新たな血液透析返血経路としての超音波ガイド下 brachial vein 穿刺法の検討

鎌 田 正 落合 美由希 大 崎 啓 介 藤 澤 奈 央
門 屋 佑 子 八 城 正 知
京都市立病院腎臓内科

キーワード：動脈表在化，バスキュラーアクセス，反復穿刺，上腕静脈，超音波ガイド下穿刺法
〈要旨〉

動脈を表在化した血液透析患者の返血用皮静脈が荒廃して穿刺困難になると，グラフトへ変更することが一般的であるが，その後グラフト感染による敗血症が疑われるような場合は，ダブルルーメンカテーテルの留置は感染治療において不利と考えられる．グラフト感染による敗血症を契機にバスキュラーアクセス不全に陥った2症例に対し，リアルタイムエコーガイド下に上腕の皮下深い位置にある brachial vein（上腕静脈）を反復穿刺して返血路とすることで，感染が沈静化するまでダブルルーメンカテーテル留置を避けることが可能であった．穿刺は当科の医師3名のいずれかが行い，リニアプローブ付きポータブル超音波装置（iLook25，ソノサイト社）を用いた．その際，①術者はあらかじめ当科で自作したシミュレータで訓練を行った上で，②穿刺前に上腕静脈の走行と上腕動脈・神経との位置関係をエコーにより十分観察し，③穿刺時に血管短軸横断像を描出し，血管穿刺針とエコービームを直交させ，針の輝度を向上させることで皮下における正確な針先位置を同定し，④血管内に針先が到達後もプローブと穿刺針を交互に僅かに進める操作を繰り返し，血管壁損傷を避けつつ，透析針外筒先端が血管内に十分入るように留置した．その結果，2症例合わせて計51回上腕静脈穿刺を行い，透析針外筒留置成功率100%，動脈誤穿刺0%，神経損傷0%であり，重篤な合併症を認めなかった．結論：返血用皮静脈が荒廃した上腕動脈表在化患者等でも上腕静脈は温存されていることが多く，新たなバスキュラーアクセス確立までの間の一時的アクセスとして，エコーガイド下で反復穿刺し返血路として使用することが可能である．特に，すでに感染症を合併している場合にはダブルルーメンカテーテルを留置するよりも感染治療上有利と考える．

Ultrasound-guided brachial venous cannulation as a novel venous needle site in hemodialysis patients

Tadashi Kamata, Miyuki Ochiai, Keisuke Osaki, Nao Fujisawa, Yuko Kadoya and Masatomo Yashiro
Department of Nephrology, Kyoto City Hospital

Key words : subcutaneously fixed artery, vascular access, repeated cannulation, brachial vein, ultrasound-guided cannulation

〈Abstract〉

Generally, hemodialysis patients with a subcutaneously fixed artery proceed to arteriovenous graft implantation when their superficial veins are exhausted. Inserting a double lumen hemodialysis catheter, however, could be disadvantage in terms of infection control once the graft has failed due to infection. Under real-time ultrasound guidance, we repeatedly cannulated the brachial vein in two patients whose graft failed due to infection and succeeded in avoiding the insertion of a double lumen catheter until the infection was controlled. Tips for ultrasound-guided cannulation are as follows : 1) Locations of the brachial vein, artery and nerve were fully observed in advance. 2) After the brachial vein was visualized on short axis view, the ultrasound probe was slanted and set perpendicular to the hemodialysis needle, which improved visualization of the needle echo,

resulting in precise identification of the needle tip location. 3) After successfully inserting the needle tip into the venous lumen, the probe and the needle were reciprocally advanced little by little in order to avoid injuring the vessel wall. As a result, we performed 51 brachial vein cannulations in these two patients with a 100% cannulation success rate and 0% arterial puncture and nerve injury rates. In conclusion, in patients with a subcutaneously fixed artery and exhausted veins, the brachial vein can be repeatedly cannulated under ultrasound guidance until another vascular access is established, making this route especially useful in cases of infection.

