

Fine suture

—小さなシャントを作る—

小口健一 浅野 学

池上総合病院腎臓医療センター

key words : バスキュラーアクセス, AVF, 内シャント, 吻合径, 術式

要 旨

自己血管使用皮下動静脈瘻 (AVF) を可及的に縮小して作成する試みを行ってきた。その手術成績、手術器具の開発、手術実技ならびに課題について詳述する。術式の肝要は動静脈吻合径を 3 mm まで縮小し、吻合の精度を上げる (fine suture) ことにある。具体的には 13 の手順にのって作業を進めるが、強調すべきポイントは、①皮膚切開の位置、②動脈・静脈の遊離長、③動脈・静脈の切開部位、④3 mm の切開径、⑤1 mm あたり 3 針の運針、⑥背側枝の結紮 (離断)、の 6 項である。この術式によってシャント血流量が適正に保全され、過剰血流によって生じる多くの合併症の抑止につながることを期待したい。

はじめに

透析用シャントは停止することなく常に血液循環を維持している。その不条理は承知していても、AVF がベストなバスキュラーアクセス (VA) として広く普及している以上、誰もこれに異を唱えることはできない。しかし高々 200 ml 程度の血流しか有効に利用しないのであるから、その倍のシャント循環もあれば本来その役割としては十分なのであろう。では流量 400 ml の AVF を意図的に作製できるのか？ 論じるまでもない。そもそも対象は一人ひとりが異なった個体であるのだし、血流を規定する複数の因子はすべて

変数である。さらにシャントは「成長」するものであるから、作製時に調整した流量を将来にわたって固定できるものでもない。ならばせめてもう少し合理的に対応できないか、現実的な手立てを示すことができな

いだろうかと考えてきた。我が国の平均的な血液流量設定は欧米よりも著しく低く、アメリカに比べればその半分にも満たない¹⁾。身体も小さいうえに高齢の患者も多い、理由は様々あるにせよそれもまた動かせぬ現状である。では AVF もそれなりの低出力に配慮されてきたのだろうか？ その一つの提案が吻合径を 3 mm にとどめる radio-cephalic AVF である。小さなシャントを作ることは決して曲芸の類ではない。実地臨床でその正当性を十分に示せたならば、ひとつの手法として広く受け入れてもらえるに違いない。

1 ロードマップを振り返って

約 10 年前、minimum invasive surgery の動きが各分野で成熟期を迎えていたころ、自身も手術になにか工夫が施せないだろうかと思いを巡らせていた。シャントといえども傷は目立たぬほうがよい。まして腹部の傷跡とは異なって、それは人目につく場所にある。そこで皮膚切創を小さく収める努力を続けてみた。すべての症例にというわけにはいかなかったが、1 cm 程度の切開で行っても手術の目的は達成できることを実感した。この考えを 2008 年に「より小さな創で行

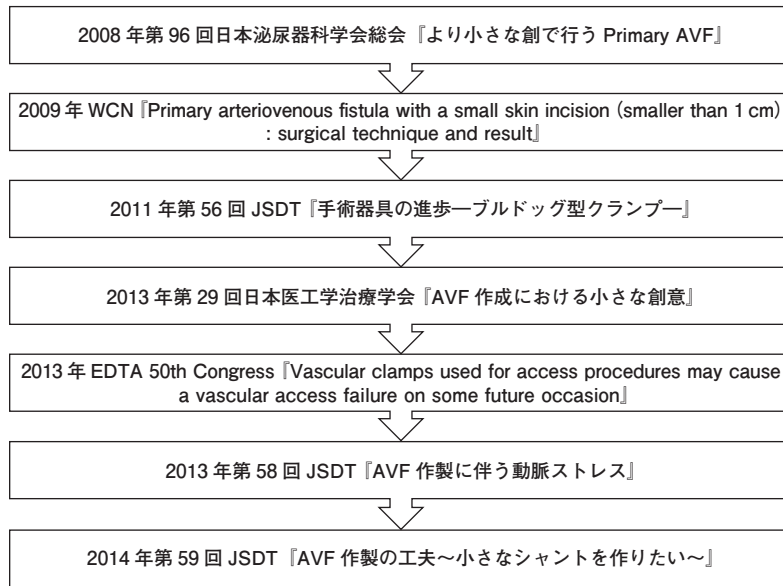


図 1 ロードマップ (2008～2014 年)

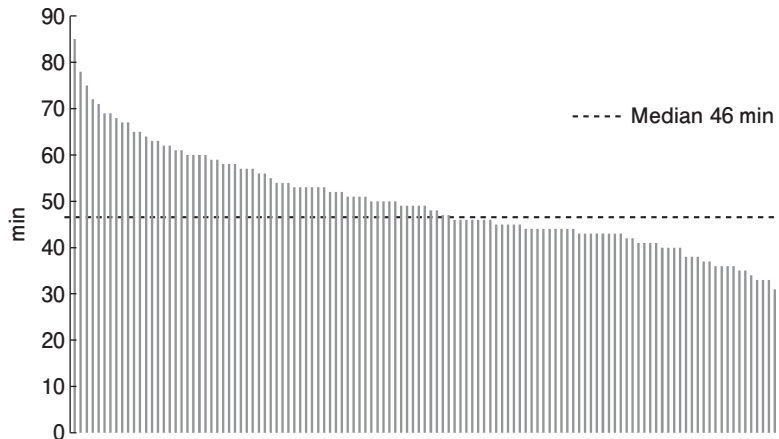


図 2 100 例の手術時間

う Primary AVF』として披露したことが、その後の展開の契機となった (図 1)。翌年には初期の 100 例の手術成績を欧州で報告し、このような試みは海外でも例がないことを知った。そこに示した成績は手関節近傍の橈骨動脈と橈側皮静脈を用いた初回 AVF 作製として行った結果で、皮膚切開を 1 cm にとどめ、吻合径を 3 mm (一部は 4 mm) としたものである。手術時間の中間値は 46 分であり (図 2)、切開創の大きさは手術時間に大きく影響しないとの印象を持った。また長期成績については 1 次開存率 12 カ月 83.6%、36 カ月 63.9%、2 次開存率はそれぞれ 87.2%、71.8% であった (図 3)。今にして思えば胸を張れるような成績とはとても言い難いが、対象の平均年齢が 70 歳代であったこと、従来の手術器具を用いていたことを考慮すれば、初期成績としてまずまず妥当なもの

であった。

皮膚切開を縮小することに慣れると血管吻合も徐々に小さくまとめるようになった。すると今度は既製の手術器具に不満を感じ始め、理想的な道具を作りたいという要求が強くなってきた。その具現化の一つが、世界のどこにもなかった VA 手術専用のバスキュラークランプ、テクノクランプ® (高砂医科工業株式会社) である。既製のクランプはどれも大きすぎて、また前腕の動静脈に用いるには強すぎるものばかりだった。中には動脈・静脈の用途別に圧を設定した製品もあったが、我々は手に入るものすべてを実測定して、いずれも必要十分な圧をはるかに凌駕する設定がこれらに施されていることを知った。

