

キナシ大林病院でおこなっている 透析シャントPTA適応決定のための シャントエコーについて

キナシ大林病院 放射線科・画像診断科
児島完治

2007.05.15

当院で行っているシャントエコーの方法について記載します。

診療の参考にしていただければ幸いです。



左手のいろいろなシャント血管をお示しします。

左の方は内シャントです。シャント静脈があまり見えていません。

左から2人目は 人工血管のループシャントです。返血穿刺部に絆創膏が貼られています。

3人目は、シャント静脈が拡張蛇行しています。肘の手前で深部静脈に流入しています（*）

4人目はシャント静脈の前腕遠位部1/3、側枝の中枢側に狭窄があり（ ） 血流は側枝に流入し側枝が太くなっています。

シャント血管について、狭窄があるのか、狭窄があればその程度は、PTA(経皮的血管拡張術)が直ちに必要なのか、まだ待てるのかなどについて当院ではエコーを用いています。

その具体的方法について紹介します。

[参考文献]

**「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(9):1491~1551, 2005

参考文献です。

重要な記事が記載されています。

是非一読されることをお勧めします。

透析シャント血管トラブル

- 狭窄による血流量の低下→PTA
- 狭窄による末梢側の腫脹→PTA
- 血栓による閉塞→血栓除去、溶解、PTA
- 細菌感染→抗生物質、人工血管抜去
- そのほか 穿刺困難、疼痛、止血困難ほか→原因の検索

PTA: 経皮的血管形成術 (バルーン拡張術)

