
一般演題

A-01 簡易線量計の基礎特性評価

○山里 実咲¹⁾, 井上 朝翔¹⁾, 樽田 桃花¹⁾, 藤井 悠夢¹⁾, 松下 千夏¹⁾, 村山 遥香¹⁾, 市川 尚¹⁾

1) 神戸常盤大学 診療放射線学科

【目的】

一般撮影装置の出力評価は重要であるが、線量計は高価であるため全ての施設に導入するのは容易ではない。近年、従来よりも安価で購入できる簡易線量計が発売された。本線量計が十分な線量測定精度を有していれば、より多くの施設で出力評価が可能となる。一方で、簡易線量計の基礎特性は明らかにされていない。本研究の目的は、簡易線量計の基礎特性を調査することとした。

【方法】

一般撮影装置（Radspeed Pro, 島津）のX線管を側面に設定し、焦点から150 cmの位置に電離箱線量計（10X6-6, Radcal）および簡易線量計（トーレック）を配置した。再現性を評価するために管電圧を80 kV、管電流時間積を10 mAsに設定し、10回照射を行い空気カーマの変動係数を算出した。次に、管電流時間積を徐々に変化させながら空気カーマを取得することで直線性を評価した。さらに、線質特性を評価するために管電流時間積を20 mAsに設定し、管電圧を40-130 kV（10 kV 間隔）に変化させ空気カーマを取得した。最後に、方向特性を評価するために、管電圧を80 kV、管電流時間積を40 mAsに設定し、簡易線量計の角度を縦方向および横方向に15°ずつ変化させて空気カーマを取得した。

【結果・結論】

簡易線量計及び電離箱線量計の変動係数は0.4%、0.9%となった。直線性の評価では、簡易線量計と電離箱線量計の空気カーマ比は0.99-1.06の間で推移した。線質特性の評価では、空気カーマ比は0.93-1.01の間で推移し、管電圧70kVにピークを持つ山形の線質特性を示した。方向特性の評価では、0°の空気カーマを1.00とした場合、縦方向と横方向共に±30°以内の空気カーマ比は0.90-1.00の間で推移した。簡易線量計は一般撮影の出力評価に求められる基礎特性を有しており、より多くの施設における出力評価の実施に貢献することが示唆された。

A-02 検診マンモグラフィ撮影認定診療放射線技師と 技師養成校の学生との読影精度の比較研究

○濱田 咲実¹⁾, 角下 愛莉¹⁾, 霜野 有志¹⁾, 下野 優妃¹⁾, 不藤 陽菜¹⁾, 中田 芽生¹⁾
山本 兼右¹⁾
1) 大阪物療大学

【目的】

検診マンモグラフィ撮影認定診療放射線技師（認定技師と略す）と技師養成校の学生とのマンモグラフィ読影を比較することで、学生の読影力向上を目的とする。

【方法】

研究日程は、2024年4月1日～2024年6月30日まで、認定技師は女性8名である。技師養成校の学生は男性1名、女性7名、計8名である。患者様30症例を認定技師と学生がそれぞれカテゴリー分類で読影の補助を行った。カテゴリー分類は、1：異常なし、2：良性疑いは、検査陰性、3：良性悪性を否定できず、4：悪性の疑い、5：悪性は、検査陽性とした。成績の結果は、感度と特異度を算出し、ROC解析の曲線から、AUCを算出して比較を行った。ROC解析において、AUCが高い方が読影精度の高いことを示す。1、認定技師の平均と学生の平均は、感度と特異度、ROC解析AUCの読影精度を比較した。2、最も低い認定技師と最も高い学生のROC解析AUCの読影精度を比較した。3、最も高い学生と最も低い学生のROC解析AUCの読影精度を比較した。倫理的配慮においては、患者様30名から自らの意思で研究協力に同意を頂いた。

【結果・結論】

1、認定技師の平均の感度は94.02%、特異度は92.57%、ROC解析AUCは0.956であった。学生の平均の感度は78.90%、特異度は81.76%、ROC解析AUCは0.825であった。認定技師の読影精度が高い結果となった。2、最も低い認定技師のROC解析AUCは0.927、最も高い学生のROC解析AUCは0.931、最も高い学生が読影精度の高い結果となった。3、最も高い学生のROC解析AUCは0.931、最も低い学生のROC解析AUCは0.515、最も高い学生の読影精度が高い結果となった。

結論としては、学生は多くの知識を身につけ、読影する機会を増やすことで、認定技師の読影精度に近づけることができると考える。

A-03 生殖腺防護における卵巢線量と放射線防護具設置位置の不確実性の研究

○尾方 稀星¹⁾，中野 梨渚¹⁾，長谷川 侑²⁾，大津 実穂²⁾，佐賀 友香²⁾，宮原 哲也²⁾
船橋 正夫¹⁾

1) 森ノ宮医療大学

2) 大阪急性期・総合医療センター

【目的】

米国医学物理学会 AAPM (American Academy of Maxillofacial Prosthetics) は、X線画像診断検査時の患者の生殖腺および胎児への放射線防護具の日常業務としての使用を中止する必要があることを通知した。放射線防護具の使用は、診断に必要な解剖学的情報を不明確にする恐れがあり、再撮影による患者の被ばく線量増加をもたらす危険性があること、放射線防護具を適正な位置に用いた場合でも内部散乱より完全に生殖腺を防護することが問題視されている。本研究は、放射線防護具の不確実性と卵巢線量の関係から、放射線防護具のわずかなずれが患者に及ぼす影響を調べ、放射線防護具廃止の正当性を明確にするものである。

【方法】

大阪急性期・総合医療センターの臨床データである骨盤部 MRI 画像から、卵巢の解剖学的位置を3次元的に計測した。卵巢が位置した背面からの高さ6cm, 10cm, 14cmの各平面上3箇所（計9箇所）の測定位置を設定し、放射線防護具を適正位置から左右、上下に移動させて線量測定を行った。次に、防護具の装着は臨床経験者及び学生により行い、放射線防護具の配置の不確実性を調べた。評価者は学生16人、臨床経験者8人とした。放射線防護具がない場合の線量を基準とし、防護具のずれの度合いによって卵巢の被ばく線量がどのように変化するかを調べた。

【結果・結論】

放射線防護具を用いて線量測定を行った場合、卵巢の位置、放射線防護具のずれの度合いに関わらず、放射線防護具を使用していない場合に比べ低線量だったが、防護具の位置によって高線量になる場合もあった。放射線防護具で完全に防護された場合においても線量は計測された。放射線防護具を正確に配置できた学生はごくわずかであり、臨床経験者においても正確に配置できた例は少なかった。放射線防護具で完全に防護された場合においても線量が計測されたことから、内部散乱により完全に生殖腺を防護することはできない。放射線防護具の配置の失敗率が著しく高いこと、内部散乱により完全に生殖腺を防護することはできないことから、放射線防護具の使用廃止は正当だと考える。

A-04 医療系大学生が学習時に受けるストレスの定量的評価

○澤田 輝心¹⁾, 小西 那奈¹⁾, 山 智貴¹⁾, 寶部 真也¹⁾, 倉本 卓¹⁾, 八木 孝和²⁾

1) 神戸常盤大学 保健科学部 診療放射線学科

2) 神戸常盤大学 保健科学部 口腔保健学科

【目的】

近年、学習負担の増加により学生の精神的ストレス（以後、ストレス）が深刻な問題となっている。本研究の目的は、医療系大学生が学習時に受けるストレス度を客観的な指標を用いて定量的に評価することである。

【方法】

本研究は、学内倫理委員会の承認を得ている（神常大研論第 24-1 号）。対象者は診療放射線技師養成学校の4年次生 20 名とし、実施期間は3ヶ月とした。ストレス要因は、胸部単純 X 線画像の読影に関する試験（以後、確認試験）として、期間中に2回実施した。対象者は、確認試験に向けて胸部単純 X 線画像の読影に関する教材（以後、学習教材）を使用して学習する、“学習群”10名と、学習を行わない“非学習群”10名の2群に分けた。学習教材と確認試験は Doc.navi と sim.Doc（共に、NPO 法人メディカル指南車）を使用した。客観的なストレス度の測定は、MF100（株式会社村田製作所）を使用した。客観的なストレス指標は、自律神経のバランスを示す心拍間隔ゆらぎの低周波成分（LF）と高周波成分（HF）の成分比（以後、LF/HF）を確認試験の前後に測定した。主観的なストレス指標は、疲労度に関するアンケート調査を実施し、10段階で評価した。

