
Fusion 3D 超音波画像によるブラッドアクセスの評価

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
秋田泌尿器科クリニック

Evaluation of blood vessels using three-dimensional fusion ultrasound imaging in hemodialysis patients

Hiromitsu Noto, Takumi Otani, Tsutomu Sakaki, Mayuko Saga, Yumi Sasaki
Maki Satoh, Hitomi Ono, Keiko Satoh, Michiko Kamada, Kazuyo Nomura
Akita Urologic Clinic

<はじめに>

血液透析患者を管理する上で、ブラッドアクセスを長期間維持することは、重要な課題である。近年、血栓形成や狭窄といったブラッドアクセストラブルも、早期であればインターベンション治療により、容易に解決できるようになってきた。そこで、ブラッドアクセストラブルを早期に発見する必要性が出てきた。血管造影はブラッドアクセスの評価に非常に有用ではあるが、造影剤を必要とするため何時でも簡単に行うという訳にはいかない。これに対して、超音波検査は非侵襲的で簡便に行えるため、私たちもこれまで、血液透析用ブラッドアクセスの評価に超音波断層法を用い、その有用性を報告してきた¹⁻³⁾。この度、超音波 B モード断層像や 3 D 画像と、パワードップラ 3 D 画像を合成して表示する、Fusion 3 D^{4, 5)} によりブラッドアクセスの評価を行ったので報告する。

<対象と方法>

当クリニックで血液透析を行った腎不全患者36名を対象とし、穿刺に用いるシャント血管を超音波走査して Fusion 3 D 表示を行い、ブラッドアクセスの評価を行った。

超音波診断装置は東芝社製 Aplio 50 で、探触子はリニア型 PLT-704AT を使用した。

まず、目的とするシャント血管の体表面に探触子を軽く当て、パワードップラで血管の横断面像を表示しながら、血管の長軸方向に近位側から遠位側に向かって約 5 cm 超音波走査した。そして、超音波診断装置のシネメモリー内に同時収集した、B モード画像による組織情報と、パワードップラによる血流情報から、自動的に 3 次元画像を構築して表示した。

<結果>

目的としたシャント血管は、全例 Fusion 3 D で描出できた。

1) 正常シャント血管例 (図 1)

パワードップラで描出した血流の立体画像 (パワーアンギオ) は鮮明で、小さな分枝も描出で

きた。画像を自由に回転表示できるので、上下左右様々な角度から血管内腔の血流状態を評価できた。また Fusion 3 D表示では、皮下組織内でのシャント血管の走行、分枝状態、体表面からの深さなどが、立体的明瞭に評価可能であった。

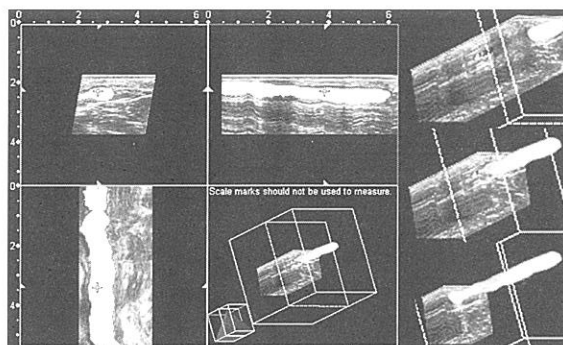


図1. 正常例の Fusion 3 D

左上：血管の横断面像。中央上：血管の縦断面像。左下：血管の前後投影像。中央下：各断面の+で示した部位で切ったBモード3次元断面層像とパワーアンギオ3次元像を合成表示した Fusion 3 D。右上中下：異なった部位でBモード画像と合成した Fusion 3 D。

シャント血管の血流状態が明瞭に描出されており、シャント血管が遠位側（左）か近位側（右）に向かって皮膚表面から深くなっていく状態が分かる。

2) 血管分岐例（図2）

シャント血管が近位側に向かって上下に分岐している例である。穿刺時に穿刺針が引っかかるということで検査した。血管の分枝状態は、Bモードの縦断像でも描出できたが、パワーアンギオではより明瞭に描出されており、穿刺時の引っかかりは血管分枝部に針が当たるためと分かった。Fusion 3 D表示では、皮下組織内でシャント血管が上下に分岐していく状態が、立体的に評価できた。

