

原著

逆行性脳灌流下での弓部大動脈再建手術における
周術期合併症

藤井美江*，野村 実*，長沢千奈美*
 小高桂子*，近藤 泉*，鈴木英弘*
 青見茂之**，橋本 明政**，小柳 仁**

要 旨

超低体温循環停止下に逆行性脳灌流 (RCP) を行った弓部大動脈瘤手術施行患者を，高灌流 (脳灌流圧30 cm H₂O，脳灌流量300-500 ml・min⁻¹) で RCP を行った前期24例と低灌流 (脳灌流圧20 cm H₂O，脳灌流量100-300 ml・min⁻¹) で行った後期30例に分けて，周術期合併症について検討した。前期では高灌流圧によると思われる一過性脳神経障害や，覚醒遅延による呼吸器合併症が多かった。後期では一過性脳神経障害は減少し，同時に全身合併症も減少したが，脳血管疾患既往例や緊急手術例で術後，脳梗塞を残した。以上より，低灌流による RCP は大動脈再建術の補助手段として有用であるが，リスクの高い症例の適応方法にはまだ課題が残されていると考えられた。

はじめに

著者らは弓部大動脈瘤手術において，脳保護の点から超低体温循環停止下に逆行性脳灌流 (RCP) を行ってきた。RCP は操作手技が簡便で術中の視野もよい¹⁻³⁾ など利点が多い。しかし，その血行動態は非生理的で，脳灌流の不均等分布の可能性が否定できず，脳保護に対する安全性は確立していない^{4,5)}。そこで，今回は RCP を施行した症例の周術期合併症を retrospective に検討した。

対象および方法

対象は，1990年から1994年に上行大動脈から遠位弓部動脈にかけての胸部大動脈瘤に対して弓部大動脈再建術を行った54例で，高灌流 (脳灌流圧30 cm H₂O，脳灌流量300-500 ml・min⁻¹) で RCP を行った前期24例 (男女比 16:8，緊急6例) と低灌流 (脳灌流圧20 cm H₂O，脳灌流量100-300 ml・min⁻¹) で行った後期30例 (男女比 22:8，緊急5例) に分けて，その周術期合併症について検討した。術式は，前期は弓部分枝置換術13例，弓部全置換術2例，弓部置換術+Bentall手術9例，後期は弓部分枝置換術13例，弓部全置換術9例，弓部置換術+Bentall手術8例であった。術前より脳血管疾患の既往を有した症例は前期3例，後期1例であった。

麻酔導入はフェンタニール，ジアゼパムまたはミダゾラムの静注で行い，気管内挿管後，酸素，空気で適正換気を行った。麻酔維持はフェンタニールにイソフルランを適宜併用した。また，人工心肺前にメチルプレドニゾロン30 mg/kgを静注した。

胸骨正中切開で，大腿動脈に送血管，上，下大静脈に脱血管を挿入して体外循環を開始した。膀胱温18℃へ冷却後，心筋保護液を注入して循環停止とし，下大静脈脱血管を遮断後，上大静脈より RCP を開始し，弓部大動脈再建術を施行した。

統計学的検定は χ^2 検定及び分散分析を用い， $p < 0.05$ を有意差があると判定した。

*東都女子医科大学麻酔科学教室

**同心臓血圧研究所循環器外科

結 果

年齢（前期58±13歳，後期56±15歳），身長（前期164±12 cm，後期168±12 cm），体重（前期58±10 kg，後期61±9 kg）に両群間の差はなかった。平均中心静脈圧（脳灌流圧）は前期30 cmH₂O，後期20 cmH₂O，平均脳灌流量は前期359 ml・min⁻¹，後期138 ml・min⁻¹であった。人工心肺時間，大動脈遮断時間は，後期で有意に短く，特に逆行性脳灌流時間は顕著に短縮が認められた（表1）。逆に，出血量は後期で有意に多く，輸血量も多い傾向にあったが，個体間のばらつきが多かった。フェンタニールの総投与量（前期2.36±0.5 mg，後期2.34±0.7 mg）に差はなかったが，ICU入室後の覚醒時間，抜管時間は共に，後期で短い傾向にあった。ただし，後期の1例は術後覚醒を認めず継続的な脳神経障害を来した。

