



Title	IVRの最先端 Biopsy
Author(s)	金澤, 右; 安井, 光太郎; 河野, 良寛 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2000, 60(14), p. 833-838
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15327
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

IVRの最先端 Biopsy

金澤 右¹⁾ 安井光太郎¹⁾ 河野 良寛²⁾ 三村 秀文¹⁾ 田中 朗雄¹⁾
田頭 周一¹⁾ 平木 隆夫¹⁾ 吉村 孝一¹⁾ 高原 理代¹⁾ 平木 祥夫¹⁾

1) 岡山大学医学部放射線医学教室 2) 国立福山病院放射線科

Biopsy

Susumu Kanazawa¹⁾, Kotaro Yasui¹⁾,
Yoshihiro Kono²⁾, Hidefumi Mimura¹⁾,
Akio Tanaka¹⁾, Shuichi Dendo¹⁾, Takao Hiraki¹⁾,
Kouichi Yoshimura¹⁾, Riyo Takahara¹⁾,
and Yoshio Hiraki¹⁾

We reviewed the current devices, techniques, guiding images, indications and complications of needle biopsy with CT guidance. The development of new devices such as automated cutting needle has enabled radiologists to obtain tissue specimens of good quality at biopsy. Techniques such as the tandem or coaxial method ensure more accurate biopsy route. And helical CT and CT fluoroscopy have markedly shortened the time required for needle biopsy. However, we sometimes encounter minor complications, and rarely major ones, during and after needle biopsy. Some of these complications may be caused by malpractice. Therefore it is important always to pay attention to the possibility of complications of needle biopsy and to minimize radiation exposures from CT fluoroscopy.

Research Code No.: 501

Key words: Interventional procedures
Biopsies, technology
Biopsies, complications
CT, guidance

Received Aug. 5, 2000

1) Department of Radiology Okayama University Medical School
2) Department of Radiology National Fukuyama Hospital

本論文は第59回日本医学放射線学会学術発表会(2000年4月)の教育講演カテゴリカルコース: IVRの最先端において、「Biopsy」の演題で発表されたもので、日本医学放射線学会誌編集委員会より執筆依頼した。

別刷請求先
〒700-8558 岡山市鹿田町 2-5-1
岡山大学医学部放射線医学教室
金澤 右

はじめに

放射線科医は、画像をガイドとするbiopsy-生検に深く関わりをもってきた。古くは、X線透視を用いていた画像ガイドの生検も、近年は超音波、X線CT、そしてMRIを用いた生検に拡大変化してきている。筆者らの勤務する岡山大学医学部附属病院では、現在年間約250件のCTガイドの針生検が放射線科医によりなされている。それは10年前の数倍にあたる件数である。全国的な統計はなされていないものの、各施設における放射線科医の扱う生検の件数は、画像の進化とともに筆者らの経験と同様に確実に増加しているものと推測される。このような現状の下に、本稿では主として筆者らが関わることの多いCTガイドによる針生検を中心に、生検針、誘導画像、技術的方法、適応臓器と疾患、副作用(合併症)に関して述べ、生検を巡る現状の整理と問題点を明らかにしたい。

生 検 針

生検針はその目的によって、大きく細胞診用と組織診用に分けられる。市販されているものから分類すると、細胞診用としてはいわゆるfine needle aspiration biopsy (FNAB) に用いられるCiba針、cell block biopsyに用いられるWestcott針などが代表的であり、組織診用としては、メンギニ針形式をとるMajima針、トルーカット形式のBiopty針などが代表的である。Kleinら¹⁾によると、肺結節性病変では、組織診用でトルーカット形式の自動生検針(20ゲージのTEMNO針あるいはASAP針)と細胞吸引針(20ゲージのWestcott針)を比較すると、鋭敏度はおおの悪性病変は86%と92%、良性病変は100%と44%である。良性病変では、トルーカット形式の自動生検針が有効で吸引細胞診は不向きであることがわかる。これは、特異的な組織や感染病原体の採取が診断に必要であることの多い良性病変では、なるべく多くの組織が必要となるためである。トルーカット針においては、手動式とバネ式の自動式あるいは半自動式のものがあるが、近年の報告では明らかに組織の採取量や標本の形態保持において(半)自動式のものが優れている²⁾。したがっ

