

左開胸，逆行性脳灌流，逆行性冠灌流法による 遠位弓部大動脈手術の検討

田中 弘之¹ 成澤 隆¹ 鈴木 和浩¹ 平野 二郎¹
大蔵 俊彦¹ 鈴木 隆¹ 高場 利博²

要 旨：左開胸，逆行性脳灌流，逆行性冠灌流を用いた遠位弓部大動脈手術を，5例経験した．症例は真性瘤が3例（うち1例破裂），慢性III型解離が2例であった．年齢は43～76歳（平均63.2歳），男性2例，女性3例であった．逆行性脳灌流法は食道温20以下でTrendelenburg体位，置換予定の下行大動脈を遮断し，大腿動脈より1500 ml/minの送血を行い，右房圧を15～25 mmHgとして施行した．心臓に対しては左房ベント下に，そのまま心室細動とし逆行性冠灌流とした．体外循環時間は216～264分（平均238.6±18.6分），逆行性脳灌流時間は28～65分（平均53.8±14.9分）であった．心室細動時間は88～127分（平均114.2±22.0分）で，術後最大カテコラミン投与量平均2.6±2.9γ（2例は非投与）であった．平均輸血量は5μ/ptで，他家血無輸血手術は1例可能であった．合併症として無気肺，リンパ漏，嘔声を1例ずつ認め，1例に長期呼吸器管理を要した．緊急例を含めて脳合併症，手術死亡，病院死亡はなく，全例独歩退院した．本法は肺合併症に注意が必要で加温と冷却に時間がかかるが，簡便で脳合併症，術後心不全も認めず，症例を選べば有用な方法と考えられた．（日血外会誌 9 : 649-652, 2000）

索引用語：遠位弓部大動脈手術，左開胸，超低体温循環停止法，逆行性脳灌流，逆行性冠灌流

はじめに

遠位弓部大動脈手術はその解剖学的特徴から様々な手術法が用いられ，またその手術成績も良好とはいえない¹⁾．到達法では胸骨正中切開，左開胸などがあり，補助手段には脳分離体外循環法，循環停止法が用いら

れている．われわれは左開胸によるアプローチで，脳保護として循環停止下，逆行性脳灌流を用い，心筋保護として心室細動下での逆行性冠灌流を用いてきた．今回その手術成績について検討した．

対象と方法 (Table 1)

過去4年間に左開胸，逆行性脳灌流法を用いた遠位弓部大動脈手術症例は緊急1例を含め5例あり，真性瘤が3例（うち1例破裂），慢性III型解離が2例であった．年齢は43～76歳（平均63.2歳），男性2例，女性3例であった．

1 昭和大学藤が丘病院胸部心臓血管外科 (Tel: 045-971-1151)

〒227-8501 横浜市青葉区藤が丘 1-30

2 昭和大学医学部第1外科

〒142-8555 東京都品川区旗の台 1-5-8

受付：2000年 7月11日

受理：2000年 9月26日

Table 1 Patients profiles in distal arch replacement

Patient No.	Age/Sex	Dx	Timing	Complication	Result
1	43/M	Chronic dissection(IIIb)	Elective	horseness	alive
2	68/F	Distal arch aneurysm	Elective	none	alive
3	59/M	Chronic dissection(IIIb)	Elective	lymphorrhea	alive
4	70/F	Distal arch aneurysm (impending rupture)	Emergent	none	alive
5	76/F	Distal arch aneurysm	Elective	atelectasis	alive

Table 2 Perioperative and postoperative characteristics

Patient No.	pump time(min)	RCP time(min)	Rectal T(°C)	BTF(u)	Vf(min)	DC(times)	CK-MB(u)	DOA(γ)	awakening(h)	extubation(d)
1	264	55	19.9	0	95	2	92	3	5	1
2	216	65	18.5	8	121	1	90	0	9	3
3	238	59	20.2	auto-blood ⁴	140	5	295	3	5	1
4	248	62	21.3	9	88	0	210	0	10	8
5	227	28	19.8	4	127	5	150	7	6	4+27(re-intubation)
Average	239	54	20	5	114	2.6	167	2.6	7	3.4

RCP : retrograde cerebral perfusion

BTF : blood transfusion

Vf : ventricular fibrillation

DC : DC-defibrillation

手術は大動脈送血，大腿静脈脱血で開始．左第4肋間後側方切開で開胸．心膜を開け左心耳より左房ベントを挿入した．食道温 20 以下でいったん循環停止とし大動脈遠位弓部を切開，開放とした．Trendelenburg 体位とし，置換予定の下行大動脈を遮断した．大動脈より 1500 ml / min の送血を行うことにより，右房圧を 15 ~ 25 mmHg として逆行性脳灌流法を施行した．心筋に対しては左房ベント下に，そのまま心室細動とし逆行性冠灌流とした．分枝付き人工血管中枢側を open proximal で吻合．その後，側枝分岐末梢で人工血管を遮断，大動脈送血から人工血管側枝へ送血を変更し，逆行性脳，冠灌流を中止し，加温を再開した．下行大動脈遮断解除し，open distal として末梢側吻合を施行し手術を終了した．