【結果・結論】

1回目と2回目の確認試験において、確認試験前後の LF/HF の変化率は、学習群で 1.45 ± 1.28 , 1.93 ± 1.68 , 非学習群で 1.42 ± 0.72 , 2.01 ± 2.37 であり、どちらの群も確認試験の回数が増加するとストレス度が増加した。アンケート調査の結果では、どちらの群も1回目と比較して2回目の確認試験で疲労度が減少し、主観的なストレス度は低下した。学習に対する学生のストレスは、客観的な指標を用いて定量的に測定した結果と、主観的な結果の間に乖離が生じた。

A-05 診療放射線技師学生の臨床実習中における ヒヤリ・ハット事例に関する実態調査

○武本 唯¹⁾, 神谷 菜摘¹⁾, 橋本 志保¹⁾, 松下 萌生¹⁾, 山村 真里奈¹⁾, 横谷 若菜¹⁾
小松 裕司¹⁾

1) 大阪ハイテクノロジー専門学校

【目的】

近年、臨床実習の在り方が見直され、各職種において診療参加型臨床実習が始まっており、診療放射線技師の臨床実習は、従来の見学型から診療参加型に移行する病院が増えている。その結果、臨床実習中にヒヤリ・ハットを体験する学生が増加すると予想される。先行研究では、看護学生や歯科衛生学科学生の臨床実習におけるヒヤリ・ハットの実態調査は存在するが、診療放射線技師学生を対象とした調査は未だ行われていない。医療安全を確保した状況下で診療参加型実習に移行するためには、医療安全教育の強化が必要である。そこで今回は、医療安全教育の強化のための参考情報を収集することを目的として、診療放射線技師学生が体験したヒヤリ・ハットの実態を調査する。

【方法】

臨床実習を経験したA養成校の在学学生および卒業生150名を対象として、無記名の質問紙法によるアンケート調査を実施した。得られた回答より、ヒヤリ・ハットの状況および要因を分析した。

【結果・結論】

アンケートは76名より回答を得た（回答率50.7%）。76名中、臨床実習中にヒヤリ・ハットを体験した学生は24名（32.0%）であった。ヒヤリ・ハットの体験回数は、1回14名、2回6名、3回4名であった。内容別では『患者間違い』が多く、要因別では『確認不足』、『慌てていた』が多かった。患者呼び込み時に異なる氏名の患者を入室させるなどの『患者間違い』は、一般撮影検査で多く発生しており、その要因として、患者確認を徹底していなかったなどの『確認不足』が多かった。また、CT検査では、造影検査時の天板移動における『チューブ類の引っ掛け』が、MRI検査では、『金属持ち込み』が多く、各モダリティにおいて、通常業務において発生しやすいヒヤリ・ハットと似た結果が得られた。

B-01 頭部 X 線撮影における超解像処理での 頭蓋内ステント描出の評価

○江頭 拓夢¹⁾, 藤川 慶太¹⁾, 池内 陽子¹⁾, 濱 康彦¹⁾, 源 貴裕¹⁾

1) 兵庫医科大学病院

【目的】

昨今、脳動脈瘤治療としてフローダイバーターステント留置術の手技が確立されている。術後フォローとして、瘤内への血流評価、ステント形状、位置確認目的で DSA や MRI 検査が施行されている。当院では簡易に行える頭部単純 X 線撮影も併用して評価している。しかし、単純 X 線撮影ではステントのメッシュ部分の描出が困難で、折れ曲がりの見落としが懸念される。Fujifilm 社製の DR システムではオリジナルの DR 画像に超解像処理を施すことが可能であり、解像度の向上によってステントの留置状態の診断能が期待されるが、描出能に関する報告はされていない。そこで本研究では、DR 画像に超解像処理を施すことで頭蓋内ステントの描出能が向上するかを検証することを目的とした。

【方法】

頭部を想定した 16cm 厚の PMMA ファントムに頭蓋内ステント本体(TERUMO 社製)とチャートを挟み、グリッド撮影 (Real Grid : RG_三田屋製作所社製) および散乱線補正処理 (Virtual Grid : VG_富士フィルム社製) にて、グリッド比 8:1, 距離 120cm, 照射野 25cm × 25cm, 撮影条件は 70kV, 250mA, 50msec で pixel size 150 μ m と超解像処理を施した 100 μ m の画像を取得した。取得した画像からメッシュ部の解像度評価として、チャート法にて MTF を算出した。さらに、低コントラスト評価として SDNR を算出した。

【結果・結論】

解像度は、VG (100 μ m), VG (150 μ m), RG (100 μ m), RG (150 μ m) の順で高値となった。低コントラスト評価は VG (150 μ m), RG (150 μ m), VG (100 μ m), RG (100 μ m) の順となりオリジナル画像が優れた。超解像処理は VG において最も高い解像度を示したが、SDNR では SD 値が高く、RG および VG で低いことが明らかになった。視覚評価により、頭蓋内ステントの描出能が向上するかを確認する必要がある。

B-02 ファントム配置の違いによる SDNR 測定結果への影響

○今井 文人¹⁾, 鯉森 梢¹⁾, 奥村 徹¹⁾

1) 兵庫県立尼崎総合医療センター

【目的】

デジタル X 線撮影において、被写体厚や管電圧を変化させたときの画質評価の指標の一つとして、コントラストと画像ノイズを加味した信号差対雑音比 (Signal difference to noise ratio, 以下 SDNR) が評価される。先行研究では骨における SDNR 評価時には、骨等価ファントムをアクリル板の上に配置して撮影することがよく行われている。しかし実際の人体では、骨は人体内部に位置しているため、この配置で得られるコントラストとは異なることになる。そこで本研究では、骨等価ファントムをアクリル板上に配置した場合と、アクリル板に埋もれるように配置した場合との SDNR の違いを調べた。

【方法】

厚さ 1cm のアクリル板を 10 枚、20 枚配置したものに、骨等価ファントム BE-H (京都科学製) 2 × 2 × 1cm をアクリル板の上に配置した場合と、周囲がアクリルで埋もれるように配置した場合について、島津製作所製 X 線発生装置 RAD Speed Pro を使用し撮影管電圧を 60kV-100kV まで 10kV ずつ変えて間接変換型 FPD (CALNEO Smart C77; 富士フィルム社製) で撮影した。管電流時間積は、アクリル板透過後の空気カーマが同等となるように設定した。得られた画像の raw データ上で、骨等価ファントム部分と背景部分とで関心領域を設定し、SDNR を算出した。また、電離箱線量計 Accu-Gold+ および 10X6-6 型 (Radcal 社製) を用いて入射表面空気カーマを測定し、これを用いて性能指数 (Figure of merit, 以下 FOM) を算出した。

【結果・結論】

SDNR は、骨等価ファントムを埋もれるように配置した場合は上に配置した場合よりも低い値となった。また、管電圧が上昇するほど、徐々に低下した。FOM は、骨等価ファントムを上配置した場合は、管電圧上昇とともに徐々に高くなる傾向となったが、骨等価ファントムを埋もれるように配置した場合はわずかに低下した。以上より、骨等価ファントムの配置によって SDNR 及び FOM の値は変化するため、臨床に近い配置の方が有用な結果が得られると考えられる。

B-03 胸部動態撮影を用いた呼吸による肺野内の信号変化率の比較

○埴岡 大輝¹⁾, 太田 有哉¹⁾, 田中 優衣¹⁾, 山崎 良¹⁾, 久保 武¹⁾

1) 天理よろづ相談所病院

【目的】

間質性肺炎（Interstitial pneumonia:IP）は症状が進行すると肺胞の伸縮が悪くなることが知られており、その呼吸動態は空間的に不規則と推定されるが詳細は明らかになっていない。

胸部動態撮影では、呼吸中の肺野内の密度変化はX線撮影における信号値の変化として表現することができるが、疾患に関連してその表現がどのように観察されるのかは明らかになっていない。

今回我々は動態撮影を用いて正常例とIP患者の呼吸による肺野内の信号変化率を比較することで、IPに対する動態撮影の知見を得たので報告する。

【方法】

使用機器はX線発生装置：島津社製Rad speed pro, 検出器：コニカミノルタ社製Aero DR fine, ワークステーション：コニカミノルタ社製KINOSIS. 対象は、IP患者群26名と肺定位治療の計画用に動態撮影を実施した患者10名（健側の肺野を正常例とした）の計36名。

KINOSISを用いて呼気時の鎖骨下・中肺・肺底部の3箇所についてレトロスペクティブに最大吸気および最大呼気の信号値を測定し、信号変化率（%）を求めた。有意差検定はstudent t検定を用いた。

