

IVRと超音波検査

1. エコーガイド下中心静脈穿刺法の技術

国立がんセンター中央病院 放射線診断部

竹内義人，坂本憲昭，祖父江慶太郎，徳江浩之，荒井保明

はじめに

中心静脈穿刺は医師の臨床研修において、内科・外科・麻酔科・救急科等々のあらゆる診療分野で修得すべき基本的手技の一つとされてきたが、各分野がますます専門化し効率化が図られる中、10%以上の合併症を回避できない古典的ランドマーク法はもはや標準術式としての立場が怪しくなってきた。その医療安全対策として、全身管理能力の高い麻酔科による一元管理体制がよく知られるが、一方、画像誘導法の使用を始めとする精度の高いカテーテル技術を提供できるIVRも合理的な方法として使用されることが多くなってきた。本稿では、我々が後者を主張すべき立場であるということを踏まえ、エコーガイド下中心静脈穿刺法のコツやピットフォールについて述べる。

エコーガイド下中心静脈穿刺の位置づけ

- 鎖骨下静脈や内頸静脈などの中心静脈(central vein, CV)は皮下組織の比較的浅い部位に位置する。穿刺に続くカテーテル挿入の工程も含め、IVR医にとっては最もベーシックなルーチンワークの一つであり、少なくともベッドサイドで内科医が行うランドマーク法よりもシュアに手技を完遂できる。
- 若手にはIVRの初級教育として、中堅にとっても不調時や休暇後などのリカバリープラクティスとして活用できる。
- 一般に、表在臓器の穿刺に慣れていない段階で深部穿刺を行うのは多大な危険を伴う。穿刺距離の短いエコーガイド下CV穿刺に習熟すれば、胆管穿刺を始めとする深部臓器の穿刺に自然とステップアップできる。
- 救急室や病室などX線透視が使用できない場所での施術に応用できる。
- 術者と患者の互いの息づかいが聞こえるほど、近接した処置である。技量の巧拙はダイレクトに患者に伝わる。よって患者への配慮が必須となるため臨床医として接遇技術を学ぶ上でも恰好の教育プログラムである。
- CV穿刺の良い結果が蓄積すると、IVRのパフォーマンスに対する他科の評価は高まるとともに、種々の相談症例を通じてIVR診療のベースアップが望める。

この現象は単なる副次的効果ではなく、診療上の一戦略としてIVRの発展に寄与する。

CV穿刺法の背景

鎖骨下静脈(subclavian vein, SV)穿刺は感染率の低さや安定性から長期管理に適合するが、ベッドサイドのランドマーク法によれば、失敗率5~9%、合併症率1~13%との前向き臨床試験が報告されており、CV穿刺における標準術式としては必ずしも推奨しがたい^{1,2)}。実際に経験豊富な熟練医がベッドサイドランドマーク法を忠実に施行しても気胸、出血、カテーテル位置異常などの合併症は一定の頻度で発生するわけであり、このような場合にエコーガイドや静脈造影法が有用とする報告は数多く知られている³⁻⁵⁾。

昨今、国内においてCV穿刺に関する事故報告や医療訴訟が相次いでおり、ほとんどの事例において病院側が敗訴すると言われている。こういった社会的事情を踏まえた配慮として、施設内の安全管理規定を取り決める施設が増加している⁶⁾。具体的には、適正な教育指導体制および安全管理体制を敷いたCV穿刺に関する構造基盤の整備であり、多くの施設でCVセンターの運営が行われている。このような趨勢の中、国立がんセンター中央病院でも2006年4月よりCVセンター運営を開始した。他施設の多くが麻酔科や外科系によって運営されているのに対し、当センターではIVRを主体とした運営を行っているのが特徴であり、具体的には1)エコーガイド法による鎖骨下静脈穿刺が第一術式、2)処置室をIVR室に限定、3)画像誘導下CV穿刺法の研修プログラムへの導入と院内認定医の制定、4)合併症に対する安全管理対策などの要綱を含む。2009年現在までの施行件数は年間約1,500件にのぼり、大多数の症例はIVR医またはその指導下によって施術されている。その内訳は、主に外科手術や化学療法に対するCVカテーテル挿入が約2/3、化学療法や緩和療法に対するCVポート設置が約1/3である(図1)。

鎖骨下静脈(SV)の局所解剖(図2)⁷⁾

腋窩静脈(axillary vein, AV)は上腕静脈に続いて腋窩部より起始し、肋骨前方で大胸筋後方に腋窩動脈と並走する。腋窩三角に存在するこの区間では、皮下から静脈に至る経路は深く、大胸筋と小胸筋により成る2

枚の筋層を介する。SVは、小胸筋内側縁にて橈骨皮静脈(cephalic vein)を受けた後、鎖骨下筋あるいは肋烏口靭帯(costocoracoid ligament)より鎖骨の後方から頭側に回って、第一肋骨上部より縦隔に入り込み、内頸静脈(jugular vein, JV)と合流するまでを指す。その外側部では、鎖骨下部皮下からSVに至る経路には大胸筋の一枚のみの筋層が介在する。一方、SVが鎖骨頭側に回り込む内側部では、後方に鎖骨下動脈(subclavian artery, SA)が並走し、鎖骨下動脈は前斜角筋によって隔てられている。画像誘導下穿刺の標的はAVまたはSVであり、注意すべきはそのすぐ後方に薄い肋間筋と胸膜を介して肺が存在することと、外側半部の区間において静脈周囲に網状の腕神経叢が分布することである。

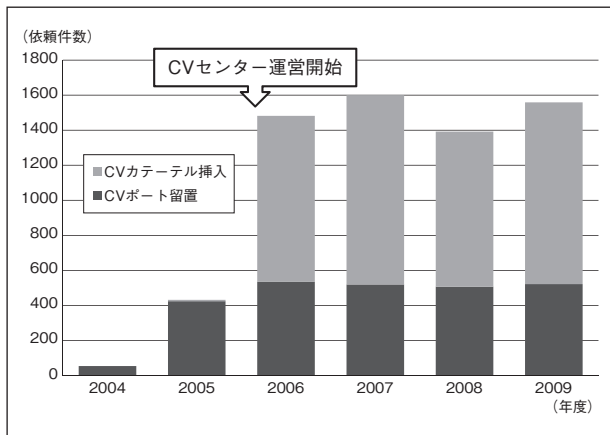


図1 国立がんセンター中央病院における画像誘導下CV穿刺の年次推移
CVセンターの運営開始とともに依頼件数は増加した。

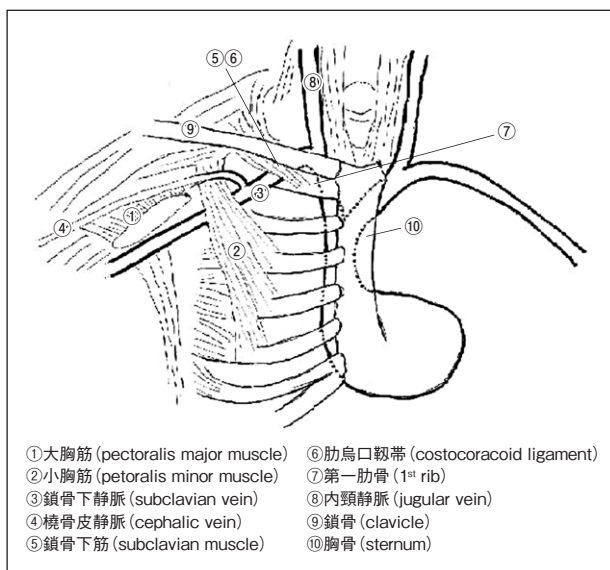


図2 鎖骨下静脈の解剖

使用器具

CV穿刺に使用する超音波装置として、表在血管専用のスタンド付き装置は使い勝手がよい。また片手で持ち運べるタイプも推奨される。もちろんこれらの小型専用機だけでなく、通常の体幹用超音波装置でも事足りる。走査子(プローベ)には、3.5~5.0MHzの比較的高周波のmicro linear型またはmicro convex型のプローベを用いる(図3)。

穿刺に際しては、針の刺入方向がエコービーム面から逸脱しないように心掛ける。このため、針やプローベをしっかりと固定するだけでなく、肩の力を抜いた直立姿勢を保ち、術者の腹部正面で針を操作する(図4)。

エコーガイド下SV穿刺の手順とコツ

使用するエコープローベとしては5MHz以上の高周波の表在血管用が推奨されるが、最近の高画質デジタル機器を用いれば低周波の腹部用プローベで十分である。用いるのはコンベックスやリニアで、プロファイルの小さなタイプが好ましい。エコーガイドといっても、事前走査で穿刺方向と距離を概測した後に穿刺する方法は従来のランドマーク法と比べて優越性のないことが知られている¹⁾。一方、リアルタイムエコーガイド法、すなわち術中走査にて穿刺針と標的静脈の位置を確認しながら穿刺する技術ではその有用性が証明されている^{4,5)}。

1)消毒前の事前走査：局所解剖を把握するとともに、エコー画質やフォーカスの調整を行い、至適穿刺位置を大まかに決定しておく。患者体型によってはSVが深く、表在用の高周波プローベでは走査範囲が足りないために低周波プローベに交換すべき事例、あ



