

F-F bypass 法による部分体外循環下に施行した下行大動脈置換術 2 症例

臨床工学科 袁 婧, 篠原 智誉, 柳田 開成, 甲 敬之, 高橋 亮太
 山野 咲
 心臓外科 江崎 二郎, 松尾 武彦, 本田 正典, 上田 遼馬, 岡林 均

慢性B型大動脈解離に対して、大腿動脈送血・大腿静脈脱血(F-F bypass 法)による部分体外循環下で下行大動脈人工血管置換術を2症例経験した。症例は80歳男性と74歳女性、症例1は大腿動脈送血による逆行性送血にともなう塞栓症により、周術期に脳梗塞を合併した。症例2は腹部大動脈にアテローマを認めたが、症例1で脳梗塞を合併したことをふまえて、術式および体外循環方法を修正して施行し、脳合併症を起こすことなく経過した。

部分体外循環による下行大動脈人工血管置換術において、脳梗塞発症のリスクを軽減させる体外循環方法や術中モニタリング方法につき、文献的考察も加え報告する。

keywords : F-F bypass 法, 術後脳梗塞, 灌流量

1. 緒 言

下行大動脈手術時の補助手段としては、単純遮断法、一時的バイパス法、左心バイパス法(LH bypass 法)、部分体外循環法、完全体外循環法がある。部分体外循環法においては、大腿動脈送血・大腿静脈脱血による F-F bypass 法が一般的である。

下行大動脈瘤の手術における脳梗塞の合併は、6.8～8.1%と報告されており、原因としては、低体温循環停止、大腿動脈からの逆行性送血や弓部大動脈の遮断と報告されている¹⁾。

今回経験した2症例のうち症例1では、術後痙攣、覚醒遅延、右片麻痺などの症状を認めた。術後MRI所見では、左後頭葉、左放線冠、左中心前回、右前頭葉などに脳梗塞が多発していた。体外循環方法、術式およびモニタリング方法を心臓外科医と検討し、修正した上で症例2を施行し、大きな合併症なく退院した。部分体外循環における脳合併症のリスクを軽減する工夫につき、文献的考察を加え、報告する。

2. 症 例

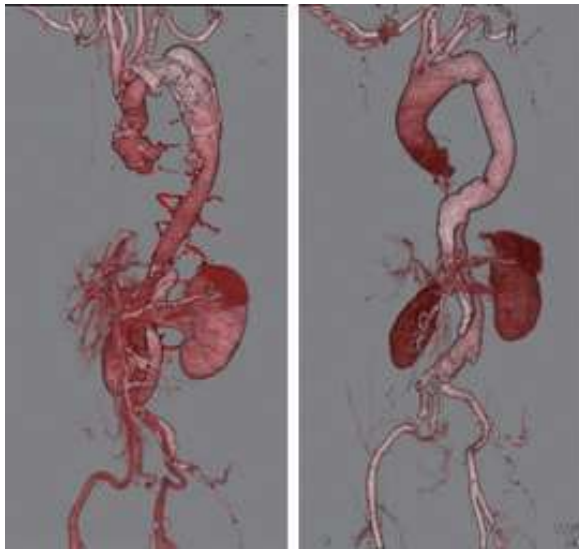
(1) 症例 1

80歳男性。6年前にA型大動脈解離にて上

行大動脈人工血管置換術+冠動脈バイパス術が行われた。4年前、弓部大動脈の拡大を認め、弓部大動脈人工血管置換術+オープンステントグラフト術が行われた。近位下行大動脈から左総腸骨動脈まで解離が残存しており、その後のフォローアップのCTにて近位下行大動脈が1年間で1cm拡大し、5cmを超えたため手術適応となった(図1a)。腹部大動脈の最大径は35mmで、下行大動脈のみ置換する予定とした。遠位下行大動脈の偽腔には大量の血栓を認めていた。術前の頭部MRIにて左頭頂葉白質に亜急性期以降の陳旧化していない梗塞所見が認められた。術前の頭部MRAでは主要な脳血管に狭窄病変を認めなかった。術前心臓超音波検査では左室駆出率(EF)は73.2%であった。腎機能は正常、拘束性呼吸機能障害を認め、下肢ABI右0.86、左1.16であった。

