

Novellus

2023 Feb vol.42



大腿静脈穿刺のトラップ



渡部 修先生

JA 長野厚生連 佐久総合病院グループ
佐久医療センター

A. プロローグ

1. FA (femoral artery; 大腿動脈) のすぐ内側を FV (femoral vein; 大腿静脈) はずっと並走している。
2. FA の脈拍が触知できれば FV 穿刺はブラインド穿刺でも容易である。
3. FV は深部に位置していることが多いので、穿刺針は長針を使う方がよい。
4. FV は深部に位置していることが多いので、ガイドワイヤやカテーテルの挿入を容易にするために、刺入角度はなるべく浅くした方がよい。
5. FV 穿刺から重篤な合併症が発生することはない。
6. FV 穿刺で動脈を誤穿刺しても数分圧迫すれば問題はない。

FV 穿刺を実施することがある方は、この項目のうち、いくつ“YES”と答えますか？もしひとつでも“YES”と思うのであれば、トラップ（罠）に引っ掛かるリスクが高い、といったらどうしますか？これからそれを検証していきましょう。

FVを穿刺する処置は、静脈採血、CVカテーテル留置、一時ペーシングカテーテルやスワン・ガンツカテーテル留置の際のシース留置、透析用カテーテルの留置、V-A/V-V ECMO導入の際の脱血管留置、蘇生時の静脈路確保として、など多岐にわたります。FVからのカテーテル留置は、成人では感染や血栓のリスクが比較的高い一方、機械的合併症のリスクは比較的小さく、「イージー」な処置だとみなされる傾向があります。ノービス・ドクターの穿刺トレーニングの登竜門的な位置づけでしょうか。エコーなんかわざわざ使用する必要はなく、ブラインド穿刺（ランドマーク法）で十分だという論調が優勢になりがちです。そうはいっても、ベテランドクターでさえなかなか当たらず、ルートの確立に長時間を要したり、カテーテルの誤挿入や後腹膜血腫など重篤な合併症が発生したりと、FV穿刺では意外にトラブルが多くないですか？イージーなはずなのに、なんとなく腑に落ちないのがこのFV穿刺です。

B. 岸径溝より末梢方向の解剖

この謎を解くにはまず、当たり前と思っていたことを疑つてみることが大切です。すなわち解剖です。FVはFAのすぐ内側を岸径靭帯から大腿遠位まで並走している。こんなイメージの解剖図が浮かんできますか？それは本ですか？右FAと右FVの走行を造影CTの画像で確認してみましょう（図1）。岸径溝（股関節のしわ）のあたりから末梢方向へ動脈を追っていくと、岸径溝付近ではFAの内側にFVはたしかに並走していますが、それより数cm末梢に進むとFVはFAの裏側に寄っていき、ついでFAが大腿深動脈を出した後、その2本の動脈の間に潜りこむようにFVは深部に入っています。それから完全にFAに重なって、さらに末梢側になるとFVが外側に出て、FAが内側になつていませんか？動脈の並びが岸径溝あたりと比べると入れ替わっています。要するに、FAとFVは交差しているのです。ずっと並走しているわけではありません。この動脈の走行はエコーでも当然描出できます（図2）。これが正常な解剖で、走行異常や破格ではありません。「解剖学講義 改訂3版¹⁾」にはこの交差が正常解剖です

