
超音波 Fusion 3D による 人工血管動静脈吻合部の観察

能登宏光、能登 彩、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤啓子、鎌田道子、金野裕介、
高橋育也、佐藤永淑、佐々木佳奈、香野由香、佐藤かおり、羽賀繁子
医療法人 秋田泌尿器科クリニック

Observations of the arteriovenous graft anastomosis sites by three-dimensional fusion ultrasound imaging (Fusion 3D)

Hiromitsu Noto, Aya Noto, Mayuko Saga, Yumi Sasaki, Keiko Satoh,
Michiko Kamada, Yusuke Konno, Ikuya Takahashi, Hisatoshi Satoh, Kana Sasaki,
Yuka Kohno, Kaori Satoh, Shigeeko Haga
Akita Urologic Clinic

< 緒 言 >

近年、血液透析導入患者として糖尿病性腎症患者や高齢患者が多くなり、長期間透析患者も増加してきている。そのため、透析用 vascular access (VA) の造設時や再建時、血管病変のため自己血管を用いる VA (arteriovenous fistula: AVF) 作製が困難で、人工血管を使用せざるを得ない症例も増えている。これまで、私たちは VA の形態と機能を評価するため超音波検査法を用い、その有用性を報告してきた¹⁾。その中で Fusion 3D^{2, 3)} による AVF の評価についても報告^{4, 5)} したが、今回 Fusion 3D により、人工血管使用 VA (arteriovenous graft: AVG) の、動静脈吻合部付近の観察を行ったので報告する。

< 対 象 >

当クリニックにおける維持透析患者で、バスキュラーアクセスとして AVG 埋め込み手術を受けた 5 例を対象とした。男性 2 名、女性 3 名、年齢 50 ~ 87 歳 (平均 68.6 ± 15.4 歳)。基礎疾患は、糖尿病性腎症 3 例、慢性糸球体腎炎 1 例、痛風腎 1 例であった。人工血管としては、ポリウレタン製のソラテックスが使用されていた。

< 方 法 >

超音波診断装置は Aplio 50 (東芝社製) で、リニア探触子 PLT-704AT を使用した。

まず、AVG の動静脈吻合部を中心に、通常の B モード、カラードプラ及びパワードプラ法により VA の横断層・縦断層像を観察した。続いて、パワードプラ法で目的とする VA の横断層

像を描出しながら、VA を約 5cm に渡り VA の走行に沿って超音波走査し、超音波診断装置内臓のコンピュータプログラムにより、パワーアンギオ画像（パワードプラによる血流 3D 画像）と Fusion 3D 画像（パワーアンギオ画像と B モード画像とを融合）を表示した。走査終了から Fusion 3D 表示までは約 1 分を要する。パワーアンギオ画像と Fusion 3D 画像は、自由に回転させて表示出来るので、VA を様々な方向から周囲との位置関係を含めて評価した。

<結 果>

症例 1：87 歳、女性。慢性糸球体腎炎による慢性腎不全で、透析歴 11 ヶ月。導入時から AVF が作製出来ず、AVG により透析を行っていた。パワードプラで人工血管内の血流が描出されないため、パワーアンギオでは人工血管の走行が分からなかった。しかし、人工血管の横断面が B モード断層像で描出されており、B モード断層像を追跡することで人工血管の走行を把握出来た（図 1）。

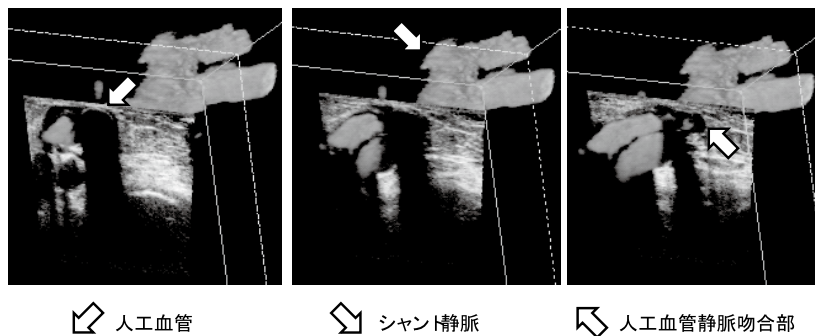


図 1. 症例 1 の人工血管静脈吻合部付近の Fusion 3D

症例 2：51 歳、男性。痛風腎による慢性腎不全で、透析歴 17 年 6 ヶ月。AVG 作製から 5 年経過しており、繰り返す穿刺のため人工血管内の血流がパワードプラで描出された。人工血管吻合部よりも末梢側の静脈が、血栓性閉塞を来している状態が B モード横断層像で描出されており、B モード断層像を追跡することで閉塞した静脈の走行を把握出来た（図 2）。