図3 IVRに使用している超音波断層装置

右はCV穿刺用であり、本装置は小型で持ち運びやすく、付属の5MHzプローベはCVを走査しやすい。

るいは静脈血栓や腫瘍の存在によりアプローチ部位を変更すべき事例がしばしば経験されるからである。

- 2) 呼吸性変化：エコー画像では，SVの径が呼吸とともに変化する様子が観察される。JVが吸気位（バルサルバ法）で膨張し，呼気とともに収縮するのは異なり，SVの径の変化には呼吸位との一定の傾向がない。症例により径が大きくなる呼吸位を見つけると穿刺がしやすくなるが，呼吸位によって径が変化しないこともある。時に，トレンデンベルグ体位



図4 術者の姿勢

術者は肩の力を抜いた直立姿勢を保ち，術者の腹部正面で針を操作する。

（低頭位）をとって静脈を怒張させる古典的な工夫も考慮する。

- 3) 針を刺入したらプローベを上下に振って針先の周囲を走査し，針の先端が標的血管内に完全に収まっていることを確認する。エコーのビームには一定の幅があるため，針が血管内に入っているように見えても，標的にヒットせず血管壁や血管外を穿刺していることもしばしばあるからである（図5）。
- 4) 血管を穿刺する際には，すばやく針を進め，管腔内膜を完全に貫く。エコー画像上で内腔に入っているように見えても，内膜を穿刺しきれずヒットしていない場合がある（図6）。特にCV挿入既往歴の多い症例では血管壁が固くなっているためにこの現象が見られやすい。
- 5) 血管が細い症例や，血管内脱水により虚脱している場合には，肋骨が当たるところまで針を刺入し，後壁まで穿刺して，針を引き抜きながら内腔をとらえる（図7，8）。穿刺のたびに血腫や疼痛が大きくなるので，ますます穿刺に成功するのが難しくなる。このような事態には，速やかに内頸静脈や対側鎖骨下静脈などの他のアプローチに変更すべきである。
- 6) 鎖骨上窩アプローチ：胸筋の発達している症例や肥満症例など，鎖骨下走査ではSVが鎖骨後方に隠れて良好なウィンドウがとりにくいことがある。このような場合には鎖骨上窩からの走査により良好なウィンドウを確保しやすい（図9，10）。皮下トンネルを必要とする時には，内頸静脈穿刺同様，鎖骨表面をまたいで作成する。
- 7) ニードルガイド使用の是非：ニードルガイドを用いるか，フリーハンドで穿刺するかに関しては議論がある（図11）。ニードルガイドのメリットが標的を的

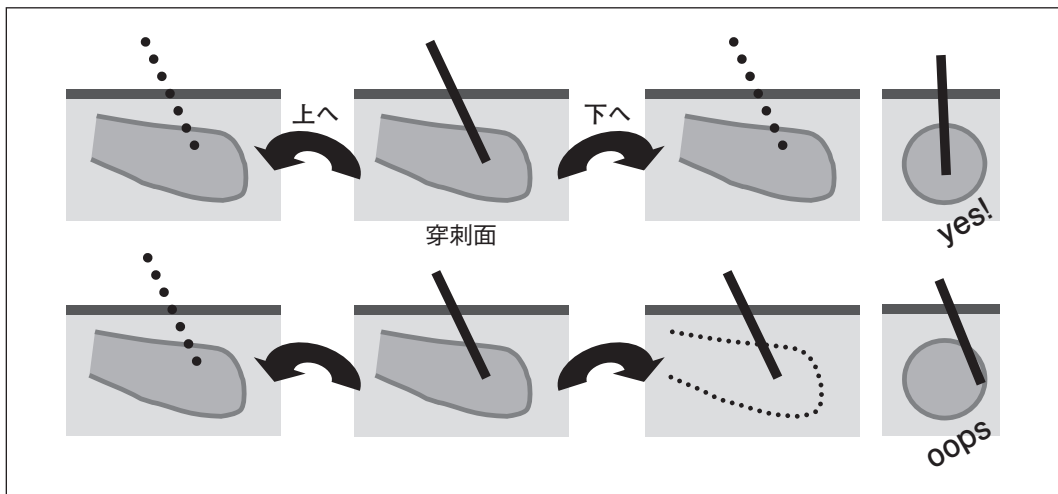


図5 刺入したらプローベを上下に振って針先確認

針を刺入したらプローベを上下に振って針先の周囲を走査し，針の先端が標的血管内に完全に収まっていることを確認する。エコーのビームには一定の幅があるため，針が血管内に入っているように見えても，標的にヒットせず血管壁や血管外を穿刺していることもしばしばあるからである。

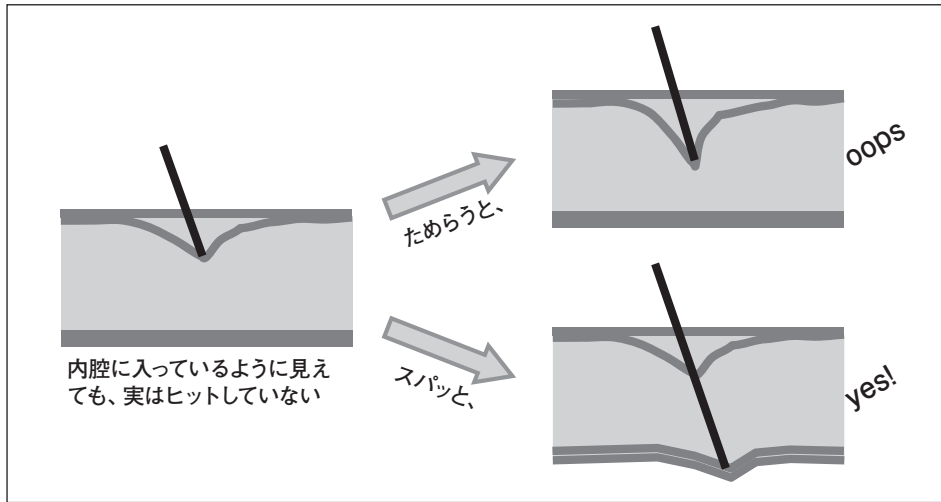


図6 管腔内膜を完全に貫く

血管を穿刺する際には、すばやく針を進め、管腔内膜を一気にスパッと完全に貫く。エコー画像上で内腔に入っているように見えても、内膜を穿刺しきれずヒットしていない場合がある。

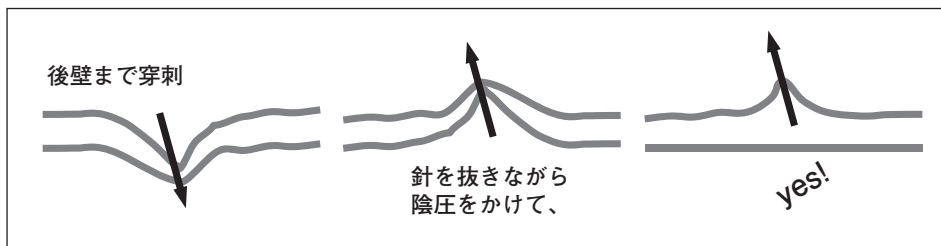


図7 細い場合，虚脱している場合

血管が細い症例や，血管内脱水により虚脱している場合には，肋骨が当たるところまで針を刺入し，後壁まで穿刺して，針を引き抜きながら内腔をとらえる。

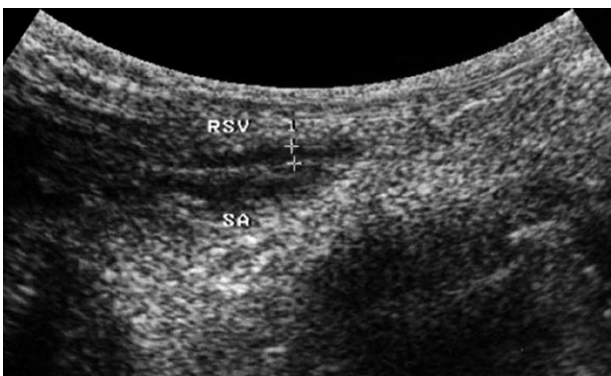


図8 血管虚脱の症例

本例では，1.9mm径まで虚脱していたが，運よく4回目ヒットした。しかし一般的には，径が細く難しいと判断される場合には固執せず，他部位へのアクセス変更を考慮する。



図9 鎖骨上窩アプローチの考慮

胸板の厚い例では，鎖骨下走査よりも鎖骨上窩走査のほうが鎖骨下静脈をうまく描出できることが多い。

確に狙えることであるは言うまでもないが，組織内で針を直進させるためには，ニードルガイドから皮膚まで歪みなく刺入することが必要である。しかしながら組織の固さなどの要因により針が直進せず，標的からずれてしまうこともあり，ニードルガイドでは針を調整しにくい。またニードルガイドデバイスの着脱が手間取るとは本法の欠点であろう。フリーハンド法では，針が走査平面から逸脱しないように調節しながら刺入する点で若干の熟練を要すが，方向が自由に選びやすく，組織内で針が曲がっても経路修正しやすい利点を有す(図12)。我々はこの点

を考慮し，ニードルガイドは使用せずフリーハンド法を用いている。

8) 静脈造影下CV穿刺法：この方法では，穿刺ポイントの死角がない，肺損傷を回避できる胸郭外穿刺が可能，狭窄や血栓などの静脈病変が穿刺前に明確に評価できることなどが利点である。しかし同時に，胸郭外側で穿刺した場合に腕神経叢損傷や末梢方向へのガイドワイヤー挿入が起りやすいことや，造影剤使用が必要なため造影ライン確保，造影剤副作用への考慮，X線被曝，診療コストの増加，などの欠点を有する。静脈造影法とエコーガイド法の成績

