

V

穿刺とエコー

3. エコーガイド下穿刺 短軸法と長軸法のミックス

V

穿刺とエコー

エコーガイド下穿刺において短軸法と長軸法を併用する場合は、どちらかだけでは血管走行や血管内腔が把握しきれずに、穿刺トラブルになるリスクが高まると判断した時である。針先と血管壁

との位置関係の把握に優れる短軸法、血管の全体像の把握に優れる長軸法それぞれの利点を併用すると、針の刺入角度や針先の方向を修正しやすくなり、穿刺トラブルになりにくいと考えられる。

表1 短軸法から長軸法に切り替えが必要な主な事例

特徴	事例	トラブルや原因	プローブ走査(目的)	シェーマ
血管走行 横・深さ 方向	深さ方向(事例1) 針の進行方向に動脈がある	動脈誤穿刺	短軸から長軸へ (動脈走行の把握)	
	深さ方向(事例2) 針の進行方向で針と血管の角度が大きくなる	後壁血腫	短軸から長軸へ (曲がりの程度を把握)	
	横方向(事例3) 血管が左右に曲がる	側壁血腫	短軸から長軸へ (針先を誘導する)	
血管内 構造物	動きが伴う(事例4) 血管内の構造物に動き	隔壁・ 内膜剥離・ 静脈弁	短軸から長軸へ (動きをとらえる)	
	複雑な構造物(事例5) 血管内の構造物が複雑に変化している場合	石灰化・ 血栓・ 内膜肥厚	短軸・長軸の 繰り返し (立体的にとらえる)	

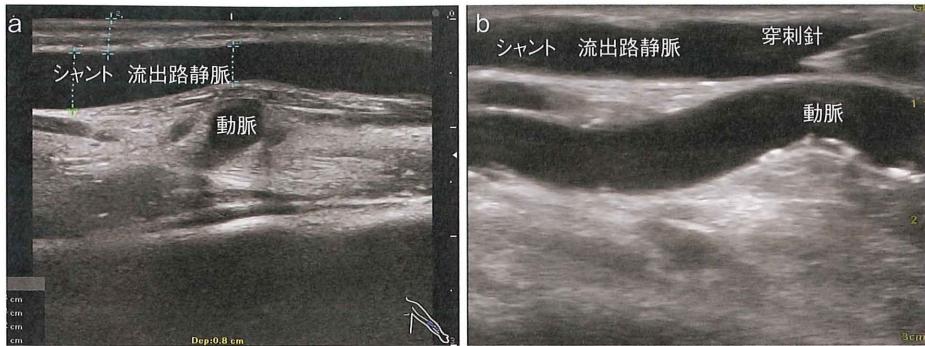


図1 穿刺する血管と交差 (a) や並走 (b) する動脈

1 短軸法から長軸法に切り替える必要がある事例

表1に、穿刺トラブルやその原因別に必要とされるプローブ走査を事例別に示す。さらに、短軸法から長軸法に切り替える必要のある血管を2つに分類し、代表的な5つの事例を提示して理由を解説する。穿刺のポイントは2つある。1つ目は、針先の進行方向でせり上がる血管走行の場合で、事例2で解説する。2つ目は、横方向に血管が曲がる場合で、プローブの向きを頼りに針先の方向を血管走行に合わせるように修正しながら穿刺する方法を事例3で解説する。

表1のシェーマに表した①は短軸法、②と③は短軸法と長軸法のミックスでトラブル回避したプローブ走査を示す。

1) 血管の走行 (横・深さ方向)

事例1 動脈への誤穿刺の危険

肘周辺は動脈が浅く走行しているため、誤って動脈を傷つけてしまうことがまれにある。穿刺する血管と動脈が、横や深さ方向で交差 (図1a) や並走 (図1b) する可能性が考えられたら、エコーでの位置確認が必要である。図1bは、穿刺する血管と並走する動脈が深さ方向に蛇行し、双方が最も接近する部位が1mm以下となっていた例である。動脈への誤穿刺の危険が高いことから、短軸法から長軸法に切り替えてエコーガイド下で穿刺することにより危険を回避した。

