



Novellus

2023 Oct vol.47

意外に知られていない 中心静脈カテーテル挿入にかかわるtips

小尾口 邦彦 先生

京都府立医科大学
麻酔科学教室
集中治療部 准教授

はじめに

中心静脈カテーテルは、重症患者管理において欠かせません。医療安全意識の向上とともに、エコーガイド下での挿入は常識となったのではないのでしょうか。一方で、非常に大切なことが意外におさえられていないと感じます。

筆者は、医師のはじめの6年間を麻酔科医として、その後、20年以上を救急医あるいは集中治療医として臨床に取り組んできました。かつては膨大な数の中心静脈カテーテル挿入を行い、時に苦勞しました。近年は、若手医師を手伝う機会の方が多いのですが、「こういった点でつまずくんだ・・・」といった視点でみています。

以後、「意外に知られていない」と感じる tips をまとめていきましょう¹⁾。中心静脈カテーテル挿入であっても血管撮影室などで透視下であることが望ましいですが、多くの施設において現実的ではないでしょう。よって、以降の解説は透視下ではないことを前提とします。もちろん挿入後のレントゲンによる確認は必須です。

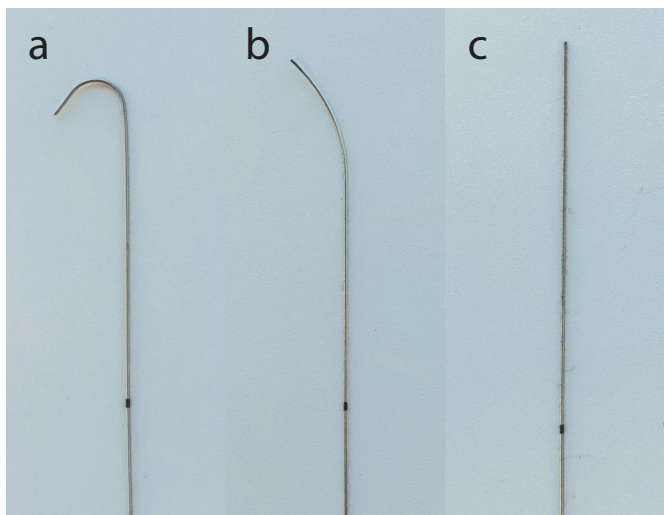
中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析—第2報

2017年、日本医療安全調査機構が「中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析—第1報」をだしました²⁾。医療事故調査制度開始後収集されたデータの分析第一号でした。筆者は熟読し、勉強になりました。2023年3月、第2報³⁾ができました。読者はぜひ目を通してください。本稿においても、同報告から得た学びを一部紹介します。

ガイドワイヤー先端形状

ガイドワイヤー先端形状には、J型・アングル型・ストレート型があります(図1)。また、ガイドワイヤーを格納し、患者への挿入を容易とするための容器をストレイトナー(straightener)といいます。多くのJ型やアングル型の末端部分はストレート型です。ただし、製品によって、この末端部分をストレート型として使用してよい製品と、使用不可の製品があるので、確認が必要です。

図1：ガイドワイヤー先端形状



a: J型 b: アングル型 c: ストレート型

なぜ、J型がポピュラーなのか？

無事に比較的太い静脈内にガイドワイヤー先端を挿入できたとします。

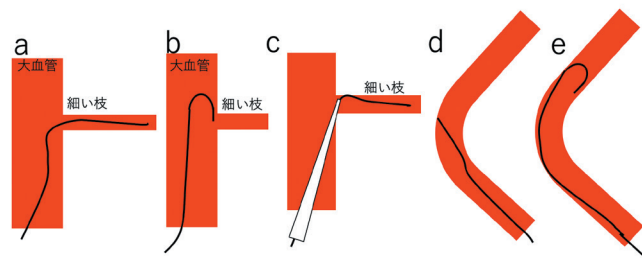
非透視下であれば、ガイドワイヤーを盲目的に進めざるをえません。ストレート型であれば、血管の枝に迷入するリスクが相当あります(図2a)。例えば、大腿静脈アプローチであれば、対側の大腿静脈や腎静脈に入ることもあります。ガイドワイヤーの抵抗を感じることで、「迷入したのでは?」と感じることはあります。抵抗を感じるとき、筆者は一旦、ガイドワイヤーを浅くしやりなおします。

