

CT 透視下生検における K-I shot デバイス併用による被曝低減の可能性

市立甲府病院	放射線室	高塚 牧子 古屋 研
	放射線科	斉藤 彰俊
山梨医科大学	放射線医学講座	南部 敦史
	放射線部	坂本 肇
甲府共立病院	放射線科	塚本 達明
社会保険山梨病院	放射線科	加藤 聡

要旨：当院では穿刺ハンドル部分が含鉛プロテクタで覆われた K-I shot デバイスを用いて、CT 透視下生検を行っている。今回、このデバイスを用いることで術者の被曝がどの程度軽減されるか、術者にガラス線量計を装着して測定した。その結果、デバイスを併用しないときは手部と X 線束の位置関係で被曝線量は大きく変動し、ICRP の年間勧告量を危惧する値を示したが、デバイスを併用することでそのような値を示すことはなくなった。また指部における被曝低減率は 92.6% ととても効果的であった。また、穿刺時間が長くなることもなく、時間による被曝増加もなかった。本研究により K-I shot デバイスが CT 透視下生検で大変有用であることが分かった。

キーワード：CT 透視下肺生検、K-I shot デバイス、放射線業務従事者の被曝線量限度

はじめに

近年ヘリカル CT の普及とともに肺癌の早期発見事例が増加している。その組織診断には、X 線透視下で病巣を観察しながら気管支内視鏡的に検体を採取する経気管支肺生検が広く行われている。しかし、X 線透視法では、微小陰影や淡明陰影を呈する病巣の画像確認が困難な場合がある。このような場合、もうひとつの選択肢として CT ガイド下肺生検がある。1977 年に Haaga JR ら¹⁾によって報告されて以来、その手技は広く普及し、国内では、1989 年に久保田ら²⁾により同法の有用性について報告されている。

この方法には最終的な採取を行う際に透視を用いない方法と用いる方法とがある。

前者では、術者の被曝はないが、病変に到達する際にはブラインドとなってしまう、検体を採取できていない可能性が生じる。一方後者では、病変部への針先の到達をリアルタイムで観察しながら手技を施行するため、検体は確実に採取できる。しかしこの場合、術者の被曝、特に CT ガントリに近づく手部の被曝は他の透視を用いた検査に比べ非常に多く、数例を行うだけで ICRP publ.60 の放射線業務従事者の年間勧告量を超えてしまう恐れがある³⁾。そこで、術者の被曝を防ぐための補助具として、I-I デバイス等いくつか開発されている⁴⁾。

当院では、CT 穿刺用ニードルガイド RTBG-I、通称 K-I shot デバイスを用いて、CT 透視下生検を行っている。今回このデバイスが被曝低減にどれだけ有効であるか、

術者の被曝線量を測定し、ICRP 勧告と対比し検討したので報告する。

対象と方法

1. 使用機器

CT 装置 : Hispeed LX/i
(GE Medical Systems)

2. 使用器材

ガラス線量計 : 線量計素子 GD-352M
リーダー FGD-1000
(千代田テクノ株式会社)

デバイス : CT 穿刺器ニードルガイド
RTBG-I(通称 K-I shot デバイス)
(シーマン株式会社)

ファントム : 腹部パイオプシトレーニング
ファントム (シーマン株式会社)

生検針 : Super-Core™ II Biopsy
Instrument 18G(シーマン株式会社)

K-I shot デバイスは穿刺ハンドル部分が含鉛アクリルプロテクタに覆われている。ハンドル部分は生検針に対して4cm 離れており、生検針に対して距離をとって穿刺を行うことになるが、生検針のたわみを防ぐためのコア生検針ガイド機能があり、安定して穿刺を行える(図1)。

また、ガラス線量計の読み取りには専用のリーダーを用い、空気吸収線量に対して校正した値を用いた。

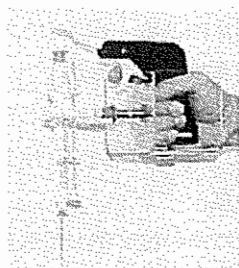


図1 K-I shot デバイス

3. 透視条件

当院の臨床で通常用いている透視条件とした。

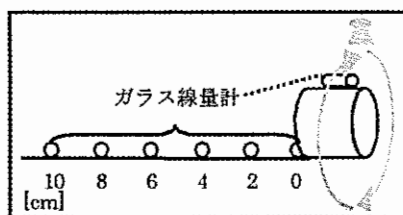
管電圧 : 120kVp 管電流 : 50mA
スライス厚 : 10mm matrix : 256×256
管球回転速度 : 1sec/rotation