緒 言

動脈を表在化した血液透析患者の返血用皮静脈が荒廃して穿刺困難になるとグラフトへ変更することが一般的であるが、その後グラフト感染による敗血症が疑われるような場合、ダブルルーメンカテーテルの留置は感染治療において不利と考えられる。われわれはこのような場合、感染が沈静化するまでダブルルーメンカテーテル挿入を避け、表在化動脈を脱血側として再使用し、エコーガイド下に上腕深部の末梢静脈である brachial vein（上腕静脈）を反復穿刺して返血側とすることで透析を継続している。エコーガイド上腕静脈穿刺を行い、透析返血路として使用したバスキュラーアクセス困難症の2例について、臨床上的有用性と穿刺における技術的注意点について報告する。

I. 対象と方法

1. 対 象

【症例1】68歳、女性。

近医にて左表在化上腕動脈で血液透析施行されていたが、返血用皮静脈が荒廃し、2009年1月から右前腕のグラフトを使用して通院透析されていた。グラフトが閉塞したとのことで2010年4月16日当院に紹介となった。来院時血圧 84/60 mmHg、見当識障害、両下肢・腰部に疼痛あり。末梢白血球数 $2,900/\mu\text{L}$ 、CRP 32 mg/dL。グラフト付近の皮膚より滲出液を認めた。グラフト感染による敗血症と診断し、カテコラミン投与・グラフト抜去・抗生剤による治療を開始した。入院時の血液とグラフト付近の滲出液から methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* : MSSA（メチシリン感受性黄色ブドウ球菌）が検出され、CT、MRI にて両側腸腰筋・臀部に多発膿瘍を認めた。

【症例2】55歳、男性。

糖尿病性腎症で近医フォロー中、インフルエンザ肺炎を契機に多臓器不全となり、2009年12月当院で血液透析導入した。集中治療により救命されたが、その過程で上肢皮静脈が荒廃したため、左前腕にグラフト

を移植して透析していた。2010年3月2日40℃の発熱、グラフト付近の腫脹の出現とともに血液より methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* : MRSA（メチシリン耐性黄色ブドウ球菌）が検出された。抗生剤治療により症状は消失したが、MRSA 菌血症は持続した。黄色ブドウ球菌菌血症は遷延することがあり、菌血症期間が長いほど合併症の頻度が高まるとの報告^{1,2)}があるため、グラフト抜去を強く勧めるも本人の同意が得られなかった。このため、抗生剤治療を続行していたが、2010年6月8日グラフト閉塞を認めた。

2. 方 法

超音波装置はソノサイト社製ポータブルエコー（iLook25®：重量 1.4 kg、10-5 MHz リニアプローブ付き）を使用した。フィルムドレッシング（パーミロール、日東メディカル社）を約 3.5 cm × 7.5 cm に切ったものでエコープローブの皮膚接触面を覆った後、イソジンで消毒した。エコーゼリーはパーカー社製の滅菌ゼリー（Aquasonic100、20 g/パック）を使用した。穿刺針はクランピングチューブ付きメデিকットカニユーラ（17 G × 38 mm、日本シャーウッド社製）を使用した。穿刺は当科の医師3人のいずれかが行い、プローブの操作は穿刺者自らが行った。

エコーの描出は血管短軸横断面を描出する方法を用いた。まず、駆血した上腕をエコーで十分に観察し、

図1 穿刺針の皮膚刺入部の決め方
エコービーム発生位置はプローブの縁から約 4 mm（iLook25 の場合）の距離があることに注意。

図 2 プローブと穿刺針の動き (症例 1)

破線白矢印は正中神経，矢頭は上腕静脈，*は上腕動脈，実線白矢印は針の像，黒矢印はプローブ・穿刺針の動き。

上腕静脈の走行と上腕動脈・正中神経・尺骨神経との位置関係を把握した上で，安全な刺入経路を決定する。この際，静脈は動脈と異なり，血管壁が薄くプローブによる圧迫で容易に虚脱し，正中・尺骨神経はレンコンの断面のようなエコー像を呈するので鑑別可能である。プローブは中央より下方部分を非利き手で把持する。次に，プローブで圧迫しすぎて血管を虚脱させることのないように注意しながら，血管刺入予定部断面を描出した状態でプローブを皮膚面に垂直に保持する(図 1)。この時，エコー画面上の目盛りから血管の深

さがわかるので，これを D とし，穿刺角度を θ ，皮膚刺入部からプローブまでの距離を L とすると，プローブの辺縁からエコービームの発生部までの距離 (iLook25 の場合約 4 mm) を考慮し， L を決定する。 $\tan \theta = 1.5$ となる角度が基本だが，血管の深さにより適宜調整する。穿刺部位付近の上腕静脈の短軸横断面を描出し，穿刺方向にプローブ走査を繰り返して血管走行方向のイメージを作った後，血管刺入予定部が画面中央の穿刺補助線上にくるようにプローブ位置を最終調整し，プローブの中央部に向けて皮下に刺入する