J型であれば、そのJ部分の大きさがあるがゆえに、細い枝や横方向の枝に入りづらくなります(図2b)。直進性が高いと表現します。アングル型はJ型とストレート型中間の性質となります。

細い枝にガイドワイヤーが入ると、カテーテルが細い血管に留置されることとなります。しかしもっと怖いのは、細い枝に入った部分が、皮膚挿入部近くであるときです。ダイレーターをいれるとダイレーターの素材は比較的硬いため、血管損傷リスクがあります(図2c)。

また、特に高齢者において、血管の蛇行は珍しくありませんが、J型の方が蛇行血管の中の走行性が良いです(図2de)。

図2：ガイドワイヤー先端と血管の関係性



血管確保時点においてJ型は不利

一方、血管確保時点において、J型は必ずしも有利ではありません。

スムーズにプラスチックカニューラ針を血管内に留置できる時は良いです。時として、カニューラ針先端からの血液のリターンはあるが、外套を上手く挿入できない時があります。あるいは、血液のリターンがあるところで、ガイドワイヤー先端を血管内に進め、さらにガイドワイヤーを軸としてカニューラ針外套を目標血管内に進めるテクニックがあります。

極度の脱水患者などにおいて、ガイドワイヤーの先端を血管内にいれることが非常に難しいときがあります。読者はJ型の先端がストレイトナーから出る時を観察してください(図3a)。先端を出た瞬間に、角度をもつことが分かります。カニューラ針外套や金属穿刺針から出るときも同じです。血管断面腔が狭いとき、角度をもったワイヤー先端は抵抗となります(図3b)。ストレート型であれば、「素直に」進む可能性が高いです。実際、新生児や乳児対象のカテーテルを扱う医師は、ストレート型を好みます。径が細い血管にアプローチするのに、ガ

イドワイヤー先端が「跳ねる」と勝負にならないからです。

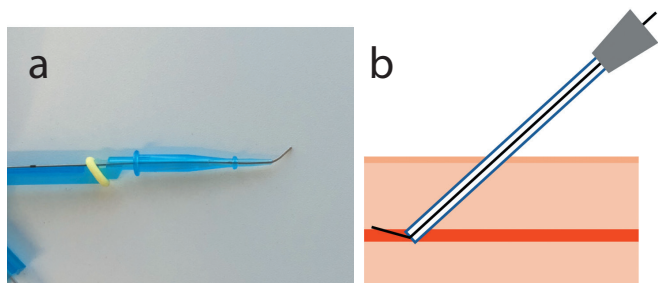
例えば敗血症性ショック・血管内脱水で目標血管径が細くJ型で難渋するときの筆者の「やり方」を紹介します。ガイドワイヤーの「お尻」のストレート型を利用します。まず、ガイドワイヤー先端を血管内にいれます。次にガイドワイヤーを軸としてカニューラ針外套を挿入します。一旦、ガイドワイヤーを抜き、外套にシリンジをつないで逆血があるかを確認します。逆血があれば、次にJ型を先頭にしてガイドワイヤーを入れ直し、進めていきます。以下のように整理しましょう。

J型 ⇒ 血管内を進むとき直進性が高い ⇒ 血管確保後に向いている

ストレート型 ⇒ 血管確保時に直進性が高い ⇒ 血管確保時に向いている

アングル型 ⇒ J型とストレート型の中間の性質

図3：J型先端の性質と欠点



血管内脱水時には・・・

敗血症性ショックといった病態におけるテクニックを紹介したわけですが、血管内脱水状態での中心静脈カテーテル挿入は、スキルがある医療者でも難渋します。

明らかな脱水があるのに、カテーテル確保業務を開始し、難渋するケースは珍しくありません。相当な時間を要してもカテーテル挿入ができない現場に、筆者がヘルプに駆けつけることがあります。患者も担当医師も疲れ果て、介助看護師の目が光っています。医療事故寸前と感じます。「中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析—第2報」³⁾においては、「難渋した場合の術者交代・カテーテル挿入中止のルールなどを共有するため、タイムアウトを実施する。」とあります。筆者自身、今まで「入らない、入らないといって1時間近くねばった？ それ自体が事故ととらえるべき」と言ってきました。そしてタイムアウトを実施しています。

