

胸部大動脈瘤に対する左開胸アプローチ - 脳合併症予防のための試みとその限界について -

松下 努 佐藤 伸一 神田 圭一 岡野 高久 岡 克彦
渡辺 太治 嶋田 泰之 夜久 均 北村 信夫

要 旨 :【はじめに】遠位弓部大動脈瘤に対し、当施設では左開胸アプローチによる遠位弓部置換術を用いてきた。脳合併症を克服するため、上行大動脈からの順行性送血や、右内頸静脈穿刺による逆行性脳灌流法を開発した。今回、体位回転法を追加し、その手術成績を正中アプローチによる全弓部置換と比較した。【術式】左開胸では大動脈基部が下行大動脈より水平面に対し低位となるので大動脈弓切開時に壁から剥脱したdebrisが大動脈基部に落下する危険性が高い。そこで循環停止時に左方向に体位を回転させ、大動脈基部を高位とし、さらに大動脈基部の洗浄を行った(体位回転群)。【結果】左開胸群、左開胸+体位回転群、対照として 正中群の3群間で術中脳梗塞合併例を比較した。発症率は 群 13.2%、群 15.4%、群 7.0%と 群で低い傾向が見られ、脳合併症による死亡率は 群 6.5%、群 7.7%、群 0%であった。大動脈解離と真性瘤に分けて検討すると、解離では発症率、死亡率共に3群間に有意差を認めなかった。真性瘤においては 群において発症率は各々25.0%、死亡率も各々12.5%と高率であったが、 群では発症率は7.0%、死亡率は0%と低い傾向が認められた。【まとめ】左開胸アプローチは、正中アプローチと比較し脳梗塞合併症が高値であった。ただし、解離症例に限定すると両者は同等であった。すなわち、正中アプローチを標準術式として選択すべきであり、解離性の症例で末梢側への術式の拡大が必要な場合は左開胸法の選択も考慮すべきである。(日血外会誌 13 : 467-471, 2004)

索引用語：弓部大動脈瘤，アプローチ，左開胸，脳合併症，逆行性脳灌流

はじめに

左開胸アプローチによる、遠位弓部大動脈 - 人工血管置換術では、末梢への術野展開が無理なく行える反面、胸骨正中切開アプローチによる大動脈弓部全置換術と比較して脳合併症が多い事が欠点とされている。左開胸アプローチにおける手術術式として、心

横隔神経の前方で切開し、その前縁をつり上げることにより上行大動脈へのカニューレションを容易かつ安全に行うことを可能とし、順行性送血を標準とした¹⁾。更に、逆行性脳灌流^{2,3)}として特製カテーテルを用いた右内頸静脈穿刺法⁴⁾を施行している。

2000年7月以降、循環停止時に体位を左方向に回転させ、大動脈基部が水平面に対して弓部より高くなるようにした後大動脈弓を切開し、debrisの中枢への落ち込みを防止する試みを行った。それでもなお中枢側に落ち込んだdebrisを取り除くために、上行大動脈の送血管抜去後の孔にカテーテルを挿入して大動脈基部の中枢側からの洗浄を行い、落ち込んだdebrisの可及的な排

京都府立医科大学心臓血管外科学教室(Tel: 075-251-5752)
〒602-8566 京都市上京区河原町広小路上の梶井町463-1
受付：2004年3月7日
受理：2004年5月18日
第30回日本血管外科学会総会 座長推薦演題

Table 1 Patients' profiles and surgical procedures (1996.1-2003.12)

Surgical procedures (Cases: period)	Age (Years)	Gender (Male: Female)	Dissecting: True aneurysm	Preoperative complications
Left thoracotomy (n=31: 1996.1-2000.6)	63.4±11.6 (39-81)	19 : 12	15 : 16	Cerebrovascular Dis.: 1 Chronic renal failure: 2 Active pneumonia: 1
Left thoracotomy with rotation (n=13: 2000.7-2001.9)	69.0±5.3 (62-78)	9 : 4	5 : 8	Ruptured: 1
Median sternotomy using arch first technique (n=43: 1998.11-2003.12)	62.1±17.2 (14-84)	20 : 23	24 : 19	Cerebrovascular Dis.: 4 Chronic renal failure: 2 CPAOA: 1, Ruptured: 5

Patients' profiles and surgical procedures: Left thoracotomy, distal hemiarch replacement via left thoracotomy; Left thoracotomy with rotation, left thoracotomy with rotation of the body to the left side; Median sternotomy, total arch replacement via median sternotomy; Chronic renal failure; chronic renal failure with hemodialysis; CPAOA, cardiopulmonary arrest on arrival.