図 3 針の部位によるエコーパターンの違い
図の左上はエコー画面の模式図。本文中の“針のシャフト”とは図中の長い方の点線部を指す。

(図 2A)．皮下に外筒の先端が入ったところで一旦針を止め、プローブの中央部に針が接するまでプローブを術者側に寄せる．この時、針とエコービームが垂直になるようにプローブを傾けると、針からの反射が最大となって針のエコー輝度が急激に上昇するため、エコー輝度の高い皮下組織においても針を視認し易くなる (図 2B)．針が視認できたら、プローブを針との角度 (90°) を保ったまま針先端に向け移動させ、針先端エコーを画面上に捕らえる (図 2C 白矢印)．この際、針先位置を正確に特定するために以下の点に注意する：ビームが針のシャフト部分を横切っているときは、針の前壁からの反射像である輝点の下方に音響陰影が生ずる (図 3A)．この状態からプローブを針先方向へ走査していくと、輝点は下方に移動していき、画面から消失すると同時に新たな輝点が下方に出現する．この新たな輝点は針の後壁からの反射像であり、音響陰影を伴わない (図 3B)．さらにプローブを針先方向に走査していき、針後壁エコーが消失した点が真の針先であると判断する．上記の点に留意して皮膚刺入部から針先方向にプローブ走査を繰り返し、針先位置に確信が持てたら、エコー画面を見ながら目標血管方向へ針を僅かに進める．続いて再びプローブと針との角度 (90°) を保ったまま走査して、新たな針先位置の確認を行う．以上のような“僅かに針を進めては針先位置を確認する”操作を繰り返して、予定していた血管刺入部の血管前壁まで針先を進めた後 (図 2D)．血管後壁を損傷しないように慎重に血管前壁に針先を押しつける (図 2E)．この時、針による圧迫によって血管の前壁・後壁が接触するようなら、無理をせず、針を少し寝かせてから再度血管内刺入を試みる．針先を血管前壁に押しつけた後、穿刺方向にプローブを走査して

血管内に針先のエコーが確認できたら (図 2F)．血管内に針先が刺入したと判断する．次に針を寝かせ、針先のエコーが消えるまでプローブを穿刺方向に移動させる (図 2G)．再び針を進め、血管内に針先のエコーが現れたら針を止め、血管壁を傷つけないようにする (図 2H)．針をさらに寝かせながら針先のエコーが消えるまでプローブを皮膚と垂直にしながら先送りする (図 2I)．続いて針先のエコーが現れるまで針を進める (図 2J)．血管内に刺入後は、図 2F～J のような“プローブが先行して針が追いつく”操作を繰り返し、血管壁に針先が触れないように血管正中前壁寄りの血管内腔を少しずつ進むように注意しながら、外筒先端が確実に血管内に入ったと思われるところまで針を進める．この後、プローブを置き、内筒をしっかりと固定し、外筒を十分奥まで血管内へ送り込んでから (図 2K)．内筒を抜去する．他の注意点として、皮膚の弾性が低下している患者の場合、われわれはプローブを持つ手の第 3・4 指で皮膚を中枢側へ牽引することで、皮膚刺入時に皮膚と上腕静脈の位置関係がずれることを防いでいるが、助手に皮膚を牽引してもらってもよい．

上腕静脈は血液透析の返血側として用い、脱血側は、症例 1 では表在化上腕動脈を、症例 2 では大腿静脈を使用した．穿刺回数は、一回の透析につき、上腕静脈を穿刺するために透析針を皮膚に刺入した回数と定義した．透析終了後は通常のシャント返血部に対する当院の標準的止血法である 5～10 分の用手圧迫を行った．

II. 結 果

症例 1 では右上腕グラフトを摘出し、ダブルルーメンカテーテルを留置して透析を行っていたが、循環動態が安定した後に抜去した．その後、感染が沈静化するまで、以前使用されていた表在化左上腕動脈から脱血し、返血側としてエコーガイド左上腕静脈穿刺を透析ごとに行った．敗血症・腸腰筋膿瘍が改善後、新たなバスキュラアクセス作製目的で他院に転院したが、それまでの約 2 か月間に計 29 回上腕静脈を穿刺し、全て透析針外筒留置に成功した．動脈穿刺や神経損傷はなかった．複数回の穿刺が必要であったのは 1 回のみであった．1 回のみ透析開始後静脈圧上昇と穿刺部位の腫脹を認め、大腿静脈に返血したが上腕静脈の狭窄・閉塞や上肢の神経症状を認めず、次の透析では問題なかった．抜針後の止血困難や血腫形成は一度も認めなかった．