【結果・結論】

信号変化率（正常/IP）はそれぞれ鎖骨下で（ $8.9 \pm 3.3\%/12.4 \pm 5.6\%$ ）、中肺（ $10.1 \pm 4.8\%/17.5 \pm 7.4\%$ ）、肺底部（ $16.8 \pm 9.0\%/27.1 \pm 7.6\%$ ）であり、すべての計測箇所でもIPの方が高かった。

動態撮影を用いて呼吸における肺野内の信号変化率を評価することで間質性肺炎の診断に寄与する可能性が示唆された。

B-04 X線撮影における被写体部位ごとの散乱線含有率測定

○佐藤 蓮¹⁾, 熊川 幾人¹⁾, 佐本 桜子¹⁾, 吉田 あかり²⁾, 船橋 正夫¹⁾

- 1) 森ノ宮医療大学
- 2) 北野病院

【目的】

X線単純撮影において、画質の低下に大きく寄与している因子の1つに散乱線が挙げられる。この散乱線は被写体の厚みにより含有量が異なり、人体の部位ごとに異なる。そこで散乱線の除去を目的にグリッドが使用されているが、人体各部位でのグリッド使用の適否は明確には規定されておらず、診療放射線技師の経験値から各施設で独自に判断されてきた。

本研究では人体各部位における散乱線量及び散乱線含有率を計測することで、グリッドの適否のボーダーとなる散乱線含有率を求め、現在普及しつつある散乱線補正処理の最適化を行うための基礎データとすることを目的とした。

【方法】

撮影装置(島津製作所 RAD - SpeedPRO)、全身用人体ファントム((株)京都科学CT撮影用全身ファントム PBU60)を用い、各部位のファントム前面に鉛ディスクを、後面にX線測定器のディテクタを配置し、鉛ディスクの面積を変化させディテクタに到達する線量を求めた。鉛ディスクの直径を3 cm, 6 cm, 9 cmと変化させ、得られた線量より、面積が0となる線量を近似式から算出した。この算出した線量から鉛ディスクなしの線量を割ることで散乱線含有率を算出した。測定部位として、頭部、胸部(6箇所)、腹部(4箇所)、肩部、肘関節中部、手部、大腿骨、下腿骨、膝関節(2箇所)の周囲の計18箇所の散乱線含有率を算出した。

【結果・結論】

測定結果より、頭部及び体幹部、肩部、大腿骨の散乱線含有率は60%以上であり、肘関節、手部、膝関節及び下腿骨は60%以下であった。このことより現状多くの施設で行われているグリッド使用の適否は結果として散乱線含有率60%を分岐点としていることが推察される。実際の撮影においては、被写体厚や使用する管電圧によって散乱線が画像に及ぼす影響は異なるため、散乱線含有率という視点も含めて画質を検討する必要があると考える。

B-05 散乱線含有率と画質の関係

○熊川 幾斗¹⁾, 佐本 桜子¹⁾, 佐藤 蓮¹⁾, 吉田 あかり²⁾, 船橋 正夫¹⁾

- 1) 森ノ宮医療大学
- 2) 北野病院

【目的・背景】

われわれは先行研究として全身の散乱線含有率を算出した。その結果、膝関節より被写体厚の薄い部位は散乱線含有率60%以下となった。一般的にグリッド使用の分岐点は膝関節部といわれており、慣例的なグリッド使用の分岐点は散乱線含有率60%前後にあることが推察された。

本研究においては、60%を分岐部として実際の画質がどのように変化するのかを視覚評価を行い、過去に多数行われてきた検出器への到達線量と画質の関係ではなく、新たに散乱線含有率と画質の関係という視点から、グリッドの効果を明らかにすると共に近年普及している散乱線補正技術の最適化に応用することを目的とする。

【方法】

X線発生装置およびX線管装置は島津製作所 RAD-Speed PRO Edge/1.2P324DK-85, 検出器は富士フィルム株式会社 DR-ID900PU, 散乱体としてアクリルファントム(30×30×1cm)を用いた。実験では、アクリル厚ごとに、照射野及び撮影条件を変化させながら散乱線含有率を求めた。次に、散乱線含有率を算出した被写体厚と幾何学的条件および被写体透過後の線量を一定にして、ハウレットチャートを撮影し視覚的検出能の評価を行った。視覚的検出能を求めるための観察者実験は、診断用モニタ2Mを使用し、観察時間、観察距離は、観察者の自由として行なった。

【結果・結論】

厚みが10cm以上の各エネルギーにおける散乱線含有率は、60%以上の値を示していた。厚みが5cm以下では散乱線含有率は50%以下の値を示していた。すべての厚みにおいて照射野を絞ると散乱線含有率は低下する傾向を示していた。それぞれの撮影条件における視覚的検出能を求めた結果、散乱線含有率が60%以上の視覚的検出能は低い値を示し、60%以下の視覚的検出能は高い値を示した。これにより、分岐点が散乱線含有率60%前後であることが示された。

C-01 血管内治療における石灰化病変に対するワイヤー通過時の抵抗力の数値化

○宮西 忠史¹⁾, 高嶋 奏太¹⁾

1) 天理よろづ相談所病院

【目的】

石灰化病変の血管内治療では、ワイヤーを通過させる際に多大な抵抗力や時間が必要とされることが知られているが、その具体的な抵抗力の数値化については十分な研究が行われていない。本研究の目的は、身近な機器を用いて、石灰化病変の状態に応じてワイヤーを通過させるために必要な抵抗力を数値化する初期検討を行うことである。

【方法】

石灰化病変を模擬するため、直径5mmのストローを約3cmに切断し、内部に軽量樹脂製粘土と卵の殻を封入したファントムを21種類作成した。各ファントムに対して、マイクロワイヤーを通過させるのに必要な抵抗力を計量器で測定した。また、ファントムをCT撮影し、Agatstonスコアと計量器にかかる重量を計測することで、石灰化病変を通過させるために必要な抵抗力と石灰化の関係を分析した。【使用機器】CT装置：GE社製 Revolution 計量器：ドリテック社製家庭用計量器 マイクロワイヤー：朝日インテック社製 Miracle Neo3 ワークステーション：アミン社製 ZIOstation Revolut

【結果・結論】

各ファントムの Agatston スコアは最小0、最大127。ワイヤーを通過させるのに必要な最小重量は20g、最大重量は144gであった。最大重量と Agatston スコアの間には相関関係があり、近似曲線は $y = 0.71x + 34.3$ 、決定係数は $R^2 = 0.66$ であり、危険率 $\alpha = 0.01$ にて有意な相関が認められた。

石灰化病変をワイヤーが通過するために必要な抵抗力を数値化する可能性が示唆された。この結果は、石灰化病変治療の効率化および治療難度予測に貢献するものと期待される。

C-02 全方向鉛シールド型放射線防護メガネにおける鉛当量の最適化に関する基礎的研究

○吉田 賢史¹⁾, 津田 和誠¹⁾, 今井 信也¹⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】

放射線防護メガネは水晶体被ばく低減を目的に IVR などの手技で広く使用されている。しかし市販の放射線防護メガネはレンズの形状や鉛当量が異なるため、散乱線防護率には差異が生じている。先行研究では、複数の放射線防護メガネを用いて散乱線防護率を測定した結果、鉛当量 0.75 mmPb のものは全て散乱線防護率が 80% 以上になったと示されている。本研究は、放射線防護メガネの全方向を鉛シートで遮蔽した場合、散乱線防護率が 80% となる鉛当量を推定することを目的とした。

【方法】

通常のアクリルレンズに 0.1 mm の鉛シートを張り付けて、0.1 mmPb, 0.2 mmPb, 0.3 mmPb, 0.5 mmPb の放射線防護メガネを作成した。また、メガネと顔の隙間を埋めるためにレンズと同じ鉛当量の鉛シートをメガネの全方向に張り付ける構造とした。検査モデルは ERCP とし、模擬術者は頭部 CT ファントム、また模擬患者は CT 撮影用全身ファントムを使用した。模擬術者の水晶体の高さは 160 cm として左右の眼球に水晶体線量計を装着した。模擬術者の顔の向きは X 線 TV 装置の寝台に対して 0° となるよう設置して測定した。得られた線量値から各鉛当量における散乱線防護率を推計した。

【結果・結論】

散乱線防護率は 0.1 mmPb の場合、右眼で 76%、左眼で 78% であった。0.2 mmPb の場合、右眼で 85%、左眼で 85% となり、0.3 mmPb 以降は両目とも 80% 以上となった。左眼の散乱線防護率より得た近似式より散乱線防護率が 80% となるレンズの鉛当量は 0.11 mmPb と推定された。

