

BAM (Balloon-assisted maturation) Lasting AVF (Arteriovenous fistula) : 症例報告

洛和会音羽記念病院 腎臓内科

藤野 文孝・前田 広太郎・山本 香苗・志水 愛衣・細川 典久・廣川 隆一・近藤 守寛

洛和会音羽記念病院 腎臓透析外科

澤田 幸史・中村 智宏

洛和会音羽病院 腎臓内科

野村 祥久・覚知 泰志

医療法人社団一陽会 服部病院 人工透析外科

高井 亮

【要旨】

シャント（自己血管を用いた皮下動静脈瘻、Arteriovenous fistula、AVF）の発達不良に対する治療には経皮的血管形成術（Percutaneous transluminal angioplasty、PTA）でシャントを発達させる方法（Balloon-assisted maturation、BAM）がある。今回、小さなサイズのパルーンを用いたBAMが有効だった症例を報告する。本例は、シャントの発達により肘部から中枢の静脈が拡張したことで、自己血管を用いた各種のシャント再建が可能になった。BAMで維持するAVFは、合併症のある高齢者にとって、バスキュラーアクセスの有効な治療戦略のひとつである。

Key words : Balloon angioplasty、Arteriovenous Shunt、Hemodialysis

【緒 言】

シャント（自己血管を用いた皮下動静脈瘻、Arteriovenous fistula、AVF）は、末期腎不全の血液透析患者にとって最も満足度の高いバスキュラーアクセスである¹⁾。シャントは依然として「発達不良」の課題を残しており、前腕遠位部で作成術後に発達しないケースは、早期血栓閉塞を含めると、日本においても7.6%（0.8～23.6%）と報告されている²⁾。シャントの発達を促す手法のひとつとして、経皮的血管形成術（Percutaneous Transluminal Angioplasty、PTA）で血管を拡張させる方法（Balloon-Assisted Maturation、BAM）がある³⁾。BAMの方法にゴールドスタンダードはな

く、手技内容や治療効果はさまざまに報告されている。共通点は、大きなサイズ（径、長さ）のパルーンを使用していることである。今回、小さなサイズのパルーンを用いたBAMがシャント血管の拡張に有効だった症例を報告する。

【症 例】

86歳女性、良性腎硬化症からの末期腎不全で血液透析患者、シャント造設3カ月後に脱血不良を主訴に当院を紹介受診した。並存疾患は骨髄異形成症候群、特発性好中球減少症、糖尿病、既往歴に子宮筋腫、内服薬はテネリグリブチン20mg、アムロジピン2.5mg、メテノロン5mg、エスゾピク

ロン2mg、メコバラミン1,000μg、ランソプラゾール15mg、ダプロデスタット18mg。身長148cm、体重47.6kg、血圧157/69mmHg、心拍数75bpm整、血液検査所見WBC 600、RBC 124万、Hb 4.4g/dl、Plt 1万、BUN 94.6mg/dl、Cr 5.83mg/dl、eGFR 5.82、cCa 8.6mg/dl、P 5.5mg/dl、ALB 2.7g/dl、CRP 6.16mg/dl、PTINR 1.00、APTT 40.4sec、HBs抗原陰性、HCV抗体陰性、心電図所見正常、胸部単純写真心拡大あり、肺紋理の増強あり、CTR 60.1%、シャントの理学所見、右前腕遠位部橈側に吻合部の内シャント、吻合部近傍の橈側皮静脈に拍動を触知、シャントエコーでは吻合部は開口しており狭窄なし、吻合部近傍の橈側皮静脈遠位部に1.3mmの狭窄あり、中央部から近位部にかけてびまん性に1.5～1.8mmの狭窄あり、太い側枝なし、肘部の橈側皮静脈は壁在血栓で内腔狭窄、尺側皮静脈は2mm、上腕の橈

