

維持透析患者の下肢閉塞性動脈硬化症の画像診断

古賀伸彦 福成健一 小林 愛 吉戒理香 渡辺剛士

(医) 天神会 古賀病院 21

key words : ASO, CTA, MRA, エコー, 血管造影

要 旨

透析患者の下肢閉塞性動脈硬化症 (ASO) の画像診断は、多列検出器搭載ヘリカル CT (multi detector-row CT; MDCT), MR アンギオグラフィー (MRA), 超音波法 (B モード法, ドプラ法) などの非侵襲的検査法の普及により飛躍的に進歩した。MDCT は下肢動脈全体を血管内腔から動脈壁まで明瞭に描出できるが、高度石灰化部位の狭窄評価は困難である。MRA は X 線被爆なしに広範囲の血流画像を描出し、石灰化部位の内腔評価も可能であるが、動脈壁は描出されない。超音波法では動脈の形態や壁性状の観察が可能であり、ドプラ法の併用で狭窄の部位や程度も診断できる。血管造影は侵襲的であるため、血管再生療法などの特殊な診断や血行再建術などの治療目的に限定されていく傾向にある。透析患者には石灰化病変が高頻度に見られるが、各診断法の特徴を理解して目的に応じて使い分けることが重要である。

はじめに

透析患者は糖尿病の増加、長期透析、高齢化、高血圧、異所性石灰化などの危険因子のために、ASO を高頻度に合併することが知られている¹⁾。その下肢虚血症状は、透析合併症によるものと混同されたり、あるいは無症状に経過するために、診断が遅れて下肢切断に至る例も稀ではなかった。ASO の予後を改善す

るには、ABI 検査などによるスクリーニングを強化し、異常が認められたら画像診断により動脈病変の部位や重症度を評価し、治療を迅速に行うことが重要である。

従来、動脈病変の診断には血管造影や digital subtraction angiography (DSA) が行われてきたが、侵襲性のため透析患者に対しては積極的には行えなかった。近年、超音波検査法 (B モード法, ドプラ法), 磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging; MRI), MDCT などの非侵襲的診断法が目覚しく進歩し、透析患者に対して容易に高精度の画像診断が可能になった。

本稿ではこれらの診断法の透析患者への応用について、検査の実際や特徴、有用性などについて症例をあげて述べる。

1 MDCT による CT angiography

最近の CT 装置はヘリカル CT から MDCT へと目覚しく進歩し、さらに MDCT は 4 列から 8 列、16 列と検出器の多列化が進み、体軸方向の分解能に優れた広範囲の容積情報を短時間で得ることが可能になった。MDCT とワークステーションを含めた周辺機器の進歩によって、血管造影に匹敵する血管画像を非侵襲的に得ることができるようになった。

MDCT を用いた three-dimensional CT angiography (3D-CTA) は、造影剤を急速注入後、濃く造影された血管を CT で撮影し、得られた axial 画像

から血管造影のような画像を再構成し、3Dで表示する方法である(図1)。下肢動脈の全体像を鮮明に描写できることから、血管内腔の開存状態だけでなく、透析患者特有の血管石灰化の状態を含めて治療方針の決定にも重要な情報を与えてくれる。

1) 検査の実際

当院ではGE社Light Speed Ultra CT装置(16列)を用い、造影剤100mlを末梢静脈より3ml/secで注入し、腹部大動脈の濃度上昇を観察し、至適なタイミングで撮像開始する。撮影時間は約40秒程度である。撮影したaxial画像をworkstation AW 4.1で画像再構成している。画像再構成には30分を要する。画像表示法には、3次元画像を表示するvolume rendering(VR)画像、容積データから抽出した任意平面の画像であるmulti planar reformation(MPR)画像、投影線上の画素の最大値で表したmaximum intensity projection(MIP)画像などを目的に応じて用いる(図1, 図2)。

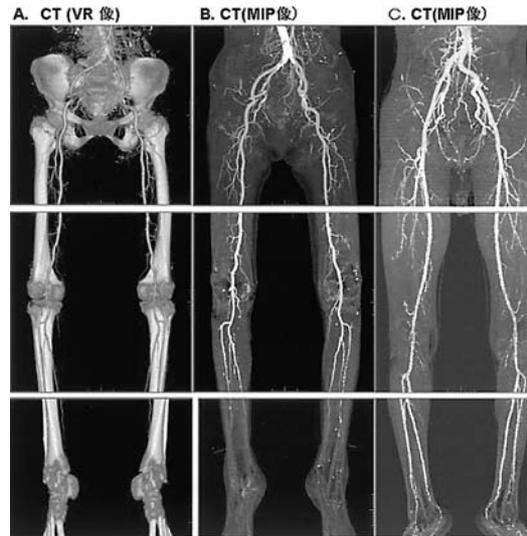


図1 長期透析症例のCTA, 下肢動脈全体像

AおよびB(症例1):透析歴30年,75歳女性のVR像(A)とMIP像(B)。腹部大動脈に高度石灰化が見られ,大腿部の石灰化は軽度であるが,膝下には石灰化を伴う数珠上の狭窄性病変を認める。
C(症例2):透析歴20年,41歳男性のMIP像。腹部大動脈や総,外腸骨動脈の石灰化は軽度であるが,内腸骨動脈,大腿動脈から膝下にかけてびまん性に石灰化を認める。3D-CTAは透析の長期化に伴う動脈石灰化を明瞭に描出できる。

