

生涯教育コーナーを読んで単位取得を!

日本医師会生涯教育制度ハガキによる申告（5単位）

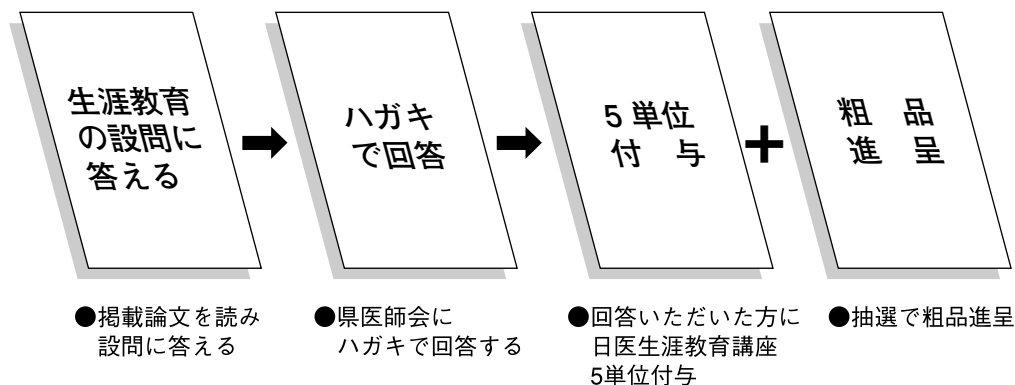
日本医師会生涯教育制度は、昭和62年度に医師の自己教育・研修が幅広く効率的に行われるための支援体制を整備することを目的に発足し、年間の学習成果を年度末に申告することになっております。

沖縄県医師会では、自己学習の重要性に鑑み、本誌を活用することにより、当制度のさらなる充実を図り、生涯教育制度への参加機会の拡大と申告率の向上を目的に、新たな試みとして、当生涯教育コーナーの掲載論文をお読みいただき、各論文の末尾の設問に対しハガキで回答（ハガキは本巻末にとじてあります）された方には日医生涯教育講座5単位を付与することに致しております。

つきましては、会員の先生方より一層のご理解をいただき、是非ハガキ回答による申告にご参加くださるようお願い申し上げます。

なお、申告回数が多い会員、正解率が高い会員につきましては、粗品を進呈いたします。ただし、該当者多数の場合は、抽選とさせていただきますので予めご了承ください。

広報委員会



より安全な中心静脈穿刺：エコーガイド下中心静脈穿刺法 ～どうしてエコーガイドが必要なのか？～

琉球大学医学部附属病院麻酔科

徳嶺 讓芳、須加原一博

【要 旨】

中心静脈穿刺を安全に行うためには、超音波断層像を観察しながらリアルタイムに穿刺を行う、エコーガイド下中心静脈穿刺が有用である。

本稿では、現在行われている解剖学的指標に基づいたLandmark techniqueの限界について述べるとともに、エコーガイド下穿刺の有効性と手技上の問題点について概説する。

1) 従来の方法の限界

中心静脈穿刺は、1952年Aubaniac¹⁾によって報告されて以来、安全で確実な輸液法として確立し、高カロリー・高浸透圧輸液などの輸液路、昇圧剤や高濃度薬剤の投与経路、中心静脈圧測定、肺動脈カテーテル挿入、経静脈的心ペースティング、血液浄化時の血管確保など、その適応を広げてきた。

実際、中心静脈穿刺の成功率は、全体で約90%と高率である。この背景には、多くの先人の努力があったことは言うまでもない。

中心静脈穿刺の高い成功率は、解剖学的考察に基づいた実証の成果である。例えば、鎖骨下静脈穿刺では、肩甲骨下に枕を入れ、上肢を体側につけ、尾側に軽く牽引する。この一見なにげないことのように思える操作で、鎖骨下静脈が鎖骨後面を走行する距離が長くなり、さらに鎖骨に近接するため、鎖骨後面に沿って穿刺針を進めるだけで、高い成功率が得られるようになる^{2) 3)}。