時間的余裕が少しでもあるのであれば、血管確保の前に、まず1L程度、細胞外液や生理食塩水をいれるべきです。世界が変わります。30分程度カテーテル挿入開始が遅れるかもしれませんが、遥かにかっこよく短時間で業務が終了します。

中心静脈カテーテルガイドワイヤーの太さの選択

かつて、中心静脈カテーテルの主流は、穿刺針が18G、ガイドワイヤーが0.035inchのものでした。現在は、穿刺針：20G、ガイドワイヤー：0.025inchのセットや穿刺針：22G、ガイドワイヤー：0.018inchのセットもあります。

カテーテル挿入過程において、ガイドワイヤーが例えば動脈に挿入されているのであれば怖いですが、しかし、ガイドワイヤーが動脈に挿入されていることに気がつかず、ダイレーターやカテーテル本体を進めることの方が、各段に怖いですが。ガイドワイヤーより遥かに太く、致命的な合併症となりかねません。

よって「ガイドワイヤーは細ければ細いほど安全」とは筆者は考えていません。穿刺針：20G、ガイドワイヤー：0.025inchの製品がエコーによる視認性と扱いやすさと安全性のバランスが取れていると考え、筆者所属施設では採用しています。本当にガイドワイヤーが血管内に留置できた自信がない限り、ダイレーター以後のステップに進んではならないと口を酸っぱくして言っています。

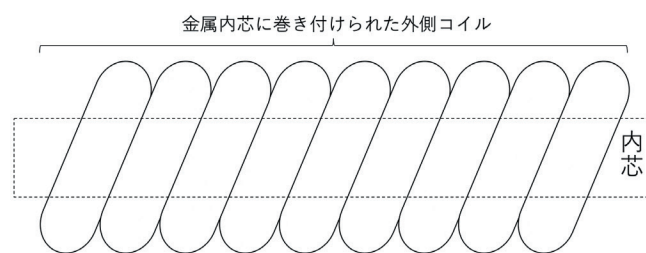
「中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析—第2報」³⁾においては、「損傷を最小限に留め、患者の安全を確保するために細い穿刺針のセットを使用することが望ましい。」とあり、22Gの穿刺針による血管穿刺がスムーズであった例が紹介されています。また海外は18Gが主流であるのに対して、日本はマイクロニードルと呼ばれる20～22Gが販売されていることが紹介されています。具体的に22Gがよいとまで書かれていないのですが、ガイドワイヤーの扱いやすさも重視し、バランスをめざして20Gを採用した筆者の考えと若干の違いがあるかもしれません。

プラスチックカニューラ針？ 金属穿刺針？

カニューラ針（の外套）あるいは金属穿刺針のどちらかを用いて、ガイドワイヤーの留置をします。

カテーテル挿入のスキルがある医師によっては金属穿刺針を好みます。金属穿刺針先端を血管内にいれ、血液のリターンがあるところでガイドワイヤーをスムーズに挿入し、金属穿刺針を抜き、ダイレーターをいれて…鮮やかです!!

図4：ガイドワイヤーの基本構造



ただし、「金属穿刺針は絶対に利用してはならない。カニューラ針を使用すべきである。」と考えるエキスパートは少なくありません。なぜか考えてみましょう。

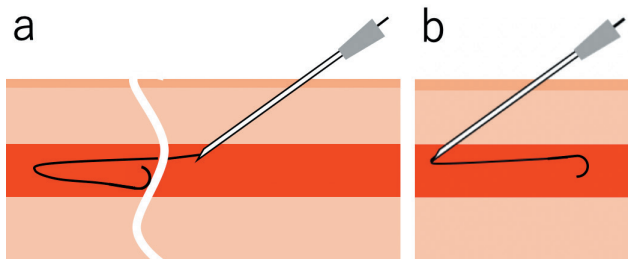
多くのガイドワイヤーは、直線状のワイヤー（内芯）の周囲にコイルを巻き付けた構造です（図4）。ガイドワイヤーが皮下や血管内をうまく走行できないとき、ガイドワイヤーに「折れ目」が容易にできます。ひどい場合にはワイヤーが反転します。キック現象と呼びます（図5a）。やり直すために金属穿刺針から、ガイドワイヤーを抜こうとすると、この折れ目に金属穿刺針が食い込みます（ロッキング）（図5b）。金属穿刺針は鋭利なので、無理をすると、ガイドワイヤー切断となりかねません。切

