CABGの1例と単独total archの1例であった。前者は術後縦隔炎から人工血管感染、吻合部出血を繰り返し、敗血症で死亡した。後者は術前からの慢性肝炎が術後に悪化し肝不全が原因で死亡した。

考 察

弓部大動脈手術の術後合併症のなかで、脳合併症は早期死亡の主因¹⁾であり、これを回避するためにさまざまな術中脳保護法が検討されてきた。それらはSCP²⁻⁵⁾とRCP⁶⁻⁸⁾とDHCA^{9, 10)}三つに大別でき、施設や術者の好みで選択使用されている。われわれの施設では当初からSCPを用いて脳保護を行っている。SCPは欠点として人工心肺回路が複雑になること、手術手順が多くなること、術野が煩雑になること等が挙げられるが、RCPやDHCAに比べ脳虚血許容時間が長く手術時間が制限されないという利点をわれわれはより重要視している。またわれわれは以前から体外循環開始と同時に脳灌流を開始する早期SCPを提唱し実践してきた¹¹⁾。真性弓部大動脈瘤はおもに動脈硬化性病変であり、そのような患者の動脈は全身的な内膜のアテローム変性を伴うことが多く、特に上行大動脈から弓部大動脈領域の石灰化病変は脳梗塞発生に関連していると言われている¹²⁾。さらに、弓部大動脈瘤手術ではFA送血が一般的であり、われわれもそれを第一選択としているが、体外循環の全身送血流によりdebrisを脳循環に流し脳梗塞を発生させる可能性が高いとも指摘されている¹³⁾。これらを防御する目的で体外循環開始前に脳灌流用のカテーテルを挿入し、体外循環開始と同時に脳分離循環を開始することにより、debrisの脳血管への混入を避けることができると考えている¹¹⁾。全身送血路に関しては、上行大動脈送血も選択肢であるが、上行大動脈にも強い動脈硬化性病変を合併している症例があり脳塞

栓予防には必ずしも最適ではない。また、上行大動脈に動脈硬化性病変がある症例に対し、腋窩動脈送血が脳塞栓予防に効果的であるとの報告¹⁴⁾もあるが、弓部分枝からの送血は流速の速い血流が弓部大動脈瘤壁に直接当たる可能性も高く、遠位弓部大動脈瘤以外はその使用に疑問が残る。よってわれわれはFA送血を第一選択とし、さらに動脈硬化病変の強い症例には早期SCPを用いている。脳灌流カテーテル挿入については、真性弓部大動脈瘤の場合、大動脈から3分枝が分枝する根拠は動脈硬化病変が強いことが指摘されており¹⁵⁾、分枝部は避け1本は別創で右腋窩動脈に挿入し、もう1本は左総頸動脈の中央に挿入して基本的に2本灌流で行っている。腕頭動脈は分岐直後で遮断せざるを得ないが、できるだけ末梢まで剥離し性状の良い部分で遮断している。また人工血管との吻合の際に、最後の3~4針を締め上げずに遮断鉗子を開放し血液を末梢側から噴出させて、十分に内部のdebrisを排除してから糸を締め塞栓を予防している。われわれが経験した症例では2例に術後脳合併症を認めたがともに永続的脳障害は残さず、1例は縦隔炎で死亡したが、1例は完全回復し退院している。われわれは胸骨正中切開で行う真性弓部大動脈瘤手術の補助手段としておもに早期SCPを用いているが、諸家の報告例²⁻¹⁰⁾では術後脳合併症発生率は0~10.5%であり、脳保護に関しては良好な成績を得られたと考えている。

