第 51 回日本心臓血管外科学会学術総会 卒後教育セミナー

透析患者における大動脈手術

Aortic Surgery in Dialysis Patients

医療法人誠馨会新東京病院 *心臓血管外科,**集中治療部

田中裕史*, 松尾耕一**

Hiroshi Tanaka* and Koichi Matsuo**

本邦における透析患者数は増加し、これに伴い、透析患者における心臓血管外科手術数も増加している。心臓手術においては透析患者は手術成績、遠隔成績いずれにおいても非透析患者に比して、不良であり、これは大動脈手術においても同様である。高度石灰化病変に対する手術時の手技的な問題、周術期管理等いまだに解決すべき問題が山積しており、これらについての報告例、自験例をもとに解説する。日心外会誌 50 巻 5 号: xxv-xxix (2021)

キーワード: 透析患者; 大動脈手術; 石灰化

慢性維持透析患者における大動脈手術の問題点は、

1. 高度な石灰化を伴う大動脈の遮断
2. 石灰化大動脈における安全な吻合
3. 周術期における適切な循環血液量の維持
4. 腸管虚血等の虚血性合併症、その他の術後合併症の予防

があげられる。もっとも特徴的とされるのが、大動脈の石灰化であるが、血管の石灰化自体が、血管疾患の有無にか

かわらず、患者の予後、特に心血管イベントによる死亡に係ることが知られておりメタアナリシスでも示されている^{1,2)}。

透析患者の石灰化は、内膜粥状動脈硬化巣の石灰化であるアテローム硬化型石灰化とは異なり、血管中膜に存在する平滑筋細胞が骨芽細胞様細胞と置きかわり、血管壁内部から石灰化が起きると考えられている³⁾。非 CKD 患者では内膜の石灰化が問題となるが、CKD 患者ではこれら両方の石灰化が混在することが多く⁴⁾、術中に脱石灰化を行い吻合する際も、これを認識する必要があるかもしれない (Fig. 1)。

これら石灰化そのものは病的意味はなさないが、合併するプラークによる狭窄、動脈壁の構造破壊による瘤化、そして壁のコンプライアンス低下による動脈拡張期圧の低下、それによる平均血圧の低下による臓器灌流障害が起きることが知られている。

手術法の選択については、解剖学的に TEVAR が可能なら TEVAR が選択されることも多いと思われるが、複雑な debranching が必要な症例では分枝の石灰化が問題となることも多く、開胸手術、TEVAR いずれかを選択することに関しては多角的な検討が必要である。

1. 石灰化大動脈の遮断、吻合

心臓血管外科手術において、大動脈の高度石灰化 (Por-

	Normal coronary artery	Chronic kidney disease-related CAD		Non-chronic kidney disease CAD

Intima / plaque	No calcification. No plaque. Contains normal endothelial cells.	Coronary artery without atherosclerotic plaque	Heavily calcified atherosclerotic plaque	Calcified atherosclerotic plaque
Media	No calcification. Smooth muscles organized.	Calcification present*	Calcification present	Typically no medial calcification
Effect on CAC score	No CAC on computed tomography.	Both intimal and medial calcification coexist in patients with CKD. This results in significantly higher CAC readings among patients with CKD, especially when atherosclerotic plaque is present, as compared to controls.		In patients without CKD, CAC score correlates with presence of atherosclerotic plaque as the plaque is uniquely calcified, in comparison to the normal, noncalcified vessel wall.

Fig. 1

Center: CKD patients. Center left: medial calcification. Center right: both intimal and medial calcification coexist. Right: non-CKD patients, medial calcification⁴⁾.

本論文は第 51 回日本心臓血管外科学会学術総会卒後教育セミナー Basic course で発表した。

本研究において一切の利益相反や研究資金の提供はない。None of the authors of this manuscript has any financial or personal relationship with other people or organizations that could inappropriately influence their work.

celain aorta) を伴い、カニュレーション、遮断、石灰の操作を行う症例では脳梗塞をはじめとする塞栓性の合併症が多いことはよく知られている⁵⁾。冠動脈手術や僧帽弁手術であれば、いわゆる “No touch” technique, すなわちオフポンプ冠動脈バイパス術や、心室細動下での僧帽弁手術が可能であるが、大動脈弁置換、上行大動脈置換では直接操作は必須である。超低体温循環停止を用いて、上行大動脈の内膜摘除 (Fig. 2)、上行大動脈置換術などさまざまな工夫が報告されている⁶⁻⁸⁾が、超低体温にまつわる合併症もあり、また脳梗塞の発生頻度も高く、必ずしも安全に行うことができるとは言いがたい。

Fig. 2

Endarterectomy of the ascending aorta during hypothermic circulatory arrest⁷⁾.

Fig. 3

(a) The portion of the ascending aorta just below the innominate artery is usually less calcified. (b) A soft cross-clamp was put on the ascending aorta at the level just below the innominate artery. (c) The cross-clamp should be placed parallel to the calcification⁹⁾.