透析シャント血管トラブルには様々なものがあります。

最も多いのがシャント血管(人工血管、自己静脈)狭窄によるシャント不全です。

血管狭窄は、透析期間に応じて程度の差はあれ発生します。

ひとつのシャントを長期間利用するためには狭窄病変に対する適切な治療が必要です。

バルーンカテーテルによる経皮的治療が第一選択です。

また、狭窄が高度になると血管の閉塞も発生します。

血管閉塞の治療には血栓除去術やウロキナーゼによる血栓溶解術があります。

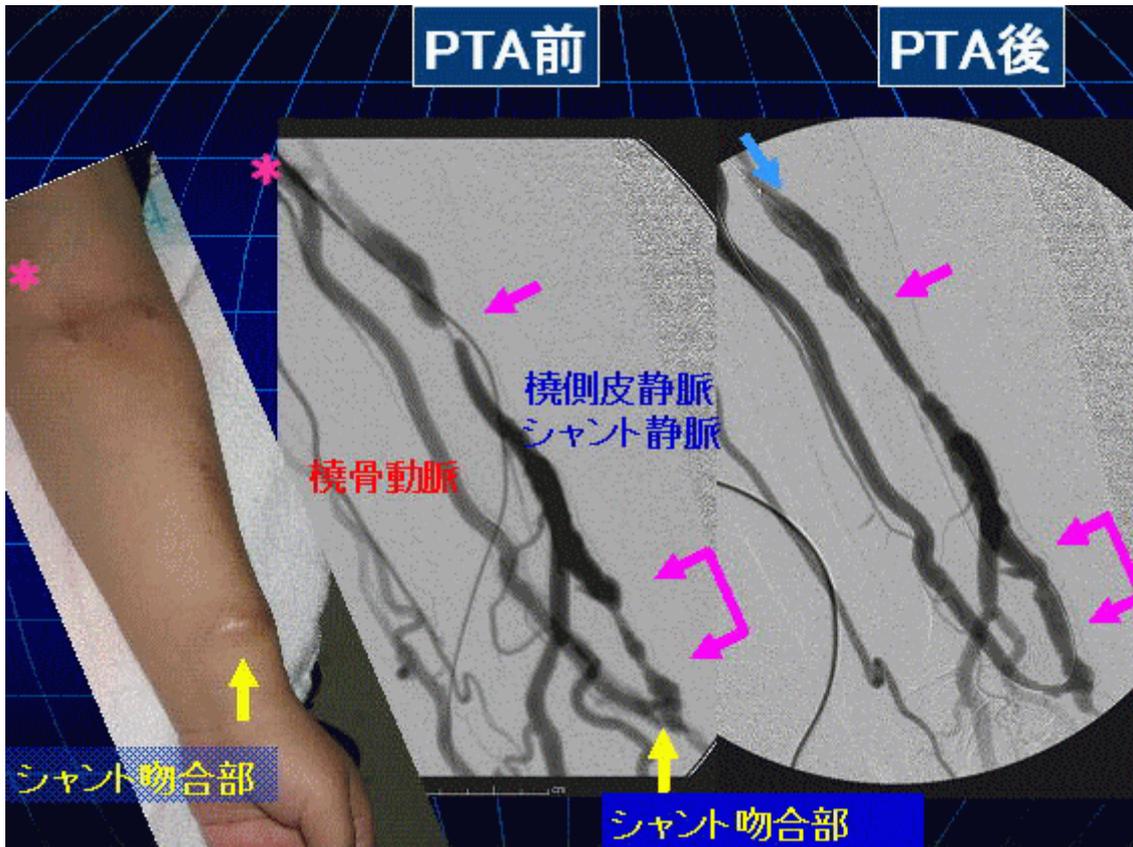
狭窄病変と、閉塞病変の治療には大きな違いがあります。

狭窄病変の場合には約1時間以内にバルーンカテーテルだけで治療ができます。

閉塞病変の場合は、大量のウロキナーゼや血栓除去用の特殊なカテーテル、閉塞原因部位の拡張のためのバルーンカテーテルなどが必要です。

さらに、治療の時間も狭窄に比べ2-3倍、2-3時間もかかり、患者さんの負担も大きなものです。

閉塞を起こす前の狭窄の段階で経皮的治療をおこなうことが、患者さんにとっても治療を行う医師にとってもベストです。



シャント血管の狭窄例をお示しします。

PTA 前後の血管造影です

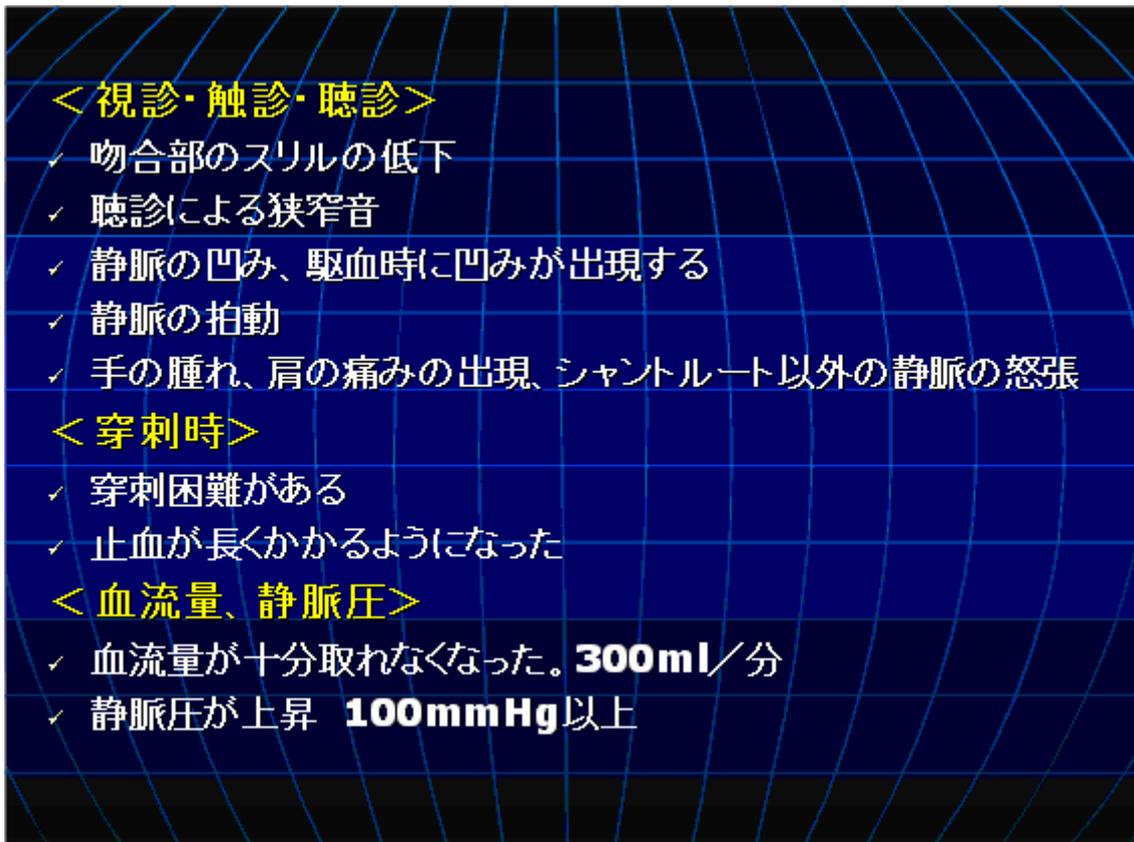
血管撮影は左肘のところの上腕動脈を穿刺して造影しています（*）

PTA 前の写真では、シャント吻合部直後および前腕中部の2ヶ所に狭窄があります。（ピンクの矢印）

吻合部直後の狭窄は中等度、前腕中部の狭窄は高度狭窄です。

シャント静脈の中枢側からバルーンカテーテルを挿入し（青）PTA(経皮的血管拡張術)が施行されました。

PTA 後の写真では、2ヶ所の狭窄は消失しています。



当院では定期的に全員にシャントエコー検査(以下シャントエコー)を行っているわけではありません。

スライドに示すような所見がある場合、シャントエコーを行っています。

シャントの不具合については、患者さん、現場のスタッフが最初に気づきます。

「シャント閉塞させない」を合言葉に、シャントの日々の状態に気を配ることが大切です。

当院では、月に1回 300ml/分の脱血をおこない、スムーズかどうか、同時にこのときの静脈圧も記録し > 150mmHg ならシャントエコーをしています。

シャントトラブルの診断

- 血管造影
- CTアンギオ
- MRアンギオ
- シャントエコー専用の超音波装置
- **超音波検査**
 - アロカ プローブ **7.5MHz**
 - 東芝 プローブ **12MHz**

シャントトラブルの診断方法にはスライドのようないくつかの方法がありますが、造影剤を使用したり、高額な装置であったり、時間がかかったり、特殊な装置だったりします。

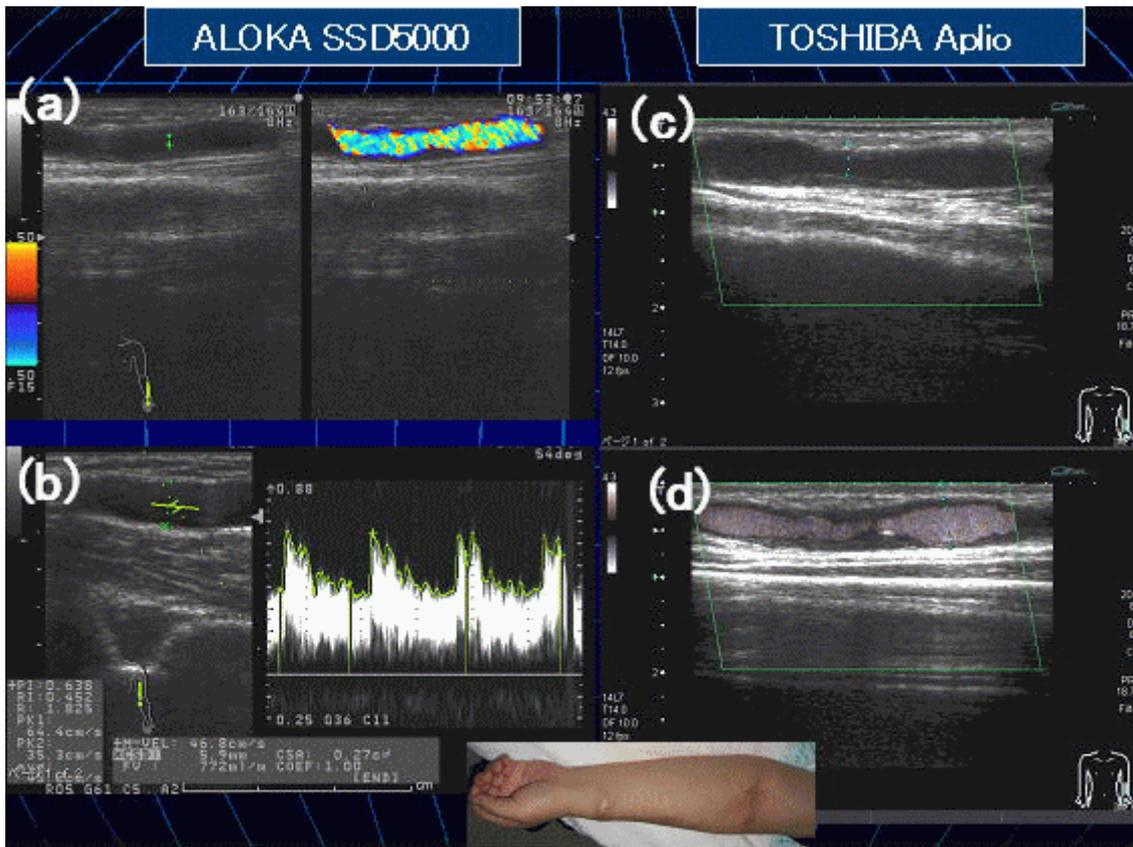
私たちの施設で行っているシャントエコーは、通常の甲状腺や乳腺の検査をする超音波装置で検査を行ないます。