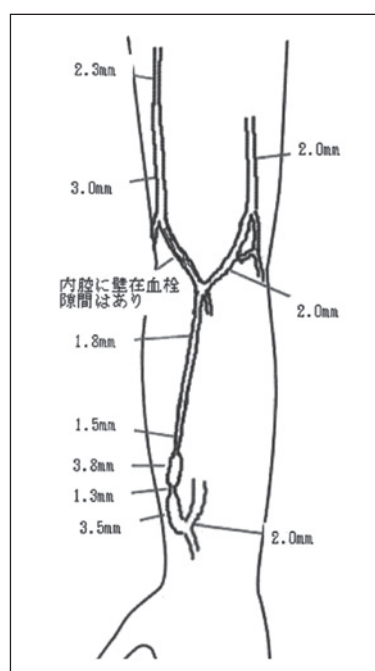


図1 初診時シャントエコー

側皮静脈は2.3～3mm、尺側皮静脈は2mm、橈骨動脈径は2mmだった（図1）。シャント静脈本幹が細いことによる発達不良あり、BAMを行う方針となった。治療内容を表に示す（表1）。合計7回のPTAと1回のシャント再建を行った。

◎PTAの手技

1%キシロカインで局所麻酔、超音波ガイド下に吻合部静脈の末梢盲端から順行性に穿刺、4Frシースを留置した。その後、ヘパリン1,000単位を静注し、造影を用いて狭窄部位およびその程度を確認した。ガイドワイヤーとバルーンカテーテル（3～4mm）を挿入し、狭窄部が解消されるまでバルーンを拡張した。再度造影を実施して効果を確認した。すべて抜去後、止血は手行的に行った。

◎シャント再建の手技

抗生剤ホスホマイシン1g点滴静注、1%キシロカインで局所麻酔後に、前腕中央部を縦切開して橈側皮静脈と橈骨動脈を剥離した。ヘパリン500単位静注後に血流遮断して、静脈を生食注入加圧で拡張させて、吻合予定部と近位部の静脈を拡張した。動脈と静脈を側側吻合、シャント音とスリルが良好であることを確認して縫合閉鎖した。

◎経過

シャント流量の経過を図2に示す。当院受診1カ月後には肘正中橈側皮静脈が再び開通、その後拡張した。受診から7カ月後、前腕中央部でシャントを再建した。受診から約1年のあいだにシャントが発達してシャント流量は838ml/min、RIは0.56になり、肘部の正中尺側皮静脈は5.6mm、肘部正中および上腕の橈側皮静脈は5.1mm、上腕尺側皮静脈は6mmに拡張した（図3）。

表1 治療内容

シャント造設後	手 技	バルーン種類	バルーン径 (mm)	拡張圧 (atm)	拡張時間 (sec)
3カ月	PTA	Sphere Cross	3	18	120
4カ月	PTA	Shiranui	4	12	180
6カ月	PTA	18Yoroi	4	30	180
7カ月	シャント再建	—	—	—	—
8カ月	PTA	Shiranui	4	18	60
11カ月	PTA	Shiranui	5	22	120
13カ月	PTA	18Yoroi	5	16	120

PTA : Percutaneous transluminal angioplasty

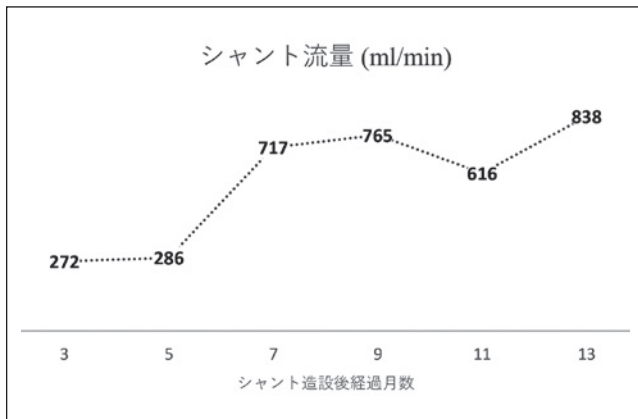


図2 シャント流量の変化

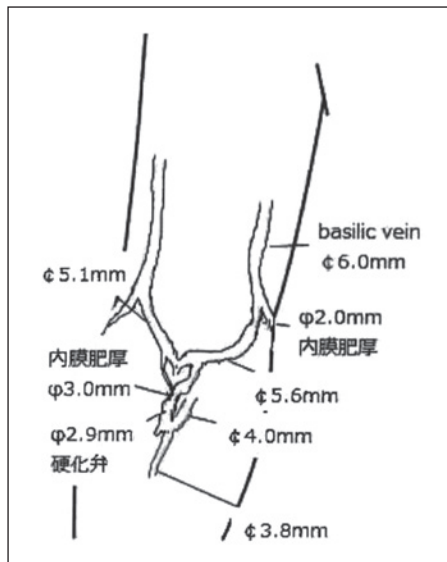


図3 1年後シャントエコー

【考 察】

強調したいことはつぎの2つである。3～4mmの小さなサイズのバルーンを使用したBAMでシャントが発達したこと、そしてシャントの発達により肘部から中枢の静脈が拡張したことである。