結 果 (Table 2)

体外循環時間は 216 ~ 264 分 (平均 238.6 ± 18.6 分)，逆行性脳灌流時間は 28 ~ 65 分 (平均 53.8 ± 14.9 分) であった．心室細動時間は 88 ~ 127 分 (平均 114.2 ± 22.0 分) で，術後最大カテコラミン投与量平均 2.6 ± 2.9 γ (2 例は非投与) であった．術後最大 CK-MB 値は 90 ~ 295 μ / ml (平均 167 μ / ml) であった．平均輸血量は 5 μ / pt で，他家血無輸血手術は 1 例可能であった．術後覚醒時間は平均 7 時間，呼吸器管理時間は平均 3.4 日であったが，症例 5 は第 4 病日抜管後 2

週後，術後肺炎にて再挿管，その後 27 日の呼吸器管理を要した．合併症として無気肺，リンパ漏，嘔声を 1 例ずつ認め，症例 5 は上述のごとく長期呼吸器管理を要した．緊急例を含めて脳合併症，手術死亡，病院死亡はなく，全例独歩退院した．

考 察

遠位弓部に手術操作を行う場合，その解剖学的位置から到達法，補助手段に様々な方法が行われている．到達法では胸骨正中切開，左前側方開胸²⁾，左後側方開胸などがあり，補助手段では脳分離体外循環法³⁾，左心バイパス法⁴⁾，超低体温循環停止法¹⁾などがある．循環停止には逆行性脳灌流法を併用する場合もある⁵⁾．正中切開では，脳分離法，循環停止法いずれも可能であるが，下行胸部末梢側の視野が不良である．それに対して後側方切開^{6,7)}は遠位弓部大動脈を視野の中心におくことができる．補助手段としては左心バイパス法，循環停止法が可能である．左心バイパスはヘパリン化が軽度で済み，また低温にしないため手術時間が短くすむことが利点である⁴⁾．しかしながら大動脈遮断が必須なため真性大動脈瘤の場合は粥腫による脳塞栓の危険性があり，また大動脈解離の症例では，遮断部での再解離の危険性がある．これら为了避免するためには aortic no touch technique が必要で，循環停止法が選択される^{6,7)}．

以上より筆者らは後側方切開によるアプローチに循環停止法を用いた。本法では人工心肺回路，術野も単純化されるが，問題点は脳虚血時間に限界があることと下半身からの逆行送血で手術を開始する点である。前者のために逆行性脳灌流法を併用した。逆行性脳灌流は，高本ら⁸⁾が報告したように，Trendelenburg体位とし，下半身の灌流を続けることで右房圧を上昇させることにより施行した。本法は当初期待されていたほど，脳実質を均一に灌流してはならず，単純な超低体温循環停止法の安全許容時間を少し延長するだけとの報告もある⁹⁾。われわれも少なくとも空気塞栓を防ぎ，脳冷却を確実にするものと考え本法を併用している。遠位弓部の処置では，中枢側吻合1カ所が終了すれば通常の体外循環が可能で，本検討では最大65分要した例があるが，脳合併症は1例も認めておらず，60分程度は許容時間内と考えている。しかしながら吻合し直しなど不測の事態に備え，脳分離の準備は行っている。また後者の逆行送血に関しては，真性瘤で腹部大動脈以下に動脈硬化の強いもの，解離例では真空への送血が確認できないものは脳塞栓症，偽腔灌流といった問題が懸念される。その際は鎖骨下動脈（腋窩動脈）送血で開始し単純な循環停止を用いる，あるいは正中切開からのアプローチなどが必要と考えている。

つぎに心筋保護法について検討する。cardioplegiaを使用し心停止を得るならば，上行大動脈にバルーンカテーテルを挿入固定することなどが必要となる⁸⁾。しかしこれは，循環停止法の利点である no touch technique を考えると疑問が残る。すなわち上行大動脈での粥腫の脱落などの危険性が危惧される。また術野の単純化といった利点も失われる。われわれは心室細動のまま放置しているが，右房圧を高くして，大動脈を解放することにより逆行性に脳灌流されているなら当然心筋にも逆行性に灌流されているものと考えている。Diehlら¹⁰⁾は開心術における逆行性心筋保護法として冠静脈洞への直接投与を用いず，右房への注入で施行しており，順行性投与の心筋保護法と遜色ない良好な心筋保護効果を報告している。すなわち冠静脈洞の弁などが問題とならなければ右房送血で逆行性心筋灌流がなされる。Buckbergら¹¹⁾の報告によれば37拍動下に比較し20での心室細動下の心筋酸素消費量は8 ml of O₂ / 100 g / min から 2 ml of O₂ / 100 g /

minへ25%まで低下している。左房ベント（できるだけ僧帽弁を通して左室ベントとしている）を用い左室の過伸展を防ぎかつ逆行性冠灌流がなされるなら，本検討のごとく術後カテコラミン投与量の検討からも臨床的に問題となる術後心不全は予防可能と思われた。しかしながら心筋逸脱酵素の変動からは，ある程度の心筋障害の存在が疑われ，逆行性脳灌流と同様に時間的制約はあると考えている。