て、最近の傾向としては、(半)自動生検針を用いる施設が多い。ここで、自動式とはシステムを標的の直前に進めた後、組織を付着させる内針と組織を切離す外針が強いバネの力でほぼ同時に標的に押し出され組織を採取する方式であり、半自動式とはあらかじめ標的に内針を進めた後、バネの力で外針を押し出して内針に被せ標本を採取する方式である。前者はより完全な組織採取が可能であるが、実際の採取部位は画像上で確認できない。一方、後者は採取する組織の量は前者に劣ると思われるが、採取部位は内針の先端であるので画像上で確認可能である。筆者らは主として20ゲージの半自動生検針を用いているが、近年のシステムの向上でほとんどの臓器の生検において病理診断にほぼ十分な組織の採取ができています。加えて、(半)自動生検針で採取された組織が、病理診断に足り得るか否かをただちに凍結標本で病理医が判断し、必要に応じてその場で生検を追加するといったHayashiら³⁾のシステムは、確実な診断をしていくうえできわめて理想的であるといえる。

FNABは、乳腺や甲状腺の診断には頻用されている。一般に、悪性腫瘍診断に適し副作用も少ないとされるが、前述のごとく良性疾患の診断率が悪性疾患に比べ有意に低く、診断率は細胞診スクリーナーの熟練度に大きく左右される可能性がある⁴⁾。本邦においては細胞診スクリーナーの育成が十分とはいえないのも一つの問題と考えられる。なお、FNABのテクニックについてはLjungら⁵⁾が詳細に記述している。

生検針に求められる性格としてはさまざまな事項がある。(半)自動生検針がほぼ可能にした確実な標本採取はその第一であるが、そのほかにも1. 誘導画像で針の描出が良好なこと、2. 耐久性が高いこと、すなわち複数回の生検が同時に可能なこと、3. 刺入しやすいこと、4. 副作用が少ないこと等が挙げられる。描出に関して問題になるのは、本稿で扱っているCTよりむしろ超音波やMRIを誘導画像とした場合であろう。「刺入しやすさ」、別の言葉でいえば針先の「切れ」についての評価は従来なされていないが、現場で生検を行うものにとっては実に大事なことである。特に本邦で頻用される(半)自動生検針では、皮膚を穿刺して皮下組織に進める際に、通常の注射針と比べ大きな抵抗を感じることがある。この抵抗により、想定した生検針の刺入経路が大きく狂う可能性がある。そこで、生検針の外径よりわずかに大きめの内径を持つ針をあらかじめ経路に留置し、そのなかに生検針を通過させるcoaxial法¹⁾を用いることも多い。coaxial法そのものは優れた方法であるが、針先の「切れ」さえよければcoaxial法を用いずに済む場合もある。なぜ、「切れ」が悪いのか。筆者らはポリエチレンフィルムに一定のテンションをかけ、それに各社の(半)自動生検針を穿通させながら、針にかかる抵抗値を計測して興味深い結果を得た。まず、刃先すなわち内針の先端がポリエチレンフィルムを穿通する際に大きな抵抗が生じる。さらに内針に被さる外針先端が通過する際にはその2倍以上の抵抗を生じ、一端外針が通過すると針の胴部の通過抵抗はきわ

めて小さい。これからわかることは、現在市販の(半)自動生検針は刃先の「切れ」が悪く、内針と外針の「段差」が大きすぎるのである。また、針表面のコーティングもなされておらず、われわれが求める理想的な生検針に至るまでにはまだ多くの改善の余地がある。