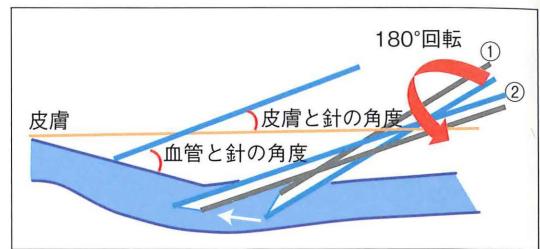


図2 血管走行に応じた穿刺角度の変更と針先の回転

事例2 穿刺による血管後壁への血腫

穿刺針を進めるにしたがって血管が浅くなる走行の場合、途中で穿刺角度の変更を行わないと、血管後壁を傷つけて血腫となってしまうことがある。短軸法で血管前壁の中央に針先を誘導してから、長軸法に切り替えて後壁を針で傷つけないように、図2のように針を180°回転させ徐々に針を倒しながら針先を進める。なお、外筒が血管の走行に沿った状態で留置されることも考えて、針が進む方向で血管が細くなるケースでは、血管と針の角度が皮膚と針の角度より大きくならないように針の刺入位置を選択する。

事例3 穿刺による側壁への血腫

血管が曲がっていることがわからずにそのまま針を進めて、血管の側壁を貫き血腫を作ることがある。血管走行がわかりにくい場合は、図3のように血管の曲がり方に合わせてエコーを用いた針先誘導が必要になる。

1. 穿刺位置から短軸走査で血管が曲がる起点を探してマーキングする。

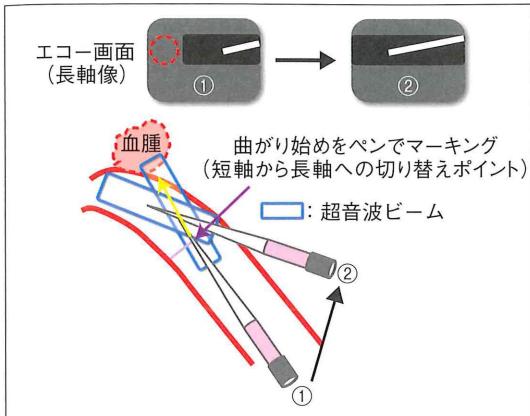


図3 左方向へ曲がる血管に対する長軸像での針先誘導
エコー画面（長軸像）の①のように針が進む方向に血管描出ができない場合（○）は、針の刺入より血管描出を優先（②）。

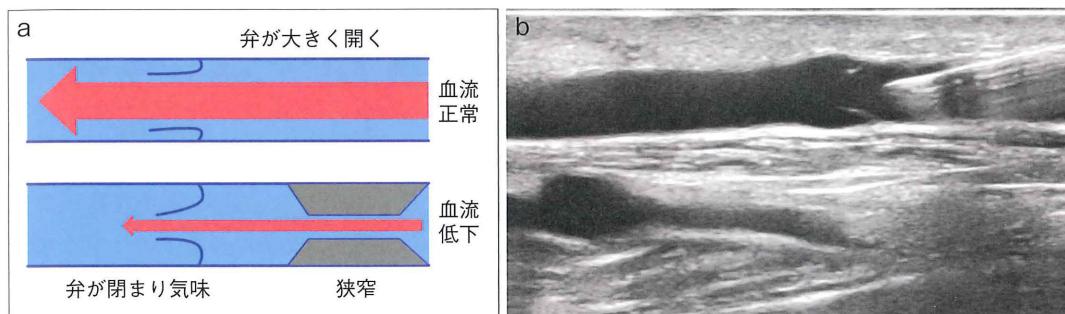


図4 狹窄によりシャント血流量が低下した時の弁の開閉状態

2. 短軸法で描出しながら穿刺し、針をマーキング位置まで誘導してから長軸像に切り替える（図3長軸像①）。

3. 針の進む方向の血管が左に曲がっているため、血管像の左端が欠けている（図3長軸像①）。エコー画像の両端が欠けないよう血管を描出する（図3長軸像②）。この時、つい針先を確認したくなるが、血管の曲がり具合を長軸像で把握するのが先決である。その後、針先をプローブ（長軸像）と同じ方向に進める。