そこで理想とするクランプを一から作り上げることを決意したのである。求めた条件は以下の三つであっ

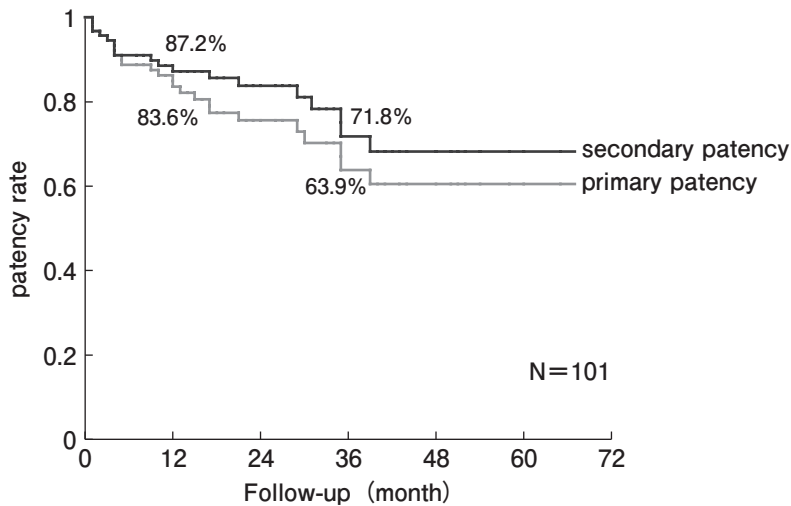


図3 1次ならびに2次開存率

た.

- ① 機能長 (jaw) を損なうことなく、本体のサイズを極限までコンパクトにすること。
- ② 大幅にバネ圧を下げてかつ安全に阻血が可能となる圧を、動脈中枢用 (強), 動脈末梢用 (中), 静脈用 (弱) の使用目的に合わせて派生させること。
- ③ バネの耐久性を強化して疲労による圧の低下を防止すること。

4年の歳月を経てまったく新しいクランプが完成した。デザインはつまみ部分 (第1取付高さ) を6mmに短縮し、本体からの膨らみを抑えることで吻合糸の引っ掛かりを抑止した。さらに機能長を保持したまま全長を25mmまで短縮した (図4)。耐久性は両端のバネの巻き数 (座巻総数) を従来の倍にして補強した。さらに新たな試みとしてバネ圧の変化を、コイル内径や有効巻き数を変えずに、バネ線径の変更によって実現した (図5)。これらの工夫は結果的に耐久性の向上にも大きく貢献した。バネ圧は慎重なシミュレーションを行って、それぞれ173.5g, 127.0g, 75.5gに決定した。この内容は、2011年に、第56回日本透析医学会学術大会で「手術器具の進歩—ブルドッグ型クランプ—」として報告した。専用の手術器具の開発はその後も続けているが、道具へのこだわりを強くすると手術の普遍化の妨げになりかねないことも承知している。

クランプによって生じる血管ダメージは、ブタの頸動静脈を用いた組織検証や、トランジットタイム法を用いた術中血流モニタリングを行って多面的に検証を

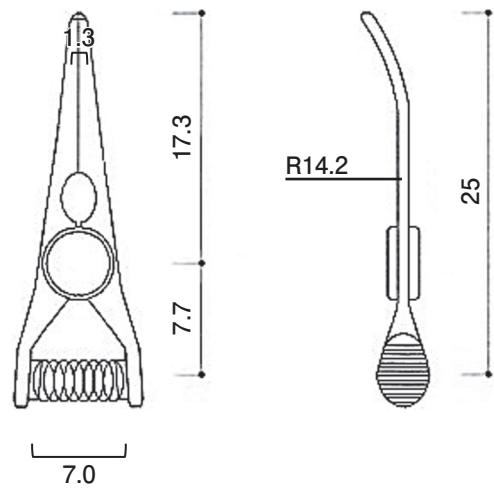


図4 テクノクランプ設計図面

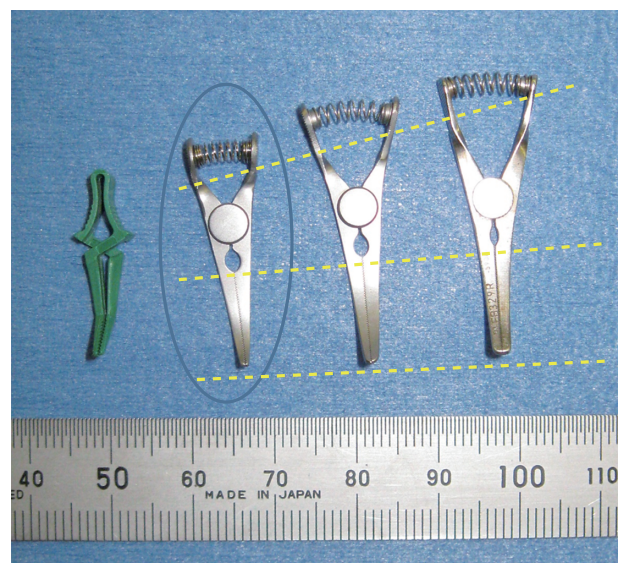


図5 テクノクランプと従来のブルドッグクランプ
 囲みをつけたものがテクノクランプ。右2つの既製品と比べてjawの長さがほとんど変わらない。またバネの構造の差異が明らかである。

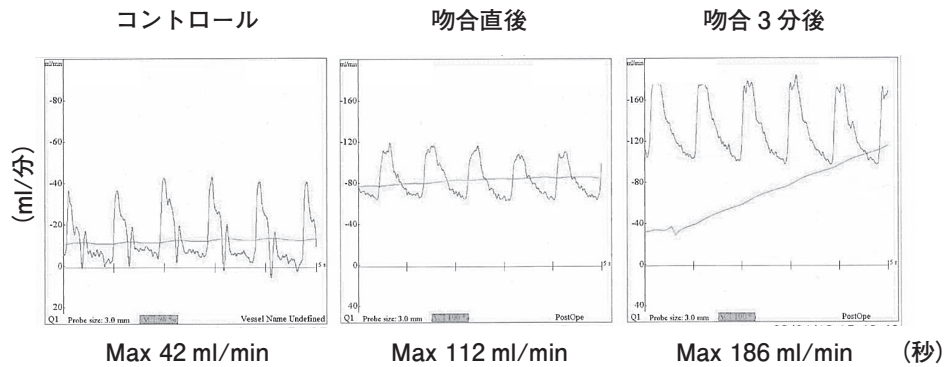


図6 術中の血流モニタリング

3 mm で動静脈吻合を行った際に橈骨動脈の血流をトランジットタイム法によって計測した。吻合前 42 ml/分がわずか3分後には 186 ml/分まで上昇している。(文献2より転用)