当院にはアロカ社製と東芝社製があります。

超音波プローブは、甲状腺や乳腺に使用する高周波プローブを使用します。



当院にある2台の超音波装置です。



(a) アロカの装置では画面左が白黒、右がカラーのリアルタイム 2 画面表示が可能です。白黒だけではわかりにくい狭窄部分が、カラー画像では高速血流のためモザイクに表示されるので容易に狭窄部位を判定できます。

写真は、向かって右側が頭側(中枢側)左が末梢側になっています。左手のシャントの検査の場合、患者さんには普段の腹部の検査と反対向き(頭を足側にして寝てもらいます)。横断像では向かって右側が内側、左側が外側で観察します。右手の場合も、モニターで観察する場合も、左手と同じように画面右が中枢側、内側にしています。

(b) 血流量計測の画面です。装置に付属しているソフトで血流計測が可能です。血流の流速、波形と血管径から計算しています。スライドの例では血流量は772ml / 分になっています。

(c)(d) 東芝 Aplio の 12MHz の高周波プローブでは、血管前壁も明瞭に見えます。狭窄の観察に非常に優れています。

しかし、Aplio は白黒、カラーの同時表示ができないこと、皮膚に平行に走る血管に対して 60 度以下のドプラ計測角がとれないため正確な血流量の測定ができません。そのため、当院では主にアロカの装置を使用しています。

シャントエコーの目的

- シャントを閉塞させない。閉塞する前にPTAをおこなう
- PTAをおこなう適切な時期の決定のためにシャントエコーをおこなう

シャント狭窄は避けようのないことです。

透析期間に応じて、程度の差はあれ狭窄は存在すると思われれます。

狭窄をすべてPTAすることは、患者さんに負担をかけるばかりでなく、過剰診療、医療資源の無駄遣いです。

閉塞するまでシャントを使用するのは、これもまた、患者さんに余分な負担をかけ、狭窄の治療に比べ長時間かかるなど治療する側にも負担がかかります。

したがって、シャントが閉塞する前の適切な時期にPTAができるようにするのが、シャントエコーの目的です。



実際のシャントエコーを行っているスライドです。

左手のシャントでは 頭を手前にして寝てもらい検査を行ないます。

左手の下にタオルを敷いて検査を行ないます。

上腕動脈の血流測定を最初におこない、あとは動脈を遠位側(手のほうに)にたどり、吻合部を観察し、シャント静脈を連続的に観察していきます。

カラー画像はスキャンエリアに傾きをかけ、動脈が赤色、静脈が青色になるようにして観察します。

シャントエコーのコツ

1. エコーパッド(キテコ)は使わない
静脈が圧迫され狭窄のように見える
2. ゼリーをたっぷりつけ、プローベを浮かすようにして観察する。
3. 肘など伸展させると狭窄に見える
4. 左手のシャントは頭足を逆にしておこなう。
そのため、頭側をモニターでは右側にする。
内側を内側にする。そのため、右手のときも
頭側を右にしたほうが理解しやすい。