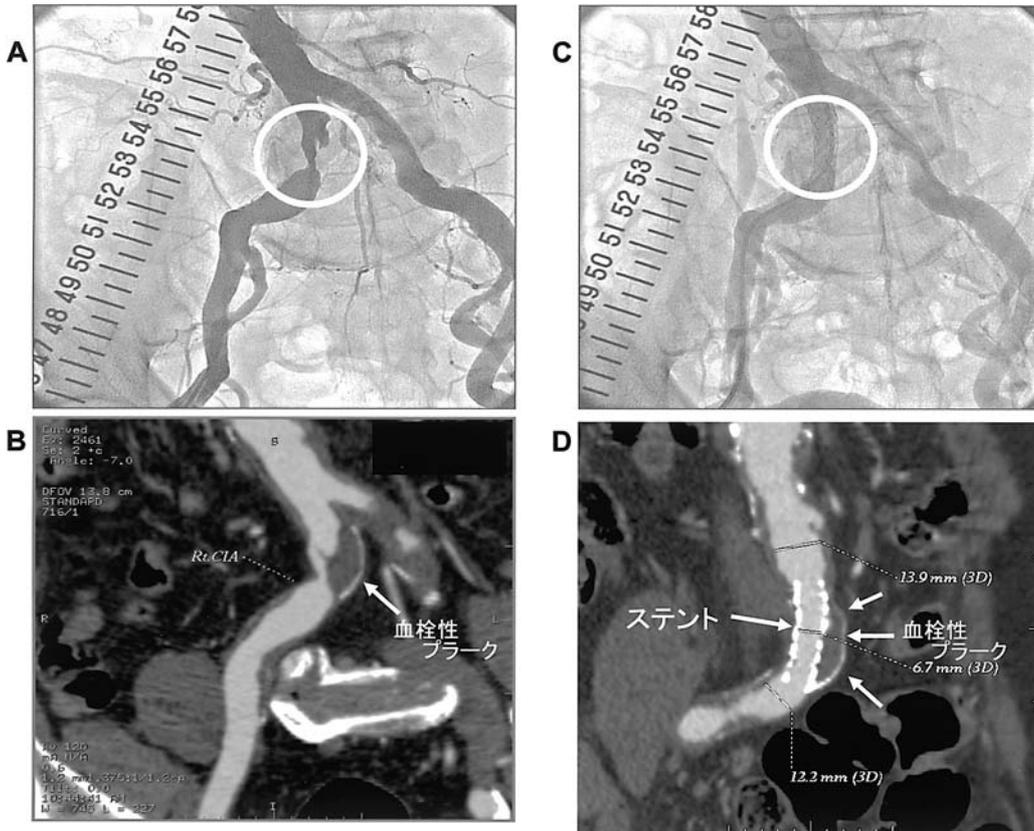


図2 右総腸骨動脈狭窄に対しステント留置を実施した症例(症例3)

施行前の血管造影(A)では血管内腔の高度狭窄がみられ,3D-CTA(MPR像;B)では狭窄所見とともに動脈壁の血栓性プラークが明瞭に見られる。ステント留置後の血管造影(C)では内腔の拡張が明らかであるが,CTA(D)では拡張したステントと血管壁との位置関係や,血栓性プラークの圧排像も明瞭である。

透析患者のASOの画像診断におけるMDCTの利点は以下である。

- ① 空間分解能が高いため動脈の分枝まで観察可能であり、血管造影と遜色ない画像が得られる。
- ② 検査が簡便で患者の身体的負担が少ない。
- ③ 透析患者に多い血管石灰化の描出に優れる。
- ④ 造影剤を末梢静脈から注入することにより、自然に近い血行動態下で動脈内腔や副血行路の状態を観察できる。

欠点としては次のことなどがあげられる²⁾。

- ① 放射線被曝。
- ② 石灰化の程度が強い場合には内腔評価が困難。
- ③ 画像再構成に時間を要する。
- ④ 造影剤の使用に伴う副作用の問題など。

2) 症例

慢性糸球体腎炎を原疾患とする自己管理良好な長期

透析患者2症例の3D-CTA（下肢動脈全体像）を図1に示す。

① 症例1

75歳女性、透析歴30年、ABI 右1.16、左1.24。VR像（図1-A）とMIP像（図1-B）を示す。

3D-CTAではこのように1回の造影で腹部大動脈から下腿部まで、広範囲の画像を得ることができる。VR像は作成が容易で、カラー表示により立体感のある画像を得ることができ、血管の全体像を見るのに適している。また多方向から病変部位を詳細に観察することができる。本例は下肢血行障害の自覚症状はないが、腹部大動脈に高度の石灰化所見が見られる。大腿部の石灰化は軽度であるが、膝下には石灰化を伴う数珠上の狭窄性病変を認める。

② 症例2

41歳男性、透析歴20年、ABI 右0.92、左0.76。MIP像（図1-C）を示す。



図3 動脈石灰化のためステント留置不成功で、F-Fバイパス術を施行した透析症例のCTAとMRA（症例4）

3D-CTA（MPR像；A）では腹部大動脈から総腸骨動脈にかけて石灰化が顕著で、左総腸骨動脈起始部に高度狭窄が疑われた。MRAのMIP画像（B）では同部位の高度狭窄が示された。3D-CTA（MPR像；C）は高度石灰化のためステント留置不成功で、狭窄の末梢部に脱落したステントとともに長区間の血栓性閉塞が見られた。3D-CTA（VR画像；D）で明瞭にF-Fバイパスグラフトが描出されている。

腹部大動脈や総、外腸骨動脈の石灰化は軽度であるが、内腸骨動脈、大腿動脈から膝下にかけてびまん性に石灰化を認める。この症例1および2は副甲状腺摘出などの手術既往もなく、Ca、Pのコントロールも良好な症例であるが、透析の長期化に伴い膝下の動脈石灰化から、血行障害を生じていく可能性が示唆された。このように3D-CTAは、石灰化を含む下肢動脈の動脈硬化像を全体像として明瞭に描出できる。

③ 症例3

右総腸動脈狭窄にステント留置した81歳男性の血管造影とCTA(図2)を示す。

右総腸骨動脈高度狭窄(図2-A, 2-B)に対しステント留置を実施した(図2-C, 2-D)。施行前の血管造影では狭窄部の形態が明瞭に描出されているが、3D-CTA(MPR像)では同部位が血栓性プラークにより狭窄していることがわかる。また、動脈壁の石灰化は軽度であり経皮的血管拡張術(PTA)の良い適応で

ある。ステント留置後には血管造影では内腔の拡張が明瞭であるが、CTではステントと血管壁の位置関係や血栓性プラークの圧排像も明瞭である。このように3D-CTAは、血管造影では描出できないステントや動脈壁の形態変化を詳細に観察することができる。

