

機械式遠隔操作CTガイド下生検装置の開発

新田 哲久¹⁾ 森 正幸²⁾ 村田喜代史¹⁾ 高橋 雅士¹⁾ 三品 淳資¹⁾
 松尾 寿保¹⁾ 森田 陸司¹⁾ 坂本 力³⁾ 下山 恵司⁴⁾ 中村 勝重⁵⁾

1) 滋賀医科大学放射線医学教室 2) ほうゆう病院放射線科 3) 公立甲賀病院放射線科
 4) 富士原病院放射線科 5) (株)三鷹光器

A New Mechanically Manipulated Unit for CT-guided biopsy

Norihisa Nitta¹⁾, Masayuki Mori²⁾,
 Kiyoshi Murata¹⁾, Masashi Takahashi¹⁾,
 Atsushi Mishina¹⁾, Hisayasu Matsuo¹⁾,
 Rikushi Morita¹⁾, Tsutomu Sakamoto³⁾,
 Keiji Shimoyama⁴⁾ and Katsushige Nakamura⁵⁾

To avoid radiation exposure to the radiologist during biopsy with CT fluoroscopy, we have developed a new system for CT-guided biopsy. The system is composed of three parts, a needle holder, arm and support. The automatic biopsy needle is mechanically remote controlled by flexible shafts with four functions. In the phantom study and the clinical trial, we were able to biopsy nodules under remote control with this equipment, eliminating radiation exposure to the radiologist. Although a few refinements of the system are necessary, it may enable us to perform CT-guided biopsy more safely and easily.

Research Code No. : 501.1

Key words : CT fluoroscopy, Interventional procedure

Received Mar. 31, 1997; revision accepted Jul. 25, 1997

- 1) Department of Radiology, Shiga University of Medical Sciences
 2) Department of Radiology, Hoyu Hospital
 3) Department of Radiology, Koka Hospital
 4) Department of Radiology, Fujiwara Hospital
 5) Mitaka Kohki Corporation

はじめに

CTガイド下生検は、広く臨床で応用されている方法であり、その有効性、安全性も認められている。また近年CT装置の技術進歩により、画像再構成処理の高速化が可能となり撮影画像がリアルタイムに表示されつつある¹⁾。しかし、CT画像のリアルタイム表示下でのCTガイド下生検を含めたIVRにおいて術者の被曝が大きな問題となっている。そこで我々は、術者の直接X線による被曝なしに生検を行えるような、機械式遠隔操作CTガイド下生検装置(以下、生検装置)を考案した。本稿では、そのプロトタイプの構造の概略を紹介し、ファントムおよび臨床例による初期経験を報告する。

方法および対象

生検装置は三鷹光器製のPoint Setter改良型を使用した。Point Setterは既に臨床に応用されており、特に脳外科領域で手術器具を保持する目的で製作された保持装置である²⁾。今回考案した生検装置はPoint Setterに生検針を保持し、かつ生検針の動きを遠隔操作で行えるように改良を加えた装置である。本生検装置は次の3つの成分より構成されている(Fig.1, 2)。

1) 生検針保持部：生検針を保持するホルダーと4つのフレキシブルシャフトとその先端の4つのノブ(第1~4ノブ)からなっている。第1ノブは生検針発射スイッチを押すために使用し、第2ノブは生検針の前進と後退に使用する。第3ノブはスキャン面内で生検針の先端を中心に左右へ5度ずつ回転する為のもので、これに対して第4ノブを用いるとスキャン面と垂直方向に同様の動作を行うことが出来る。通常第4ノブはガントリーに傾斜をつけるような場合に使用する。

2) アーム部：これは2つの金属アームと3つの関節(球状自在軸受け)、及びバランスを取るための重り(カウンターウェイト)とからなっている。関節のロックは機械的力(バネの力)によってなされており、フリーは油圧ポンプにより機械的力(バネの力)を解除する機構になっている。