事例4 血管内の動きを伴う構造物（静脈弁の変化）

図4に、弁が閉まり気味になる場合を示す。狭窄などでシャント血流量が低下している場合は、側壁にあった弁の先端が血管中央に集まって、勢いのない血流になびいていることがある（図4 a）。この場合、弁に針先が引っかかることで針が進まず、針の出し入れにより新たなトラブルを招くことになりかねない。シャント血流が低下し

た血管に側副血行路を含む分岐血管がない場合は、このような穿刺でもシャント閉塞の危険が高まるなどを考慮して、図4 b のように構造物を確認しながら、長軸法でのエコーガイド下穿刺を行う。

事例5 血管内構造が複雑化した場合の対応（壁構造が複雑化した蛇行する上腕動脈表在化血管）

長期透析患者のバスキュラーアクセスは、石灰化や内膜肥厚などにより壁構造が複雑化し、血管の蛇行だけでなく、血管の中を流れる血液が上下または左右に蛇行している場合があるため、針が血管の走行通りに進まない時がある。上腕動脈表在化の蛇行（横・深さ）血管に対し、短軸法と長軸法を繰り返しながら実施する事例を図5に示す。上腕動脈が表在化された範囲で穿刺可能な部分が約3cmと短く（図6 a, A-B間），かつ複雑な蛇行があり、正中神経も動脈のすぐ下を並走している。動脈拍動による血管壁の動きも大き