誘導画像

生検を施行する際の誘導画像としては、X線透視、超音波、CT、MRIなどがあるが、ここではCTを中心に述べる。現在、多くの施設ではヘリカルCTが標準化され、また、CT fluoroscopy (CT透視)を用いる施設も多くなっている。さらには、ヘリカルCTとDSA対応の透視装置を組み合わせたいわゆるinterventional radiology (IVR)-CTシステムを生検やCTガイドのIVRに用いる施設も出現している。ヘリカルCT出現以前は、胸腹部の生検時に穿刺針の先端を正確に把握することは、目的病変部の呼吸性移動によりある程度時間を要する手技だった⁶⁾。しかし、ヘリカルスキャンにより針の先端や軸方向をより短時間で確認できるようになった。Rubinら⁷⁾によると、後腹膜病変の生検では針の先端を確認するのに要した時間は従来型の装置と比較して一回ごとに70秒ずつ短縮されたという。また、ヘリカルCTでは体軸方向に切れ目のない連続データを得ることができるため一回のスキャンで針の先端を確認できるだけでなく、刺入経路全体を描出し、周囲臓器と針との関係を容易に把握できる。筆者らは通常X線ビーム幅5mm、テーブル移動速度5mm/秒で目標を中心に数センチメートルのデータを収集しながら生検針の穿刺を行っている。1990年代半ばにCT透視が出現し⁸⁾、さらにCTガイドの生検を巡る状況は一変した。CT画像をリアルタイムに再構成する革新的な技術は、CTにおいても「透視しながら」生検針を刺入することを可能にした。この技術のもたらしたのは、なんといっても時間短縮であった。目的病変と生検針を画像モニターで視認しながら生検針を進めるのでいちいち確認スキャンをする必要がない。Silvermanら⁹⁾によると、腹部の針生検では従来のCTでの検査時間が平均36分であったのに対し、CT透視では平均29分と有意に減少した。しかし、診断率は従来型と比較して向上は見みられず、患者の被曝線量は74cGyであった。診断率はさまざまな要素に依存するのでさておき、CT透視で避けることのできないのが被曝の問題である。透視野すなわちCTのガントリ内に術者の手が入った際の被曝量はいかなるものか。磯村ら¹⁰⁾によると管電流30mA、管電圧80kVあるいは120kVでX線束内でファントムから10cm離れた位置での被曝量は、80kVで1.36mSv/秒、120kVで4.19mSv/秒であり、80kVでは6分間、120kVでは2分間で皮膚の年間許容線量の50mSvを超える。年間多くのCTガイドのIVRを行う施設にとっては、CT透視による被曝はきわめて大きな問題となる。このため、針刺入の遠隔操作ができるようなさまざまな器具が工夫されているが¹¹⁾、今後さらに完成された器具が開発されることを期待したい。器具を使わずに術

者被曝を減らす方法としては、非透視下に針を少しずつ進めそのたびにCT透視で針先を確認する方法があるが、患者被曝の改善にはなり得ないし、CT透視本来の長所を活かしきれてはいない。

20世紀最後のCT技術最大の革新はmultidetector-row CTの出現であるが、この技術はCT透視に三次元性をもたらす可能性があり、おそらくCTガイド下の針生検がより容易な技術になることであろう。

技術的方法

CTガイド下生検の標準的技術方法は比較的画一的なものと思われる。病変の位置する部に近い体表部にマーカー(通常血管造影用カテーテルを短く切って、単数あるいは定まった間隔で複数本で構成)を置き、そのマーカーを基準に病変までの経路をCT画像上に作製、それに基づき生検針を穿刺し、目的部位まで進める。皮膚面より病変に垂直に到達する経路、あるいは検査台に対して垂直の経路が針を進めるうえでは容易で、技術的には最も望ましいが、間に骨が入ったりすると必ずしもこれらの経路は確保されない。したがって、1. 経路に角度をつける、2. 患者の体位を変換する、3. 呼吸を呼気と吸気で変換する、4. ガントリを傾けてスキャンするなどのさまざまな工夫が実際には行われている。また、経路を確保するうえで確実さを増すための工夫としては、局所麻酔用のカテーテル針をCT画像上の経路にうまく進めてguiding needleとし、それに沿わせて生検針を進める方法(tandem法)や前述のcoaxial法が有用である。経路に難渋する領域を生検する際には発想の転換も必要である。前縦隔の病変を生検するには胸骨が大きな障害となる。傍胸骨経路、経肺経路では前縦隔に寄り集まった大血管とその分枝を避けるのは困難なことがある。このような際には、胸骨を骨生検用の針で穿通し、その内部に生検針を通過させ病変に到達するcoaxial法が有効である¹²⁾。筆者らの経験では、16ゲージのOSTY-CUT針は胸骨の穿刺も用手的に容易で、内部に20ゲージの(半)自動生検針が通過し、このような経胸骨生検に適している(Fig. 1)。臍病変も体表よりの距離が遠く画像ガイドの針生検に苦勞することがある。本邦では超音波ガイドの生検が試みられることが多いが、超音波で描出不能な病変も多い。CTで確認するとそのような場合には病変前面に胃あるいは横行結腸が被さっていることが多い。このような場合は経胃経路を試みるのが良い。胃は筋層が縦横三層構造で穿刺に強く、それを通過しても感染する危険性はきわめて低い¹³⁾。もちろん横行結腸を穿刺し通過することは禁忌であるから、もし横行結腸が前面にある場合は、胃チューブより送気して胃を拡張させ横行結腸を下方に圧排し、経胃的に生検が可能になるようにしている(Fig. 2)。