本研究により、放射線防護メガネは鉛レンズおよび鉛シートによりメガネと顔の隙間を完全に覆うことができれば、それらの鉛当量は 0.11 mmPb で 80% 以上の散乱線防護率を確保できることが示された。

C-03 Cアーム型透視装置を使用した手台型防護具の高さ方向の配置による遮蔽効果の検討

○森本 日陽¹⁾, 有田 圭吾¹⁾, 阪井 裕治¹⁾, 高尾 由範¹⁾, 小川 隆由¹⁾, 市田 隆雄¹⁾

宇都宮 あかね¹⁾

1) 大阪公立大学医学部附属病院

【目的】

Cアーム型透視装置での適切な放射線防護環境の構築を目的に、患者側方に配置する手台型防護具の高さ方向を変化させ遮蔽効果を検討したので報告する。

【方法】

透視装置：Ultimax-i（キヤノンメディカルシステムズ），線量計：Accu-Gold+ 10 × 6-1800（Radcal），X線水ファントム WAC 型（京都科学社）を使用した。寝台高さ：106cm，SID：110cmとし，腹部 IVR での透視条件を用いて Cアーム角度：0°，RAO20°，LAO20°での空間線量：測定高さ 100cm（腹部想定），150cm（水晶体想定）を測定した。手台型防護具は 50 × 48cm の無鉛防護シート（0.35mmPb）をその代替とし，寝台側方での設置位置（高さ）を変更している。測定点は，ファントム中心から 50cm の位置を寝台側中央の点とする 1.5m 四方の 9 点（50cm 間隔）とし，術者位置は ERCP を想定した（寝台側の頭側 50cm）。防護具のなし，あり（検出器中央，テーブル上方 0cm ～ 20cm）の空間線量率を測定し，その計測値より遮蔽率を算出した。

【結果・結論】

術者位置での空間線量率は，防護具なし/0cm/20cm の順に 0°で腹部：10.8/9.4/9.1 μ Gy/min，水晶体：7.8/7.7/6.9 μ Gy/min，RAO20°で腹部：10.2/9.5/8.2 μ Gy/min，水晶体：5.7/5.3/3.6 μ Gy/min，LAO20°で腹部：9.1/8.9/7.1 μ Gy/min，水晶体：6.8/6.5/5.2 μ Gy/min であった。また，腹部の遮蔽率は最大 45%，水晶体の遮蔽率は最大 36% であった。その他の測定点でも腹部高さの遮蔽効果は高い傾向が確認できた。また，防護具の高さによって腹部の遮蔽率は大きく変化しなかったが，水晶体の高さでは，防護具の高さが高いほど遮蔽効果が高い傾向が確認できた。

D-01 CT撮影の医療被ばく実測への適用を目指した 小型リアルタイム OSL 線量計の開発

○中原 嶺奈¹⁾, 後藤 聡汰¹⁾, 林 裕晃²⁾, 前田 達哉³⁾, 高久 圭二¹⁾

- 1) 神戸常盤大学 保健科学部 診療放射線学科
- 2) 金沢大学 融合研究域 融合科学系
- 3) 金沢大学 医薬保健学総合研究科 保健学専攻

【目的】

ヘリカルスキャンを用いたCT撮影では、X線管の位置によって患者の皮膚表面の線量が2倍程度変動することがわかっており、患者の医療被ばくを精度よく実測することは難しい。CT検査時に線量の時間変動データが取得できれば、X線の入射方向の問題を解決した線量解析が可能となる。しかし、リアルタイム計測が可能な能動型線量計は、金属部品によって金属アーチファクトが生じるため、実測に適さなかった。本研究の目的は、医用画像への影響が少ないリアルタイム線量計を開発し、CT検査への適用可能性を調べることである。

【方法】

OSL素子は放射線が照射された際に微弱なルミネセンス光を発する。この光を計測できるように光計測デバイス (Multi-Pixel Photon Counter : MPPC) と OSL素子を組み合わせることで、2 cm × 3 cm サイズの小型リアルタイム線量計を開発した。CT検査の被ばく線量測定への適用可能性を評価するために、水円柱ファントムおよび人体ファントムの上に線量計を配置し、線量計測を行った。リアルタイムデータの解析と、アーチファクトインデックス (AI) を用いてCT画像への影響を調べた。AI値はファントム内のCT値を線量計の有無に対して解析した。さらに、商用の半導体線量計も使用して比較実験を行った。

【結果・結論】

開発した線量計は0.1秒間隔で線量のタイムデータを取得できた。OSL線量計を使用した際のCT画像のAI値は、水円柱ファントムで5.16、人体ファントムで9.76であった。これは半導体線量計のAI値の半分以下であり、アーチファクトがほとんど発生しなかった。したがって、われわれが開発した線量計はアーチファクトの影響が少なく、リアルタイムにCT検査中の被ばく線量を測定できることが明らかとなった。今後は、リアルタイムデータを活用し、X線の入射方向や線量分布を推定するアルゴリズムを開発する予定である。

D-02 低線量肺がん CT 検診画像を用いた乳房内悪性腫瘍の評価

○野町 叶夢¹⁾, 木村 泉美¹⁾, 田中 和¹⁾, 藤原 梨花¹⁾, 高木 聡志¹⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】

任意型がん検診として低線量肺がん CT 検診を実施する施設が増加している。本研究では、乳房が撮影範囲に含まれている低線量肺がん CT 検診画像を用いて乳房内の悪性腫瘍を検出できるのかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

2018年2月から2020年2月の期間に札幌がん検診センターで受診した乳がん検診においてカテゴリ3以上と診断され、本研究に同意いただいた受診者に対して、同日に低線量肺がん CT 検査を実施した。その後の組織診にて悪性腫瘍と診断された症例を本研究の対象とした。乳房を評価するための軟部条件画像 (FOV: 350 mm 程度, スライス厚: 3.0 mm, スライス間隔: 3.0 mm) と拡大再構成画像 (FOV: 120 mm 程度, スライス厚: 3.0 mm, スライス間隔: 0.6 mm) を作成した。放射線科医1名がBI-RADSカテゴリを用いて評価した。初めに軟部条件画像のみで評価し、続けて軟部条件画像と拡大再構成画像を用いて再度評価した。カテゴリ2以上と評価された病変を検出とみなし、悪性腫瘍の検出率を求めた。

【結果・結論】

本研究の対象として24症例を収集し、病変が10 mm未満の症例は11症例、10 mm以上の症例は13症例であった。軟部条件画像のみを用いた場合、10 mm未満の悪性腫瘍では検出率は81.8% (9/11)、10 mm以上の悪性腫瘍では検出率は84.6% (11/13)であった。軟部条件画像と拡大画像を用いた場合、10 mm未満の悪性腫瘍では検出率は81.8% (9/11)で変化が認められなかったが、10 mm以上の悪性腫瘍では検出率は92.3% (12/13)に改善した。

低線量肺がん CT 検診画像を用いて乳房内悪性腫瘍を検出でき、拡大再構成画像を追加することで10 mm以上の悪性腫瘍の検出率が向上した。

D-03 低線量肺がん CT 検診画像を用いた乳房の嚢胞検出率

○藤原 梨花¹⁾, 木村 泉美¹⁾, 田中 和¹⁾, 野町 叶夢¹⁾, 高木 聡志¹⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】

乳房内の嚢胞はマンモグラフィにおいて境界明瞭な腫瘤として描出され、充実性病変との鑑別が困難であり、追加の超音波検査を実施する必要がある。本研究では低線量肺がん CT 検診の画像を用いて乳房を評価した場合の嚢胞の検出率を明らかにすることを目的とした。

【方法】

2018年2月から2020年2月の期間に札幌がん検診センターにて乳がん検診(マンモグラフィと超音波検査)を受けて嚢胞と診断され、本研究に同意いただいた受診者に対して、同日に低線量肺がん CT 検診を実施した。乳房評価のための軟部条件画像(FOV: 350mm 程度, スライス厚/スライス間隔: 3.0mm/3.0mm)と拡大再構成画像(FOV: 130mm 程度, スライス厚/スライス間隔: 3.0mm/0.6mm)を追加で作成した。BI-RADS カテゴリーを用いて放射線科医1名がまずは軟部条件画像のみで、次に拡大再構成画像を追加して乳房の評価を行った。カテゴリー2以上の評価を検出したと判断し、嚢胞の検出率をサイズ別に求めた。