しかし、現在われわれは、超音波断層像を用いた中心静脈穿刺を主に行っている。それはなぜか？われわれの経験を話そう。冠動脈バイパス術と洞不全症候群の既往のある78歳の女性が、心不全でICUに入室した。症状は、湿性

咳嘔と起坐呼吸であった。主治医の心臓外科医は、薬剤投与ルートと中心静脈圧測定のため、左の内頸静脈の穿刺を試みはじめた。数回の穿刺の後、動脈の誤穿刺に至ったため、穿刺を中止し、末梢静脈ラインでしばらくしのぎ、後に大腿静脈からラインを挿入した。さらに急性腎不全のため、CHDFも開始した。患者の状態は落ち着いたが、三日後、左頸部に拍動性の腫瘍が生じた。頸動脈の仮性動脈瘤の診断で手術となったが、それは実際には、頭側へ屈曲蛇行した鎖骨下動脈の仮性動脈瘤であり、さらに左内頸静脈は、非常に細く（直径2mm）、もとより穿刺困難な静脈であることも判明した⁴⁾。

この症例は、最初からエコーガイド下穿刺を行うつもりで、頸部を超音波で観察していれば、内頸静脈が細く、到底穿刺できない静脈であることが、容易に分かったはずである。この症例から学べることは、現代医療で取り扱っている患者は、従来を中心静脈穿刺法が開発検討されたころとは比べようもないほど、すでに多くの合併症をもった高リスクの患者であり、小さな失敗が大きな危険をまねくということにある。

近年、中心静脈穿刺に伴う合併症は、中心静脈穿刺の行われている総数からすると極めて少ない。それにも関わらず、医療事故として取沙



汰されるようになってきた。結局のところ、従来の中心静脈穿刺法では、現代人の医療に対する要求に、もはやこれ以上応えることができなくなっているのである。

2) エコーガイド下の穿刺は有効性か？

超音波を補助手段として、中心静脈穿刺を行うという考えは、実はそんなに新しくはない。20年以上も前にLeglerら⁵⁾は、ドップラーを用いたエコーガイドによる中心静脈穿刺法を紹介した。その後今日まで、エコーガイド下中心静脈穿刺の有効性は多くの論文で報告されてきたが、2001年FDAの下部機関であるAgency for Health Research and Quality (AHRQ) が、Meta-analysisによって、そのエビデンスを明らかにした⁶⁾。

その内容は以下のようになる。

- 1) エコーガイド下中心静脈穿刺は、従来の方法（体表の解剖学的指標により穿刺を行う方法：landmark technique）に比べ穿刺成功率が高く、合併症の発生が低い。
- 2) エコーガイド下中心静脈穿刺の有効性は、経験のある術者（通常、landmark techniqueを50回以上施行した経験のあるもの）に比べ、経験の浅い術者でより顕著である。

これらエビデンスをまとめると、「中心静脈穿刺を円滑に行い、患者の苦痛を減らすため、あるいは初心者のミスによる中心静脈穿刺の合併症を防ぐため、エコーガイド下中心静脈穿刺は有用である」となるだろう。以上のエビデンスは、主に内頸静脈のエコーガイド下穿刺において確立した。内頸静脈のように太く浅いところにある静脈を穿刺するとき、どこに静脈があるか分かれば、成功率は高くなり、その結果合併症の頻度は低下するだろう。経験者なら体表の解剖からどこに内頸静脈が走っているかだいたい予想がつくのに比べ、初心者ではそうはいかない。となると初心者でのエコーガイド下穿

刺の有効性が高まるのは当然である。

しかし、鎖骨下静脈ではどうだろう（超音波では、鎖骨の後方は観察できないため、エコーガイド下穿刺という「鎖骨下静脈穿刺」は、正確には腋窩静脈穿刺）。内頸静脈穿刺と比べ、鎖骨下静脈穿刺では、臨床経験豊富な術者でも、ときとして穿刺できないばかりか、気胸や動脈誤穿刺などを起してしまう。しかし、エコーガイド下中心静脈穿刺では、気胸も動脈誤穿刺も回避できる。なぜなら、穿刺針の位置を確認・観察しながら穿刺を行うからである。最近、どの医療施設でも、鎖骨下穿刺に伴う気胸は、インシデントとして取り扱われるようになった。社会的に、鎖骨下穿刺に伴う気胸は、単なる合併症ではなく、医療過誤という認識になりつつある。エコーガイド下中心静脈穿刺の本当の恩恵は、エコーガイド下鎖骨下静脈穿刺にある。

