

人体ファントム内線量計位置での光子エネルギー推定

所属略称：名大院医

発表者：石井崇倫，沼元瞳，平井雄大，小山修司

(1) 目的

本学では、人体ファントム中に組み込まれた半導体線量計を用いて、CT 検査における種々の組織・臓器の吸収線量及び実効線量の測定を行っている。この線量計は感度のエネルギー依存性を有するため、ファントムに入射する X 線のエネルギーを測定し、感度の補正を行っているが、Dual Energy Computed Tomography (DECT) のように通常より高い管電圧を用いる検査では、ファントムに入射する X 線のエネルギースペクトルと実際に線量計に入射する X 線エネルギースペクトルが異なる可能性がある。そこで、人体ファントム中に組み込まれた線量計素子位置における X 線エネルギースペクトルを調べ、その被ばく線量測定への影響を明らかにする。

(2) 方法

シミュレーションコードに SIEMENS 社製の DECT スキャナ SOMATOM Definition Flash の X 線ファンビームを組み込んだ。この CT 装置は、2 つの X 線管を 95 度の間隔で装備し、スキャン中同時に X 線を照射できるものである。幾何学的条件は、実機に合わせ線源 - 中心間距離を 595 mm、X 線ファンビーム角を 41° (X 線管 1) および 31° (X 線管 2)、体軸方向ビーム幅を 32 mm とし、CT 装置に備え付けられたボウタイフィルタによる影響を考慮した。管電圧 100 kV と 140 kV を用いた体幹部 DECT 検査を模擬し、ファントム内線量計素子位置における連続 X 線エネルギースペクトルを取得した。感度校正曲線を基に、入射と線量計素子位置の校正定数を求め、DECT 検査におけるファントム内 X 線エネルギースペクトルの変化が線量測定に与える影響の程度を調べた。

(3) 結果

人体ファントムへの入射 X 線のエネルギーは 71.8 keV であるが、人体ファントム内のすべての線量計素子位置で X 線エネルギーは低下しており、その変化率の最大値は腹部の臓器線量測定用の線量計素子位置で約 16%であった。線量計の感度校正曲線から求めた校正定数は、入射 X 線エネルギー 71.8 keV のとき 2.67 に対して、変化率が最大であった線量計素子位置における X 線エネルギー 59.9 keV の校正定数は 2.35 であった。

(4) 考察

被ばく線量測定においては、測定電圧に校正定数を乗じて種々の臓器線量を算出するため、従来と同様の入射 X 線のエネルギーによる補正では、線量計素子によっては約 12%程度の過大評価となる。DECT のように比較的高いエネルギーを用いる場合、周囲を軟部組織に囲まれている線量計に入射する X 線のエネルギーは、周囲からの散乱線の影響により低下すると考えられる。DECT 検査における被ばく線量測定時、このことを考慮に入れて測定を行う必要があることがわかった。