Use of optically stimulated luminescence dosimeter and radiophotoliminescent glass dosimeter for dose measurement in dual-source dual-energy computed tomography

様式4A

学 位 論 文 要 旨

学位請求論文題名

Use of optically stimulated luminescence dosimeter and radiophotoliminescent glass dosimeter for dose measurement in dual-source dual-energy computed tomography

（2X 線管方式のデュアルエネルギーCT における線量測定のための光刺激ルミネセンス線量計と蛍光ガラス線量計の使用）

著者名・雑誌名

Ayaka Hirosawa, Kosuke Matsubara, Yusuke Morioka, Masayasu Kitagawa, Thunyarat Chusin, Akihiro Takemura

Physical and Engineering Sciences in Medicine

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
量子診療技術学　分野
学籍番号　1829022018
氏　名　廣澤　文香
主任指導教員名　松原　孝祐
副指導教員名　武村　哲浩
副指導教員名　川島　博子

【目的】

近年デュアルエネルギーCT (dual energy CT: DECT) の技術が発達し，金属アーチファクトの低減や物質の弁別に利用されてきている．2X 線管 CT 装置は 2 組の X 線管と検出器がガントリーに 95° オフセットされた状態で配置されており，X-Y 平面上で互いに異なる管電圧の X 線を発生させることができる装置であり，2X 線管方式の DECT を施行できる．しかし，2 方向から異なるエネルギーの X 線が発生する点でシングルエネルギーCT (single energy CT: SECT)とは異なることから，DECT の線量測定に用いる際の線量計の特性が SECT 撮影時の特性とは異なる可能性があり，DECT の線量測定を想定とした場合の線量計の特性評価が必要である．そこで，2X 線管方式の DECT の線量測定に用いる光刺激ルミネセンス線量計 (Optically stimulated luminescence glass dosimeter: OSLD) と蛍光ガラス線量計 (Radiophotoluminecent glass dosimeter: RPLD) の特性を評価し，SECT における特性との比較を行った．

【方法】

CT 装置は SIEMENS Healthineers 社製の SOMATOM Force，小型線量計はランダウア社製の OSLD (nanoDot) と AGC テクノグラス社製の RPLD (GD-302M)，リファレンス線量計としてRadcal 社製の電位計 9015 と汎用型電離箱 10×5-6 を組み合わせた電離箱線量計を用いてエネルギー依存性，線量変動，線量直線性，方向依存性の検討を行った．

エネルギー依存性は，SE モードでは管電圧 70～150 kV を 10 kV ずつ，および Sn フィルタを付加した 150 kV (Sn150 kV)，DE モードでは管電圧 80/Sn150 kV，90/Sn150 kV，100/Sn150 kV にて 12 時方向に固定した X 線管から照射を行い，電離箱線量計と OSLD または RPLD により得られた空気カーマの比を算出した．

線量変動は，アイソセンターに配置した OSLD または RPLD に対して SE モードでは管電圧 80 kV，120 kV，Sn150 kV，DE モードでは管電圧 80/Sn150 kV にて 12 時方向から照射を行い，管電圧ごとに素子 10 本分の空気カーマの平均値と標準偏差より変動係数を算出した．

線量直線性は，線量変動の検討と同様の管電圧にて 1～150 mGy の範囲で空気カーマを変化させて 12 時方向から電離箱線量計と OSLD または RPLD に対して同時に照射を行い，電離箱線量計と OSLD または RPLD により得られた空気カーマとの相関を求めた．

方向依存性は，RPLD の短軸方向に平行および OSLD に垂直に X 線管 A の X 線が入射する方向を 0° とし，-90° ～90° まで 30° 間隔でアイソセンターに配置した OSLD または RPLD に対して照射を行い，0° の線量値に対する比を求めた．照射条件は線量変動の検討と同様とし，DE モードでは X 線管 A，B より同時に照射した．