<シャントエコーのコツ>

1. エコーパッドを使用すると、血管(とくに静脈)が圧迫され細くなってしまい、画像情報が修飾されてしまいます。狭窄も増強されて見えます。
2. 動脈はエコーパッドや少々の圧でも変形しませんが、静脈、とくに血流量の少ない静脈では血管が扁平化してしまいます。
ゼリーを多めにつけてプローブを浮かせて、血管に圧のかからないようにして観察します。
慣れが必要です。とくに、狭窄径を計測するときには十分気をつけて、圧がかからないようにして計測する必要があります。
3. 肘の部分で 橈側皮静脈から上腕の basilic vein に移行するあたりで肘を伸ばしたまま観察していると、静脈がストレッチされ、細くなって見えることがあります。
このような場合には肘を屈曲させて、径に変化があるかないか、本当の狭窄でないかどうかをチェックする必要があります。
4. 前にも述べましたが、モニターの表示方法には最初悩みましたが、左手のシャントが多いので、左手で観察している画像表示に統一することにしました。縦断像では、画面の右側を中枢側に、横断像では内側が画面の右側になるようにして表示させ、検査を行なっています。

シャントエコー所見

1. 血流量
2. 血管壁の観察、狭窄の有無
3. 瘤の有無、内腔の状態
4. 体位による血管径の変化
5. 血管の石灰化
6. 穿刺部の壁の状態
7. 人工血管壁の状態
8. 深部静脈への流入
9. 非血栓性閉塞の状態

血管を上腕動脈からシャント吻合部、そしてシャント静脈にたどって観察していきますが、そのときに観察する所見について述べます。

1. 血流量：

上腕動脈の血流量が最も重要です。最初にこれを計測しますが、 $> 1000\text{ml / 分}$ あるようだと、シャントはまず問題ないと考えます。 $< 500\text{ml / 分}$ ではどこかに問題になる狭窄があると想像して検査を始めます。

前腕の動脈や静脈の血流も計測していますが、今のところ上腕動脈の血流量をシャントエコーの中でもっとも重要な指標と位置づけています。

2. 血管壁の観察、狭窄の有無：

血管壁の石灰化や狭窄部分での内膜の肥厚の状態を観察します。狭窄部分では狭窄径を計測します。1mm 以下では早急な PTA を予定します。

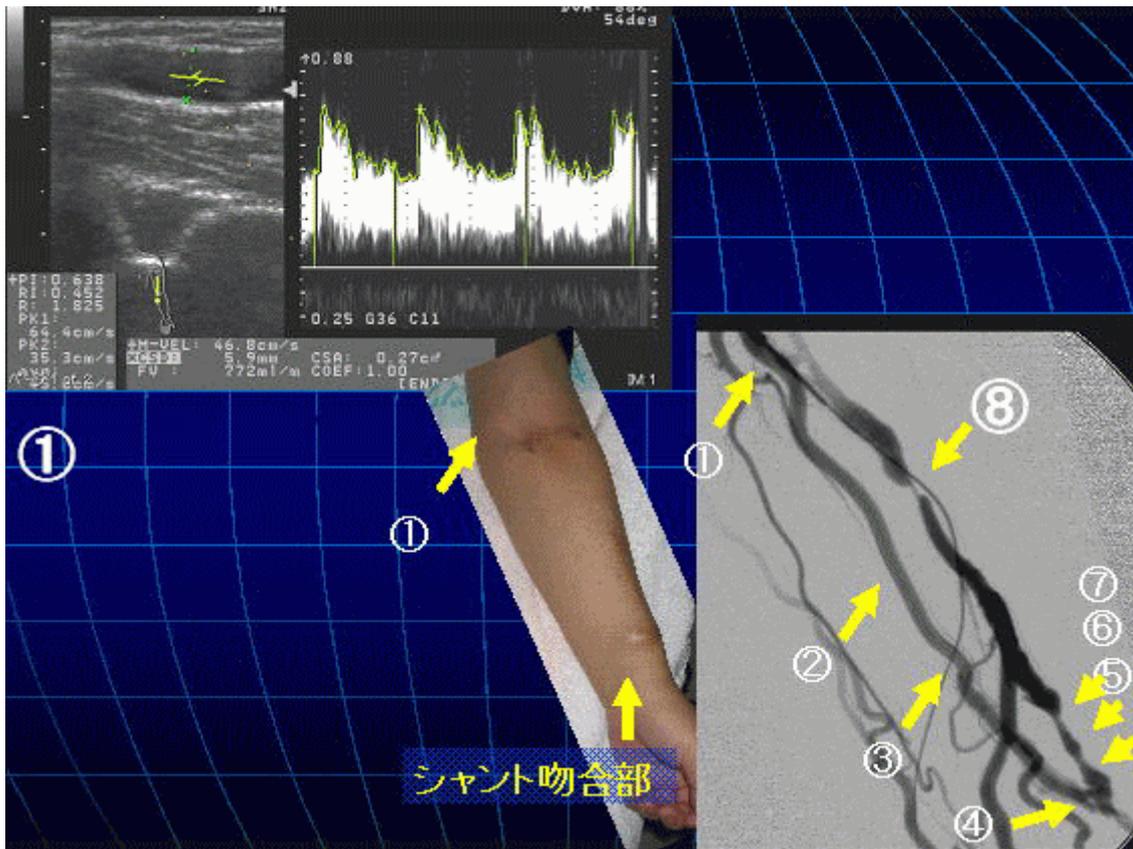
1mm 以上の場合は上腕動脈の血流量、臨床所見などいろいろな状況とあわせて検討します。1.2mm の吻合部狭窄でも、上腕動脈血流量が $> 1000\text{ml / 分}$ 以上あり、 300ml / 分 の脱血が問題なければ PTA は行わず 300ml / 分 の脱血に問題があるまで経過観察します。

3. 動脈瘤、静脈瘤については内腔の状況をみます

4. 肘の屈曲、伸展による血管径の変化をみます。狭窄にみえても、屈曲すると血管径

が広がって見えることがあります。

- 5 . 血管壁の石灰化。
- 6 . 穿刺部の壁の状態
- 7 . 人工血管の内壁の状態を見ます。劣化により血管内腔径の不整、小さな仮性瘤形成などがみられます。
- 8 . 皮静脈がリターンして、深部静脈に流入しているのが観察されます。カラーで観察しているとリターンした静脈が動脈のように赤色になります。あるいは流速が遅いと、カラーになりません。最初わかりにくいですが、慣れる必要があります。
- 9 . 非血栓性閉塞は、血栓が充満して閉塞しているのではなく、血管が tapering して細くなり、血流のない細い血管だけが見え、中枢側で再び血流の見えるものがあります。必要ならば PTA で再開通させることが可能です。



実際の症例で説明します。

最初に、肘の部分で上腕動脈の横断像を観察します。プローブを中枢側に向けて、カラー Doppler で動脈が赤く見えるようにして、動脈を捜します。動脈が赤く見えたところで、それを見ながらプローブを回転させて縦断像にします。カラー Doppler の縦断像では、血管が水平に走行しているとカラーつきにくくなっています。スキャンエリアを傾けます。上のスライドのように左に傾けると動脈が赤色に見えます。