3) 支持台部：支持ボールにアーム部が固定され、これと油

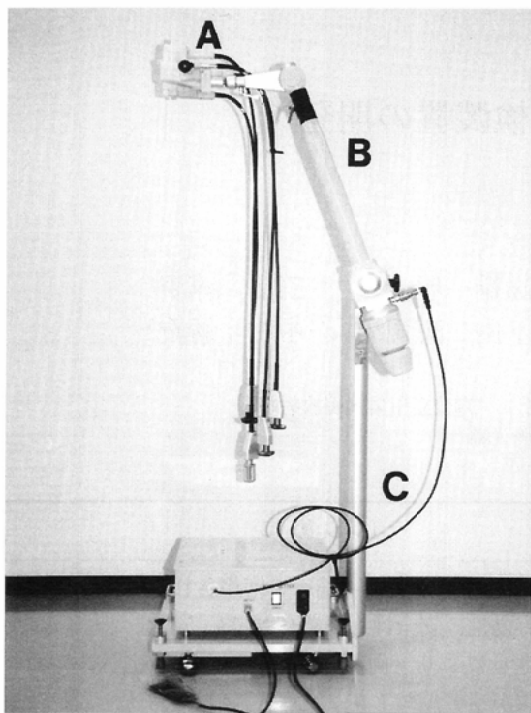


Fig.1 Illustration of our newly-developed equipment for CT-guided biopsy. This equipment is composed of three parts.

A: needle holder part B: arm part C: supporting part

圧ポンプを乗せる台からなっている。

使用したディスプレイはオートマチック生検針は栃木精工製のエースカットで、サイズは太さ20G、長さは7.5, 11.5, 15.0 cmの3種類を使用した。針の選択については、アーチファクトが比較的少なく、機械によって保持しやすいという理由から上記生検針を選んだ。

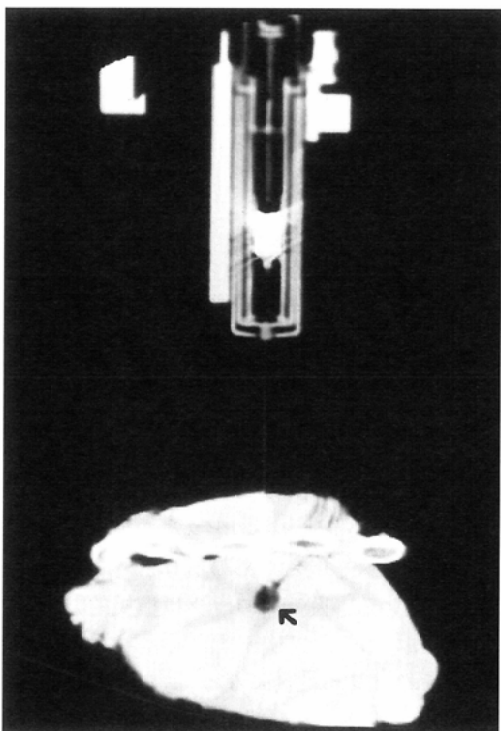


Fig.3 CT image obtained when the artificial nodular lesion (arrow) within the meat was biopsied using our newly-developed equipment. Note that whole needle is clearly depicted with little artifact.

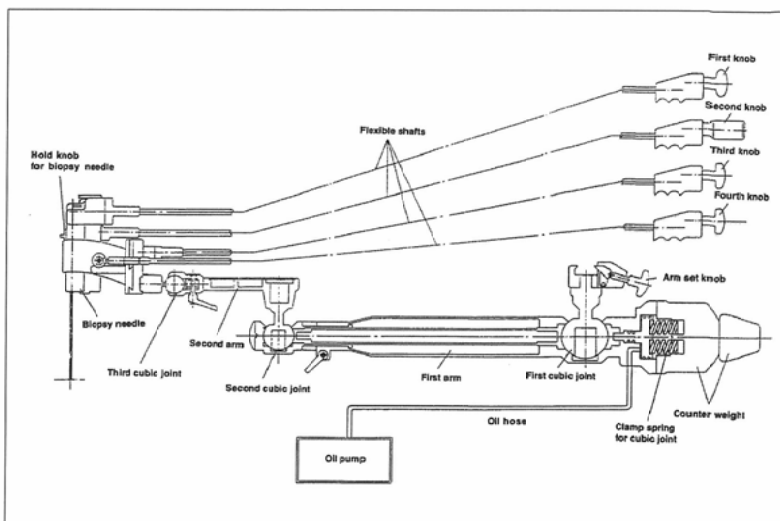


Fig.2 Detailed illustration of the needle holder part and the arm part.