④ 症例4

高度石灰化のためにステント留置が不成功で、F-Fバイパス術を施行した症例の腸骨動脈領域のCTAとMRA(図3)を示す。

透析歴12年、年齢67歳、男性。原疾患は腎硬化症、右腎動脈バイパス術後間欠性跛行、ABI低下(右1.07、左0.73)であった。

3D-CTAのMPR像(図3-A)では腹部大動脈から総腸骨動脈にかけて石灰化が顕著で、左総腸骨動脈起始部に高度狭窄が疑われた。MRAのMIP画像(図3-B)では、同部は血流の途絶するほどの狭窄が示された。CT上では高度石灰化を認めていたが、限

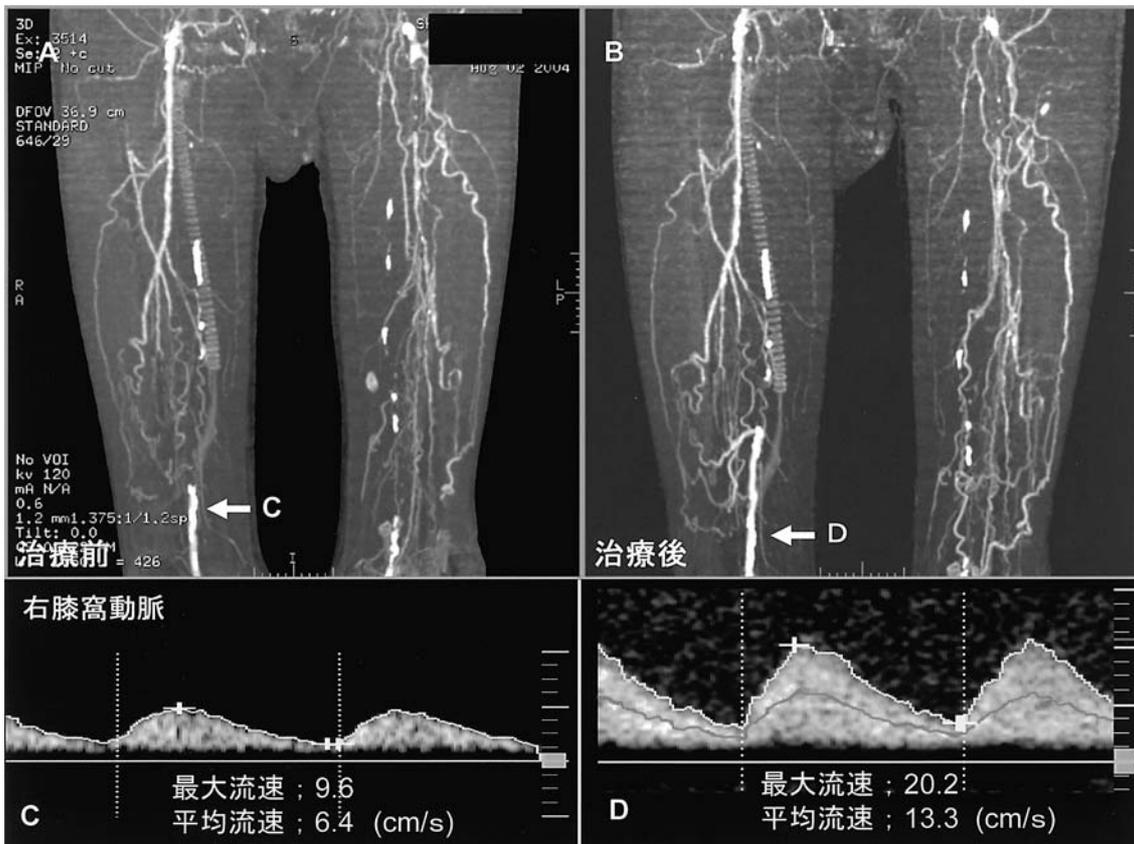


図4 二重濾過血漿分離交換法(DFPP)著効症例の3D-CTA, MIP画像(症例5)

1回目のDFPP治療直後より安静時疼痛の消失と歩行時間の著しい延長を認め、夜間も眠れるようになった。治療前(A)は両側浅大腿動脈の閉塞を認め、膝窩動脈にかけて側副血行を認めた。治療2回後(B)には、治療前に較べて側副血行の明らかな増加を認めた。また、閉塞した右膝窩動脈の近位部に再疎通した所見(C→, D→)が見られた。右膝窩動脈のドブラ検査では治療後に明らかな血流増加が見られる(C, D)。

局性病変であるため PTA（ステント留置）を試みた。病変部はきわめて硬くステント留置不成功であった。F-F バイパス術後には、3D-CTA の VR 画像（図 3-D）で明瞭にグラフトが描出されている。MPR 像（図 3-C）では、狭窄の末梢部に不完全に拡張したステントとともに長区間の血栓性閉塞が見られる。動脈石灰化は CT による狭窄度評価を困難にするが、石灰化の観察は PTA や手術適応を決定する上で重要である。

⑤ 症例 5

二重濾過血漿分離交換法（DFPP）の著効症例の大腿部の CTA（図 4）を示す。

72 歳男性，透析歴 3 カ月。原疾患は糖尿病。ABI は測定不能。

52 歳時に Y グラフト置換術を受け、65 歳時には腋窩動脈から大腿動脈にバイパス術を受けたが、翌年グラフト感染のため抜去。67 歳時には冠動脈バイパス術を受けた。ASO による下肢虚血症状は、72 歳の透析導入時期より増悪し、室内歩行が限度で、安静時疼痛のため透析困難や夜間不眠が続いていた。DFPP を行ったところ 1 回目の治療直後より安静時疼痛の消失と歩行時間の著しい延長を認め、夜間も眠れるようになった。

治療前と 2 回目の治療後の 3D-CTA（MIP 画像、図 4-A, B）を示す。治療前に両側浅大腿動脈の閉塞を認め、膝窩動脈にかけて豊富な側副血行を認めた。治療後には側副血行のさらなる増加を認めた。また、閉塞した右膝窩動脈の閉塞断端が数センチほど近位部に再疎通した所見（図 4-C, D）が見られた。右膝窩動脈のドプラ検査では治療後の血流増加所見を認め、ABI も右 0.3、左 0.38 まで改善し、CT 画像の改善を支持する所見であった。