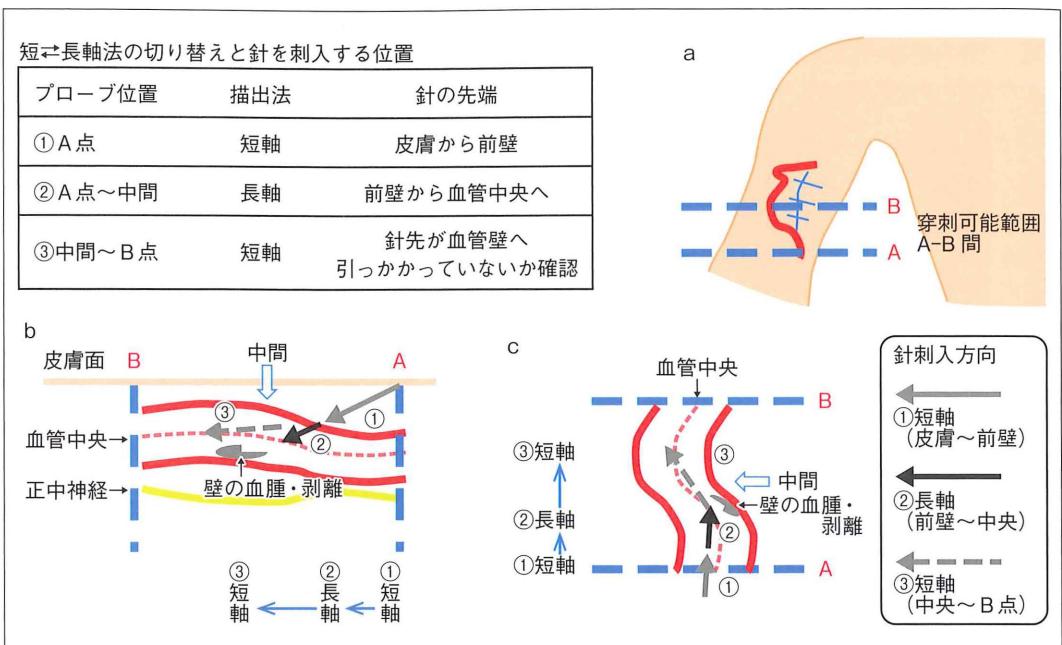


図5 蛇行（横・深さ）する上腕動脈表在化血管における短軸法と長軸法の繰り返し手技
a：右上腕動脈表在化。b：深さ方向のシェーマ。c：針穿刺方向のシェーマ。



図6 複雑な走行となった上腕動脈表在化（事例5）

a：長軸像、b：短軸像。

い事例である。穿刺範囲が限られるため、同じ場所への頻回穿刺により壁の不整が強い。また、止血も悪いために部分的な壁在血栓もあり、血管内の流路が複雑化している。

2) 蛇行する上腕動脈表在化血管における短軸法と長軸法の繰り返し（図5）

動脈の拍動により壁の動きが大きい場合は、血管がぶつぶれすぎない程度にプローブで圧迫（図6 b）し、余計な動きをおさえながら走査する。また、蛇行が強い血管は蛇行している間も微妙に血管の中央の位置がズレる場合があり、短軸法だけ

では血管壁（特に側壁）を傷つけやすくなる。細かな位置ズレが多い部位にさしかかるポイントで（硬い動脈）血管壁を穿破する場合は、針を刺入する強さもある程度必要なため、長軸法を使って血管の全体像（特に後壁）をみながら穿刺する必要がある。

1. 短軸法で図5のA点から針を刺入し、血管前壁まで針を進める（図5 b-①、この時点で血管は穿破しない）。

2. 長軸法に切り替えて血管壁を穿破したら、針先が後壁に刺さらないように針を180°回転させ、左に曲がる位置（中央）まで針を進める（図5 c-②）。

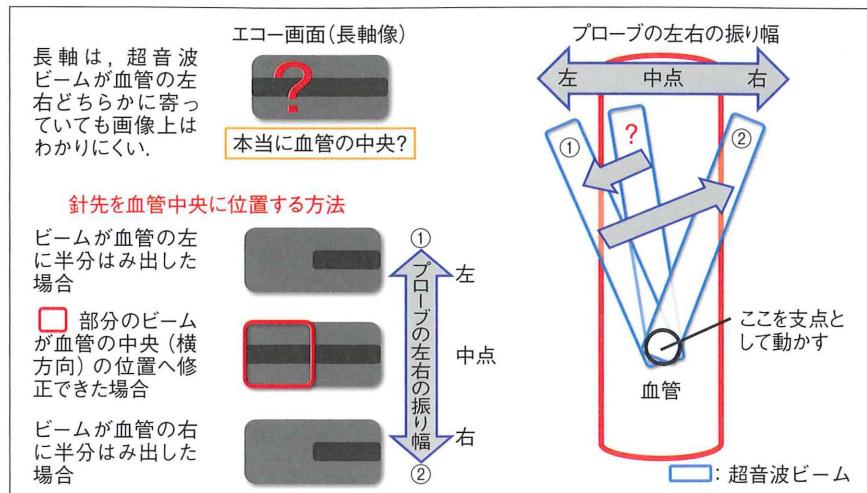


図7 長軸法での針先と血管走行の合わせかた

3. 短軸法に切り替えて、針先を血管中央に調整してから留置位置まで進め、最後に血管壁に針先が引っかかっていない状態であることを確認する（図5b-③, c-③）。

3) 長軸像のまま針先と血管走行を平行にする方法（図7）

事例5のような横と深さ方向で蛇行がある血管では、短軸像と長軸像で繰り返し確認しながら針

先を進めることになるが、所要時間が長くなるので短軸と長軸の切り替えはできるかぎり少ない方がよい。そこで、長軸法の途中で針先と血管走行の向きが平行であることを長軸像のまま確認する方法を以下に示す。