症例2ではグラフト閉塞時、表在化動脈がなかったため、透析ごとにエコーガイド下で右大腿静脈と右上腕静脈を穿刺し、各々脱血側・返血側として透析を継続した。2010年6月23日、患者からグラフト抜去の同意がようやく得られたためグラフトを抜去し、MRSA菌血症は消失した。7月23日、下腿深部静脈血栓による肺塞栓症を発症し、血管確保も兼ねてダブルルーメンカテーテルを挿入したが、MSSA菌血症となったため、カテーテルを抜去しエコーガイド下反復穿刺を再開した。抗凝固療法・抗生剤にて肺塞栓症状・菌血症消失後、新たなバスキュラーアクセス作製目的で他院に転院となったが、それまでの約2か月間、計22回上腕静脈を穿刺し、全て外筒針留置に成功し、動脈穿刺や血腫形成、神経損傷、静脈圧上昇、上腕静脈狭窄・閉塞等の問題は認めなかった。穿刺は全て1回目の試みで成功した。抜針後の止血困難や血腫形成は一度も認めなかった。

Ⅲ. 考 察

近年、透析人口の高齢化や糖尿病患者の増加によりバスキュラーアクセス確立困難な症例が増加している。われわれの症例のように、バスキュラーアクセス不全は敗血症などの感染症に伴って起こることも多い。グラフト関連の敗血症の死亡率は11~17%³⁾、二次性腸腰筋膿瘍の死亡率は19%⁴⁾と報告されているが、カテーテル関連血流感染症の死亡率は33%にも達するとされている⁵⁾。従って、感染症を契機にバスキュラーアクセス不全を起こした場合、ダブルルーメンカテーテルの新規留置は感染治療上さらに不利な状況を作り出しているとも考えられる。今回報告した2例ともにグラフト感染に伴う菌血症を発症していたが、治療により菌血症は軽快した。上腕静脈の反復穿刺によって、ダブルルーメンカテーテル長期留置を回避したことが感染治療の成功に寄与した可能性がある。

上腕静脈は上腕の皮下深く上腕動脈に伴走し、正中神経の近傍に位置しているため、通常穿刺されることがない。このため、上肢の皮静脈が治療行為により荒廃している症例でも温存されていることが多い。われわれの2症例も尺側皮静脈、橈側皮静脈ともに穿刺に耐えられない状態であったが、上腕静脈はいずれも直径3mm以上であった。エコーを用いずに触診で上腕静脈を穿刺してカテーテル挿入を試み、穿刺成功率72%、上腕動脈誤穿刺率12%という報告がある⁶⁾。これに対しエコーガイド下で穿刺したわれわれの2症例

図4 当科で自作したシミュレータ
模擬血管として、内腔を水で満たした駆血帯を使用している。

では、術者3人で計51回の穿刺を行い、透析針留置成功率100%、上腕動脈誤穿刺や神経損傷は0%、複数穿刺は1回のみと、穿刺の確実性・安全性も高かった。われわれは以前、感染ハイリスク患者の大腿静脈をエコーガイド下に反復穿刺して脱血側とする方法の有用性を報告しており⁷⁾、エコーガイド下に中心静脈を反復穿刺して返血路とすることも可能である。しかし、上腕静脈は中心静脈より皮下浅く位置するため、エコーガイド下穿刺のコツを習得すれば穿刺は確実であり、表在化動脈と同側の上腕静脈を穿刺すれば透析中に患者に強いる安静度も少なくすむ。内頸静脈穿刺にくらべ患者に与える恐怖心も少なく、大腿静脈穿刺のように患者に羞恥心を抱かせる心配もない。

