弓部大動脈近傍の術中大血管損傷の治療

—超低体温循環停止法の有用性—

齊 藤 力 川 人 宏 次 長谷川 伸 之
三 澤 吉 雄 加 藤 盛 人 布 施 勝 生

術中予期せぬ弓部大動脈近傍の大血管損傷により、修復に超低体温循環停止法（一部逆行性脳灌流法を併用）を用いた5例について検討した。症例の内訳は出血性損傷3例，急性解離2例であった。修復および手術遂行に要した体外循環時間は159～367分（平均199分），循環停止時間は20～44分（平均32分），循環停止温度は膀胱温19.5～22.0℃（平均21.0℃），脳保護補助手段として逆行性脳灌流法を2例に使用した。術後覚醒までの時間は持続鎮静降圧療法を施行した症例1を除き4～9時間で，全例神経学的合併症はみられず退院した。超低体温循環停止法は，（1）血管壁の緊張緩和，（2）良好な無血視野，（3）自己血回収が可能，（4）低体温による臓器保護，などの利点がある。従って本法は弓部大動脈近傍の大血管損傷の修復に際して，重大な合併症を回避しうる可能性があり，遮断鉗子下での修復が困難な場合には速やかに選択すべき方法と考えられた。日心外会誌27巻6号：360-363（1998）

Keywords：超低体温循環停止法，大動脈損傷，逆行性脳灌流法

Surgical Management of Aortic Arch Injury Complicating Cardiovascular Surgical Operations Utilizing Hypothermic Circulatory Arrest

Tsutomu Saito, Koji Kawahito, Nobuyuki Hasegawa, Yoshio Misawa, Morito Kato and Katsuo Fuse (Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Jichi Medical School, Tochigi, Japan)

Injuries to the aorta complicating cardiovascular operations can be very challenging. This type of injury is usually related to manipulation of the aorta during surgical exposure or aortic cannulation. From March 1994 to October 1997, five patients with intraoperative injuries to the thoracic aorta occurred. Their ages ranged from 7 to 71 years old (mean, 43.5 years). Two were male and 3 female. Intraoperatively, trouble occurred suddenly due to acute aortic dissection related to aortic traumatic hemorrhagic disruption in three patients, and aortic cannulation in two patients. The confirmation of the diagnosis was prompted clinically, and all patients immediately underwent further surgical intervention. In terms of technique, we used a cardiopulmonary bypass (mean cardiopulmonary bypass time 239 min, range 196 to 367 min), and hypothermic circulatory arrest (mean arrest time 34 min, range 20 to 44 min, at deep hypothermia with 21.0℃ urinary bladder temperature) during repair. Retrograde cerebral perfusion was utilized in two cases to assure protection for cerebral damage. Fortunately, there was no postoperative neurological complication and no hospital death in any of the cases. When such intraoperative injuries of the aorta once occur repair using aortic clamps often fail or is not feasible, and in such cases hypothermic circulatory arrest combined with retrograde cerebral perfusion should be applied to resolve this type of the serious troubles. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 27: 360-363 (1998)

心臓大血管手術に際して，弓部大動脈近傍の大血管損傷が発生した際の修復方法は様々である。このような場合に，超低体温循環停止法（逆行性

脳灌流法を併用したものを含む。以下HCAと略す）を用いて修復を試み，その有用性について検討した。

対象と方法

1997年12月24日受付，1998年6月16日採用
自治医科大学胸部外科 〒329-0431 栃木県河内郡南河内町葉師寺3311-1

1994年3月から1997年10月までに術中損傷

表1 弓部大動脈近傍の大血管損傷症例の内訳

症 例	1	2	3	4	5
年 齢	24	66	7	46	71
性 別	女	男	女	男	女
術前診断	動脈管切離術後 胸部大動脈破裂	annuloaortic ectasia	動脈管開存症	単心房	大動脈弁 閉鎖不全症
損 傷	動脈管近傍の 大動脈損傷	急性大動脈解離 (Stanford A)	動脈管近傍の 大動脈損傷	上行大動脈損傷	急性大動脈解離 (Stanford A)
到達方法	左開胸	胸骨正中切開	左開胸	胸骨正中切開	胸骨正中切開
修復方法	直接縫合閉鎖	人工血管置換	直接縫合閉鎖	直接縫合閉鎖	人工血管置換
体外循環予定	あり	あり	なし	あり	あり

などで、HCA 下に弓部大動脈近傍の大血管の修復を行った5例を対象とした。症例の内訳は、大動脈の出血性損傷3例、大動脈解離2例であった。症例の概要は表1に示す。

症例1：24歳女性、動脈管切断術後急性期の感染性胸部大動脈破裂緊急手術症例。遮断鉗子を用いた修復が困難なため、出血点を用手圧迫、体外循環を確立しHCA下に修復、加えて大網充填を施行した。術直後より持続鎮静降圧療法を行った¹⁾。

