

下肢血行再建術後のDuplex Scan によるグラフト不全診断の経験 その経時的観察の有用性

高井 理江¹ 赤坂 和美² 羽賀 将衛³ 伊藤 喜久² 永峯 晃³
光部啓治郎³ 熱田 義顕³ 小久保 拓³ 角浜 孝行³
赤坂 伸之³ 東 信良³ 稲葉 雅史³ 笹嶋 唯博³

要 旨：下肢血行再建術後の再手術23例25肢中、13例15肢(60.0%)においてDuplex Scanによりグラフト不全の診断がなされた。うち、4例5肢においてグラフトあるいは狭窄部の血流速度の経時的変化が同定された。経時的変化の把握は病変進行の早期発見を可能とし、術後Duplex Scanによるgraft surveillanceのさらなる有用性が示唆された。(J Jpn Coll Angiol, 2006, 46: 99-103)

Key words: duplex scan, graft surveillance, femorodistal bypass graft, peak systolic velocity (PSV)

序 言

下肢血行再建術後、バイパスグラフト遠隔期閉塞の主な原因としては、限局性進行性内膜肥厚によるグラフト狭窄と宿主動脈の病変進行が挙げられる。血行再建術前には自覚症状を重症度の指標として用いることができるが、術後においてはグラフト閉塞に至ってから自覚症状が出現することが少なくない。遠隔期成績の向上のためにはグラフト狭窄や宿主動脈の病変進行を早期に発見し、グラフト閉塞に陥る前にその修復をすることが不可欠である^{1,2)}。duplex scanにおけるグラフト閉塞予測のための指標は、グラフトの血流速度を一般に用いるが、これには個人差も少なからずある。そのため、血流速度の経時的変化の把握により、血流速度に大きな変化を生じるよりも早期の病変進行を検出することが可能であれば、graft salvageにおいてより有意義であると考えられる。今回われわれは、病変進行によるduplex scanの経時的な変化について調べた。

対象と方法

2003年1月から2004年8月までに、グラフト狭窄や

宿主動脈病変進行により再手術を施行した23例25肢を対象とした。内訳は男性22名、女性1名で、閉塞性動脈硬化症22例、パージャール病1例であった。このうちの13例15肢(60.0%)において、外来受診時のduplex scanによりグラフト不全を診断した。全肢自家静脈グラフトであり、大腿 膝下膝窩動脈バイパス[F-PBK: femoro-popliteal (below-knee) bypass]9肢、大腿 膝下膝窩 前脛骨動脈バイパス[F-PBK-AT: femoro-popliteal (below-knee)-anterior tibial bypass]1肢、大腿 後脛骨動脈バイパス(F-PT: femoro-posterior tibial bypass)3肢、大腿 前脛骨動脈バイパス(F-AT: femoro-anterior tibial bypass)2肢であった。この中で、duplex scan所見の経時的変化を確認できた4例5肢(F-PBK 2肢、F-PBK-AT 1肢、F-PT 1肢、F-AT 1肢)を対象とした。

使用装置はALOKA社製SSD1700またはSSD5500、探触子は7.5MHzのリニアプローブを用いた。グラフトの観察は、カラードプラ法にて中枢吻合部から末梢吻合部にかけて観察可能な限り全長を描出し、形態的观察と狭窄病変の検索を行った。狭窄部の収縮期最高血流速度(peak systolic velocity: PSV)およびグラフトの収縮期最高血流速度(graft flow velocity: GFV)をパルスドプラ法にて計測した。GFVは、大腿部あるいは下腿部における収縮期最高血流速度とした。狭窄病変が存在す