生検に技術的に失敗する理由は何か。1. 誤った誘導画像の選択、2. 誤った経路の選択、3. 術者の技術的経験不足、4. 患者の不適切な呼吸停止、5. 呼吸に左右されやす

い部位の病変等々と考えられる。逆に、針生検の方法に習熟し、適応を誤らなければ技術的成功率は高い。患者が適切な呼吸停止ができるように術前に呼吸練習することも成功に結びつく大事な要素である。また、CT透視がある施設では、患者の呼吸とそれに伴う病変の移動をCT透視で正確に知るのも大事である。

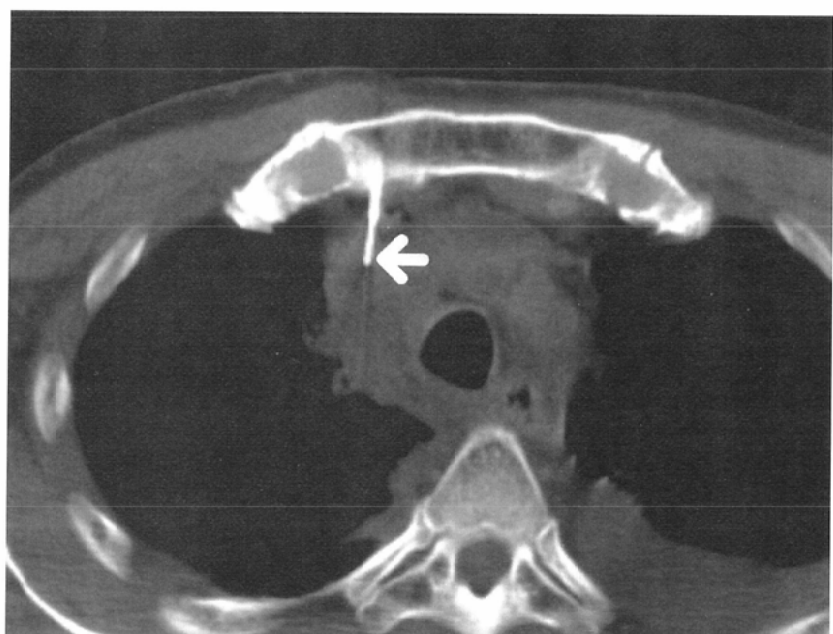
適 応

画像ガイドの経皮的針生検の適応は器具、画像の進歩とともに明らかに拡大の傾向にあるだろう。それには、この手技が低侵襲的であるという特徴が大きく寄与していることも疑いはない。しかし、後述のごとく副作用が起こり得る検査であるから、適応については厳密であるべきである。American College of Radiologyの1998 ACR Standardsの「成人における画像ガイドによる経胸針生検に関するACR Standard」では、その適応と禁忌を厳密に示している。画像ガイドの針生検を施行する可能性のある放射線科医は一読すべきであろう(最近日本放射線科専門医会の活動の一環として邦訳¹⁴⁾が出版されているので入手は容易である)。本邦では、学会や国がこのような規準を示していないが、各施設ごとになんらかの適応の規準を定めるのが良いであろう。筆者らの施設では、胸部病変のCTガイド下針生検の適応を胸壁に近い末梢性肺野腫瘍、X線透視で確認困難な肺腫瘍、気管支鏡生検で診断がつかない腫瘍、胸膜腫瘍、縦隔腫瘍と考え、個々の症例の生検の適応を依頼医を交え科内のカンファレンスで決定している。腹部生検についても、その生検が患者の利益に結びつくかどうかを事前に十分に検討してから行うように心がけている。Chenら¹⁵⁾によると悪性腫瘍の既往のある患者に出現した腫瘍69症例の針生検を後ろ向きに検討したところ、55例は画像上で典型的な再発や転移を示し、生検結果もその通りであった。一方、画像上非典型例は14例のみで、生検の結果は新原発癌4例、良性疾患2例、再発8例であった。この報告に示されるように、画像診断や腫瘍マーカー診断、あるいは遺伝子診断の発達した現在では、実は必要以上の数の生検がなされている可能性もある。手技自体はIVRのなかでは比較的容易といえ、画像ガイド下の針生検の適応は診断学全体のなかで十分考慮されるべきである。