図1

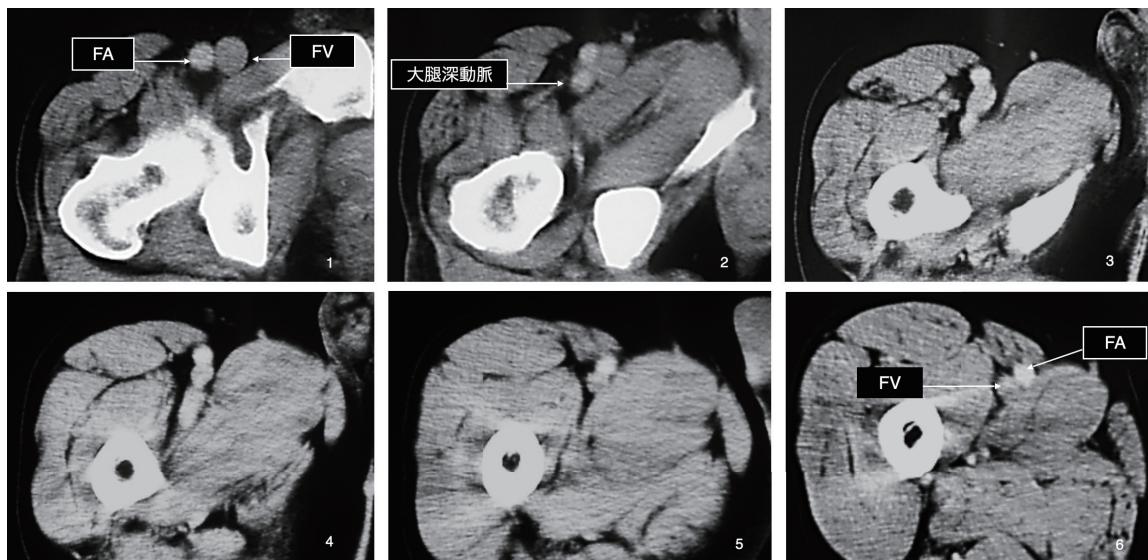
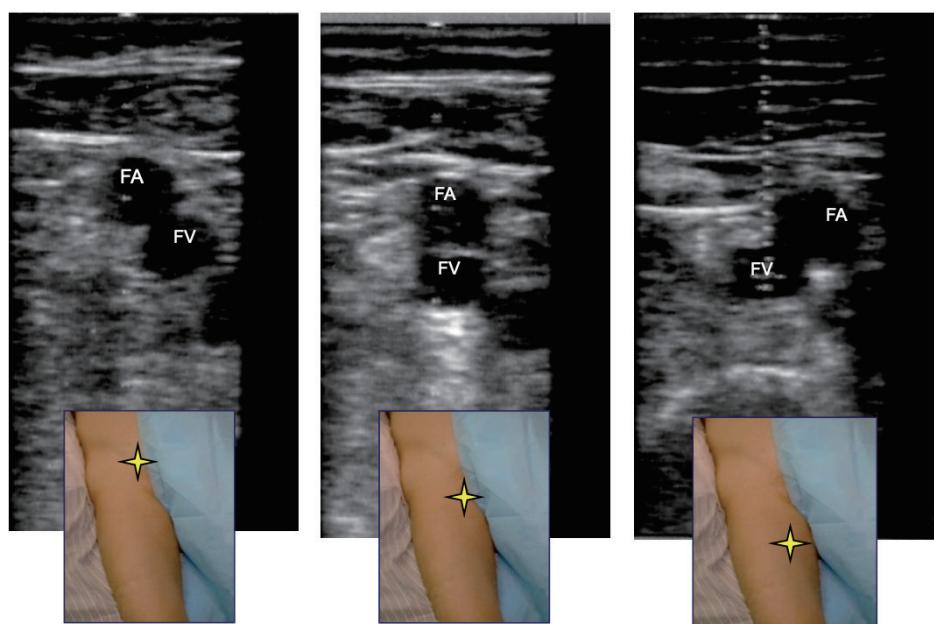


図2



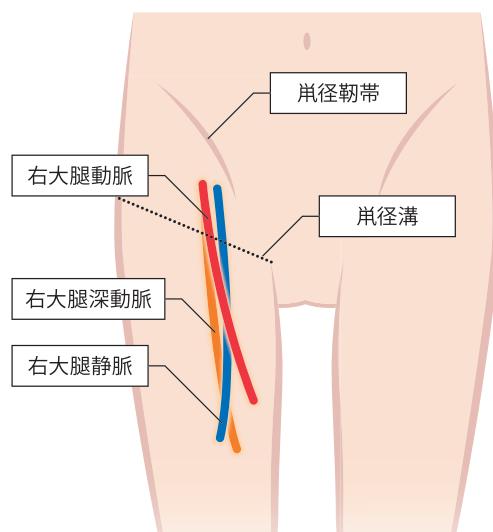
…超音波プローブの位置

あることが以下のように記載されています。

「大腿動脈は上部では大腿静脈の外側にあるが、下行するとともに次第に静脈の前に位置するようになる」「大腿静脈は大腿動脈に伴って走る。大腿の遠位部では、静脈は大腿動脈の外側に沿って走る。静脈は上行するとともに、大腿動脈の後側から内側に移り、大腿の近位部では大腿動脈の内側を走る」