3) エコーガイド下穿刺法のピットフォール

超音波断層像を見ながらリアルタイムに穿刺するというのは、とても魅力的に聞こえる。しかし、実際にリアルタイムなのだろうか？超音波のつくる断層像は、非常に薄い平面である。その中に、針が位置するように操作するのは至難のわざである。このことを、まず理解しなければならない。エコーガイド下穿刺を行おうとする術者が、最初に陥る間違いは、超音波断層像と全くかけ離れたところで、針を動かすこと

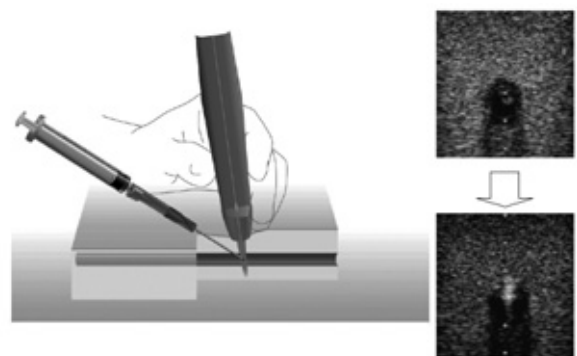


図1. エコーガイド下盲目的(?)穿刺
 穿刺針の進行を、超音波の走査線が捉えることができないので、穿刺針が超音波走査線を通して、突然高エコーの点(穿刺針)が出現する。

にある。つまり、術者は、超音波断層像を見ているかもしれないが、穿刺針は見えない（図1）。観察せずに、無頓着に針を動かす、これほど危険なことはない。従来の方法（landmark technique）では、気胸や動脈誤穿刺、腕神経叢損傷を防ぐため、体表の解剖学的指標に基づいて論理的に、穿刺針を操作した。しかし、超音波の特徴を全く無視したエコーガイド下穿刺は、錯覚に基づいた怪しい手技である。

では、エコーガイド下にリアルタイムに穿刺を行うということは、所詮絵に描いた餅なのだろうか？

4) エコーガイド下穿刺法のコツ

先に、超音波断層像は薄い平面であり、この平面の中に穿刺針を進めることが難しいことを説明した。しかし、超音波断層像の平面のなかでなければ、なにも分からないというわけではない。穿刺針の存在を知る方法に針の動かし方がある。ちょうど啄木鳥が木を突くように針を動かすと、針が断層像の近くにあれば、牽引された組織の動きによって、その存在にすぐに気が付く。また、超音波断層像のすぐ近くまで穿刺針が近づくと、動かしてなくても針の存在がわかる。なぜだろうか。針は金属なので超音波を強く反射する、この散乱によって、走査線の外であっても、断層像の近くに針があれば、針の存在が分かる。さらに、針が血管の上に到達した時、うまい具合に走査線のなかに穿刺針があれば、針が血管壁を押している様子や、血管前壁を貫く瞬間も観察できる（図2）。

このように、間接的所見と実際の映像をとりまぜて、皮膚の穿刺から血管の穿刺まで、針の位置が確認できるのが、いわゆる“リアルタイム”である。そのために大事なことは、超音波断層像を常に意識すること、つまり、プローブの持ち方やその角度に細心の注意をはらい、さらに穿刺針をできるだけ、走査線に近づけて操作することにある。聞けば非常に難しいように聞こえるが、この操作法は、シミュレーター（超音波透過性物質に血管モデルを埋め込んだ