【結果・結論】

19症例を本研究の対象とした。サイズは5mm未満が5症例, 5~10mmが8症例, 10mmを超えたものが6症例であった。軟部条件画像のみで評価した場合の検出率は5mm未満が60% (3/5), 5~10mmが50% (4/8), 10mmを超えたものが50% (3/6)であった。拡大再構成画像を追加した場合の検出率は5mm未満が80% (4/5), 5~10mmが87.5% (7/8), 10mmを超えたものが83% (5/6)であった。

低線量肺がん CT 検診の取得データから作成した軟部画像と拡大再構成画像を用いることで、マンモグラフィで検出された嚢胞のほとんどを検出することができた。

D-04 重金属付加フィルタを用いた歯科用コーンビーム CT(CBCT)の被ばく低減の検討

○鈴木 遥斗¹⁾, 浦 るるあ¹⁾, 澤田 輝心¹⁾, 寶部 真也¹⁾, 倉本 卓¹⁾

1) 神戸常盤大学 保健科学部 診療放射線学科

【目的】

本研究の目的は、歯科用 CBCT に重金属付加フィルタを用いることで、画質を担保しつつ被ばくを低減できる可能性があるかを検討することである。

【方法】

歯科用 CBCT は 3D Accuitomo F17 (モリタ製作所) を使用した。付加フィルタは 0.1 mm 厚の 5 種類の重金属 ($_{29}\text{Cu}$, $_{47}\text{Ag}$, $_{50}\text{Sn}$, $_{64}\text{Gd}$, $_{74}\text{W}$) を使用した。ファントムは、骨等価物質と PMMA を含むオリジナルファントムを使用した。各付加フィルタ条件 (なし, $_{29}\text{Cu}$, $_{47}\text{Ag}$, $_{50}\text{Sn}$, $_{64}\text{Gd}$, $_{74}\text{W}$) で、管電圧を 90 kV に固定し、管電流を変化させ、オリジナルファントムの画像取得と volume CT dose index (CTDI_{vol}) の測定を行った。画質評価は、骨等価物質と PMMA のボクセル値から contrast-to-noise ratio (CNR) を算出し、管電流と CNR の関係を調べた。同様に各付加フィルタ条件の、管電流と CTDI_{vol} の関係を調べた。付加フィルタなし、管電流 5 mA で得られた CNR と CTDI_{vol} を基準条件とした。各付加フィルタ条件で、基準条件と同等の CNR が得られる管電流値を算出し、管電流と CTDI_{vol} の関係から、これらの条件で得られる CTDI_{vol} を推定した。

【結果・結論】

基準条件の CNR と CTDI_{vol} はそれぞれ 8.89 と 3.43 であった。各付加フィルタ ($_{29}\text{Cu}$, $_{47}\text{Ag}$, $_{50}\text{Sn}$, $_{64}\text{Gd}$, $_{74}\text{W}$) で CNR が 8.89 となる管電流は、6.9, 15.0, 13.3, 10.2, 20.9 mA であり、推定される CTDI_{vol} はそれぞれ 3.36, 3.40, 3.71, 3.49, 3.47 mGy であった。 CTDI_{vol} は、基準条件に比べ $_{29}\text{Cu}$, $_{47}\text{Ag}$ でそれぞれ約 2%, 1% 低減した。歯科用 CBCT に重金属付加フィルタを用いることで、画質を担保しつつ被ばくを低減できる可能性を示した。

E-01 Twin-beam Dual Energy CT 撮影法による仮想単色 X 線画像の被写体厚特性：ファントム検証

○岸上 真以子¹⁾, 桐木 雅人¹⁾, 小泉 将司¹⁾, 酒井 敏行¹⁾, 源 貴裕¹⁾

1) 兵庫医科大学病院

【目的】

Dual Energy CT (DECT) 撮影において Split フィルタを使用した Twin Beam DE (TBDE) 撮影は汎用性が低く、その特性に関する報告は少ない。本研究では、TBDE 撮影における仮想単色 X 線画像の被写体厚特性を評価した。

【方法】

装置は SOMATOM Edge Plus (シーメンス社製)、ファントムは Mercury 4.0 AEC ファントム (Sun Nuclear 社製) を使用した。TBDE 撮影には管電圧 120kVp に Au/Sn フィルタを用いた。比較対象は、管電圧 80-140kVp の Dual Spiral 方式の DE (DSDE) 撮影とした。撮影条件は、ガントリ回転速度を 1 秒 / 回転、管電流を撮影可能な最大値、TBDE と DSDE のピッチファクタを 0.25 と 0.35 とした。再構成スライス厚は 5 mm、再構成関数は Qr 40 とした。ファントムの 16, 26 および 36 cm 径の箇所を撮影した。ヨードとポリエチレンにおける HU 曲線を計測した。また、DSDE を基準とした TBDE の CT 値の相対誤差を算出した。

【結果・結論】

70 keV 画像における 16, 26 および 36 cm 径での CT 値は、TBDE のヨードで 262, 282 および 315 HU、ポリエチレンで -44, -41 および -52 HU であり、DSDE のヨードで 281, 278 および 262 HU、ポリエチレンで -44, -48 および -52 HU であった。相対誤差は、ヨードで -6.7, 1.5 および 20.4 % であり、ポリエチレンで -0.7, -0.2 および 0.9 % であった。また、実効エネルギーが 70keV から離れるほど誤差が大きい傾向を示し特に 36 cm 径の 40 keV 画像のヨードとポリエチレンでは誤差が 46.7% と 23.0% であった。TBDE の仮想単色 X 線画像は被写体厚依存性が大きく、特に低 keV 画像で誤差が大きい。

E-02 スペクトラル CT による肺密度の定量化： Quantification of lung density using Spectral CT

○藺崎 奏門¹⁾, 長尾 政輝¹⁾, 新垣 克騎¹⁾, 加藤 由依¹⁾, 小堀 雅也¹⁾, 二宮 悠真¹⁾
岩元 新一郎¹⁾

1) 広島国際大学 保健医療学部 診療放射線学科

【目的】

肺の物理密度 (絶対密度) を定量的に評価することができれば, び漫性肺疾患の診断・治療に有力な情報となる。また, 肺切除後の残存肺を定量的に評価することができる。しかし, CT 値による組織密度の評価は装置やエネルギーによって異なるため, 客観性と定量性に欠けている。Dual Energy CT (DECT) を用いた人体組織の電子密度の推定方法は数多く報告されているが, 肺の絶対密度を直接かつ正確に推定することはできない。われわれは, 仮想単色画像から電子密度を測定し, 肺の原子番号質量比を作用させることで肺の絶対密度を推定する方法を提案する。

【方法】

X 線 CT 装置 (TSX-032A, Alexion : TOSHIBA) で組織等価ファントム (Model467 : GAMMEX) の LN-300 と LN-450 (以下被測定ロッド), 水と CB2-30 % (以下基底物質ロッド) を撮影した。管電圧および管電流時間積は低管電圧収集を 80 kV-300 mAs, 高管電圧収集を 135 kV-200 mAs とした。スライス厚を 6 mm, SFOV を 430 mm, 画像再構成法を FBP 法, 再構成関数を腹部標準関数である FC13 を用いた。低管電圧収集画像および高管電圧収集画像で得られた被測定ロッドの CT 値と基底物質ロッドの質量減弱係数を用いて等価密度加重係数を算出した。得られた等価密度加重係数を用いて仮想単色画像を作成し, 被測定ロッドの電子密度を算出した。得られた電子密度に肺の原子番号質量比 (Lung Tissue : ICRU-44) を作用させることにより肺の絶対密度を推定した。

【結果・結論】

25 keV の仮想単色画像から算出した肺の絶対密度と被測定ロッドの理論値との相対偏差は LN-300 で 3.7 %, LN-450 で 0.9 % となった。低エネルギー仮想単色画像を用いて電子密度を推定することにより, 肺の絶対密度の推定精度を向上させることができた。

E-03 頭部 Dual energy CT において Organ-based tube current modulation が解析精度に与える影響

○中谷 稜¹⁾, 西山 卓志¹⁾, 船山 裕也¹⁾, 室谷 夕子¹⁾, 熊山 義孝¹⁾

1) 和歌山県立医科大学附属病院

【目的】

頭部 CT 撮影において Organ-based tube current modulation (以下 OB-TCM) を適応することで水晶体線量を低減できるとされている。また、近年 Dual energy CT (以下 DECT) 撮影が臨床現場において実用性が高まってきている。そこで頭部 DECT 撮影時に OB-TCM を適応することで解析精度に影響を与えるか検証を行うことを目的とした。