断したガイドワイヤーの回収は非常に難しいです。そして一旦、ロッキングを起こすとリカバーは難しいです。ガイドワイヤー先端は血管内に入っている使用を諦め、金属穿刺針とガイドワイヤーを一体として抜かなければなりません。

金属穿刺針内にガイドワイヤーを進める、ガイドワイヤーから金属穿刺針を抜く動作はOKなのですが、金属穿刺針からガイドワイヤーを抜く動作は余程慎重に行わなければなりません。そして抵抗があれば、ロッキングである可能性が極めて高いです(図5b)。

素材がプラスチックであるカニューラ針外套であれば、ガイドワイヤー離断にまでいたる可能性は低いです。そして、外套からガイドワイヤーを抜く動作も可能であることが多いです。

図5: 金属針とガイドワイヤーのトラブル



a キンク現象 b ロッキング現象

ガイドワイヤー湾曲の面を意識しよう

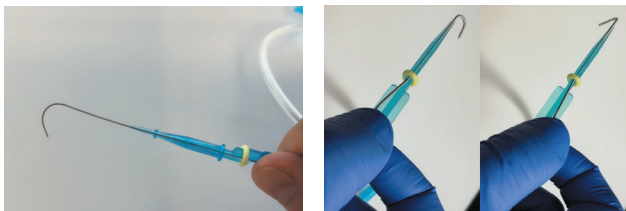
先端がJ型であるガイドワイヤーの湾曲は面を作っています(図6)。

面を意識しつつガイドワイヤー挿入を行いたいです。

ガイドワイヤーをプラスチックカニューラ針外套に挿入するとき、手首の向きをかえることで、外套から出るときの面の向きが変わります(図7)。また、ストレイトナーを操作する親指の向きを変えることで、面の向きを微調整ができます。若手医師には、ぜひ、平时に練習していただきたいです。

図7: ストレイトナーを利用しガイドワイヤー先端を親指の向きで微調整

図6: ガイドワイヤーの湾曲



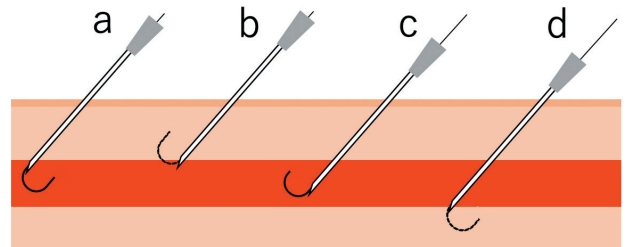
縦方向を意識したガイドワイヤー操作

血管内容量が比較的十分な血管の中央を穿刺したとします。

血管断面で考えると縦方向に余裕があります。ガイドワイヤーの湾曲が皮膚に垂直になるように送ります。基本的には図8aのように入れた方がよいです。ただし、もし、プラスチックカニューラ針外套先端が血管後壁に近ければ、図8bのように入れたほうがよいです。

実務においては、なかなか、客観的に「外套の先端が前壁にありそう」とは分かりません。分かるのなら相当なエキスパートです。よって、うまく、ガイドワイヤーが進まないとき、ガイドワイヤーと前壁・後壁との干渉(図8b, 図8d)を意識し、手首の向きや親指操作で抵抗がなくガイドワイヤーが進む面を探します。

図8: ガイドワイヤー湾曲と血管前壁・後壁との干渉



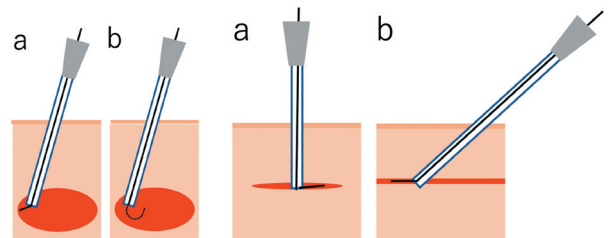
横方向を意識したガイドワイヤー操作

横方向においても、同様に、壁の干渉が原因でガイドワイヤーが進まない時は多く(図9a)、ガイドワイヤー先端の向きを大きく変える、あるいは微調整で、ガイドワイヤー挿入が成功することは少なくありません(図9b)。