一般に動脈病変の改善効果を観察するためには動脈造影や DSA が用いられるが、造影剤による疼痛、筋収縮、血管攣縮、術後の安静など患者に多大の負担を伴うため、精密撮影には腰痛麻酔を行うことが必要である³⁾。ASO に対するアフレスシスの治療効果を評価するために、侵襲的な血管造影を反復することは患者の負担などから困難であった。MDCT の進歩によってようやく、アフレスシスによる血管病変の改善効果を確認することができた。

2 MR angiography (MRA)

1) 撮像法の種類

MRI による下肢動脈の画像診断には MRA が用いられる。MRA は MRI による血流イメージングの総称である。下肢全体の MRA は検査寝台を移動させることによって、1 回の造影剤注入で広い範囲の MRA 画像を得ることができる。現在、time-of-flight (TOF) 法、phase contrast (PC) 法、造影 MRA (3D-MRA) 法の 3 種類の撮像法が用いられているが、ASO の診断には 2D-TOF 法と 3D-MRA 法が用いられている。

① 2D-TOF 法

MRA の初期から最も一般的に用いられている方法で、撮像するスライス面あるいは撮像領域に流入する血液が常に高信号を呈する場合があります。その現象を time-of-flight 効果と呼ぶが、この現象を利用した MRA である。高信号としてとらえられた血流は、MIP 法で再構成される。利点は、造影剤の必要がなく、簡便であるが、元画像のスライス厚が厚く (3~4 mm)、空間分解能に劣る。また、流入効果に依存するため、蛇行した血管の血流が正確に描出されないこと、狭窄の程度、閉塞の範囲の評価において正確性に欠けることがあげられる。

② 造影 3D-MRA 法

最も新しい MRA の手法で、ガドリニウム (Gd) 造影剤を急速静注し、その初回通過のタイミングに合わせて 3D 画像データを収集する。造影 3D-MRA は、高濃度の Gd 投与により血液の T1 緩和時間が短縮し、動脈血が他の組織や脂肪よりも高信号を示すことを利用した撮影法である⁴⁾。

2) 検査の実際

当院で使用している MR 装置は Philips 社製 Intera Achieva 1.5 T である。

① 2D-TOF 法

造影剤は使用しない。セッティングに 7 分間、位置決め画像撮影に 3 分間、次に、本スキャンでテーブルを移動させて 3 回スキャンして 25 分間、画像再構成の MIP 処理に 2 分間を要する。全体で 40~50 分を要する。

② 造影 3D-MRA

造影剤を使用する。2D-TOF 法と同様に位置決め画像撮影後に、Gd を末梢静脈より、自動注入機を用いて静脈注射する。腹部大動脈下部に関心領域を設定し、Gd 20 ml をシリンジにセットした後、まず 2 ml をワンショット注入して、関心領域に造影剤が達するまでの時間を測定する。次いで、本撮影を開始する。まず骨盤部から大腿部、下腿部へと 3 回ベッド移動をさせて、マスク像を撮影する。

次に注入像を撮影する。Gd 10 ml を 1 ml/秒の速度で注入し、10 ml 注入後より 0.5 ml/秒に注入速度を落として注入する。その後生食 20 ml を 1 ml/秒で後押し注入する。ターボフィールドエコー (TFE) で元画像を作り、造影剤の注入後と前の画像をサブトラクションする。信号収集時間は 2 分程度。画像処理が 5 分、全体の検査時間は 20~30 分程度である。

MRA の利点は以下である。

- ① 放射線被爆が無い。
- ② 石灰化病変があっても内腔観察が可能。
- ③ 骨などのほかの臓器が描出されないため、血管の描出や画像処理が容易。
- ④ 使用する Gd 造影剤は、ヨード性造影剤に比べて副作用や使用量が少ない。

欠点は以下である。

- ① CT や DSA と較べて空間分解能が低い。
- ② 石灰化の評価ができない
- ③ 副血行路がわかりにくい。
- ④ CT と較べて騒音や検査時間が長いため閉所恐怖症には不向き。

3) 症例

① 症例 6

MRA と 3D-CTA による下肢動脈の全体像 (図 5) を示す。透析歴 20 年、糖尿病性腎症。62 歳男性。

MRA の 2D-TOF 像 (図 5-A) と造影 3D-MRA 像 (図 5-B)、および 3D-CTA 画像 (MIP 像) (図 5-C) を示す。このように、MRA は CT と同様に 1 回の検査で広範囲の下肢動脈の画像を撮影することができる。2D-TOF 像では動脈の分枝の描出は少ないが、造影 3D-MRA 像では分枝も良好に造影されている。3D-CTA (MIP 像) では、多数の動脈分枝と石灰化を明瞭に描出している。矢印の狭窄部は石灰化のために

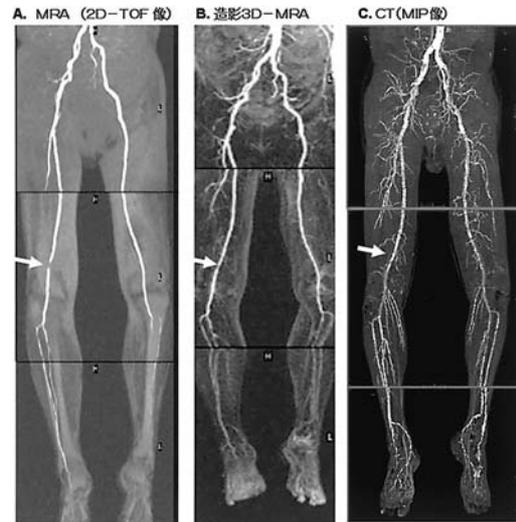


図 5 MRA と 3D-CTA の下肢動脈全体像 (症例 6)

透析歴 20 年、糖尿病、62 歳男性。MRA の 2D-TOF 像 (A) と造影 3D-MRA 像 (B)、および 3D-CTA 画像 (MIP 像) (C) を示す。2D-TOF 像では動脈の分枝の描出は少ないが、造影 3D-MRA 像では分枝も良好に造影されている。3D-CTA (MIP 像) では、多数の動脈分枝と石灰化を明瞭に描出している。3D-CTA では石灰化病変を伴う狭窄 (矢印) は判定不能であるが、MRA (2D-TOF 像や造影 3D-MRA 像) では診断可能である。

