

## 学位論文の要旨

### スロットスキャンデジタルラジオグラフィーを用いた低線量全脊椎撮影(ファントムスタディ)

鈴鹿医療科学大学大学院 医療科学研究科 医療科学専攻

市川重司

(指導教員：武藤裕衣 教授)

#### 【はじめに】

全脊椎撮影は全年齢域で実施され、撮影領域に含まれる乳腺、脊髄、生殖腺などは放射線感受性が高いとされている。繰返しの撮影や他のモダリティによる撮影など総合的な線量は放射線障害のリスク増大の可能性があり、可能な限りの線量低減は必須と考える。装置に関しては、多くのシステムが現存する中、X線透視撮影装置に搭載されているスロットスキャンデジタルラジオグラフィ(SSDR)は散乱線除去用グリッドの脱着、ビームハードニングフィルタ(BHフィルタ)の可変機能を装備しており、低線量撮影の可能性を有する。

#### 【目的】

スロットスキャンデジタルラジオグラフィーによって全脊椎撮影を行う際の医療被ばくを低減させるためのパラメータについて検討する。特に、グリッド脱着およびBHフィルタを装着した際に管電圧および管電流を変化させて、低線量撮影を実現するためのパラメータを検討した。

#### 【方法】

散乱線除去用グリッドを脱着し、およびBHフィルタ(0.0, 0.1, 0.2, 0.3 mm)を挿入した状態で、管電圧(80, 90, 100, 110, 120 kV)と撮影時間を調整して、同一画像となる20種類のパラメータを基本資料として作成する(管電流は400mA一定)。方法1として、設定したパラメータでアクリルファントム(20cm厚、線量計、X線チャートを配置)のスロットスキャン撮影および表面線量測定を行う。得られた画像より、表面線量、コントラストノイズ比より性能指数を求める。性能指数よりフィルタごとに求めた最も高い値を、管電圧を変化させた際の低線量なパラメータ(4種類)とする。方法2は方法1で得られたパラメータの管電流を400, 320, 250, 125mAと低減させて、全身ファントム(全脊椎)によるスロットスキャン撮影および表面線量測定を行う。得られた画像より、フィルタごとに視覚評価(連続確信度法, VAS(Visual Analog Scale))を行い、診断画像を担保し、かつ低線量となるパラメータを求める。解析はEasy E(EZR, ver1.55)を用いた多変量解析(ノンパラメトリック, 3群比較, クラスカル・ワリス検定)および多重比較(スティーラー・ドレワス法)を実施した。視覚評価は事前に研究目的を理解した医師5名にて実施した。

#### 【結果】

方法1の結果として、表面線量およびコントラストノイズ比は、ともにBHフィルタが厚くなるに従って低下し、管電圧が高くなるほど低下した。性能指数は全てのフィルタで山なりのピークを持ったカ

ーブとなった。このピークとなったパラメータは、BHフィルタ0.0mm厚で90kV, 400mA, 2.8ms。0.1mm厚で100kV, 400mA, 2.0ms。0.2mm厚で100 kV, 400mA, 2.8ms。0.3mm厚で110 kV, 400mA, 2.2ms であった。方法2の結果より、フィルタが 0mm厚の時、管電流の変化に対して、画像に有意な差は見られなかった( $p = 0.05503$ )。一方、BHフィルタが0.1, 0.2, および 0.3mmの場合、管電流125mA と250mA で有意差を認めた( $p < 0.05$ )。以上よりフィルタごとの最小の表面線量となったパラメータは、BHフィルタ 0.0mm厚で 90 kV, 125 mA, 2.8 ms, 表面線量 59.44  $\mu$  Gy, 0.1mm厚で100 kV, 250 mA, 2.0 ms, 表面線量 57.39  $\mu$  Gy, 0.2mm厚で100 kV, 250mA, 2.8 ms, 表面線量46.89  $\mu$  Gy, 0.3mm厚で110 kV, 250 mA, 2.2 ms, 表面線量39.48  $\mu$  Gyとなった。

### 【考察】

方法1で求めた表面線量、コントラストノイズ比の結果はBHフィルタの低エネルギー成分の吸収による影響と管電圧変化によるエネルギーの変化と考える。性能指数はコントラストノイズ比の2乗を表面線量で除したもので、高い値ほど画質と線量を維持した至適なパラメータで、今回、高電圧領域で良い値が得られたことで低線量での結果が得られたと考える。要因のひとつに、スロットスキャン技術は撮影時に4cm幅のスリットによるX線ビームで撮影するために散乱線の影響が少なく、高管電圧域でもコントラストを維持した画像が取得できる特徴が影響していると考え。方法2は管電流を低減させ、視覚評価により、診断画像を担保した最小線量となるパラメータを求めた。管電流を低下させると、表面線量は一定の割合で低下した。これは放射線量が管電流に比例するためと考える。またフィルタ0.0mm厚では、管電流を変化させても有意差は認めなかった。理由として、フィルタにより低エネルギー成分の低減がなく、画像の低下を来す放射線量ではなかったと考える。一方、0.1, 0.2 および 0.3mm厚では管電流 250mA と 125mA で有意差を認めた。これはBHフィルタの低エネルギー成分の吸収があるため、管電流を下げることで、一定の管電流以下では、画像を構成する放射線量が不足したためと考える。実際の画像でも、全脊椎の厚みのある領域で評価が低下した傾向にあった。そのような中、最小線量となったパラメータは、BHフィルタ0.3mm厚、管電圧 110 kV、管電流 250 mA、撮影時間 2.2 ms の時で表面線量 39.48  $\mu$  Gyであった。これは装置に従来設定してあるパラメータ(グリッド装着、BHフィルタ未装着)の線量の約79%減となった。

今回、グリッドを脱着することで、散乱線が増加すると懸念されたが、BHフィルタを用いることで低エネルギー成分が除去され相殺されたと考える。また高管電圧に対するコントラスト低下は、スリットによる撮影のため散乱線の影響が低く、コントラスト低下への影響も少ないと考える。線量を低減させる方法は決まった手法はなく、各装置の特徴や各ツールを使用しているのが現状である。

今回、スロットスキャン技術の特徴を利用し、管電圧および管電流を変化させた低線量撮影の方法は一定の結果と考える。

### 【結論】

スロットスキャンデジタルラジオグラフィーにて全脊椎撮影を行う場合、グリッドを脱着し、BHフィルタを用いることで低線量撮影が可能となる。特に、特にBHフィルタ0.3mm厚を用いることで、最大79%の線量低減が可能であった。