術後合併症（表2）をみると，前期では視覚障害，聴覚障害，不随意運動などの一過性脳神経障害が24例中9例（37.5%）であった。前期において，逆行性脳灌流時間が80分を超えた6例で5例（83%）に一過性脳神経障害を認めた。80分以下で脳神経障害を併発した症例は，高灌流症例，高齢者，緊急手術症例，脳血管疾患の既往症例などであった。

後期で一過性脳神経障害を併発した症例は認めなかった（0%）が，3例（10%）が脳梗塞を認めた。1例は術前より脳梗塞の既往があり，2例は緊急手術であった。

両期にわたって，脳血管疾患の既往があった4例のうち，術後に脳神経合併症を呈した症例は3例（75%）であった。

また，後期において，長期に人工呼吸管理が必要であった症例が，著しく減少した。

死亡例は前期5例（20.5%），後期1例（3%）と有意に改善した（表2）。後期において手術死亡となった1例は術中心筋梗塞を併発し，術後，低拍出血量症候群（LOS）の状態が持続，呼吸不全となり，そのまま手術死亡となった。

考 察

弓部大動脈再建術における脳保護については，様々な論議がなされているが，確実な脳保護は低体温だけであり⁶⁾，薬物や灌流量による脳保護は

表1 前期と後期の比較

	前期 (n=24)	後期 (n=30)
手術時間 (min)	560±139	552±196
人工心肺時間 (min)	256±58*	211±758*
大動脈遮断時間 (min)	166±45*	128±65*
逆行性灌流時間 (min)	68±28**	44±19**
中心静脈圧 (cmH ₂ O)	30±4.5	20.5±5
脳灌流量 (ml/min)	359±146	143±64
総出血量 (ml)	1402±831*	3714±2574*
総輸血量 (ml)	2663±1638	4191±4064
覚醒時間 (hr)	21±34	12±20
抜管時間 (hr)	224±442	108±206

*P<0.05, **P<0.01

表2 術後合併症と手術死亡

術後合併症	前期 (n=24)	後期 (n=30)
遷延性脳障害	3 (12.5%)	3 (10%)
一過性脳障害	9 (37.5%)	0 (0%)
呼吸不全	11 (44%)	2 (7%)
心筋梗塞	1 (4%)	2 (7%)
腎不全	5 (20.5%)	3 (10%)
肺炎	10 (41%)	7 (23%)
肝機能障害	4 (17%)	4 (13%)
手術死亡	5 (20.5%)	1 (3%)
手術死亡原因		
動脈瘤破裂	2 (8%)	
心筋梗塞	1 (4%)	1 (3%)
肺出血	1 (4%)	
低拍出血量症候群	1 (4%)	

ははっきりしていない。RCPも，循環停止時の補助手段として行われるが，脳保護効果と安全許容範囲について，いまだに解明されていない点が多い。逆行性脳灌流量の脳実質への血流量は順行性脳灌流法の1/2，酸素消費量は1/3⁷⁾と言われ，酸素供給としてのRCPの効果は疑問の多いところだが，脳保護にRCPが有効であるという報告もある³⁾。

後期では，前期と比較して，特に一過性脳神経障害が減少してきている。その理由として，まず第一に逆行性脳灌流圧，流量の低下が考えられる。前期ではRCP中および後に一過性に顔面浮腫を認めることが多く，灌流圧が高すぎて限局性の脳

浮腫を来したと考えられた。そこで脳浮腫を発生しない範囲内で脳への酸素供給と脳冷却効果を得られるように、低灌流圧、低灌流量とした。ただし、静脈弁の存在のためか、動脈からの逆行性灌流を十分に認めず灌流圧を上げた症例もあった。また RCP の利点に、術視野のよいことがあげられる¹⁻³⁾が、低流量にすることによりさらに術視野が良好となり、高流量の場合よりも手術操作がしやすく、循環停止時間の短縮につながると思われた。

第二に、脳灌流時間の短縮も脳神経合併症減少の原因と考えられる。RCP の利点は弓部分枝への手術操作を加える必要が少なく¹⁻³⁾、循環停止時間、人工心肺時間の短縮が可能なことであるが、RCP 時間が延長すれば脳神経合併症の危険が増加すると考えられる。前期では、解離性の上行から近位部の再建が、短時間で可能な症例に RCP を用いていた。しかし、青見らは長時間に及ぶ灌流においても脳神経合併症を認めなかった経験から適応の拡大を行った⁴⁾が、RCP 時間が長い症例では、脳神経合併症が多く発生した。RCP の安全許容時間として60-90分^{4,8,9)}という報告があるが、前期の結果でも80分以上の症例では高率に脳神経合併症を引き起こす傾向にあり、脳合併症併発群の平均灌流時間は80分であった。後期では、症例を重ねるにつれ、手術技術が向上し、さらに円滑に行えるようになったことが脳神経合併症の減少につながったと考えられる。