除に努めた。

今回、正中アプローチによる弓部全置換術との手術成績を比較検討し、左開胸アプローチの適応とその限界について考察した。

対象と方法

1996年1月から2003年12月までに当科にて手術を施行した弓部大動脈真性瘤及び大動脈解離のうち、左開胸アプローチで逆行性脳還流法を併用し弓部大動脈-人工血管置換術を施行した連続44例を対象とした。この成績を、弓部大動脈真性瘤及び大動脈解離に対する胸骨正中切開アプローチによる弓部全置換術43例の結果と、在院死、術後脳梗塞発症率の点から比較した。

弓部全置換術については1998年11月以降よりarch first technique^{5,6}を導入し、循環停止時間の短縮を図っているためこれ以降の症例を対象とした。Table 1に対象症例を示す。遠位弓部置換群は2000年6月までの31例と、体位を左方向に回転することによりdebrisの中核側への落ち込みの予防を図る体位回転を併用した2000年7月以降の13例に分類した。対象となる全弓部置換群は1998年10月以降の弓部先行再建群43例であった。以上の分類により、左開胸群、左開胸+体位回転群、正中切開による全弓部置換群の3群において年齢は、63.4 ± 11.6, 69.0 ± 5.3, 62.1 ± 17.2歳と各群間に有意差を認めなかった。性差にも男女比が19 : 12, 9 : 4, 20 : 23と有意差を認めず、大動脈解離と真性瘤の比も、15 : 16, 5 : 8, 24 : 19と差を認めなかった。

統計学的解析は発症率の比較を χ^2 検定で、平均値の比

較をunpaired t-testで行い、 $p < 0.05$ を有意差有りとした。平均値は平均 ± 標準偏差(SD)で表示した。

結 果

Table 2の様に、左開胸群、左開胸+体位回転群、正中切開群の3群において、体外循環時間は222 ± 57.2, 260 ± 36, 275 ± 101分と各群間に有意差を認めなかった。逆行性脳還流時間においても27.8 ± 3.5, 31.4 ± 5.6, 34.6 ± 6.4分と各群間に有意差を認めなかった。在院死総計(Table 3)は左開胸群では心不全死亡1例の他脳梗塞による死亡を各群共に2例ずつ認めたが、正中切開群では心不全死亡2例と腸管壊死による死亡1例を認めたものの、脳梗塞による死亡は認めなかった。

術後脳梗塞合併例を比較した(Table 3)。発症例及び発症率は群では31例中5例(16.1%)、群は13例中2例(15.4%)、群は43例中3例(7.0%)と有意差は無いものの群で低い傾向が見られ、死亡例及び死亡率は群では2例(6.5%)、群は1例(7.7%)、群では認めなかった(0%)。大動脈解離と真性瘤に分けて検討すると、大動脈解離例では群総数20例中脳梗塞は1例(5.0%)群に2例(8.3%)合併し、その全てが後遺症無く回復した。発症率も3群間に有意差を認めなかった。対して、真性瘤においては群において発症例及び発症率は各々16例中4例(25.0%)、8例中2例(25.0%)、死亡例も各々2例(12.5%)、1例(12.5%)と高率であったのに対し、群では発症は1例(5.3%)で死亡はなく、有意差は認めないが良好な結果であっ

Table 2

Surgical procedures (Cases: period)	ECC time (min.; mean±SD)	RCP time (min.; mean±SD)	Hospital death (Cause of the death)
Left thoracotomy (n=31: 1996.1-2000.6)	222.0±57.2	27.8±3.5 (17-42)	9.7% (Cerebral infarction: 2; LOS: 1)
Left thoracotomy with rotation (n=13: 2000.7-2001.9)	260±36	31.4±5.6 (25-34)	15.4% (Cerebral infarction: 2)
Median sternotomy using arch first technique (n=43: 1998.11-2003.12)	275±101	34.6±6.4 (22-45)	7.0% (LOS: 2, Bowel infarction: 1)