【方法】

CT 装置は SOMATOM Force (SIEMENS 社) を使用した。撮影条件は OB-TCM 有り無し共に、管電圧 80kV, 150kV とし OB-TCM 有りでは表示 $CTDI_{vol} 20.11mGy$ (32cm ϕ), OB-TCM 無しでは表示 $CTDI_{vol} 42.19mGy$ (16cm ϕ) になるように線量を調整した。線量測定用頭部ファントム (東洋メディック社) の全方位 360° に蛍光ガラス線量計 (千代田テクノル社) の素子を 30° 間隔で計 12 か所配置し、5 回ずつ撮影を行い総線量が同等になることを確認した。次にマルチエナジー CT ファントム (東洋メディック社) にヨード値が異なる 10 種類のロッドを配置した。ロッドの種類は, water, 1mg/ml, 2mg/ml, 5mg/ml, 10mg/ml, Brain, Brain+2mg/ml, Brain+4mg/ml, 5mm ϕ (5mg/ml), 10mm ϕ (5mg/ml) を使用した。OB-TCM 無し, 有りの条件で撮影を行い, ワークステーション Syngo.via (SIEMENS 社) で任意断面 5 か所のヨード密度値を測定した。

【結果・結論】

頭部 DECT 撮影において, OB-TCM の適応有無は, 10 種類全てのロッドで表示されるヨード密度値に差がなく, 解析精度に影響を与えなかった。

F-01 人体模擬ファントムを用いた CT 画像の空間的ノイズ分布評価

○杉岡 悠輝¹⁾, 石黒 太一¹⁾, 鈴木 陽花¹⁾, 岡 真広¹⁾, 眞壁 慶伍¹⁾, 星野 貴志¹⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】

人体における X 線減弱を再現した人体模擬ファントムを用いて CT 画像のノイズ均一性に対する逐次近似再構成 (iterative reconstruction iterative reconstruction : IR) の影響を明らかにする。

【方法】

胸部ファントム (N-1 ラングマン, 京都科学) に 3 種類 (CT 値 : -800, -630, +100HU) の球体模擬腫瘍 (直径 10 mm) を配置し, CT 装置 (Aquilion Lightning, キヤノンメディカル) にて同一断面を繰り返し 30 回撮影した。Filtered back projection (FBP) および IR (AIDR 3D, AIDR 3D enhanced) の各強度で再構成を行った。空間的ノイズ分布の解析は, 各条件で再構成されたデータを ImageJ (NIH) にて各 pixel の標準偏差を表示するノイズマップを作成し, 胸部ファントムの均一部分 (縦隔) と不均一部分 (肺野, 模擬腫瘍) に関心領域を配置しヒストグラム解析と noise uniformity index (NUI) により空間的ノイズ分布の不均一性を評価した。

【結果・結論】

FBP では均一部分と不均一部分における空間的ノイズ分布に有意な差は認めなかったが, IR では不均一部分で有意に高い値を示した。コントラストの異なる模擬腫瘍では CT 値の高い腫瘍ほど高い値を示した。

IR 画像では構造が複雑な場合やコントラストが異なる場合, FBP 画像に比べ IR 画像では空間的ノイズ分布の不均一性が増加したことから, 同一断面においても対象物によって異なる処理が行われていることを証明できた。IR 法の強度選択は対象物による特性を考慮する必要がある。

F-02 ヘリカルスキャンのオーバーレンジ回避に用いられる アクティブコリメータがz軸方向の線量プロファイルに与える影響

○立畑 美羽¹⁾, 竹井 泰孝¹⁾, 今本 怜良¹⁾, 郷原 華乃¹⁾, 中田 輝¹⁾, 森分 良²⁾

1) 川崎医療福祉大学 医療技術学部 診療放射線技術学科

2) 川崎医科大学附属病院 中央放射線部

【目的】

ヘリカルスキャンのオーバーレンジ (Over-ranging : OR) 回避に用いられるアクティブコリメータ (Active Collimator : AC) が、z 軸方向の線量プロファイル形状に与える影響について検討する。

【方法】

CT 装置は Aquilion Prime SP (Canon Medical Systems) を用いた。X 線アナライザ (Accu-Gold+, Radcal) に接続した電離箱検出器 (10X6-0.6CT, Radcal) をガントリ回転中心、半導体検出器 (AGMS-D+, Radcal) をガントリ下部に配置し、電離箱感度中心から ± 40 mm の範囲を管電圧 120 kV、管電流 100 mA、X 線ビーム幅 40 mm、回転速度を 0.35, 0.5, 1.0 s/rot、ピッチファクタ (Pitch factor : PF) を 0.637, 0.813, 1.388 と変化させたヘリカルスキャンとボリュームスキャンを行い、z 軸方向の線量プロファイルの測定を行った。

【結果・結論】

全てのスキャン条件において、ヘリカルスキャンの線量プロファイルはボリュームスキャンの線量プロファイルよりも拡がりを持った形状となっていた。またボリュームスキャンの線量プロファイルは回転速度が変化しても、線量プロファイルの半値幅 (Full Width Half Maximum : FWHM) はほとんど変化していなかったが、ヘリカルスキャンの線量プロファイルの FWHM は、高 PF、高速回転になるほど拡大していた。これらの結果から高 PF や高速回転のヘリカルスキャンでは AC のブレード動作が追いつかないために線量プロファイルの FWHM が拡大し、AC による OR 低減効果が減少している可能性が考えられる。

F-03 臨床画像を用いた骨解像度評価法の提案

○光武 陸斗¹⁾, 得能 眞之介¹⁾, 寺下 博登¹⁾, 楠本 祐斗¹⁾, 星野 貴志¹⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】

逐次近似再構成 (IR) 法などによる画像の解像度評価において、従来の標準的な測定法で得られた結果は必ずしもその特性を反映するものではない。特に画像ノイズやコントラストなど対象となる物質により画質特性が変化することが問題となっている。そこで本研究では臨床画像を用いて解像度を評価する手法を提案し骨梁の解像度を評価することを目的とする。

【方法】

SOMATOM X.cite (SIEMENS Healthineers) にて撮影された大腿骨遠位部を filtered back projection (FBP) の各再構成関数および IR (ADMIRE) の各強度 (1-5) にて再構成を行った。ImageJ (NIH) を用いて、大腿骨遠位の骨内に 30×30 pixel の関心領域を配置し、各 pixel の CT 値を計測した。関心領域内 CT 値の第 1 四分位以上を骨皮質、第 3 四分位未満を骨髄と仮定し、骨梁の解像度を表す尺度 (trabecular sharpness : TS) とした。Catphan (Phantom Laboratory) を撮影し、CTmeasure (CT 技術学会) を用いて circular edge 法による modulation transfer function (MTF) を計測した。さらに観察者実験を行い TS と MTF との関係进行分析した。

【結果・結論】

観察者実験の結果と TS, MTF との線形回帰分析は、FBP では MTF : 0.98 ($P < 0.01$), TS : 0.92 ($P < 0.01$) の相関係数を認め共に正の相関を示した。一方、IR では MTF で相関係数が -0.96 と負の相関を示したが、TS は 0.94 ($P < 0.01$) と正の相関を示し、線形回帰における相関係数を優位に改善した。

TS は臨床画像を用いて骨梁の解像度を評価することが可能であり、複雑な周波数特性をもつ IR などの非線形画像に対して有効で、客観的かつ定量的な解像度評価法である。

F-04 Daily QA テストにおける CT 値変動の極値統計解析

○杉山 祐里香¹⁾, 川畑 秀一¹⁾, 遠地 志太¹⁾, 今井 國治²⁾

1) 大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

2) 名古屋大学大学院医学系研究科 総合保健学専攻

【目的】

日常点検 (Daily QA) は, CT 装置の安全性確保や性能維持のために, 必要不可欠な作業である. 近年では, スペクトラル CT やフォトンカウンティング CT (PC-CT) などの高性能装置が登場しており, これらの装置から得られる画像情報の信頼性維持と言った観点から, Daily QA の重要性は増していると思われる. 本研究の目的は, PC-CT 装置で推奨されている Daily QA の測定結果から, CT 値の経時的変動に対して極値統計理論に基づいた装置性能の評価手法を提案することである.

【方法】

シーメンス社製 PC-CT 装置 (NAEOTOM Alpha) を使用し, 装置付属の QA ファントム (水) を用いた Daily QA テストを日常診療の始業時に実施した. このテストから, 臨床で主に使用する測定条件 (撮影条件: 一管球モードによる 120kVp 撮影, 再構成条件: 70keV) を対象として, 本装置稼働後の約 1 年の期間において, 複数スライスにおける画像ノイズおよび中心部と周辺部の CT 値の測定結果を調査した. また, CT 値変動の詳細を調べるために, CT 値測定結果の絶対値から最も大きい値をサンプルとして抽出し, 極値統計解析を行った.