この交差の関係をややおおげさに略図で表すと図3のようになります。FAとFVは正常解剖において、単純に並走しているのではなく、単径溝付近のごく限られた部分でのみ並走し、全体的には交差した構造となっているのです。グレイやネットターやプロメテウスなど主要な解剖学の教科書には、この関係は示されていません。むしろ、FAとFVがずっと並走している間違った図が掲載されているのが普通です。このFAとFVの正常な解剖学的知識があまり常識化されていないことから、FV穿刺のトラブルが以下のようなメカニズムで発生している、とわたしは睨んでいます。

図3



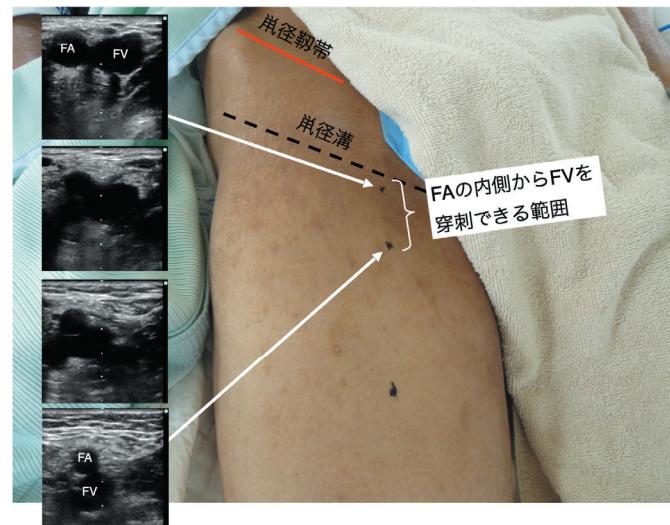
- ① FAの脈拍を触知できれば、そのすぐ内側には遠位までFVが並走しているはずだという思い込みが最初にある。
- ② 単径溝から末梢側の、FVがFAの裏側に重なっているところを穿刺した場合、FAの内側にFVは存在せず、穿刺できない。
- ③ しかしFAとFVは並走しているはずだ、という①の思い込みがあると、おかしいなと思いつつもいつか当たるはずと、穿刺を何度も繰り返す。または、徐々に動脈側に穿刺点を寄せてしまう。
- ④ 不成功に終わるか、ついには動脈穿刺や動静脈ろうを発生させてしまう。

これがFV穿刺トラップの一番目です。特に、骨盤腔の誤穿刺を避けたいという考えが強いと、単径溝よりかなり遠目に穿刺点を設定する傾向になり、このワナにはまりやすくなると考えられます。

ちなみに通常のランドマーク法、すなわちFAの内側0.5～1cmほどを穿刺すればブラインドでも穿刺が成功するの

は、どの範囲になるでしょうか。エコーで描出していくとわかるように、単径溝では通常FA/FVは完全に並走しています。単径溝とは股関節のしわでできた体表面上の窪んだ溝です。ここはランドマーク法でも比較的穿刺は容易なところです。そこから少しずつ末梢を見ていき、数cm移動するともうFVがFAの裏側に隠れてしまいます。個人差もありますが、エコーで見るとFAの内側にFVが存在しているのは、たいてい4～6cmの3横指程度、ごく狭い範囲です（図4）。FAの拍動を触知し、その内側ならどこを刺してもFVに当たる、というわけでは決してありません。