透視時間 : 下記の実験1では10sec
同実験2では術者が穿刺を開始し、生検針の針先がファントム内の模擬的腫瘍に当たるまでとした。

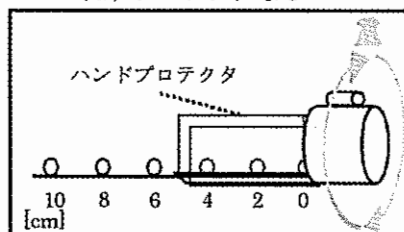
4. 実験方法

実験1) ハンドプロテクタの防護効果を知るための基礎実験

ファントムをガントリーの中心に設置し、ハンドプロテクタあり・なしの状態では寝台のセンタライン上にファントムの表面から2cm 間隔で10cm までガラス線量計を配置し、吸収線量を測定した(図2)。



(a) プロテクタなし



(b) プロテクタあり

図2 実験1での実験方法

実験2) ファントムを用いた臨床条件での被曝吸収線量測定

CT透視下において、術者4人が腹部パイオプシトレーニングファントムを穿刺し、

デバイス併用あり・なしでの被曝線量を測定した。線量測定部位は坂本ら⁶⁾の報告を参照し、手部6点(指部4点、手甲部2点)(図3)、右前腕、右上腕、頸部、眉間、肩(防護衣内)、胸部(防護衣内)とした⁷⁾。

また、Mann-WhitneyのU検定を有意差検定に用いて、4名の被曝線量の平均値を部位ごとに比較した。



図3 手部における線量計装着方法及び個所

結果

実験1)

プロテクタあり・なしでの距離と吸収線量の関係を図4に示した。プロテクタなしでは、約500~300 μ Gyの間で距離に対して線量が減弱した。プロテクタありでは100 μ Gyとほぼ一定で低線量となり、4cmを超えたあたりから多少増加傾向を示した。

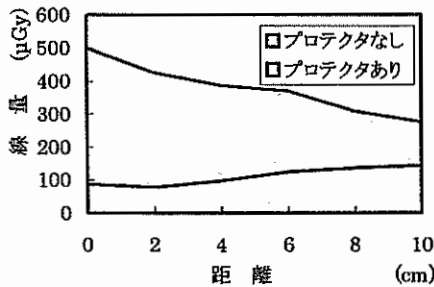
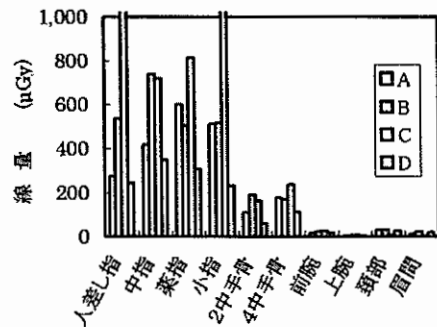


図4 デバイスの有無における距離と吸収線量の関係

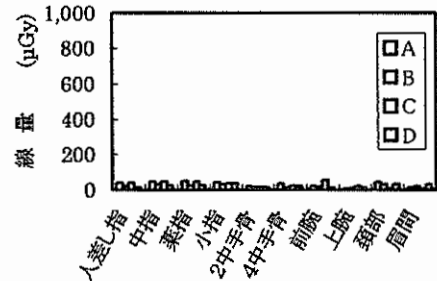
実験2)

図5に部位ごとの被曝吸収線量を示した。

(a)はデバイス併用なし、(b)はデバイス併用ありとし、術者ごとに色分けした。デバイスなしでの指部の被曝は約300~800 μ Gyであった。また、術者によっては突出して高い値を示し、13,000 μ Gyを超えた。手甲部で約100~200 μ Gyであった。(図5a)一方、デバイスありでは指部においても100 μ Gy以下であった。また、デバイスなしのときのような値のばらつきはなくなった。(図5b)



(a) デバイス併用なし



(b) デバイス併用あり

図5 デバイス併用の有無における術者の被曝吸収線量

有意差検定の結果、手部でのみ $p < 0.001$ と明らかな有意差を認めた。

また、デバイスの有無に関わらず各術者穿刺は6~9秒で完了し、10秒を超えることはなかった。

指部で特に高い値を示したものを除き被曝吸収線量の平均値を求めると、デバイス

なしでは指部で693.5 μ Gy、手甲部で218.0 μ Gy、デバイスありでは指部で51.0 μ Gy、手甲部で29.4 μ Gyであった。これらの値を比較するとK-I shot デバイスによる被曝低減率は指部で92.6%、手甲部で86.5%であった。