特に、血管内脱水時、この意識は重要です。縦方向の自由度はなく、ガイドワイヤー先端の面と血管の断面がうまくあったとき、ガイドワイヤーがかろうじて進みます(図10)。

ガイドワイヤー先端の面の微調整が重要であり、筆者はストレイトナーにおける親指操作を重視しています。

図9: ガイドワイヤー湾曲と血管側壁との干渉 図10: 血管内脱水時こそ、ガイドワイヤー先端面の向きが重要



ガイドワイヤーをダイレーター内で前後させるテクニク

このテクニックは近年強調されるようになりました。

ガイドワイヤーの血管内留置は確実に成功したとします。

ガイドワイヤーに折れ目をつくらないように努力をしなければなりません、折れ目ができることは珍しくありません(図11)。この状態で、ダイレーターを進めたらどうなるでしょうか?ダイレーター先端は折り目を越えることができず、折れ目のところで動かなくなります。強い抵抗を感じます。そして無理をすると、折り目にダイレーター先端が固定したまま直進し、血管の下壁や周囲組織を損傷します。

一方で、正常なダイレーター挿入作業であっても、かなり抵抗を感じることは珍しくありません。ある程度慣れてくれば、感触からどちらか分かるケースも多いですが、経験が少なければ分かりません。そして、ダイレーター挿入作業

自体が折り目をつくることも多いです。

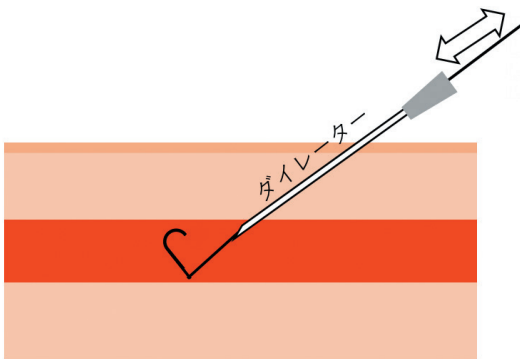
よって、ダイレーター挿入中はガイドワイヤーに「折り目が存在しないか」「折り目が発生したのではないか」を常にモニタリングすることが重要です。

ダイレーターを挿入中、時々、ダイレーターを片手で固定し、もう片方の手でガイドワイヤーを数 cm 前後させます (図 11)。前後させるたびに抵抗を感じれば、折れ目がダイレーター先端を通過するときの抵抗です。

可能であれば、新しいガイドワイヤーにチェンジします。

「中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析—第 2 報」³⁾ においては、院内事故調査報告の対象となった全 44 例が紹介されていますが、出血の事例 (全 16 件) や迷入の事例 (15 件) の多くが、ガイドワイヤー挿入時、あるいはダイレーター挿入時、さらにカテーテル挿入時の抵抗があったことが記されています。中心静脈カテーテル挿入時、常に抵抗に過敏にならないければならないのです。また、「ダイレーターは硬いため、血管を損傷させる危険がある。ダイレーター挿入時は過度な力を加えず、ガイドワイヤーに沿わせて滑らせるように進め、5 cm 以内の挿入に留める。」とあります。

図 11: ガイドワイヤーの折れ目のモニターテクニック



本質的に左アプローチは怖い

右内頸静脈と左内頸静脈の両方からカテーテルが挿入されたレントゲンです (図 12)。

右内頸静脈経由のカテーテルは、心臓に向かって真っすぐ下降します。それに対して、左内頸静脈は、斜めに下降します。先端は、上大静脈の右側の壁に接触しています。

体の左側の血管から挿入された中心静脈カテーテルは少し深ければ、上大静脈にこのように接触します。

PICC は安全と思われがちです。通常、上腕の静脈から PICC を挿入するので、患者の不便を考えると、左上腕から挿入されがちではないでしょうか。筆者は、左上腕静脈から PICC が挿入され高カロリー輸液がなされた症例において (図 13a)、先端が上大静脈を穿通し輸液が縦隔や右胸腔に漏れた症例を診察したことがあります (図 13b)。PICC は手の動きにより大きく先端が動くことも関係したのでしょう。