図4



C. 単径溝より中枢方向の解剖

続けて、単径溝より中枢方向に確認すべき解剖はないでしょうか。FV穿刺における穿刺点は単径帶より2cm末梢が標準と認識している方も多いのではないでしょうか。単径帶とは上前腸骨棘と恥骨の上縁を結ぶ靱帯です。穿刺針が単径帶を越えると骨盤腔に達するリスクがあります。しかも腹部骨盤CT矢状断の模式図（図5）を見ていただくとわかるように、FAとFVは骨盤腔に入るところから、外腸骨動脈となつて骨盤の背側に強く湾曲しています。骨盤腔のど真ん中を直線的に横切っているわけではありません。となると、穿刺点を単径帶に近いところに設定し、そこからFAの内側を穿刺していけばいつかFVに当たるかというと、そうはいきません。骨盤腔内を上行するにつれて「的」である静脈は背側に落ち込むように逃げていく走行をしているからです。浅い刺入角度だとなおさらです。しかも単径帶を越えた先は動脈（外腸骨動脈）が静脈（外腸骨静脈）に乗り上げ、交差します（図6）。ここでも動静脈の交差があるので！このことに起因して、以下のようなメカニズムで、もう一つの有害事象のパターンが発生します。

- ① FVは深部に位置するからFV穿刺では穿刺針は常に長針を使用するものだ、という思い込みがある。
- ② 後壁穿刺しないように、また、ガイドワイヤやカテーテルを挿入しやすいように体表面に対して浅い角度で穿刺

図5

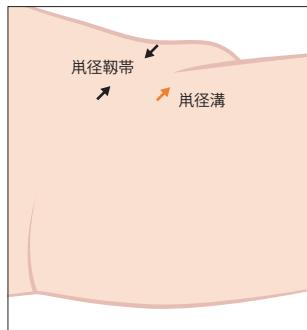


図7

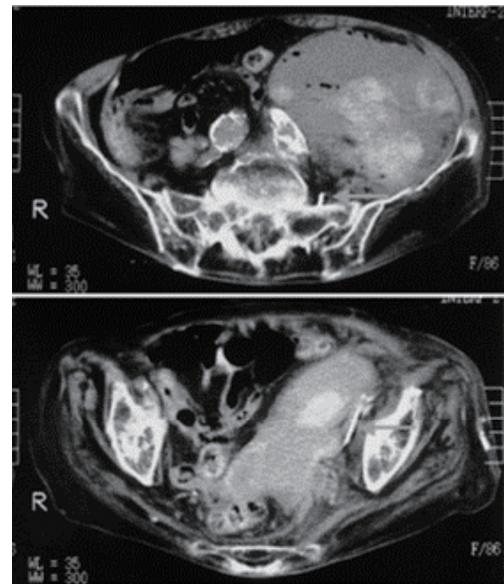
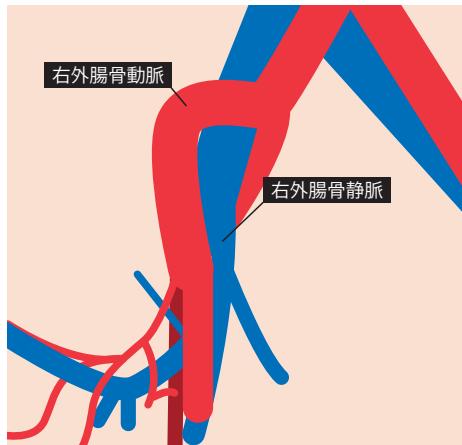


図6



するのがよい、という思い込みがある。

- ③ 岸径鞘帯より 2cm 末梢で FA を触知して、その 0.5 ~ 1cm 内側を刺入点に設定し、FV に当たるまで、と思って刺入していく。
- ④ 岸径鞘帯を越えると FV は穿刺針の方向から逃げるような角度で背側に湾曲しているので、少しずれただけで深く刺入していっても当たらない。
- ⑤ もう少しで当たるかも、もう少し…と深く刺していくうちに、外腸骨静脈に乗り上げて交差している外腸骨動脈に当たってしまう、または骨盤内臓を穿刺してしまう。
- ⑥ 骨盤腔内の出血は圧迫止血が利かないで、コントロール不能の後腹膜血腫（図 7）が発生する。