1. 針先を刺入した位置にプローブ（長軸）を固定する。

2. 針が進む方向のプローブ端をエコー画像で血管像が半分くらい消えかける位置までスライドさせる（図7-①）。

3. 上述の手順2と逆方向にエコー画像で血管像が半分くらい消えかける位置までプローブの端をスライドさせる（図7-②）。

4. プローブの端を左右に動かす幅の中点で血管壁がくっきりみえたところが血管の中央になる。

ワンポイントアドバイス

エコービームの左右の振り幅と手元側の支点の位置

「長軸像のまま針先と血管走行を平行にする方法」の手順2のプローブ走査（左右スライド）では、長軸像における血管像は、消える位置ではなく、消えかける位置に描出する。血管像が消えるまでプローブを左右にスライドすると、振り幅が大きくなり中点がわかりづらくなる。また、血管の中央（横方向）に針が刺入していない場合に針先を支点にして本法を手順通りに行った場合、針先を進めていくと針先と血管の方向が少しずつずれていいくことになるので、支点（図7右）となる位置も血管の中央を確認する目的で、ビームの向きを同様に修正する必要がある。

ワンポイントアドバイス

針がくっきりみえる！ステアリング機能を使おう！

エコービームが針に対して直角に近い角度で当たると、針がはっきり描出できる。エコー装置側の設定で、図8のような“Bモードのエコービームのステアリング機能（＝Bステア）”を使うとよい。

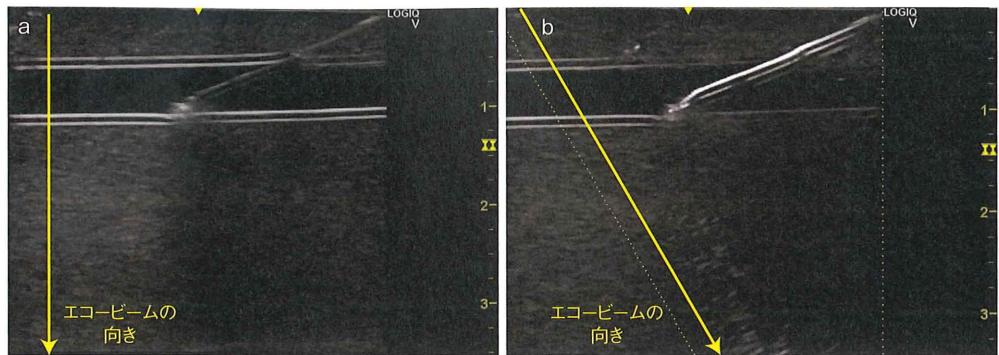


図8 Bモードのエコービームのステアリング機能（Bステア）

a: Bステアリング機能なし, b: Bステアリング機能あり.

