

2023/02/26

PICC プラクティショナーズガイド *PICC Practitioner's Guide*

徳嶺讓芳 杏林大学医学部麻酔科学教室

はじめに

Peripherally inserted central catheter (PICC)は、中心静脈カテーテルの中で特別の位置を占めている。PICC の利点は、末梢静脈の穿刺であるため、他の中心静脈穿刺（内頸静脈、鎖骨下静脈、大腿静脈等の穿刺）に比べ、穿刺に伴う合併症（大量出血によるショックや気道閉塞など）のリスクが低い。さらに、感染率が低い、患者の受け入れが良い（恐怖心が少ない）などがある。しかし、良いことばかりではない、PICC の欠点には、血栓の頻度が高い、腎機能の低下した患者への挿入は禁忌といった問題がある。これらについては、一般的なテキストに記載されていて、ここで改めて述べるつもりはない。しかし、最も現実的な問題として、PICC は高度な穿刺技術を必要とするという点がある。これは、現在の解説書を読んでもおそらくうまくいかない。Practitioner Guide の目的は、実際に PICC の挿入を始めたが成功におぼつかない、また PICC を日常的に行なっているが、うまくいかないことがあるために悩んでいる術者のために書いた指南書（=ガイド）である。

著者は、以前「必ずうまくいく！PICC～末梢挿入型中心静脈カテーテルの挿入テクニックから管理まで（羊土社, 2017年）」という本を執筆・編集した。この時、「必ずうまくいく！」というフレーズは、削除してほしいと出版社にお願いしたが断られた。当時この本の目的は、PICC に対する理解を深め、PICC の普及を目指すことであった。おかげを持って現在、PICC は普及しつつある。しかし、一方で、PICC がうまくいかなかったという話もしばしば聞かれるようになった。そこで、「必ずうまくいく！」という謳い文句の通りになるよう、出版社に本の改訂をお願いしているが、なかなか実現しない。そこで、このガイドを書くことを思いついた。本ガイドは、著者の臨床上の経験に基づき、PICC の技術上の攻略法を記載した。このため、著者の好みや独断的な考えが、込んでいる可能性がある。読者はこのガイドを

注意して読む必要があるだろう。しかし、著者の意図は、実際の臨床でどのように PICC を攻略するか？という考え方の一つを示すことにある。読者が、その一つの解（最適解であるかどうかは別にして）を学ぶことで、臨床での困難を解決していただけるようになることが、本ガイドの狙いである。

文献

徳嶺讓芳(監修), 金井理一郎(編集): 必ずうまくいく！PICC～末梢挿入型中心静脈カテーテルの挿入テクニックから管理まで. 羊土社, 東京, 2017 年.

第1章 はじめに：末梢静脈を刺すということ

末梢静脈を刺すということは、内頸静脈穿刺をはじめとする他の中心静脈穿刺とは異なる視点が必要になる。それは、「穿刺」ではなく「カニューレション」という概念である。難しく考える必要はない。当たり前だが、末梢静脈路確保では、針を静脈に当てるだけではダメで、静脈内にカニューラ*を入れないといけない。このことを内頸静脈穿刺と比べてみよう。内頸静脈は前後径が 1 cm 以上ある (Trendelenburg 体位：頭低位での径)。このため、内頸静脈内に針が入りさえすれば、ほとんどの場合、ガイドワイヤーは挿入可能である。一方で、PICC の穿刺標的である尺側皮静脈や上腕静脈では、前後径は 3~5mm 程度しかない。つまり、静脈内にカニューラがどのような角度で挿入されるか？という点が、ガイドワイヤー挿入の成否のポイントとなる。PICC のほとんどのテキストが、この点を明確に述べていない。「超音波で静脈を確認して、針が静脈に当たり逆血が確認できたら内筒針を抜き、カニューラからガイドワイヤーを挿入する」といった具合である。

針の刺入角度を、皮膚に対して 30~45° と記載しているものが多い。そして、それはたいていうまくいくだろう。ところが、カニューラの先端が後壁の近くに留置されていると、ガイドワイヤーの挿入がうまくいかない。ガイドワイヤーを無理に挿入しようとするとうまくいかなくて操作が困難になる。それでは、カニューラを十分に挿入すれば良いのではないかと考えが思い浮かぶが、カニューラを進めることによって返ってガイドワイヤーの挿入困難が起きることがある。これらは、静脈の性状をよく理解していないことが原因である。

静脈壁は極めて柔軟でよく伸びる。このため、静脈前壁をようやく貫いた時に、

針先が後壁のすぐ近くにあるということはよくある現象である。さらに、静脈に進入した角度を考えずに、カニューラを進めると、カニューラは後壁の中に埋まり、tenting**する。大抵の場合、針が静脈壁に30°で進入し、カニューラをそのまま挿入したらtentingが起きる。この現象を、普通の末梢静脈路確保を例に考えてみよう。手背の末梢静脈路を確保するとき、針を皮内を進めるには、約30°程度の刺入角度は必要である。しかし、皮内に入って逆血を確認した瞬間に「針を寝かせる***」必要がある。そうしないと、針は静脈の後壁を貫通してしまい、出血して失敗する。なぜ、出血が失敗になるかという、駆血帯をしていることで静脈圧が上がり、静脈の後壁の貫通した穴から出血し血腫が形成され、それにより静脈が圧排されてカニューレーションできなくなる。