(2) 症例 2

74歳女性。半年前にB型大動脈解離を発症し、下行大動脈から腹部大動脈分岐部まで解離が認められた。保存的加療を受け、3カ月後のCTフォローアップにて胸部下行大動脈が1cmの拡大を認めたため手術適応となった(図1b)。腹部大動脈には真性瘤を合併しており、大動脈瘤内にアテローマを認めた。術前の頭部MRI



a. 症例1 b. 症例2

図1. 術前CT所見

では左放線冠に陳旧性梗塞，深部白質には加齢性の慢性虚血性変化が認められたが，主要な脳血管に狭窄病変は認めなかった．術前の心臓超音波検査では左室駆出率(EF)は70.4%であった．腎機能は正常，拘束性呼吸機能障害を認め，下肢ABIは右1.07，左1.07であった．

3. 経過

(1) 術中経過

症例1では左大腿動脈送血，左大腿静脈脱血で心拍動下部分体外循環下に手術を行った．上半身の血圧は右橈骨動脈，下半身の血圧は右大腿動脈にてモニタリングした．体外循環を開始し，灌流指数1.4L/min/m²で維持し，循環動態が安定したことを確認後，オープンスtent部の大動脈および遠位下行大動脈を遮断．遮断後，上半身の目標収縮期血圧を80～120mmHg目標としてCVPを維持した．下半身の灌流圧が低かったため，灌流指数を1.6～1.8L/min/m²まで上昇させて灌流した(図2)．最低体温は34℃．中枢吻合終了後，遮断部位を人工血管へ移し，末梢吻合を行い，その後遮断を解除した．遮断解除時，復温が不十分であったため灌流指数を1.8L/min/m²で維持した．復温完了後，人工心肺から離脱した．人工心肺中，両側

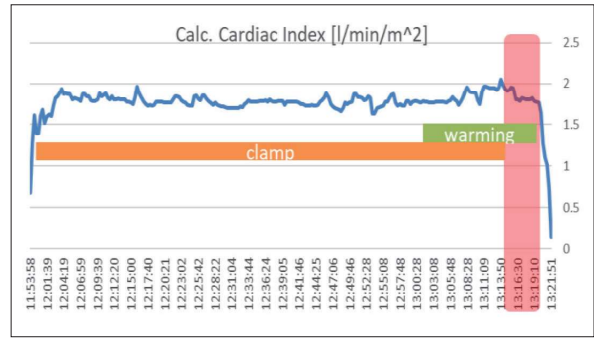


図2. 症例1 術中灌流流量



図3. 症例1 CPB中rSO₂の推移

前額部 rSO₂ に著明な低下は認められなかった(図3)．

症例2では，上半身の圧モニターは両側橈骨動脈，下半身の圧モニターは右大腿動脈にて行った．左大腿動脈送血，左大腿静脈脱血にて体外循環開始．灌流指数が1.0L/min/m²になった時点で大動脈を遮断．大動脈遮断後，灌流指数を1.3～1.6L/min/m²にて調整した(図4)．上半身と下半身の血圧をコントロールするため血管拡張剤および血管収縮剤を適宜投与した．術中最低体温34℃，末梢吻合終了後，左大腿動脈送血から人工血管側枝送血へ切り替えた．その後，中枢吻合を行い，中枢吻合中に復温開始した．復温終了後，灌流指数0.8L/min/m²まで下げた状態で遮断解除．その後，人工心肺から離脱した．人工心肺中，両側前額部 rSO₂ に著明な低下は認められなかった(図5)．