ECC, Extracorporeal circulation; RCP, Retrograde cerebral perfusion; LOS, low output syndrome

Table 3 Cases of perioperative cerebral infarction (Cases of hospital death)

Surgical procedures (Cases: period)	Dissecting aneurysm	True aneurysm	Total
Left thoracotomy (n=31: 1996.1-2000.6)	1 / 15 : 6.7% No aftereffect	4 / 16: 25.0% (2 / 16: 12.5%)	5 / 31: 16.1% (2 / 31: 6.5%)
Left thoracotomy with rotation (n=13: 2000.7-2001.9)	0 / 5: 0%	2 / 8: 25.0% (1 / 8: 12.5%)	2 / 13: 15.4% (1 / 13: 7.7%)
Median sternotomy using arch first technique (n=43: 1998.11-2001.9)	2 / 24: 8.3% No aftereffect	1 / 19: 5.3%	3 / 43: 7.0% (0 / 43 : 0%)

Cases of cerebral infarction at operation, dissecting versus true aneurysm.

た。特に、体位回転を加えた後期の 群 (= 群) と体位回転を施行する前の 群 (= 群) 間に脳梗塞の発症率、死亡率共に差を認めなかった。

考 察

遠位弓部大動脈瘤に対する術式としては、胸骨正中切開アプローチによる弓部全置換術および左開胸アプローチによる遠位弓部置換術の何れを選択するかは依然異論がある。

左開胸アプローチの長所として、末梢側への良好な視野展開や術式の拡大と、循環停止時間の短縮が挙げられる。逆に短所としては、上行大動脈へのカニューレションが困難であることから大腿動脈送血による逆行性体外循環が一般的となること、逆行性脳灌流としては右房圧を上昇させることによる、いわゆる高本法⁷⁾が唯一の方法であり、上大静脈への直接送血が困難であること、右側臥位により低位となる中枢側にdebrisが落ち込みやすいこと、一般的に動脈硬化

所見が強い大動脈弓部での中枢側吻合を余儀なくされることなどが挙げられる。

一般に左開胸アプローチでは脳合併症が多いとされているが、これらの短所が脳梗塞の原因に関与している可能性が高いと考えられる。まず人工心肺導入に関しては下半身からの逆行性送血を回避する目的で、鎖骨下皮膚切開による腋窩動脈からの順行性送血⁸⁾、心尖部送血⁹⁾などの手技が行われてきた。我々も上述した上行大動脈からの順行性送血¹⁾を標準術式としている。またより安全かつ確実な逆行性脳灌流法⁴⁾を実現するために、特製カテーテルを開発し、右内頸静脈穿刺法を確立した。さらに体位を左方向に回転することによりdebrisの中枢側への落ち込みの予防を図るなど、左開胸アプローチの欠点を克服するための様々な試みを行ってきた。しかし上述のごとく、今回の結果を検討すると左開胸アプローチでは脳梗塞発症率は依然15.4%と高値であった。特に真性瘤では発症率25.0%、死亡率12.5%と極めて高く、体位回転を行わなかった群と行った

