大腿動脈送血による myonephropathic metabolic syndrome の経験

塚本 三重生 進 藤 正 二 長 伸 介

1999年から2004年に体外循環を用いて行った心臓血管外科領域の手術337例中、130例(38.6%)で大腿動脈送血を行ったが、うち3例(2.4%)で術後送血側の下肢に compartment 症候群を合併した。3例はいずれも60歳未満の男性であり、下肢の虚血時間は240~294分であった。このうち2例で myonephropathic metabolic syndrome (MNMS) に陥ったため持続的血液濾過透析 (CHDF) による血液浄化を行った。その結果1例は独歩退院したが1例を失った。Compartment 症候群とそれによる MNMS は重大な合併症であり、治療以前にその発症を予防することがきわめて重要である。本邦報告例からは若年男性での発症が多く、そういった症例ではとくに慎重に対応すべきである。大腿動脈送血を行っている間の下肢虚血を予防するためには、遮断鉗子により側副血行路となる大腿深動脈や浅大腿動脈の血流を障害しないように注意し、大腿深動脈からの back flow が不十分と判断した場合は末梢側の送血を行い、虚血を回避することが重要である。日心外会誌 35 巻 3 号 : 136-139 (2006)

Keywords : 大腿動脈送血, カニキュレーション, 下肢虚血, MNMS

Myonephropathic Metabolic Syndrome following Femoral Arterial Cannulation

Saeki Tsukamoto, Shoji Shindo and Shinsuke Choh (Department of Cardiovascular Surgery, National Disaster Medical Center, Tachikawa, Japan)

Between 1999 and 2004, 337 cardiovascular surgical procedures using cardiopulmonary bypass were conducted in our institution. Femoral arterial cannulation was performed in 130 cases (38.6%) and 3 of these cases, all men aged under 60, developed compartment syndrome in the ipsilateral leg. The ischemic time of the leg was between 240 and 294 min. Two of them developed myonephropathic metabolic syndrome (MNMS) and underwent continuous hemodiafiltration. Two of the cases were ambulant on discharge from hospital but one died. Compartment syndrome and MNMS are serious complications, and must be prevented rather than treated. Young male patients are at increased risk of these complications, and are often reported in Japan. In order to prevent leg ischemia during femoral cannulation, care should be taken not to disrupt deep femoral arterial flow (which is the collateral inflow) or superficial femoral arterial flow. When back flow from the profunda femoris artery is inadequate, peripheral perfusion should be performed to avoid leg ischemia. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 35 : 136-139 (2006)

今日、体外循環を用いて行う心臓大血管手術では上行大腿動脈送血とすることが一般的であるが、大動脈解離、胸部大動脈瘤などでは大腿動脈送血で手術を行うことが少なくない。大腿動脈送血では逆行性の血流であるため、胸部あるいは腹部大動脈内の粥腫、壁血栓による脳血管障害などが危惧されているが、カニキュレーションと同側の下肢の虚血により、compartment 症候群を合併し、さらに myonephropathic metabolic syndrome (MNMS) を合併した症例が報告されている。なかには死にいたる症例もあり、まれな合併症として軽視することはできない。われわれの経験した症例および過去の報告例から、合併症回避のための方策を検討した。

対 象

1999年1月1日から2004年12月31日までに、当施設で体外循環を用いて行った心臓血管外科領域の手術は337例で、そのうち207例(61.4%)が上行大腿動脈送血のみ、130例(38.6%)が大腿動脈送血単独、あるいは大腿動脈送血併用で手術を行った。当院における上記の期間中の大腿動脈へのカニキュレーションの方法は、一貫して大腿深動脈を分岐する中枢で大腿動脈を遮断し、さらに遮断鉗子の中枢でカニキュレを挿入する方法をとっており、術中大腿動脈は遮断された状態にある。末梢側の浅大腿動脈、大腿深動脈からの back flow はとくに意識せずに行っていたため、血液の逆流に関しては詳細不明である。大腿動脈送血を行った130例の内訳は、大動脈解離90例、胸部大動脈瘤33例、胸腹部大動脈瘤4例、大動脈弁輪拡張症2例、

表1 Compartment 症候群を合併した3例

症例	年齢 (歳)	性別	身長 (cm)	体重 (kg)	体外循環時間 (分)	送血側下肢 虚血時間(分)	最低直腸温 (°C)	手術時間 (分)	CPK(最高値) (IU/l)	尿の色調	CHDF	筋膜切開	転帰
1	59	男	171	85	295	240	26.0	442	41,260	褐色	施行	施行	生
2	51	男	160	54	261	281	30.9	426	25,025	正常	未施行	未施行	生
3	40	男	174	76	274	294	26.2	457	65,420	褐色	施行	施行	死

CHDF: continuous hemodiafiltration (持続的血液濾過透析).