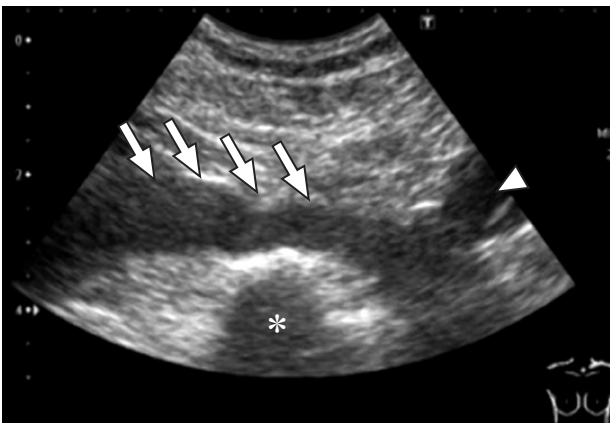


図10 左鎖骨上窩走査によって描出された鎖骨下静脈
 矢印：鎖骨下静脈
 矢頭：内頸静脈
 星印：鎖骨

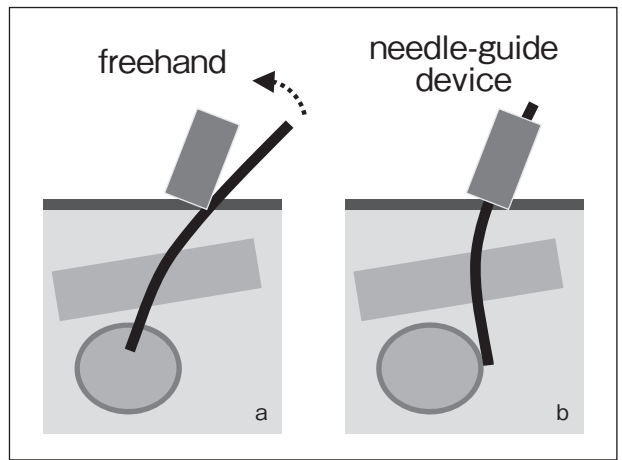


図12 フリーハンドとニードルガイド(2)
 穿刺経路上に不均一な組織構造(■)が存在する場合，針はいつも直進するとは限らない。このような事例には，針先の微調節(矢印)が必要であり，フリーハンド法(a)のほうがニードルガイド法(b)より重宝する。



図11 フリーハンドとニードルガイド(1)
 a：フリーハンドでは一定の熟練を要するが，針先の微調節がしやすい。
 b：ニードルガイドデバイスを使用すれば針は自動的に標的へ向かうが，針先の融通が利かない，デバイス着脱に手間がかかる等のピットフォールも有する。

表1 静脈造影下CV穿刺法とエコーガイド下CV穿刺法の比較^{8,9)}

誘導画像	静脈造影	リアルタイムエコー
実施施設	愛知県がんセンター	国立がんセンター
症例数	232件/5年(1998～2005)	505件/1年(2006～2007)
治療目的	大腸癌化学療法	がん化学療法，がん緩和
術中術後		
気胸	0.4%	0.4%
動脈穿刺	—	0.4%
呼吸困難	—	0.4%
穿刺不成功	—	1.6%
有害事象		
カテ先の位置異常	—	0.2% (内胸静脈)
感染	0.8%	1.0%
血腫	1.2%	0.8%
カテーテル損傷	2.0%	0.8%
フィブリンシース	0.8%	0.4%
ポート反転	1.2%	0.2%
カテーテル逸脱	1.2%	0.6%

はいずれも遜色のないものであるが、実際の手技においては両者の特徴をよく吟味しておく必要がある(表1)^{8,9)}。当院では、最近のエコーガイド下CV穿刺法に関するエビデンス^{4,5)}に加え、先述のエコー下穿刺の教育などの運営面も考慮し、エコーガイド法をファーストライン、静脈造影法をセカンドラインとしている。

まとめ

エコーガイド下CV穿刺法に関する手技手順やピットフォールについて述べた。本法はIVR医にとって馴染みやすい手技であり、画像誘導下経皮的穿刺法の最もベーシックな技術として習熟すべきであろう。

【参考文献】

- 1) Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, et al : Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl J Med* 331 : 1735-1738, 1994.
- 2) Lane P, Waldron RJ : Real-time ultrasound-guided central venous access via the subclavian approach. *Anaesth Intensive Care* 23 : 728-730, 1995.
- 3) Hull JE, Hunter CS, Luiken GA : The Groshong catheter : initial experience and early results of imaging-guided placement. *Radiology* 185 : 803-807, 1992.
- 4) Biffi R, Orsi F, Pozzi S, et al : Best choice of central venous insertion site for the prevention of catheter-related complications in adult patients who need cancer therapy : a randomized trial. *Ann Oncol* 20 : 935-940, 2009.
- 5) Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al : Ultrasonic locating devices for central venous cannulation : meta-analysis. *BMJ* 327 : 361, 2003.
- 6) 名古屋大学医学部附属病院中心静脈カテーテル挿入マニュアル改訂第二版. 名古屋大学医学部附属病院医療安全管理室・名古屋大学大学院医学系研究科麻酔・蘇生医学講座監修. 2007. (<http://www.mms-net.com/~med.nagoya-u/anesth/cv/CVmanual2.pdf>)
- 7) Netter FH : 図189. ネット解剖学アトラス(原著第4版), 南江堂, 東京, 2008.
- 8) Inaba Y, Yamaura H, Sato Y, et al : Central venous access port-related complications in outpatient chemotherapy for colorectal cancer. *Jpn J Clin Oncol* 37 : 951-954, 2007.
- 9) Sakamoto N, Arai Y, Takeuchi Y, et al : Ultrasound-guided radiological placement of central venous port via the subclavian vein a retrospective analysis of 500 cases at a single institute. *CVIR in print*.

IVRと超音波検査

2. 超音波ガイド下穿刺術の基本

大津赤十字病院 放射線科

小林久人, 山下力也, 叶 篤浩, 結城健生, 広川侑奨

はじめに：超音波ガイド下の目的、重要性

超音波ガイド下穿刺術は従来からの肝穿刺治療、各種臓器、腫瘍生検は勿論のこと、最近はがん治療における中心静脈穿刺など様々な部位の穿刺が要求され、IVR医にとって安全確実な穿刺技術の習得が必須である。しかし、穿刺には守らなくてはならないルールやピットフォールがある。本論文ではまず超音波ガイド下穿刺の基本事項、各論として肝臓の超音波穿刺技術、各種臓器生検、腫瘍生検の基本技術とピットフォールを中心に解説する。

超音波ガイド下穿刺の基本

確実な穿刺には安定した画像を出す技術が必要であり、そのためにルーチンワークとして超音波検査を行い、日々超音波技術の上達に努める。超音波技術の上級者にのみ穿刺権利があるといっても過言ではない。また、B-mode以外にカラードプラ、パルスドプラやソナゾイド造影超音波検査、RVSなど高度なテクニックに習熟することで、確実な脈管の同定と穿刺、通常のB-modeで描出できない病変の穿刺が可能となる。さらに、最新機器が使用できる環境の整備も安全な穿刺に大切である。超音波ガイド下穿刺で以下のように知っておきたい基本事項があり、それぞれのコツとピットフォールについて記載する。

1. 局所麻酔時の注意事項：決して空気を注入しないこと、肝被膜部の穿刺時はしっかりと息止めをすることが大事である。局所麻酔時に空気が注入されるとその後の穿刺が困難となる。空気の混入を防ぐため、穿刺直前に勢いよく麻酔薬を空中に噴射する。肝穿刺の際最も痛みを感じるのは、皮膚、壁側腹膜、肝表面（臓側腹膜）であり、穿刺部表皮、皮下の十分な浸潤麻酔後、超音波ガイド下で穿刺ルートに沿って壁側腹膜、肝表面の麻酔を行う。肝表面の麻酔時は完全に呼吸停止させることが大事であり、肝被膜下に少しだけ針が刺入された状態で呼吸されると肝被膜損傷の原因となる。
2. 穿刺針は次第に曲がる。その理由は？（図1）：穿刺針先端は斜めにカットされており（bevel type）、刺入時には針先端に切断面と反対方向に直交するベクトルが作用し、次第に針は屈曲し目標からずれる。先端のカット方向を走査面と平行にして穿刺すると針が走査

面外にずれて針先端が途中で画面より消える（図2a）。穿刺針を見失わないためには、bevel typeの穿刺針では針先端のカット方向がプローベの走査方向と直交する向きで穿刺する。針が少し屈曲しても脈管に命中する（図2b）¹⁾。

3. 短軸穿刺、長軸穿刺のコツ、その長所、短所：長軸穿刺において超音波画像上は穿刺針が目標物を命中しているように見えるのに実際は刺さっていないのはなぜ？；中心静脈では短軸のフリーハンド穿刺が推奨されている。短軸穿刺のコツは脈管の前壁が針先端に押されてハート型に変形すれば針が脈管に当たっている証拠であり、針をキツキ運動のように前後に素早く動かすことで針先端の位置を確認しやすくなる（図3a）²⁾。フリーハンド短軸穿刺の注意点は針先端を追うことが難しく、油断すると目標物を貫いており、近接臓器を損傷する危険性がある（図4）。また、血液の逆流がないからといって決して深く刺し過ぎない。刺入時には血管腔が虚脱するため血液が逆流せず、針を戻すときにはじめて血液の逆流が確認できる。それに対して穿刺アダプターを使用した長軸穿刺の長所は、穿刺ルートの針先端が刺入部よりリアルタイムに視認できることであり、高周波数リニアプローベ広角走査（trapezoid