3D-CTA では診断不可能であるが、MRA では 2D-TOF 像や造影 3D-MRA 像によって診断可能である。

② 症例 7

大腿動脈領域の 3D-CTA 造影と 3D 造影-MRA 像 (図 6) である。

透析歴 11 年、糖尿病性腎症、50 歳男性。ABI 右 0.84、左 0.58。

3D-CTA では石灰化病変 (図 6-D) の狭窄が不明であったが、造影 3D-MRA 像 (図 6-E) では狭窄部は血流の途絶として明瞭に診断可能である。また、狭窄の補助診断として、超音波法も有用であり、B モード法 (図 6-C) は狭窄部の形態や石灰化を表し、ドプラ法は血流速度から狭窄の程度を診断することが可能である。それぞれの診断法の特徴を生かして、より精度の高い画像診断を行うことが必要である。

透析患者では石灰化病変が多いため、MDCT による石灰化病変の診断が重要であるが、石灰化のために狭窄の判定が困難な場合も多い。そのような場合でも MRA は狭窄度評価が可能であり、また、膝下の病変の血流診断にも有用であり、いずれも透析患者の ASO の画像診断に不可欠な方法である。ABI の異常例の最初の画像診断に、CT と MRA のいずれを選択

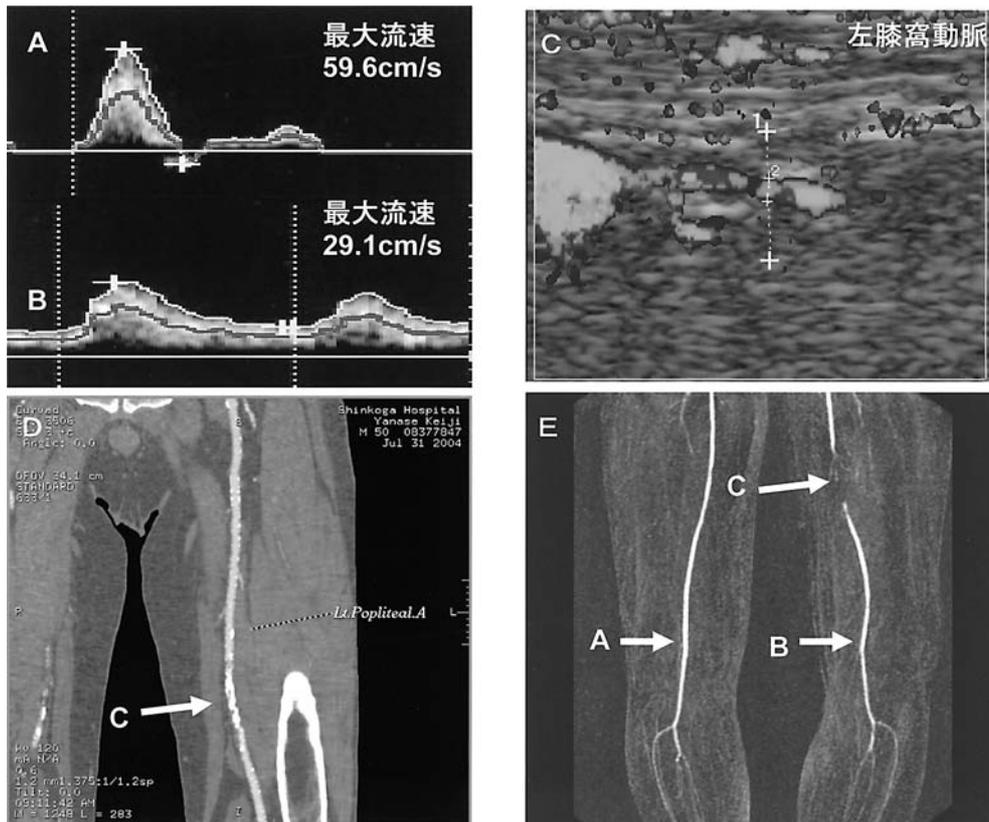


図6 大腿部位のCTA, MRA, 超音波法による画像(症例7)

50歳男性. 透析歴11年, 糖尿病性腎症. ABI右0.84, 左0.58. 3D-CTAでは石灰化病変(D)の狭窄が不明であったが, 造影3D-MRA像(E)では狭窄部は血流の途絶像として明瞭に描出される. また, 狭窄の診断として, 超音波法も有用であり, Bモード法(C)は狭窄部の形態や石灰化を表し, ドプラ法(A, B)は血流速度や波形から狭窄の程度を診断することが可能である. このように各診断法を併用することにより精度の高い画像診断を行うことができる.

すべきかについては検討すべき課題であるが, 施設の状況や両者の長所と短所などを考慮して症例に応じて現実的に対応することが望ましい.

3 超音波検査法

超音波診療法は血管領域において, 非侵襲的に高画質の血管画像を描出することが可能であり, またドプラ法では生理的な状態において血行動態の観察ができる. さらに超音波検査法は, 血管壁性状を得ることができる唯一の画像診断法であり, 透析患者のASOの診断においても, 手技的な熟練を有することやスクリーニングに長時間を要することなどの問題はあがるが, スクリーニングから治療効果判定まで非常に有用性の高い検査法である.