【結果・結論】

画像ノイズの評価では, 日別変動はほとんど無かった. 一方で, CT 値の評価では, CT 装置の調整やソフトウェアバージョンアップに起因する測定値変動が装置既定の許容誤差 (0.0 ± 4.0) の範囲内で確認された. また, 最大となる CT 値の絶対値は, 極値統計解析から Gumbel 分布に従うことが明らかとなった. さらに, Gumbel 分布から求まる位置母数 μ (分布の最頻値) および尺度母数 γ (分布の広がり) から CT 値の変動指標を $\mu + \gamma$ と定義し, 算出したところ, 約 2.4 となり, 許容誤差よりも非常に小さい値となった. 以上の結果から, PC-CT 装置では, 画像ノイズおよび CT 値の均一性は非常に安定していることが明らかとなった.

G-01 前臨床 7T-MRI を用いた薬剤性急性腎障害モデルの 多角的腎評価

○夏山 朋大¹⁾, 上田 淳平^{1,2)}, 齋藤 茂芳^{1,3,4)}

- 1) 大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座
- 2) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科
- 3) 国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部
- 4) 大阪大学免疫学フロンティア研究センター

【目的】

腎臓は老廃物の排泄や電解質濃度の調節といった生体機能を保つ上で重要な役割を担っている。しかし、近年薬剤の副作用による腎障害が問題となっており、腎障害を直接定量的に評価することのできる検査方法の確立は有用であると考えられる。本研究では Gentamicin を過剰投与して作成した薬剤性急性腎障害モデルを 7T-MRI を用いた緩和時間測定法と腎機能検査を併用し多角的に評価を行った。

【方法】

装置は 7T-MRI (Bruker 社製) を用いた。10 週齢の Wistar ラットを用い、腎疾患モデルは Gentamicin 80mg/kg を 7 日間腹腔内投与して作成した。呼吸同期下で、コントロール群 6 匹、疾患モデル群 5 匹の T1 map, T1rho map, T2 map, T2* map を測定し、皮質・髓質に分けて 2 群間の比較を行った。また、腎機能評価を目的に血液検査 i-STAT (Abbott 社製) を行い、Na, K, Cl, 窒素尿素 (BUN), クレアチニン (Crea), ヘマトクリット (Hct) の数値を調べた。腎組織は HE 染色で評価した。

【結果・結論】

緩和時間測定では、主に皮質で有意な変化があり、特に T1 map (コントロール: 1157 ± 140, 疾患モデル: 1550 ± 162, $p < 0.05$) と T2 map (コントロール: 42.9 ± 3.4, 疾患モデル: 53.4 ± 4.8, $p < 0.05$) で顕著であった。血液検査では、Na, BUN, Crea, Hct でそれぞれ疾患モデルでの有意な上昇が確認できた。また、腎皮質での T1 map と各物質の値に相関が見られ、Na ($r=0.75$), BUN ($r=0.68$), Crea ($r=0.70$), Hct ($r=0.83$) であった。HE 染色では、腎障害による組織の損傷が確認できた。

Gentamicin 投与の薬剤性腎疾患モデルにおいて、腎障害の多角的な評価が可能となった。

G-02 ラットを対象とした GluCEST imaging における飽和パルス強度が CEST 解析値に与える影響

○坊野 和真¹⁾, 中野 天晴²⁾, 大西 一輝¹⁾, 上田 淳平^{1,3)}, 齋藤 茂芳^{1,4,5)}

- 1) 大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座
- 2) 刈谷豊田総合病院 放射線技術科
- 3) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科
- 4) 国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部
- 5) 大阪大学免疫学フロンティア研究センター

【目的】

Glutamate-weighted CEST (GluCEST) は生体内のグルタミン酸測定に利用できることが報告されている。GluCEST imaging では撮影シーケンスのパラメータに依存して、グルタミン酸の検出感度に変化する。本研究ではラットのパーキンソンモデル (PD-SN) に対し、異なった二種類の飽和パルス強度を用いた CEST 撮影が GluCEST の測定値に与える影響を検証した。

【方法】

ドーパミン作動性神経の細胞死を引き起こす神経毒である 6-OHDA を右黒質に局所投与したパーキンソン病モデルラット (PD-SN) 6 匹, 正常ラット (Control) 6 匹を対象として使用した。前臨床用 7T-MRI (Bruker 社製) を用いて右線条体を対象として GluCEST および MRS 撮像を行った。GluCEST は飽和パルス強度 B_1 を $3\mu\text{T}$ の GluCEST ($\text{CEST}_{3\mu\text{T}}$), $6\mu\text{T}$ の GluCEST ($\text{CEST}_{6\mu\text{T}}$) を同一断面で連続的に撮像した。CEST 解析ではオフセット周波数 3.0ppm における MTR asymmetry を算出し, MRS 解析では LC Model を用いて脳内の代謝物を mM 単位で測定した。

【結果・結論】

$\text{CEST}_{3\mu\text{T}}$ では PD-SN において Control と比較して有意な MTR asymmetry の変化は認められなかった (PD-SN : $0.45 \pm 0.7\%$, Control : $-1.0 \pm 2\%$, $p=0.16$)。一方, $\text{CEST}_{6\mu\text{T}}$ では PD-SN で有意な上昇が見られた (PD-SN : $2.8 \pm 0.5\%$, Control : $1.7 \pm 1\%$, $p<0.05$)。MRS 解析では, PD-SN において有意なグルタミン酸の上昇が観察された (PD-SN : $10.8 \pm 0.5\text{mM}$, Control : $9.9 \pm 0.2\text{mM}$, $p<0.01$)。

飽和パルス強度 $6\mu\text{T}$ を用いた GluCEST は, グルタミン酸の検出において有用であることが示唆された。

G-03 化学交換飽和移動イメージング法を用いた放射線照射担癌モデルマウスの生体評価

○湯藤 恭佳¹⁾, 辻 尚樹²⁾, 板垣 孝治^{2,3)}, 番浦 夏生^{2,4)}, 上田 淳平^{2,5)}, 齋藤 茂芳^{2,4,6)}

- 1) 大阪大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻
- 2) 大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座
- 3) 京都大学医学部附属病院 放射線部
- 4) 国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部
- 5) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科
- 6) 大阪大学免疫学フロンティア研究センター

【目的】

生体内のコリン (Cho) は MRS で測定されるが、化学交換飽和移動 (CEST) を用いることでも細胞抽出液中の Cho 測定ができることが報告されている。腫瘍に対する治療は抗がん剤と放射線治療が主に用いられる。我々は前臨床用 7T-MRI (PharmaScan 70/16 US, Bruker biospin) を用いて大腸がん腫瘍の放射線照射担癌モデルマウスに対し CEST イメージング, DWI 測定を行い、治療効果の評価を行った。

【方法】

マウス大腸がん細胞株 colon-26 を 8 週齢マウスの片腰に移植し、担癌マウスモデルを作成した。移植後 7 日目に放射線照射をし、7T-MRI (PharmaScan 70/16 US, Bruker biospin) により T₂WI, CEST イメージング, DWI の撮影を行った。CEST イメージングでは 1.2 ppm の MTR 値 (%) および DWI から同領域の ADC (mm²/sec) を算出し、各群において統計的な解析を行った。

【結果・結論】

colon-26 移植後 6 日目における照射なし個体の MTR 値は 6.1 ± 3.5 %, ADC 値は 1.10 ± 0.3 ($\times 10^3$ mm²/sec) となった。colon-26 移植後 8 日目における照射なし個体の MTR 値は 3.3 ± 1.9 %, ADC 値は 0.79 ± 0.2 ($\times 10^3$ mm²/sec) となった。colon-26 移植後 8 日目における照射あり個体の MTR 値は 6.4 ± 2.0 %, ADC 値は 0.74 ± 0.1 ($\times 10^3$ mm²/sec) となった。細胞を移植してから 6 日において MTR 値と ADC 値は高値を示し、その後、腫瘍の増殖とともに両値ともに減少する傾向が確認された。放射線照射により、8 日目の腫瘍において MTR 値は 6 日目の未照射腫瘍と同様に高値を示したが、ADC は低下した。この結果から 6 日目では細胞増殖・細胞膜代謝は活発であり、7-8 日目で減少を示すが、照射により一時的な細胞周期の停止が示唆された。

G-04 7T-MRI を用いた 4D-flow による ラット頸動脈内膜肥厚モデルの生体評価

○安田 聖¹⁾, 伊藤 舞胡²⁾, 上田 淳平^{2,3)}, 番浦 夏生^{2,4)}, 齋藤 茂芳^{2,4,5)}

- 1) 大阪大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻
- 2) 大阪大学大学院 医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座
- 3) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科
- 4) 国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部
- 5) 大阪大学免疫学フロンティア研究センター