手術成績については2例の手術死亡を認めた。1例は初期の症例で重症冠動脈病変を合併した弓部大動脈瘤であり、total arch+2 枝CABGを施行した。もう1例は腹部大動脈瘤を合併した遠位弓部大動脈瘤であり、左開胸で心尖部送血を用いてdistal arch+1 枝CABGを施行した。2例ともにCABG同時手術症例であり、死亡原因は術後のLOSであった。そこでCABG同時手術群と非同時手術群とを比較したが、手術時間(553±145分 vs 543±119分)、体外循環時間(258±43.7分 vs 242±58.3分)、SCP時間(141±51.7分 vs 170±36.7分)などに大きな差はみられなかった(Table 2)。この2例の術後LOSの原因の一つとして術中心筋保護が不十分であったことが推測された。当院の心筋保護液は10℃のcold blood cardioplegiaを使用し、灌流量は初回は20ml/kg、2回目以降は10ml/kgで40分ごとに注入している。正中切開で行う場合、初期の症例は直接冠動脈内に順行性で投与していたが、1997年以降は手術手技の中断を避けるた

Table 2 Operative duration and outcome in non CABG group vs combined CABG group

	Non CABG group(n=22)	Combined CABG group(n=4)
Operative time	543±119	553±145
CPB time	242±58.3	258±43.7
SCP time	170±36.7	141±51.7
Intraoperative blood loss	835±736	388±285
Operative death	0	2
Hospital death	1	1

CPB=cardiopulmonary bypass, SCP=selective cerebral perfusion

めに逆行性に投与している。手術死亡の前者の場合、びまん性の冠動脈病変を認め、順行性心筋保護液投与のみであったために心筋保護液が末梢領域まで十分に灌流されなかったことが考えられた。狭窄が広範囲に多数ある場合や完全閉塞など、重症冠動脈病変に対する心筋保護法については、順行性投与と単独に比べ順行性逆行性併用投与法は合併症発生率、術後入院期間、死亡率などが有意に低値であると報告されている^{16,17)}。この症例に対して順行性逆行性併用の心筋保護法を用いなかったことが反省点である。後者は左開胸で手術施行したがAAAを合併しておりdebrisを飛ばす可能性の高いFA送血は用いず、左室心尖部から送血管を挿入し、心筋保護液は切離した大動脈中極側からFoleyカテーテルを挿入して注入した。注入中、心尖部送血管は左室内に引き抜いておいた。心筋保護液がFoleyカテーテルと大動脈の間隙から大動脈外へ漏れたか、あるいは大動脈弁閉鎖不全があり心筋保護液が有効に冠動脈に到達しなかったなどが、不十分な心筋保護の原因と考えられた。またこの症例は心尖部送血を用いており、左室心尖部に操作を加えたことが術後のLOSの原因である可能性も否定できなかった。この症例に関しては、腋窩動脈送血あるいは開胸創を延長して上行大動脈送血のいずれかを選択すべきであった。

結 論

真性弓部大動脈瘤手術の術後脳合併症予防には、補助手段としてSCPあるいは早期SCPを用いることで良好な結果を得られた。

手術死亡の原因は術後LOSであり、手術死亡率の改善のためには、より確実な心筋保護法が必要であると考えられた。

文 献

- 1) Crawford, E. S., Svensson, L. G., Coselli, J. S., et al.: Surgical treatment of aneurysm and/or dissection of the ascending aorta, transverse aortic arch, and ascending aorta and transverse aortic arch. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **98**: 659-674, 1989.
- 2) Kazui, T., Inoue, N., Yamada, O., et al.: Selective cerebral perfusion during operation for aneurysm of the aortic arch: A reassessment. *Ann. Thorac. Surg.*, **53**: 109-114, 1992.
- 3) Ohmi, M., Tabayashi, K., Hata, M., et al.: Brain damage after aortic arch repair using selective cerebral perfusion. *Ann. Thorac. Surg.*, **66**: 1250-1253, 1998.
- 4) Kazui, T., Washiyama, N., Muhammad, B. A. H., et al.: Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion. *Ann. Thorac. Surg.*, **70**: 3-9, 2000.
- 5) Bartolomeo, R. D., Pacini, D., Eusanio, M. D., et al.: Antegrade selective cerebral perfusion during operations on the thoracic aorta: Our experience. *Ann. Thorac. Surg.*, **70**: 10-16, 2000.
- 6) Safi, H. J., Brien, H. W., Winter, J. N., et al.: Brain protection via cerebral retrograde perfusion during aortic arch aneurysm repair. *Ann. Thorac. Surg.*, **56**: 270-276, 1993.
- 7) 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.
- 8) Okita, Y., Takamoto, S., Ando, M., et al.: Mortality and cerebral outcome in patients who underwent aortic arch operations using deep hypothermic circulatory arrest with retrograde cerebral perfusion: No relation of early death, stroke, and delirium to the duration of circulatory arrest. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **115**: 129-138, 1998.
- 9) Svensson, L. G., Crawford, E. S., Hess, K. R., et al.: Deep hypothermia with circulatory arrest. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **106**: 19-31, 1993.