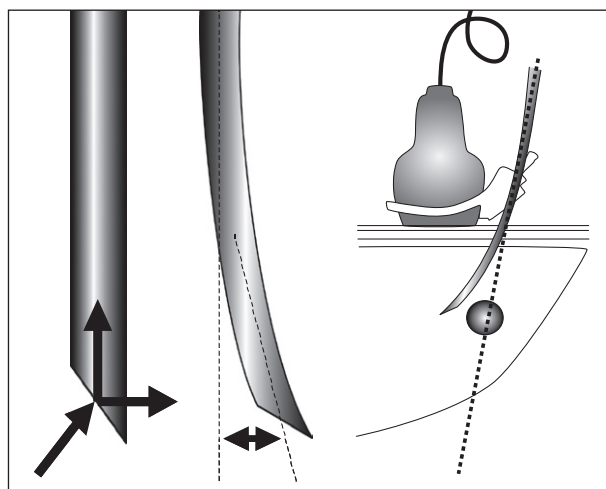


図1 穿刺針は次第に曲がり、深く刺すほど針は屈曲し、目標からはずれる。正常肝で8cmの深さで左へガイドラインより4～5mmずれ、肝硬変では4～5cmの深さで2～5mmずれる。

法)を用いることで視野が広がり正確に穿刺できる。特に鎖骨下静脈など目標が深く、フリーハンド短軸穿刺で針先端が確認しづらい時に有用である。ただし、長軸穿刺のピットフォールは超音波ビームに厚みがあるため、超音波画像上は脈管に穿刺されているように見えても、実際は刺入されていないことがある(図3b)。

4. フリーハンド穿刺か穿刺アダプターガイド下穿刺か?：フリーハンド穿刺では穿刺中でも針先の方向を自由に変えることが可能であり、また、RFAの展開針使用時に展開針の各先端を自由に観察でき隣接臓器、脈管に刺入されていないかを正確に確認できる長所がある。しかし、前項で述べたように深部の穿刺においては針先端を正確に捉えることが困難であり、針先端が思わぬ臓器、脈管を穿刺する危険性がある(図4)²⁾。その点アダプターガイド下穿刺は刺入時から針先端を確実に視認でき、安全に穿刺できる³⁾。また、ワンタッチでプローベから着脱でき、穿刺方向を途中で変えたいときや周辺を観察する必要性が生じたときには、穿刺途中からフリーハンドでの穿刺も可能である。

5. 距離的には穿刺針が目標に刺入されているのに、ガイドワイヤー(以下GW)がうまく進まない、ないしは壁外を進む理由(図5)：距離的には針が内腔に届いて

いるがGWが壁外に挿入されることがある。これは胆嚢穿刺の模式図で示すように壁が針で押されてたわんでおり、実際には針が内腔に届いていないためである。このことに気づかずにGWを挿入すると壁外にGWが

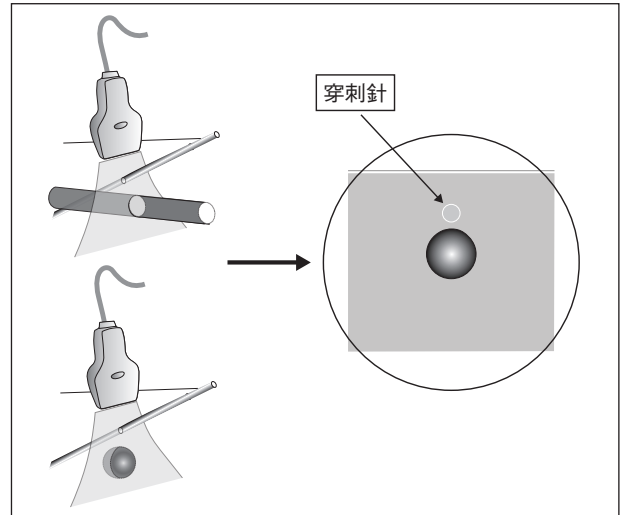
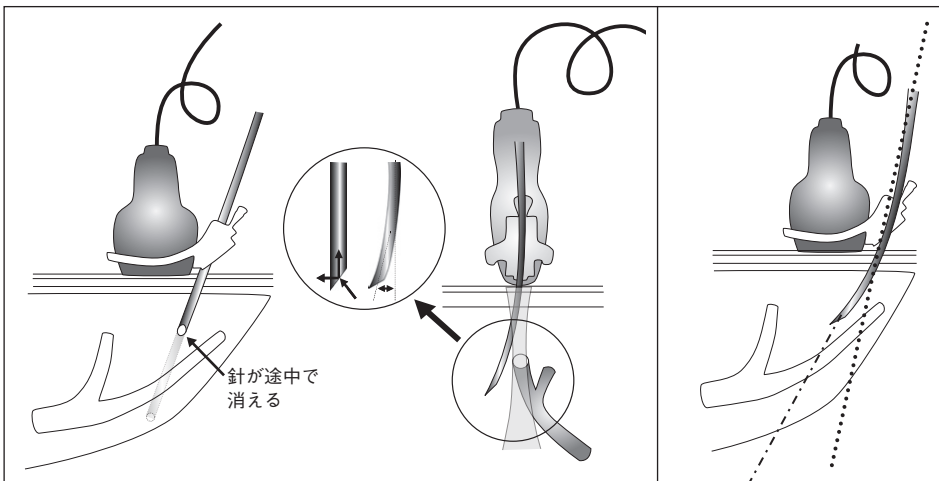
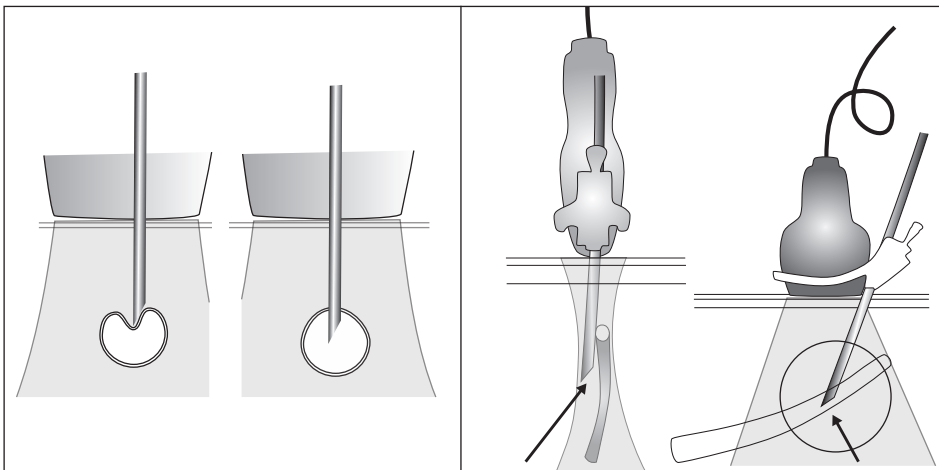


図4 短軸穿刺の注意点。針の先端を追うことが非常に難しい。油断するとすでに目標物を貫いて、近接臓器を損傷する危険性がある。



a | b

図2 穿刺針が突然視野から消える。Bevel typeの針のカット方向を走査面と平行に穿刺すると針が途中で消える(a)。針の先端のカット方向がプローベと直行しているならば少しずつでも脈管に命中する(b)。



a | b

図3 短軸穿刺で目標の脈管の前壁が針に押されてハート型に変形すれば、針が脈管に当たっている証拠(a)。長軸穿刺では超音波のビームには厚みがあり、脈管に穿刺されているように見えても実際は刺入されていないことがある(b)。

進む。これを防止するにはX線透視下のみでGWを進めるのではなく、超音波でGWが内腔に挿入されるところを視認することが大事である。また、金属針を通過するGWはUSで描出されるので(図6)、GWが金属針から出る直前でスピードをゆるめて挿入する。その後はじめてX線透視下で以後の手技を行う。なお、GW