使用CT装置は日立メディコ社製W-2000で撮影条件は120kV, 50mA, 1秒スキャン, 5mmスライス厚とした。生検の対象は、豚肉片の表面より約5cm深部に作製した径1cmの疑似病変とした。穿刺回数と方向については、全ての生検針で一方向から3回ずつ、垂直方向、約40度傾斜方向、水平方向の3方向より穿刺した。生検の方法は、まず従来どおり病変部の位置決めを行う、その後生検針全体がスキャン面に描出されるように生検針保持部をセッティングする、このとき生検針先端は大凡病変部を向くように設定する。スキャンを何度か繰り返し生検針と病変が一直線上に位置するように第3ノブにより微調整を行う。つまり第3ノブの操作中には生検針の全体像がスキャン面から外れないようにセッティングする必要がある。次に第2ノブで生検針を病変部に進める。第1ノブにより生検を行い第2ノブで後退させて終了する。以上の操作中に下記の項目について検討を行った。

【評価項目】

- 1) 生検針保持部のアーチファクト
- 2) 生検針の直進性
- 3) 第2ノブ操作時の抵抗

また本装置を使用した生検に理解と同意を得たうえで、肺腫瘍が疑われた2症例に対し肺生検を施行した。

結 果

豚肉片ファントムによる生検において、本生検装置の誤動作は認められず、遠隔操作によって全過程を施行可能であった。だが、スキャン面内に生検針の全体像を描出し、かつ大凡生検針先端が病変部を向くように合わせることに約10分とかなり時間を要した。しかし、全過程を通じ直接X線による術者の被曝は皆無であった。

生検針保持部のアーチファクトについては全ての長さの針で、生検時に支障を及ぼさなかった(Fig.3)。また、直進性については、15cmの針を除いてどの方向からの穿刺でも

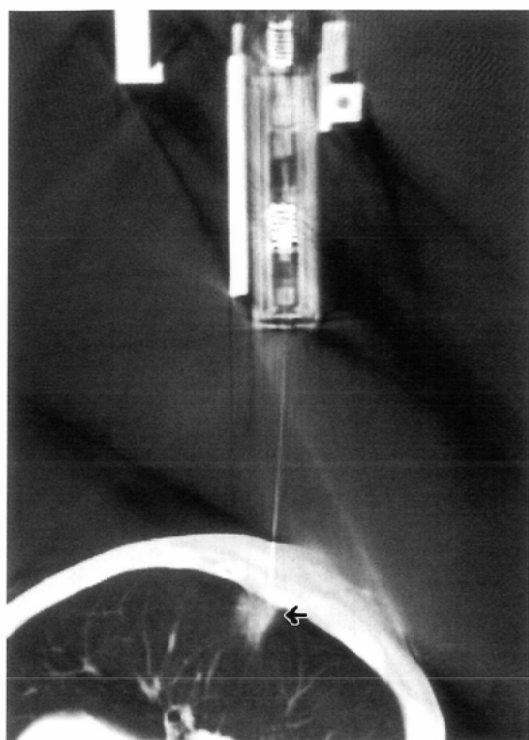


Fig.4 80 y. o. female. CT image during biopsy procedure for the pulmonary nodule (arrow) using the equipment.
Note that whole needle is clearly shown. The tip of the needle successfully reaches the nodule.