2005年9月1日受付 2006年3月6日受理

¹旭川医科大学病院臨床検査・輸血部

²旭川医科大学臨床検査医学

³旭川医科大学第一外科

2003. 4. 28

2003. 5. 26

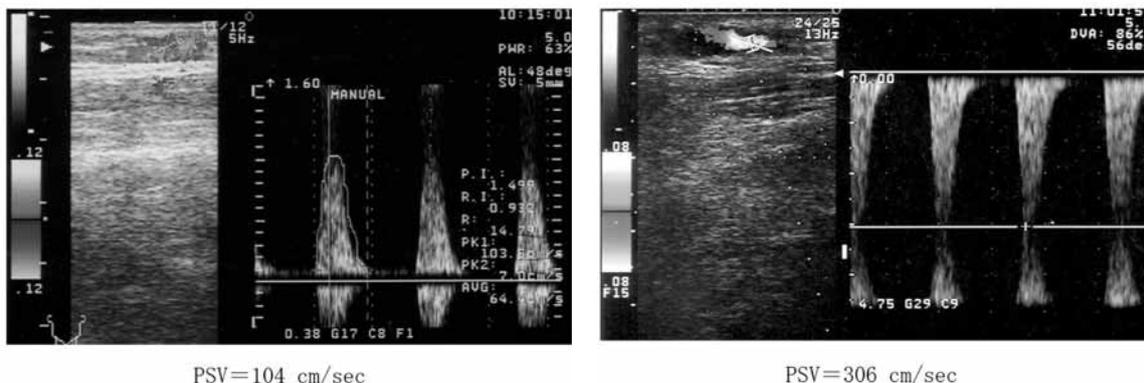


Figure 1 Peak systolic velocity (PSV) of stenotic site increased gradually due to progressive lesion in the vein graft. Mosaic flow by color Doppler method (A), and the jet formation (B).

A | B

る場合はその末梢において計測したが、末梢吻合部近傍に狭窄病変が存在する場合は中枢側において計測した。血流と超音波ビームのなす角度は60度以下とした。

結 果

外来受診時のduplex scanによりグラフト不全と診断した症例(13例15肢)の内訳は、グラフト狭窄8肢、中枢側宿主動脈病変進行4肢、末梢側宿主動脈病変進行1肢、中枢吻合部瘤2肢であった。15肢中、duplex scanの経時的変化を確認できた症例は、グラフト狭窄1肢、中枢病変進行4肢であった。グラフト不全を発見できなかった10例10肢は9肢が他院にてfollowされており、当院通院中の1肢を含め、6肢が人工血管であった。これらの症例はいずれも、血管造影にて確認後、修復あるいは再手術を施行した。

(1) 症例 1

2001年4月にveno-veous composite graftを用いて大腿膝下膝窩 前脛骨動脈バイパス術を施行した。その後、外来でのduplex scanでは大腿部 GFVは57cm/sec程度で経過していた。2003年4月、膝上付近にてカラードプラ法での乱流、同部でのPSV 104cm/secと局所的な流速の上昇を認めため、Bモード法では明らかではなかったが狭窄性変化の出現を疑い、1カ月後に再検査を行った。1カ月後にはカラードプラ法での血流シ

グナルの狭小化、同部でのPSV 306cm/secとさらなる流速の上昇を認め、グラフトの狭窄が明らかとなり、自覚症状を認めなかったが修復術の適応と判断した(Fig. 1)。なお、GFVは狭窄病変出現による変化を認めなかった。術中所見では、グラフトの限局性内膜肥厚を認め、duplex scanと同様の狭窄形態であった。

(2) 症例 2

1999年4月に*in situ* saphenous vein graft(SVG)を用いて大腿膝下膝窩動脈バイパス術を施行した。2003年5月ではGFV 50cm/sec、波形はI型であった。2004年1月、GFVは32cm/secと低下したが、描出可能な範囲内の中枢側あるいは末梢側の宿主動脈に明らかな狭窄は認めなかった。ankle brachial pressure index(ABI)は0.9と低下しておらず、自覚症状も認めなかったために、受診の間隔を短くして経過観察とした。2カ月後の3月にはGFVは15cm/secとさらに低下し、波形の鈍化も認めめた。また、ABIも0.6と低下し、下肢の間歇性跛行も出現したため、中枢側宿主動脈病変の進行を疑った(Fig. 2)。2004年1月の時点では、血管造影やmagnetic resonance angiography(MRA)等、他の検査は行っていないが、可視範囲内において中枢側や末梢側宿主動脈狭窄は明らかではなかった。3月の血管造影では、右外腸骨動脈の高度狭窄を認め、バルーン拡張およびステント留置術を施行した。再建術後のGFVは50cm/secとなり、血流波形も改善が認められた。

