

## X線CTにおける散乱線量の新しい遮蔽計算法

医療科学研究科 医療科学専攻 渡邊 浩

(指導教員： 土屋 仁 )

### 【はじめに】

医療機関に新しいエックス線装置を設置する前に、放射線安全の事前評価を実施して、労働者や一般公衆が受ける放射線量が法令で定められた線量基準を下回るようにする必要がある。なぜなら、医療施設が建設された後に追加工事や改修等が必要になった場合、費用が増加するからである。

設置するエックス線装置が線量基準を担保しているかどうかを事前に確認する方法は遮蔽計算と呼ばれる。米国ではエックス線装置の遮蔽計算法の指針として The National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) から 1976 年の Report No.49 と 2004 年の Report No.147 が刊行されている。これらの中で、X 線 CT を除いたエックス線装置においては、実効稼働負荷を用いた方法が示されている。また、NCRP は X 線 CT については、Report No.147 において Dose Length Product (DLP) 法等を提案している。一方、わが国では 2002 年から X 線 CT を含めたエックス線装置全般において NCRP の Report No.49 に準拠した実効稼働負荷を用いた遮蔽計算法が推奨されてきた。しかし、NCRP は、Report No.147 において実効稼働負荷を用いた X 線 CT の遮蔽計算法は近年増加している検出器の列幅の違いを考慮できていないとして推奨しなかった。そのため、わが国の実効稼働負荷を用いた X 線 CT の遮蔽計算法 (Japanese Conventional, JC) 法の根拠が不明確になった。一方、NCRP-DLP 法はその根拠が明確ではなく、また、過小評価する可能性が指摘されていた。

### 【目的】

本研究の目的は、NCRP-DLP 法と JC 法とを比較評価することにより X 線 CT の適切な遮蔽計算法を開発することである。

### 【方法】

平成 25 年 12 月、全国の 18 台の CT 装置 (JC 法の場合は 16 台) を用い、実際に臨床利用された CT 室内の散乱線量を 1 週間測定した。測定器はわが国で環境測定や個人被曝線量測定にも用いられている熱刺激ルミネッセンス線量計を用い、X 線 CT の頭部固定具方向を  $0^{\circ}$  とし、そこから  $45^{\circ}$  ごとに  $315^{\circ}$  まで各方向 (合計 8 方向) に 2 個配置した。また、測定した同じ期間の散乱線量を NCRP-DLP 法と JC 法を用いて算定した。そして、測定線量と NCRP-DLP 法および JC 法を用いた算定線量の比較を行った。さらに、NCRP-DLP 法と JC 法の比較を行った。

## 【結果】

測定された線量は検出限界 (0.01mSv) 未満から 25.15mSv の範囲であった。角度ごとの測定線量に対する NCRP-DLP 法による算定線量との比 (NCRP-DLP 法/測定線量比) の平均は 8 方向において  $1.7 \pm 0.6$  から  $55 \pm 24$  (平均±標準偏差) の範囲であった。また、ガントリと被検者自身による線量低減効果の少ない方向 ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$  および  $315^\circ$ ) における NCRP-DLP 法/測定線量比が 1 未満となり、算定線量が測定線量よりも過小評価した割合は 3.4% であった。最小の NCRP-DLP 法/測定線量比は 0.6 であった。さらに、アイソセンタから 1m の距離における 8 方向の中で最も高い測定線量に対するガントリ方向 ( $90^\circ$  と  $270^\circ$ ) および寝台方向 ( $180^\circ$ ) における同距離の測定線量の比をガントリならびに患者自身による線量低減比とすると、18 台の X 線 CT によるガントリと被検者自身の平均線量低減比はそれぞれ  $0.036 \pm 0.014$ ,  $0.24 \pm 0.061$  で最大値はそれぞれ 0.082, 0.355 であった。一方、測定線量に対する JC 法による算定線量との比 (JC 法/測定線量比) の平均は 8 方向において  $11 \pm 8.7$  から  $404 \pm 340$  の範囲であった。JC 法は NCRP-DLP 法に比べて各方向において 5.5~7.4 (平均 6.4) 倍高かった。

## 【考察】

アイソセンタから 1m の距離に換算した測定線量において  $180^\circ$  方向の線量は  $0^\circ$  に比べて有意に低かった ( $p < 0.001$ )。これは従来の円柱形ファントムを用いた X 線 CT の遮蔽計算研究では得られない被検者自身による遮蔽効果によるものである。

NCRP-DLP 法においてガントリ方向ならびに寝台方向の線量低減比の最大はそれぞれ 0.082, 0.355 であった。したがって、本マルチセンタスタディにより少なくともガントリによる線量低減比として 0.1, 寝台方向の線量低減比として 0.4 を見込むことができると考えられた。また、ガントリと被検者による線量低減効果の少ない方向における NCRP-DLP 法の過小評価割合が 3.4% であったことや最小の NCRP-DLP 法/測定線量比は 0.6 であったことを併せて考えると NCRP-DLP 法が過小評価する可能性を否定できず、散乱係数は過小評価を防止するために安全側に設定すべきと考えられた。NCRP-DLP 法は JC 法に比べて測定線量に近く、また、X 線 CT の検出器の列幅の影響を受けにくい等の利点を持つ。しかし、散乱線量を過小評価する可能性があることとガントリ方向および寝台方向の散乱線量に対する線量低減比を用いていないため、散乱線量を過大に評価する課題がある。

そのため、われわれは本研究結果に基づいて NCRP-DLP 法の散乱係数を 2 倍とし、なおかつガントリ方向と寝台方向にそれぞれ 0.1 と 0.4 の線量低減比を新たに盛り込んだ Japanese-DLP 法を提案する。Japanese-DLP 法/測定線量比は各方向の平均は 3.3~11 (平均 7.0) の範囲にあり、また、すべてのポイントで過小評価しない利点を持つ。

## 【結論】

私たちが提案 (開発) した Japanese-DLP 法は NCRP-DLP 法の課題である過小評価する可能性があることとガントリおよび寝台方向の過大評価を改善できる。したがって、Japanese-DLP 法は NCRP-DLP 法ならびに JC 法に比べてより適切な遮蔽計算法である。