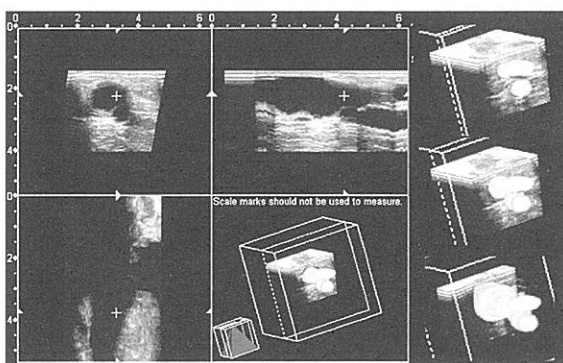


図2. 血管分岐例の Fusion 3 D

通常穿刺に用いているシャント血管部位は太いが、その近位側で上下に2つに分岐して、細くなっている状態が明瞭に描出されている。

3) 血管狭窄例 (図3)

シャント血管が手関節近くで合流している例である。合流部の狭窄が高度だったため、経皮的血管拡張術を行い経過観察中であった。血液透析時に血流は十分とれているが、パワーアンギオでは、血管合流部が再び少し狭くなってきている状態が描出された。Fusion 3 D表示では、狭窄部の血管壁が肥厚している状態が描出され、体表面から堅く触れる原因を評価することができた。

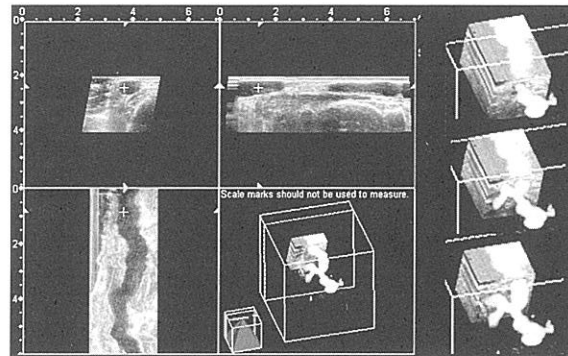


図3. 血管狭窄例の Fusion 3 D

手関節付近で2本の血管が合流しているが、合流部の近位側で血管内腔が細くなっている像が描出されている。血管狭窄に対して経皮的血管拡張術を試行した後の、follow up 検査である。狭窄部は皮膚表面から硬く触れるが、Fusion 3 D (右上段) で血流周囲の血管壁が肥厚している像が描出されている。

4) 血栓性閉塞再開通例 (図4)

一時シャントが血栓により完全に閉塞したため、その近位側にシャントを作りなおしたが、閉塞したシャントが再開通してきた例である。パワーアンギオでは、血栓の融解が良い部位と悪い部位があることが、血流の不均一性から評価できた。Fusion 3 D表示では、皮下組織内で血栓性閉塞を来した血管と、その血栓内部を血流が通っている状態が明瞭に描出され、血流再開状態を評価できた。

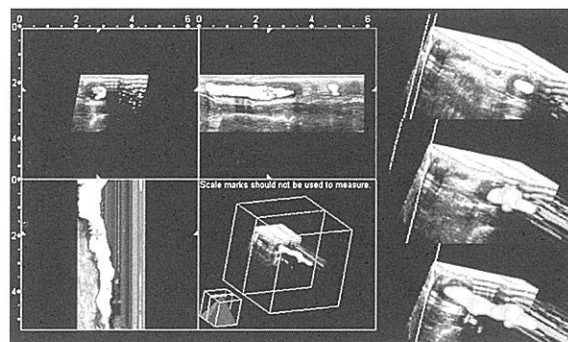


図4. 血栓性閉塞再開通例の Fusion 3 D

パワードップラの横断面像 (左上) と縦断面像 (中央上) でも、血管壁に付着している古い血栓と血流の状態は分かるが、パワーアンギオで血流の不均一性が明瞭に描出されている。Fusion 3 D (中央下、右上中下) では、血栓内を貫いて流れる血流状態が立体的に評価できる。