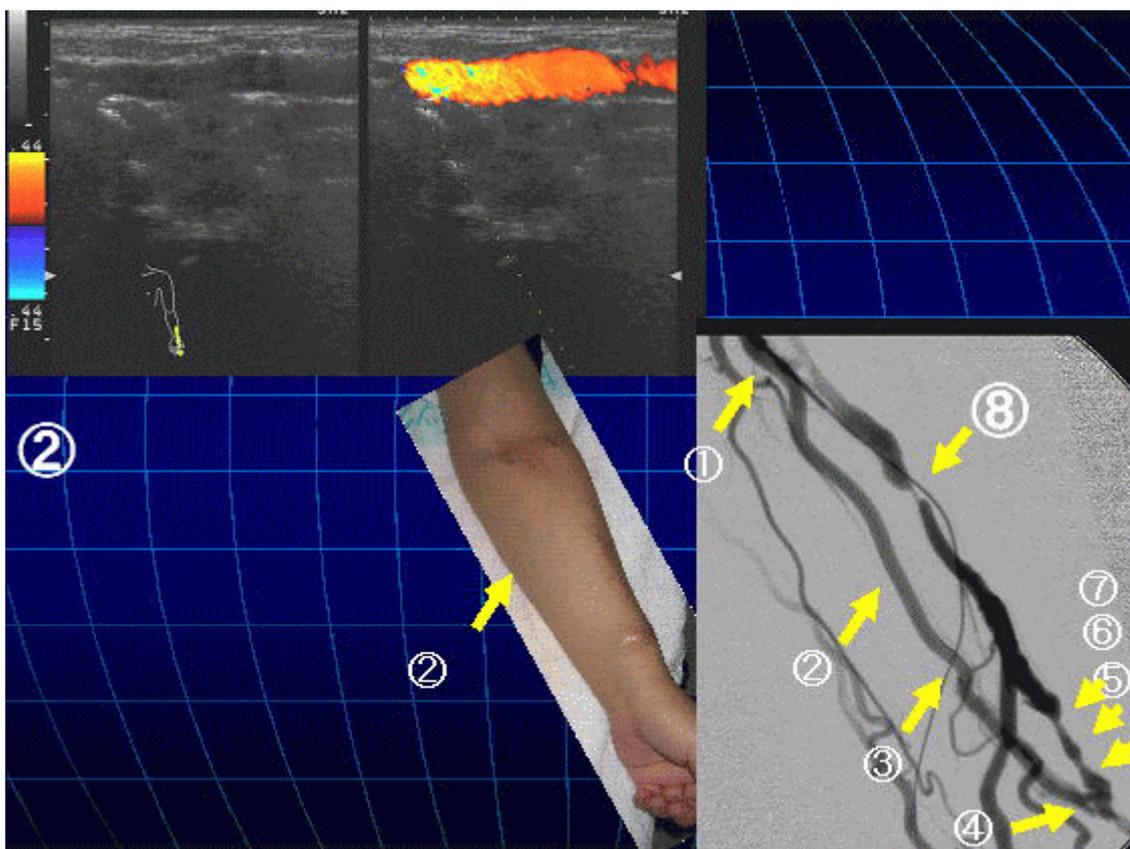
カラー Doppler で動脈を確認したのち、パルス Doppler に変更して血流波形を観察します。カラーの流速の初期設定は 50cm / 秒にしています。

カーソルを動かしながら（血管の中央部と辺縁部では波形の高さが違います）中央部の適切な波形と思われるものでフリーズし、装置に付属の血流量計測のソフトで血流量を測定します。

最高流速、RI (Resistive Index), PI (Pulsatility Index) など計測したこともありました。

RI は有用でしたが、数値のばらつきが多いため今では使っていません。慣れてくると、波形からおおよそ RI を推定できます。

前にも述べましたが、血流量が > 1000ml / 分ならまず問題なし。 < 500ml / 分では問題ありと思って検査を始めます。



縦断像の、白黒、カラードプラ同時表示画面で動脈を連続的に観察ながら末梢側にたどっていきます。

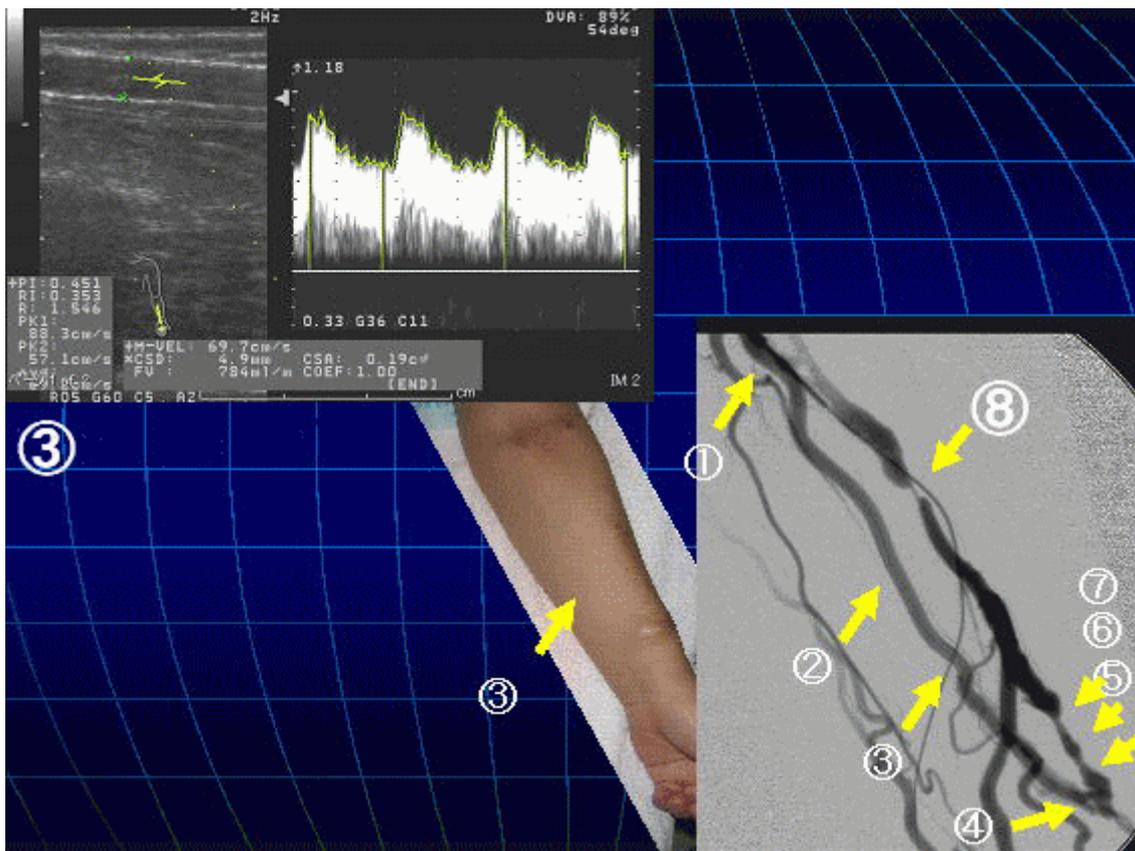
最初は、動脈の蛇行で血管をちゃんと追えないかもしれませんが だんだんと慣れてきます。

動脈を観察する意味は、ふつうシャントがあると静脈だけでなく、動脈も太くなってきます。動脈の育ち方をみます。

糖尿病のある患者さんなどでは、動脈硬化が強く、動脈が細いままであったり、血管壁の石灰化を高度にみとめることがあります。

時に、動脈に狭窄があることがあります。これがシャント不全の原因になっていることもありますので、カラー画像で狭窄をあらわすモザイク像に注意して動脈をたどります。白黒画像だけでは動脈の狭窄を発見することは困難です。

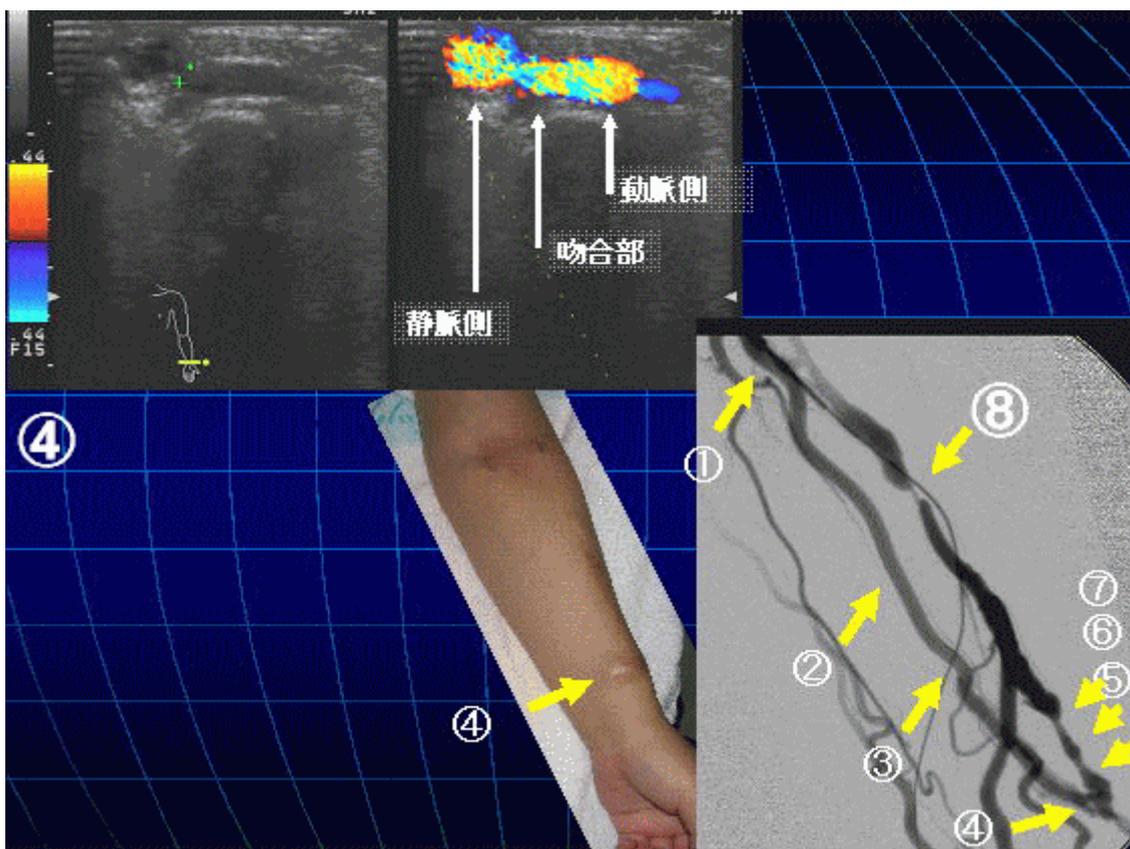
肘より少し遠位部で、上腕動脈が橈骨動脈、尺骨動脈に分岐するのがわかります。橈骨側の血管を追っていきます。