Fig. 4

(a), (b) Preoperative computed tomography of thoracoabdominal aortic aneurysm with severe calcification in a dialysis patient. (c) Postoperative computed tomography.

Fig. 5

(a) Removal of intimal calcification. (b) Celiac and superior mesenteric artery were anastomosed to the graft as a cuff. (c) Endarterectomy of the thoracoabdominal aorta (Svensson LG, Crawford ES. Cardiovascular and Vascular Disease of The Aorta, p 387).

Nishi ら⁹⁾は上行大動脈においては肺動脈レベルよりも腕頭動脈直下のほうが石灰化が軽度の場合が多く、全周の3/4以下の石灰化であれば遮断する方向に注意して大動脈を遮断して11例に手術を行い、全例に合併症を認めなかったと報告している (Fig. 3)。

吻合に際しての脱石灰化については通常の非CKD性の石灰化、すなわち内膜粥状硬化巣の石灰化と同様に除去できるが、前述のように中膜石灰化を合併していることも多く、石灰化摘除を行う際には、残存させる外膜厚に注意が必要であるかもしれない。

症例を提示し高度石灰化大動脈の分枝再建の一例を示す。62歳男性で、慢性透析歴35年。7年前にCABGを受けた。60mmの胸腹部大動脈瘤を認め、著明な石灰化を伴っている (Fig. 4)。Extent IV 胸腹部大動脈置換術を施行した。

腹腔動脈、上腸間膜動脈の石灰化は分枝末梢まで及んでおり、大動脈の石灰化内膜を切除し、残存する石灰化は粉碎し、両動脈をカフ状として再建した (Fig. 5)。大動脈の吻合も石灰化を除去して行った。術後虚血性腸炎を合併したが、5年後生存中である。

2. 手術成績

透析患者における大動脈疾患手術に関する報告は、多くはないが、おおむね手術成績は不良である。米国のレジストリーからの報告¹⁰⁾では、開胸手術136例 (胸部38, 胸腹部52, 破裂25), TEVAR 216例 (胸部146, 胸腹部20, 破裂39) において、30日以内死亡率21.3%と高率で、30日死亡率はTEVAR群のほうが低く、呼吸器合併症はTEVAR群が少なかったが、1年生存率は開胸手術45±5%, TEVAR 53±4%と有意差はなかった (Fig. 6)。

Hibino らの報告では、21例の透析患者の開胸手術 (基部置換2, 上行置換6, 弓部置換6, 下行胸腹部置換7) において、病院死亡率14% (3/21) で、53%に肺炎を合併

Fig. 6

Unadjusted survival in the electively repaired aneurysm subgroup¹⁰⁾.

し、28%に気管切開を要したと報告している。1年、3年生存率はそれぞれ73%, 45%で、心血管イベント、感染が主な死因であった¹¹⁾。非透析患者とマッチング解析を行っているが、透析患者のほうが優位に生存率は低くなっている (Fig. 7)。

いずれの報告でも透析患者においては長期人工呼吸器管理を含む呼吸不全が多く認められ、この解釈としては、術中の出血量の多さ、それに伴う多量の輸血、輸液、それらによる酸素化の悪化が考えられる。

また頻度としては少ないものの、時に非閉塞性腸管虚血を合併することもあり、致命的になりうる¹¹⁾。長期人工呼吸による肺炎をはじめとする感染症、腸管虚血は、透析患者において遭遇する重大な合併症と言える。特筆すべきは遠隔期の生存率であり、米国、本邦のデータいずれにおいても術後の3年生存率は50%以下、5年生存率は30%程度であり、透析患者における弁置換術と同様に、遠隔期予後はよくない。

Fig. 7

Survival after aortic surgery in HD vs non-HD patients (matched and unmatched)¹¹⁾.

透析患者においても急性A型大動脈解離に対しては手術適応について異論はないと思われる。Akiyoshiら¹²⁾の報告では、19例の手術例のうち死亡率は21%と高率であるが、5年生存率は60%であり、非透析群と比して低いものの、前述の報告例に比し高くなっている。

透析患者における心臓手術245例の解析では、非透析患者に比して手術死亡、感染、呼吸不全が多く、末梢血管病変、脳血管病変を合併する場合、さらに遠隔期の生存率は低下すると報告されている¹³⁾。動脈瘤手術においては、Polyvascular diseaseを合併する患者群が多く、これが遠隔期の低い生存率に関与しているかもしれない。

3. 周術期管理

透析患者における周術期管理についての定説は乏しい。透析による循環血液量の低下に対して、間質からの血管内への水分の補充の割合をPlasma Refilling Rate (PRR)と呼ばれているが、女子医大東医療センターからの報告¹⁴⁾では、人工心肺を使用した心臓手術では、このPRRは術後1週間目までは術前値より低い、すなわち、透析による除水分が間質から血管内へ十分移動できないことが示されている。間質の浮腫の遷延が呼吸不全を招き、透析により循環血液量が不足しやすくなることが、平均血圧の低下を招き、臓器虚血を引き起こすことが考えられる。