をうまく挿入するには、針先と後壁との間に距離が必要であり、GWが挿入しにくい時には、穿刺針を少し引いて持ち上げるようにすると挿入しやすい(図7)。

6. 目標と穿刺方向のなす角度はできるだけ鈍角に：目標と穿刺方向のなす角度が鋭角であると、目標物の表面を滑ってしまい、うまく刺入できない。解決策とし

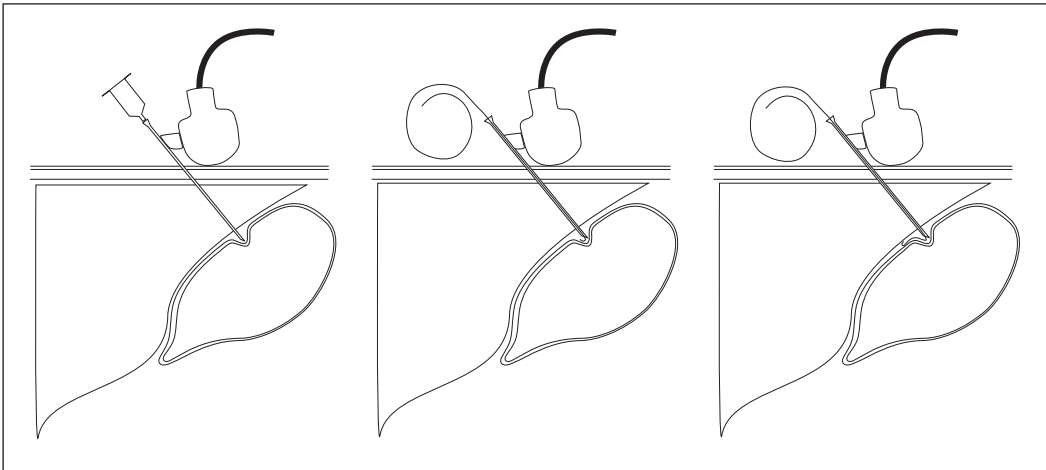


図5 距離的には穿刺針が目標に届いているが、前壁が針で押されてたわんでおり、内腔に穿刺されていない。このことに気づかずにGWを挿入すると壁外にGWが進む。

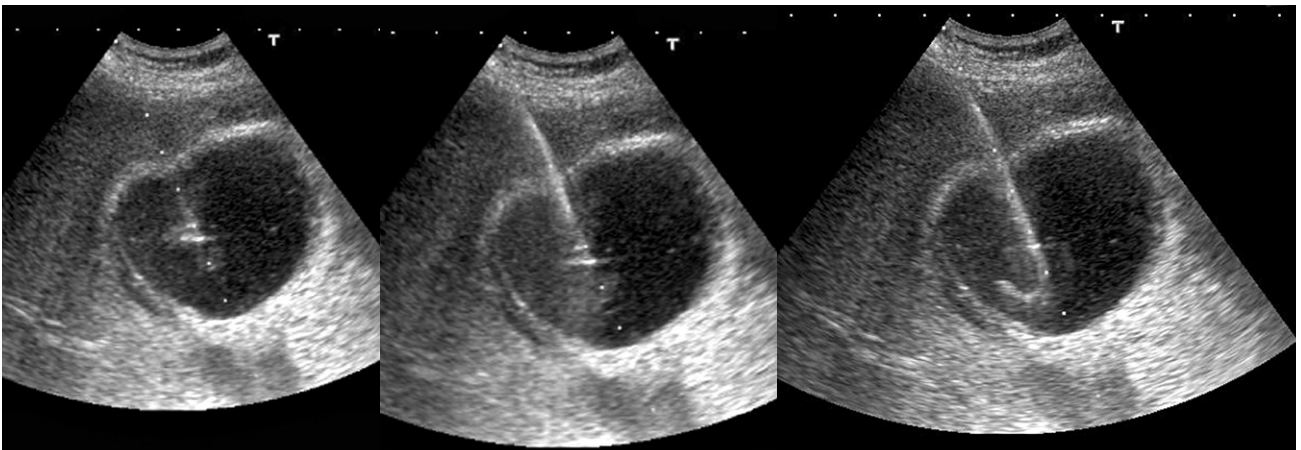


図6 硬針内のGWをUSで確認する。硬針でも内腔をGWが通過するのが確認できる。GWが先端から出るときが危険であり、慎重に挿入する。

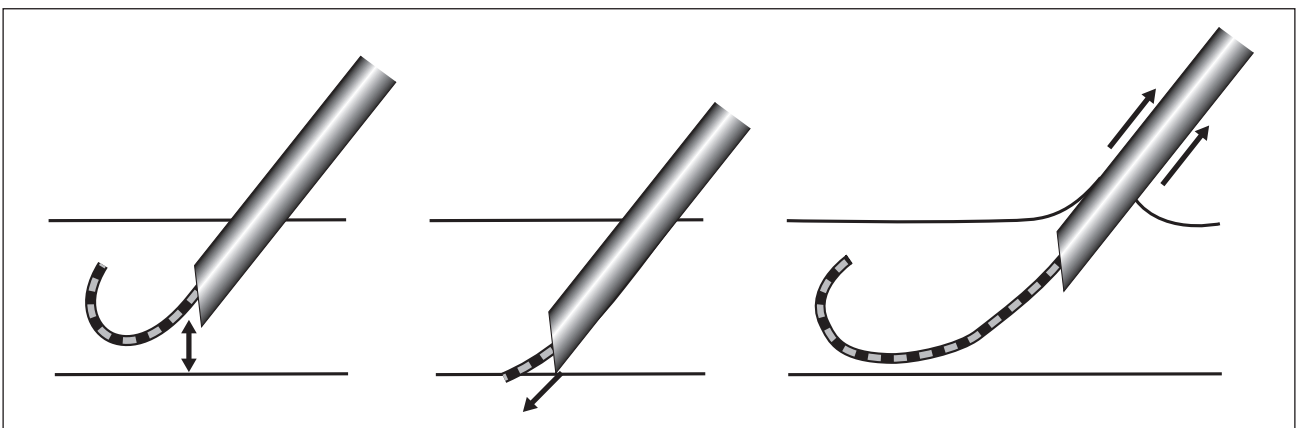


図7 GWの挿入時のコツ。GWをうまく挿入するには、針先と後壁との間に距離が必要であり、GWが挿入しにくい時には、穿刺針を少し引いて持ち上げるようにすると挿入しやすい。

ではプローベを立てるか、逆穿刺をすることで目標に対して鈍角に穿刺できる(図8)。

7. 感染嚢胞やPTGBA時の超音波穿刺吸引術のコツ：内容液吸引によりサイズが縮小し、針先が後壁を貫くことになるので注意する(図9)。サイズが小さくなるに従い、針を近位側の壁近くまで抜去する。粘稠な液体でも少量の生食注入と吸引を繰り返すことで次第に粘稠度が低下し、完全に排膿できる。

8. カラーDプラの有用性：カラーDプラは、腫瘍血流、穿刺ルート上の血管の確認に重要である(図10)。さらにパルスドプラ波形解析により動脈か、静脈かを鑑別でき、穿刺時に有用な情報が得られる。なお、表在を対

象とする場合プローベで目標物を強く押さえると血管が虚脱、血流が消失し、間違った血流評価の原因となるので注意したい。

各 論

I. 超音波ガイド下肝穿刺のコツとピットフォール

1. 2個のHCCが前後に並ぶ時のRFA穿刺法(図11)：最初に背側病変から焼灼する。腹側病変を最初に焼灼すると、焼灼により発生したガスのため後方病変が見えなくなり、次の穿刺ができない。

2. 逆穿刺テクニック：心臓に近い病変(図12)、肝門部の背側病変の穿刺テクニックとして有用である(図13)。肝左葉の心臓に近い病変や肝門部の脈管後方に病変が存在する時は通常の尾側からの穿刺では心臓や脈管損傷の危険性があり、安全に焼灼できない。穿刺はしばらくするが頭側からの穿刺(逆穿刺)で穿刺治療できる。

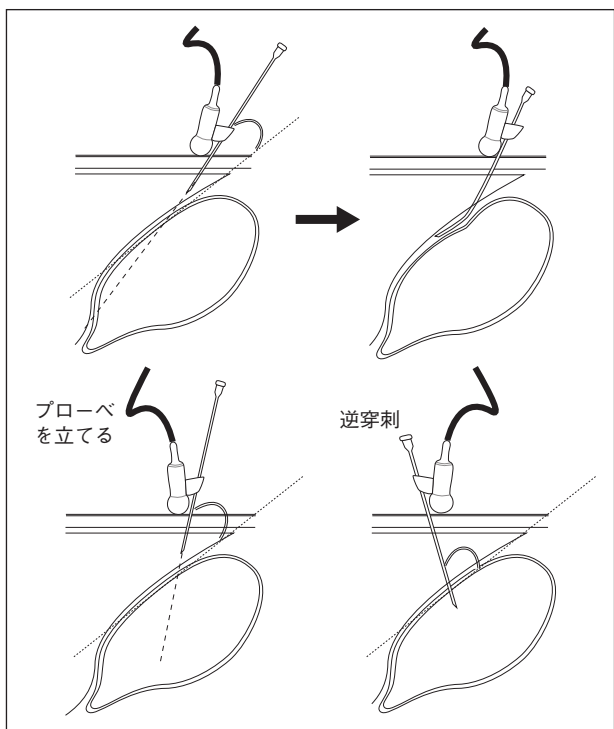


図8 目標と穿刺方向のなす角度はできるだけ鈍角にする。目標と穿刺方向のなす角度が鋭角の場合目標物の表面を滑ってしまい、うまく刺入できない。プローベを立てるか、逆穿刺をすることで鈍角に穿刺できる。

