

## 学 位 論 文 要 約

### 研究題目

Radioprotective Effects of a Semicircular X-ray Shielding Device for Operators During CT Fluoroscopy-Guided Interventional Procedures: Experimental and Clinical Studies

(半円型 CT 透視下専用 X 線防護板の術者放射線被ばくに対する防護効果)

兵庫医科大学大学院医学研究科

医科学専攻

生体応答制御系

放射線医学 (指導教授 山門 亨一郎)

氏 名 菊池 圭祐

### 【背景・目的】

CT 透視下 Interventional Radiology(IR)はラジオ波焼灼術(RFA),ドレナージ,生検など多岐にわたっており,診療において重要な手技の一つとなっている.一方で,術者やスタッフの放射線被ばくが懸念される. 2011 年 4 月,国際放射線防護委員会(ICRP)は,眼の水晶体に対する等価線量限度を5年間の定義された期間で平均して20mSv/年とし,単年で50mSvを超えないようにすることを勧告した.我々の先行研究ではCT透視下IRにおける術者の頭頸部被ばく線量は1例あたり1mSvを越えた症例もあり,さらなる術者の防護策の必要性が認められた.

近年,CT透視下IRに特化した半円型X線防護板が開発されたが,この防護板の放射線防護効果に関する文献は,現在までに見つかっていない.

本研究では,CT透視下IRにおいて半円型X線防護板が術者に与える放射線防護効果を実験的,臨床的に評価することを目的とした.

### 【方法】

(1) 人型ファントムを散乱体としてCT寝台に配置してCT透視中の術者立ち位置における空間線量率を測定した.比較条件は防護板がない場合,防護板をガントリーに近づけた場合,術者に近づけた場合の3条件にて測定した.術者やスタッフの頭頸部の被ばくを想定し,測定点の高さは150cmとした.また,ガントリー周囲の空間線量分布を作成するにあたり,術者の立ち位置を基準に周囲を40cm間隔で空間線量率を測定した.なお撮影条件は腹部のCT透視下IR時の当院ルーチンの条件とした.(管電圧:130kV,管電流時間積:9mAs,Rotation time:0.4s,スライス厚:7.2mm)

(2)2017年1月~2019年6月の期間の314例のCTガイド下IRにおける術者の放射線被ばく線量をレトロスペクティブに評価した.内訳は195例が半円型のX線防護板導入前(no shielding group)であり,119例が導入後(with shielding group)であった.術者の放射線被ばく線量の測定には,術者の目の近くに配置したポケット線量計を使用した.測定対象とした術者のCT透視下IRの経験年数は1~30年(中央値:7年)であった.防護板の導入前後における,術者の放射線被ばく線量,手技時間,CT装置に表示される出力線量(DLP)を比較した.また,CT透視下IRの種類(RFA,ドレナージ,生検)による比較も同様に行なった.

### 【結果】

(1)ファントム実験の結果、防護板がない場合(mean,  $8.30 \pm 0.20$  mSv/h; range, 8.00–8.40 mSv/h)と比較して防護板をガントリーに近づけた場合(mean,  $1.30 \pm 0.03$  mSv/h; range, 1.31–1.37 mSv/h;  $p < 0.001$ ), 術者に近づけた場合(mean,  $0.54 \pm 0.05$  mSv/h; range, 0.50–0.60 mSv/h;  $p < 0.001$ )の空間線量の低減率はそれぞれ 84.3%, 93.5%であった。

(2) no shielding group と with shielding group の群間において手技時間( $55.3 \pm 22.6$  min vs.  $55.5 \pm 23.8$  min,  $p = 0.82$ ), DLP ( $344.6 \pm 341.5$  mGy cm vs.  $344.2 \pm 342.5$  mGy cm,  $p = 0.76$ )に有意差は認められなかったが、術者の放射線被ばく線量は with shielding group ( $0.03 \pm 0.04$  mSv; range, 0.001–0.20 mSv)が no shielding group ( $0.14 \pm 0.15$  mSv; range, 0.004–1.01 mSv)と比較して 78.6%低い線量であった( $p < 0.001$ ).

#### 【考察】

CT 透視下 IR 中の術者の放射線防護策としていくつか報告がある。Nawfel らは患者の体に鉛ドレープをかけることで、CT 透視中の術者の手の位置での散乱放射線量が 71%減少することを報告した。Seki らも同様に患者の体に鉛ドレープをかけることで、術者の頭頸部での散乱放射線量が 51%減少することを報告している。今回の研究ではファントム実験で 84.3~93.5%, 臨床で 71.8%の被ばく低減が確認され、半円型の X 線防護板が良好な放射線防護効果を発揮することが示唆された。このような良好な放射線防護効果は、先行研究で検討された防護具の配置よりも操作者に近づけることができる防護具の操作性に起因している可能性がある。実際、ファントム実験では防護板を術者に近づけた場合の散乱放射線量は防護板をガントリーに近づけた場合の設定より有意に低いことが示された。また、半円形の鉛アクリル板の形状が CT ガントリーにフィットし、天井から吊り下げる構造であるため位置の調整が容易であり、放射線漏れを最小限に抑えることに寄与していると思われる。

この X 線防護板は、RFA、ドレナージ、生検などの IR 処置や胸部、腹部などの病変部位に関係なくより優れた放射線防護効果を発揮したことが注目される。したがって、この半円型の X 線防護板は様々な CT 透視下 IR に広く適用することができる。

CT 透視下 IR の施行可能症例数は術者の放射線被ばく線量によって制限される。今回の研究では、術者のレンズ付近の平均被曝量は、「遮蔽なし」の設定で  $0.14\text{mSv/case}$  であった。

ICRP が眼の水晶体の等価線量限度を  $20\text{mSv/年}$ としていることから、放射線防護メガネの効果は考慮しないものの、CT 透視下 IR の可能症例数は年間 143 例と算出された。半円型の X 線防護板を使用した場合、理論的にはこの数は年間 500 件に増加する可能性がある。

したがって、半円型の X 線防護板は特にハイボリューム施設での活用が有効である。

#### 【結論】

CT 透視下 IR において半円型 X 線防護板は臨床でも術者への高い防護効果を認めた。