続け²⁾、2013年に国内外でその成果を発表した。そのさなか、偶然にも橈骨動脈の血流は吻合直後から増加し、3 mmの吻合径で作製した場合でもたちまち3倍にも跳ね上がることがわかった(図6)。この事実は、自身の仮説「3 mmの吻合径でも透析に不足のない血流が得られる」を支える大きな証拠となった。2014年、第59回日本透析医学会学術大会では原点回帰して、「AVF作製の工夫～小さなシャントを作りたい～」という表題で手術そのものの内容を具体的に公開した。吻合径を縮小するならば血管内の空間を最大限有効に形成しなければならない。そのためには極力縫いしろをとらずに薄く密に縫う、目指すの是一本の線形の縫合‘fine suture’である。先の講演では動画を用いたが、本稿ではそれに代えて詳細な手術手順を書き記したい。

2 執刀にあたって

AVF作製は肉眼で(macroscopically)実施することが十分可能な手術である。肉眼とは拡大鏡(ルーペ)や顕微鏡を用いずに行うことを意味している。microsurgeryではないと表現したほうが適切かもしれない。拡大視に用いるデバイスの使用には慣れが必要である。しかしこの手術はもっと普遍的に行われるものであるから、特殊な環境や備品を要さずに実施可能であることはとても重要なことであると思う。

次に、誰が手術を行うのか？ 素性がなんであれ、透析医療に精通した術者がこの任に当たるのが望ましいと思う。使う身になって作る、つまりいつから使用をはじめめるのか、血流はどのくらい必要なのか、どこに針を置くのか、実際にそのイメージを頭に描きな

がら設計図を完成するのである。最後にこれは常に自分への戒めでもあるが、術者は自身の仕事の結果に責任を持ち続けたい。作製したAVFが最終的な評価を受けるのは手術からずっと後のことである。手術は独立したイベントではなく、そこに至る前から最後の透析を終えるまで綿々と続く‘治療史’のワンシーンにすぎない。作者はその作品の行く末に関心を持つべきだし、不測の転帰に至ったさいには再建に最大限の努力を傾注すべきである。

3 実技

手関節に近い前腕で作成するradiocephalic AVFについて以下に手順を述べる。まずベストなフォーカスが得られるよう照明を設定する。無影灯は光を強くするほど視認性が向上するわけではない。あえて少し照度を落とすとハレーションが少なく立体感を把握しやすいこともある。次に距離の調整を行う。やや前かがみの姿勢を維持したままで吻合部に視点が一致するように着座の位置を固定する。

1. 皮膚は背側枝の分枝レベルで動脈直上から1 cm横切開する。

背側枝の分枝部は静脈径が緩やかに広がっていて吻合に好ましい。またこのポイントを選ぶのは後に述べる背側枝の処理を必須としているからでもある。

局所麻酔には26Gの短針を用いている。動脈の直上から直角に1 cmの横切開を加える(図7)。静脈の上まで切開をのばす必要はない。たとえ動静脈が離れていても、静脈は可動性が高いために1カ所把持してしまえば以後の剥離は容易なのである。



図7 皮膚切開線

橈骨動脈の走行上から橈側静脈背側枝分枝点に向けて直角に1 cm 切開。

一方、動脈の剥離操作は直上にスペースを必要とする。それ故に皮膚切開は動脈に配慮して偏っている。ほとんどの症例が1 cm でこと足りてはいるが、稀に男性で皮下組織がとても固く展開の悪い症例がある。また逆に高齢の女性に見られるのだが、皮膚ならびに皮下組織が紙のように菲薄で牽引すると裂けてしまう例もある。こうした場合には無理をせず少しだけ切開を拡大することは言うまでもない。

2. 動静脈の乖離に合わせて静脈の遊離長を決める。

移動の自由度が高いのは静脈であるから、吻合はなるべく動脈側に寄せて行いたい。動静脈が離れて走行していたならばその分静脈を長く剥離しておく必要がある。背側枝も合わせて剥離して結紮のできる状態にしておく (図8)。

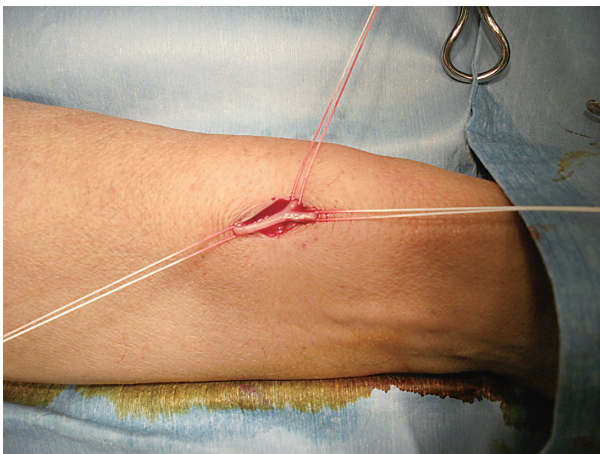


図8 静脈剥離

背側枝も十分な余裕をもって剥離しておく。

3. 血管の細枝は結紮によって処理する。

この手術には電気凝固を使用しない。それには明確な理由がある。なにより確実に止血を行いたいからである。吻合の後には術野全体に血流が著しく増加するので、不完全な凝固点から後出血するリスクがある。どんな細枝であってもいねいに結紮処理しておきたい。また術野が狭いゆえに高電流によって不用意なアクシデントを招く恐れがある。皮膚火傷や神経反射などである。

4. 動脈剥離にさいしては極力伴走静脈に触れない。

この手術で出血が生じるとするならば、

- ① 鉤で皮下組織を牽引する際に細枝を損傷する
- ② 動脈の剥離に際して伴走静脈を損傷する
- ③ 吻合部そのものからリークする

の三つの状況があげられる。この中で防ぐことができないものは①のみである。③についてはそれが噴出するような出血ならば、吻合がかなり不正確であることを大いに恥じ入るべきであろう。

最も注意を喚起したいのは②のケースである。結論から言えば「安全のために伴走静脈には触れない」ことである。これらの静脈はきわめて脆弱で、鑷子でつまむ程度の負荷でも容易に破たんすることがある。橈骨動脈をまたぐようなその分枝は結紮処理せざるをえないが、あとは一瞥もせずこれを周囲の組織とともに落としてしまうのである。伴走静脈は動脈に密に接しているように見えるが、その間には必ず被膜が存在する。動脈の直上12時を剥離のラインに決めて、動脈壁の独特のぬめりが見てとれるまで、すなわち外膜の直上まで剥離したならば、その層を保持しつつ切開を長軸に伸ばしていけばよい。いつの間にか静脈が視野にないことに気づくはずである。動脈は圧縮したバネのように鞘に収まっているので、正確な層で被膜が切開されたならば、はじき出されるようにその姿を見せる。