これが第二のトラップです。岸径鞘帯を越えたところでのトラブルは、動脈性はもちろん、静脈性の出血でも重大な出血性合併症となる可能性が高くなります。FV 穿刺の穿刺点はこのようなリスクが大きい岸径鞘帯をメルクマールにするのではなく、岸径溝を指標にしなければなりません。徳嶺²⁾によると、歴史的に岸径鞘帯と岸径溝はしばしば混同されてきており、解剖学的に安全な穿刺点は「岸径溝から 2 ~ 3cm 尾側を刺入点とし、皮膚に対して 30 ~ 45°で刺す」のが適切であるということです。全くその通りだと思います。

D. 安全確実なFV穿刺の手法

FV 穿刺において、①骨盤腔から大腿部にかけての FA/

FV の走行の正確な知識、特に交差に関しての知識が不足していることに加え、②長針を使用する+③浅い角度で穿刺する+④ランドマーク法で実施する、この 4 つのコンボの破壊力が大きいことがお分かりいただけたと思います。であれば、この逆のことをするのが FV 穿刺の安全対策ということになります。解剖学的には FA と FV は岸径溝より数 cm 末梢では交差していくことと、岸径鞘帯を越えると背側に大きく湾曲していることの 2 点をおさえることが大切です。ランドマーク法ならば、刺入点は FA と FV が完全に横並びになる岸径溝よりわずかに末梢側とし、骨盤腔に到達しやすくなる要素である長針は避け、短針の使用を基本とすること、浅い角度での刺入は避け、45°程度の刺入角度とするべきです。これでかなり安全性と確実性は向上するでしょう。

さらにもう一段、安全性確実性が向上する手法は、エコーガイド下穿刺を取り入れることです。FV 穿刺が思いのほか複雑な要素がからんでいることが認識できれば、エコーが素人の補助輪ではなくプロの仕事道具であるとわかるはずです。それに重篤化しやすい後腹膜血腫の原因となる動脈誤穿刺を避けるには、エコーガイド下穿刺が最も有効です。さらにエコーは、穿刺後のポストスキャンをすることで、ガイドワイヤの静脈内留置を確認でき、動脈カニュレーションや血管外留置などの合併症を高い確率で回避することができます。穿刺過程だけでなく、このポストスキャンによってエコーの利用価値が非常に高められます。

ではエコーガイド下 FV 穿刺の手法を解説します。まず短軸像穿刺を基本とします。短軸像穿刺は sweep scan 法と swing scan 法の 2 種が区別されますが、ここでは swing scan 法の手順を解説します³⁾。

- ① プレスキャンで FV が確実に穿刺できる適正な刺入点、適正な穿刺経路を選定する。
- ② 皮膚消毒、ドレーピング、局所麻酔など型どおりの手順で開始する。

- ③ FV の中心までの距離と等距離分だけプローブの中心から手前に離したところを刺入点に設定する。単径溝のレベルでは多くの場合短針で穿刺可能であるので、リスクの高い長針はできるだけ避ける。
- ④ 45°の刺入角度で数 mm 刺入したらプローブを反対側に大きく倒し、穿刺針先端を描出す。
- ⑤ 針に前後にゆする動き (jiggle) を与えつつ針を進める。その刺入に合わせて先端を常に描出しながら針を FV に誘導していく（リアルタイムスキャン）（図 8）。
- ⑥ 先端が FV 前壁に到達し、陥凹するサイン（ハートサイン）を確認する。
- ⑦ ある程度勢いをつけて前壁だけを穿刺する。前壁を穿通した後、わずかに引き戻すようにすると後壁穿刺を防止できる。
- ⑧ プツンという静脈を穿刺した手ごたえ、血液の吸引、bull's eye の確認、血管のハートサインの復帰を認めたら穿刺成功と評価しガイドワイヤーを挿入する。
- ⑨ ガイドワイヤーを残し穿刺針を抜去する。
- ⑩ ガイドワイヤーの FV 内留置をエコーの短軸像・長軸像で確認するポストスキャンをおこなう（図 9）。
- ⑪ 以下、ダイレータとカテーテルの挿入、カテーテルの固定、ドレシングを型どおり行う。