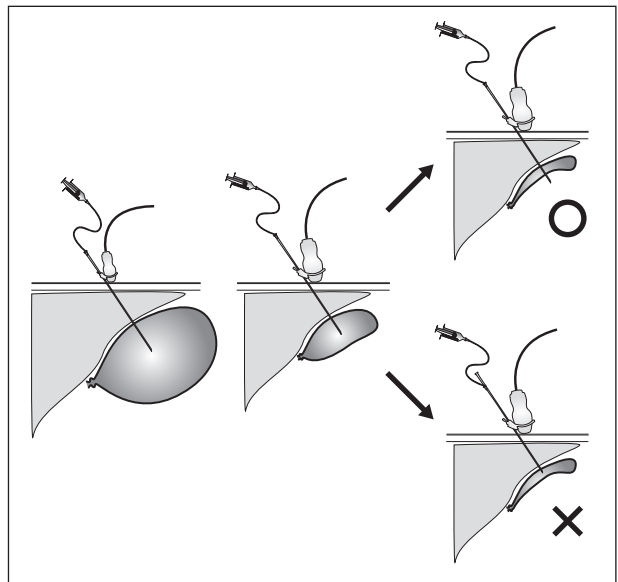


図9 内容液吸引によりサイズが縮小し、針先が後壁を貫くことになるので注意する。サイズが小さくなるに従い、針を近位側の壁近くまで抜去する。

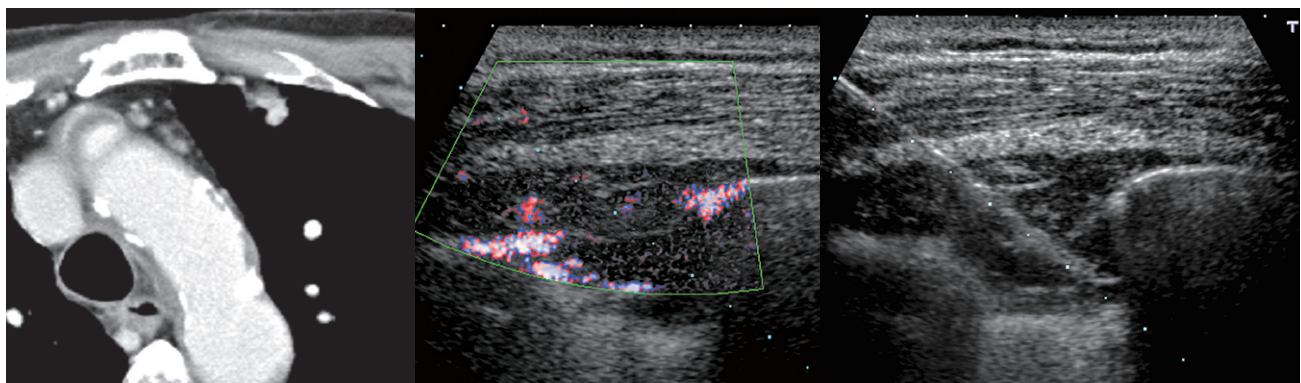


図10 カラーDプラは、腫瘍血流、穿刺ルート上の血管の確認に重要。

3. 肝裏面や横隔膜直下病変の穿刺テクニック(図14) : 肝裏面の病変を展開針で焼灼する時は肝裏面に垂直な方向で穿刺し肝裏面に沿って展開する⁴⁾。展開した針が肝被膜を穿破せず大きく展開、焼灼できる。横隔膜直下の病変を焼灼するときは尾側から穿刺し横隔膜に沿って展開する。
4. 呼吸を利用した穿刺ラインの軌道修正：穿刺ラインがしばしば思った方向よりも、頭側、尾側にずれるこ

とがある(図15a)。そのときは針を完全に抜去せず、一度手前に引き戻し、呼吸を利用して軌道修正することが可能である⁴⁾。病変が大きい時のoverlapping(多方向穿刺)にも応用できる。具体的には針が想定した穿刺ラインよりも尾側を進み病変下端を穿刺しそうな場合は、針を一旦手前に少し引き戻した後、深吸気を指示する。病変が尾側に移動することにより、病変中心部を穿刺することが可能となる(図15b)。逆に頭側を穿

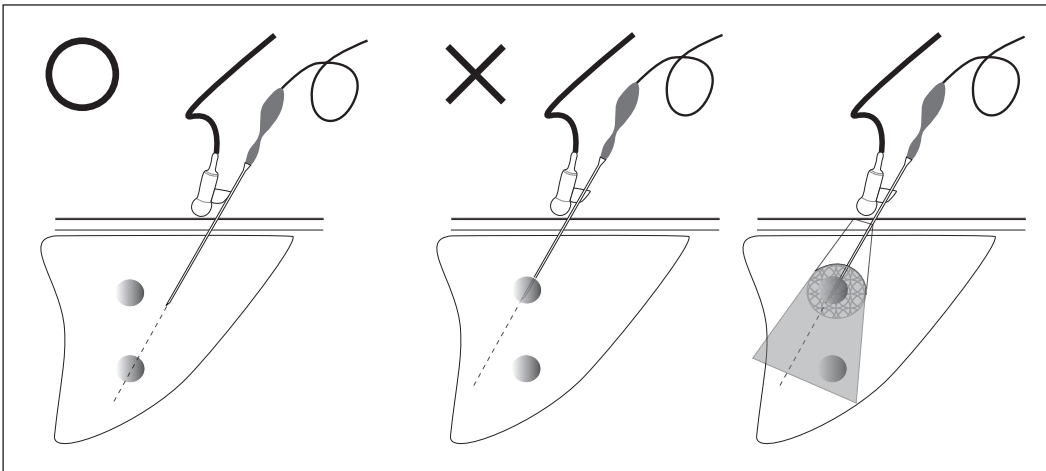


図11
2個のHCCが前後に並ぶ時のRFA穿刺法：腹側病変を最初に焼灼すると、焼灼により発生したガスのため後方病変が見えなくなる。

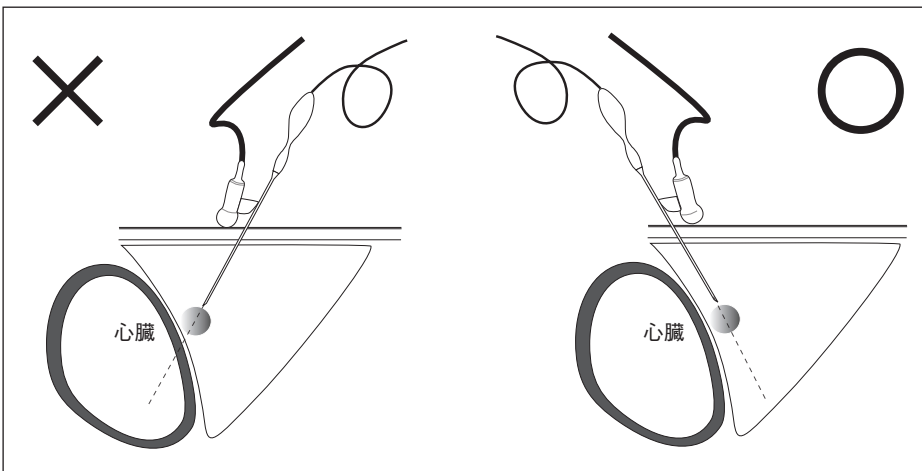


図12
逆穿刺テクニックー肝左葉の心臓に近い病変：尾側からの穿刺では心損傷の危険性があり、穿刺はしづらくなるが頭側から穿刺する。

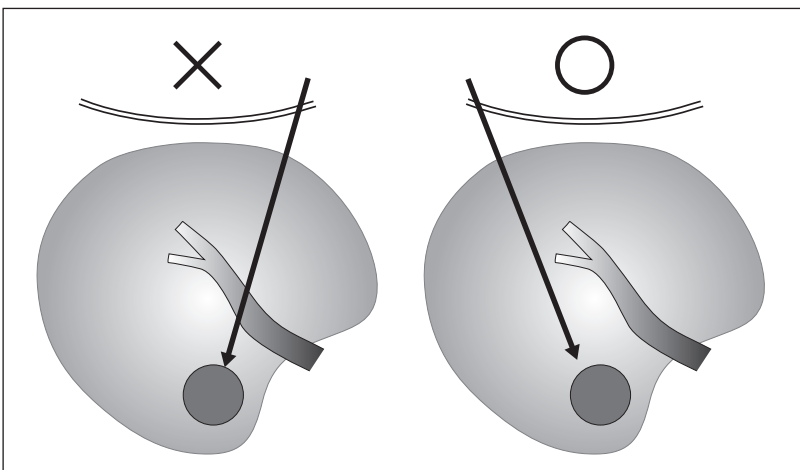


図13
逆穿刺テクニックー肝門部の脈管後方に病変：尾側からの穿刺では脈管損傷の危険性があり、逆穿刺で安全に穿刺できる。

刺しそうなときは深呼吸で穿刺する。

5. 横隔膜直下の病変の穿刺テクニック：横隔膜直下病変は肺による死角となり，穿刺困難なことをしばしば経験する。このような時は気腹針を用いて人工胸水，人工腹水で対処するのが一般的だが，ここでは簡単に作成でき，有用な腹膜外腔注入法を紹介する。23Gカ

テラン針で横隔膜を穿刺し，5%ブドウ糖液を横隔膜に少量注入するだけで肺の死角を回避でき，多くの症例で焼灼可能となる(図16)。この方法の応用で人工胸水法，腹水法も可能である。紙面の関係で十分に紹介できず，詳細は文献を参照のこと⁹⁾。