そんなに難しいのであれば、もうPICCはやりたくないと思う術者もいるだろう。しかし、このカニューレーションという技術は、実のところ一般に行われている末梢静脈路確保では、当たり前前の技術なのである。手背や前腕の末梢静脈路確保を上手に行う看護師は多い。人によっては、静脈が見えなくとも触診で静脈を確認し穿刺できる猛者までいる。まさに驚嘆というしかない。では、超音波ガイドはどうかというと、超音波を操作する技術、それに連動して針を動かす技術があれば、先の猛者たちでも不可能な静脈路を確保できる。言ってみれば、道具を使って不可能を可能にしているだけである。つまり、慣れてしまえばどうということはない手技である。しかし、慣れるまでにこの技術の根本をしっかりと理解していないと、上達はおぼつかないだろう。

第2章では、超音波ガイド末梢静脈路確保の技術について、詳細に解説を行う。そして、第3章ではそれをPICCへどのように応用かについて解説を行う。第4章では、困難症例の克服のための戦略について解説する。

用語説明

*カニューラcannulaもカテーテルcatheterも、血管確保で使われている機材である。意味はほとんど同じであるが、使う場面が違う。例えば、中心静脈カテーテルcentral venous catheterという用語はあるが、中心静脈カニューラという用語は存在しない。一方で、intravenous cannulaとintravenous catheterは両方使われている。一般に、短いビニール製の外筒針（普通の静脈留置針）は、cannulaと呼ばれ

ることが多い。海外では、超音波ガイドでの末梢静脈路確保が一般的になりつつある。超音波ガイドでしか確保できない深いところにある静脈の確保には長い針が好まれる。こういった長い静脈留置針は、intravenous catheter と呼ばれることもある。

＊ ＊ tenting 針やカニューラが静脈壁に当たった時、静脈壁が「テント」のように引き伸ばされた形になること。

＊ ＊ ＊ 針を寝かせる 針の刺入角度を小さくすること。昔から医療で使われている慣用句。

第 2 章 超音波ガイド末梢静脈路確保の技術

超音波ガイドで末梢静脈路確保を成功させるには、針と超音波プローブの取り扱いをマスターすることが必要である。基本は、短軸交差法である。短軸交差法とは、静脈の短軸像（輪切りの像）を描出し、針が超音波の操作線（超音波ビーム）に交差する方向から穿刺を行う方法である。短軸交差法で重要なのは、静脈の走行を理解し、その方向に針を刺入することである。そこで用いるテクニックが、Sweep scan technique である。

Sweep scan technique

超音波探触子を目的静脈に沿って滑らせ、静脈の走行を確認する方法である。あたかも探触子で皮膚表面を掃くように見えることから Sweep（箒で掃く） Scan と呼ばれている（図 1）。

