

原 著

逆行性脳灌流を用いた胸部大動脈瘤及び
大動脈解離に対する手術の麻酔管理及び
周術期合併症についての検討

館田 武志*, 金古 逸美*, 黒澤 定信*, 戸田 耕子*
宮里 享子*, 原 康 治*, 青木 正*

要 旨

本研究では胸部大動脈手術患者の麻酔管理及び周術期合併症について、超低体温循環停止下に逆行性脳灌流 (RCP) を併用し手術を行った症例と RCP を併用しないで超低体温循環停止のみで手術を行った症例の比較検討を行った。RCP を併用した群 (RCP 併用群) では超低体温のみの群 (DHCA 単独群) に比べ大動脈遮断時間 (RCP 併用群: 85 ± 33 分, DHCA 単独群: 70 ± 47 分), 循環停止時間 (RCP 併用群: 34 ± 11 分, DHCA 単独群: 25 ± 7 分) は延長したが, 術後中枢神経合併症の発症頻度は両群間で有意差は認められなかった (RCP 併用群: 3例, DHCA 単独群: 5例)。しかし, RCP 併用群では症状は軽症が多く, 脳循環に有利であると推察された。さらに胸部大動脈瘤及び大動脈解離では高血圧を合併している事が多く, これらの患者での逆行性脳循環に対する検討が必要と思われた。

はじめに

大動脈解離や大動脈瘤などに対する胸部大動脈手術において, 大動脈弓部および上行大動脈の再建術では open aortic anastomosis など手術手技の改良, さらに補助循環, モニタリング, 周術期管理の進歩などにより手術成績が向上している^{1,2)}。一方, この領域の手術では脳循環障害による術後中枢神経系合併症の発生頻度が高率であり, 脳虚

血による障害を防止するため低体温下循環停止法 (HCA; hypothermic circulatory arrest) や選択的脳灌流 (SCA; selective cerebral perfusion) を併用する分離体外循環法, 体外シャントなどが行われてきた³⁾。しかし, HCA では循環停止時間の制限や出血傾向, SCA では装置が複雑になる事や操作が煩雑である事などが問題となっている。逆行性脳灌流法 (RCP; retrograde cerebral perfusion) は最初, Mills らによって体外循環中の空気塞栓を除去する方法として導入され⁴⁾, 上田らにより大動脈弓部手術の脳保護法としての有用性が認識された⁵⁾。RCP は SCP に比べ装置が簡単でかつ操作が容易であるため最近広く使用されている。しかし, 術中の脳保護の有用性に関してはいまだ確立されたものではない^{3,6)}。今回, RCP の麻酔管理及び周術期合併症についての検討を行うため, 超低体温循環停止下手術症例で RCP 施行群 (RCP 群) と RCP を施行しなかった群 (DHCA 群) でレトロスペクティブに比較検討した。

対象及び方法

1991年4月から1995年12月までの4年9ヶ月間に聖マリアンナ医科大学病院で循環停止下に大動脈手術を受けた患者41例を対象とした。循環停止・低体温下で逆行性脳灌流を行った群を逆行性脳灌流群 (RCP 群), 循環停止に超低体温を併用しただけで逆行性脳灌流を行わなかった群を超低体温群 (DHCA 群) と2群に分け逆行性脳灌流の周術期合併症・麻酔管理について以下の項目をレトロスペクティブに検討した。患者背景, 術前合併

*聖マリアンナ医科大学麻酔学教室

症、疾患・術式、麻酔・手術時間、体外循環・大動脈遮断・循環停止時間、術中血管作動薬の使用、術後合併症について調査し2群間での比較を行った。統計処理は Student t-test またはカイ2乗検定を行い危険率5%未満を有意とした。

麻酔は全例フェンタニール麻酔で行われた。導入はフェンタニールにミダゾラムを併用し、ベクロニウムで気管内挿管後、酸素・笑気または酸素・空気で換気しフェンタニールを適時投与し麻酔を維持した。体外循環前にはメチルプレドニゾン 30 mg/kg を投与した。術中中枢神経系のモニタリングとして経頭蓋的ドプラー、内頸静脈酸素飽和度、体性感覚誘発電位を可能な限り使用し連続的に監視した。