(2) 術後経過

症例1は，ICU 帰室後，痙攣を認めたため，抗痙攣薬のレベチラセタムを投与したが，その

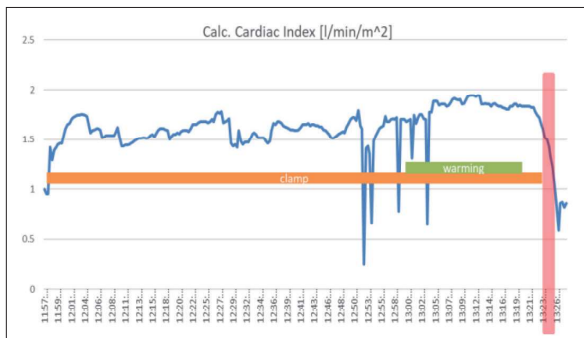


図4. 症例2 術中灌流流量

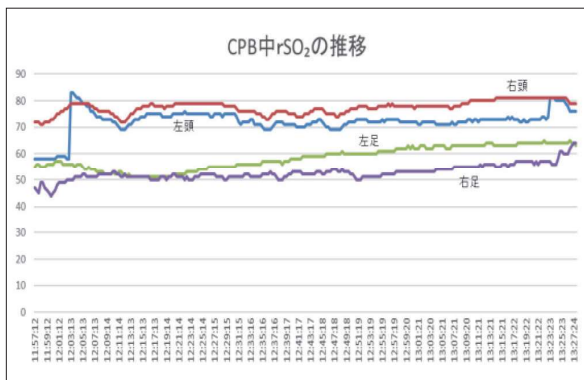


図5. 症例2 CPB中rSO₂の推移

後も痙攣を頻回に認めたため、翌朝まで鎮静管理とした。翌日、鎮静を中止すると、痙攣の再発を認め、レベチラセタムにホスフェニトインを追加し、再度鎮静した。術後3日目、鎮静を中止しても痙攣を認めなくなり、抜管。以後、会話は可能であるが、右片麻痺を合併し、リハビリテーション中である。術後8日目のMRIにて、左後頭葉、左放線冠、左中心前回、右前頭葉などに多発性脳梗塞を認めた。術後9日目ICUから一般病棟へ転棟した。

症例2は、帰室後6時間で抜管。脳神経学的異常所見を認めず経過した。術後2日目に歩行リハビリテーションを開始。術後4日目でICUを退室した。重大な脳合併症なく経過し、術後14日目で独歩退院した。

4. 考 察

今回経験した部分体外循環下で行った下行大動脈人工血管置換術の2症例のうち、症例1では、大動脈遮断中、下半身の灌流や血圧を維持

するため、灌流指数1.6～1.8L/min/m²を維持したが、遮断解除後も、復温のために流量を下げずに灌流を行った。術後MRIにて右前頭葉にも脳梗塞を認めたことから、術前心臓超音波検査で心機能は良好であったが、人工心肺による脱血のため前負荷が減少することで自己心の拍出量は低下し、自己心拍出血流と人工心肺からの送血のmixing zoneが腕頭動脈付近にまで至ったと思われた。末梢吻合部に偽腔内血栓を多量に認めていたため、偽腔内血栓の一部が大動脈内に流れ、逆行性送血により脳までデブリスが飛散したと考えられた。しかし、両側前額部のrSO₂の著明な低下が見られなかったため、術中での発覚は不可能であった。