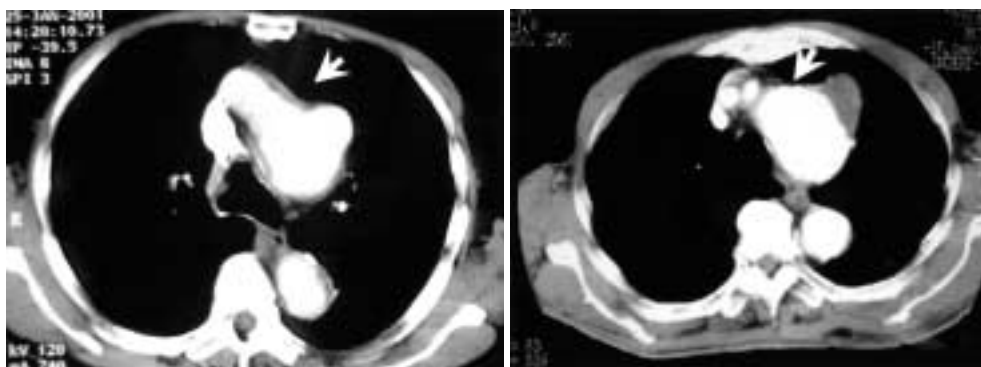


Fig. 1 Retrospective findings of the CT scans of the patients suffering from the perioperative cerebral infarction (A) or not (B). White arrows indicate the transected lines. Severe atheromatous change of the aortic wall is detected at the transected line in A. A | B

群間に発症率，死亡率共に差を認めず，体位回転は脳梗塞発症を防止できなかった。

脳梗塞発症例の術前胸部CTを検討するとFig. 1のように中枢側吻合部付近の大動脈壁に強度の動脈硬化性アテローム病変が認められ，Erginらが述べているように¹⁰⁾，吻合部剥離時や吻合時に，debrisが剥脱したものとされた。一方，大動脈解離の症例では脳梗塞発症率は6.7%と低く，また全症例が後遺症無く回復し，良好な結果を示した。正中アプローチによる弓部全置換術ではarch first technique^{5,6)}導入後，脳梗塞発症率は4.5%と低く，また，症例数は少ないものの真性瘤において発症例を認めておらず，良好な成績を得た。

胸骨正中切開アプローチによる弓部全置換術は，セントラルカニューレションが容易であることに加えて，中枢側吻合が動脈硬化所見の少ない上行大動脈で行えると言うことが最も大きな利点であると考えている。また仰臥位により，大動脈基部を高い位置に保てるため，debrisが中枢側へ落ち込みにくいことも利点の一つである。短所としては末梢側の吻合と止血が困難となることであるが，これについてはelephant trunk¹¹⁾を用いて対処した。さらに，症例によっては，手術侵襲は拡大するものの，trap door法¹²⁾を用いて胸腔内での吻合を行っている。また，循環停止時間に関しても1998年11月以降arch first technique^{5,6)}を導入することにより顕著に短縮され，左開胸アプローチの循環停止時間と有意差を認めなかった。さらには，頸部分枝の切離を先に行う事により結果として頭頸部へのdebrisの落ち込みはさらに少なくなると考えている。

以上の結果より，遠位弓部瘤に対する左開胸アプローチでは，上行大動脈からの順行性送血，右内頸静脈穿刺法による逆行性脳灌流法や，体位回転法などの様々な改良を行っても，正中アプローチによる全弓部置換術と比較し術後脳梗塞合併率が高値であった。ただし，大動脈解離症例に限定すると，両群共に良好な成績を示した。すなわち，真性瘤に対しては左開胸アプローチよりも正中アプローチを第一選択とすべきであると考えている。末梢側吻合が困難な症例に対しては，血管内アプローチによる大動脈ステントグラフト内挿術を併用することも選択肢の一つであると考えている。一方，大動脈解離の症例では，末梢側吻合がかなり深く末梢となる症例もあり，正中アプローチで末梢への術式の拡大が困難な場合は，左開胸アプローチの選択も考慮すべきであろうと考えられた^{12,13)}。

文 献

- 1) Kanda, K., Satoh, S., Okano, T., et al.: Ascending aortic cannulation via left thoracotomy for distal aortic arch aneurysm operation. *J. Cardiovasc. Surg.*, **43**: 853-855, 2002.
- 2) Crawford, E. S., Coselli, J. S. and Safi, H. J.: Partial cardiopulmonary bypass, hypothermic circulatory arrest, and posterolateral exposure for thoracic aortic aneurysm operation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **94**: 824-827, 1987.
- 3) Kieffer, E., Koskas, F., Walden, R., et al.: Hypothermic circulatory arrest for thoracic aneurysmectomy through left-sided thoracotomy. *J. Vasc. Surg.*, **19**: 457-464, 1994.
- 4) Doi, K., Satoh, S., Hirai, J., et al.: A new double lumen balloon catheter for retrograde cerebral perfusion via jugu-