5. 動静脈の合流角度が鋭角になるよう、動静脈の切開部位を慎重に決定する。

手術を成功させるための重要なポイントの一つである。静脈の吻合部位には、原則的に、背側枝分枝の三角形を利用することは述べた。動脈の切開部位をそこに合わせるように動脈剥離の範囲を調整する。吻合部

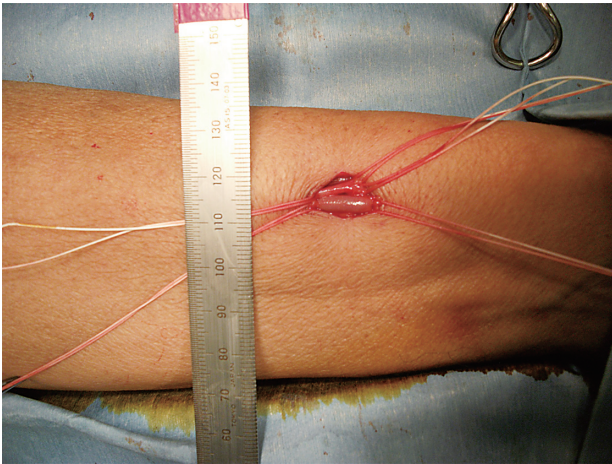


図9 動静脈吻合直前
パラレルなイメージを作り上げる。

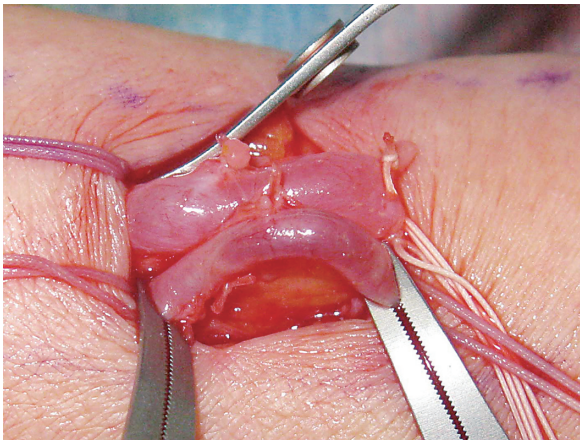


図10 動静脈吻合直前

本症例では動静脈走行の乖離が見られたため動脈も通例以上剥離した。緊張緩和のためすでに静脈背側枝は切断している。動脈（手前）の緩やかなアーチの頂点を吻合部位に供する。

近位の2本の血管が緩やかに1本化するようなイメージが望ましい（図9）。決して動脈にキックを生じさせてはならない（図10）。吻合の後ではこれを修正することができない。キックは静脈の剥離が十分でないとき、また逆に剥離が行き過ぎたときに生じやすい。

6. 切開径は動脈・静脈とも3mmとする。

過剰に剥離した場合を除いて、動脈は吻合後に元の位置に戻ろうとする。吻合部につられて静脈全体も動脈側にロールするから（図11）、静脈の吻合部は12時からわずかに動脈側にずらして切開する。血管壁は尖刃を上に向けて、ためらいなく3mm切開する。割を入れた後に眼科用剪刃で切開を延長すると切開線が歪むので避けたい。

静脈にはわずかなねじれも生じさせたくない。吻合

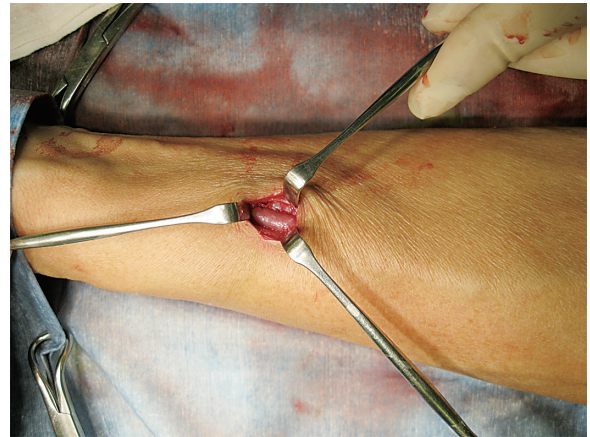


図11 吻合終了後

皮膚切開は1cmに満たない。吻合径は3mmで作製した。血流再開後から静脈は著しく拡張し、吻合部は動脈側にロールして正面からは認めづらい。この症例の上腕動脈流量は50ml/分から1年後700ml/分まで増加した。

部で静脈にねじれが発生すると、吻合部のちょうど出口のあたりにそれがまとめて現れる。ねじれた箇所は拡張が悪くなり血流のスムーズな流出を妨げる。これも後の修正が効かない。

7. カテーテルによって静脈中枢の開存を評価する。

生理食塩液をシリンジでフラッシュしただけでは橈側皮静脈の開存は証明できない。正中皮静脈が閉塞していてもその末梢に深部と交通する静脈枝があれば、注入した水流は滞りなく流出することがある。

3Fのフォガティーカテーテルを上腕まで進め、バルーンを軽く膨らませて（0.18ml）、ゆっくりと引き抜いてくる。抵抗があれば無理をせずバルーン容量を調節して通過させる。この操作の目的は静脈拡張にあるのではなく、あくまでも開存の確認と潜在的な狭窄部位の有無を把握することにある。

8. 橈骨動脈末梢からの環流を確認する。

静脈に流入する動脈血は順行性とは限らない。尺骨動脈から手掌動脈を経て、すなわち逆行性の流入は少なからず存在する。エコー所見や血管造影でそれが生じていることにはしばしば気づかされる。この流れが顕著になればスティール症候群として認識されるのであるが、ほとんどのケースでそこまでには至らぬ程度にとどまっている。

万が一橈骨動脈の中枢にスパズムや血栓が生じたときに、末梢からの環流はシャント血流を保全するバツ

クアップとなるため、必ずその有無を確認しておきたい。クランプを一瞬緩めて血流の吹き出しがあるならば、あるいは18Gの留置針外套を挿入して力強く血液がシリンジを満たしてくるようなら、十分な予備血流が保全されている。

9. 血管吻合の運針は1mmあたり3針を目安にする。

吻合は7-0プロリンを使う。持針器はMathiewではなく短いHegarを用いている。これは術者の好みによる。運針の間隔は1mmあたりに3から4針、片面につき12針を目安にしている(図12)。