悪性リンパ腫と骨病変の針生検は本邦ではさらに適応を拡大すべきと考えられる。悪性リンパ腫の針生検については欧米では多数例を対象とした詳細な報告が数多くみられるが、生検による正診率はおおむね80%台とされる^{16), 17)}。特にnon-Hodgkinリンパ腫ではFNABでも高い正診率を示すとの報告もある¹⁸⁾。生検に際しては、組織を挫減させない、複数の染色法が予想される場合は十分な組織を採取するように心がけるが大事である。最近の報告では針の径による診断能に差はないとされており¹⁶⁾、通常の18ないし20ゲージの(半)自動生検針で十分であろう。一方、十分な生検が行われた場合でも約15%は治療決定のためには針生検では



(A)



(B)

Fig.1 CT scans obtained in a 49-year-old man with anterior mediastinal tumor.
A: Transsternal 16-gauge bone biopsy needle is aligned with the mediastinal tumor.
B: A 20-gauge semiautomated cutting needle was inserted coaxially, and its tip (arrow) is seen in the lesion.

不十分とされている¹⁷⁾。それらは解剖学的に細胞成分の乏しい部位での生検であったり、ある種のsubtypeでは組織が採取されても針生検では診断困難な場合があるからである。しかしながら、80%以上の正診が低侵襲的に得られるのであるから、針生検は悪性リンパ腫の診断に試みられるべき方法である¹⁹⁾。骨病変のCTガイド下針生検については筆者らの施設では1994年以来、14ないし16ゲージのOSTY CUT針を用いて百数十例の経験を積んできたが、悪性腫瘍診断に限らず良性疾患の診断にも有用であることがわかってきた。また、技術的な点では、溶骨性病変には(半)自動生検針を用いた方がよいこともわかってきた。硬化性病変についてLefflerら²⁰⁾は、core needle biopsyとFNABを組み合わせると正診率が向上しているとしている。本邦では整形外科医などの他科の医師の針生検に対する正確な認識がいまだに不十分といえるが、放射線科医の積極的な働きかけで今

後適応拡大されるべき領域と考える。

針生検の禁忌については、以下に示す胸部針生検のACR Standardの相対的禁忌が部分的ではあるが参考となる¹⁴⁾。すなわち、著しい肺機能低下、凝固機能異常、肺高血圧症、検査に協調できない患者、アプローチの経路に大きなあるいは多数のbullaeやblebのある場合、対側の肺切除の既往のある患者。なお、絶対的禁忌は存在しないとされている。

副作用(合併症)

針生検の副作用(合併症)については、施行医は経験からだけでなく、文献報告を絶えず参照し熟知する必要がある。時に思わぬ副作用に遭遇することもあるだろうし、十分なinformed consentを得るためには欠かせぬ事項であるからだ。その検査が決して患者の不利益にならないように、