- 10) Ergin, M. A., Galla, J. D., Lansman, S. L., et al.: Hypothermic circulatory arrest in operations on the thoracic aorta. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **107**: 788-799, 1994.
- 11) 福田幾夫, 海野英哉, 河野元嗣, 他: 弓部大動脈瘤手術における補助手段と手術成績の検討. *日胸外会誌*, **45**: 718-723, 1997.
- 12) Amarenco, P., Cohen, A., Tzourio, C., et al.: Atherosclerotic disease of the aortic arch and the risk of ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.*, **331**: 1474-1479, 1994.
- 13) 不和誠行, 広瀬 一, 東海心臓外科懇話会: 東海地区心臓外科施設における弓部大動脈瘤手術症例の検討(アンケート調査結果). *日胸外会誌*, **44**: 1082-1088, 1996.
- 14) Sabik, J. F., Lytle, B. W., McCarthy, P. M., et al.: Axillary artery: An alternative site of arterial cannulation for patients with extensive aortic and peripheral vascular disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **109**: 885-891, 1995.
- 15) 山中一朗, 三木成仁, 楠原健嗣, 他: 高齢者弓部大動脈の動脈硬化の局在. *日胸外会誌*, **43**: 432-437, 1995.
- 16) Loop, F. D., Higgins, T. L., Panda, R., et al.: Myocardial protection during cardiac operations. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **104**: 608-618, 1992.
- 17) Buckberg, G. D.: Update on current techniques of myocardial protection. *Ann. Thorac. Surg.*, **60**: 805-814, 1995.

Surgical Outcome of Transverse Aortic Arch Replacement for Atherosclerotic Aneurysm

Hiroaki Sakamoto, Ikuo Fukuda, Motoo Oosaka, and Hiroko Nakata
Department of Cardiovascular Surgery, Tsukuba Medical Center Hospital

Key words: Atherosclerotic aortic arch aneurysm, Selective cerebral perfusion(SCP),
Early induction of SCP

The surgical outcome of atherosclerotic aortic arch replacement was analyzed in 26 consecutive patients during a 9-year period between Jan. 1990 and Oct. 1999. Two patients with distal arch aneurysm underwent distal arch replacement using deep hypothermic cardiac arrest. Twenty-four patients underwent total arch replacement using selective cerebral perfusion(SCP), and in 20 of those 24 patients early induction of SCP was used. Simultaneous procedures (arch replacement and CABG) were performed in 4 patients. Postoperative transient brain damage occurred in 2 (7.6%) patients. However, no patient exhibited permanent stroke. There were two early deaths(early mortality: 7.6%) due to low output syndrome, both patients in whom simultaneous CABG was performed. There were two hospital deaths (hospital mortality: 7.6%) due to graft infection in one and hepatic failure in one patient. We speculate that SCP or the early induction of SCP are the optimal techniques for cerebral protection during aortic arch operation, and that sufficient cardioplegia can reduce postoperative LOS and mortality. (*Jpn. J. Vasc. Surg.*, **10**: 647-651, 2001)