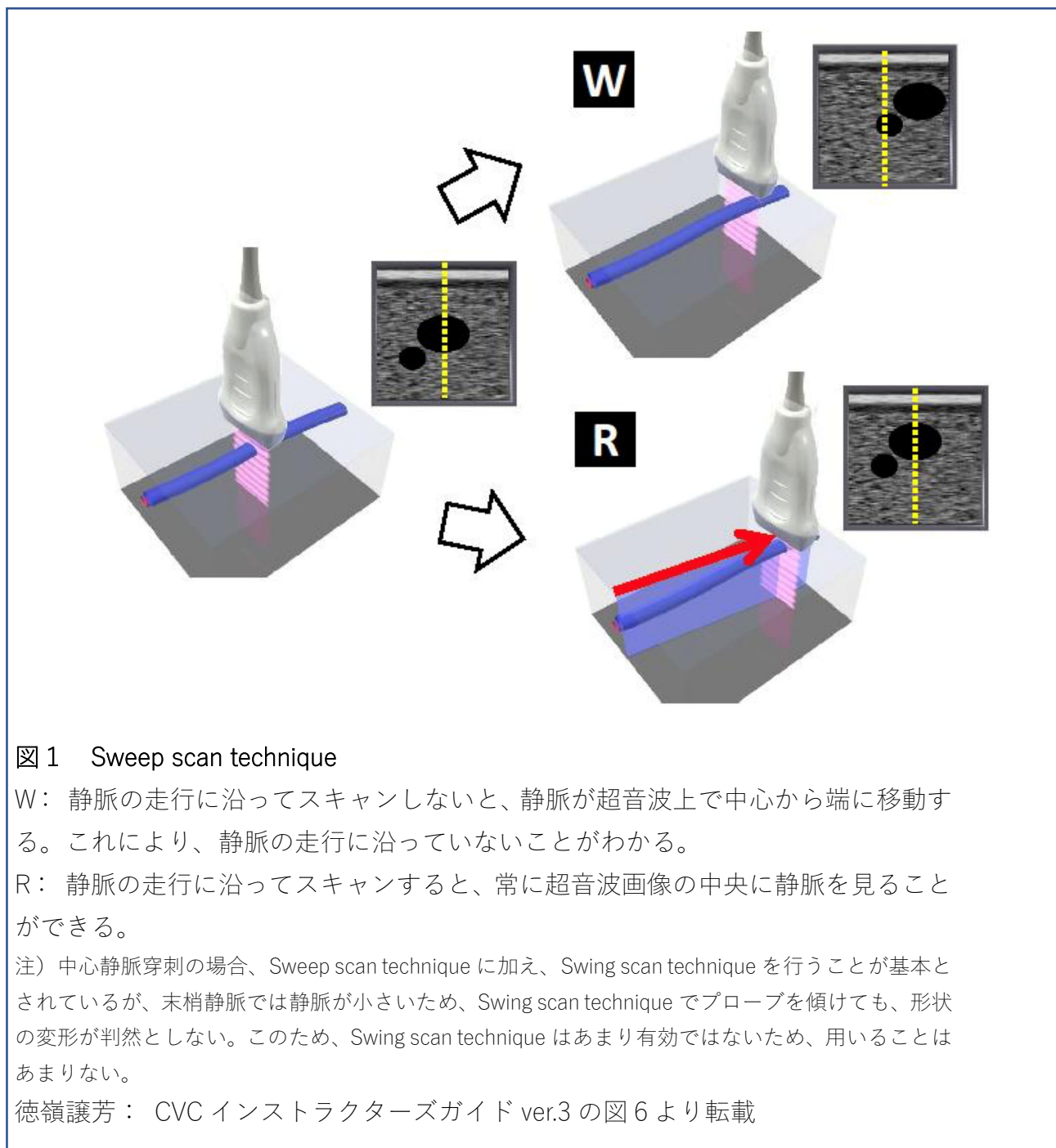


図1に示したように、Sweep scan techniqueで静脈の走行を確認したら、下記の図2のように、少しずつ静脈に近づいて穿刺を行う。特に、PICCで使用する外筒（カニューラ）針は、カニューラ部分がプラスチック製であるため、超音波の反射が弱く、カニューラはacoustic shadow（黒く抜けてみる）により超音波で確認できない。つまり、超音波で確認できるのは内筒針の針先（金属部分）だけである。そのため、針先を確認しながら針を進めるためには、超音波操作線を先行させる必要がある（この方法は、超音波ガイド下中心上脈穿刺法マニュアル、Masuiで紹介され、現在、Ultrasound-guided dynamic needle tip positioningという名称で知られている）。

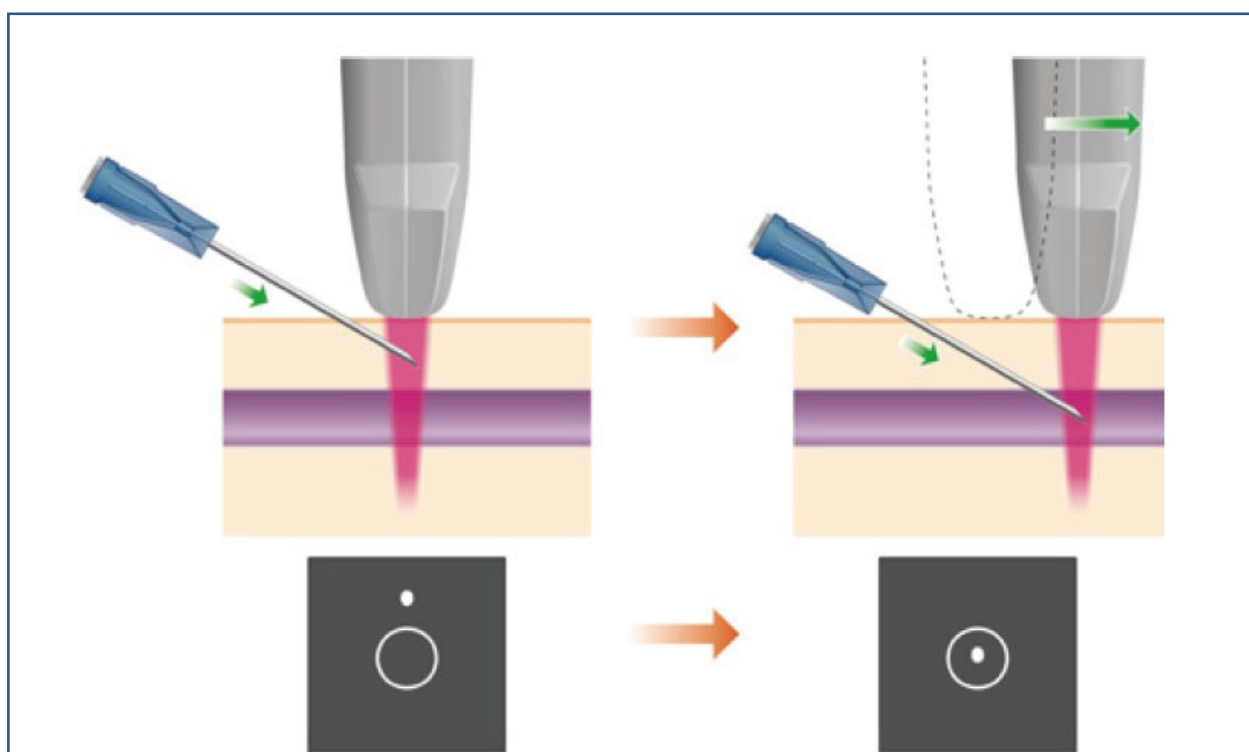


図2 尺取虫法 Inchworm technique

針が超音波操作線に入ると白輝点として確認できる。この白輝点が消えるまで超音波プローブを前進させる。白輝点が消えたら再度針を進める。すると、針先が白輝点として再び確認できる。尺取虫法という名称の由来は、尺取虫の前足を超音波プローブ、針を後足に例えている。