本例では、小さなバルーンを用いたBAMによってシャントを発達させることができた。BAMは、静脈径よりも1～3mm大きな径のバルーンを用いて段階的に8mmほどまでに拡張させる方法⁴⁾で、シャント血管を急速に成長させることが可能である。BAMのメタ解析によれば、臨床的成功率は86～93%と良好である一方で、合併症は15.7% (1.7～41%)

で生じる⁵⁾。その多くは静脈壁血腫、静脈外血液漏出、皮下血腫形成である。そのメタ解析に組み入れられなかった報告では合併症発生率は62.5%で、そのうちの64%にみられた血管壁血腫は超音波ガイド下施行の場合にのみ確認できた⁶⁾。その血管壁血腫のみられた群においてはより良好な拡張が得られたので血管壁血腫は血管拡張の予兆となるマーカーであり合併症とするのは誤称かもしれないとも述べている。そのためにあえてさらに大きなサイズのパルーンで血管全長をバルーン拡張するBAMの報告もある⁷⁾。しかし、BAMの有害事象にはよりおおきな出血もあり、シャント閉鎖が必要になることがある。本例は骨髓異形成症候群で高度の血小板減少があったため、出血のリスクを懸念して、BAM開始の当初から血管径相当の小さなバルーンを必要箇所だけにあてるようにした。1回のシャント再建を含みながら、結果として、約1年をかけて静脈は徐々に発達した。特記すべき合併症は発生しなかった。小さなバルーンを用いたBAMは、短期的な治療の効果や即時性は乏しいものの、シャント温存の方針においては、中長期的に有用であった。

そして、BAMによってシャントが発達したことにより、肘部正中皮静脈および上腕皮静脈も拡張した。これによって、今後のバスキュラーアクセス治療戦略が立てやすくなった。つまり、シャントを近位部でさらに再建することが可能になった。肘部の正中皮静脈を用いたシャント⁸⁾や上腕の2つの皮静脈を使ったシャント⁹⁾が作成可能である。上腕の尺側皮静脈を転位させたシャント (トランスポジション)¹⁰⁾も可能である。上腕動脈に伴走する上腕静脈のトランスポジションも報告がある¹¹⁾。これらはすべて、当院初診時には検討することすら難しかった、自家静脈を用いたバスキュラーアクセスである。結果として、人工血管を用いたバスキュラーアクセス (Arteriovenous graft, AVG) を先延ばしにすることができた。AVGは感染率が高いこともあり、生命予後が悪くなる¹²⁾。本例のように血液疾患などがあって易感染性の場合には、AVGではなく自己血管を用いたシャントがより望ましい。BAMによってシャントが発達したことにより自己血管が拡張して、シャントの維持のみならず再建の可能性を膨らませたことは、生命予後を改善させたと言い替えることができる。

本例は、小さなサイズのバルーンを使用したBAMがシャントの発達を促し、肘部および上腕の皮静脈を拡張させた。今後も紹介元の病院との連携を保ち、数カ月ごとに経過を確認しながら、必要に応じて追加処置を検討する。BAMにも薬剤溶出性バルーンが有効と報告されているので¹³⁾、その使用も検討が必要になるだろう。BAMにはPTAの反復による苦痛と費用が伴うので¹⁴⁾、全般化が困難な側面もある。さらには、患者の希望と協力が不可欠であり、カテーテル依存ではないことが重要な条件となる¹⁵⁾。それでもBAMは、「発達不良でも機能するシャント」¹⁶⁾の模索を可能にする。BAMで LastingなAVFは、ほぼそとした透析量で十分な合併症を抱える高齢患者へのPatient centered approach¹⁷⁾のひとつとして、バスキュラーアクセスの治療戦略に寄与するだろう。