1) 検査の実際

① 探触子の選択

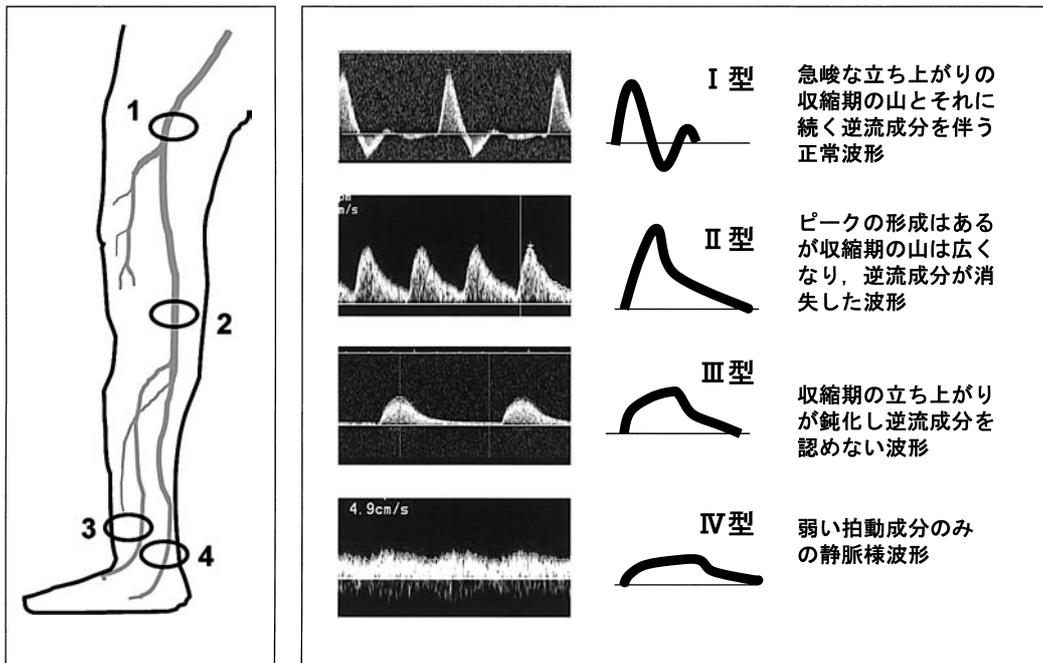
下肢動脈には, 主に高周波数リニアプローブ(7.5~13 MHz)を使用するが, 腸骨動脈や下腿の動脈の場合は, コンベックスプローブ(3.5~5 MHz)を使用する場合もある.

② 超音波モードの種類

超音波診療法には, 血管の形態, 壁性状を観察するためのBモード法と, 血行動態を把握するドプラ法があるが, 基本的にはこれらを組み合わせて診断する. さらに, 最近では, Bモード法で血流を観察することができるB flowも登場した. いずれの手法も石灰化病変や一部の人工血管では超音波が入射できず, 血管内腔を観察できない弱点がある.

● Bモード法

表示部の時間軸上に, エコーの振幅に応じた明るさの強弱を表示する方式であり, 断層法と呼ばれるものである. 主に血管の形態や壁の性状を観察するために使用する(後出の図8, 10).



○ 計測ポイント; 1: 大腿動脈, 2: 膝窩動脈, 3: 前脛骨動脈, 4: 後脛骨動脈

図7 超音波ドプラ法による狭窄性病変の診断法

パルスドプラ波形の変化を四つのカテゴリーに分類して狭窄の有無を推定する (左). 左右の大腿動脈・膝窩動脈・前脛骨動脈・後脛骨動脈の計8箇所を測定し (右), 狭窄が疑われる部位を推定したら, その部位をBモードとカラードプラで入念に観察する.

●カラードプラ法

カラーフローマッピングとも呼ばれ, ドプラ法により得られた血流速度の情報をBモード上に重畳して実時間で表示する方式である. 狭窄部の詳細な観察には不可欠であり, 乱流などの血流情報, 速度情報や血流方向を知り得ることができる (図6).

●パルスドプラ法

間欠的な超音波を使用するドプラ法で, 特定の深度における流速の測定および血流方向を知ることができる (図, 4, 6, 7, 後出の図9).

●B flow 法

Bモードで血流を表示する新しい血流表示法である. 赤血球からの微小な反射体からの信号を, 効率よくノイズに埋もれることなしに, さらに周囲組織からの信号を抑制して血流を表示する. カラードプラ法と比較して空間分解能に優れ, 角度依存性がないリアルタイム性に優れた画像が得られる (図9).

③ 検査の手順

●スクリーニング法

開口幅3~4cmのプロープを使用し, 両側の下肢動脈を全体にわたり観察することは時間と労力がかかり, 決してスクリーニングとして適していない. そこ

で, カラードプラとパルスドプラを併用し, 下肢閉塞性動脈硬化症の狭窄性病変の部位の推定していくスクリーニング法が一般的に行われている (図7右).

●パルスドプラ法による狭窄病変の推定法^{5~7)}

正常のパルスドプラ波形は, 心収縮期に急峻な上昇脚と続いて心拡張期における急峻な下降脚を形成し, さらに逆行性成分とそれに続く陽性波からなるとされる. 中枢側に狭窄が存在した場合, 末梢のパルスドプラ波形は, 逆行性成分の消失, 収縮期の立ち上がりの鈍化, 流速の低下が認められる.

当院ではこの波形の変化を四つのカテゴリーに分類して狭窄の有無を推定している (図7左). 測定ポイントは左右の大腿動脈・膝窩動脈・前脛骨動脈・後脛骨動脈の計8ポイントとし (図7右), 狭窄が疑われたらその部位をBモードとカラードプラで入念に観察していく.

●病変部の評価

狭窄性病変は質的 (性状) 診断と狭窄の程度について評価する.

Bモード法による組織性状診断⁵⁾では, 限局性の隆起性病変をプラークと定義し, その超音波的性状から, soft, intermediate, hard, mixed, ulcer の5種類に

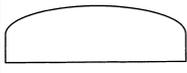
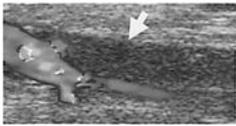
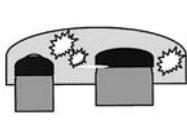
表現方法	形態	超音波像	エコー所見	考えられる病変
soft			内部のエコーが均一で全体に淡いエコー像を示す	粥腫 血栓
intermediate			内部エコーが均一であるがエコー輝度の増強を認める	線維性病変
hard			音響陰影を伴う石灰化	器質性病変 石灰化
mixed			内部エコーは不均一でエコー輝度の強い部分と弱い部分が混在する	複合病変
ulcer			プラークの一部が陥没した形態	潰瘍性病変

図8 Bモード超音波法による病変部の分類

限局性の隆起性病変をプラークと定義し、プラークの性状を soft, intermediate, hard, mixed, ulcer の5種類に分類し性状を予測する。