スキャン面内に全体像が描出された。一方15cmの針は、垂直方向からの穿刺以外では、豚肉片の抵抗によりたわみを生じスキャン面に全体像が描出されなかった。しかし径1cmの疑似病変の生検は100%可能であった。第2ノブ操作時の抵抗については、全ての長さの針で豚肉片の抵抗を感じとれなかった。

臨床例でも生検針先端が大凡病変部を向くように合わせる事に10～15分を要した。また豚肉片ファントムによる実験ではほぼ垂直方向からの穿刺では生検針の全体像が描出されることが判明していた為、臨床例でも患者の体位を変えることにより、ほぼ垂直方向で穿刺を行った(Fig.4)。十分な組織の採取が2例とも可能であった。

考 察

今回考案した生検装置の特徴として、1)穿刺操作に電気回路を使用していないため、誤動作が無い。2)生検針の微調整—針先確認—生検が連続して、かつフレキシブルシャフトにより遠隔操作で可能である。3)術者の直接X線による被曝は皆無である。4)生検針保持部を変更すれば他のIVRに

も使用可能である、の4点を挙げることができる。実際、今回のファントム実験において、術者はCT装置のX線照射中は、スキャン面から離れた位置にしながら、位置決め—穿刺—生検—針抜去の操作を行うことが可能であることが確認された。ただ本生検装置を実際に使用してみると、幾つかの問題が明らかになった。まず第1に第3ノブの操作中にしばしば生検針の全体像がスキャン面から外れ、最適位置にセッティングすることに時間を要する点である。これを解決するためにスキャン面から外れないよう容易にセッティングし得る補助具が必要と考えられた。また生検針保持部に水平方向の動きを追加して微調整を容易にする必要性も明らかになった為、現在位置決め機構の検討中である。一方、15cmの針で問題となった直進性については、太さ20Gの生検針では、長針になるとある程度のたわみは避けられないと思われるが、材質等を含め生検針の改良の余地はあると思われる。穿刺時の抵抗を感じることが、より安全な生検を行う為には望ましいが、この点についても第2ノブに使用しているフレキシブルシャフトの改良で術者の手元に抵抗を伝えることが可能と考えられ、現在検討中である。

CT装置は1976年以来、穿刺手技のガイドとして用いられてきたが³⁾、手技の簡便性、精度、迅速性などに関して多くの問題を含んでいる^{4,5)}。特に、CTガイド下とは言うものの、穿刺そのものは“blind”で行われる為に、その成績は術者の技術や経験に依存するところが大きいことは否めない。しかし、本生検装置を使用すれば一連の動作を確実にガントリー内で施行することが可能で、さらにCT透視装置を用いれば針先位置をリアルタイムで確認しながら穿刺ができるので、術者の熟練は特に必要としない。またCT透視下生検については術者の被曝が問題となっているが⁶⁾、本生検装置では術者は遠隔操作する為に被曝はほとんど問題にならない。今後先に述べたいいくつかの問題点を解決する必要はあるが、本生検装置は十分に臨床で使用し得る装置と考えられた。

結 語

- 1)機械式遠隔操作CTガイド下生検装置を開発した。
- 2)豚肉片内に作製した疑似病変を本生検装置を用い生検した。
- 3)肺腫瘍の疑われた2症例に対し本生検装置を用い生検した。
- 4)本生検装置は多少の改良は必要であるがCTガイド下生検および各種手技を、より安全・迅速かつ容易に施行し得る可能性が示唆された。

文 献

- 1) 片田和廣, 安野泰史, 竹下 元, 他: 高速CTを用いたCT透視法(CT fluoroscopy)の開発. 日本医放会誌 54: 1172-1174, 1994
- 2) 織田祥史, 山本豊城, 河上靖登, 他: 自在固定器; ポイントセッターの開発. 脳神経外科速報 5: 785-788, 1995
- 3) Haaga JR, Alfidi RJ: Precise biopsy localization by computed tomography. Radiology 1178: 603-607, 1976
- 4) 林 信成: 超音波・CTガイド下穿刺術. 31-60, 1990, 金芳堂, 京都
- 5) Dondelinger RF, Rossi P, Kurdziel C: Interventional Radiology. 33-63, 1990, Tieme Medical publishers, Inc., New York
- 6) Kato R, Katada K, Anno H, et al: Radiation Dosimetry at CT Fluoroscopy: Physician's Hand Dose and Development of Needle Holders. Radiology 201: 576-578, 1996