本法の注意点として、上腕静脈は血管壁が脆弱なため血管壁を傷つけてしまうと、たとえ透析外筒針の留置に成功しても透析開始後に返血部周囲に血腫を形成してしまうことが起こりうる。あるいは、十分に手技を習得せずに穿刺すると、近傍の上腕動脈や正中神経を損傷する恐れもある。このため正確な穿刺技術が要求されるが、末梢血管に対するエコーガイド下穿刺の具体的手技を本論文ほど詳述した文献はわれわれの知る限りない。エコーガイド下中心静脈穿刺法についてはすでに解説書がいくつか出版されているが、針を細かく揺らすことによって生じる周囲組織の画面上の動きから間接的に針先位置を推定する方法や、血液の逆流によって血管内への穿刺針の到達を判断する方法が紹介されていることが多い。ところがこれらを上腕静脈穿刺に応用すると、前者の方法では伴走する動脈・神経を避けて直径3~4mmの静脈に安全に刺入する精度は期待できず、後者の方法では高率に血管後壁を損傷する。われわれの実践している穿刺法は、エコー

画像情報から丁寧に針先位置を特定するため、一旦習得した場合の穿刺精度は高い。われわれは安価で再利用可能なシミュレータ⁸⁾を自作し、術者は実際に患者を穿刺する前に、アニメーションやビデオを駆使したレクチャーによって手技の理論を学習した上で、統一した穿刺法に基づいて十分なシミュレーションを行っている(図4)。また、穿刺に問題がなくても、透析中に透析針先端が抜けて血管外に出てしまった場合、筋膜下に血腫ができてコンパートメント症候群をひき起こす可能性がある。これを予防するためには、長めの透析針を使用し外筒部を十分奥までカニューレーションすること、外筒と皮膚との固定を強固にすること、透析回路静脈圧警報点の上限を低めに設定することが重要と思われる。

上腕深部の上腕静脈はグラフトを移植する際に重要な静脈となるため、われわれはエコーガイド上腕静脈穿刺を新たなバスキュラーアクセスが確立するまでの一時的な返血路として使用しているが、心不全等のためグラフト移植をどうしても避けたいようなケースでは長期的な使用も考えられる。単純に上腕静脈を血液透析の返血に用いた報告は、PubMed等のデータベースで検索した限りでは見あたらなかったが、上肢の皮静脈が荒廃した症例の上腕静脈を表在化したシャントは以前より報告がある⁹⁻¹¹⁾。これらの一次開存率は概ね1年で70%台とするものが多いため、上腕静脈をバスキュラーアクセスとして長期的に反復穿刺すること自体の問題は少ないと考えられる。グラフトと遜色ない開存率を持ち、グラフトより感染を起こしにくいという利点を持ちながら上腕静脈表在化シャントが普及しない理由として、以下があげられる：①手術創が大きく深部に及ぶため、術後のリンパ液瘻による創傷治療遅延が多く、穿刺可能となるまで時間がかかること、②穿刺可能部が限定され、穿刺困難のことも多く、上腕静脈のみで脱血・返血できないため、上腕動脈を同時に表在化せざるを得ないことが多いこと^{9,12)}。この点、エコーガイドで穿刺を行えば穿刺困難は極めて少ない。また、シャントの狭窄・閉塞の原因として穿刺による血管壁の損傷以外に、内圧上昇に伴う静脈の蛇行・屈曲¹³⁾、動静脈吻合部に発生する血行動態的ストレスや、手術時の剥離・伸展による静脈損傷¹⁴⁾が想定されており、シャント化しない深部末梢静脈は返血路として、より長期に亘って狭窄・閉塞しにくいことも期待される。一方、動脈表在化はわが国固有のバスキュラーアクセスであり、透析患者の2~3%に使用されている。表在化動脈は作製3年後でも76.5~92.6%が使用可能と報告されているが¹⁵⁾、アクセスとして使

用できなくなった理由の50%が返血静脈確保困難であったとの報告もあり¹⁶⁾、返血用の静脈の確保は重大な問題である。以上から、表在化動脈で透析中の患者の返血用皮静脈が荒廃して穿刺困難となったがグラフトや長期留置型ダブルルーメンカテーテルの留置が不可能な場合、“表在化動脈から脱血し、エコーガイド下で上腕静脈か上腕尺側皮静脈を穿刺して返血する”方法は、長期透析アクセスとしての選択肢となり得る可能性も考えられる。今後症例を蓄積し検討課題としたい。