後述しますが、カテーテル先端の適正位置については議論がある状況です。

図 12: 右アプローチと左アプローチ

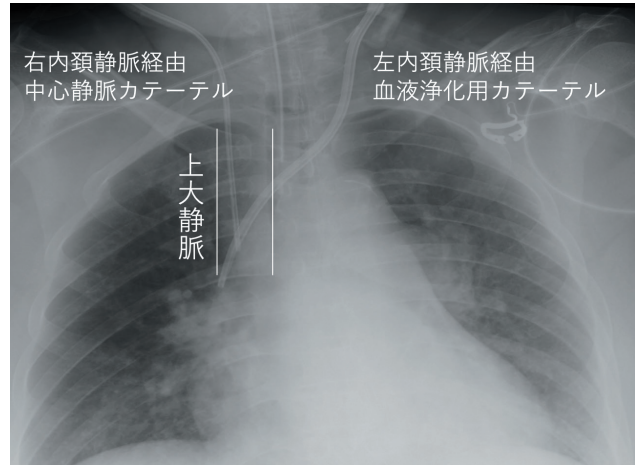
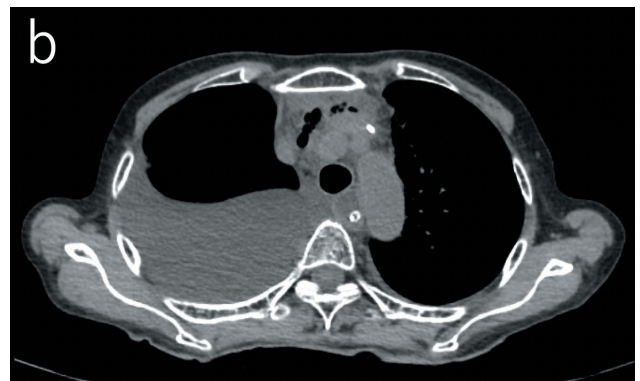
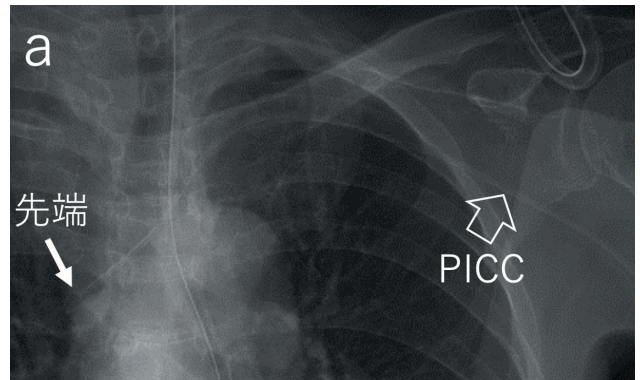


図 13: 左アプローチは本質的に怖い



- a) 左上腕静脈から挿入された静脈が上大静脈壁に「突き刺さっている」
- b) 高カロリー輸液が縦隔や右胸腔に漏れ、炎症を起こした。縦隔のガスや右胸水がみられる。

中心静脈カテーテルの深さ

もっとも怖い中心静脈カテーテル合併症の 1 つは心タンポナーデです。

どの血管壁であっても、カテーテル先端が常時ふれると穿通する可能性があります。たとえば、図 13 の症例は、カテーテル先端が上大静脈を穿通したことによります。穿通部分に血腫ができ、あるいは炎症を起こしますが、静脈は圧が低いので大出血・急死まで至ることは稀です。

一方、心膜で覆われている部分で穿通すると話は別です。心タンポナーデを起こし、発見や対処が遅れると不幸な転帰がありえます。医事紛争もありえます。

心膜は心臓の表面だけにあるわけではありません (図 14)。上大静脈の近位部 3cm も心膜が覆っています。この心膜

起始部より心臓側であれば穿通したとき心タンポナーデを起しえるし、遠位であれば心タンポナーデは起きません。よって、上半身経路のカテーテルであれば、この起始部より上に位置すれば良いと筆者は考えてきました（この表現の意味は後程分かります）。

