

4列 Multislice CTによる 穿刺支援システム guideShot の開発

Development of GuideShot Puncture Supporting System by 4ch Multislice CT

入江 敏之¹⁾ Toshiyuki Irie
井上 博昭²⁾ Hiroaki Inoue
月津 孝³⁾ Takashi Tsukizu

倉持 正志¹⁾ Masashi Kuramochi
宮下 祐一²⁾ Yuuichi Miyashita

¹⁾ 日立総合病院 放射線科
²⁾ 日立総合病院 放射線技術科
³⁾ 株式会社日立メディコ ソフト開発本部

CTガイド穿刺は、熟練を要する手技である。今回 Multislice CT をベースに開発した穿刺支援システムは、習熟が容易で、CT の操作・穿刺などすべての必要な操作を1人の医師だけで行うことが可能である。このシステムは、CT透視機能を見直しCTガイド下穿刺の操作性の改善と術者・被検者の被曝低減、さらに施術時間の短縮を達成した。

CT-guided puncture is a manual technique which requires skill. The puncture supporting system developed this time basing upon a multislice CT is easy to learn the required skill, and allows one-man control by a doctor of all such necessary operations as CT operation and puncture. This system has achieved a improvement of CT-guided puncture, decreased exposure to operator and examinee and, in addition, decreased treatment time by reconsidering CT-fluoroscopy function.

Key Words: GuideShot, Multislice CT, CT-guided Puncture

1. はじめに

CTガイドで正確にターゲットにヒットさせる必要十分条件は、次の3点である。

- 1) ターゲットが穿刺断面内に存在していること
- 2) 針先が穿刺断面内で正確にターゲットに向かっていること
- 3) 計測した距離だけ正確に針を進めること

15年以上前においてCTガイド穿刺は、不慣れな施設では3人で施行されることがあった。1人は針を刺す術者であるが、残りの2人の役割は通称“ラインズマン”であり、そのうち1人はCTテーブルを隔てて術者の向かい側に立ち、針がCT断面と平行になっているかをチェックし、もう1人はCT

テーブルの端に立ち、針の刺入角度をチェックするのが役割であった。「もう少し針を右に倒して」「あと少し針を起こして」と術者に指示を出すのである。

さすがに現在ではラインズマンを穿刺に用いる施設はないと思うが、CTガイド穿刺は、いまだ一部の不慣れな術者にとってハードルの高い手技である。今回 Multislice CT をベースに開発した穿刺支援システムは、CTの操作・穿刺などすべての必要な操作を1人の医師が行うことが可能である。不慣れな術者にとっては習熟が容易で、従来のCTガイド穿刺に慣れた術者にとってはより迅速な手技が可能となるものである。

2. システムの概要

ガイドショット(guideShot[®])撮影はヘリカルスキャンを使用しない、いわゆるノーマルスキャンがベースとなっている。最大の特徴として、CT透視機能を省くことにより大幅なコストダウンと術者・被検者の被曝低下が達成されている。

このシステムは、術者が撮影およびテーブルの前後シフトをCTの側で直接行い、CTの4列の検知器において中央2列を加算し両端列と合わせ計3断面で同時撮影・表示する。撮影ペダルを踏んでから表示までのタイムラグは3~4秒である。コリメーションは5、10、20mmの3種類が選択可能だが、

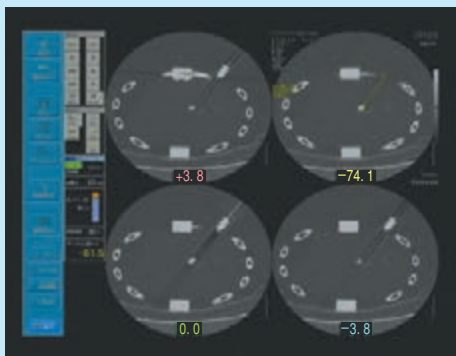


図1：穿刺の実際
大画面表示は術者のストレスを大幅に軽減する。

臨床的には10mmを多用している。電流・電圧・再構成関数・スキャンスピードは通常の撮影条件すべてが使用できるが、臨床的には胸腹部・骨盤部を問わず25mA・120kV・0.8秒を多用している。

CT室内でのモニター表示は42インチプラズマ画面を使用している。4分割表示をしても十分な表示面積があり、術者のストレスは大幅に減少している。画面が小さいとモニター観察のために術者は前屈みの姿勢をとらねばならないことがしばしば生じてしまうのである。当初は19インチ画面の4分割・部分拡大表示を考えていたが、ソフト開発のコスト・時間がかかるので中止した(図1)。

