



原著

頸動脈評価におけるMicrovascular Flow Imagingの有用性

栗本 明典

済生会滋賀県病院 臨床検査科

要旨

近年低流速血流を高感度に描出するMicrovascular Flow Imaging (MVFI) が臨床応用され、従来法では描出困難であった微細血流の観察が可能となった。当院で施行した頸動脈エコーにおいて、微細血流の検出、血栓評価および可動性プラーク症例にMVFIを使用し、その描出と臨床的有用性を検討した。MVFIは、頸動脈プラーク内および血管異常部の低流速血流を高感度に描出できる有用な手法であり、またプラークの可動性を表現するのにも有用である。非侵襲的に低流速微細血流を視覚化できることから、プラークの活動性を評価可能で、塞栓リスク予測や頸動脈病変の病態理解に寄与すると考える。

背景

頸動脈エコーは、脳梗塞予防や動脈硬化評価において汎用される検査のひとつである。特にプラークの性状評価は、治療方針の決定に直結する重要な情報を得ることができる。しかし、Bモード像のみではプラークの性状を十分に把握することは難しい場合がある。また、従来のパワードブラ法やカラードブラ法では低速血流の描出が困難であり、ノイズとの識別も困難な場合もある。MVFIは、低流速成分を高感度に検出しつつモーションアーチファクトを抑制する技術であり、近年、体表・血管・腹部などの領域でその有用性が注目されている¹⁾。

方法

当院で施行した頸動脈エコー検査のうち、MVFIが有用であった所見を対象に検討した。使用装置はAplio i700 (Canon Medical Systems社)、

リニアプローブ (iPLI-605BX/2. 3-8.2 MHz) を使用した。

まず通常のBモード法およびカラードブラ法で血流を評価した後、Canon Medical Systems社SMI (Superb Microvascular Imaging) を用いたMVFIで同部位を観察した。MVFIの設定はWall Filterを4、SMI周波数を3.5MHzに設定、適宜カラーゲインを調整した。評価は形態と微細血流の有無とした。

結果

症例1：微細血管を疑う例

86歳 男性、一過性の意識障害のため当院救急受診され、原因精査のため頸動脈エコーがオーダーされた。頸動脈エコーでは左総頸動脈分岐部に低輝度プラークを認めた。カラードブラ法では内部に明確な血流信号を認めなかったが、MVFIでは閉塞部内に線状の微細血流信号が描出された(図1)。これは、プラーク内の新生血管を反映していると考えられた。

症例2：carotid web例

55歳 女性，意識障害と右片麻痺を主訴に当院受診された。左中大脳動脈閉塞領域の脳梗塞と診断され，原因精査のため頸動脈エコーがオーダーされた。頸動脈エコーでは右内頸動脈起始部に膜状隆起を認め，Bモードでの内腔狭窄率は軽度で

あった。カラードプラ法ではわずかな乱流を認めるのみであった（図2A）が，MVFIでは膜状隆起の内側の低流速血流が明瞭に描出され，カラードプラは描出できなかったフィン状の形態が描出でき，carotid webが疑われた（図2B）。