心膜起始部は胸部レントゲンでは判別できないので、起始部に接しレントゲンで視認性が良い気管分岐部を利用します。34 解剖献体を対象とした調査⁴⁾において、献体全てにおいて、気管分岐部が心膜起始部より上にありました(平均 0.4cm) (図 14)。この研究結果が、「中心静脈カテーテルの先端は、気管分岐部下縁より上に位置しなければならない」という全世界的なルールとなりました (と筆者は思っていた)。

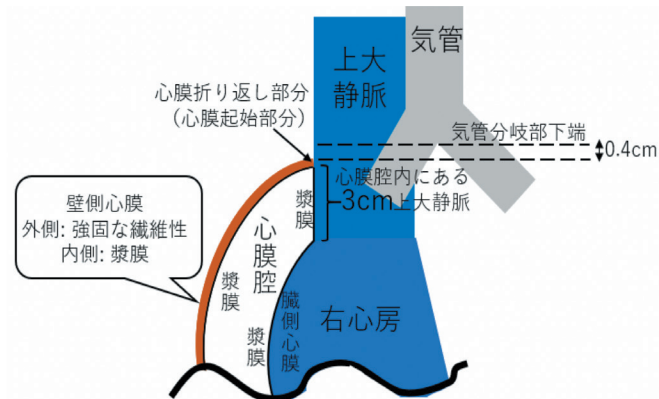
「中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析—第 1 報」(2017 年)においては、中心静脈カテーテル先端の理想的な位置として以下の 3 点が示されました(下線は筆者による)。②は、左アプローチの問題点ととらえるべきです。いずれも筆者の考えと一致しました。

- ① 鎖骨下縁と気管分岐部下縁の間にあること
- ② カテーテルは、体軸方向と平行に走り、U字に湾曲、横軸方向に走行しないこと
- ③ 上大静脈の位置と異なる疑いが少しでもある場合、X線側面像で確認すること

ところが、第 2 報では、明確な先端位置の推奨は行われませんでした。コラムにおいて、カテーテル先端が特に体動によって 2～3cm 動くので上大静脈の上部にあると細い枝に迷入するリスクがあることを背景に、世界のガイドライン(ヨーロッパ栄養ガイドライン、イギリス麻酔科ガイドライン、スキャンジナビア麻酔科ガイドライン)では先端の推奨を「上大静脈下部 1/3～右心房上部 1/3」とすることが紹介されました。世界

というよりヨーロッパといった方がよいかもかもしれません。まさに図 14 のリスクの部位です。そして、第 1 報の推奨部位は高すぎると批判があったこと、しかし「すべての医療機関が、発生した心タンポナーデに迅速に対処できるとは限らないために、最適位置として心膜翻転部より頭側を推奨した」とあります。適正なカテーテル先端位置については、結論が出ていないといえます。

図14：心膜起始部と気管分岐部下端との関係



最後に

ここまで紹介した内容の多くは、言語化できているかは別として、エキスパートはおそらく実践しています。ただし、中心静脈カテーテル初心者いきなり全部を教えようとするとうパニックとなります。レベルに応じて、指導ポイントを変えることも重要です。

そして、医療安全最重視も教えなければなりません。タイムアウトも行いましょう。

参考文献

- 1) 小尾口邦彦. ER・ICU診療を深める2 リアル血液浄化 Ver.2. 中外医学社, 2020
- 2) 一般社団法人 日本医療安全調査機構編集. 医療事故の再発防止に向けた提言 第1号 中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析 —第1報—, 2017年3月
- 3) 医療事故調査・支援センター. 医療事故の再発防止に向けた提言 第17号 中心静脈穿刺合併症に係る死亡の分析 —第2報(改訂版)—, 2023年3月
- 4) Schuster M, Nave H, Piepenbrock S, et al. The carina as a landmark in central venous catheter placement. Br J Anaesth. 2000;85:192-4.

カーディナルヘルス株式会社
TEL 0120-917-205

© 2023 Cardinal Health. All Rights Reserved.
CARDINAL HEALTH, Cardinal HealthロゴはCardinal Healthの商標又は登録商標です。


CardinalHealth™
cardinalhealth.jp



製品情報サイトは
こちら

mt-ot-nv47
2310.2000.Mark