4分割した画面には3断面に加えてレファレンス画面を表示する。レファレンス画面は穿刺前に撮影した画像を任意に選択可能である。これは血管造影装置においてIVR施行に2画面用い、1画面は透視像を、もう1画面にレファレンス画像を選択・表示することがヒントとなっている。中央断面画像の下部にはスライス位置を示す座標が拡大表示され、ペダルで移動させるとその距離がリアルタイムに表示される(図2)。中央画面のテーブル位置は曝射ペダルを踏むごとにゼロに設定される。前後の断面のスライス位置は中央からの相対距離で示されており、固定値である。例えば10mmコリメーションを用いれば、ガントリー側の断面位置は+3.8mm、テーブル側の断面位置は-3.8mmとなる。穿刺対象物(箇所)がどちらかの端の断面に描出された場合、中央位置に移動させるにはこの数字が参考になる。またレファレンス画像も表示されているので必要な移動距離が容易に推定できる。



a



b



c



d

図2：訓練ファントムによる穿刺、テーブルシフト、および実際の画面(ビデオ信号を利用、テーブル位置は嵌め込み)

- a：左上は頭側、右上はレファレンス、左下は中央、右下は尾側断面である。針先が正確にターゲットに向いていることを確認した後、針を進めた。
- b：針を進めた後、ファントムの固定が不良で少しずれてしまったので2回目のガイドショットでは、頭側の断面のみに針の近位部が描出された。
- c：ターゲットの大きさは1cmであり、プラス6~8mmテーブルをシフトさせれば針先とターゲットが描出されると推測し、プラス7.5mmテーブルをシフトさせた。
- d：3度目のガイドショットでは、中央断面にターゲットを捉えている。針先はターゲットにヒットしている。中央断面の位置表示はゼロにリセットされている。

中央の断面はガントリー内ではレーザーマーカを用いて表示される。針全体がレーザーの赤い反射光を放てば、針が中央断面内に保持されていることになる(図3)。



図3：ガントリー内の生検針

針全体が赤いレーザー光を反射すれば、それは針が中央断面内に保持されたことを意味する。

3. 実際の臨床使用例

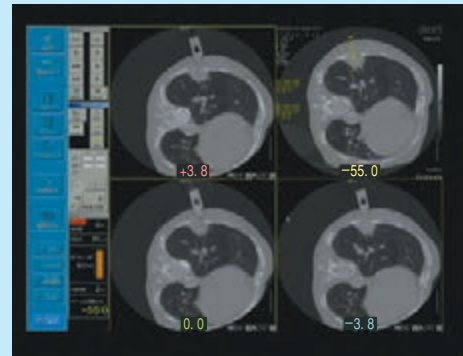
診断用に撮影されたCT画像を参考に穿刺部位、体位を決定する。レファレンス画像を選択し、それを4分割画面の右上にペーストする。レファレンス画面の下に表示された数字は、テーブルの絶対的位置を示している。I-Iデバイスに針をマウントし(図4)、患者の皮膚にあてがい一連の生検を実施した(図5)。このケースでは針のサンプリング部が腫瘍内であることを尾側の断面(右下)で確認できた。テーブルをシフトする必要はなく、直ちに針を抜いて手技を終了した。穿刺から抜針まで25秒であった。

現在まで30例の臨床使用を行ったが、穿刺1回に必要な撮影ショット数は平均5.6回(4.5秒)である。当院での1断面CT透視では穿刺1回に50秒要しており、90%以上の透視時間の削減が達成されている。IVRをよりスムーズに施行可能とし

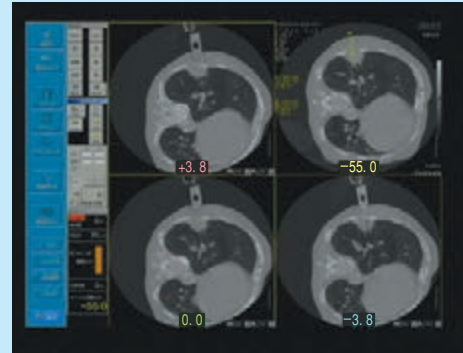


図4：I-Iデバイス

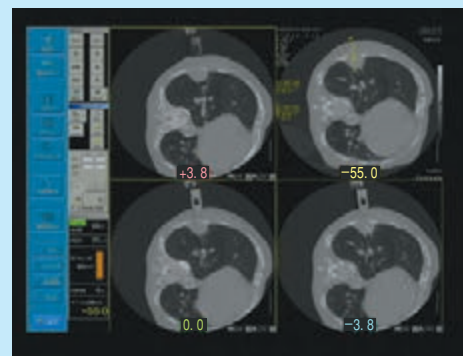
ハンドルの長さを変えることにより、針をCT断面に平行に保持することが可能になる。



a



b



c

図5：肺腫瘍生検(ビデオ信号を利用、テーブル位置は嵌め込み)

- a：1度目のガイドショット。針先は正確にターゲットに向いていることを確認した後、針を進めた。
- b：2度目のガイドショット。尾側の断面で針先が描出されているが、良好な位置なのでテーブルシフトさせることなくファイアーした。
- c：3度目のガイドショット。やはり尾側の断面に針先が描出されているが、生検針は腫瘍のみを刺しており、肺を刺していないことが判る。