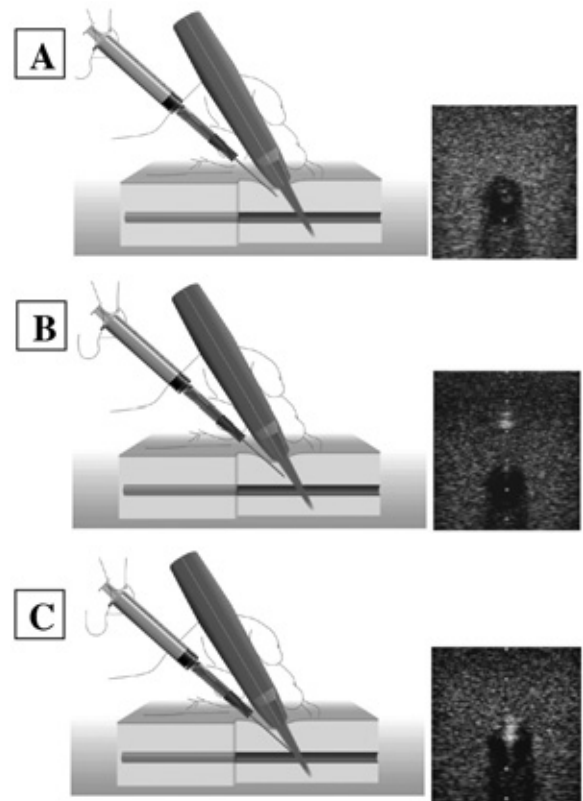


図2. リアルタイム・エコーガイド下穿刺

- A) 穿刺針をプローブに出来るだけ近づけて穿刺する。この時点では、超音波断層像とは距離があるため、穿刺針の存在は直接的には分からない。しかし、針を啄木鳥が木を突くように、あるいはボクサーがジャブをする（jobbing motion）ように動かすことで、組織の牽引が生じ、間接的に針の存在を知ることが出来る。
- B) 穿刺針が、超音波断層像に十分近づくと、超音波の反射・散乱によって穿刺針を見ることが出来る（しかし、断層像内にはいっていないので、ぼんやりした画像である）。
- C) 穿刺針が超音波断層像内に入るため、エコー輝度の高い点として、針が描出される。針が断層像内に入る前に、血管に到達した場合、針の存在は不明瞭（B）だが、血管の前壁を押す様子は観察できる。

練習器具）を使った練習を行うことで、短時間で習得できる。

一方、下手な穿刺では、超音波断層像と針の位置に全く関係がないので、針を動かしても画像には見えてこない。最悪の場合、むきになって針を動かしているうちに、気胸や動脈誤穿刺をおこすことになる。

エコーガイド下穿刺で成功率を上げるためには、もう一つ重要なことがある。それは、血管の走行の把握とそのための体位の取り方である。超音波断層像は、平面である。平面の画像を基に立体を取り扱おうとするわけだから、立体構造はできるだけ単純な方がよい。内頸静脈



や大腿静脈はほとんど、直進しているため問題はないが、腋窩静脈は、腋窩から鎖骨に向かって、湾曲しながら後方から前方に向かって進む。また、腋窩静脈は、内頸静脈や大腿静脈に比べ皮膚からの距離が遠く、深い位置にある。先に述べたように超音波断層像にできるだけ穿刺針を近づけて上手に操作しても、穿刺針がほんの1~2ミリ離れば、血管が湾曲しているため、容易に外してしまう。しかし、もしこれが直進する血管だったらどうだろう。数ミリ外れても、血管を穿刺することができる。

以上をまとめると、エコーガイド下穿刺のコツは、第一に、超音波断層像にできるだけ近づけるように穿刺針を操作する。第二に、穿刺する血管走行を把握する、あるいは、把握しやすい(血管の直進化)体位にもっていく、ということである。この2点を厳守すれば、ほぼ1回の穿刺により合併症無く中心静脈を穿刺できる(この方法による腋窩静脈穿刺自験例58症例での平均穿刺回数は1.2回、最小1回、最大3回であった)。

5) 将来、エコーガイド下中心静脈穿刺は、第一選択となるか?