大動脈解離術後大動脈弁閉鎖不全症(再手術)1例であるが、術後24時間以内に死亡した4例(大動脈解離3例、胸部大動脈瘤破裂1例)は下肢の状態を十分に評価できなかったため対象から除外した。対象とした126例は、男：女=86：40、年齢 64.2 ± 12.2 歳(22~88歳)、身長 162.5 ± 9.4 cm、体重 61.5 ± 11.0 kg、最低直腸温 26.7 ± 3.4 °C、体外循環時間 209.6 ± 73.4 分(46~488分)、手術時間 376.7 ± 109.8 分であった。このうち以下に示す3例(2.4%)が術後送血側の下肢のcompartment症候群を合併した(表1)。

症 例 1

59歳、男性。身長171cm、体重85kg。

遠位弓部の嚢状瘤を合併したStanford A型急性大動脈解離の診断下に手術を行った。大腿動脈は両側とも触知されたが、左側は右側よりも拍動が良好であった。右房脱血、左大腿動脈送血で体外循環を開始し、最低直腸温 26.0 °Cの脳分離体外循環下に弓部大動脈置換術を行った。末梢側吻合終了後は人工血管の送血用分枝から順行性送血を行い、左大腿動脈の送血カニューレは体外循環中に抜去し、左下肢の循環を再開した。体外循環時間295分、左下肢虚血時間およそ240分、手術時間442分であった。術直後から左足背動脈は良好に触知した。しかし、術後9時間を経過したところで左下腿が緊満していることに気づき、また、CPKは $31,626$ IU/lと上昇し、尿の色調はミオグロビン尿を示唆する褐色であったため、左下腿のcompartment症候群と診断し、内側、外側で筋膜切開をおいた。術後20時間を経過したところから尿量が減少し、利尿剤への反応も不良となったため持続的血液濾過透析(CHDF)を開始した。CHDFは22時間駆動したところで、脱血が不良となり停止したが、自己の尿量が良好となってきたためそのまま離脱した。CPKの最高値は $41,260$ IU/lであった。その後も尿量は保たれ、第20病日に気管チューブを抜管し、第64病日筋膜切開部に植皮を行った。術後第82日目に独歩退院した。

症 例 2

51歳、男性。身長160cm、体重54kg。

大動脈弁輪拡張症の診断下に手術を行った。大腿動脈は

両側とも良好に触知した。右房脱血、右大腿動脈送血で体外循環を開始し、最低直腸温 30.9 °Cの体外循環下に大動脈基部置換術を行った。右大腿動脈の送血カニューレは体外循環終了後に抜去し、右下肢の循環を再開した。体外循環時間261分、左下肢虚血時間およそ281分、手術時間426分であった。術直後から右足背動脈は良好に触知した。第1病日、気管チューブを抜去したところ右下腿の緊満感を伴う疼痛と痺れを訴えた。CPKは $25,025$ IU/l(最高値)と上昇したが、尿の色調は正常であった。症状はこれ以上悪化することなく第2病日から歩行を開始した。当初松葉杖を使用していたが、第18病日からは松葉杖を用いずに歩行可能となり、第23病日独歩退院した。