前腕の橈骨動脈で血流を測定します。

この血管が直接静脈に吻合されているので、この血管の血流量のほうが上腕動脈よりシャント不全の良い指標になるのではないかと思います測定してきました。

しかし、なぜか上腕動脈の血流量のほうが指標としてよいようで、あまりこの血流量は重要視していません。

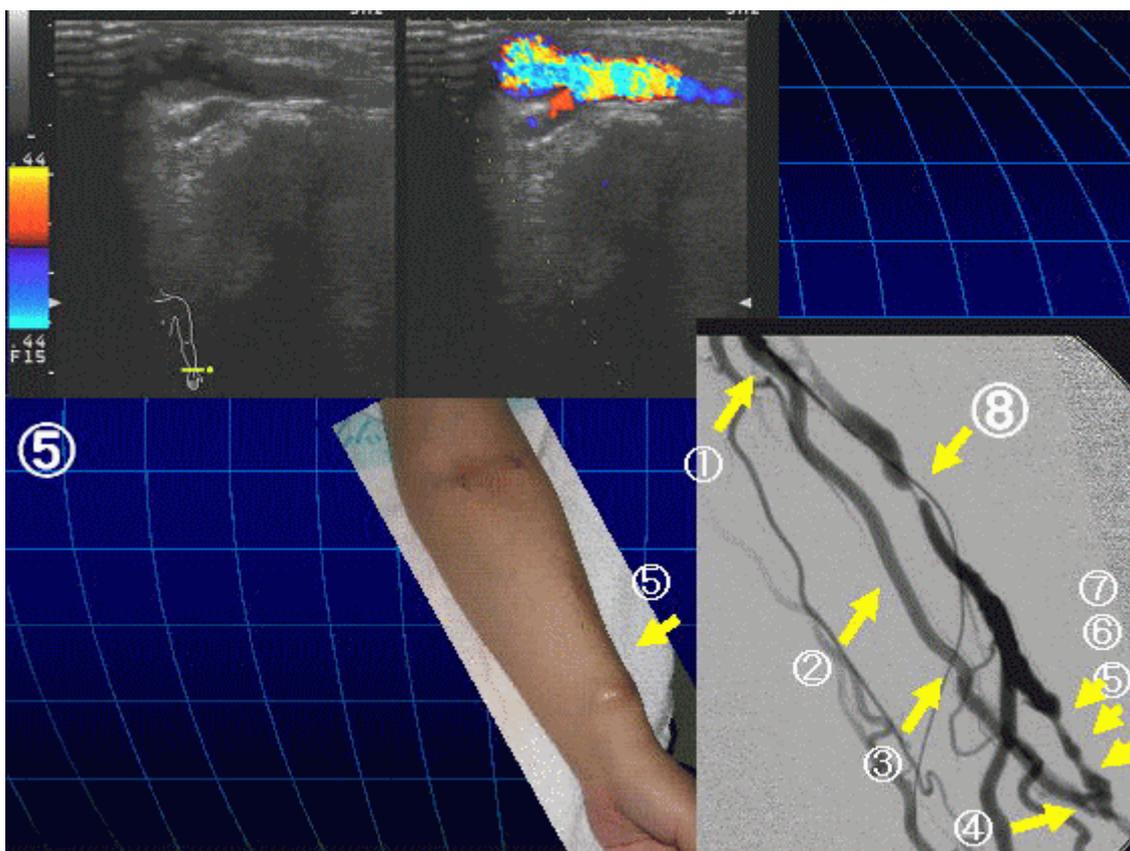


吻合部を観察します。

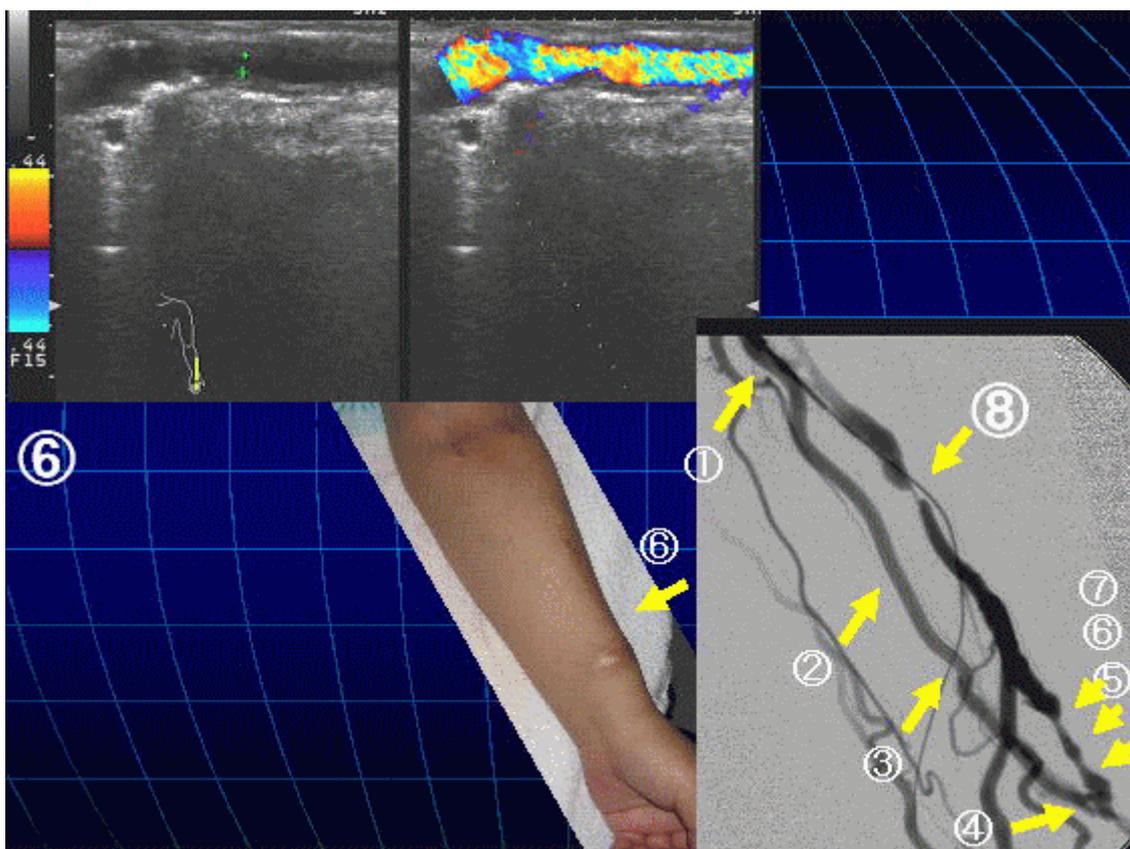
画面の右側が内側です。動脈が右側にあります。

吻合部は流速が速いためモザイク像が見えます。吻合部が狭い場合には径を計測します。

吻合部は大体狭く見えます。



吻合部直後の静脈です。少し拡張しています。ここから遠位に向かう側枝がでてい
のがわかります。



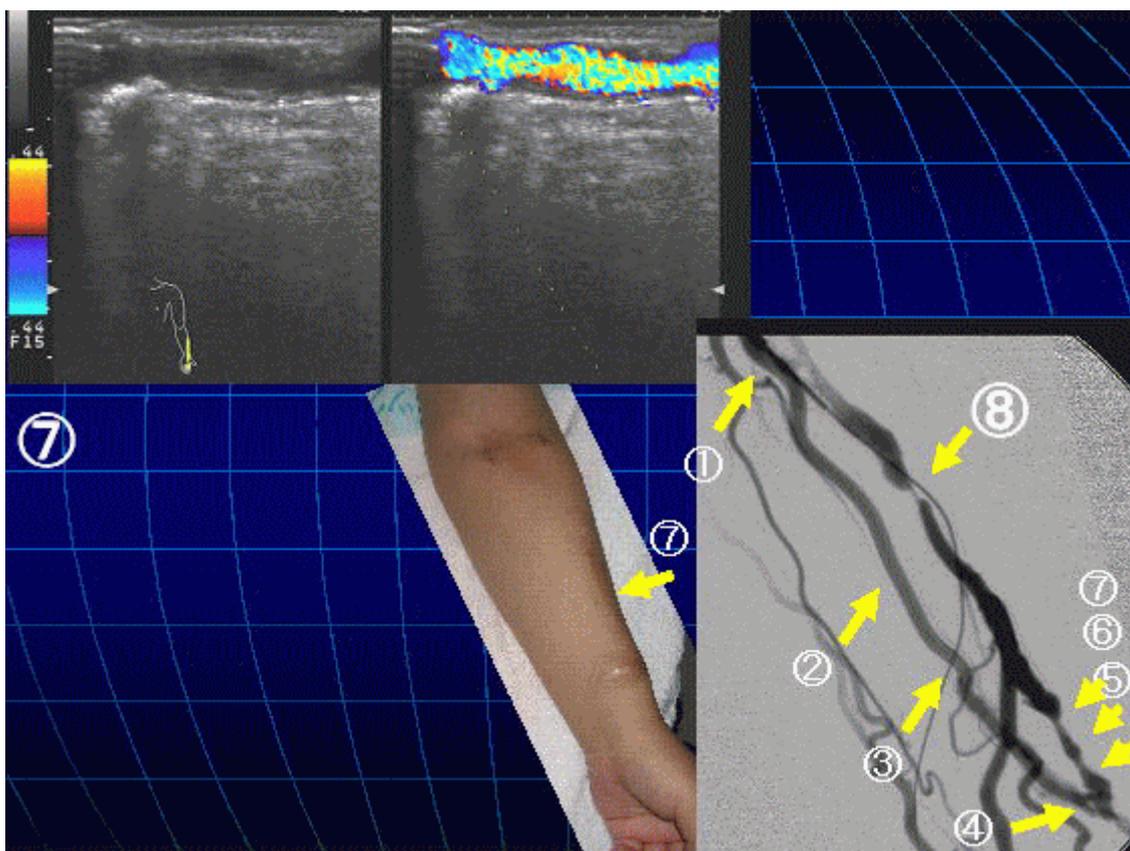
狭窄部です。前壁、後壁の内膜の肥厚が白黒画像では良くわかりますが、カラー画像では色のはみ出しがあり、実際の内腔がわかりません。

アロカの装置での経験ですが、1mm 以下になると内腔がアーチファクトも加わり計測できなくなります。そのため、内腔がはっきり見えないときは 1mm 以下の狭窄として、早急な PTA 適応としています。

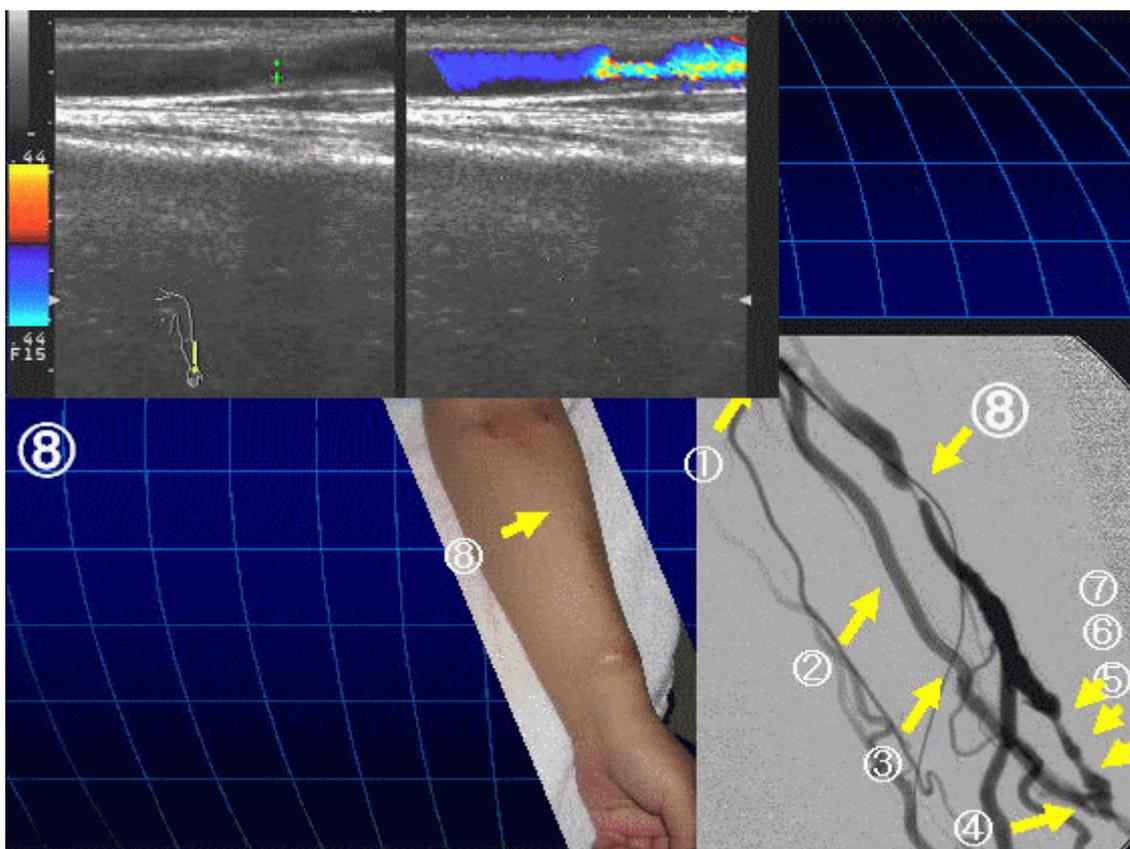
狭窄部の流速と正常部の流速を比較することで、狭窄の程度 (%) を推測する報告も多いです。以前の装置ではこのような表在血管の内腔が観察できなかったため、ドブラでの流速から狭窄の程度を判断していたものと思います。最近の装置では狭窄の内径まで計測が可能なので、流速から狭窄の程度を推測する必要はないと思います。