症例2：66歳男性、annuloaortic ectasia 待機手術症例。大腿動脈送血部分より逆行性に解離、上行大動脈で破裂出血した。出血点を用手圧迫、対側大腿動脈送血により体外循環を確立しHCA下に大動脈基部置換術を行った²⁾。

症例3：7歳女性、動脈管開存症の待機手術症例。動脈管剝離操作中に近傍の大動脈から出血し、遮断鉗子を用いた修復が困難なため、出血点を用手圧迫、体外循環を確立しHCA下に大動脈損傷部の直接修復および動脈管離断縫合閉鎖術を行った。

症例4：46歳男性、単心房待機手術症例。上行大動脈送血部分から弓部へ裂け込み出血した。出血点を用手圧迫、体外循環を確立しHCA下に直接修復、心房中隔パッチ形成術を行った。

症例5：71歳女性、大動脈弁閉鎖不全症待機手術症例。上行大動脈送血部分から逆行性に解離、体外循環中であったためそのままHCAとし大動脈弁置換術に加えて上行大動脈人工血管置換術を行った。

損傷発生から体外循環開始までの所要時間、体外循環時間、循環停止温度（膀胱温）、循環停止時間、術中同種血輸血量、術後覚醒までの時間、気管内チューブ抜去までの日数、経口摂取までの日数、神経学的合併症、術後合併症、退院までの日数について検討した。

結 果

術中損傷発生から体外循環開始までの所要時間は最長126分、体外循環時間は159～367分（平均237分）、循環停止時の深部体温（膀胱温）は19.5～22.0℃（平均21.0℃）、循環停止時間は20～44分（平均34分）であった。また、術後覚醒までに要した時間は持続鎮静降圧療法を施行した症例1を除き4～9時間で、抜管までの日数は1～25日、経口摂取までの日数は1～39日、退院までの日数は11～165日であった。

術後合併症は、症例1では仮性動脈瘤形成のため遠位弓部大動脈置換術、症例2では左下肢血行障害に対して両側大腿動脈間バイパス術、症例5では抜管後の声帯浮腫のため気管切開を要した。脳神経学的合併症は認められなかった（表2）。

考 察

心臓血管系手術中の大血管損傷はまれとはいえ、遮断鉗子によるものや冠状動脈バイパス近位側吻合部によるものなどの報告がみられる³⁻⁷⁾。これらは手術操作の遂行を困難にし、術後合併症を誘発する可能性を有するのみならず、適切な対処を行い得なかった場合には、なによりも生命予

表 2 周術期治療経過の内訳

症 例	1	2	3	4	5
体外循環までの所要(分)	22	8	126	25	—*
体外循環時間(分)	241	367	159	196	230
循環停止温度(°C)	21.8	21.4	20.4	22.0	19.5
循環停止時間(分)	44	42	37	20	27
逆行性脳灌流法の併用	—	+	—	—	+
術中同種血輸血量(U)	10	26	10	0	10
術後覚醒時間(時間)	—**	9	8	4	7
抜管までの日数(日)	25	8	1	3	3
経口摂取までの日数(日)	25	9	1	4	39
神経学的合併症	—	—	—	—	—
術後合併症	仮性動脈瘤 形成	左下肢動脈 閉塞	—	—	声帯浮腫
術後退院までの日数(日)	165	51	11	13	75

*体外循環中。 **持続鎮静降圧療法を施行したため評価し得ず。

後を左右する重大な事態となる。

術中急性大動脈解離に関しては、発見次第修復の要否を判断することが比較的容易であると考えられるが、血管損傷による出血の場合には、程度が軽ければそのまま修復可能なものや、遮断鉗子を用いて修復可能なものも数多くあると考えられ^{8,9)}、HCA を選択するという侵襲的決定に至るには相当の判断力が必要とされる。

本検討でも体外循環予定手術での損傷発生に際しては、迅速に対処可能であったが、当初より体外循環を予定していなかった症例では、体外循環を装着すること自体を躊躇するあまり、対処するまでに長時間を要した。これらの経験より、出血性損傷の際の治療方針として、最初は可能な限り、直接修復あるいは遮断鉗子下での修復を試みる。しかし再出血した際には、同様の手技を繰り返すことにより、さらに副損傷を大きくするので、圧迫止血が可能で循環動態が安定しているうちに、速やかに確実性の高い HCA を選択するべきであると考えた。

弓部大動脈近傍の大血管損傷の要因としては、流体力学的、解剖学的特徴が潜在していると考えられる。Endo ら¹⁰⁾によると、大動脈上行-弓部は構造上 shear stress が大彎側前壁に最も強くかかる部位とされている。そのため、血圧が充分にある心拍動下での操作は、過度の壁張力がかかり

やすいと想定される。一方、動脈管付近では血流による血管壁にかかる shear stress は少ないものの、組織学的に中膜構造の脆弱性が存在することから¹¹⁻¹³⁾、近傍の剝離に際して血管壁の損傷がおこりやすいとされる¹⁴⁾。