大腿動脈に送血カニューレ、上・下大静脈に脱血カニューレを挿入し、体外循環を開始し、直腸温18℃に冷却後、心停止液を注入し循環停止とした。循環停止後上大静脈から内頸静脈圧が30 cm H₂O を越えないように300 ml/min で逆行性脳灌流を行った。なお低体温時の酸・塩基平衡は alfa-stat で管理された。

結 果

41例中術中死4例(両群共に2例)あり、残り37症例について検討した。RCP群は24例、DHCA群は17例であった。術式はRCP群では上行大動脈置換が16例、上行大動脈置換+CABGが2例、Bentall手術が1例、弓部大動脈修復・置換が5例であり、DHCA群では上行大動脈置換が7例、Bentall手術が1例、Bentall+CABGが3例、弓部大動脈置換が1例であった。

1) 術前患者背景(表1):性、年齢、身重、体重には両群間に差は認められなかった。術前リスクが高い症例はRCP群が有意に多かった。術前合併症については両群共に高血圧の合併が半数以上に、虚血性心疾患の合併が約20%に認められた。脳梗塞の既往はDHCA群で2例に認められたが手術時に神経症状は認められていなかった。また心タンポナーデが両群間で各々4例、大動脈弁閉鎖不全がRCP群で6例、DHCA群で1例に認められた。

2) 周術期患者背景(表2):麻酔時間、手術時間、体外循環時間、大動脈遮断時間、体外循環中の最低体温には両群間で有意差は認められなかつ

表1 患者背景

	RCP群	DHCA群
患者数	24	13
性(男性:女性)	13:11	9:4
年齢	60±12	61±8
身長(cm)	161±10	159±9
体重(kg)	59±14	53±7
定時:緊急手術	6:18	6:7
II	5	8
ASA III	14	3*
IV	5	2
高血圧	13	8
術前合併症 虚血性心疾患	5	3
脳梗塞		2
腹部大動脈瘤		1

年齢・身長・体重は平均±標準偏差, その他は症例数。

* p<0.05でRCP群との間に有意差あり。

表2 周術期患者背景

	RCP群	DHC群
麻酔時間(分)	498±106	545±151
手術時間(分)	410±103	470±137
体外回時間(分)	166±40	160±47
大動脈遮断時間(分)	85±33	70±47
循環停止時間(分)	34±11	25±7*
フェンタニール投与量(mg)	2.7±1.4	1.8±0.7*
最低食道温(℃)	15±2	15±3
最低直腸温(℃)	17±2	16±2
抜管までの時間(時間)	24±23	15±5

平均±標準偏差。抜管までの時間は手術終了時から気管内チューブ抜管までの時間。両群共に手術死亡例のデータは除外してある。*: p<0.05でRCP群と有意差あり。

たが。RCP群では循環停止時間が延長し、フェンタニール総投与量も有意に多かった。RCP群では逆行性脳灌流時間は34±14分であった。術中の心・血管作動薬使用も両群間で有意差を認められず、血管拡張薬として60%でニトログリセリンが投与され、体外循環離脱時にはドパミン、ドバミンの併用投与が70%で行われていた。手術終了から気管内チューブ抜管までの時間はRCP群で延長していたが両群間で有意差は認められなかった。また循環停止時間、フェンタニール投与量と抜管までの時間にも相関は認められなかった。

3) 術後合併症(表3)手術死亡は両群共に2例

表3 術後合併症

		RCP 群	DHCA 群
死亡	術中	2	2
	術後	5	2
中枢神経	脳梗塞	1	2
	一過性精神障害	1	2
	対麻痺	1	1
腎	急性腎不全	5	3
呼吸器	ARDS	1	1
	肺炎	1	1
その他	DIC	1	
	心不全	1	1
	肝腎症候群	3	1

両群間で有意差は見られない。

あり、原因は大量出血による止血不能症例と心筋梗塞合併の心不全症例であった。術後早期死亡例は両群ともに多臓器不全が原因であった。術後合併症は両群間で有意差は認められなかった。中枢神経合併症はRCP群の脳梗塞発症はStanford A型の大動脈解離の症例で術前から循環不全、肝腎症候群で意識障害が麻酔前より存在していた症例であり、手術操作が原因ではないと考えられた。統計学的に中枢神経合併症の発症頻度に両群間で有意差はないが、RCP群の方が合併症の症状は軽度であった。なお、中枢神経合併症を発症した症例と発症しなかった症例との間で麻酔・手術時間、人工心肺時間、大動脈遮断時間、循環停止時間、術前合併症発症頻度などに有意差は認められなかった。