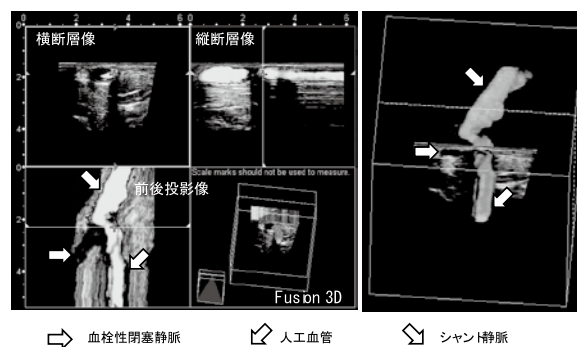


図 2. 症例 2 の人工血管静脈吻合部付近の横・縦断層像、前後投影像および Fusion 3D

症例 3：79 歳、男性。糖尿病性腎症による慢性腎不全で、透析歴 1 年 3 ヶ月。透析導入 5 ヶ月前に AVF を作製していたが、透析開始から 1 ヶ月目に閉塞し、AVG を作製して透析を行っていた。人工血管内の血流がパワードプラで描出出来ないため、人工血管表面にアーチファクトが出るように、ドプラの Gain を調節して走査すると、人工血管の走行が描出され、人工血管が橈側皮静脈に端側吻合されている状態を描出出来た（図 3）。

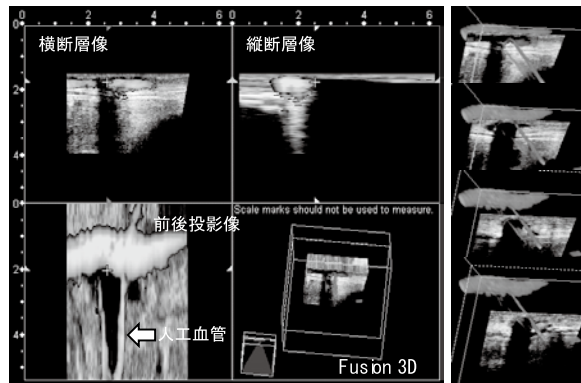


図 3. 症例 3 の人工血管静脈吻合部（端側吻合）付近の横・縦断層像、前後投影像および Fusion 3D

症例 4：55 歳、女性。糖尿病性腎症による慢性腎不全で、透析歴 1 年。透析開始 4 ヶ月前に AVF を作製したが 2 ヶ月で閉塞したため、AVG を作製して透析を開始した。人工血管表面にアーチファクトが出るように、ドプラの Gain を調節して走査すると、人工血管が肘部で交叉して動静脈と吻合されている状態を描出出来た（図 4, 5）。

症例 5：71 歳、女性。糖尿病性腎症による慢性腎不全で、透析歴 4 ヶ月。透析導入時に作製した AVF が 3 ヶ月経過しても血流不良のため、AVG を作製して透析を行っていた。血流量

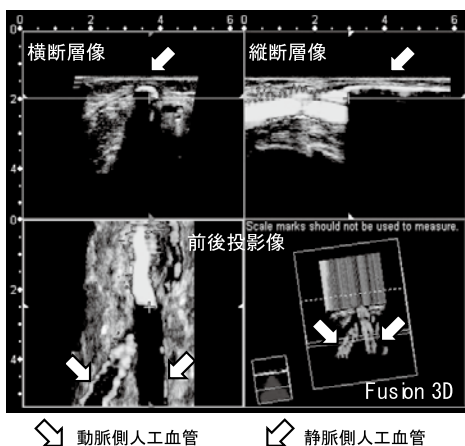


図 4. 症例 4 の人工血管動静脈吻合部付近の横・縦断層像、前後投影像および Fusion 3D

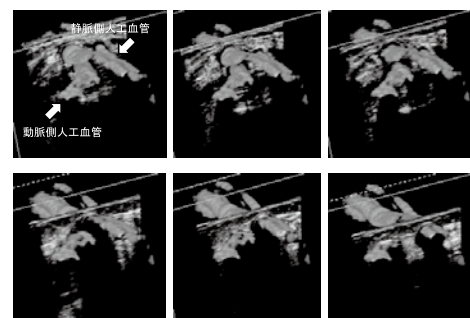


図 5. 症例 4 の人工血管動静脈吻合部付近の Fusion 3D

180ml/min 以上が確保出来ないため、超音波検査を行った。VA 作製側の上腕動脈血管抵抗指数 (resistance index: RI) が 0.79 と高値のため、AVG 静脈吻合部狭窄を疑い検査した。人工血管表面にアーチファクトが出るようにドプラの Gain を調節して走査すると、人工血管は肘部で動静脈に吻合されており、吻合部より中枢側の静脈が先細りになっている状態を描出出来た (図 6)。