この質問に対して、われわれの回答は、「エコーガイド下中心静脈穿刺は、近い将来中心静脈穿刺の第一選択となる」である。正解をえるためには、命題の詳細な分析が必要であろう。そのためには、患者や医療における必要性、医学教育(教育する側とされる側)、医療経済や医学的歴史観など、種々の点を考慮する必要がある。

まず、患者側の必要性から考えてみたい。患者の側からすると安全な医療、あるいは安全な医療を行っている医療機関であるということは、自分の命を守るために重要である。ことに最近の患者は医療に対して懐疑的である。鎖骨下静脈穿刺を行って気胸が発生してしまった場合、昔なら胸腔ドレーンをいれ、合併症がおこったので適切に対処したと患者に伝えるだけですんだのに、現在では、そうは行かない。中心静脈穿刺の合併症の発生率はどうか、各医療施設が中心静脈穿刺の合併症に対してどの

ように対策を立てているか(CVセンターの設立やマニュアルの整備等)、あるいは、最新の方法(エコーガイド下中心静脈穿刺)は?など、インターネットを使えば、患者は情報をふんだんに得ることができる。

医療上の必要性もある。ある医師が、「エコーなどいらない。なぜなら、私の鎖骨下静脈穿刺成功率は100%だからである」といったら真っ赤な嘘だ。なぜなら、血管走行の解剖学的偏位が約5%あることは、すでに明らかである。このため、体表の解剖を指標にした従来のLandmark techniqueの成功率は、95%以上にはならないのである。それでもまだ、100%と言いたい張るなら、それは単に今まで経験した穿刺回数が少なかつただけであろう。

中心静脈穿刺に伴う重大な合併症が起こったとしよう、例えば血気胸などが起こったとする。患者が助かっても、医師はインシデントの報告や患者や家族、また他の医療従事者からの信頼の失墜など、辛い思いをする。一方、患者が死んでしまったら、それどころではすまない。私はそんなヘマはしなないと思っても、指導した研修医が合併症を起してしまったら同じことである。研修医がなにかしでかしてしまう時には、たいてい指導者のいうことを聞いていないものである。医療事故にともなう経済的損失(訴訟での支払い命令は億単位、専用のエコー装置の価格は、その30分の1)、信頼の失墜、医師の心の傷と自信の喪失など、払う犠牲は大きい。

それでは、エコーガイド下中心静脈穿刺ではどうだろうか?現代の若者は、抽象的なことより、視覚的即物的なことが好きである。エコーガイド下穿刺を学ばば、経験者より上手に穿刺できると知れば、なおさら学習意欲がわくというものである。一方、経験者はどうだろう、こんなものなくてもできると、うそぶいていられるのは、せいぜい数年である。エコーガイドが普及してしまったら、今度は自分が穿刺するのが恐くなる。なぜなら、Landmark techniqueでは、中心静脈穿刺の合併症は回避できないか



らである。失敗したら、あの人は古い方法しか知らないと言われるだけである。

先に、医学的歴史観が必要と述べた。エコーガイド下中心静脈穿刺は、ちょうど、腹腔鏡下胆嚢摘出術と似た経過をたどると、われわれは予想している。腹腔鏡下胆嚢摘出術は1991年に初めて行われてから、2年後の1993年には日本に上陸。こんなものはいらないと一部のベテラン外科医から、陰口を叩かれながらも、あつという間に広まった。理由は明白である。第一に患者の要求に則していたこと、第二に、若い医師の興味をひいた事である。歴史は繰り返す。エコーガイド下中心静脈穿刺は、近い将来中心静脈穿刺の第一選択となるはずである。

しかし、それまでにしなければならぬことがあることも、腹腔鏡下胆嚢摘出術と同じである。腹腔鏡下胆嚢摘出術が始まって1~2年の間、重篤な合併症が相次ぎ、多くの患者が犠牲になった。理由は、手技が確立していなかったためである。今後、エコーガイド下中心静脈穿刺の恩恵を受けるためには、正しい穿刺法と練習方法の確立が必要である。