下行大動脈手術における部分体外循環の管理においては、上半身と下半身の灌流のバランスをとることが必要で、脱血量による自己心の前負荷の調整、ポンプ流量の調整、血管拡張剤や血管収縮剤の投与などでコントロールすることが必要である。下行大動脈手術での灌流流量に関して、Hesselらは、完全体外循環灌流流量の50%～60%、灌流指数1.2～1.6L/min/m²と報告しており²⁾、Minatoyaらの施設では灌流指数1.5～2.0L/min/m²であった¹⁾。当院で今まで行ったF-F bypass法を使用した部分体外循環においては、平均灌流指数は1.8L/min/m²であった。部分体外循環における至適灌流流量を心臓外科医と再度検討した結果、下行大動脈や腹部大動脈、腸骨動脈にアテローマなどが存在し、逆行性送血により脳梗塞のリスクがある症例においては、遮断前および遮断解除後の灌流指数は、心係数2.2の60%である1.3L/min/m²を超えない方針となった。遮断中は逆行性送血による脳梗塞のリスクはなく、下半身の血圧やSvO₂やラクトート値などにより、適宜調整する方針となった。

また、拡張期においては自己心からの拍出がなくなることから、mixing zoneが弓部大動脈側に上がりやすく、拡張期圧を意識することが必要である。拡張期圧が低い症例もあるが、拡張期圧がある程度保たれている症例において

は、拡張期血圧以上に灌流圧を上げないような体外循環操作が必要である。

灌流流量以外にもモニタリング手段を検討し、変更を行った。両側の橈骨動脈の圧モニタリングを行い、両側橈骨動脈で血圧差や脈圧差を認めた場合、自己心の拍出と人工心肺からの送血の mixing zone が弓部大動脈に位置している可能性があると考えられ、脱血量や灌流量の調節を検討することとした。

症例 2 では、腹部大動脈瘤内にアテローマを認め、逆行性送血による脳梗塞のリスクがあったが、遮断までは自己心拍出量を凌駕しないように $0.8 \sim 1.0 \text{ L/min/m}^2$ でコントロールし、症例 1 と違い、中枢ではなく、先に末梢吻合を行った。末梢吻合終了後は側枝送血を行うことで下半身は順行性送血として腹部大動脈内のアテローマが逆行性に流れないようにした。また図 4 で示したように、遮断中に復温を開始し、中枢吻合終了後、遮断解除前に人工心肺のウィーニングを開始し、灌流指数 0.8 L/min/m^2 となった時点で遮断を解除することで、人工心肺からの拍出量が、自己心の拍出量を凌駕しないように工夫した。

開心術における脳合併症の原因は低灌流と塞栓症がある。低灌流の場合は rSO_2 のモニタリングで検出できるが、本症例のような塞栓症による脳合併症は rSO_2 センサーの範囲のモニタリングでは検出しえない。

下行大動脈瘤の手術における脳梗塞の合併は Goldstein らの研究では 8.1%³⁾、Patel らの研究では 6.8% と報告されており⁴⁾、原因としては低体温循環停止、大腿動脈からの逆行性送血が多く、さらに弓部大動脈の遮断も脳梗塞の原因と言及されているが、Minatoya らの研究では弓部大動脈の遮断は有意な危険因子ではなかった¹⁾。

mixing zone は補助循環分野で自己心臓回復の重要指標の一つとして認知されていた。本症例のように部分体外循環による下行大動脈手術において、mixing zone が弓部大動脈に位置することによる脳塞栓症のリスクを意識し、術前の CT における下行大動脈、腹部大動脈、腸骨動脈の性状、壁在血栓やアテローマなどと逆行性送血による塞栓症のリスクを外科医と共有し、遮断前と遮断解除後の灌流流量および灌流圧、術中モニタリング方法を検討する必要があると考えられた。部分体外循環における mixing zone によって生じるリスクは状況に応じて異なる(図 6)。

5. 結 語

F-F bypass 法による部分体外循環下の下行大動脈人工血管置換術後に脳梗塞の合併下症例を経験した。部分体外循環補助下の下行大動脈人工血管置換術においては、上下半身の灌流バランスのコントロール、腹部臓器保護、脊髄保