【結 語】

BAMで維持するAVFは、合併症のある高齢者にとって、バスキュラーアクセスの有効な治療戦略のひとつである。

【参考文献】

- 1) Lok CE, Huber TS, Orchanian-Cheff A, Rajan DK. Arteriovenous Access for Hemodialysis : A Review. JAMA. 2024 ; 331 (15) : 1307-17
- 2) Ohira S, Kon T, Imura T. Evaluation of primary failure in native AV-fistulae (early fistula failure). Hemodial Int. 2006 ; 10 (2) : 173-9
- 3) Elkassaby M, Elsaadany N, Mowaphy K, Soliman M. Balloon-assisted maturation of autogenous arteriovenous fistulae : A randomized controlled prospective study. Vascular. 2021 ; 29 (5) : 776-83
- 4) Kim J, Kwon Y, Choi TW, Won JH. Management of Immature Arteriovenous Fistulas. Cardiovasc Intervent Radiol. 2023 ; 46 (9) : 1125-35
- 5) Kanchanasuttirak P, Pitaksantayothin W, Saengprakai W, Kanchanabat B. Systematic review and meta-analysis : Efficacy and safety of balloon angioplasty in salvaging non-matured arteriovenous fistulas. J Vasc Access. 2023 ; 24 (6) : 1244-52
- 6) DerDerian T, Hingorani A, Boniviscage P, Carollo A, Ascher E. Acute complications after balloon-assisted maturation. Ann Vasc Surg. 2014 ; 28 (5) : 1275-9
- 7) de Oliveira Harduin L, Guerra JB, Virgini-Magalhães CE, da Costa FS, Vieira BR, Mello RS, et al. Oversized balloon angioplasty for endovascular maturation of arteriovenous fistulae to accelerate cannulation and to decrease the duration of catheter use. J Vasc Access. 2023 ; 24 (2) : 238-45
- 8) Baktiroglu S, Yanar F, Yuksel S, Celik B, Kilic HG. Elbow AVF configurations and indications. J Vasc Access. 2017 ; 18 (Suppl. 1) : 98-103
- 9) Ayez N, van Houten VA, de Smet AA, van Well AM, Akkersdijk GP, van de Ven PJ, et al. The basilic vein and the cephalic vein perform equally in upper arm arteriovenous fistulae. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2012 ; 44 (2) : 227-31
- 10) Akoh JA, Paraskeva PP. Review of transposed basilic vein access for hemodialysis. J Vasc Access. 2015 ; 16 (5) : 356-63
- 11) Jennings WC, Sideman MJ, Taubman KE, Broughan TA. Brachial vein transposition arteriovenous fistulas for hemodialysis access. J Vasc Surg. 2009 ; 50 (5) : 1121-5 ; discussion 5-6
- 12) Li J, Lu H, Xie Z, Li Q, Shi H. Outcomes of arteriovenous graft vs. fistula for haemodialysis access in the elderly : A systematic review and meta-analysis. Exp Ther Med. 2023 ; 26 (2) : 399
- 13) Mallios A, Hull J, Boura B, Costanzo A, Combes M. Drug eluting balloon angioplasty for assisted maturation of failing fistulae. J Vasc Access. 2018 ; 19 (2) : 184-6
- 14) Brooke BS, Griffin CL, Kraiss LW, Kim J, Nelson R. Cost-effectiveness of repeated interventions on failing arteriovenous fistulas. J Vasc Surg. 2019 ; 70 (5) : 1620-8
- 15) Beathard GA. We Refuse to Give up on Nonmaturing Fistulas. Semin Dial. 2016 ; 29 (4) : 284-6

- 16) Zhang D, Zhang Z, Wan L, Chang J, Zhao R. Characteristics of non-mature but functional autogenous radiocephalic fistulas in hemodialysis patients : A prospective cohort study. J Vasc Access. 2020 ; 21 (5) : 636-45
- 17) Kalloo S, Blake PG, Wish J. A Patient-Centered Approach to Hemodialysis Vascular Access in the Era of Fistula First. Semin Dial. 2016 ; 29 (2) : 148-57