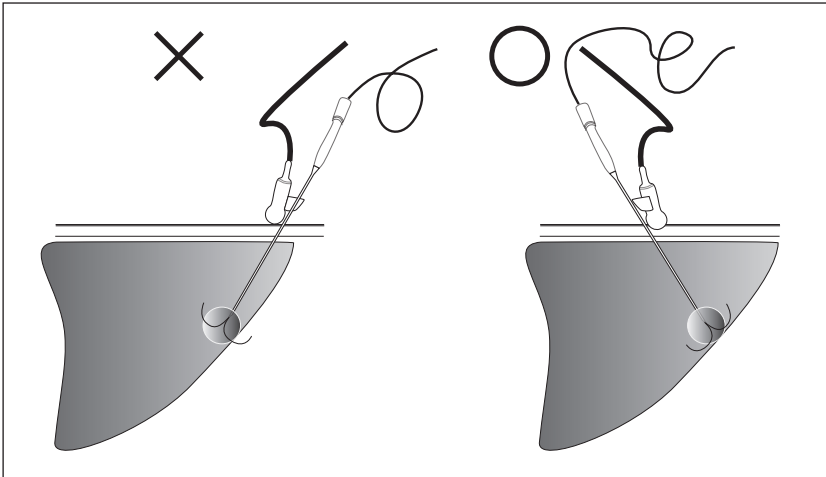


図14
肝裏面の病変を展開針で焼灼する時は肝裏面に垂直な方向で穿刺し肝裏面に沿って展開すると，展開した針が肝被膜を穿破せず大きく展開，焼灼可能。

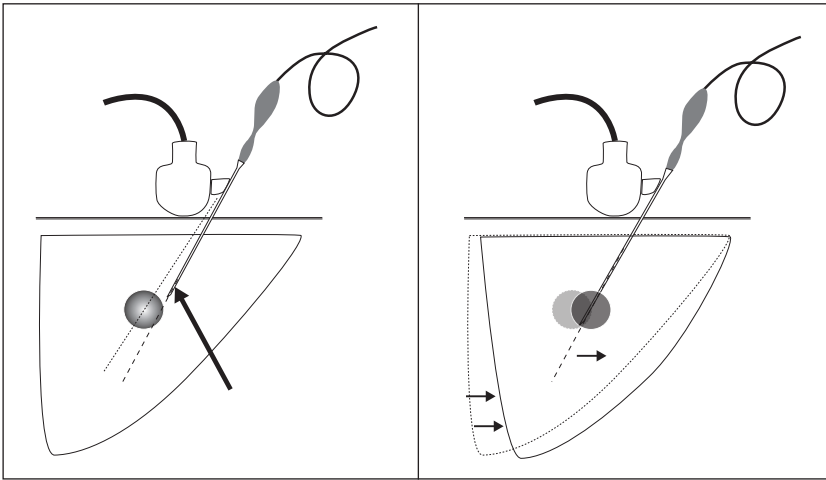


図15
呼吸を利用した穿刺ラインの軌道修正：穿刺ラインが思った方向よりもずれることがあるが(a)，一度手前に引き戻し，呼吸を利用して軌道修正することが可能(b)。



図16 横隔膜直下病変の穿刺テクニック：横隔膜直下病変は肺の死角により穿刺困難だが，23Gカテラン針で5%ブドウ糖液を横隔膜に少量注入するだけで肺の死角を回避できる。

6. 腹壁、肝被膜よりhumpする病変の穿刺方法(図17) : 図の→の部分で腹壁損傷の危険性がある。フル展開が不可能であり、十分な焼灼ができなくなる。対処方法としてプローベを傾け病変に対して垂直に穿刺することで、全体を焼灼可能となり、出血、腹壁損傷などの合併症を防げる⁴⁾。また、壁側腹膜直下に5%ブドウ糖液を注入することで、腹壁焼灼の防御にも役立つ。

7. 体位変換を利用した穿刺, 左側臥位での穿刺: 肝硬変では右葉が萎縮しており、肋弓下で観察困難なことも多い。左側臥位にすると肝が移動し、肋弓下操作で腫瘍が明瞭に描出され、肋弓下穿刺による穿刺が可能となる。

8. 尾状葉の穿刺方法: 左葉外側区からのアプローチと右肋間からのアプローチの2通りがある(図18)。尾状葉の病変に対してもRFAは可能であるが、血管、胆管損傷の可能性が高い。なお、胆管損傷は遅れて発症するので注意する必要性があり、胆管損傷の予測は穿刺直後では不可能なことがある。

9. ソナゾイド造影下RFA(図19): 通常のUSでは約10%において肝癌が非描出であり、その対応が問題となる。ナビゲーションの方法が重要であるが、CT,

MRIガイド下は実際の臨床において容易に行えず、また、RVSはあくまで仮想画像であり失敗例がある。その点ソナゾイド造影法は病変そのものを明瞭に描出で

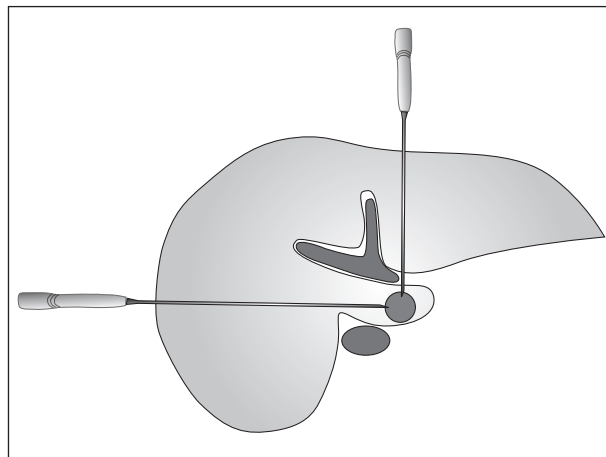


図18 尾状葉の穿刺方法には外側区からのアプローチと右肋間からのアプローチがある。尾状葉の病変に対してもRFAは可能であるが、血管、胆管損傷の可能性が高く、注意しなくてはならない。

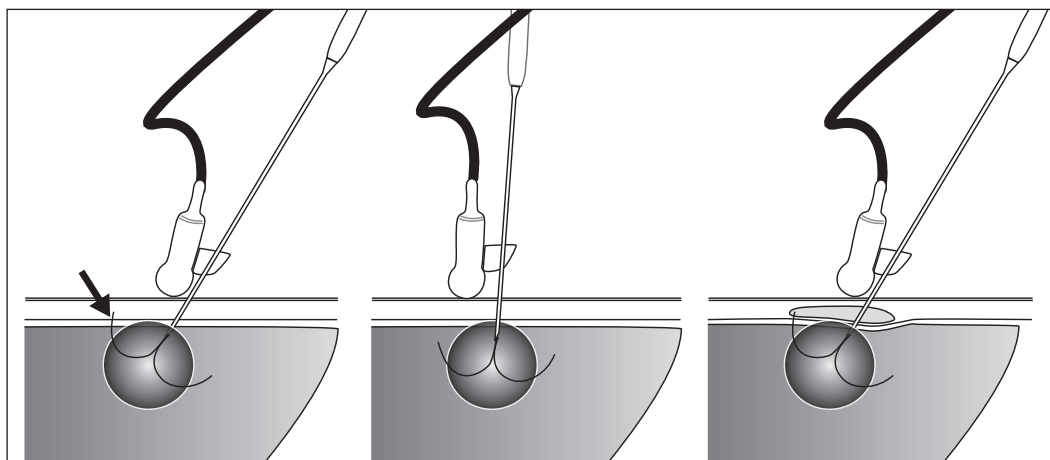


図17 腹壁、肝被膜よりhumpする病変の穿刺では腹壁損傷の危険性がある(矢印)。プローベを傾け病変に対して垂直に穿刺することで、腹壁損傷を防げる。また、壁側腹膜直下に5%ブドウ糖液を注入する方法も大事。

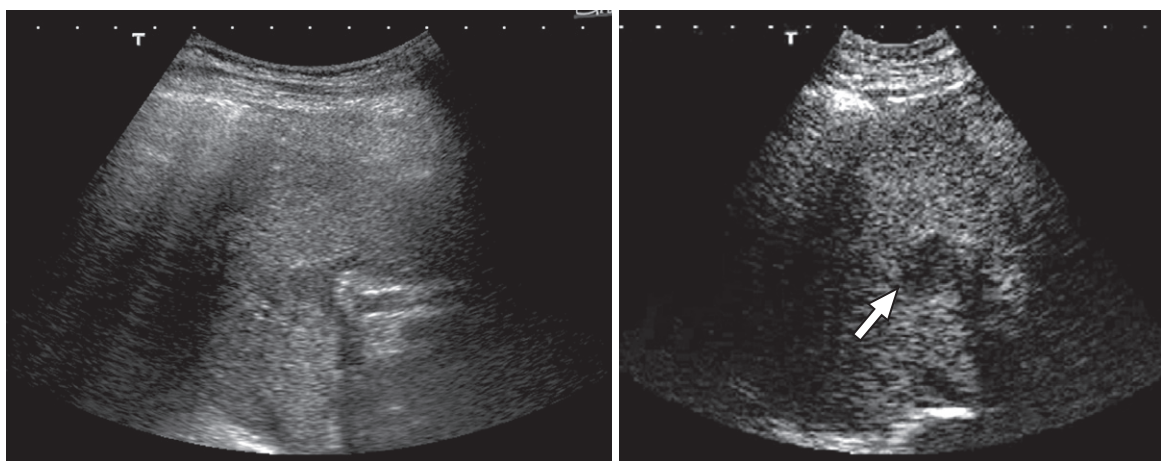


図19 ソナゾイド造影下のRFA。B-modeのUSでは描出できなかったが、造影USのクッパー相で明瞭な欠損像(矢印)として認識でき、穿刺できた。

き、かつ泡を壊さず共振画像化で造影効果が長時間持続し、通常のB-modeで描出できない病変の穿刺に最も有用である。穿刺方法は動脈相、クッパー相(あるいはクッパー相下の再注入)およびburst画像での穿刺の3通りがあるが、長時間安定した画像が得られるクッパー相での穿刺が最も有利である。

10. 深吸気で穿刺しない：PTCDでは以後のステント留置や胆道鏡による結石破碎術が行えなくなり、また、RFAでは針の安定が失われて危険である(図20)。

11. 息止めができない患者でどうしても穿刺する必要がある時は、機能的残気量位で穿刺する。機能的残気量位は最も呼吸バランスがとれており、長く維持されるのでその間にすばやく穿刺する。

II. 超音波ガイド下生検のコツとピットフォール

各種臓器の生検、腫瘍生検従来の盲目的生検に替わり、超音波やCTガイド下生検が主体となってきたが、CTガイド下生検は放射線被曝、手技の煩雑さなどの問題があり、超音波ガイド下生検が簡便、有用である。