図8

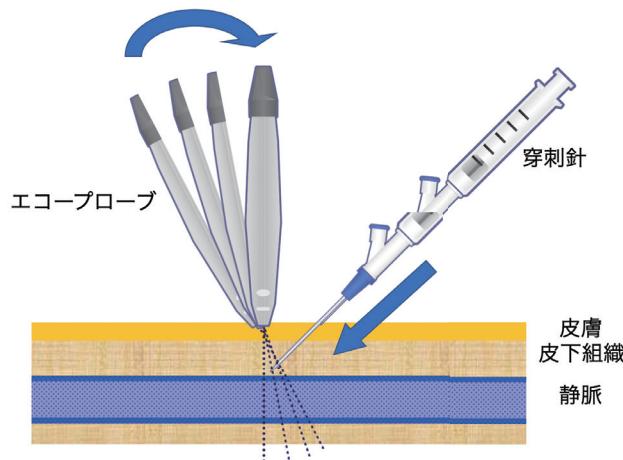
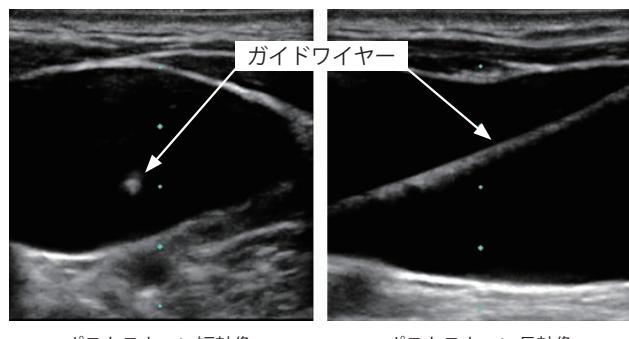


図9



これで、①骨盤腔から大腿部にかけての FA/FV の走行の正確な知識+②短針使用+③45°に立てた刺入角度+④エコーガイド下穿刺、の安全バンドルになります。さらに

X 線透視下での操作を加えることができれば完璧です。

でもエコー使えるのは余裕がある時でしょう？蘇生時とか緊急で ECMO を導入するときとかは、エコーとか言つていられないのでは？そんなクレームも聞こえてきます。然り。しかし、緊急にいますぐ FV から静脈路を確立したい、そんな時に限って、ランドマーク法穿刺でトラブルって時間がかかりすぎているのを、何度も目撃したことがないでしょうか？たしかに上記のようなエコー画像を見ながら穿刺するリアルタイム法の余裕はないかもしれません。胸骨圧迫下での穿刺を余儀なくされた場合はなおさら、圧迫の上下動でプローブ操作はうまくいかず、かえって時間がかかるリスクも発生します。そんな状況でも、エコーの使い方を工夫して安全性確実性をアップさせる手法があります。この手法を Quick look 法と呼び、その手順を簡単に説明すると、

- ①緊急性によって清潔操作のレベルを調節する。
- ②ぱっと穿刺部（単径溝）に左手で持ったエコープローブを当てる。右手にはすでに刺せる状態の穿刺針を持っておく。
- ③一瞬で FV を確認しモニター画面の中心に静脈を持つていく。
- ④プローブの中点の真下に静脈があることになり、そこを体表面上の刺入点に決定し、そこから目を離さず針を当てる。
- ⑤プローブを置くのと同時に今決めた刺入点に穿刺針を刺して穿刺する。その際、ランドマーク法のように両手を使用する。エコー画像は見ない。