まとめ

Landmark techniqueは、洗練され完成された手技であるが、盲目的方法であるために、合併症を避けえない。一方、エコーガイド下中心静脈穿刺は、リアルタイムに中心静脈穿刺が行えるため、穿刺成功率が高く、合併症が少ない方法であるが、穿刺操作のピットフォールや穿刺のコツを知って初めて有用な手技となる。

謝辞

エコーガイド下中心静脈穿刺の手技に関し、松本廣嗣先生（沖縄県立南部医療センター・こども医療センター）より助言をいただいた。紙面をかりて感謝の意を表します。

文献

- 1) Aubaniac R. Subclavian intravenous injection; advantages and technic. Presse Med 1952;60:1456.
- 2) Tan BK, Hong SW, Huang MH, Lee ST. Anatomic basis of safe percutaneous subclavian venous catheterization. J Trauma 2000;48:82-6.
- 3) Fortune JB, Feustel P. Effect of patient position on size and location of the subclavian vein for percutaneous puncture. Arch Surg 2003;138:996-1000.
- 4) Koja H, Tokumine J, Sugahara K, et al. Subcutaneous pulsating neck mass after left internal jugular venipuncture. J Cardiothorac Vasc Anesth 18;806-8, 2004
- 5) Legler D, Nugent M. Doppler localization of the internal jugular vein facilitates central venous cannulation. Anesthesiology 1984;60:481-2.
- 6) AHRQ Publication 01-E058. Making health care safer-A critical analysis of patient safety practices. Chapter 21. Ultrasound guidance of central venous catheterization. Hppt://www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/

著者紹介



琉球大学医学部附属病院麻酔科
徳嶺 謙芳

生年月日： 昭和36年4月3日
出身地： 那覇市
出身大学： 琉球大学医学部
昭和63年卒

略歴：

- 平成4年4月 小倉記念病院麻酔科
- 平成5年4月 沖縄県立宮古病院麻酔科（医長）
- 平成7年4月 琉球大学医学部附属病院麻酔科（助手）
- 平成12年1月 カリフォルニア大学サンディエゴ校
（研究員）
- 平成14年1月 琉球大学医学部附属病院麻酔科（助手）
- 平成15年9月 琉球大学医学部附属病院麻酔科（講師）
同 集中治療部（副部長）

- 日本麻酔科学会
- 日本臨床麻酔学会
- 日本心臓血管麻酔学会
- 日本集中治療医学会

専攻・診療領域

麻酔、集中治療

その他・趣味等

読書、音楽鑑賞（クラシック）

Q U E S T I O N !

次の問題に対し、ハガキ（本巻末綴じ）でご回答いただいた方に、日医生涯教育講座5単位を付与いたします。

問題：正しいものを選び。(1つとは限らない)

- ① Landmark techniqueとは、解剖学に基づいた論理的な手法であり、穿刺成功率も90%と高い。
- ② Landmark techniqueは、解剖学に基づいた方法であるため、血管の走行異常があっても成功する。
- ③ 超音波断層像を用いた中心静脈穿刺を、エコーガイド下穿刺と呼び、リアルタイムに静脈の穿刺が行えるため、穿刺成功率が高く合併症発生率が低い。
- ④ エコーガイド下中心静脈穿刺は、血管を超音波で観察できるため、どのように穿刺しても安全で成功率が高い。
- ⑤ エコーガイド下中心静脈穿刺を正しく行うには、そのピットフォールと穿刺のコツを知り、シミュレーターによる練習が必要である。

**C O R R E C T
A N S W E R !**

4月号 (Vol.42)
の正解

論文：正しいのは何れか（一つ）

- a. アスベストの規制が行われたことから、アスベスト関連疾患は今後減少してくる。
- b. 石綿肺は肺に繊維化をきたす疾患なのでステロイド治療が有用である。
- c. 胸膜プラークがみられた場合は、一般に中皮腫の発症の危険性が高いとされる。
- d. アスベスト暴露した喫煙者は、暴露のない非喫煙者に比し肺癌の死亡率が50倍以上も高い。
- e. 胸膜中皮腫は胸水を伴う事が多く、胸水細胞診で診断し易い。

正解 d