症 例 3

40歳、男性。身長174cm、体重76kg。

Stanford A型急性大動脈解離の診断下に手術を行った。大腿動脈は両側とも良好に触知された。右房脱血、右大腿動脈送血で体外循環を開始し最低直腸温 26.2 °Cの脳分離体外循環下に弓部大動脈置換術を行った。右大腿動脈の送血カニューレは体外循環終了後に抜去し、右下肢の循環を再開した。体外循環時間274分、左下肢虚血時間およそ294分、手術時間457分であった。術直後から右足背動脈は良好に触知した。術後2時間を経過したところで右下腿が緊満していることに気づき、また、CPKは $8,770$ IU/lと上昇し、尿の色調はミオグロビン尿を示唆する褐色であった。麻酔からは完全に覚醒していないものの、左下肢の動きが良好であるにもかかわらず、右下肢の動きは認められなかった。右下肢の腫張は下腿だけにとどまらず大腿にも及び、手術終了から10時間後、下肢の筋肉内圧を測定すると右下腿筋内圧が 160 mmHg、右大腿筋内圧が 120 mmHgと上昇しており、右下腿外側、大腿外側で筋膜切開術を施行した。また、尿量は時間あたり 100 mlと保たれていたが代謝性アシドーシスが進行したためCHDFを開始した。しかし、第2病日突然脈拍が 130 /分から 90 /分に低下し、続いて心電図上wide QRSが出現するとともに血圧が低下、術後41時間で死亡した。このとき血清カリウム値は 4.5 mEq/lであった。また、CPKは上昇途中にあり、確認された最高値は $65,420$ IU/lであった。

体外循環時間は症例1が126例中13番目、症例2が26

番目、症例 3 が 19 番目に長時間であった。年齢は症例 1 が 126 例中 83 番目、症例 2 が 106 番目、症例 3 が 123 番目に高齢であった。なお、当院では院内でミオグロビンを測定できず、測定結果が判明するまでに 2~5 日かかるため、3 症例ともミオグロビンの測定は行わなかった。

考 察

大腿動脈送血を行っている間の下肢の循環すなわち浅大腿動脈の血流は、内腸骨動脈、大腿深動脈などを介した側副血行路からのみとなるが、酸素の供給量が組織の必要量を下回ると組織は虚血状態となる。しかし、虚血状態におかれた組織すべてで大きな障害が発生するとは限らず、さまざまな因子が関与している。

経皮的心肺補助装置 (PCPS) を用いて行う 24 時間を超えるような長時間の下肢虚血に関して、下肢の末梢側への灌流の必要性が広く認識されているように^{1,2)}、虚血時間は予後を左右する最も重大な因子である。Compartment 症候群から MNMS を合併した症例報告では、6 時間以上の虚血時間での発症が多い^{3~6)}。しかし、釘宮ら⁷⁾は 3 時間以上の大腿動脈遮断で MNMS の発生の危険性があると述べており、海外からの報告でも 2.5 時間の大腿動脈遮断や 2 時間台の体外循環で発症したと報告されている^{6,8)}。一方、われわれの施設では 295 分を超える体外循環時間であっても、下肢の障害をきたさなかった症例を 12 例経験しており、単に遮断が長時間になれば発症するというものでもない。

ここでもう一つの注目すべき因子は年齢である。本邦報告例は、ほとんどが若年者とくに思春期以下の小児であり^{3,5,7)}、年齢も発症率に大きく関わっていると考えられる。本邦では 60 歳を超える症例はまれで、山本ら⁹⁾が 62 歳の症例報告を行ったが大腿動脈の虚血時間は不明で、また、術前からの虚血が示唆されているため、これを含めると 8 時間に体外循環時間を加えた時間が、左下肢の虚血時間となり、きわめて長時間の虚血である。これに対して Maccario ら⁹⁾が報告した症例は 53 例の大腿動脈送血症例中 6 例に発症した横紋筋融解症で、下肢の状態 (compartment 症候群) に関しては詳細な記載はないが、6 例の年齢は 60~72 歳とほかの報告と比較して高齢である。70 歳を超える報告は彼らが報告した 2 例のみである。

大腿動脈遮断中の下肢の循環は側副血行路からの血流によるため、体外循環の灌流圧や循環血液量のみならず側副血行路の発達程度に依存するところが大きい。また、下肢全体の酸素必要量が小さければ虚血は起こりにくく、筋肉量の少ない痩せた高齢者での compartment 症候群の経験はなく、本邦でも報告はない。また、女性の報告例もきわめてまれである^{6,7)}。