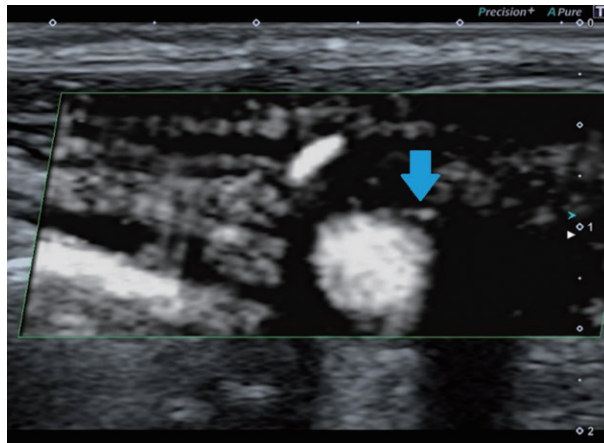


図1 プラーク内新生血管を疑う線状の微細信号↓

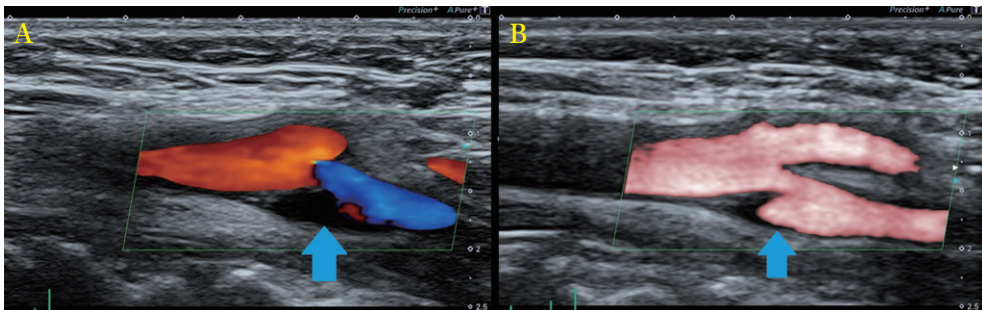


図2 A：カラードプラでの欠損像↑， B：MVFIでの形態描出↑

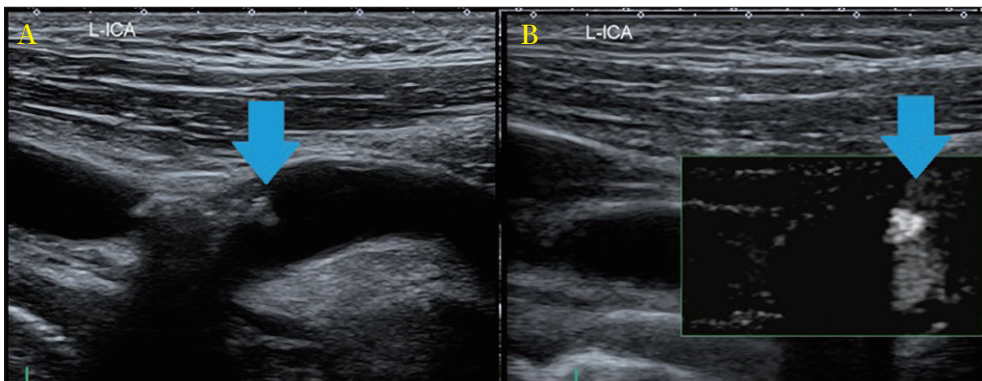


図3 A：可動性プラークのBモード↓， B：同部位MVFIにてウインカーサインを検出↓

症例3：可動性プラーク例

68歳 男性, 他院にて左内頸動脈に可動性プラークを指摘され, 当院脳神経外科に紹介受診された. 状況確認のため, 頸動脈エコーがオーダーされた. Bモードで観察したところ, 内腔に突出する軟性構造物が心拍に一致して前後に動揺している様子が描出された(図3A). 続いてMVFIを用いて同部位を観察した. プラークの可動に一致して点滅する輝度変化が確認された(図3B). 『ウインカーサイン』と呼ばれる可動性プラークの特徴的な所見であった.

考 察

MVFIは, 従来のドプラ法に比して低流速血流の描出能に優れ, 血栓やプラーク内部, 血管壁近傍の微細血流を視覚的に評価できる点が特徴である. プラーク内新生血管は血管透過性の亢進や炎症反応を伴うことが多く, 破綻や塞栓源となる危険性が高い. MVFIによりその存在を非侵襲的に確認できることは, 頸動脈プラークの活動性評価に有用である²⁾. また, carotid webのように形態自体が血栓リスクとなり塞栓性脳梗塞を起こしうる病変では, MVFIによる血流のうっ滞や血栓の描出がリスク評価の一助となる. 特にBモード像と組み合わせることで, 構造と血流の両面から評価が可能となる点は臨床的に有意義である³⁾.

MVFIを用いて可動性プラークを観察した際にプラークが点滅しているように見られる. これは『ウインカーサイン』と呼ばれ, 可動性プラークの特徴的な所見として, 近年, 標準的評価法に掲載された. 従来のBモードだけでは表現力が弱かった可動性プラークを強調して表現することが可能となり, 検出感度の向上と結果の共有, 可動性評価の均一化ができる点が有用である²⁾.

メリットがある一方で, MVFIは体動や呼吸によるモーションアーチファクト, プローブ操作の影響を受けやすく機器設定やプローブ操作に熟練を要する⁴⁾⁵⁾. また, 石灰化病変などの高反射体には, 従来のエコーと同様に描出能力の著しい低下がおこるため, 組織性状との整合性を踏まえた解釈が必要である⁶⁾.

結 語

MVFIは, 頸動脈プラーク内および血管異常部の低流速血流を高感度に描出できる有用な手法である. また, プラークの可動性を表現するのにも有用である. 非侵襲的に低流速微細血流を視覚化できることから, プラークの活動性を評価可能で, 塞栓リスク予測や頸動脈病変の病態理解に寄与すると考える.

参 考 文 献

- 1) Aziz MU, Eisenbrey JR, Deganello A, et al. : Microvascular Flow Imaging: A State-of-the-Art Review of Clinical Use and Promise. *Radiology*. 2022 Sep 27; 305(2): 250-264.
- 2) 日本超音波医学会. 超音波による頸動脈病変の標準的評価法 追補版.
- 3) Zedde M, Pezzella FR, Nappini S, et al. : Carotid Web: An Update Focusing on Its Relationship With Fibromuscular Dysplasia and Therapeutic Strategy. *J Stroke*. 2025; 27(2): 169-183
- 4) Kang HJ, Lim HK, Lee MW, et al. : Microvascular flow imaging of residual or recurrent hepatocellular carcinoma treated with transcatheter arterial chemoembolization: comparison with color and power Doppler ultrasonography. *Korean J Radiol*. 2019; 20(12): 1828-1838.
- 5) Oktar SÖ, Çınar A, Ün-L, et al. : Recent advances in vascular ultrasound imaging technology and their clinical implications. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2025; DOI: 10. 4274/dir. 2025. 253448
- 6) 日本超音波医学会. 超音波による頸動脈病変の標準的評価法 2017

論文受付：2025年11月20日 論文受理：2025年12月23日