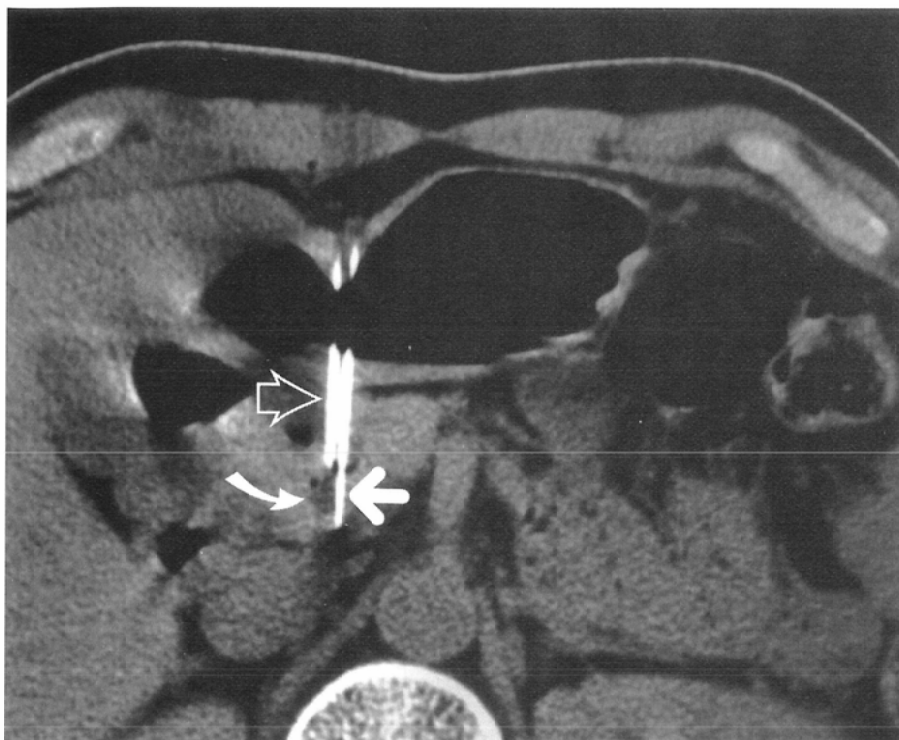


Fig.2 CT scan obtained in a 50-year-old man with mucinous adenoma of the pancreas. An aspiration needle (arrow) is advanced to the small low attenuated area (curved arrow) along the guiding needle (open arrow) through the inflated stomach.

また、不幸にして起こった場合はいかなる処置が必要か、二度と起こさないようにするにはどうしたら良いか、生検は治療ではなく検査であることを念頭に、これらのことを常に考えておく必要がある。ここでは、肺病変の針生検の副作用(合併症)について記載する。頻度的にいうと気胸が最多であり諸家の報告で11~54%, 続いて肺出血が5~10%で、重篤なものとしては、稀ではあるが急性には脳血管の空気塞栓(0.07%), 遅発性としては経路への腫瘍播種が挙げられる²¹⁾。肋間動脈や内胸動脈を因らずも穿刺した場合は、大出血を起こすこともある²²⁾。Coxら²³⁾によると気胸に関連すると思われる因子、すなわち病変の大きさ、位置、胸膜穿刺回数、針のサイズ、肺気腫の有無、術者の熟練度と気胸の関連を統計学的に解析してみると、有意に相関したのは病変の大きさと肺気腫の有無のみであった。また、病変に到達するのに含気肺を通過する場合は気胸の合併率は50%で、しない場合の15%より高かった。気胸はある意味では避けがたい、そして予測しがたい要素をもつ合併症といえる。穿刺側を下側とするいわゆるdependent positionによる気胸の発症予防の可能性については、最近では統計学的に否定されている²⁴⁾。筆者らは、術中にある程度の気胸が起こればただちに18ゲージ留置針で脱気しているが、多くは経過観察で問題ない。気胸を起こした症例は術後12時間程度のベッド上安静を保つようにしているが、経験的に安静をきちんと保てなかった患者に気胸の拡大がみられることが多い。気胸については患者に十分理解してもらうことが大事である。肺出血もある意味で避けがたい副作用である。出血による重篤な副作用を防ぐ意味で、抗凝固剤を内服している患者に針生検をする必要が生じた場合には、主治医の了解を得て事前最低3日間は内服を中止している。