分類し、プラークの組織学的性状を予測することが可能である (図8)。

狭窄の程度を評価する方法には、Bモードによるものとドプラ法によるものがある。Bモード法による評価には、血管径ないし血管断面積から狭窄率を計算する二つの計測法がある。ドプラ法による評価は、プラークが低輝度エコーのためや、残存血管内腔が非常に狭いためBモードで描出できない場合などに特に有効である。この場合、カラードプラ (パワードプラ) やB flow を併用すると血管内腔の観察が可能である (図9)。また、Bモードでは石灰化病変部位の狭窄の同定が困難である。しかしカラードプラでは、石灰化の直後の血流のモザイクパターンの描出や末梢部位のパルスドプラ波形が単相性もしくはプラトー波の場合、高度狭窄の存在を診断できる (図10)。

狭窄部では血流速度が高速になることが知られているが、流速値による狭窄率の評価はまだ統一されたものがないのが現状である。これは狭窄の形状や長さにより流速値が異なるためである。一方、波形による狭窄率の推定では、30%以下の狭窄の場合、波形に変化はないが、血流速度のばらつきのため収縮期の線が太く表示される。30~50%の狭窄では、最大流速が上昇し収縮期の波形は塗りつぶされるが、少し離れた

末梢側では正常波形となる。50%以上の狭窄があれば狭窄部で収縮期最高流速の上昇、逆流成分の消失、乱流波形となり、閉塞病変では波形が消失する。

2) 症例

① 症例8

左大腿動脈の長区間閉塞症例の超音波像と3D-CTA (図9)を示す。

64歳女性、糖尿病性腎症、透析歴4年8カ月。ABIは、右1.16、左0.85。

超音波検査では、パルスドプラ波形は大腿動脈では2相性波で明らかな左右差を認めないが、左膝窩動脈 (矢印) では3型 (単相性波) の血流低下パターンを示した。浅大腿動脈をBモードおよびB flow法で観察すると、起始部で完全閉塞 (矢印) が描出された。

② 症例9

下肢動脈全体の石灰化症例の超音波像 (図10)を示す。

67歳男性、慢性糸球体腎炎、透析歴18年。ABIは、左右ともに計測できず、3D-CTAでは下肢動脈全体に石灰化を認めた。

超音波では、下肢動脈血管壁に広範囲に強い血管石灰化像が描出された。大腿動脈 (図10-A)、膝窩動脈

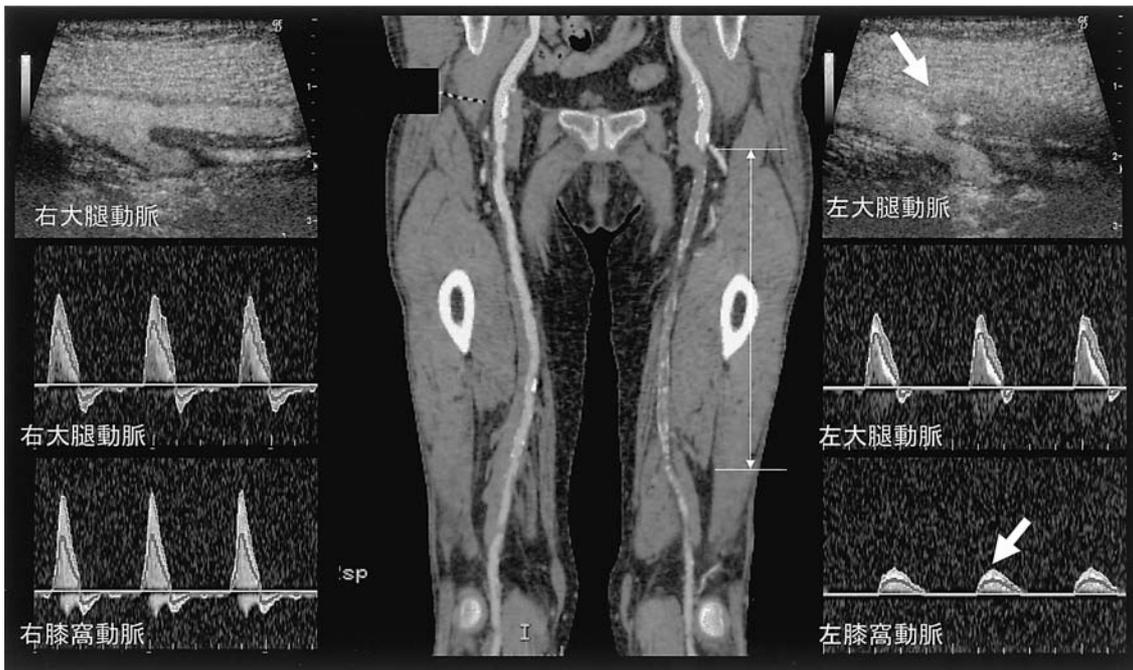


図9 左大腿動脈閉塞症（症例8）

64歳女性，糖尿病性腎症，透析歴4年8カ月．ABI右1.16，左0.85．超音波検査では，パルスドプラ波形は大腿動脈では2相性波で明らかな左右差を認めないが，左膝窩動脈（矢印）では3型（单相性波）の血流低下パターンを示した．浅大腿動脈をBモードおよびB flow法で観察すると，起始部で完全閉塞（矢印）が描出された．