それにシャント静脈には太いものもありますので、%狭窄が高度でも、実際の径が 2mm ぐらいあるものもあります。

狭窄の程度より、上腕動脈での血流量を重視しています。1.2 - 1.3mm でも上腕動脈の血流量が 1000ml / 分もあれば経過観察にしています。



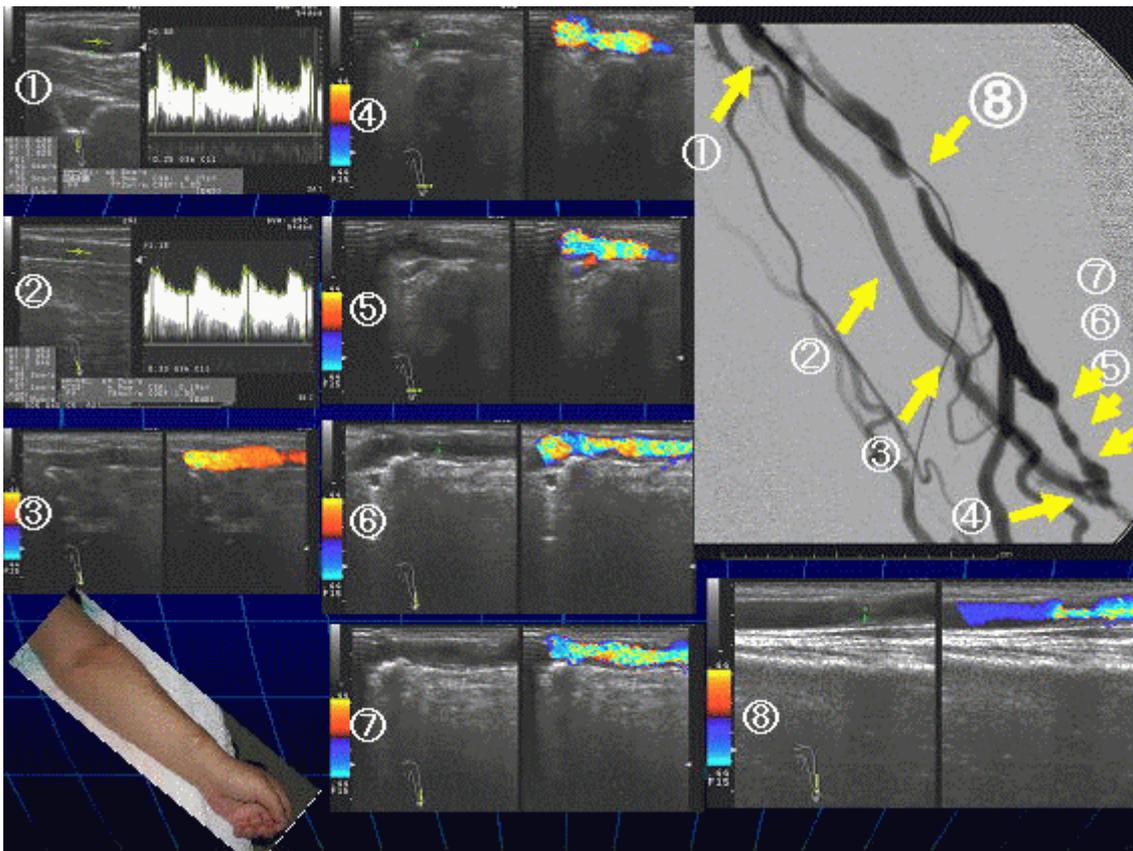
狭窄部から、狭窄部より中枢側にかけての画像です。狭窄を通過した血流速度が速いためモザイクになっています。



シャント静脈を中枢側にたどります。この症例では白黒画像でも狭窄部分ははっきり見えます。カラードプラで、狭窄のない静脈はきれいな青色に見えますが、狭窄があるとモザイク像が出現します。

流速が遅い場合、きれいにカラーが付きません。そのようなときには、カラーの流速設定を低く設定し、カラーでみえるようにします。

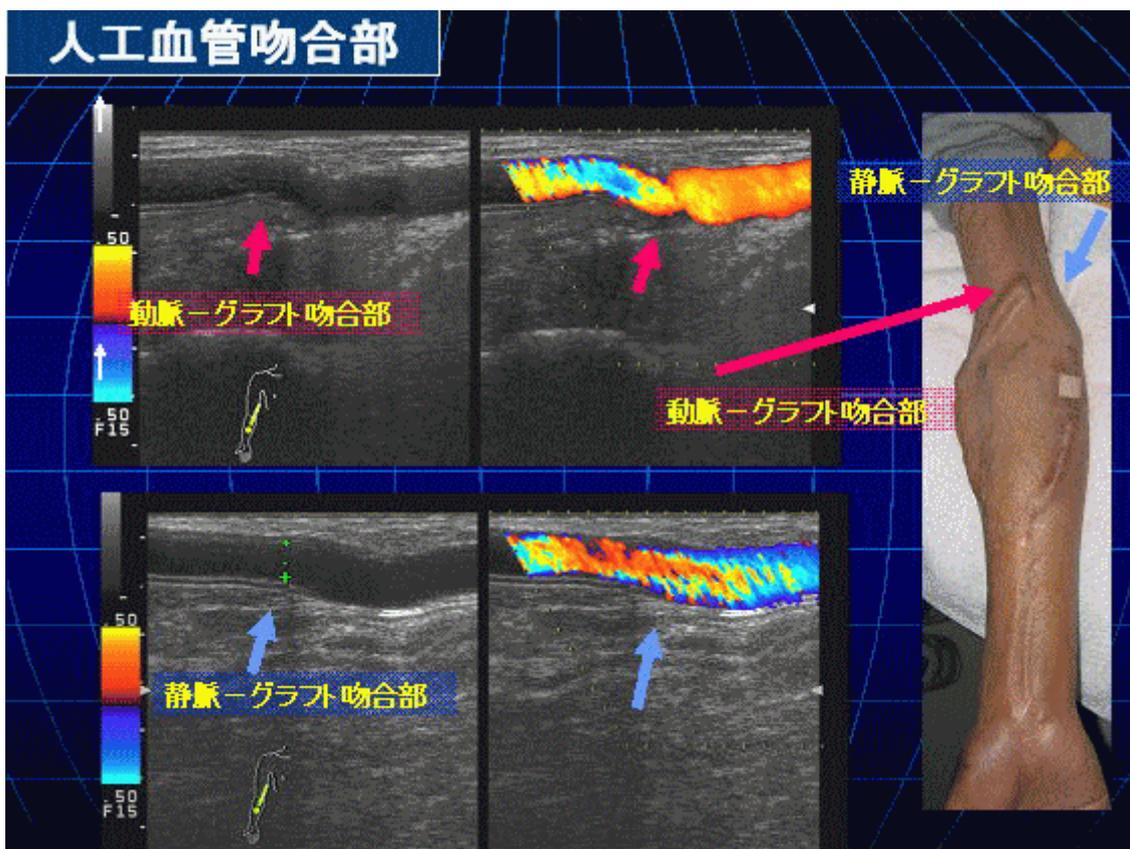
静脈の血流量測定も行っていますが、非常にばらつきがあります。静脈径が一定でないこと、プローブの圧迫で径が変化するためもあります。狭窄後の高流速の影響のあるところでは、計算上の流量が非常に高くでてしまいます。静脈の血流量についての評価には問題があります。今後の検討が必要だろうと思います。



全体像です。

このほかにも、実際の透析で使用している血管があれば観察しています。

最も重要視しているのは の上腕動脈の血流量と の狭窄径です。



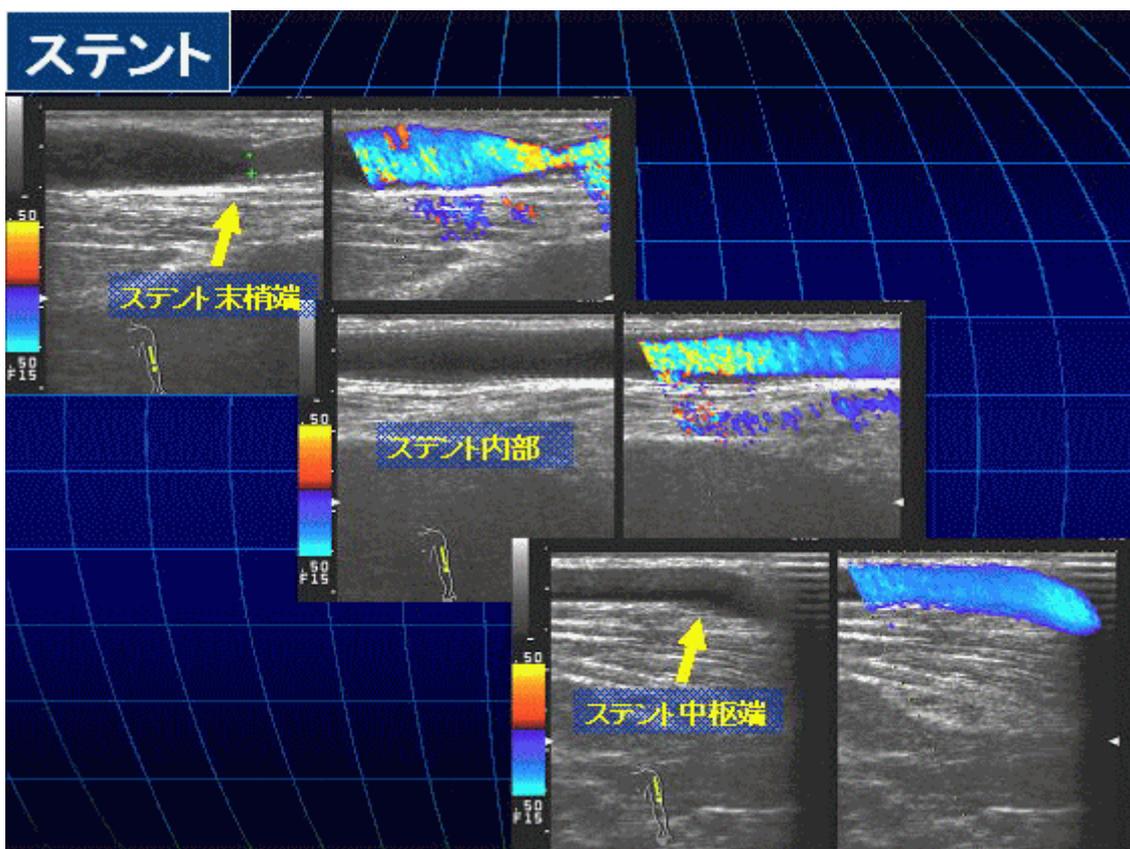
人工血管の壁は二重線として見えます。内腔も明瞭に見えます。

吻合部の状態、狭窄の有無を観察します。

人工血管では、とくにグラフト-静脈吻合部に狭窄を生じやすいのでこの部分の観察が重要です。

人工血管の検査のときも上腕動脈の血流量の測定が重要です。

人工血管が劣化すると、内膜の肥厚や、石灰の沈着、小さな仮性瘤形成がみられます。石灰沈着が高度におこると内腔が見えなくなります。血流量の低下があれば、血管造影でのチェックが必要です。