これをかなえるためには、一片1mmの正方形の四隅とその中間点、そして正方形の中心の、合わせて9点に運針できる精度が求められる(図13)。3mmの縫いしろは一度頭の中で6mmに拡大し、その辺縁は小さな正方形のピースが連なったものに再構築して、それぞれのピースの中心に運針するのである。このイ

メージは微分と積分の関係に似ている。

正確な運針のためにはいくつかのコツがある。針は持針器の先端に直角に固定し、少し短めに把持する。持針器は柄の中ほどを持ち、持ち手を患肢の上に添える(図14)。全体を固定したうえであとは手首の回転だけで針先を動かす。さらに微小な調節には鑷子の背で血管壁を針の軌道以上に誘導すればほとんどブレは生じない。

後壁の吻合にさいしては外反に注意が必要である。裏側から両血管壁のスリットに度々鉗子を挿入して内腔側に血管壁を翻転させ、正確な断面を露出させる。逆に前壁の吻合にさいしては内反に注意を払う。両端

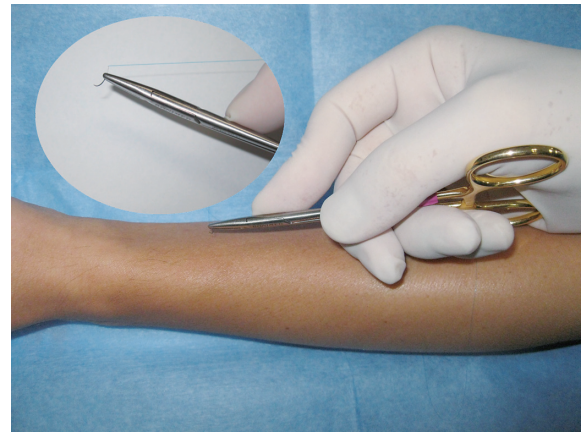


図14 持針器の取り扱い

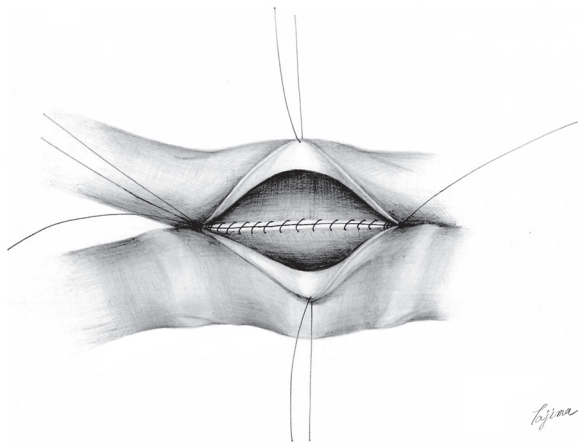


図12 後壁吻合のイメージ

3mmに12針程度の運針を行う。エッジに近づくにつれて密にする。

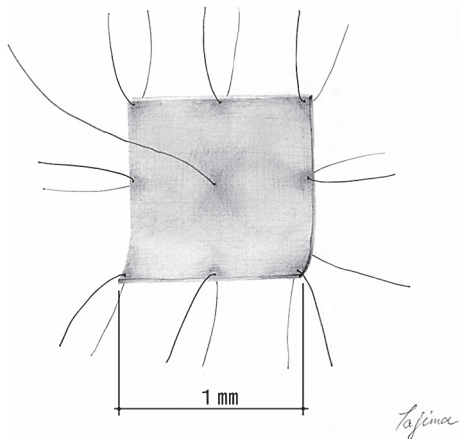


図13 Fine suture イメージ

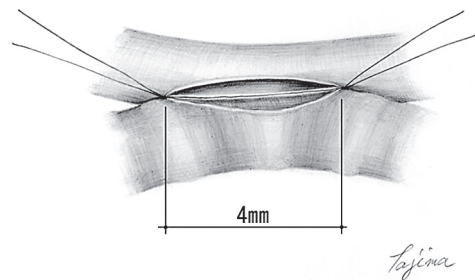
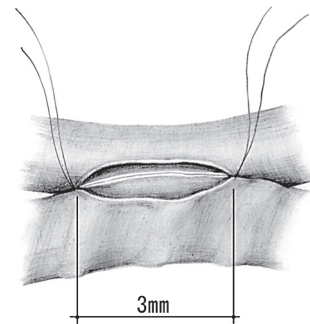


図15 前壁吻合のイメージ
牽引によって縫いしろを拡げる。

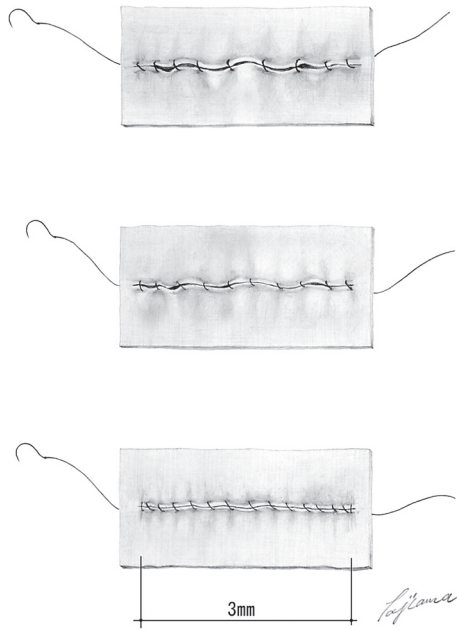


図16 Fine suture イメージ
運針を密にするほど吻合ラインはリニアに近づいていく。

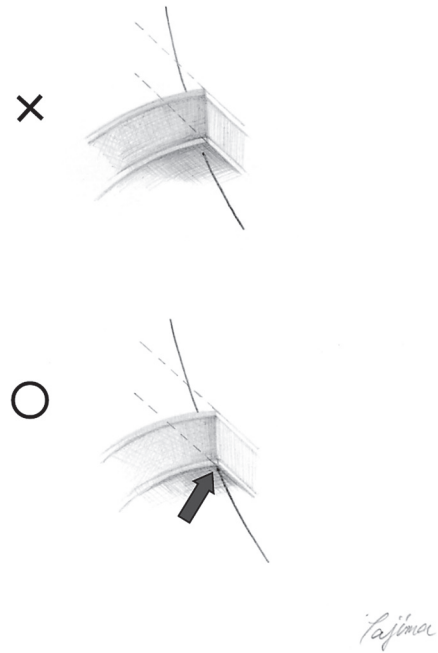


図17 Fine suture イメージ
針のラインは内腔面に余剰を残さないようにエッジに導く。

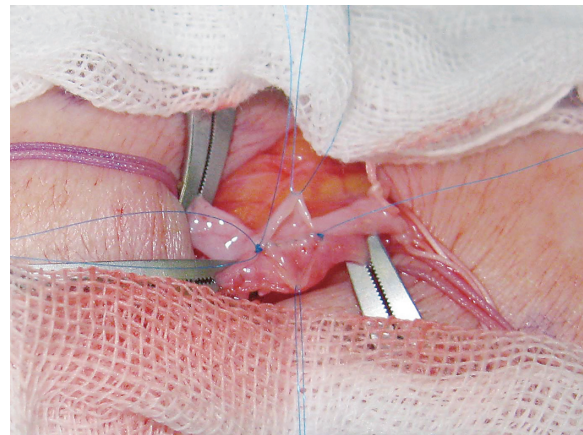


図18 結紮によって生じる目の高さ
後壁吻合終了時、4回結紮（末梢側・右）と8回結紮（中枢側・左）、7-0プロリンとはいえ結びを重ねると目に高さが生じる。縫い上げてきた糸をこれと結紮すると、吻合部のエッジがしっかり締め上げられずにリークを生じる恐れがある。