これはランドマーク法に近いエコーガイドの手法ですが、皮下の FV の位置を一度見ればランドマーク法とは段違いに情報量が増えます。その分、初回成功率が上昇するはずです。また、リアルタイム法より短時間で穿刺できるので緊急時には非常に有用です。大腿動脈の拍動がはっきりしなくとも FV の穿刺が可能です。このときも、基本的に短針を使用するのが安全です。ちなみに FV ではなく、緊急時の内頸静脈路確保でもこの手法は通用します。

ところで、右 FV と左 FV とで、特にランドマーク法では穿刺方法に戸惑うことがありますか？右利き術者がランドマーク法で左 FV 穿刺をしようとするとき、右側に立って左手で動脈を触診しながらその内側を穿刺するか、左側に立ち、右手で動脈の触診、左手で穿刺と、逆手にすることになりますが、どちらもやりにくい穿刺になります。その点、エコーガイド下穿刺では、患者の右側に立って、右左どちらの FV でも左手のプローブ操作と右手の穿刺ができるので、左右差はあまり気にならない利点が生まれます。

E. mid thighアプローチについて

FV 穿刺がエキスパートにとってはランドマーク法でも「イージー」だとしても、FV 穿刺のトラブルにかららないためには、むしろ積極的にエコーガイド下穿刺で実施する方が安全確実である、という主張をしてきました。それを

もう一步進めて、よりリスクが小さくなるFV穿刺の手法について解説します。

単径部からアプローチするFV穿刺は、感染性合併症と血栓性合併症のリスクが大きいことは常識であり、そもそもできるだけCVカテーテルは留置しないことが推奨されています⁴⁾。単径部の特徴は、しわが多く、湿度が高く、動脈が浅いため体表温度が高いことから細菌が繁殖しやすい、陰部に近く尿尿で汚染しやすい、屈曲部のためドレシングがはがれやすい、などなど、感染が成立しやすい条件がそろっています。いわば培地のような部位なわけです。ここから静脈内にカテーテルを挿入するのはたしかに感染対策上は好ましくありません。ただし、ほかに選択肢がなく、どうしてもFVからCVカテーテルを挿入せざるを得ない場合もあります。そのときの工夫として、最初に指摘したFAとFVの交差・位置逆転の解剖学的特徴を逆手にとって、大腿の中部（mid thigh; ミッド・サイ）からFAの外側に出たところのFVをエコーガイド下で穿刺するのです⁵⁾⁶⁾。そうすると、大腿のかなり平らな部分から穿刺挿入することになり、挿入点が下着の外側に出せるので尿尿による汚染を避けられます。感染対策上のメリットともに非常に管理がしやすくなるので、上記のような感染対策上のマイナスポイントがかなり減殺されます（図10）。少なくとも担当看護師からは絶賛されることを保証します。患者さんの快適度も単径部よりは高くなります。さらに単径部がECMOその他で限界状況であってもその遠位からCVカテーテルを挿入できます。

ただし、挿入点が遠位にずれることで、CVカテーテルの先端は、IVCまで届かないこと、感染リスクは低減させることはできても、血栓リスクは不变であることに注意が必要です。

FV穿刺の隠されたトラップに引っ掛からないように、正常解剖をre-installし、エコーを積極的に利用するなどの対策をして、イージーとは正反対に、むしろ最大限慎重に実施すべきなのがFV穿刺です。たかがFV穿刺と侮らず、安全確実なCVカテーテルマネジメントをお勧めします。

図10



参考文献

- 1.解剖学講義 伊藤隆 原著,高野廣子 改訂 南山堂 第3版2012 p201,207-8
- 2.徳嶺譲芳ほか. LiSA. 2011. vol.18 NO.8 p834-8 より引用、一部改変
- 3.中心静脈カテーテル法マスターコース（www.echo-cvc.com）
4. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections, 2011. Am J Infect Control. 2011 May;39(4 Suppl 1):S1-34.
- 5.エコーガイド下大腿静脈穿刺による中心静脈カテーテル留置法の検討. 木原真一 他. 日臨麻会誌 Vol.19 No.1/Jan. 1999
6. Review and case studies of midthigh femoral central venous catheter placement. Ostroff, M. et al. Journal of the Association for Vascular Access, 23(3), 167-175. (2018).