パワードップラ画像の3D表示すなわちパワーアンギオでは、シャント血管を立体的に自由な角度から回転させながら観察できるため、シャント血管の動静脈吻合部、血管合流部、分岐部、狭窄部等の形状が客観的に評価できた。通常の2D表示では、血管が交差しているか合流しているかの判別が困難な場合があったが、3D画像を回転させることにより、その違いを明確に評価できた。さらにFusion 3D画像とすることにより、皮下の血管周囲組織とシャント血流との関係が明らかになることから、皮膚表面から血管までの深さも把握でき、穿刺困難の原因評価も可能であった。

また、今回は超音波探触子をハンドスキャンしてシャント血管を描出したため、探触子を皮膚に強く密着させると、血管が前後につぶれて表示されてしまうことがあった。また、シャント血管の径の差が大きい例や蛇行が強い例では、超音波ゼリーを十分に使用しないと、ノイズのため清明な画像を描出できないことがあった。

<考察>

超音波断層法によるブラッドアクセスの診断は、非侵襲的で簡便に行え、血管造影とは異なり、造影剤を必要としないという利点がある。通常のBモード2次元表示でも、シャント血管の狭窄や血栓の有無などは明瞭に描出できるが、カラードップラーやパワードップラを併用することで、血流情報が得られ、穿刺困難や脱血不良時の原因診断には有用である。

しかし、2次元表示法で正確な診断を行うためには、超音波探触子の位置を動かしながら、横断面、縦断面、斜断面など様々な角度から描出した断層像の情報を、頭の中で3次元構築して立体的に捉えていかなければならず、初心者と熟練者では評価が違ってしまう可能性もあった。そこで、近年、超音波高速3次元表示法（Vol - mode）の開発が行われ、ブラッドアクセスの評価にも用いられるようになり、その有用性が報告されてきた⁶⁻⁸⁾。私たちも、この超音波血管Volによりブラッドアクセスの評価を行い、血管造影とほぼ同等の成績が得られたが、病変によっては過大あるいは過小評価する可能性があった³⁾。

これに対して、本検討で用いたFusion 3Dは、フリーハンドスキャンにより同時収集された、Bモードとドップラの3次元画像の座標情報を使って、Bモードの3次元データより2次元断面を切り出し、その断面を貫くようにドップラ画像の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手法である⁴⁾。これまで、肝細胞癌⁹⁾、門脈圧亢進症¹⁰⁾、甲状腺・副甲状腺病変¹¹⁾、前立腺癌¹²⁾などでその有用性が報告されてきたが、私たちは、ブラッドアクセスの評価にこのFusion 3Dを用いた。

Fusion 3Dは、パワードップラでシャント血管の横断像を見ながら、シャント血管の走行に沿って探触子を走査するだけで、診断装置内のコンピュータが自動的高速に画像を合成表示するので、初心者にも容易に行える。パワードップラで得た血流情報を3次元表示するパワーアンギオでは、シャント血流の立体像を自由に回転させながら観察できるため、シャント血管の動静脈吻合部、血管合流部、分岐部、狭窄部等の形状が客観的に評価でき、併走血管との位置関係も明瞭に評価できた。Fusion 3Dではさらに、パワーアンギオ画像とBモードで得られた血管周囲組織像と癒合させ表示するので、より客観性の高いブラッドアクセス評価が可能であった。皮下