においたアンカーを牽引することによって血管壁を伸展させ、適度に緊張をもたせる（図15）。後壁は正方形の下辺にあたり、前壁はその上辺に相当すると考えればよい。

運針の深さは常に浅くするものの動脈は3層を意識して貫く。動脈と静脈、二つの血管の壁の厚さは相当異なっているが、内腔は面と面を段差なく接合するイメージである（図16）。そのために内腔に出す運針はさらに薄く貫通させる（図17）。中枢端、末梢端に近づくとつれて動脈側の運針は徐々に浅くなり、後面で

は内膜と中膜の一部のみ、前面では外膜と中膜の一部のみに運針が留まる。

両端でのプロリンの結紮は各々4回までとしている。些細なことではあるが、結紮を繰り返すたびに結び目には高さが生じる（図18）。この端に「外出し」した相方を結紮すると締めが甘くなり、縫合全体に緩みが生じてしまうからである。

吻合部末梢の静脈は吻合部遠位端で再度結紮して離断する。この瞬間に吻合部は動脈側に引き込まれ、緊張から解放される。吻合径は後に2.5 mm程度に観察

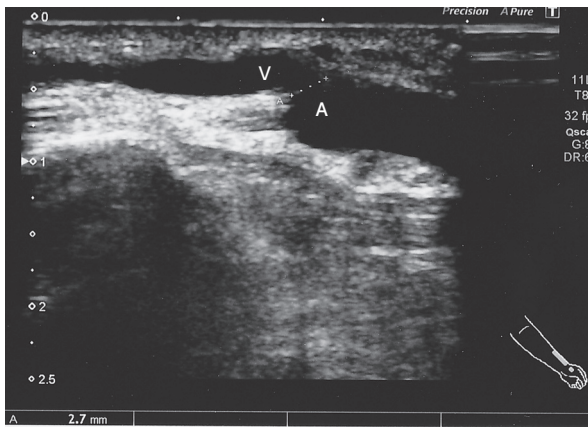


図 19 吻合部エコー所見

術後6カ月の吻合部. 2.7 mmと計測された. この症例の上腕動脈血流量は術後1カ月200 ml/分, 6カ月620 ml/分であった.

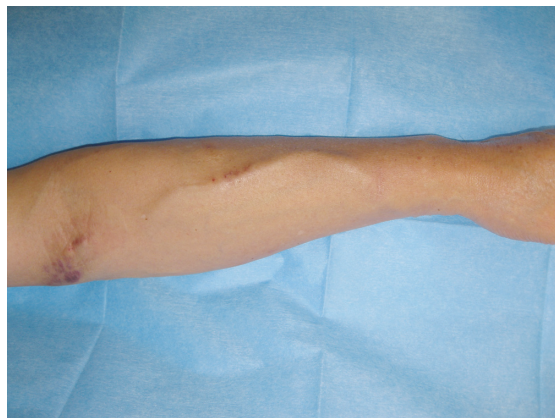


図 20 図 19 症例の6カ月後(橈側皮静脈の拡張)

されることが多い(図 19, 20).

10. 吻合部末梢の静脈ならびに背側枝は必ず結紮(離断)する.

橈側皮静脈の末梢は, カニューレシオンのさいにすでに結紮済みであるが, 盲端を残さないように再度結紮する.

背側枝の処理については意見の分かれるところかもしれない. しかし是非これを結紮することを薦めたい. 背側枝を開放しておくという主張の真意は明白である. 橈側皮静脈が閉塞したさいには背側枝がバックアップの流出路となるからである. そうならずとも拡張した背側枝は動脈側の穿刺部として重宝である. しかし血液の流出路は圧の勾配に依存している. 背側枝はその先で多くの手背枝に連なるから, 血流は容易に拡散し, さらにそれは尺側皮静脈に流出する. 橈側皮静脈が健全に開存している限りは問題とならないが, ひとたび

圧のバランスが損なわれたなら静脈高血圧の合併は必至である.

怒張した手背の静脈から動脈ラインを確保している状況を見かけるが, 皮膚が薄いために止血も悪く, 皮膚潰瘍ひいては感染の契機になることから好ましくない. また背側枝が開存していると橈側皮静脈に狭窄が生じてもシャント音が維持されるために, 経皮経管的血管形成術(PTA)の導入が遅れやすいことも負の要因である. 上記7の処置で, 中枢側の開存を確信したならば迷わずに結紮すべきである.

11. 阻血を解除する前に術野の止血を念入りに確認しておく.

血流を再開した後は膨張した血管自体が視野の障害となって, 止血は容易ではない. もう一度万全を期してから阻血を解除したい.

12. スパズムが予想されたなら, プロスタグランディン製剤を静脈内投与しておく.

経験的に行われる方法の一つである. アルプロスタジル 10 μ g を緩徐に静注する. ヘパリンの投与もあわせて行うことが多い. ただしこの処置に関してのエビデンスは有していない.

13. 吻合部から静脈中枢を見える限り観察して, 静脈が均一に拡張しているかをチェックする.

筆者は小児用ケリーを用いて静脈周囲の疎な組織を分け開いている. この作業は拡張した静脈を決して傷つけることのないように必ず直視下に行うことが重要である.

言うまでもなくこの術式は万能ではない. 吻合が不可能な例は必ず存在するが, ほとんどの症例についてそれは静脈の問題ではない. 内腔が保持されているならば, 自身は直径1 mmの静脈でも吻合を試みる. しかし動脈の血流が著しく低下した症例は, 吻合の形は整えることができても結果は絶望的である. せめて同レベルでの術前橈骨動脈血流は毎分30 ml以上あることが望ましい.

Fine sutureには明確な意図が込められている. 脈管の条件がよく, 通常の吻合径で作製すれば将来ラージシャントを必発するようなケースに縮小を提案する.