【結果】

DE モードでの電離箱線量計と OSLD により得られた空気カーマの比は 0.64～0.67，電離箱線量計と RPLD により得られた空気カーマの比は 2.84～2.92 となり，OSLD，RPLD ともに管電圧の組み合わせによる影響は小さかった．線量変動 (変動係数) は SE モードにおいて OSLD では 2.1～3.0%，RPLD では 2.1～2.8%，DE モードにおいて OSLD では 1.8%，RPLD では 2.6%となった．OSLD，RPLD ともに 1～150 mGy の範囲では SE モードおよび DE モードで線量の直線性が認められた．DE モードの角度ごとの線量変化は OSLD では SE モードよりも小さく，RPLD

ではSEモードと同等であった.

【結語】

2X線管方式のDECTの線量測定に用いる際のOSLDの特性は，管電圧の組み合わせの影響および方向依存性の影響が少なく，線量変動，線量直線性はSECTの線量測定に用いる際と同程度であった．また，RPLDの特性は管電圧の組み合わせの影響が小さく，線量変動，線量直線性，方向依存性はSECTの線量測定に用いる際と同程度であった．以上より，2X線管方式のDECTの線量測定にOSLD，RPLDを用いる場合も，SECTの線量測定に用いる際と同様に取り扱うことができる.

令和　4年　2月　17日

博士論文審査結果報告書

学籍番号　1829022018

氏　名　廣澤　文香

論文審査員

主　査（職名）　川島　博子　（教授）　印

副　査（職名）　武村　哲浩　（教授）　印

副　査（職名）　松原　孝祐　（教授）　印

論文題名　Use of optically stimulated luminescence dosimeter and radiophotoliminescent glass dosimeter for dose measurement in dual-source dual-energy computed tomography
（2X 線管方式のデュアルエネルギーCT における線量測定のための光刺激ルミネセンス線量計と蛍光ガラス線量計の使用）

論文審査結果

【論文内容の要旨】

2X 線管方式のデュアルエネルギーCT の線量測定に用いる際の光刺激ルミネセンス線量計 (optically stimulated luminescence dosimeter: OSLD) および蛍光ガラス線量計 (radiophotoluminescent glass dosimeter: RPLD) の特性を評価し，シングルエネルギーCT における特性との比較を行った．

評価項目はエネルギー依存性，線量変動，線量直線性，方向依存性の 4 項目とした．エネルギー依存性は，シングルエネルギーCT では管電圧 70～150 kV およびスズ (Sn) フィルタを付加した 150 kV (Sn150 kV)，デュアルエネルギーCT では管電圧 80/Sn150 kV, 90/Sn150 kV, 100/Sn150 kV にて，電離箱線量計に対する空気カーマの比を算出した．線量変動は，線量計 10 個の空気カーマの平均値と標準偏差より得られる変動係数によって評価した．線量直線性は，1～150 mGy の範囲で電離箱線量計の空気カーマとの相関を求めた．方向依存性は，-90°～90° まで 30° 間隔で照射を行い，0° に対する線量比を求めた．

その結果，OSLD はエネルギー依存性，方向依存性が小さく，線量変動，線量直線性はシングルエネルギーCT における評価結果と同程度であった．また，RPLD はエネルギー依存性が小さく，線量変動，線量直線性，方向依存性はシングルエネルギーCT における評価結果と同程度であった．以上より，2X 線管方式のデュアルエネルギーCT の線量測定に OSLD, RPLD を用いる際には，シングルエネルギーCT の線量測定と同様に取り扱うことができると結論づけた．

【審査結果の要旨】

学位請求者は，2X 線管方式のデュアルエネルギーCT の線量測定に用いる各種小型線量計の特性を評価し，シングルエネルギーCT における特性との比較を行った．得られた研究成果は，デュアルエネルギーCT 検査の被ばく線量測定法の確立および精度向上に大きく寄与することが期待される．また，審査会では論文全体の内容を明解に発表し，質疑にも的確に対応していた．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．