<ステントの見え方>

現在使用されているステントはほとんどがウォールステントです。

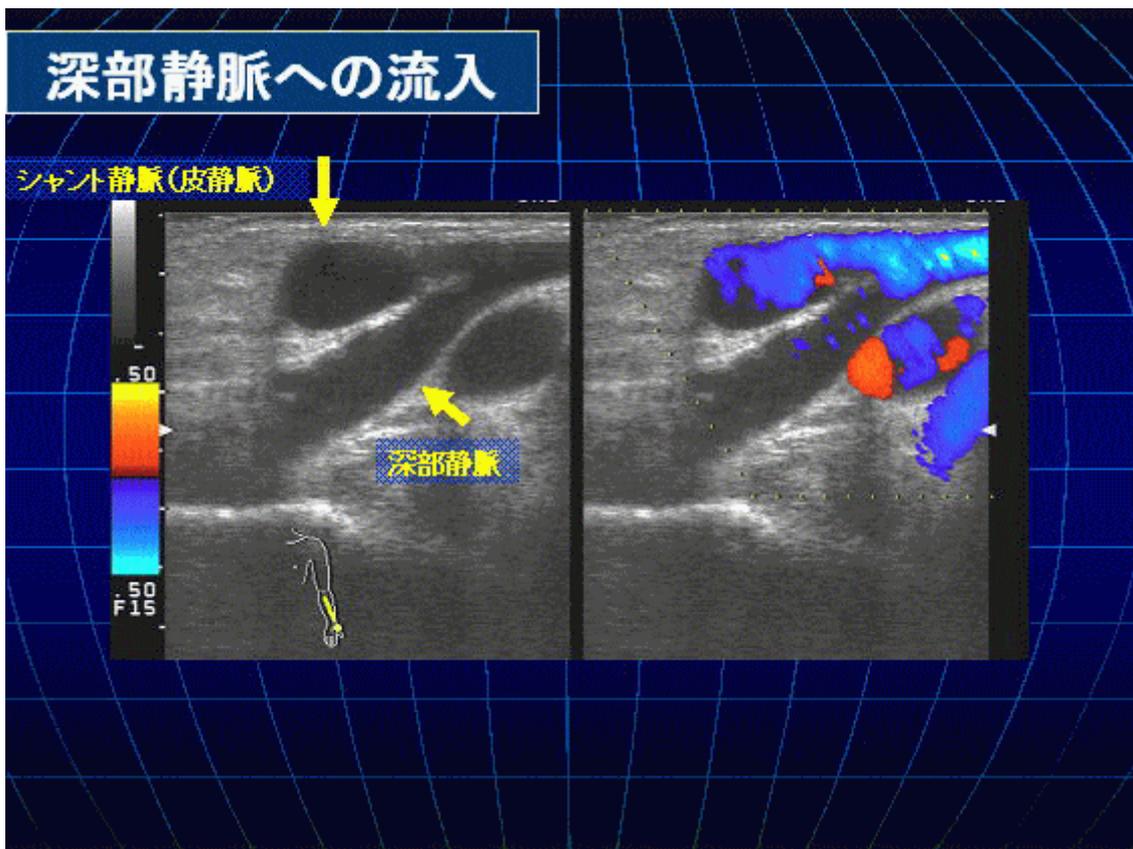
ステント壁の網目が、よく見え、ステントとわかります。

ステント内腔も問題なく観察できます。

ステントの入口部、内部、出口を観察します。

ステントも長期になると石灰沈着のため内腔がはっきり見えにくくなります。

血流量の変化により、血管造影を行うかどうか判断します。



< 深部静脈への流入 >

シャント血管の皮静脈から、動脈に沿う静脈(深部静脈)への吻合があります。肘関節のすぐ遠位部によくみられます。シャント静脈を追って、シャント血管からU-ターンしている血管が吻合枝です。大体の場合血流が遅いのでカラーがでません。皮静脈が途切れている場合は、血流が深部静脈に流入しているため、流速が速くなっており、赤色として観察されます。

肉眼で見て、太いシャント静脈が肘の手前ではっきりしなくなっている人は、大体深部静脈に流入しているのが観察されます。

超音波所見とシャントPTA

■ 超音波所見

1. 血流量

1000ml/分あれば十分よい

500ml/分以下は要注意

以前の血流量との比較

2. 狭窄の内径

内径が1mm以下は絶対適応

2mm以上あればOK

1~2mmは血流量を考慮する

人工血管か、自己血管か、を考慮する

当院でのシャントエコーの評価基準です。

絶対的な基準ではありません。

最終的には臨床所見も加味して、血管造影、PTA するかどうか検討します。

透析医学会のガイドラインでは、500ml/分未満、またはベースの血流量より 20%以上の減少は狭窄病変の可能性があるとされています。

最初にも書きましたが、シャントエコーの目的は、「シャント閉塞させない。閉塞する前の適切な時期に PTA をおこなう」ことを目的にしています。

シャントエコーによるシャント管理により、自己血管シャントの閉塞は明らかに減りました。しかし、人工血管では閉塞例の減少ができていません。

そのため、人工血管での PTA 適応を甘くしており、問題がありそうならば積極的に血管造影をおこない PTA をするようにしています。

人工血管での PTA 適応の基準作製が今後の課題です。

PTAを繰り返している患者さんの場合

- シヤントエコーの所見より、通常の透析の状態から PTAの時期を予測するのがよい
静脈圧、シヤント音、疼痛、腫張等
- 症状、所見とシヤントエコーが食い違った場合、エコー所見を優先するが、シヤントエコーですべて決定できるものではないことを忘れてはならない。問題がある場合には血管造影をおこなうことをためらわない。

PTA を繰り返している患者さんの場合、シヤントエコーをするまでもなく、臨床所見から PTA の時期がわかります。

そのような症状、所見があれば補助的にシヤントエコーを行い PTA 適応の確認をします。

シヤントエコーでまだ大丈夫そうにみえても、PTA を繰り返している人の場合は、症状のほうを優先しています。

シャントエコーの応用

- ✓ シャントエコーに慣れれば、造影剤アレルギーのある患者さんに対して、エコーガイドでPTAを行うことが可能になる
- ✓ PTA前後で血流量測定により改善の程度を知ることが可能である
- ✓ 過剰血流に対するBanding手術の際、血流量のモニターとしてシャントエコーを使用できる

シャントエコーに慣れれば、シャント血管の管理に有用なばかりでなく、エコーガイドで穿刺をおこなったり、エコーの所見を参考に穿刺部位を決めることができたり、エコーガイドでのPTAも可能になります。

シャントエコー未経験者が、どのくらいの期間でできるようになるかですが・・・

最初は血流量の計測、血管をたどってプローブをあてていくこと、プローブで血管を押さえないように観察することなど、時間がかかります。

最初は1時間ぐらいかかると思います。

慣れてくれば、15分から30分でできるようになります。

最初はPTAが予定されている症例でおこなって、血管造影の画像との対比をして、慣れる必要があります。

20例ぐらいすれば、慣れてくるとおもいます。

おわりに

シャント血管は、肉眼で直接見えます。

それをエコーをあてて観察するだけです。

狭窄はすぐわかります。狭窄をPTAするかどうかの判定基準が大切です。

まず、やってみて慣れることです

最後まで読んでくださりありがとうございました。

シャントエコーの方法とPTA適応基準は当院で行っている方法であり、エビデンスのあるものではありません。

貴院での診療の参考にさせていただければ幸いです。

問題点、提案、質問等ありましたらご連絡ください。

キナシ大林病院 放射線科・画像診断科

兎島完治 (kojima-imaging@obayashihp.or.jp)