徳嶺讓芳. 超音波ガイド下中心静脈穿刺法マニュアル. 総合医学社, 2007年, p58-60,

図 35 から転載

針が静脈内に入ったことを逆血で確認する。第 1 章で述べたように静脈壁は弾性が高いために針が静脈壁を貫けず tenting が起きる。この時、超音波画像では針先が静脈内に存在するのに、実際には前壁を貫けていない場合、逆血は確認できない。逆血を確認できてはまだ安心ではない。逆血は内筒（金属）針の先が静脈内に入ったことを意味しているが、カニューラが静脈内に入っているとは限らないからである。つまり、針先とカニューラの間には段差（Lie distance）が存在し、その部分を意識して針を静脈内に誘導しないとカニューラを静脈内に挿入することはできない。そのために、通常末梢静脈路確保と同様、針を寝かせて少しだけ挿入する必要がある。しかし、問題なのはどの程度針を寝かせたら良いかの判断である。通常末梢静脈なら静脈が浅いため、針を寝かせる角度は、できるだけ水平に近くすれば良い。しかし、超音波でしか見えない静脈に対して、針をどの程度寝かせたら良いかの判断は難しい。そこで、図 3 の方法がある。

Target sign



図 3 Target sign

針先が血管内に入ると、血管壁と針によって標的のような形ができる (Target sign)。もし、針を尺取虫法を進めるとき、刺入角度を保ったままだと針は後壁に近づき、後壁を貫通するかもしれない。このため、針を少しだけ寝かせて、そっと進めてみる（もちろん尺取虫法で）。そうして、Target sign が再びできれば、その時カニューラは静脈内に入っている（最近の針の Lie distance は短いため）。もちろん、心配ならもう一度針を寝かせて Target sign を作れば良い。

Ando T, Tokumine J, Lefor AK. INTENSIVIST 2019 Fig. 4 改変

この方法でほとんどの場合、カニューレーションに成功する。しかし、うまくいかない場合がある。それは、標的静脈が深い場合である。静脈が深い場合、刺入角度は自ずと大きくなる。その場合、target sign を作っても、内筒針を抜いた時、カニューレの先端が静脈の後壁に向かい合ってしまう。そうすると、第1章で述べたように、カニューレと後壁の間隙がなくなり、ガイドワイヤーの挿入が困難となる。これを解決するには、長い針を使用することである。長い針を使用すれば、距離は長くなるが、刺入角度を小さくすることができる。つまり、長い針は、刺入角度を小さくしても深い静脈に届くという意味である。この時、刺入角度が小さい（針を十分寝かせることができる）ため、target sign を2回3回行なっても（カニューレを静脈内に進めても）、カニューレの先端と静脈の後壁の間に隙間ができ、ガイドワイヤーの挿入が可能となる。別の方法もある。長軸平行法 Long-axis in-plane technique を用いる方法である（図4）。

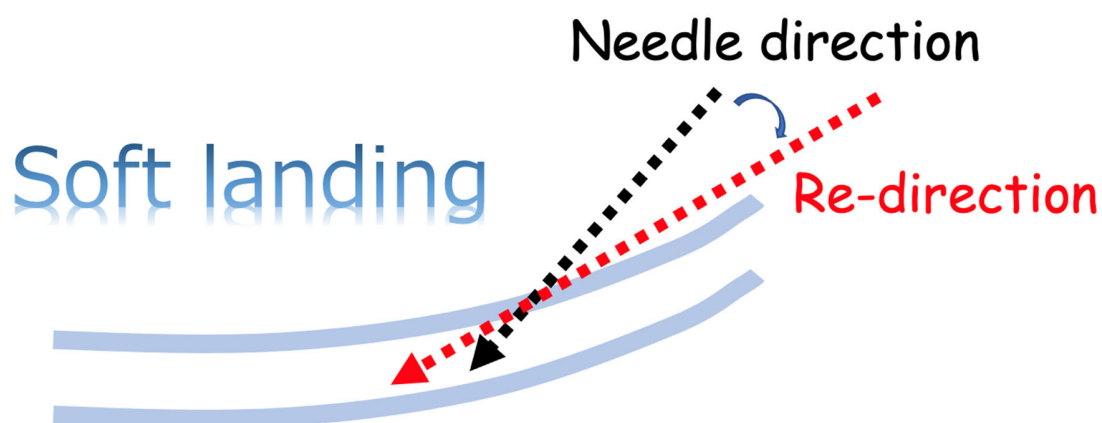


図4 Re-direction

針先が静脈内に入った後、針を寝かせる（re-direction：刺入方向を変える。つまり針を寝かせる角度を超音波で確認できる）。この時、超音波で静脈の長軸像と針を描出していれば、安全に針を静脈内に進めることが可能となる。そうして、内筒針を抜いてもカニューレは静脈後壁に乗るように留置できる。この操作を飛行機に例えるなら、着陸の際の soft landing に相当する。つまり、降下角度を下げながら着陸するというわけである。

Ando T, Tokumine J, Lefor AK. INTENSIVIST 2019 Fig. 5 改変

それなら、最初から長軸平行法で行えば良いのでは、という声が聞こえてきそうだが、それはそれであまりうまくいかない。平行法は、左右のブレが生じやすい。静脈前壁から後壁に向かって、静脈の中心を通るように穿刺をするのが、最も成功率が高い。静脈の側壁に偏った部位で穿刺を行ってしまうと、壁を傷つけるだけでカニューレーションは返って難しくなる。