術中の多量の出血、多量の輸血、輸液は間質の浮腫を招く。特に大動脈手術の際は術中の出血が問題となりやすく、これは高頻度で抗凝固剤や抗血小板剤が併用されていることに加え、尿毒症に合併する血小板の機能不全が原因と考えられ、これに対してパソプレッシンが有効なことがある¹⁵⁾。

人工心肺使用手術において、大動脈手術は他の手術と比して腸管虚血を合併する頻度が高いことが知られている¹⁶⁾。また術前、術中、術後の危険因子として、高齢、腎不全、冠動脈疾患の合併、手術時間、術中、術後出血があ

げられている¹⁷⁾。透析患者における大動脈手術では、血小板の機能不全、強い動脈硬化等から、これらの因子が多く含まれているため注意が必要である。腎不全患者においては血管内皮障害によるNOの産生低下等により末梢血管の機能障害が起きていると考えられており¹⁸⁾、全身の血管性病変として腸管虚血のリスクが高いと思われる。早期診断が必要である。

われわれの施設で2014年から2018年の5年間に、透析患者に対して人工心肺使用手術を行った症例は103例で、病院死亡率は14% (14/103)、死亡症例では輸血量が有意に多く、人工心肺時間が有意に長かった。大動脈手術だけの成績ではないが、これらの因子を改善することが成績の向上に繋がると思われる。

ま と め

透析患者における大動脈手術は手術リスクが高く、遠隔生存率は高くないが、かかる疾患を治療する対象患者が増加しており、今後の改善が必要である。また遠隔生存を上げるための工夫、生存率を考慮した術式の選択も必要である。

文 献

- 1) Renneberg RJ, Kessels AG, Schurgers LJ et al. Vascular calcifications as a marker of increased cardiovascular risk: a meta-analysis. *Vasc Health Risk Manag* 2009; 5: 185-97.
- 2) Detrano R, Guerci AD, Carr JJ et al. Coronary calcium as a pre-dictor of coronary events in four racial or ethnic groups. *N Engl J Med* 2008; 358: 1336-45.
- 3) Fujii H. Vascular and valvular calcification in patients with chronic kidney disease. *Jpn J Nephrol* 2018; 60: 133-8.
- 4) Mathew RO, Bangalore S, Lavelle MP et al. Diagnosis and management of atherosclerotic cardiovascular disease in chronic kidney disease: a review. *Kid Int* 2017; 91: 797-807.
- 5) Leyh RG, Bartels C, Nötzold A et al. Management of porcelain aorta during coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 986-8.
- 6) Reddy DD, Floten HS, Gately HL. CABG in calcified aorta under circulatory arrest. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 1571-3.
- 7) Vogt PR, Hauser M, Schwarz U et al. Complete thromboendarterectomy of the calcified ascending aorta and aortic arch. *Ann Thorac Surg* 1999; 67: 457-61.
- 8) Culliford AT, Colvin SB, Rohrer K et al. The atherosclerotic ascending aorta and transverse arch: a new technique to prevent cerebral injury during bypass: experience with 13 patients. *Ann Thorac Surg* 1986; 41: 27-35.
- 9) Nishi H, Mitsuno M, Ryomoto M et al. Comprehensive approach for clamping severely calcified ascending aorta using computed tomography. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010; 10: 18-20.
- 10) Liang NL, Yuo TH, Al-Khoury GE et al. High mortality rates after both open surgical and endovascular thoracic aortic interventions in patients with end-stage renal disease. *J Vasc Surg* 2017; 66: 991-6.
- 11) Hibino H, Oshima H, Narita Y et al. Early and late outcomes

- of thoracic aortic surgery in hemodialysis patients. *Ann Thorac Surg* 2016 ; 102 : 1282-8.
- 12) Akiyoshi K, Kimura N, Aizawa K et al. Surgical outcomes of acute type A aortic dissection in dialysis patients. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2019 ; 67 : 501-9.
- 13) Rahmanian PB, Adams DH, Castillo JG et al. Early and late outcome of cardiac surgery in dialysis-dependent patients : single-center experience with 245 consecutive patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008 ; 135 : 915-22.
- 14) Shibata M, Nakayama T, Kondo A et al. Plasma refilling rate in hemodialysis patients. 43rd Annual Meeting of the Japanese Society of Intensive Care Medicine. Abstract.
- 15) James A. Dinardo *Anesthesia for Cardiac Surgery*, 3rd ed. Blackwell ; 2008, p 13.
- 16) Venkateswaran RV, Charman SC, Goddard M et al. Lethal mesenteric ischaemia after cardiopulmonary bypass : a common complication?. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002 ; 22 : 534-8.
- 17) Groesdonk HV, Klingele M, Schlempp S et al. Risk factors for nonocclusive mesenteric ischemia after elective cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013 ; 145 : 1603-10.
- 18) Martens CR, Edwards DG. Peripheral vascular dysfunction in chronic kidney disease. *Cardiol Res Pract* 2011 ; Epub May 24.