考 察

体外循環回路の改善、特に膜型肺やフィルターの使用などにより開心術における術後脳障害の発症頻度は減少していると報告されている^{7,8)}。しかしながら、大血管手術、特に胸部大動脈瘤手術における脳合併症の発症頻度は高い。近年、大動脈手術成績の向上につれ、さらに動脈硬化性病変をもった高齢者手術の増加などにより、術後中枢神経系合併症の発生が大きな問題となってきた。特に上行大動脈から遠位弓部大動脈にかけての大動脈瘤や大動脈解離などに対する大動脈再建術では大動脈遮断が弓部大動脈にかかる場合、脳循環が障害されることになる。従って通常の体外循環以外の補助手段が必要となる⁹⁾。従来この補助手

段としては超低体温循環停止 (DHCA) や選択的脳灌流 (SCP) などが用いられてきた。DHCAは最初、先天性心疾患の開心術に導入され発展し、その後弓部大動脈手術などにも使用されるようになった。DHCAの利点は手技自体が簡単である事や手術の視野が良い事などであるが、循環停止の時間は制限されてしまう。SCPはこの点脳虚血回避により手術時間は延長可能となるが、脳循環用の回路が必要となり、装置・操作が複雑となる事や体外循環時間が延長する事などが欠点となる。DHCAに逆行性脳灌流 (RCP) を加えるとこれらの欠点が減少する事が期待される。SCPに比べ装置が簡便になる事とDHCA単独法より循環停止の時間が延長可能である事などからRCP併用のDHCAは広く普及してきた。しかしながら脳保護効果に関しては議論があり、特に脳浮腫や脳内血流分布の異常などの問題が残されている¹⁰⁾。

今回の研究でもRCP群の方が大動脈遮断時間、循環停止時間は延長していたが術後中枢神経系の合併症発生頻度は両群間で有意差は認められなかった。しかし、RCP群で発症した術後中枢神経障害は術前から低灌流・低酸素が疑われ手術終了後も意識障害が遷延した肝腎症候群の1例と一過性の意識障害を示した1例のみであった。DHCA群では胸部大動脈瘤に対する人工血管置換術2例に脳梗塞が発症した。本研究の問題点は症例数が少ない事、レトロスペクティブな手法である為重篤な中枢神経症状しか検策出来なかった事などである。さらにDHCA単独の症例は検索期間の前半に、RCP併用は手術手技・管理に熟練した検索後半の時間に集中して行われており、両群の比較が困難な面も否めない。しかし、RCP併用群ではRCPによる合併症、特に高い逆行性灌流圧による脳循環への負荷による脳浮腫・顔面浮腫などは認められなかったことから、これら合併症を回避すればDHCA単独に比べ大幅な循環停止時間の延長が認められないにせよ、少なくとも大動脈遮断で15分、循環停止で10分以上は安全に延長可能であったと考えられる。今回の研究で検索された術後中枢神経系合併症患者総てに術前合併症として高血圧が認められた。高血圧患者における体外循環管理では正常血圧患者よりも高い灌流圧に設定する事、急激な血圧変動を避ける事など

が重要である¹¹⁾。しかしRCPにおいては、高すぎる灌流圧は脳浮腫増強を来し、低すぎる灌流圧では脳保護効果が減弱する可能性がある。大動脈瘤や大動脈解離では我々の研究でも見られたように高血圧を合併していることが多く¹²⁾、これら高血圧疾患患者におけるRCPの検討が今後必要と思われる。

中枢神経系以外の合併症はRCP群、DHCA群共に緊急症例で発生率が高く、特に術前循環動態不良の症例に多く認められた。さらに心タンポナーデや大動脈弁閉鎖不全を合併している場合、体外循環開始までの循環動態を安定させる事は困難であり、正確な術前の病態把握が必要と思われた。

結 論

1) 超低体温下循環停止に逆行性脳灌流を併用した胸部大動脈手術24例の麻酔管理および周術期合併症について、逆行性脳灌流非併用13例との比較検討をレトロスペクティブに行った。