大腿動脈送血での注意点は、末梢側の遮断鉗子が浅大腿動脈と大腿深動脈を巻き込まないだけの余裕をもって確実に大腿動脈だけを遮断することであり、また、末梢側の遮断を解除して十分な back flow があることも確認すべきであろう。わずかでも不安がある場合は、大動脈に直接カニューレーションするのではなく人工血管を吻合したうえで人工血管から送血するか^{3,5,6)}、あるいは血管内留置針を刺入し、末梢側への送血を行う必要がある^{1,3,9)}。当施設では症例 3 を経験して以来、原則として 60 歳未満の男性症例では、遮断鉗子の末梢側で動脈に purse string suture をかけ、18~16 G の血管内留置針を浅大腿動脈の末梢に向けて留置して体外循環回路の側枝から送血している。女性あるいは 60 歳以上の症例であっても、筋肉質のがっちりした体型であったり、大腿深動脈からの back flow が湧き出るような勢いがなく、不十分であると判断される症例では末梢送血を行うべきである。緊急手術など一刻も早く体外循環を確立する必要がある場合は体外循環を開始したのち、手術操作に余裕ができたときに末梢送血を追加している。大腿動脈送血による 2 時間 30 分~3 時間程度の虚血時間でも compartment 症候群を合併した症例が報告されており^{6,8)}、弓部大動脈置換術や大動脈基部置換術で、大腿動脈送血で手術を行うさいには、常に下肢虚血の危険性を念頭において手術を行うべきである。

長時間の大腿動脈送血などが原因で再灌流障害が危惧された場合、再灌流障害を回避するために 5% 糖液をベースに free radical scavenger であるアロプリノールを混じた液で下肢を灌流する手法も提案されているが¹⁰⁾、第 1 には虚血状態を作らないことが重要である。

残念ながら実際に compartment 症候群を発症した場合は、早期の筋膜切開と血液浄化が勧められる。しかし症例 3 では、広範囲のしかも急激な病態の変化のため、CHDF ではポンプ流量が不十分であった可能性がある。血行動態が安定していたのでポンプ流量が十分取れる通常の血液透析が適当であったと反省している。また、大腿の切断を行うべきであったかもしれないが、あまりにも急激な変化であり、対応できなかった。

結 語

大腿動脈送血に起因する下肢の compartment 症候群および MNMS を予防するために、以下の点が重要であると考えられる。

1. 大腿動脈送血では遮断鉗子が浅大腿動脈、大腿深動脈の血流を障害しないように注意する。
2. 大腿深動脈からの back flow が少量であると判断した場合は末梢側の送血を行う。
3. 60 歳以下、男性、筋肉質の症例は発症の危険性が

高く慎重に対応すべきである。

文 献

- 1) Yoshimura, N., Ataka, K., Nakagiri, K. et al.: A simple technique for the prevention of lower limb ischemia during femoral veno-arterial cardiopulmonary support. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)* **37**: 557-559, 1996.
- 2) 藤井弘通, 大橋博和, 堤 泰史ほか：心大血管術後に発症した myonephropathic metabolic syndrome 7 例の検討. *日心外会誌* **32**: 230-233, 2003.
- 3) 大関 一, 岡崎裕史, 斎藤 憲ほか：大腿動脈送血体外循環における下肢虚血障害の発生とその予防法. *脈管学* **32**: 389-393, 1992.
- 4) 内田敬二, 近藤治郎, 井本清隆ほか：急性解離性大動脈瘤の術後に MNMS と著しい高カルシウム血症を合併した 1 例. *日胸外会誌* **39**: 86-89, 1991.
- 5) 白澤文吾, 浜野公一, 加藤智栄ほか：大腿動脈送血に起因した myonephropathic-metabolic-syndrome (MNMS) により腎不全を発症した小児開心術症例の 1 治験例. *日胸外会誌* **44**: 1902-1906, 1996.
- 6) Maccario, M., Fumagalli, C., Dottori, V. et al.: The association between rhabdomyolysis and acute renal failure in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J. Cardiovasc. Surg. (Torino)* **37**: 153-159, 1996.
- 7) 釘宮敏定, 黒岩正行, 高木正剛ほか：開心術に伴う Myonephropathic-metabolic syndrome その発生要因と対策. *日心外会誌* **17**: 468-471, 1988.
- 8) Gates, J. D., Bichell, D. P., Rizzo, R. J. et al.: Thigh ischemia complicating femoral vessel cannulation for cardiopulmonary bypass. *Ann. Thorac. Surg.* **61**: 730-733, 1996.
- 9) 山本 平, 幕内晴朗, 成瀬好洋ほか：急性大動脈解離 (DeBakey I 型) 術後に compartment 症候群を来した 1 例. *日胸外会誌* **46**: 1162-1167, 1998.
- 10) Beyersdorf, F., Mitrev, Z., Ihnken, K. et al.: Controlled limb reperfusion in patients having cardiac operations. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* **111**: 873-881, 1996.