文献

- 徳嶺讓芳：CVC インストラクターズガイド ver.3, 日本医学シミュレーション学会, <http://jams.kenkyuukai.jp/special/?id=7184> (閲覧 2023 年 2 月 26 日)
- 超音波ガイド下中心静脈穿刺法マニュアル. 総合医学社, 2007 年
- Tokumine J, Higa T, Nitta K, Teruya K, Fuchigami T, Sugahara K. Ultrasound guidance facilitates arterial catheterization. Masui. 2009;58(4):488-92.
- Kiberenge RK, Ueda K, Rosauer B. Ultrasound-Guided Dynamic Needle Tip Positioning Technique Versus Palpation Technique for Radial Arterial Cannulation in Adult Surgical Patients: A Randomized Controlled Trial. Anesth Analg. 2018;126(1):120-126.
- 鈴木利保. 麻酔科医がもっておくべき針の知識. 日臨麻会誌 2006;26(1):92-107
- Ando T, Tokumine J, Lefor AK. Arterial Lines III: Ultrasound-guided Radial Artery Catheterization. (Lefor's Corner. Vascular Access and Hemodynamic Monitoring Part XII). INTENSIVIST 2019;11(1): 214-219.

第3章 超音波ガイドの PICC への応用

第2章では、超音波で静脈路を確保する方法を解説した。それでは、PICC でそれをどのように応用するかであるが、ここではルート確認 (Route check) と刺入部位の選択 (runway selection) について解説する。

図5は、PICCの穿刺部位の解説によく用いられる図である。

図5 上腕尺側の静脈

V：静脈, N：神経

徳嶺讓芳: Pick up PICC! Novellus vol 1, 2012 図2より転載

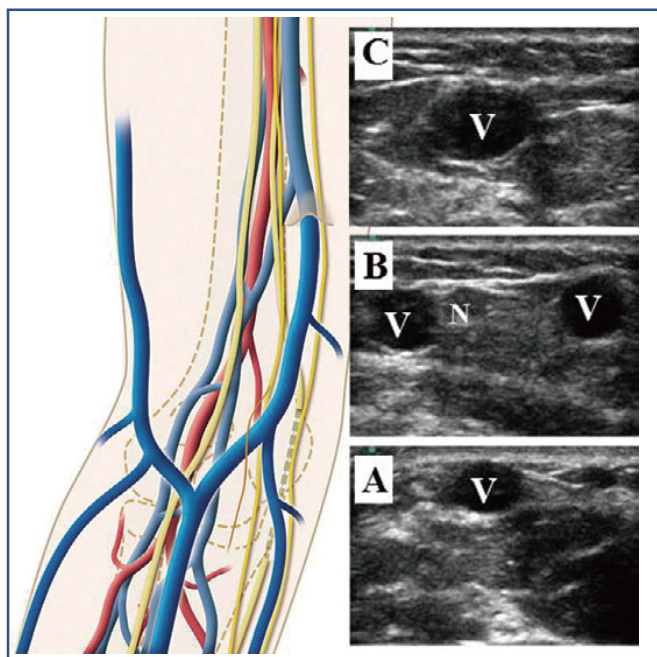


図5 上腕の血管

パネルAは、肘窩に近く、肉眼的に静脈を見つけられることが多いが、静脈径が細く、カテーテル留置後に血栓形成が起きやすい。また、尺側皮神経が静脈の背後に存在することが多いため、神経障害の好発部位である。つまり、PICCに適していない。パネルB、尺側皮静脈（図右のV）がやや太くなり、PICCが挿入可能である。一方、上腕静脈（図左のV）は、近くに神経があり要注意である。

パネルCは、尺側皮静脈が（尺側の）上腕静脈と合流し、より太くなっていて、周囲に神経も存在しない。このため、この部位が最も穿刺に適している。これが、穿刺部位決定のための基本的な考え方である。

カテーテル静脈比 Catheter vein ratio

図5の解説で、静脈が太いためPICC挿入に適していると曖昧な表現を用いたが、PICCを細い静脈に留置すると、血栓を誘発して危険である（血栓肺塞栓の原因となる）。このため、カテーテル静脈比 Catheter vein ratio の理解が必要であるが、ここでは説明を割愛する。簡略的に、直径3, 4, 5mmの静脈には、それぞれ3, 4, 5 Fr. サイズのカテーテルが挿入可能であると覚えておいてほしい（参照：必ずうまくい

く！PICC～末梢挿入型中心静脈カテーテルの挿入テクニックから管理まで)。

Zone 分類

さらに、感染防御の視点からゾーン分類がある。これは、肘窩から腋窩までを三等分し、肘窩側の 1/3 を Red zone、真ん中 1/3 を Green zone、腋窩 1/3 を Yellow zone と呼ぶ。肘窩側の 1/3 を Red zone と呼ぶ理由は、尺側皮静脈が細い＝血栓傾向、尺側皮神経が近い＝神経障害のリスク、つまり赤信号＝危険であるという意味であり、腋窩側 1/3 を Yellow zone と呼ぶ理由は、腋窩が湿潤しているために感染リスクが上がるという意味で、注意が必要＝黄色信号ということになる。もちろん、中央 1/3 は、血栓・感染・神経障害リスクが低く、青信号＝安心ということになる。

ルート確認 Route check とは

では、以上の 2 つの基本を踏まえていれば、PICC の挿入ができるのか？といえ、否である。実際の臨床ではもう少し踏み込んだ概念、ルート確認が必要である。上腕静脈は、上腕動脈の伴走静脈であり通常 2 本存在する。図 5 では、尺側皮静脈と上腕静脈の尺側側の一つが合流し拡大した。この時点で、合流した静脈はおそらく腋窩静脈になる本幹だと予想できる。一方で、尺側皮静脈が腋窩近くまで上腕静脈と合流しなかったらどうだろう。尺側皮静脈に挿入したカテーテルは、途中で止まってしまう。あるいは胸背静脈などへ迷入する。そういったマズイ状況に陥ることがある。では、尺側皮静脈が上腕静脈に合流することがないという場合が本当に存在するのだろうか？

