

様式4A

学 位 論 文 要 旨

学位請求論文題名

A tin filter's dose reduction effect revisited: Using the detectability index in low-dose computed tomography for the chest

(胸部低線量 CT における detectability index を用いたスズフィルタによる線量低減効果の再考)

著者名・雑誌名

Akira Hasegawa, Katsuhiko Ichikawa, Yusuke Morioka, Hiroki Kawashima

Physica Medica

金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻

医療科学 領域
機能画像解析学 分野
学籍番号 1529022019
氏 名 長谷川 晃
主任指導教員名 市川 勝弘
副指導教員名 宮地 利明
副指導教員名 松原 孝祐

【Introduction】

Computed tomography (CT) 検査における発がんリスクは、深刻な懸念事項である。そのため、CT 撮影に必要な線量を低減しつつ、画質への影響を軽減するためのツールや方法が常に開発されている。このうち tin filter (TF) は、被曝線量を増加させる低エネルギー光子を積極的に吸収し被ばく低減に有効であるが、TF による線質硬化によるコントラスト低下のために、その影響の少ない非造影胸部 CT に関する研究がほとんどである。過去の研究の多くでは、TF による大幅な線量低減を異なった CT 装置間の比較で検討しており、用いられた iterative reconstruction (IR) 法や検出器が CT 装置間で異なっていた。さらに、TF の使用による物理的画質の検討は、成人腹部を模擬したファントムでのみ評価され、胸部 CT の線量低減の可能性を正確に推定したとは言えない。よって、胸部 CT の TF そのものによる線量低減効果はこれまで明確にされていない。そこで本研究の目的は、胸部擬人化ファントムと、TF によるビームハードニングに対応する正確なエネルギー依存性を持つ軟組織相当材質の棒状ファントムを併用し、胸部 CT において TF による線量低減効果を再評価することである。

【Methods and materials】

TF を内蔵した第 3 世代のデュアルソース CT 装置を使用した。成人胸部を模擬した胸部ファントムを、100kV の TF 使用 (TF100kV)、TF を使用しない 100kV (NF100kV) と 120kV (NF120kV) で、0.2-1.0mGy の低線量条件下でスキャンした。TF 以外の影響を排除するため、画像再構成には filtered back projection (FBP) のみを使用した。肺野内の頂部および底部に配置した軟部組織等価材料でできたロッドファントムの画像について、CT 値と解像度指標である modulation transfer function (MTF) を測定した。また、肺野の均一領域 (空気部) で noise power spectrum (NPS) によるノイズ測定を行った。これらの指標から、non-prewhitening model observer (d_{NPW}) に基づく検出能指標を算出し、その値から、線量低減率を見積もった。

【Result】




CT 値および MTF は、3 つの条件においてほぼ同じであった。NPS 曲線下面積は、非 TF 条件と比較して、TF で 13-17%減少した。NF120kV と NF100kV で観察された 0.06mm^{-1} 以下の低周波での NPS の増加は、TF100kV では解消された。 d_{NPW} の値を用いて推定した TF による線量低減率は 22-25%であった。なお、この値は、過去に 80%以上の線量低減効果を報告した TF、CT 装置 (特に検出器)、及び IR の複合効果の研究結果に比べ、著しく低い値であった。

博士論文審査結果報告書

学籍番号 1529022019

氏名 長谷川 晃

論文審査員

主査(職名) 松原 孝祐(教授) 印副査(職名) 小林 聡(教授) 印副査(職名) 市川 勝弘(教授) 印

論文題名:A tin filter's dose reduction effect revisited: Using the detectability index in low-dose computed tomography for the chest(胸部低線量 CT における detectability index を用いたスズフィルタによる線量低減効果の再考)

論文審査結果

【論文内容の要旨】

Computed tomography (CT)における金属付加フィルタである tin filter (TF) は、被曝線量を増加させる低エネルギー光子を積極的に吸収し被ばく低減に有効であるが、TF による線質硬化によるコントラスト低下のために、その影響の少ない非造影胸部 CT にその適用が限られる。過去の研究の多くでは、異なった CT 装置間の比較で TF による 80% 以上の大幅な線量低減が報告され、用いられた iterative reconstruction (IR) 法や検出器が CT 装置間で異なっていた。さらに、TF の使用による物理的画質の検討は、成人腹部を模擬したファントムでのみ評価され、胸部 CT の線量低減の可能性が示されていない。そこで本研究では、胸部擬人化ファントムと、TF によるビームハードニングに対応する正確なエネルギー依存性を持つ軟組織等価物質の棒状ファントムを併用し、胸部 CT における TF による線量低減効果を再評価することを目的とした。TF を内蔵した第 3 世代のデュアルソース CT 装置を使用し胸部ファントムを、100kV の TF 使用 (TF100kV)、TF を使用しない 100kV (NF100kV) と 120kV (NF120kV) で、0.2-1.0mGy の低線量条件下でスキャンした。再構成には filtered back projection (FBP) のみを使用した。肺野内の頂部および底部に配置した軟部組織等価材料でできたロッドファントムの画像について、CT 値と解像度指標である modulation transfer function (MTF) を測定した。また、肺野の均一領域(空気部)で noise power spectrum (NPS)によるノイズ測定を行った。これらの指標から、non-prewhitening model observer (d'_{NPW}) に基づく検出能指標を算出し、その値から、線量低減率を見積もった。NPS 曲線下面積は、非 TF 条件と比較して、TF で 13-17%減少した。NF120kV と NF100kV で観察された 0.06mm⁻¹ 以下の低周波での NPS の増加は、TF100kV では解消された。 d'_{NPW} の値を用いて推定した TF による線量低減率は 22-25% であった。なお、この値は、過去に 80%以上の線量低減効果を報告した TF、CT 装置(特に検出器)、及び IR の複合効果の研究結果に比べ、著しく低い値であった。

【審査結果の要旨】

これまで報告されてきた異なる装置や再構成法の影響も含めた TF による 80%以上の線量低減効果に対して、本研究では TF そのものによる被ばく低減効果を明らかにしており、実用的な値を示したこの研究成果は非常に有用である。審査会での質疑応答も的確であった。以上、学位請求者は本論文の論文審査及び最終試験の状況に基づき、博士(保健学)の学位を授与するに値すると評価する。