

(様式3号)

## 学位論文の要旨

氏名 湯浅 勇紀

〔題名〕モンテカルロシミュレーションを用いた4次元コーンビームCTの実効線量と2次発がんの過剰絶対リスクの推定

### 〔要旨〕

本研究では、4次元コーンビームCT(4D-CBCT)の臓器等価線量と実効線量をモンテカルロシミュレーションで推定した。また、推定した線量値を元にして、2次発がんリスクを過剰絶対リスク(EAR)として算出し、評価した。まず初めに、TrueBeamに搭載されたon-board imagerの線源モデルの構築を行った。構築された線源モデルを使用して、臨床患者に対して4D-CBCTの被曝線量の推定を行った。対象は、肺がんおよび肝臓がんに対して放射線治療を実施した30名(肺がん15名、肝臓がん15名)とした。それぞれの患者に対して、肺、胃、骨髄、食道、肝臓、甲状腺、骨表面、皮膚、副腎、胆嚢、心臓、腸管、腎臓、膵臓、脾臓の平均吸収線量を定量した。各臓器の平均吸収線量から等価線量を計算し、等価線量に組織加重係数を乗算し積算することで、実効線量を算出した。また、biologic effects of ionizing radiation(BEIR) VIIモデルを元にして、各臓器の等価線量から2次発がんリスクをEARとして算出した。肺がん患者に対する3D-CBCT(胸部モードと骨盤部モード)と4D-CBCTの実効線量は、 $3.9 \pm 0.5$  mSv、 $15.7 \pm 2.0$  mSv、 $7.3 \pm 0.9$  mSvであった。肝臓がん患者に対する実効線量は、 $4.2 \pm 0.6$  mSv、 $16.7 \pm 2.4$  mSv、 $7.8 \pm 1.1$  mSvであった。肺がん患者に対する4D-CBCT撮像において、肺のEARは男性で7.3件/百万人年、女性で10.7件/百万人年であった。肝臓がん患者に対する4D-CBCT撮像において、肝臓のEARは、男性で9.9件/百万人年、女性で4.5件/百万人年であった。EARは、被曝からの経過時間に依存して、大きくなる傾向であった。臨床において、実効線量、2次発がんリスクについて考慮し、4D-CBCTを使用する必要がある。

## 学位論文審査の結果の要旨

報告番号	甲 第 <b>1568</b> 号	氏 名	湯浅 勇紀
論文審査担当者	主査教授	伊東 克能	
	副査教授	松 永 和 人	
	副査教授	田 中 秀 和	
学位論文題目名 (題目名が英文の場合、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。)			
モンテカルロシミュレーションを用いた4次元コーンビームCTの実効線量と2次発がんの過剰絶対リスクの推定			
学位論文の関連論文題目名 (題目名が英文の場合、行を変えて和訳を括弧書きで記載する。)			
Estimation of effective imaging dose and excess absolute risk of secondary cancer incidence for four-dimensional cone-beam computed tomography acquisition (モンテカルロシミュレーションを用いた4次元コーンビームCTの実効線量と2次発がんの過剰絶対リスクの推定)			
掲載雑誌名 Journal of Applied Clinical Medical Physics 第20巻 第11号 P.57~68 (2019年11月 掲載)			
(論文審査の要旨)			
<p>本研究では、4次元コーンビームCT(4D-CBCT)の臓器等価線量と実効線量をモンテカルロシミュレーションで推定した。また、推定した線量値を元にして、2次発がんリスクを過剰絶対リスク(EAR)として算出し、評価した。まず初めに、TrueBeamに搭載された on-board imager の線源モデルの構築を行った。構築された線源モデルを使用して、臨床患者に対して4D-CBCTの被曝線量の推定を行った。対象は、肺がんおよび肝臓がんに対して放射線治療を実施した30名(肺がん15名、肝臓がん15名)とした。それぞれの患者に対して、肺、胃、骨髄、食道、肝臓、甲状腺、骨表面、皮膚、副腎、胆嚢、心臓、腸管、腎臓、膀胱、脾臓の平均吸収線量を定量した。各臓器の平均吸収線量から等価線量を計算し、等価線量に組織加重係数を乗算し積算することで、実効線量を算出した。また、biologic effects of ionizing radiation(BEIR) VIIモデルを元にして、各臓器の等価線量から2次発がんリスクをEARとして算出した。肺がん患者に対する3D-CBCT(胸部モードと骨盤部モード)と4D-CBCTの実効線量は、<math>3.9 \pm 0.5</math> mSv、<math>15.7 \pm 2.0</math> mSv、<math>7.3 \pm 0.9</math> mSvであった。肝臓がん患者に対する実効線量は、<math>4.2 \pm 0.6</math> mSv、<math>16.7 \pm 2.4</math> mSv、<math>7.8 \pm 1.1</math> mSvであった。肺がん患者に対する4D-CBCT撮像において、肺のEARは男性で7.3件/百万人年、女性で10.7件/百万人年であった。肝臓がん患者に対する4D-CBCT撮像において、肝臓のEARは、男性で9.9件/百万人年、女性で4.5件/百万人年であった。EARは、被曝からの経過時間に依存して、大きくなる傾向であった。臨床において、実効線量、2次発がんリスクについて考慮し、4D-CBCTを使用する必要がある。</p> <p>本研究は、モンテカルロシミュレーションを使用して、4D-CBCTの被曝線量と2次発がんリスクを推定したものであり、学位論文として価値あるものであると認めた。</p>			
備考 審査の要旨は800字以内とすること。			