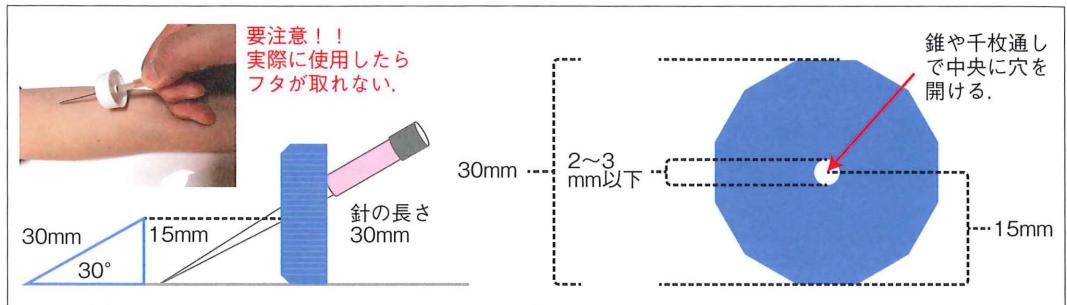


図9 穿刺針の刺入角度 30° 体感トレーニング小道具

2 エコーガイド下穿刺の基本技術習得における3つの工夫

1) 必要とする穿刺針の刺入角度を再現できる

人の手で分度器と同等レベルの穿刺(皮膚刺入)角度を表現することは難しい。30°で針を刺す場合、皮膚から血管までは、三角比の $1:2:\sqrt{3}$ を利用する。例えば、深さ5mmの血管に対して、30°の角度で針を10mmほど刺入すると血管に到達する。刺入角度30°を体得すると、エコーガイド下穿刺に有用となる。エコー装置の画面上の深度の1目盛は5mmが多いため、エコー画像をみただけで針の刺入位置から血管までの長さの見当がつくからである。

30°の角度を覚えるためのトレーニング小道具を紹介する。ペットボトルのフタを使って作成したのが図9であり、誰でも簡単に作れる。なお、この小道具を使用する場合の穿刺針の長さは30mmであることが必須である。

2) 1人でエコーガイド下穿刺ができる

穿刺者がプローブ走査と皮膚を引っ張る血管固定を1人で実施することがある(図10)。それには、刺入角度30°を再現できる針の把持と、把持する手で皮膚を引き血管を固定する技術の両方が必要である。図10のごとく、人差し指を軽く曲げて第一関節に針を置き、親指で上下に挟むように針を把持する。次に、皮膚を引っ張ることになる指(写真は中指)の側面で皮膚を押しながら指(写真は中指)を固定する(皮膚を引っ張る必要

ワンポイントアドバイス

滅菌ガーゼによる穿刺ガイド

プローブと穿刺針のなす角度が直角である不安な場合は、皮膚刺入の邪魔にならない位置に、穿刺ガイドとして四角い滅菌ガーゼをプローブに対して直角になるように置くこともある。その場合、ガーゼを置く部位を再消毒して、ガーゼがずれないようにするとよい。