ここで、静脈の解剖学的特徴について理解する必要がある。上肢の静脈は三相構造になっている。表在静脈、深部静脈、そしてその間をつなぐ穿通枝である。この穿通枝が、表在静脈と深部静脈をつなぐ際に、血流を末梢側から中枢側にではなく、中枢側から末梢側につないでいたらどうなるだろう。つまり、腋窩に向かっていった静脈が、突然肘窩に向かって方向転換することがあるのである。そういった不思議な現象が起きる根本的な理由は、静脈は動脈のように定型的な走行をしないからである（もっとも、動脈にもバリエーションが存在するが、静脈ほどではない）。先の疑問の答えは、尺側皮静脈のほとんどが上腕静脈に合流する。しかし、直線的でないことがしばしばある。というのが正解である。

ではここで、ルート確認とは何かというと、「標的静脈の走行が、ガイドワイヤーに適しているか確認する」ことを言う。先の例で言うと、尺側皮静脈が上腕静脈と合流する際に、高度な屈曲があれば、ガイドワイヤー挿入は困難となる。この時、上腕静脈が正中神経と離れて存在し、それがもう一つの上腕静脈と合流するのであれば、その上腕静脈を選択することで、ガイドワイヤーはスムーズに挿入できるであろう。ルート確認では、腋窩まで走行を確認するが、それだけではない。同側の鎖骨下静脈と内頸静脈も確認しておく（後述：透視装置が使えないとき）。

刺入部位の選択 runway selection

先に、カニューレを飛行機の着陸に例えた。つまり、カテーテルをうまくカニューレーションするためには、滑走路 runway を選択しなければいけない。マッピングで、尺側皮静脈、橈側あるいは尺側の上腕静脈のいずれを選択するか決定し、その上で滑走路となる着陸地点を考えるのが刺入部位の選択 runway selection である。図6は、その例である。穿刺後すぐに静脈が屈曲している部位を選ぶのは良くない。つまり、a を選択するのは間違っているが、b~f のいずれを選択しても良い。ではカニューレーションの部位を選択する要素を下記にまとめる。

- 1) ルート確認：ガイドワイヤーの挿入が可能な静脈を選択
- 2) カテーテル静脈比：血栓を起こさない静脈を選択
- 3) Zone 分類：感染が起こりにくい部位を選択
- 4) 刺入部位の選択：穿刺が円滑な部位を選択
- 5) 上記の項目を考慮し、最適な静脈・部位を選択する

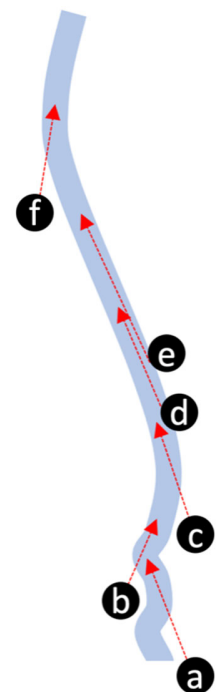


図6 Runway selection

文献

徳嶺讓芳：Pick up PICC! Novellus, vol 1, 2012

第5章 穿刺困難への対処

臨床では、PICCの穿刺困難症例が存在する。例えば、肥満患者でのPICC、体位の取れない患者などである。この章に関しては、3つの事例を挙げて解説する。というのも、臨床ではさまざまな困難症例が存在し、その全てを解説するのは難しいからである。

肥満患者

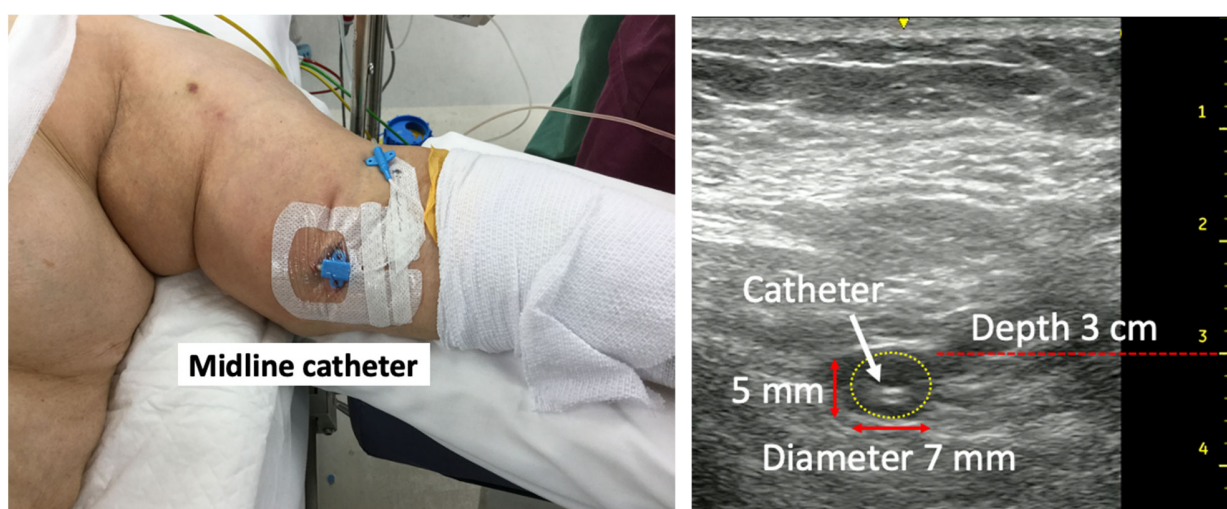


図7 肥満患者の超音波ガイド末梢静脈路確保 (Midline*)