結 語

1. バスキュラーアクセス困難症を呈した2例に対し、新たなバスキュラーアクセス確立までの間の一時的アクセスとして、エコーガイド下で上腕静脈を反復穿刺し返血路として使用した。穿刺に伴う重篤な合併症は認めなかった。
2. 2例ともにグラフト感染による菌血症を呈していたが、治療により軽快した。上腕静脈反復穿刺によりダブルルーメンカテーテル長期留置を回避できたことが、感染治療の成功に寄与した可能性が示唆された。
3. 超音波の特性を生かした手法に基づいてシミュレーションを十分に行えば、リアルタイムエコーガイドにより、安全で精度の高い上腕静脈穿刺が可能であるが、手技に習熟しないとコンパートメント症候群・神経損傷等の重大な合併症を起こしうることを理解した上で施行する必要がある。

文献

- 1) Khatib R, Johnson LB, Fakih MG, Riederer K, Khosrovaneh A, Shamse Tabriz M, Sharma M, Saeed S : Persistence in Staphylococcus aureus bacteremia : incidence, characteristics of patients and outcome. Scand J Infect Dis 38 : 7-14, 2006
- 2) Khatib R, Johnson LB, Sharma M, Fakih MG, Ganga R, Riederer K : Persistent Staphylococcus aureus bacteremia : incidence and outcome trends over time. Scand J Infect Dis 41 : 4-9, 2009
- 3) 副島一晃, 渡邊紳一郎, 町田二郎, 白井純宏, 岩下仁, 原 一正, 町田建治, 副島秀久 : 敗血症化したグラフト感染症例の治療成績。腎と透析 61 (別冊 アクセス 2006) : 50-55, 2006
- 4) Qureshi NH, O'Brien DP, Allcutt DA : Psoas abscess secondary to discitis : a case report of conservative management. J Spinal Disord 13 : 73-76, 2000
- 5) Garnacho-MJ, Aldabó-PT, Palomar-MM, Vallés J, Almirante B, Garcés R, Grill F, Pujol M, Arenas-GC, Mesalles E, Escoreca-OA, de Cueto M, Ortiz-LC :

- Risk factors and prognosis of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients : a multicenter study. *Intensive Care Med* 34 : 2185-2193, 2008
- 6) Saissy JM, Drissi-Kamili N, Berdouz S, Atmani M, Dimou M : Percutaneous catheterization of the deep brachial vein. *Ann Fr Anesth Reanim* 4 : 316-317, 1985
- 7) 藤澤奈央, 鎌田 正, 門屋佑子, 瀬川裕佳, 八城正知 : 透析毎に超音波ガイド下大腿静脈穿刺を行いカテーテル関連感染症を回避し得た 2 例. *透析会誌* 43(Suppl 1) : 394, 2010
- 8) Gibson RN, Gibson KI : A home-made phantom for learning ultrasound-guided invasive techniques. *Australas Radiol* 39 : 356-357, 1995
- 9) 右田 敦, 副島一晃, 富田英里, 田尻さえ子, 町田健治, 白井純宏, 渡邊紳一郎, 町田二郎, 副島秀久 : 上腕動静脈表在化内シャントの検討. *透析会誌* 37 : 303-306, 2004
- 10) 平山貴博, 吉田一成, 土田繭美, 石井大輔, 田畑健一, 田岡佳憲, 青 輝昭, 馬場志郎 : 腕の深部静脈を表在化した動静脈内シャント術の検討. *腎と透析* 61 (別冊 アクセス 2006) : 38-40, 2006
- 11) Greenberg JI, May S, Suliman A, Angle N : The brachial artery-brachial vein fistula : expanding the possibilities for autogenous fistulae. *J Vasc Surg* 48 : 1245-1250, 2008
- 12) 佐々木司, 東 伸宣, 田中広章 : 上腕部動静脈表在化内シャント 26 例の検討. *腎と透析* 42 (別冊 腎不全外科 '97) : 73-74, 1997
- 13) 太田和夫 : さらばシャントラ. p29, 東京医学社, 東京, 2004
- 14) Roy-Chaudhury P, Sukhatme VP, Cheung AK : Hemodialysis vascular access dysfunction : a cellular and molecular viewpoint. *J Am Soc Nephrol* 17 : 1112-1127, 2006
- 15) 日本透析医学会 : 慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン. *透析会誌* 38 : 1491-1551, 2005
- 16) 平中俊行, 北山佳弘, 中村清昭 : 上腕動脈表在化症例の臨床的検討. *腎と透析* 42 (別冊 腎不全外科 '97) : 71-72, 1997