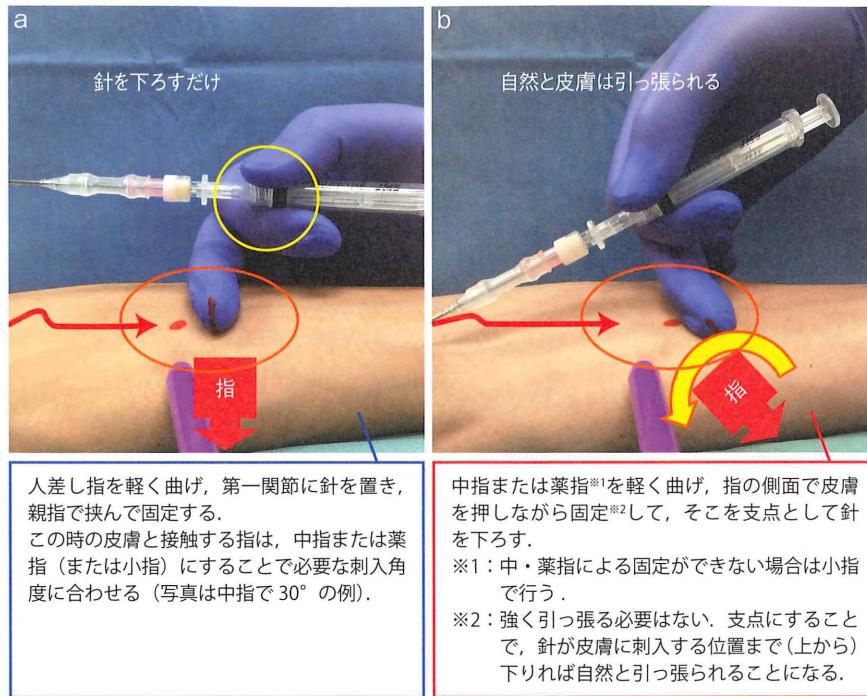


図 10 針をもつて皮膚を引っ張り固定が可能な針の把持方法

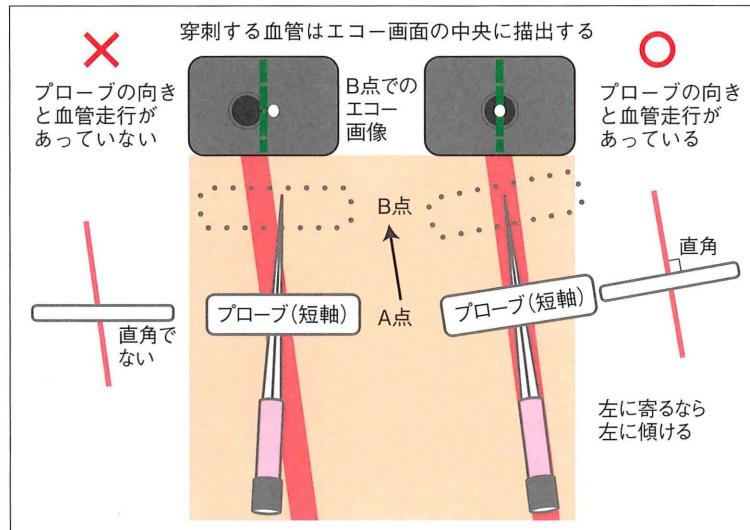


図 11 短軸法で血管の真ん中直上に穿刺針を刺入する方法

A点からB点にプローブをスライドさせて、エコー画像の血管が画面の左に寄るならプローブを左に傾けて画面の中央に血管を常に描出すれば、A-B間の血管方向とプローブの向きが直角になる。

はない)。固定した指を支点にして、針を刺入する位置まで下げることで、皮膚は自然と引っ張られるため血管固定が可能になる。

3) 短軸で血管中央を穿刺針が確実にとらえることができる

穿刺部位となるプローブの横幅（長軸）分の範

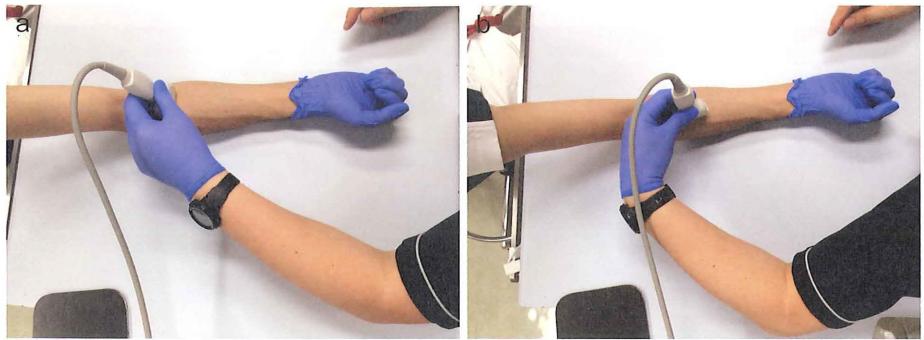


図 12 短軸 (a) のプローブの持ち方で長軸 (b) にすることは困難

囲で、プローブを前後にスライドさせながら、短軸法により画像の中央付近に対象血管を常に映し出すようにする。この方法のポイントは、エコー画像の中央（図 11 上）に血管を描出することである。次に、プローブ（短軸）を穿刺方向に動かした時に、対象血管がエコー画像の左側に動いたらプローブも左に回転させる（右の場合も同様）。その走査を繰り返すことで、プローブの向きと血管走行を直角にする。あとは、穿刺針をプローブに対して直角に保持して、エコー画像をみながら徐々に刺入していくだけである。