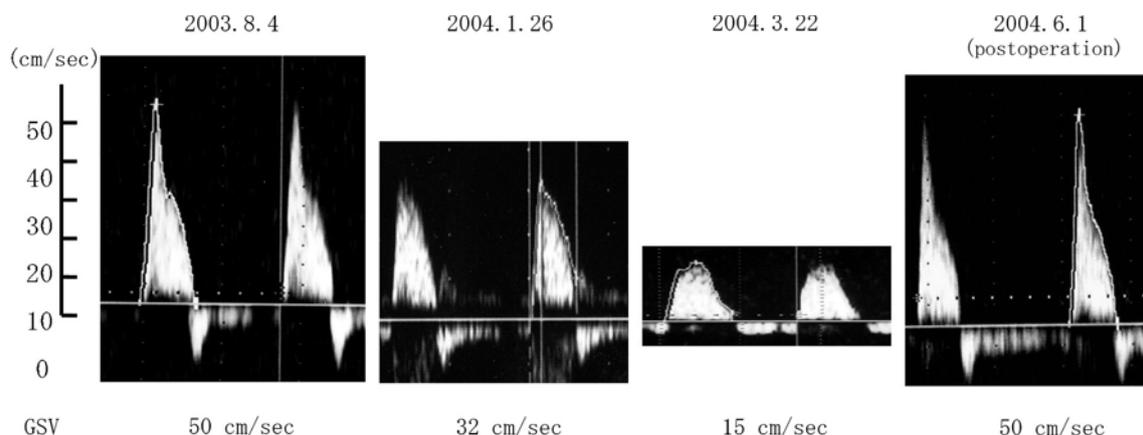


Figure 2 Graft flow velocity (GFV) decreased gradually due to progressive lesion in proximal artery.

(3) 症例 3

1992年4月にDacron人工血管を用いて右総大腿動脈左総大腿動脈バイパス, reversed SVGを用いて左大腿後脛骨動脈バイパス, 1994年7月に*in situ* SVGを用いて右大腿前脛骨動脈バイパス術を施行した。1年以上前より両側ともに, GFVは20~30cm/secと低値であったが心拍出量低下の症例ではなく, グraft径も4.0mm前後であり, 中枢側や末梢側に可視範囲内狭窄病変を認めなかった。さらに, GFVの変化や自覚症状もなく, バイパス術式による影響も考えられたため経過観察していた。2004年3月, 右GFV 8cm/sec, 左GFV 16cm/secとさらなる低下を示し, 波形の鈍化も認め, 中枢側宿主動脈病変の進行を疑った。ABIの測定は, 血管の動脈硬化性変化が強い影響か, 200mmHg以上と高く, 測定不可能であった。血管造影では, 右外腸骨動脈の高度狭窄を認め, バルーン拡張およびステント留置術を施行した。術後のGFVは右45cm/sec, 左52cm/secとなり, 血流波形も改善が認められた。

(4) 症例 4

2003年9月に*in situ* SVGを用いて浅大腿動脈後脛骨動脈バイパス術を施行した。2004年6月, duplex scanにて吻合部直上の宿主動脈に狭窄を認め, PSV 284cm/sec, GFV 41cm/secであった。1カ月後, PSVは355cm/secと上昇し, 一方, GFVは31cm/secと低下を認めたことから, 狭窄病変の進行と判断し, 浅大腿動脈静脈

グラフトjump bypass術を施行した。術後は, GFV 61cm/secと改善が認められた。

考 察

血行再建術後, 自家静脈グラフトの閉塞原因としては, 静脈グラフトの不良, グraft内部に発生する限局性進行性内膜肥厚, 宿主動脈病変進行, グraft粥状硬化, グraftあるいは吻合部動脈瘤などがあげられる。特に限局性内膜肥厚は術後4週間~2年以内に多く, 早期であるほど, 病変進行が速いとされている³⁾。これらの病変をグラフト閉塞に陥る前に発見, 修復することで二次開存率の向上が期待でき^{1,2)}, われわれの施設においては術後, 血流外来受診時のduplex scanにより定期的なgraft surveillanceを行っている。今回の検討では, 再手術を施行した23例25肢中, 13例15肢(60%)において外来受診時のduplex scanによりグラフト不全と診断し得た。当院通院中で定期的なgraft surveillanceを施行していた14例16肢に限ると, 93.8%においてduplex scanにより診断し得たこととなる。duplex scanによるgraft surveillanceを施行していたにもかかわらずグラフト閉塞に陥った1肢は人工血管であったが, 閉塞前にグラフト不全を診断できなかった。人工血管使用例では臨界点を超えると一気にグラフト内血栓化が生じるため, 開存の状態から閉塞に至るまでの経過が早くPSVで閉塞を予知するのが困難⁴⁾との報告もあり, 今後の検討が必要と考える。duplex scanによりfollowし