て、術者のストレスは明らかに減少した。この結果、従来の1断面CT透視(W3000)は廃止した。

4. 考察

現在最も先進的な穿刺支援システムは3断面CT透視である。ガイドショットはこの透視機能を省くことにより、低価格化・被曝低減を達成した。術者・患者の被曝が少ないこと

は最も重要であるが、低価格であることもかなり重要なポイントである。現行の医療保険システムでは経皮的生検は1,450点(14,500円)であり、この中にはCT施行料や生検針の代金も含まれる。ちなみに生検針は7,000～8,000円するので、病院収入の助けにならないどころか赤字となってしまう。多くの一般病院では赤字になる手技への高額な投資には二の足を踏んでしまうであろう。

一方、CT透視機能を省くことにより穿刺成功率が低下するのではないかという危惧は、もっともな意見である。著者は3断面CT透視の経験は全くないが、1断面CT透視はそれなりの経験を持っている。1断面でのCT透視が最も有効なのは、正確に針をターゲットに向けることではなく、針を進めた後に断面内からはみ出た針先をCT透視下でテーブルシフトさせ探し出すことと考えている²⁾。経験上、CT透視を使用しなくとも針先はほぼ正確にターゲットに向けることが可能である。3断面同時撮影が可能になったことで、CT透視機能がなくても針先が容易に探し出せるようになったのである。また、3断面透視は3つの動画が同時表示されるわけであるが、人間の目は1度に1つの動画しか理解できない。3断面透視は過剰情報といえるかもしれない。

3断面CT透視にない特徴的な機能として、テーブル移動量のリアルタイム表示が挙げられる。呼吸深度の違いによる穿刺対象の微妙なずれや刺入時に生じる針の湾曲による針先のわずかなずれは臨床的に必発であり、これがしばしば失敗の原因となる。このシステムによりこれらのずれを正確に把握・修正し、CTガイド下穿刺を成功に導くことが可能である。もう一つの特徴として、42インチプラズマディスプレイの採用が挙げられる。4分割表示でも十分な視認性が確保されており、民生品なので価格も安い。

従来のCTガイド下穿刺方法では、穿刺部位を決定した後はいったんガントリーから患者を出す。その後は“勘”を頼りに穿刺し、患者を再びガントリー内に入れ、穿刺部位の前後を含め5～7断面撮影をして針が対象に当たっていることを確認する。熟練者が行えば1cm未満の肺結節の穿刺も高い確率で成功するとされている³⁾。しかしこれは日常臨床で相当数の症例数をこなしている欧米の施設からの報告である。本邦での問題点は、CTガイド下穿刺の症例数が充分でなく、“勘”を養い維持できないということが挙げられる。穿刺がうまくいかなければ症例数が減少し、悪循環に陥り最終的にはそのような施設ではCTガイド下穿刺が行われなくなるのが実情である。“勘”を必要としないガイドショットは、穿刺症例数が少ない施設でも十分な成功率を維持できると期待される。

ガイドショットによる穿刺は習熟が容易であるが、いきなり人で試すのは控えるべきである。われわれの施設では穿刺用の専用ファントムで練習を行った後、臨床使用している(図1、図6)。5～6回穿刺を試してみるとガイドショットの使用感はつかめると思う。またこのファントムは、ガイドショットシステムの開発にも一役かっている。画像の下にテーブル位置をリアルタイム表示することの有用性は、ファントム穿刺を繰り返し施行したからこそ思いついたアイデアである。もちろん、一般の施設にはこのような穿刺ファントムはないが、代用品はいくらでもある。例えば脱衣籠にターゲット(消しゴ

ム、チーズなど)をくるんだスポンジを詰め込み、ひっくり返してCTテーブル上に置くと立派な穿刺ファントムとなる。

ガイドショットはCT透視に比べ曝射時間が短い⁴⁾が、曝射中にCT断面内に手を挿入しての操作は多大な被曝を伴うので禁忌である。当施設ではI-Iデバイス(八光製)を用いて術者の直接被曝を防いでいるが、従来のCTガイド穿刺において広く用いられているタンデムニードル法にもガイドショットは有効なシステムと考える。タンデムニードル法とは、あらかじめ細い針を穿刺しておきCT画像を撮影し、細い針と穿刺対象のずれを見積もって本番の穿刺を行うものである。これらの一連の操作と画像確認をCT室内で術者自身が施行することが可能であり、ガントリー内のレーザーマーカは針をCT断面内に保持するのに有用である。ガイドショットはタンデム法に慣れた術者にもすんなりと受け入れられるシステムと思われる。



図6：穿刺訓練ファントム
胸部を模してアクリルを用いて作成した。

5. 結論

ガイドショットの概要、使用方法、従来技術・CT透視との比較、および習熟のノウハウを述べた。

※ guideShotは株式会社日立メディコの登録商標です。

参考文献

- 1) 入江敏之：肺腫瘍に対するnon-vascular IVR 経皮的肺生検. *IVR*, 17(4) : 306-309, 2002.
- 2) Westcott JL, Rao N, Colley DP Transthoracic needle biopsy of small pulmonary nodules. *Radiology*, 202 : 97-103, 1997.