2) 循環停止時間は逆行性脳灌流の併用により延長したが体外循環・麻酔・手術時間に有意差は認められなかった。

3) 術後合併症の発生率は両群間で有為差は認められなかったが、中枢神経系合併症は逆行性脳灌流併用群では軽症であった。

以上の事から逆行性脳灌流の併用は超低体温循環停止下の脳循環に有利であると推察された。

なお、本論文の要旨は第17回日本循環制御医学会総会(1996年、東京)において発表した。

文 献

- 1) 上田裕一, 三木成仁, 大北 裕ら: 超低体温循環停止下の持続的逆行性脳灌流法の脳保護効果: 日胸外会誌 41: 559-568, 1993
- 2) 青見茂之, 八巻文貴, 坂橋弘之ら: 弓部大動脈再建術における脳合併症対策—体外循環中の脳循環モニタリングの意義—: 循環制御 16: 291-295, 1995
- 3) Chanyi S: Cerebral perfusion and hypothermic circulatory arrest. *J Cardiothorac Anesth* 10: 75-82, 1996
- 4) Mills NL, Oschner JL: Massive air embolism during cardiopulmonary bypass: Causes, prevention, and management. *J Thoracic Cardiovasc Surg* 83: 249-255, 1982
- 5) Ueda Y, Miki S, Kusuhara 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) 藤井美江, 野村 実, 長沢千奈美ら: 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, 循環制御 17: 30-33, 1996
- 7) Nussmeier NA: Neuropsychiatric complications of cardiac surgery. *J Cardiothorac Anesth* 8: Supp 1. 13-18, 1994
- 8) 遠藤 裕, 下地恒毅: 開心術後の脳障害. *臨床麻酔* 14: 1229-1235, 1990
- 9) Banoub M, Kagan-Koepke TD, Shenaq S: Anesthesia for thoracic aortic surgery. In: Estafanous FG, Barash PG, Reves JG eds, *Cardiac anesthesia*, Philadelphia, JB Lippincott, 1994, pp.545-595
- 10) 碓永章彦, 阿部稔雄, 村瀬允也ら: 逆行性持続脳灌流法(CRCP)の脳保護効果に関する臨床的実験的検討. *日胸外会誌* 41: 838-840, 1993
- 11) Gravlee GP: Management of cardiopulmonary bypass. In Barash PG ed, *ASA Refresher course in anesthesiology*, Philadelphia, JB Lippincott, 1992, pp.99-110
- 12) Clark NJ, Stanley TH: Anesthesia for vascular surgery. In: Miller RD ed, *Anesthesia* 4th ed, New York, Churchill Livingstone, 1994, pp.1851-1895

Anesthetic Management and Perioperative Complication in Thoracic Aortic Surgery using Continuous Retrograde Cerebral Perfusion.

Takeshi Tateda*, Itsumi Kaneko*, Sadanobu Kurosawa*, Koko Toda*
Kyoko Miyazato*, Koji Hara*, and Tadashi Aoki*

*Department of Anesthesiology, St. Marianna University School of Medicine
Kawasaki, Kanagawa, Japan

Continuous retrograde cerebral perfusion (RCP) with deep hypothermic circulatory arrest (DHCA) has been used for operative procedure in thoracic aortic aneurysm and aortic dissection involving the aortic arch. However, the cerebral protective effects of RCP remain controversial. The purpose of this retrospective study was to compare the usefulness of RCP with DHCA and DHCA alone in 41 thoracic aortic surgery involving the aortic arch. The respective durations of aortic cross clamping and circulatory arrest were 85 ± 33 min, 34 ± 11 min in RCP with DHCA and 70 ± 47

min, 25 ± 7 min in DHCA alone. The duration of circulatory arrest was significantly longer in RCP with DHCA than in DHCA alone. However, there were no significant differences on duration of aortic cross clamping and incidence of postoperative neurological complications between RCP with DHCA and DHCA alone. We conclude that RCP with DHCA is more advantageous than DHCA alone on cerebral protection during thoracic aortic surgery involving the aortic arch.

Key Words : Retrograde cerebral perfusion, Deep hypothermic circulatory arrest, Perioperative complication

(Circ Cont 18 : 185~189, 1997)