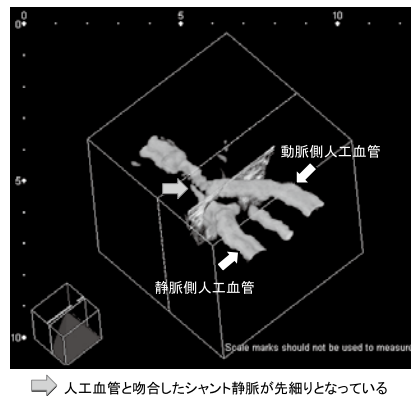


図 6. 症例 5 の人工血管動静脈吻合付近 (シャント静脈狭窄例) の Fusion 3D

< 考 察 >

VA の 3 次元表示に関しては、MRI アンギオグラフィーや 3D-CT アンギオグラフィーなどが有用であるが、設置場所と設備費の点から、一般の血液透析施設でそれらの設備を有しているところは少ない。これに対し、超音波検査はベットサイドでも行え、非侵襲的で簡便だという利点がある。

超音波パワードプラ法で得られた血流情報を 3 次元表示する、パワーアンギオの VA への応用に関しては、横木ら⁶⁾ が 15 例で内シャント吻合部の観察を行い、全例が描出可能であり、一度の走査で多方向からの観察が出来ることから有用であると報告している。私たちの 36 例による検討⁴⁾ でも、VA 血流の立体画像を自由に回転させながら観察出来、VA の動静脈吻合部、血管合流部、分岐部、狭窄部等の形状が客観的に評価可能であった。

Fusion 3D とは、フリーハンド超音波スキャンにより同時に収集した、B モードとパワードプラの 3 次元画像の座標情報を使い、B モードの 3 次元データから 2 次元断面を切り出し、その断面を貫くように、ドプラ画像の 3 次元データから構築した血流 3 次元画像を合成して表示する方法である。Fusion 3D による VA の観察^{4, 5)} では、パワーアンギオによる血流画像と B モードで得られた血管周囲組織像とを癒合させ表示するため、より客観性の高い VA 評価が可能であった。

今回検討した症例で使用されている人工血管は、ドプラ信号を透過しないため、穿刺を行っている部位でないと内部血流を描出出来なかった。しかし、パワーアンギオで血流走行を表示出来なくても、Fusion 3D 表示を行うことにより、B モードで描出される人工血管の横断層像を追跡することにより、人工血管の走行を把握可能であった。また、人工血管の表面にアーチファク

トが出現するようにドブラの Gain を調節して観察すると、血流の直接表示ではないが人工血管の走行を明瞭に観察出来、動静脈との吻合状態も良く評価出来た。

Bモード、カラードブラあるいはパワードブラの横断層像と縦断層像からも、VAの3Dを頭の中で構築することは出来るが、リアルタイムで超音波検査を行った者でないと、VAの状態を正確に評価することは難しい。これに対して、Fusion 3D法は、VAの血流情報が周囲組織との関係を含めてすでに3D表示されているため、超音波走査者以外でも、VAの状態を理解し易い。これまでに報告^{4, 5)}したAVFだけでなく、AVGでも動静脈吻合部を自由な角度から観察出来、血栓性閉塞血管も含め、皮膚や周囲組織との位置関係を評価可能であり、Fusion 3D法は、自己血管だけでなく人工血管使用のVA評価にも有用であると考えられた。

<結 語>

超音波 Fusion 3DによりAVGの動静脈吻合部付近の観察を行った。AVGの走行、AVGと動静脈の吻合状態、吻合した静脈の狭窄や血栓性閉塞などを明瞭に描出出来た。

文 献

- 1) 能登宏光、能登 彩：透析患者のバスキュラーアクセス管理における超音波の有用性、Jpn J Med Ultrasonics 35: 641-661, 2008
- 2) 山形 仁、江馬武博、田中裕子、橋本新一：超音波画像を用いた新3次元画像合成表示技術の開発—任意断層Bモード像と3次元血流像との合成—、東芝メディカルレビュー 73 23: 65-68, 1999
- 3) 山形 仁、江馬武博、越智益美、石神英俊：高速・高画質 Fusion 3Dの開発、J Med Ultrasonics 28: J352, 2001
- 4) 能登宏光、大谷 匠、酒樹 勤、嵯峨 まゆ子、佐々木由美、佐藤真紀、小野一美、佐藤啓子、鎌田道子、野村和代：Fusion 3D 超音波画像によるブラッドアクセスの評価、秋田腎不全研究会誌 8: 67-72, 2005
- 5) 能登宏光、能登 彩、能登 舞、大谷 匠、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤啓子、鎌田道子、金野裕介、佐藤永淑、高橋育也、羽賀繁子、佐々木佳奈、香野由香：Fusion 3D と パルスドブラによるバスキュラーアクセス管理、透析会誌 42(Supple. 1): 534, 2009
- 6) 横木広幸、八木 宏、角 昌晃、別府昌子、洲村正裕、別府俊幸：水浸法を用いた3Dエコーによる内シャント吻合部の評価、島根医学 24: 42-44, 2004