ていた自家静脈グラフトに限ると、今回の症例においては、duplex scanによるグラフト不全の検出は全例で可能であった。

graft surveillanceにおけるPSVやGFVの有用性については種々の報告がある。内田ら⁵⁾によればPSVが180cm/secを超える部位では全例で狭窄病変を認め、PSV比(狭窄部PSV/末梢側PSV)が2.0以上ある部位では、全例で有意狭窄を認めたと述べている。また、Idurら⁶⁾によれば、color-flow surveillanceとclinical follow-upのassisted primary patencyの3年開存率は91%と72%であり、無症候性のグラフト狭窄病変は、color-flow surveillanceに比べclinical follow-upでは見逃され、グラフト閉塞の確率が高くなると述べている。さらに、Gibsonら⁷⁾は、duplex scan velocityの測定は、差し迫ったグラフト血栓症を予測する有効な方法であり、PSV比であるvelocity ratio(Vr)〔狭窄部PSV/中枢側PSV〕が3.5あるいはそれ以上、そしてmean graft peak systolic velocityが50cm/sec以下は最適な予測測定値であると述べている。Westerbandら⁸⁾は、修復術の基準として、high-velocity criteria(HVC): PSV > 300cm/sec or Vr > 3.5, low-velocity criteria(LVC): PSV < 45cm/sec throughout graft, ABI decrease > 0.15を提唱している。

graft surveillanceにおいて重要なことは、修復術の必要性や迅速性をいかに判断するかであるが、PSVやGFVは血行動態やグラフト形態の影響を受けるため、これらの値のみで判断することは難しいと考える。しかし、同一症例においては血管径、in flow、末梢血管抵抗やグラフトのcomplianceなどは変化しにくい因子とされるため、PSVやGFVの経時的変化の有無は修復術の施行時期決定の際に有用と考えられ、グラフト閉塞の危険性をより減少させる可能性が期待できる。われわれの施設におけるgraft surveillanceの間隔は、術後2年以内は1カ月ごとに外来診察を行い、2年以降は3~6カ月ごと、順調に5年間が経過した場合は以降6カ月~1年ごとに行っているが、病変進行の疑われた際には期間を短くして対応している。今回の症例1, 2において、PSVやGFVの経時的変化から病変進行を疑い、graft surveillanceの間隔を短くしたことが、グラフト閉塞に陥る前に修復術あるいは再手術を施行できた一因と考えられる。

duplex scanによりグラフトをスキャンする際には、症例1のようにGFVの測定のみでは狭窄病変を検出で

きない可能性もあるため、カラードプラ法により吻合部を含めたグラフト全長における狭窄病変の有無を検索することが必要である。さらに、狭窄病変を認めた場合にはPSVのみではなく、GFVも測定することにより狭窄病変の評価をより正確に行うことができ、グラフト閉塞を回避できる可能性が高まると考える。GFVの低下を認めるものの、吻合部を含めたグラフトに狭窄病変を認めない場合、中枢側や末梢側宿主動脈病変進行が考えられる。そのため、中枢側や末梢側宿主動脈を検索することや、グラフト血流波形の変化に注目することが大切と考えられる。血流波形の鈍化を認めた場合は中枢側、尖鋭化を認めた場合は末梢側病変が疑われる。しかし、使用探触子などの制限もあり、宿主動脈病変の評価はduplex scanのみでは不十分である。また、GFVや血流波形はグラフト径やrun off、心拍出量等にも影響を受けるため、ABIや自覚症状の変化を考慮し、血管造影等、他の検査により確認することが必要と思われる。