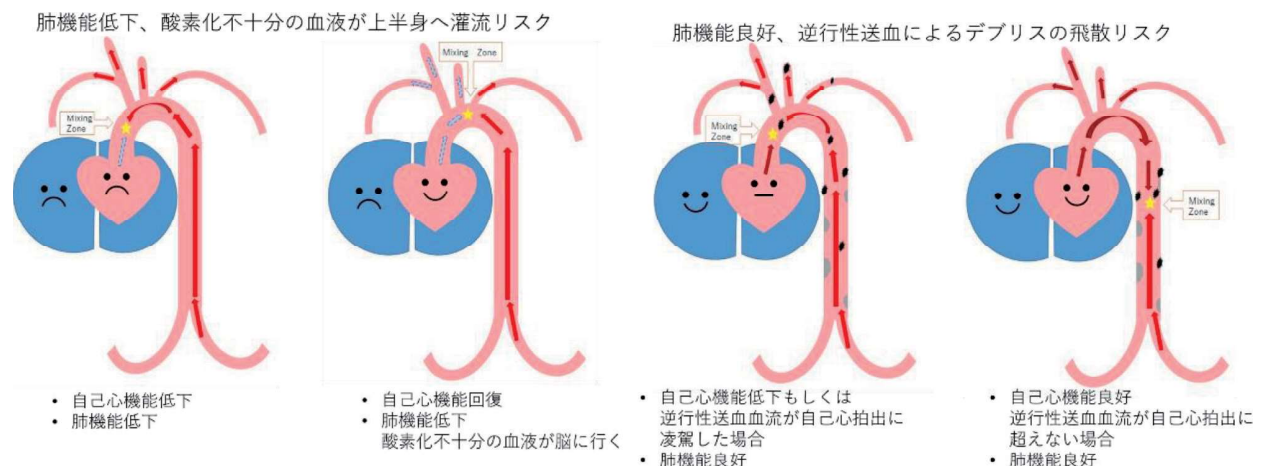


図 6. 部分体外循環における mixing zone のリスク

護以外にも逆行性送血による脳塞栓症のリスクを意識した体外循環管理が重要である。

文 献

- 1) Minatoya K, Ogino H, Matsuda H, et al.: Replacement of the descending aorta: recent outcomes of open surgery performed with partial cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* **136**(2): 431-435, 2008.
- 2) Hessel EA: Bypass Techniques for Descending Thoracic Aortic Surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* **5**(4): 293-320, 2001.
- 3) Goldstein LJ, Davies RR, Rizzo JA, et al.: Stroke in surgery of the thoracic aorta: incidence, impact, etiology, and prevention. *J Thorac Cardiovasc Surg* **122**(5): 935-945, 2001.
- 4) Patel HJ, Shillingford MS, Mihalik S, et al.: Resection of the descending thoracic aorta: outcomes after use of hypothermic circulatory arrest. *Ann Thorac Surg* **82**(1): 90-95, 2006.
- 5) アマンダ・A. フォックス他. 胸部大動脈瘤, 大動脈解離の麻酔管理. フレデリック・A. ヘンスレー他編:心臓手術の麻酔.4版. 東京:メディカルサイエンスインターナショナル; 2014. p. 835-871.
- 6) ジョセフ・ハン他. 胸部大動脈手術の灌流. グレン・P. グレーヴリー他編. 人工心肺 その原理と実際. 東京:メディカルサイエンスインターナショナル; 2010. p. 631-642.
- 7) 日本循環器学会. 2020年改訂版 大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン (日本循環器学会 / 日本心臓血管外科学会 / 日本胸部外科学会 / 日本血管外科学会合同ガイドライン). [引用 2021-07-07].
https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/07/JCS2020_Ogino.pdf
- 8) 荒木善盛他. 下行大動脈置換術. 上田裕一他編. 最新人工心肺理論と実際. 5版. 名古屋:名古屋大学出版会; 2017. p. 194-197.
- 9) 大北裕. 胸腹部大動脈置換術. 川副浩平編. 図説成人心臓外科 手術を究める I. 東京:メジカルビュー社; 2008. p. 55-61.