その他に、脳神経合併症を発生させる危険因子として、脳血管疾患の既往症例、高齢者、ショック状態を伴う緊急手術も考えられる。このような症例では、脳灌流圧や流量の安全域が狭く、今後さらに、最適な灌流圧や流量の検討が必要であると思われる。今後は、脳神経合併症減少に生かせる脳モニターの出現が期待される。

また後期では、適応の拡大に伴う問題点として

出血、輸血量の増加が目立った。出血、輸血量が増えれば、脳虚血や凝固異常の可能性も増えると考えられ、今後の対策が必要である。

その他の全身合併症に注目すると、後期は脳神経合併症の減少と共に、抜管が早期に行え、長期呼吸管理を要した症例が減少し、さらに周術期管理も容易になったと考えられた。

まとめ

逆行性脳灌流下に弓部大動脈再建術を行った54例の周術期合併症を検討し、低灌流による逆行性脳灌流は有効な循環停止の補助手段であるが、リスクの高い症例の適応、方法にはまだ問題が残されている。

文 献

- 1) Mills NL, Oshsner JL : Massive air embolism during cardiopulmonary bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 80 : 708-717, 1980
- 2) Frist WH, Baldwin JC, Starns UA, et al : A Reconsideration of cerebral perfusion in aortic arch replacement. Ann Thorac Surg 42 : 273-281, 1986
- 3) 今牧瑞浦, 橋本明政, 平山統一ほか : 逆行性脳灌流法の臨床的検討. 胸部外科 45 : 755-758, 1992
- 4) 青見茂之, 橋本明政, 平山統一ほか : 大動脈に対する拡大再建術 — 新しい補助手段の臓器保存効果の向上による適応の拡大 —. 日心外会誌 21 : 346-350, 1992
- 5) 榎原直樹, 浦山 博, 松永康弘ほか : 弓部大動脈再建術における脳保護の検討. 胸部外科 46 : 648-651, 1992
- 6) Murkin JM : Cerebral protection and cardiopulmonary bypass. Current Opinion in Anesthesiology 8 : 56-61, 1995
- 7) Usui A, Hotta T, Hiroura M, et al : Retrograde cerebral perfusion through a superior vena canal cannula protects the brain. Ann Thorac Surg 53 : 47, 1992
- 8) 青見茂之, 橋本明政, 今牧瑞浦ほか : 超低体温併用逆行性脳灌流法の脳保護効果と安全な使用法. 胸部外科 46 : 682-685, 1993
- 9) 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 : 1244-1248, 1991

Perioperative Complication in Aortic Arch Reconstruction Using Retrograde Cerebral Perfusion with Deep Hypothermic Circulatory Arrest

*Yoshie Fujii, *Minoru Nomura, *Chinami Nagasawa,
*Keiko Kodaka, *Izumi Kondo, *Hidehiro Suzuki,
**Shigeyuki Aomi, **Akimasa Hashimoto and **Hitoshi Koyanagi

*Departments of Anesthesiology and Cardiovascular Surgery**, The Heart Institute of Japan,
Tokyo Women's Medical College, Tokyo Japan

We evaluated perioperative complications in aortic arch reconstruction surgery using deep hypothermic circulatory arrest with retrograde cerebral perfusion (RCP). Fifty four patients were divided into two groups depending on RCP pressures; high (30 cm H₂O, n=24) or low (20 cm H₂O, n=30) RCP group. High RCP group, which sometimes caused brain edema, showed 20 % of transient cere-

bral ischemia and 12.5 % of consistent brain damage, whereas low RCP group showed no transient cerebral ischemia 0 % and 12.5 % of consistent brain damage. It is suggested that low RCP technique provided the better outcome in cerebral protection than high RCP, however there remains some limitations of cerebral protection during aortic arch surgery by RCP.

Key Words : Aortic arch aneurysm, Retrograde cerebral perfusion, Perioperative complication

(Circ Cont 17 : 30~33, 1996)