右乳がんの手術予定で、手術1週間前に入院して糖尿病の血糖コントロールをインスリンで行っていた。末梢静脈路確保が難しい上に、ラインの液漏れがしばしば起きるため、日によっては1日3回末梢静脈路確保を施行。経過中、末梢静脈ラインによる蜂窩織炎を起こし、手術が一旦中止。過去に直腸癌の手術歴があり、その時の内頸静脈穿刺が辛かったため、中心静脈カテーテル留置を拒否。このため、手術日当日に、手術室で左尺側皮静脈にMidline*を挿入した。Catheter vein ratioは、6.3%である。*Midlineは、PICCのように尺側皮静脈からカテーテルを挿入するが、カテーテルの挿入長を短めにして、末梢静脈路として使用する。このため、中心静脈路ではない。

Tsuji D, et al. Medicine Case Reports and Study Protocols 2020 Figure 1&2 より転載

肥満患者では、尺側皮静脈が深い、このため PICC のキットの針ではなく、長い 20G 静脈留置針（5cm 程度）を用い、刺入角度を小さくして穿刺を行うと良い。

体位の取れない患者

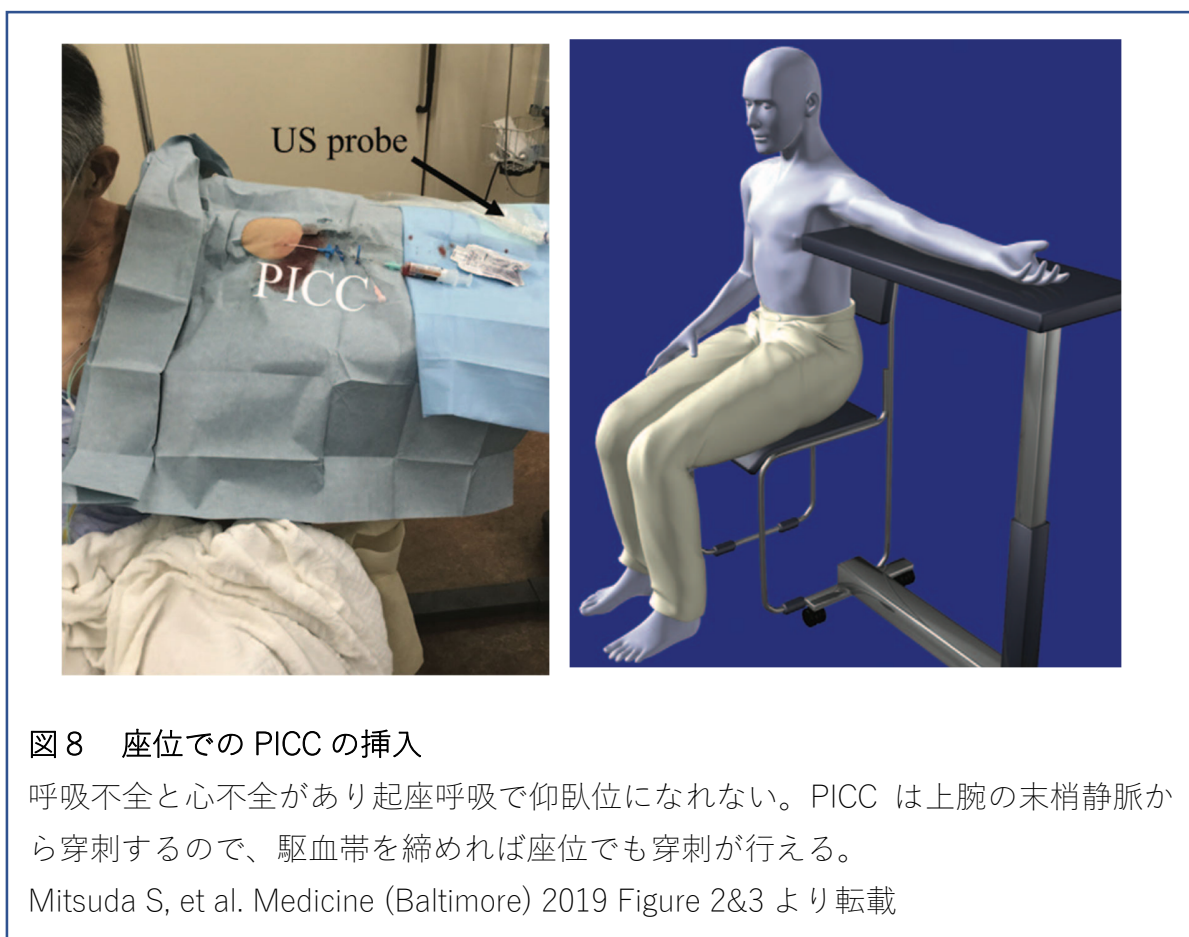


図8 座位での PICC の挿入

呼吸不全と心不全があり起座呼吸で仰臥位になれない。PICC は上腕の末梢静脈から穿刺するので、駆血帯を締めれば座位でも穿刺が行える。

Mitsuda S, et al. Medicine (Baltimore) 2019 Figure 2&3 より転載

図8は、中心静脈カテーテルの挿入を依頼されたが、体位が取れないため PICC を選択した症例である。PICC は上肢の拘縮で確保できないこともあるが、このような場合には、他の中心静脈穿刺を凌ぐ利点がある。別の見方をすれば、PICC 挿入を仰臥位でしか行えないという先入観があれば、この患者も PICC 挿入困難と判断されたであろう。