③ 短軸像から長軸像にプローブを清潔に持ちかえるには

短軸像から長軸像にプローブを持ちかえるケースは、長軸像でエコー画面の左に中枢側、右に末梢側が描出されるようにプローブをそのまま時計回りに 90° 回転させる方法が一般的だが、エコーガイド下穿刺の短軸でのプローブの把持方法を変更することなく長軸像を描出すると、図 12 のように手首と肘が外を向くために体勢が不安定になり、血管に対して針をまっすぐ穿刺することは困難になる。右利きで左手に幅の広いタイプのプローブ（視野幅 38mm）を持つ場合、右手に針を持ったまま左手だけでプローブの音響レンズ面を不潔にせずに持ちかえるには、図 13 のような手順で、プローブを落とさないように安定した手のひらの中でプローブを回転させて長軸法のプローブ走査が可能な持ち方になるとよい。持ちか

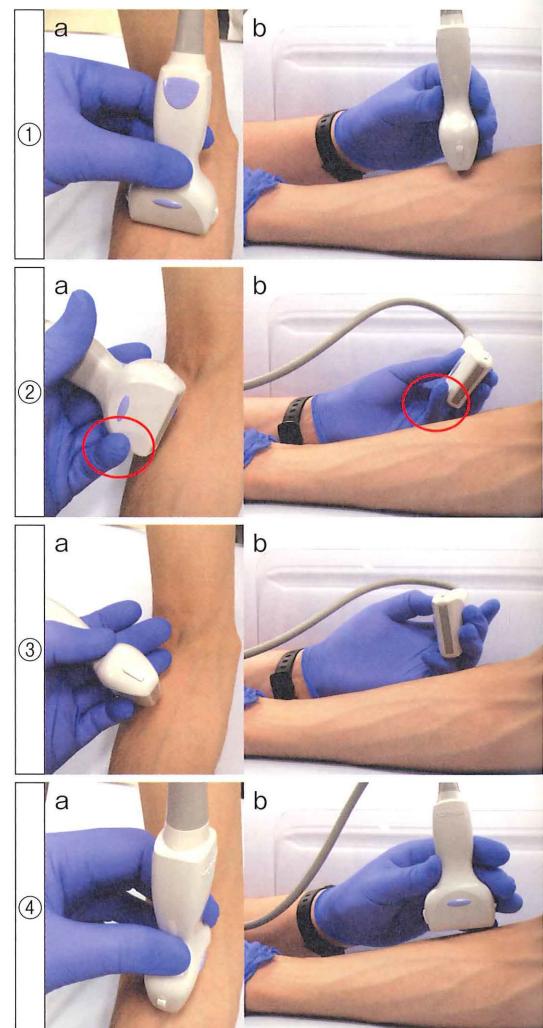


図 13 短軸から長軸に変更する際のプローブの持ち方

えのポイントは、図13-②a, bのようにプローブを一度横に倒して小指だけを後方から前方に移動し、VAに対してプローブが垂直になるようにプローブを回転させる（図13-③a, b）。横に倒したプローブを親指が手前側にくるように回転させながら起こす。この回転途中で小指を元の位置に戻すと持ちかえが終了する。短軸像から長軸像に持ちかえる際に、ゼリーの代用として消毒液を使う場合は、プローブの音響レンズ面に再び消毒液をつけるとよい。画像が劣化せず、スムーズなプローブ走査の継続が可能になる。この方法は、本書2章のII VAエコーの基礎の3. 感染対策を参照してほしい。左利きの場合は、右手でプローブ

を持ちかえるので、右利きのようにプローブを回転する必要がなく、右手の中でプローブを長軸像にかえることができる。仮に、左利きで図13のように右利きと同様にプローブを回転させると、エコー画面の左に末梢側、右に中枢側が描出される長軸像となり、画像が左右反転してしまうので注意が必要である。

参考文献

- 1) 下池英明, 他:合併症の診断における超音波検査—穿刺困難—. バスキュラーアクセス超音波テキスト (春口洋昭編). 180 ~ 182, 医歯薬出版, 2011.
(木船和弥)