肺出血を起こすと血痰、検査中の喀血がみられることがあるが、これも事前に患者に十分に説明しておくべきである。空気塞栓は最も恐るべき合併症であるが、穿刺中に咳嗽などにより急激な陰圧が胸腔内にかからないように注意すべきである。播種の予防は基本的には困難と思われるが、FNABでは十分に陰圧をかけること、針を素早く抜去することなどは、日常的に考慮すべきである。肋間動脈や内胸動脈の穿刺は避け得る合併症である。肋間動脈は肋骨下縁を走行しているのだから、肋骨下縁での穿刺は避けるべきである。内胸動脈は胸骨辺縁より1.5cm程度離れた位置を走行しており、Glassbergら²²⁾は胸骨辺縁より2.5cm以上離れた位置での生検を推奨している。また、内胸動脈は通常CTで確認できるので、胸骨に近い前胸部より生検を試みる際は常にその走行をCT画像上で確認すべきである。

AJRに毎号記載される放射線科関連の医療訴訟を扱う“malpractice issues in radiology”では、1998~99年の2年間で生検に関連する事例は3回掲載されている。無視できない頻度といえる。なかでもSpiesら²⁵⁾の報告は興味深いので要点を記す。患者は発熱、倦怠と肺炎で入院した。腸骨沿いに腫瘤があるとの放射線科医のCTレポートをみた内科医は、放射線科医に針生検を依頼した。放射線科医は事前処置や検査をすることなくただちに単純CT下に針生検を施行し、そのまま患者を帰室させた。患者はその数時間後ショックに陥り、翌朝死亡した。剖検により、針生検の際に外腸骨動脈を穿刺し、そこから大出血したことが死因であることが判明した。また、患者は悪性リンパ腫であることも判明した。この事例での裁判での争点は、なぜ、造影CTで血管を確認してから生検をしなかったのか、なぜはじめから20ゲージの自動生検針を用い、22ゲージのFNABをしな

ったのか、なぜ、適切な経過観察をしなかったのか等であった。針の選択はさておき、また、針生検の適応に誤りはなかったものの、生検ならびに生検前後の処置と経過観察に対して放射線科医は責任があるのにもかかわらずそれを十分果たしていないとの判断から、生検を施行した放射線科医は130万ドルの示談金を支払うこととなった。Spiesらは、この事例では放射線科医がACR standardに則った生検をしていなかったことを指摘したうえで、針生検の計画は事前に十分立てること、患者の様態を術中ならび術前後に十分把握し合併症に気づいたときはただちに処置をすること、あるいは専門家にただちに依頼できる体制にあること、病変と周囲の血管を十分に把握したうえで生検を計画し施行することなどを教示している。この事例に示される

ように、針生検はある意味では「気軽」にできるIVRであり、実はそれが医療過誤を生む原因となり得ていることをわれわれは肝に銘じなくてはならない。

おわりに

画像ガイド下での穿刺技術は、単に生検に止まるだけではなく画像ガイドのドレナージや最近では遺伝子治療にまで応用されるIVR技術となった^{26),27)}。針生検そのものの件数の拡大も今後続くであろう。しかし、本稿に示したように未解決の問題も多く、今後の課題は多い。たかが生検、されど生検なのである。放射線科医の真摯な取り組みが望まれる。