の血管周囲組織とシャント血流との関係が明らかになることから、皮膚表面から血管までの深さや血管壁の肥厚等も把握でき、穿刺困難の原因究明にも役だった。

また、通常の超音波検査では、体表面に探触子を当てて超音波走査するため、探触子を強く押しつけると、柔らかいシャント血管が前後につぶれて表示されるため、できるだけ軽く探触子を当てて走査しなければならない。シャント血管の血流状態によっては、血管の拡張や狭窄が高度なため皮膚表面が凸凹になっていることも少なくない。この場合、超音波探触子と皮膚との接触面が問題となり、本検討では超音波ゼリーを十分に用いて対処した。これに対して、超音波検査時に浸水法を用いることで、探触子と皮膚との間に水が介在するため、シャント血管への探触子の影響がなくなり、血管造影と同等の画像が得られたとの報告¹³⁾もあり、今後、症例によっては浸水法を Fusion 3 Dにも応用していく必要があると考えられる。

<結語>

パワードップラによる血流情報を3次元表示し、Bモード画像と融合させる Fusion 3 Dは、誰でも簡単に行うことができ、得られる情報も多い。コンピュータにより高速で3次元構築された画像は、自由に回転させて観察できるため客観性の高い評価が可能であり、血液透析患者のブラッドアクセス評価に有用と考えられた。

参 考 文 献

- 1) 能登宏光、大谷 匠、守澤隆仁、斉藤雅子、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤真紀、佐々木佳奈、松尾恵美、成田裕子：超音波断層法モニター下経皮的シャント静脈内血栓融解療法の経験、秋田腎不全研究会誌 3 :48-50、2001
- 2) 能登宏光、大谷 匠、守澤隆仁、斉藤雅子、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤真紀、佐々木佳奈、松尾恵美、成田裕子、三戸由紀子：ブラッドアクセスインターベンション治療における経皮的超音波断層法の有用性、透析会誌、33 Supple 1:747、2000
- 3) 能登宏光、大谷 匠、酒樹 勤、信田雅子、嵯峨まゆ子、佐々木由美、佐藤真紀、佐藤啓子、小野一美：ブラッドアクセス評価における超音波3次元(3D)表示法と従来の超音波断層法の比較、透析会誌、37 Supple 1:853、2004
- 4) 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
- 5) 山形 仁、江馬武博、越智益美、石神英俊：高速・高画質 Fusion 3 Dの開発、J Med Ultrasonics、28: J352、2001
- 6) 山下優子、望月 剛、赤羽睦弘、来住野修、小林正幸、小川智也：透析患者の血管診断用リアルタイム3次元画像表示システムの開発、J Med Ultrasonics、28: J665、2001
- 7) 来住野修、小川智也、小林正幸、山下優子、赤羽睦弘、望月 剛：3次元表示法(Vol - mode)

-
- による透析患者の内シャントにおける有用性、J Med Ultrasonics、28: J666、2001
- 8) 徳本直彦、本全直樹、田邊一成、石田英樹、戸田房子、山下優子、望月 剛、赤羽睦弘、秋葉 隆、東間 紘：血液透析患者における超音波高速3次元表示 (Vol - mode) 画像によるブラッドアクセスの評価と有用性について、腎移植・血管外科、14:149-157、2002
 - 9) 安原一彰他：超音波フュージョン三次元表示による肝細胞癌の腫瘍血流－画像所見のパターン分類と早期診断における有用性について、J Med Ultrasonics、26:370、1999
 - 10) 丸山紀史、松谷正一、秋池太郎、吉川正治、江原正明、税所宏光：門脈圧亢進症における Fusion 3 Dの応用、東芝メディカルレビュー79、24:41-49、2000
 - 11) 貴田岡正史：甲状腺・副甲状腺における Fusion 3 Dの臨床的有用性、東芝メディカルレビュー84、26:11-18、2002
 - 12) 木村 剛、木全亮二、斉藤友香、西村泰司：超音波 Fusion 3 D法による前立腺癌診断、東芝メディカルレビュー85、26:40-46、2002
 - 13) 横木広幸、別府雅子、八木 宏、州村正裕：浸水法を用いた3 Dエコーによるブラッドアクセスの評価、透析会誌、37 Supple 1:854、2004