穿刺部位の制約

穿刺部位が限られている症例では、正確な穿刺手技が求められる。

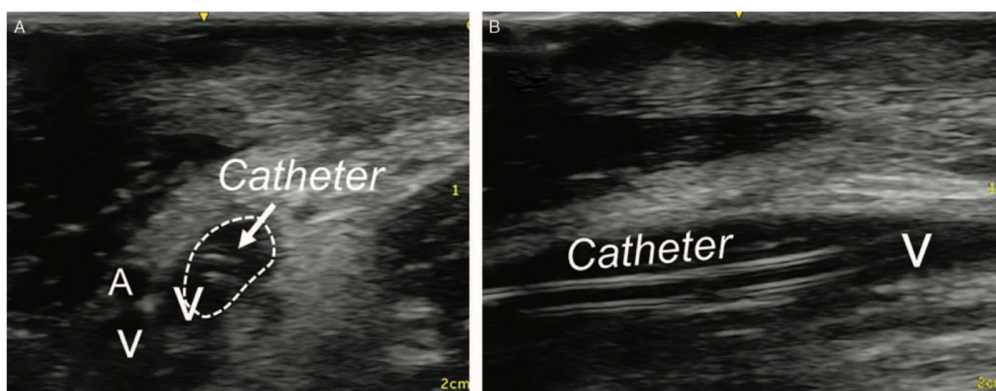


図9 全身熱傷瘢痕による穿刺部位の制約

全身熱傷(93%)に対して、過去に何度も植皮手術を施行。最後の手術前に、静脈路確保部位がなく、熱傷を免れた右上腕内側から超音波ガイド下に Midline を挿入した。破線円V：尺側の上腕静脈

Yokota T, et al. Medicine (Baltimore) 2019 Figure 1 & 2 より転載

上に挙げた症例は、極端に穿刺が困難な症例というべきものである。しかし、臨床では、いつでも何がしかの穿刺困難と遭遇するだろう。PICC に必要とされるポイントを習得し、正確な穿刺が行え、さらに固定観念のとらわれない者だけが、こ

これらの困難を解決していけるであろう。

文献

- Tsuji D, Okano H, Tokumine J, et al. Midline catheter placement in an obese patient with difficult venous access: A case report. *Medicine Case Reports and Study Protocols* 2020;1(1): e0009.
- Mitsuda S, Tokumine J, et al. PICC insertion in the sitting position for a patient with congestive heart failure. *Medicine (Baltimore)* 2019;98(6):e14413.
- Yokota T, Tokumine J, et al. Ultrasound-guided placement of a midline catheter in a patient with extensive postburn contractures: A Case report. *Medicine (Baltimore)* 2019; 98(3): e14208.

まとめ

PICC の臨床で必要とされる技術について解説した。これらの技術を駆使することで、日常での PICC 挿入が円滑になり、穿刺困難にも対応できるようになる。

付記：透視装置が使えないとき

PICC は透視下で挿入した方が円滑に行える。また、透視を使わず磁場と心電図を指標に挿入する製品（Sherlock™3CG, BD, 株式会社メディコン, 大阪, 日本）もある。しかし、こういった装置や環境でなくとも、PICC の迷入は超音波である程度察知できる。つまり、PICC 挿入後、同側鎖骨下静脈にカテーテルが描出でき、同側内頸静脈になれば、おそらく、上大静脈にカテーテルは挿入されているであろう。助手に超音波で観察してもらうのが簡便だが、一人でも可能である。大きめのドレープで術野を覆ったら、患者の顔に当たる部分は折り曲げておく、そうすると、カテーテル挿入後に患者側に移動した超音波プローブを術野側からドレープ越しに掴んで操作ができる。

付記：貫通法を用いない訳

PICC の解説書には、貫通法（静脈前壁と後壁を貫通して、針を引き戻しカニューラを留置する）を推奨するものがある。しかし、貫通は、出血で静脈が圧排され、カニューレーションができなくなる可能性が高くなる。もし幸運にカニューレーションできても、後壁の損傷部位から血栓が形成されるリスクが高い。Virchow の 3 徴という言葉がある。Rudolf Ludwig Karl Virchow（病理学者）の提唱した静脈血栓症の形成に関する 3 つの要因（血管の障害、血流の鬱滞、血液性状の変化）のことで、血管の障害を静脈血栓の主要な原因の一つに挙げている。つまり、貫通法は、無意味な後壁損傷により、PICC の最大の欠点である血栓形成のリスクを挙げている。おこなってはならない方法なのである。ちなみに、貫通法を Seldinger 法と勘違いしている人がいるが、Seldinger 法は、ガイドワイヤーを使ってカニューレーションを行う手技のことで、貫通法とは何の関係もない。Sven Ivar Seldinger は、血管を愛護的に扱うようにと論文で述べている。貫通法は、Dr. Seldinger の信念と真逆の手技と言える。

文献

- Brotman, D.J., et al., "Virchow's triad revisited." Southern Medical Journal 2004;97:213-214.
- Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. Acta Radiologica. 1953;39(5):368-376.