弓部大動脈近傍の修復に際しての HCA には、(1)血管壁の緊張緩和。(2)良好な無血視野。(3)自己血回収が可能。(4)低体温による臓器保護。などの利点がある。脳保護許容時間について、実験的検討では 18°C 以下で 60 分が一般的とされているが、ヒトでは安全域はさらに狭く、45 分を越えると脳障害が発生する危険が大であるとされている^{15,16)}。本検討では循環停止開始時の深部体温(膀胱温)は平均 21.0°C、循環停止時間は平均 34 分であり、HCA 単独でも脳障害の発生する可能性は低いと考えられるが、循環停止中に逆行性脳灌流法(灌流圧 20~30 mmHg)を 5 例中 2 例に利用し結果的にはなんら脳神経学的合併症を認めなかった。脳保護時間の安全域を延長させる方法として、危急の際にも、逆行性脳灌流法は有用な脳保護補助手段のひとつであると考えられた¹⁷⁾。

一方、HCA の不利な点として、冷却、復温による手術時間の延長、出血量の増加が問題となる。本検討でも、1 例を除き同種血の輸血を余儀なくされた。このような損傷の修復方法について

論じることが、確実な手技、操作にまさるものではないことはいうまでもない。しかしいったん大血管の損傷が発生しても冷静に状況を把握し、必要ならば躊躇することなく HCA を選択することにより、重大な合併症を回避しうる可能性があると考えられる。

結 語

弓部大動脈近傍の術中大動脈損傷に際し HCA を利用し修復を試みた。幸いにして全例救命でき、その治療方針について考察を加えた。

文 献

- 1) 長谷川伸之, 布施勝生, 加藤盛人ほか：動脈管開存症術後に発症した MRSA 膿胸, 仮性動脈瘤の 1 救命例. 日心外会誌 **26** : 400-403, 1997.
- 2) 齊藤 力, 布施勝生, 加藤盛人ほか：逆行性送血による術中急性大動脈解離の 1 治験例. 日胸外会誌 **44** : 1953-1957, 1996.
- 3) Boruchow, I. B., Iyenger, R. and Jude, J. R. : Injury to ascending aorta by partial-occlusion clamp during aorta-coronary bypass. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **73** : 303-305, 1977.
- 4) Litchford, B., Okies, J. E., Sugimura, S. et al. : Acute aortic dissection from cross-clamp injury. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **72** : 709-713, 1976.
- 5) Standefer, R. J., Livermore, J. and Khonsari, S. : Disruption of the ascending aorta : surgical management. Ann. Thorac. Surg. **41** : 95-97, 1986.
- 6) Nicholson, W. J., Crawly, I. S., Logue, R. B. et al. : Aortic root dissection complicating coronary bypass surgery. Am. J. Cardiol. **41** : 103-107, 1978.
- 7) Still, R. J., Hilgenberg, A. D., Akins, C. W. et al. : Intraoperative aortic dissection. Ann. Thorac. Surg. **53** : 374-380, 1992.
- 8) Antunes, M. J. : Acute traumatic rupture of the aorta : repair by simple aortic cross-clamping. Ann. Thorac. Surg. **44** : 257-259, 1987.
- 9) Murphy, D. A., Craver, J. M., Jones, E. L. et al. : Recognition and management of ascending aortic dissection complicating cardiac surgical operations. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **85** : 247-256, 1983.
- 10) Endo, S., Sohara, Y. and Karino, T. : Flow patterns in dog aortic arch under a steady flow condition simulating mid-systole. Heart Vessels **11** : 180-191, 1996.
- 11) Gittenberger-de Groot, A. C. : Persistent ductus arteriosus : most probably a primary congenital malformation. Br. Heart J. **39** : 610-618, 1977.
- 12) Slomp, J., van Munsteren, J. C., Poelmann, R. E. et al. : Formation of intimal cushions in the ductus arteriosus as a model for vascular intimal thickening. An immunohistochemical study of changes in extracellular matrix components. Atherosclerosis **93** : 25-39, 1992.
- 13) Gittenberger-de Groot, A. C., Strengers, J. L., Mentink, M. et al. : Histologic studies on normal and persistent ductus arteriosus in the dog. J. Am. Coll. Cardiol. **6** : 394-404, 1985.
- 14) Khonsari, S. : Cardiac Surgery : Safeguards and pitfalls in operative technique : patent ductus arteriosus, Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1997, pp. 171-176.
- 15) O'Connor, J. V., Wilding, T., Farmer, P. et al. : The protective effect of profound hypothermia on the canine central nervous system in surgery of the ascending aorta and the aortic arch. Ann. Thorac. Surg. **41** : 255-259, 1986.
- 16) Cooley, D. A., Ott, D. A., Frazier, O. H. et al. : Surgical treatment of aneurysms of the transverse aortic arch : experience with 25 patients using hypothermic techniques. Ann. Thorac. Surg. **32** : 260-272, 1981.
- 17) 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.