しかし目的はそれだけではない。救済である。従来ならばAVF作製を断念するような粗末な血管でも、この手技を用いて吻合の可能性を新たに見出せたならば、将来の再建部位の温存につながるのである。

4 考察

日本のVAの在り方は海外からベンチマークとされ、常々高い評価を受けてきた。それはDOPPSでも明らかにされたように、わが国の透析医療が伝統的にAVFに強いこだわりを持ち続けているからに他ならない^{3,4)}。ではAVFそのものにはなにか誇るべき工夫があったのだろうか。DOPPSに「AVF設置に適切と考える最小の血管吻合サイズ」というトピックがあった(文献未発表資料)。12の国と地域で、過去1年間に一度でもVA手術を施行したことのある医師222名を対象にこの調査が行われた。5.4 mmと集計された日本の回答は、2番目に大きな数字だったのである。

吻合径は実際どこまで小さくできるのだろうか? 試験的にはあるが2 mmまでそのハードルを上げてみたことがある。吻合は可能との感触を持ったが、手技は3 mmよりはるかに難しい。特に動脈壁の厚みが一段とリアルに感じられ、運針が弧を描けなくなる。肉眼視の限界を感じた。そこでmm単位で求めたならば3 mmが実用の下限との結論に至ったわけである。それは実に皮肉なことに、半世紀も前の原法MJ Bresciaの論文(1966年)に記されていた「3 mmから5 mm」の下限に一致している⁵⁾。

彼らの提唱した術式はやがて標準的な透析アクセスとして世界に拡まったが、吻合径については原法が踏襲されることはあまりなかったようである。ここ10

年程を見渡しても文献にはLongら⁶⁾の8 mm, Telligluら⁷⁾の6.1~8.5 mm, Bourquelotら⁸⁾の10 mm, Davidson⁹⁾の8~10 mmと記載が続いている。Van Canneytら¹⁰⁾はコンピュータシミュレーションによって吻合径と吻合角を解析したが、これも結論として7 mmが適切としている。一方、本邦では長く6~7 mmが推奨されてきたが^{11~15)}、この妥当性を検証した報告は意外なほど少ない。AVF過剰血流の誘因は動脈の経時的拡張であり、切開径はあまり問題ではないとする説¹⁶⁾が支持されてきたからかもしれない。

しかしながら、吻合径が大きいほどシャント流量が増加することは疑いようのない原理である。実際に動脈切開径7 mm群は5 mm群に比し上腕動脈拡張率が有意に大きかったとの報告¹⁷⁾、また吻合径と開存率との関係については吻合径5 mm未満をシャント閉塞危険因子とする報告もみられる¹⁸⁾。もっともアクセスの予後や機能は吻合径のみに依存するわけではない。他に動脈の血流量、静脈のコンプライアンス、動静脈径などが重要な因子として論じられてきた^{19~21)}。これらの因子が複合的にアクセスの経過に影響を与えている以上、一元的な考え方では対応できないことが解決を難しくしている。

最近経験したいくつかの症例はこの問題を考えるよききっかけとなった。流出路の静脈に狭窄を生じた例を集めてみると、奇妙なことにそれらの画像所見そして経過はどれも酷似していたのである(図21~23)。このような狭窄は術後半年から1年で出現し、吻合部直上から数センチにわたるセグメント病変として認められた。いずれも穿刺部位に該当するものではなかった。PTAを行ってみると、2 atm程度の低圧を負荷し