- lar vein cannulation. *ASAIO J.*, **43**: M731-735, 1997.
- 5) Rokkas, C. K. and Kouchoukos, N. T.: Single-stage extensive replacement of the thoracic aorta: the arch-first technique. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **117**: 99-105, 1999.
- 6) Kanda, K., Satoh S., Okano, T., et al.: Arch-first reconstruction via median sternotomy. Short retrograde cerebral perfusion. *J. Cardiovasc. Surg.*, **42**: 635-637, 2001.
- 7) Takamoto, S., Matsuda, T., Harada, M., et al.: Simple hypothermic retrograde cerebral perfusion during aortic arch replacement. A preliminary report on two successful cases. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **104**: 1106-1109, 1992.
- 8) Katoh, T., Gohra, H., Hamano, K., et al.: Right axillary cannulation in the left thoracotomy for thoracic aortic aneurysm. *Ann. Thorac. Surg.*, **70**: 311-313, 2000.
- 9) Westaby, S. and Katsumata, T.: Proximal aortic perfusion for complex arch and descending aortic disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **115**: 162-167, 1998.
- 10) Ergin, M. A. and Griep, R. B.: Progress in treatment of aneurysms of the aortic arch. *World J. Surg.*, **4**: 535-543, 1980.
- 11) Borst, H. G., Frank, G. and Schaps, D.: Treatment of extensive aortic aneurysms by a new multiple-stage approach. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **95**: 11-13, 1988.
- 12) Wind, G. G. and Valentine, R. J.: Thoracic aorta. Anatomic exposures in vascular surgery. 1st. ed. Baltimore, 1991, Williams & Wilkins, 73-103.
- 13) Borst, H. G., Bühner, B. and Jurmann, M.: Tactics and techniques of aortic arch replacement. *J. Card. Surg.*, **9**: 538-547, 1994.

Left Thoracotomy for Distal Aortic Arch Aneurysm Operation —Attempt to Prevent Cerebral Disorders—

Tsutomu Matsushita, Shinichi Satoh, Keiichi Kanda, Takahisa Okano, Katsuhiko Oka,
Taiji Watanabe, Yasuyuki Shimada, Hitoshi Yaku and Nobuo Kitamura

Department of Cardiovascular Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine

Key words: Aortic arch aneurysm, Surgical approach, Left thoracotomy, Median sternotomy, Cerebral infarction

Left thoracotomy is selected as the standard approach for distal aortic arch aneurysm operation in our institute. To prevent cerebral disorders, we introduced the following three methods; 1) ascending-aortic cannulation to avoid retrograde arterial return from the lower body during cardiopulmonary bypass, 2) retrograde cerebral perfusion using a specially designed balloon catheter in the internal jugular vein, 3) to prevent the atheromatous thrombus from falling into the aortic root during proximal anastomosis, the body was rotated to the left side to bring the ascending aorta to a higher position than the descending aorta. The results of the distal arch replacement via left thoracotomy in comparison with the total arch replacement via median thoracotomy were discussed.

Cerebral infarctions (embolisms) during operative procedures were compared among three groups including distal aortic arch replacement via left thoracotomy, distal aortic arch replacement via left thoracotomy with left-side body rotation, total aortic arch replacement via median sternotomy. The percentages of cerebral infarction in the above 3 groups were 13.2%, 15.4% and 7.0%, respectively. The mortalities due to cerebral infarctions were 6.5%, 7.7% and 0%, respectively. Cerebral infarctions were also compared in the different pathological types of aneurysms (i. e. due to dissection or atherosclerosis). There were no significant differences between the three groups of dissecting aneurysm. On the other hand, among true aneurysms, both the morbidity and mortality rates were higher in groups and than those in group .

Despite several new technical achievements, the mortality and morbidity rates of cerebral infarctions in distal aortic arch replacement via left thoracotomy were still higher than those in total aortic arch replacement via median sternotomy. We conclude that median sternotomy rather than left thoracotomy should be selected as a standard approach for distal aortic aneurysm operation. Left thoracotomy still can be chosen for the limited cases of dissecting aneurysm when distal extension is needed. (*Jpn. J. Vasc. Surg.*, **13**: 467-471, 2004)