修復術施行時期の決定はPSV, GFVのみならず、さらに、狭窄病変より末梢の血流量や患者の自覚症状などを考慮する必要がある。そのためには、PSV, GFV, グラフト血流量, 血管径, ABI, 自覚症状などをスコア化することが、総合的に判断するための1つの方法と考えられた。

静脈グラフト狭窄部の血管径は1mm前後と細いため、現時点で高度な狭窄部での血管径の計測や形態評価は困難であるが、今後、超音波診断装置における解像度などの向上により、duplex scanによってさらに詳細な情報を得ることができるようになる可能性がある。

狭窄病変の評価において、golden standardは血管造影であるが、閉塞性動脈硬化症では腎機能が低下した症例が多いため、血管造影は修復術直前に術前情報を得るために単回施行が望ましい。そのためgraft surveillanceは外来受診時に非侵襲的に繰り返し施行可能なduplex scanを用いて行っている。MRAによる評価も有用であるが、迅速性、安価、簡便性からはduplex scanの有用性は高い。さらに、duplex scan所見の経時的変化から進行する病変の存在を疑うことにより、グラフト閉塞に陥る前に修復術を施行できる可能性が考えられた。

結 論

前回の検査所見と比較することにより、術後graft

surveillanceにおける，とりわけgraft salvageのためのduplex scanの有用性はさらに高まる可能性が示唆された。

文 献

- 1) 笹嶋唯博，稲場雅史，東 信良 他：自家静脈グラフト異常に対する修復術：2次開存率向上のための要因．日血外会誌，1996，5：809-816．
- 2) Mattos MA, van Bemmelen PS, Hodgson KJ et al: Does correction of stenoses identified with color duplex scanning improve infrainguinal graft patency? J Vasc Surg, 1993, 17: 54-66.
- 3) 笹嶋唯博，郷 一知，稲場雅史 他：閉塞性動脈硬化症に対する単径部以下への自家静脈バイパス成績．脈管学，1998，39：73-76.
- 4) 竹中博昭，三輪浩美，原田昌和 他：Duplex超音波法による大腿 末梢動脈バイパス術後のグラフト評価の有用性．日血外会誌，1999，8：489-493．
- 5) 内田 恒，角地祐幸，赤坂和美 他：下肢バイパスグラフト血流評価における術後Duplex Scanの意義．脈管学，1999，39：297-300．
- 6) Idu MM, Blankenstein JD, de Gier P et al: Impact of a color-flow duplex surveillance program on infrainguinal vein graft patency: a five-year experience. J Vasc Surg, 1993, 17: 42-53.
- 7) Gibson KD, Caps MT, Gillen D et al: Identification of factors predictive of lower extremity vein graft thrombosis. J Vasc Surg, 2001, 33: 24-31.
- 8) Westerband A, Mills JL, Kistler S et al: Prospective validation of threshold criteria for intervention in infrainguinal vein grafts undergoing duplex surveillance. Ann Vasc Surg, 1997, 11: 44-48.

Duplex Scanning Diagnosis of Failing Grafts Following Lower Extremity Arterial Reconstruction Utilizing Examination Findings

Rie Takai,¹ Kazumi Akasaka,² Masae Haga,³ Yoshihisa Itoh,² Akira Nagamine,³ Keijirou Mitsube,³ Yoshiaki Atsuta,³ Taku Kokubo,³ Takayuki Kadohama,³ Nobuyuki Akasaka,³ Nobuyoshi Azuma,³ Masashi Inaba,³ and Tadahiro Sasajima³

¹Department of Central Laboratory, Asahikawa Medical University Hospital, Hokkaido, Japan

²Department of Laboratory Medicine, Asahikawa Medical University, Hokkaido, Japan

³First Department of Surgery, Asahikawa Medical University, Hokkaido, Japan

Key words: duplex scan, graft surveillance, femorodistal bypass graft, peak systolic velocity (PSV)

Fifteen infrainguinal bypass grafts in 13 cases (60%) were diagnosed as failing grafts by duplex scanning, among 25 grafts of 23 patients who underwent graft salvage. The flow velocity of the graft or stenotic site in 5 grafts (4 patients) changed gradually in serial examinations. Progression of lesions may be detected early by utilizing changes in examination findings. We believe graft surveillance with duplex scanning will prove more useful than we anticipated.

(J Jpn Coll Angiol, 2006, 46: 99-103)