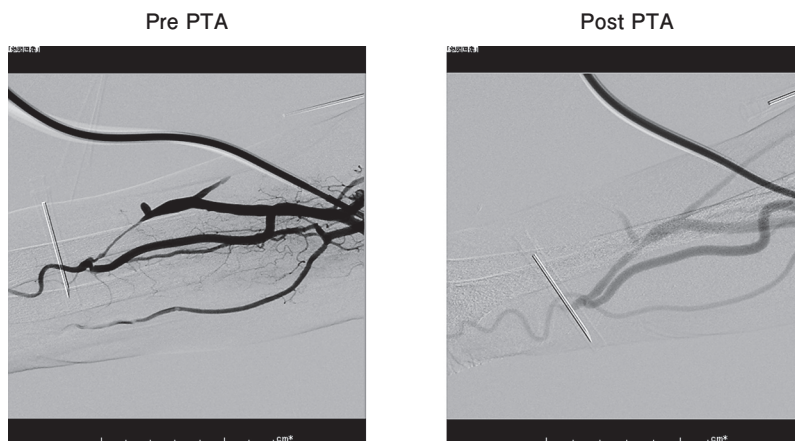


図21 静脈狭窄治療前後のDSA所見—Case 1—

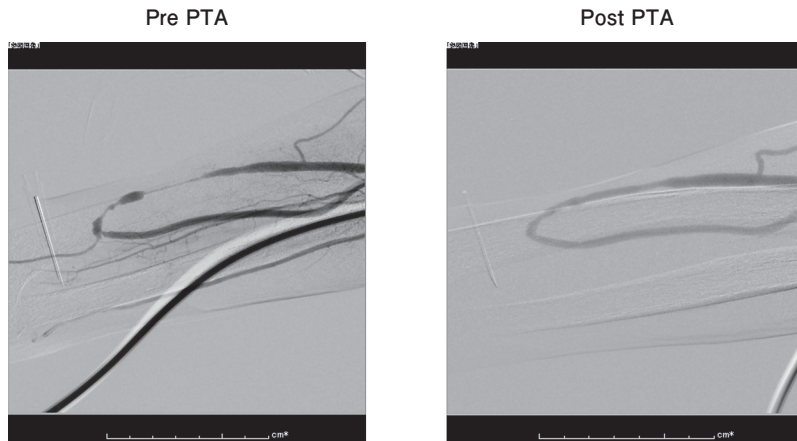


図 22 静脈狭窄治療前後の DSA 所見—Case 2—

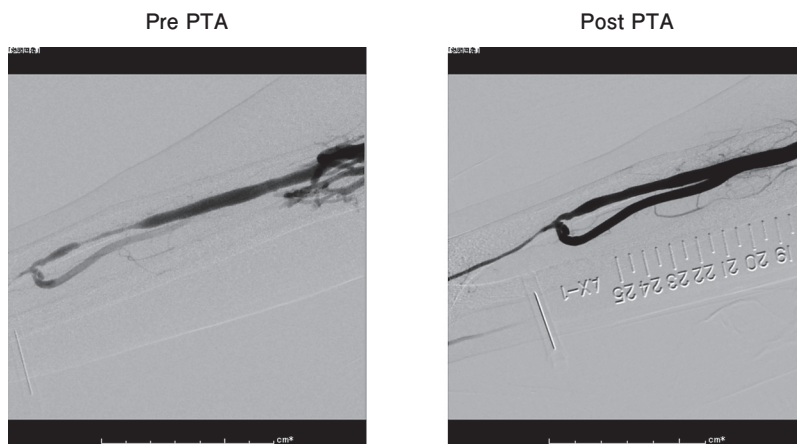


図 23 静脈狭窄治療前後の DSA 所見—Case 3—

ただで難なく病変は解消されてしまうのである。そこに waist が存在しなかったことは言うまでもない。そしてこの拡張効果は半年以上にわたって長く持続している。

この事実についての解釈は以下のようなものである。流出路となる静脈の拡張はそこに狭窄病変が存在しなければ、ポンプとなる動脈血流の大きさと吻合部径に主に依存するはずである。そこで吻合径を一定にすれば橈骨動脈の血流量が最大の規定要因となる。静脈は瘦化によって非生理的なストレスを受け続けるので、これに対する抵抗、すなわち拡張すまいとする機序が常に働いている。拡張はこの静脈の抵抗と動脈流量のバランスで後者が勝って生じるもので、そのバランスが逆転すればこのような現象が起きるのではないか。つまり吻合径を縮小すると新たな問題として「相対的な」狭窄が現れる可能性がある。もっともこうしたケースはそう多くは認められない。またそれが生じても AVF の長期的な維持に支障とはならないと考えている。

結 語

革新的な医療が次々ともたらされる現在でも、半世紀昔に発案された動静脈瘻が、今なお継承され多くの透析患者の命綱となっていることにあらためて驚嘆せざるをえない。しかしこの間に医工学や薬学は見違えるような進歩を遂げ、透析療法によって 30 年、それ以上も生命を延ばすことを可能とした。その結果患者年齢層は上昇の一途をたどり、一方で 80 歳、90 歳を過ぎてから透析に導かれることも珍しくはなくなった。

こうした変化を背景に、シャントそれ自体のもたらす様々な問題が浮かび上がってきている。全身的には高拍出性心不全、うっ血性心不全、局所的には静脈高血圧、スティール症候群、静脈瘤など、複雑な病態の多くは過剰血流による代償ともいえる。シャントが身体にたとえどのような不利益を与えても、透析時の安定した血液供給が可能であることへの引き換えとしてそれらは相殺されてきたのかもしれない。しかし治療

の成否のみを問われた時代から、質を問われる時代へと時は確実に変遷しつつある。

我々の提案は「1 cm」や「3 mm」という数字に強いこだわりを見せるのではない。それは到達できる一つの限界を示しただけにすぎないのだから。大切なことは、皮膚を3 cmも切開していたならば勇気をもって2 cmにとどめてみる、自身の吻合径を8 mmとしていたならば6 mmで我慢してみる。こうして少しずつ進化をしていくことにあるのだと思う。

謝 辞

稿を終えるにあたって、この仕事を常に後押しして下さいました3人の先生方、秋澤忠男先生、天野泉先生そして大平整爾先生に心より感謝の意を表します。

文 献

- Asano M, Thumma J, Oguchi K, et al. : Vascular access care and treatment practices associated with outcomes of arteriovenous fistula : International comparisons from the dialysis outcomes and practice patterns study. *Nephron Clin Pract*, 124; 23-30, 2013.
- 小口健一 : バスキュラーアクセスの今後の方向性 AVF 作製に伴う動脈ストレス 全人力・科学力・透析力・for the people; 医薬ジャーナル社, pp. 256-260, 2014.
- 浅野 学, 小口健一 : バスキュラーアクセスの種類国際推移. DOPPS—透析臨床にもたらした impact; 日本メディカルセンター, 東京, pp. 40-41, 2013.
- 浅野 学, 小口健一 : バスキュラーアクセス形態と生命予後. DOPPS—透析臨床にもたらした impact; 日本メディカルセンター, 東京, pp. 44-45, 2013.
- Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, et al. : Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *New Eng J Med*, 275; 1089-1092, 1966.
- Long B, Brichart N, Lemusiaux P, et al. : Management of perianastomotic stenosis of direct wrist autogenous radial-cephalic arteriovenous accesses for dialysis. *J Vasc Access*, 53(1); 108-114, 2011.
- Tellioglu G, Berber I, Kilicoglu G, et al. : Doppler ultrasonography-guided surgery for high-flow hemodialysis vascular access : preliminary results. *Transplant Proc*, 40; 87-89, 2008.
- Bourquelot P, Van-Laere O, Baaklini G, et al. : Placement of wrist ulnar-basilic autogenous arteriovenous access for hemodialysis in adults and children using microsurgery. *J Vasc Surg*, 53(5); 1298-1302, 2011.
- Davidson IJA : Primary Arterio-Venous (Native) Fistulas (PAVF). *Access for Dialysis : Surgical and Radiological Procedures*; 2nd Edition, LANDES BIOSCIENCE, TX, USA, pp. 22-44, 2002.
- Van Canneyt K, Pourchez T, Elout S, et al. : Hemodynamic impact of anastomosis size and angle in side to end arteriovenous fistulae: a computer analysis. *J Vasc Access*, 11(1); 52-58, 2010.
- 阿岸鉄三 : 標準内シャント 手術手技. ブラッドアクセストラブル; 阿岸鉄三, 天野 泉, 今川章夫, 他編, 金原出版, 東京, pp. 23-30, 1991.
- 合屋忠信, 福井博義, 武藤庸一 : 標準一次内シャント 1, 血管吻合法. 標準ブラッドアクセス; 合屋忠信編, 診断と治療社, 東京, pp. 11-24, 1999.
- 春口洋昭 : アクセスの上手な作成法. 腎と透析, 38(4); 411-415, 2005.
- 春口洋昭 : 自己血管内シャント (AVF) の標準法と変法. 臨牀透析, 27(7); 795-806, 2011.
- 太田和夫 : 内シャントの作り方. 図説ブラッドアクセス作り方と使い方; 改訂第2版, 南江堂, 東京, pp. 65-86, 1991.
- 太田和夫 : 血流過多例への対策. さらばシャントラ (増補版); 東京医学社, 東京, pp. 147-150, 2003.
- 前野七門, 中西正一郎, 太田なおみ, 他. : AVF 吻合部動脈切開径がアクセス血流量に与える影響についての検討. 腎と透析, (別冊 2011), 75-79, 2011.
- 菅野百合, 荻野浩希 : 関東労災病院における透析用内シャント手術成績5年間の考察. 形成外科, 47(8); 901-907, 2004.
- Lauvao LS, Ihnat DM, Goshima KR, et al. : Vein diameter is the major predictor of fistula maturation. *J Vasc Surg*, 49; 1499-1504, 2009.
- Mendes RR, Faber MA, Marston WA, et al. : Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography. *J Vasc Surg*, 36; 460-463, 2002.
- Dixon BS : Why don't fistulas mature?. *Kidney Int*, 70; 1413-1422, 2006.