文 献

- 1) Klein JS, Salomon G, Stewart ES: Transthoracic needle biopsy with a coaxially placed 20-gauge automated cutting needle: Results in 122 patients. *Radiology* 198; 715-720, 1996
- 2) Helbich TH, Rudas M, Bohm G, et al: Randomized in vitro and in vivo evaluation of different biopsy needles and devices for breast biopsy. *Clinical Radiology* 54: 56-62, 1999
- 3) Hayashi N, Sakai T, Kitagawa N, et al: CT-guided biopsy of pulmonary nodules less than 3 cm: usefulness of the spring-operated core biopsy needle and frozen-section pathologic diagnosis. *AJR* 170: 329-331, 1998
- 4) Silverman JF, Finley JL, O'Brien KF, et al: Diagnostic accuracy and role of immediate interpretation of fine needle aspiration biopsy from various sites. *Acta Cytol* 33: 791-796, 1989
- 5) Ljung B, Cellar DA: Fine needle aspiration technique for biopsy of deep-seated palpable target: a primer for radiologists. *AJR* 171: 325-328, 1998
- 6) 安井光太郎, 金澤 右, 平木祥夫: ヘリカルCTガイド下のIVR. *新医療*: 65-69, 1997
- 7) Rubin GD, Silverman SG: Helical (spiral) CT of the retroperitoneum. *Radiol Clin North Am* 33: 903-932, 1995
- 8) Katada K, Anno H, Koga S, et al: Initial trial with CT fluoroscopy (abstract). *Radiology* 190: 622, 1993
- 9) Silverman SG, Tuncali K, Adams DF, et al: CT fluoroscopy-guided interventions: techniques, results, and radiation exposure. *Radiology* 212: 673-681, 1999
- 10) 磯村高之, 遠藤登喜子, 広藤喜章, 他: CT透視法における施術者の被曝線量率の測定: デイスボーザブル鉗子を用いた被曝軽減の試み. *IVR会誌* 14: 443-448, 1999
- 11) Irie T, Kajitani M, Yoshiko H, et al: CT fluoroscopy for lung nodule biopsy: a new device for needle placement and a phantom study. *JVIR* 11: 359-364, 2000
- 12) D'Agostino HB, Sanchez RB, O'Laoide RM, et al: Anterior mediastinal lesions: transsternal biopsy with CT guidance. *Radiology* 189: 703-705, 1993
- 13) Ho CS, Gray RR, Goldfinger M, et al: Percutaneous gastrosotomy for enteral feeding. *Radiology* 156: 349-351, 1985
- 14) 江原 茂: 成人における画像ガイドによる経胸針生検施行に関するACR standard. 江原 茂監修: 1998 ACR Standards (放射線診療の規範), 121-122, 2000, 日本放射線科専門医会, 埼玉
- 15) Chen MYM, Gelfand DW, Bechtold RE, et al: Is it necessary to biopsy the obvious? *AJR* 174: 135-139, 2000
- 16) Quinn SF, Sheley RC, Nelson HA, et al: The role of percutaneous needle biopsies in the original diagnosis of lymphoma: a prospective evaluation. *JVIR* 6: 947-952, 1995
- 17) Ben-Yehuda D: Image-guided core-needle biopsy in malignant lymphoma: experience with 100 patients that suggests the technique is reliable. *J Clin Oncol* 14: 2431-2434, 1996
- 18) Silverman SG, Lee BY, Muller PR, et al: Impact of positive findings at image-guided biopsy of lymphoma on patient care: evaluation of clinical history, needle size, and pathologic findings on biopsy performance. *Radiology* 190: 759-764, 1994
- 19) 河野良寛, 金澤 右, 平木祥夫: 悪性リンパ腫CTガイド下生検の実際とその有用性. *日本臨床* 58: 624-628, 2000
- 20) Leffler SG, Chew FS: CT-guided percutaneous biopsy of sclerotic bone lesions: diagnostic yield and accuracy. *AJR* 172: 1389-1392, 1999
- 21) Perlmutt LM, Johnston WW, Dunnick NR: Percutaneous transthoracic needle aspiration: a review. *AJR* 152: 451-455, 1989
- 22) Glassberg RM, Steven SK, Glickstein MF: CT anatomy of the internal mammary vessels: importance in planning percutaneous transthoracic procedures. *AJR* 155: 397-400, 1990
- 23) Cox JE, Chiles C, McManus CM, et al: Transthoracic needle aspiration biopsy: variables that affect risk of pneumothorax. *Radiology* 212: 165-168, 1999
- 24) Colling CL, Westcott JL, Banson NL, et al: Pneumothorax and dependent versus nondependent patient position after needle biopsy of the lung. *Radiology* 210: 59-64, 1999
- 25) Spies JB, Berlin L: Complication of percutaneous needle biopsy. *AJR* 171: 13-17, 1998
- 26) Waddill W, Wright W, Unger E, et al: Human gene therapy for melanoma; CT-guided interstitial injection. *AJR* 169: 63-67, 1997
- 27) 片岡正文, 藤原俊義, 金澤 右, 他: 肺癌の遺伝子治療. *IV会誌* 15: 164-169, 2000