1. 生検針の種類

- ①吸引生検針：ソノプシー C1[®]八光。肝臓、甲状腺腫瘍によく使用され、吸引生検であり、播種の危険性が少ない。病変の向こう側に危険な構造が存在しても針をその直前で止めることで安全に穿刺できる。
- ②フルオートマチック生検針：Monopty[®] Bardなど。内針と外針がバネ仕掛けで発射され良好な組織が採取可能で最も良く使用されるが、fireした時の最終の針先端位置を正確に予測できないので注意する。ピットフォールとしてfireするとき外針を強く持つと、針がキックバックし組織が採取できない。
- ③セミオートマチック生検針：テムノ針[®]など。針先がコントロールできる利点がある。

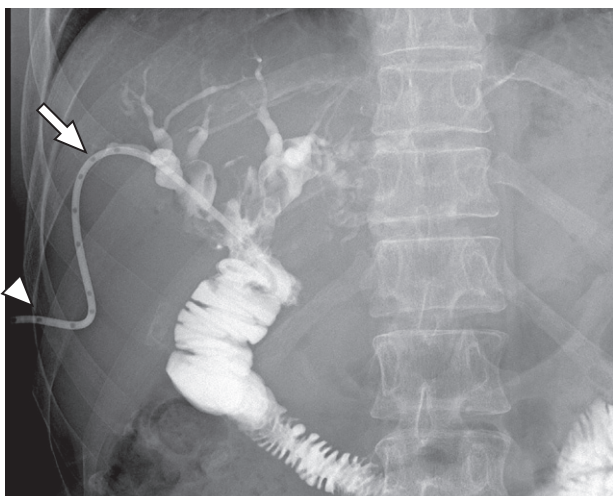


図20 深吸気で穿刺したため皮膚の刺入点(矢印)と肝の刺入点(矢頭)がずれており、瘻孔は形成されず、以後のステント留置や胆道鏡による結石破碎術が行えなくなる。

2. 穿刺方法

- ①使用プローベ：肝臓、腎臓の穿刺は操作性がよく死角が少ないマイクロコンボックスで穿刺アダプターガイド下穿刺が好ましい。表在臓器の穿刺では穿刺針、目標物が鮮明に描出されることが、確実な穿刺に必須であり、鮮明な画像が得られる高周波プローベの広角スキャン(トラペズイド)を用いると皮下穿刺ルートも死角なく、確実に穿刺できる(図21)。Free handと穿刺アダプターガイドを使用した穿刺方法があるが、後者の方が簡便で正確である³⁾。ただし、非常に浅い表在病変では穿刺ガイドは使用できないことがある。このときはfree handで水平方向から穿刺針を刺入する必要性があり、そのテクニックも身につけておく。水平に刺入するので、超音波

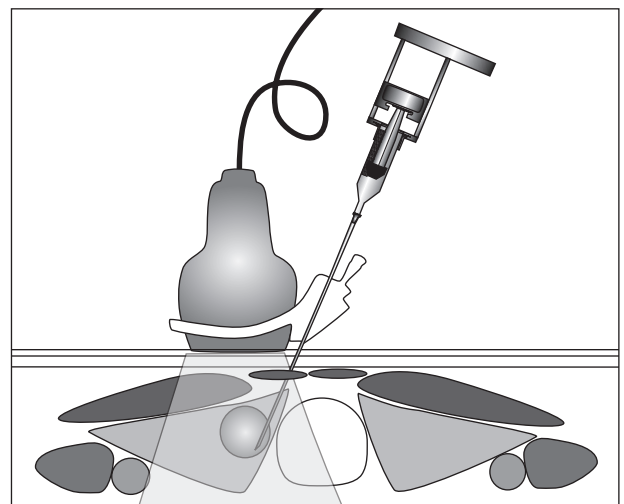


図21 表在臓器の穿刺では鮮明で視野の広い画像が得られる高周波プローベの広角スキャン(トラペズイド)を用いると皮下穿刺ルートも死角なく、確実に穿刺できる。

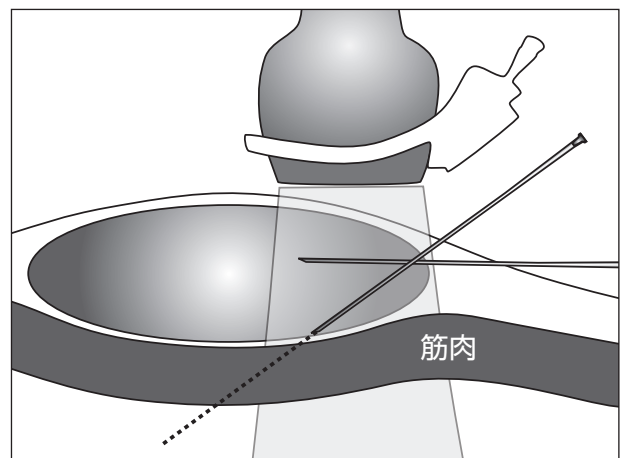


図22 非常に浅い表在病変では穿刺ガイドは使用できないためfree handで水平方向から穿刺針を刺入する。水平に刺入するので、超音波がよく反射し穿刺針が見やすくなる利点もある。

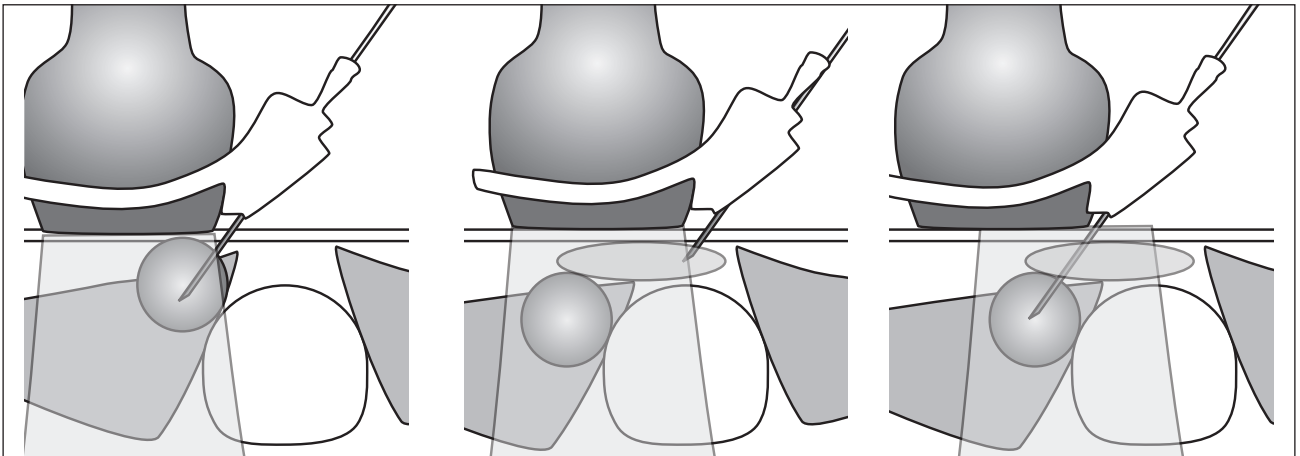


図23 目標病変が非常に浅い場合に皮下穿刺ルートが描出できないので危険である。皮下脂肪織内にキシロカインを注入し、プローベを皮膚刺入部にずらすことで穿刺ルート全体が描出され、安全に穿刺できる。

がよく反射し穿刺針が見やすくなるという利点もある(図22)。斜めに穿刺すると反射が悪く針の描出が悪く、また、深部の筋肉を穿刺すると、腫瘍播種の危険性がある。

- ②表在臓器穿刺の工夫, コツ。皮下脂肪織内のキシロカイン注入法：穿刺ガイドを利用して穿刺する時に、目標の病変が非常に浅い場合に皮下の穿刺ルートが描出できない。皮下脂肪織内にキシロカインを注入し、プローベを皮膚刺入部にずらすことで穿刺ルート全体の描出が可能となる(図23)。キシロカイン注入法は、腫瘍の背側に注入して腫瘍を浮かせて深在の筋肉などの臓器への播種を防ぐためにも使用されるので重要なテクニックであり、習得されたい。
- ③カラードプラの有用性：腫瘍血管の描出、穿刺経路の血管介在の評価。胆管と血管との区別などに有用。また、血流豊富な腫瘍で過度の穿刺吸引圧は血液を吸引し、病理診断が困難となる。カラードプラで多血性のときは強く吸引しない。表在臓器のカラードプラで強く押さえると血流が消失、血管も虚脱するので注意する。穿刺経路、腫瘍内の血管評価のため、

カラードプラが必要。血流豊富な腫瘍で過度の穿刺吸引圧は血液を吸引し、病理診断が困難となる。

最後に

穿刺を成功させる最大の秘訣は、安定した画像を出す超音波テクニックであり、放射線科医の超音波検査への一層の参入が望まれる。

【参考文献】

- 1) 幕内雅敏：図解腹部超音波穿刺術—適応と手技のknow how—。文光堂，1984。
- 2) 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。
- 3) 小野田友男，富永 進，三好一外：エコーガイド下穿刺吸引細胞診・組織診(EG-FNAB)の実際。MB ENT 83：47-51，2007。
- 4) 国分茂博，森安史典：肝癌ラジオ波熱凝固療法の実例 治療のコツと工夫。南江堂，2002。
- 5) 大崎往夫：動画でわかる肝癌ラジオ波凝固療法の実践テクニック。中山書店，2008。