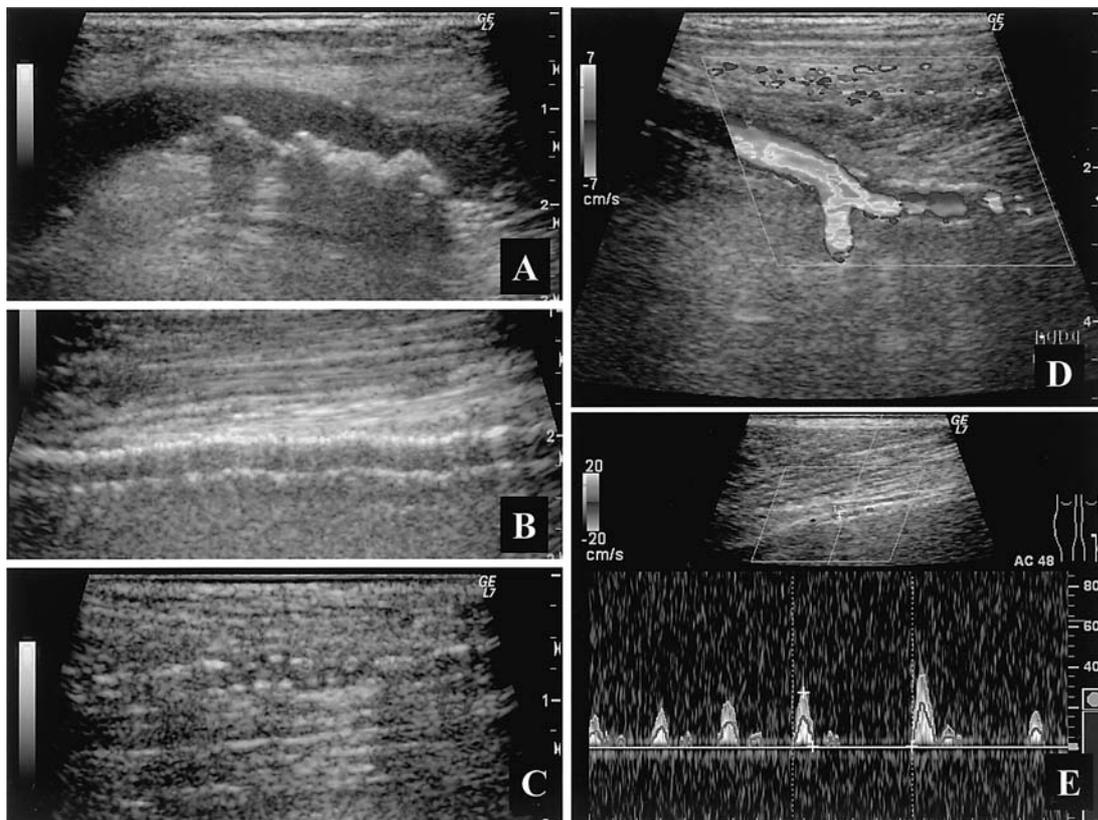


図10 下肢動脈全体の超音波像（症例9）

67歳男性，慢性糸球体腎炎，透析歴18年，ABI測定不能．超音波法では，下肢動脈血管壁に広範囲に強い血管石灰化像が描出された．大腿動脈（A），膝窩動脈（B），下腿の前後脛骨動脈の分岐部（D）は開存しているものの，末梢側（C）のパルスドプラ法で单相性波（E）が得られ，高度の血流低下がみられた．

(図 10-B), 下腿の前後脛骨動脈の分岐部 (図 10-D) は開存しているものの, 末梢側 (図 10-C) のパルスドプラ法で単相性波 (図 10-E) が得られ, 高度の血流低下がみられた. 超音波法単独でも下肢動脈全体にわたる診断が可能であるが, CTA や MRA に較べると全体像を捉えにくい.

超音波検査は下肢動脈の描出に優れており, 血流状態のみならずプラークの性状診断も可能であり, 石灰化病変も詳細に描出できる. 安価で副作用もなく, 腹部から下腿そして足趾にいたるまで広範囲の血管診断が可能であり, 透析患者の ASO の有力な診断法といえる. しかし, 広範囲にわたる検査には長時間を要し, 腹部大動脈や腸骨動脈の描出は腸管ガスのために困難な場合もある.

検査手順としては, MRA や CTA で下肢動脈の全体像を把握した後, 病変部位の狭窄や血流状態などの診断に補完的に用いることで, きわめて精度の高い非侵襲的動脈画像診断が可能になる.

4 血管造影

血管造影は血管の狭窄や閉塞などの内腔の評価に優れており, 血管画像診断の gold standard として用いられてきた. 透析患者では, 石灰化病変を高頻度に呈するために内腔狭窄の確定診断としての価値は大きい. しかしその一方で, 動脈穿刺に伴う合併症, 疼痛や術後の安静, 造影剤の動脈注入に伴う下肢疼痛などの患者の侵襲も大きいため, 積極的に用いることはできなかった. 非侵襲的画像診断の進歩と普及で血管造影の診断的役割は低下している.

現在, 血管造影の目的としては, 動脈閉塞部位の確

認, 側副血行などの診断, 血管内手術の補助, 血管新生療法, 薬物療法, プラスマフェレシス治療の効果判定, バイパス手術の適応決定と術後評価などがあげられる. 今後の適応としては, 血管内手術やバイパス手術の補助や血管新生療法などの評価に限定されるであろう³⁾.

おわりに

透析患者の ASO の画像診断について, 侵襲的な血管造影の役割が狭まり, CTA, MRA, 超音波法などの非侵襲的検査法の役割が広がったことを示した. これらを組み合わせて用いることで高精度の画像診断が可能になることを述べた. これらの画像診断の進歩と普及は透析患者の ASO の診療に多大の貢献を果たすことが期待される.

文 献

- 1) 溝淵正英, 秋澤忠男: 腎不全患者の異所性石灰化. 腎と透析, 55(6); 921, 2003.
- 2) 松本一宏, 栗林幸夫: マルチスライス CT を用いた 3 次元画像の有用性. 映像情報, 23(8); 911, 2003.
- 3) 明石英俊, 尼子真生, 青柳成明: 末梢循環障害の検査法 血管造影. Angiology Frontier, 3(2); 131, 2004.
- 4) 石田正樹, 佐久間肇, 加藤憲幸, 他: MR angiography による画像診断. 映像情報, 23(8); 901, 2003.
- 5) 平井都始子, 大石 元, 吉川公彦, 他: 血管領域超音波検査 4. 各血管別の正常像および画像のみかた 3) 四肢動脈. Medical Technology, 25(5); 451, 1997.
- 6) 戸出浩之, 高田裕之, 角田直昭, 他: 閉塞性動脈硬化症の狭窄部評価における超音波検査各手法の役割. 超音波検査技術, 24(1); 4, 1999.
- 7) 熊倉久夫, 戸出浩之, 市川秀一, 他: カラー Doppler 法による閉塞性動脈硬化症の狭窄部評価. 脈管学, 34(6); 375, 1994.