症例5は術後肺炎，無気肺から長期呼吸器管理を余儀なくされたが，術後合併症では開胸操作と超低体温による肺損傷が問題となる⁷⁾。できるかぎり肺に対しても愛護的操作を心がけ，硬膜外カテーテルを利用した術後疼痛のコントロールから十分な排痰を計ることが重要と考えられた。また本検討には再手術例はないが，肺の広範な癒着剥離の必要な場合は，この補助手段法の選択は難しいと考えられた。

結 語

左開胸逆行性脳灌流法を用いた遠位弓部大動脈手術を5例経験した。心筋保護として心室細動下逆行性冠灌流を施行した。本法は加温と冷却に時間を要する，あるいは肺合併症に注意が必要などの欠点もあるが，簡便で，脳合併症，術後心不全も認めず症例を選べば非常に有用な方法と考えられた。

文 献

- 1) Svensson, L. G., Crawford, E. S., Hess, K. R. et al. : Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **106** : 19-31, 1993.
- 2) Sasaguri, S., Fukuda, T., Hayashi, I. et al. : Left antero-axillary thoracotomy as an alternative approach for aortic arch reconstruction. *Jpn. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **4** (4) : 158-162, 1999.
- 3) Kazui, T., Inoue, N. and Komatsu, S. : Surgical treatment of aneurysms of the transverse aortic arch. *J. Cardiovasc. Surg.*, **30** : 402-406, 1989.
- 4) 末田奏次郎, 渡橋和政, 川上恭司他 : 遠位弓部大動脈瘤に対する補助手段の選択と問題点. *日心血外会誌*, **23** : 334-339, 1994.
- 5) Ueda, Y., Miki, S., Kushuhara, 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** : 553-558, 1990.
- 6) 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.
- 7) Shield, H. H., Gortlach, G., Russ, W. et al. : Aortic arch replacement by posterolateral exposure. *Thorac. Cardiovasc. Surgeon*, **36** : 100-104, 1988.
- 8) 高本真一, 松田高明, 原田三紀夫他 : 超低体温下, 簡単な脳逆行性灌流による弓部大動脈瘤手術. *日胸外会誌*, **40** : 921-929, 1992.
- 9) Ye, J., Yang, L., DelBigio, M. R. et al. : Neuronal damage after hypothermic circulatory arrest and retrograde cerebral perfusion in the pig. *Ann. Thorac. Surg.*, **61** : 1316-1322, 1996.
- 10) Diel, J. T., Eichhorn, E. J., Konstam, M. A. et al. : Efficacy of retrograde coronary sinus cardioplegia in patients undergoing myocardial revascularization : A prospective randomized trial. *Ann. Thorac. Surg.*, **45** : 595-602, 1988.
- 11) Buckberg, G. D., Brazier, J. R., Nelson, R. L. et al. : Studies of the effects of hypothermia on regional myocardial flow and metabolism during cardiopulmonary bypass : I. The adequately perfused beating, fibrillating and arrested heart. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, **73** : 87-94, 1977.

Distal Aortic Arch Replacement with Hypothermic Retrograde Cerebral and Coronary Perfusion Through Left Thoracotomy

Hiroyuki Tanaka¹, Takashi Narisawa¹, Kazuhiro Suzuki¹, Jirou Hirano¹,
Toshihiko Ohkura¹, Takashi Suzuki¹ and Toshihiro Takaba²

¹Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Showa University Fujigaoka-Hospital

²1st Department of Surgery, Showa University School of Medicine

Key words : Distal aortic arch replacement, Left thoracotomy, Retrograde cerebral perfusion, Retrograde coronary perfusion

Five patients (including one emergency case) underwent distal aortic arch replacement with hypothermic retrograde cerebral and coronary perfusion through left thoracotomy. Retrograde cerebral and cardiac perfusion was carried out, elevating the right atrial pressure by hypothermic femoral perfusion and descending aortic occlusion. The heart remained fibrillating during surgery under left atrial venting. Pump time was 238.6 +/- 18.6 minutes (216 to 264 min). Retrograde cerebral perfusion time was 53.8 +/- 14.9 minutes (28 to 65 min). Ventricular fibrillation time was 114.2 +/- 22.0 minutes (88 to 127 min). Postoperative maximum dopamine support was 2.6 +/- 2.9 µg/kg/min. Postoperative complications consisted of one atelectasis which needed long respiratory support, one chylothorax, one hoarseness. There was no cerebral complication, no low output syndrome, no operative death and no hospital death and all patients returned to a normal life. This method was considered very useful although careful management of the respiration was needed. (*Jpn. J. Vasc. Surg.*, **9** : 649-652, 2000)