考察

近年、CT 透視下生検の補助具がいくつか開発され、術者は手技の利便性と被曝防護効果から補助具を選択できるようになった。当院ではK-I shot デバイスを用いてCT透視下生検を行っている。今回このデバイスの被曝低減効果に焦点をおき、評価を行った。

実験1ではデバイスハンドプロテクタの防護効果を知るための基礎実験を行った。その結果、プロテクタには約500 μ Gyの線量を100 μ Gy程度に低減できる能力がある評価が得られた。また、プロテクタ使用時に、距離の増加に反して若干の線量増加を示したことは、プロテクタの形状に起因し、プロテクタ前面に近い部分で高い防護効果を示すことによると考える。

実験2では臨床を想定した実験を行った。実験1と同様、プロテクタ前面に近い部分の指部において、高い被曝低減効果が得られた。デバイスを用いないときの指部における平均693.5 μ Gyの被曝線量は散乱線によるもので、デバイスを用いることでその線量が平均51.0 μ Gyと約92%の被曝低減が得られた。また、デバイスなしで13,000 μ Gyと非常に高い値を示したものがあつたが、これは直接X線の影響であり、こうした被曝もデバイスを用いることで防止できる。

よって、デバイスは手部において非常に効果的であるといえる。

さらに、生検針から術者の手が離れていてもフリーハンドの時と同様の手技時間で穿刺を行え、時間による被曝の増加もない。

次に、実験2で測定した値を部位ごとに平均しICRP勧告に基づく値に換算して⁶⁾、法的な観点から検討した(表1)。

デバイス併用あり・なしともに実効線量(H_{1cm})、目の水晶体の等価線量(H_{3mm})は限度値に対して非常に低い値となった。皮膚の等価線量($H_{70\mu m}$)では特に手部の被曝線量が問題となるので、手部に関して線量限

表1 放射線業務従事者の年間線量限度と実験結果

放射線業務従事者の線量限度 [mSv/年]			実験結果 平均値 [mSv]		
			デバイスなし	デバイスあり	
実効線量	H_{1cm}	50	0.007	0.008	
等価線量	水晶体	H_{3mm}	150	0.02	0.025
	皮膚	$H_{70\mu m}$	500	指部 0.63 (max 17.9) 手甲部 0.20	指部 0.0047 手甲部 0.027

度と比較した。デバイスなしでは指部において、年間800回ほど穿刺すると線量当量限度に達することが分かった。しかし、直接X線の影響で30倍近く線量が上昇したのもあり、手部とX線束の位置関係で線量は大きく変動するので、平均値だけで穿刺限度回数を述べることはできない。よって、放射線科医のように頻繁に透視下手技を行う者は考慮が必要となる。しかし、デバイスを併用すると、指部の皮膚の等価線量であっても年間限度の一万分の一程度に過ぎなくなった。

このように、デバイスを用いることで法的な値と対比しても安全であることが確認され、術者は被曝を気にすることなくCT透視下生検を行えるようになった。

結語

K-I shot デバイスを用いて被曝低減効果を検討した。その結果、K-I shot デバイスは直接X線の影響を除外し、散乱線の被曝を低減できるので、術者、特に手部の被曝低減に非常に効果的であることが分かった。

今後、透視画像の解像度を考慮しながら透視条件をどこまで落とせるか検討し、さらなる術者の被曝低減を目指していきたい。また、そのことが、患者被曝の低減にもつながると考える。

参考文献

- 1) Hagg JR, Reich NE, Havrilla TR, et al : CT guided biopsy. *Cleve Clin J Med* 44 : 27-33, 1977.
- 2) 久保田 恒ほか : CT ガイド下生検・X線透視下生検法との比較. *画像診断* 9 : 1402-1407, 1989
- 3) ICRP Publ.60, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Annals of the ICRP* 21 : 1-3, 1991
- 4) 入江 敏之 : I-I device を用いた CT 透視下肺生検. *IVR 会誌* 17 : 306-309, 2002
- 5) 伊藤 善之ほか : 多目的用途を考慮した CT 下生検補助具の試作. *臨床放射線* 48 : 664-665, 2003
- 6) 坂本 肇ほか : BAIVT における術者と患者の被曝線量. *透析会誌* 36 : 1199-1205, 2003
- 7) 日本放射線技術学会 : X線 CT 検査時の従事者被曝線量測定法. *臨床放射線技術実験ハンドブック(下)*. 通商産業研究社 : 487-491, 1996