【目的】

高血圧、生活習慣病などで血管内膜が損傷されるとプラーク形成による動脈硬化が起こり、心臓や脳の虚血性疾患の発症につながる。動脈硬化は、血管内の血流や断面積が変化することが知られている。本研究では片側頸動脈損傷ラットモデルの両側頸動脈を 4D-flowMRI で撮影し、内皮損傷による流量・wall share stress (WSS)・断面積の変化を解析することを目的とした。

【方法】

7T-MRI (Bruker 社製) を使用し、対象は SD ラットを用いた。右総頸動脈を剥離し、バルーンカテーテル挿入し膨らませ、右頸動脈内皮損傷モデルを作成した。コントロール 7 匹、右側内皮損傷モデル 10 匹を用いた。TOF 法で 3D 画像取得後、4D-flow 撮影を行った。解析は iTFlow@ (Cardio Flow Design) を用いて、頸動脈近位部・中間部・遠位部の流量・WSS・断面積を算出し、統計的な解析を行った。

【結果・結論】

内皮損傷モデルにおいて、10 匹中 4 匹は損傷側の血流が観察されなかった。一方血流が観察された内皮損傷モデル 5 匹では損傷側で血流が減少している個体が 4 匹、上昇している個体が 1 匹であった。損傷側で血流が減少している個体群では流量は近位部において非損傷側に比べ優位に低下した (非損傷側: $47.5 \pm 20.1 \mu\text{L}/\text{心拍}$, 損傷側: $18.1 \pm 7.5 \mu\text{L}/\text{心拍}$, $p < 0.05$)。さらに、遠位部の断面積も低下した (非損傷側: $1.2 \pm 0.4 \text{ mm}^2$, 損傷側: $0.6 \pm 0.2 \text{ mm}^2$, $p < 0.05$)。また、コントロール群の同側に比べ内皮損傷モデルの損傷側の流量および WSS は有意に低下した ($p < 0.05$)。血管断面積はコントロール群の同側に比べモデルの非損傷側において有意に増加した ($p < 0.05$)。4D-flowMRI によりラット頸動脈内膜肥厚モデルにおいて、内皮損傷による流量・WSS・断面積の変化を解析することが可能となった。

G-05 7T-MRI を用いた胆管結紮モデルにおける 門脈血流の 4D-flow 解析

○吉川 緑¹⁾, 上田 淳平^{2,3)}, 番浦 夏生^{2,4)}, 齋藤 茂芳^{2,4,5)}

- 1) 大阪大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻
- 2) 大阪大学医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座
- 3) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科
- 4) 国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部
- 5) 大阪大学免疫学フロンティア研究センター

【目的】

門脈の血行動態は肝硬変や門脈圧亢進症などの肝疾患に深く関わっているが、肝内門脈血流の評価方法は確立されていない。胆管結紮モデルラットは肝硬変 / 門脈圧亢進症モデルとして利用されている。過去に胆管結紮モデルラットにおいて肝内門脈血流評価に 4D-flow 解析を用いた報告はない。本研究では 7T-MRI で肝内門脈の 3D-TOF を用いた MR angiography と 3D-phase contrast 法を用いた 4D-flow 解析により、正常ラットと胆管結紮モデルラットの門脈血流量の違いを定量的に評価した。

【方法】

対象は Wistar ラット 8 週齢オス 5 匹、Wistar 胆管結紮モデルラット 8 週齢オス 5 匹とし、水平型 7T-MRI (Bruker Biospin) を使用して Velocity-map の撮影を行った。門脈血流量の測定は以下の 3 点で行った。肝内門脈のうち、①上腸間膜静脈の脾静脈と分岐する直前、②門脈の脾静脈と分岐した直後、③門脈の右枝と左枝に分岐する直前の点とした。

【結果・結論】

正常ラットの肝内門脈血流量は①において 16 ± 3 mL/min ②において 12 ± 3 mL/min, ③において 11 ± 2 mL/min となっており、上腸間膜静脈から門脈末梢へと流れ込むにつれ、その流量が減少する傾向にあることがわかった。また、胆管結紮モデルラットは①において 18 ± 2 mL/min, ②において 14 ± 1 mL/min, ③において 12 ± 2 mL/min となった。正常ラットではどの点を比較しても有意な差はなかったが、胆管結紮モデルラットは、③は①よりも有意に低い値となった ($p < 0.05$)。このことから、胆管結紮モデルラットは正常ラットと比べると、末梢へ行くにつれ、流量が低下する傾向があることが定量的に示された。実験結果から、4D-flow 解析を用いることで非侵襲的に門脈血流動態を定量的に求めることができた。

H-01 BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) を用いた医療機器添付文書における MR 適合性分類の基礎研究

○吉田 真輝¹⁾, 清水 幸三¹⁾, 間井 良将¹⁾, 山谷 裕哉¹⁾

1) 奈良県立医科大学附属病院 中央放射線部

【目的】

添付文書は、医療機器を安全に使用する基本となる文書であり、禁忌事項や使用上の注意などが記載されている。MRI 検査では、医療機器の MR 適合性について添付文書に基づき判断する必要があるが、複数のデバイスについて判断を行う場合、すべての添付文書を確認することは負担となりうる。一方、BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) は自然言語処理アーキテクチャのひとつで、事前学習モデルを Fine Tuning し様々なタスクに使用できる。医療分野でも様々なタスクで優れた性能を示しており、添付文書の判別に利用できる可能性がある。しかし、添付文書の分量はデバイスによって異なり一定しないことに加え、事前学習済みモデルの入力トークン数には制限があり、制限以上の長文を扱えない問題がある。本検討では、添付文書の前処理として、キーワードによる文書抽出を併用することで、MR 適合性に対して効率的な処理が可能か検討した。

【方法】

本検討では、前処理として MR 適合性に関連する文字列を含む文を文頭より句点まで 1 文として抽出し、BERT を用いた MR 適合性に関する多クラス分類の結果によって、本手法の有効性を評価することとした。検索語句を含む 1 文に加え、後続する 3, 5, 10 文を入力として用いた。添付文書は 203 例で、8:1:1 に分割し、学習、評価、テストに用いた。評価指標には、Accuracy, Precision, Recall, F1-score を用いた。

【結果・結論】

3 文を入力とした場合に、最も評価指標が高値を示し、Accuracy, Precision, Recall, F1-score は 0.90, 0.96, 0.90, 0.90 であった。MR 適合性の分類に適した抽出ができたと考えられ、入力のトークン数が制限を超える長文に対して、効率的に学習できる可能性が示唆された。

H-02 領域選択型 pre saturation pulse の調整による 信号抑制不良改善と SAR 低減

○田中 愛弓¹⁾, 重永 裕¹⁾

1) 兵庫県立がんセンター

【目的】

Pre saturation pulse (SAT) は motion artifact 抑制に有効であるが、抑制不良や過度な Specific absorption rate (SAR) 上昇をしばしば経験する。そこで、SAT 電圧の調整によって抑制不良の改善と SAR の低減を試みる。

【方法】

Siemens 社製 Magnetom Vida 3T (内蔵受信コイル) を使用し, asymmetric (aSAT) と standard (sSAT) において印加幅を 60mm と 120mm に固定し, SAT 電圧を 200V から 600V まで 50V ずつ変化させて日興ファインズ工業株式会社製 95-1108Z 型ファントムのピンセクションを高速スピンエコー法 (slice : 1, TR : 500ms, TE : 10ms) で撮像した。同時に slice を 20 に変更し, 各スキャンの SAR を記録した。Image J を用いて作成したプロファイルカーブから最も信号抑制された SAT 電圧を検証し, プランニングとの位置ずれ距離も計測した。

【結果・結論】

aSAT では 60mm, 120mm とともに自動設定電圧は 527V であったが, 最も信号抑制された電圧は両方とも 400V であった。sSAT では 60mm, 120mm とともに自動設定電圧は 520V であったが, 最も信号抑制された電圧は両方とも 450V であった。SAR は印加幅による変化はなく, 電圧が高いほど上昇した (aSAT : 1.64-5.07W/kg, sSAT : 1.28-2.00W/kg)。プランニングとの位置ずれ距離は電圧による変化はなかったが, aSAT より sSAT の方が大きく, 印加幅が 60mm より 120mm の方が大きかった (aSAT60mm : 2mm, 120mm : 6mm; sSAT60mm : 6mm, 120mm : 24mm)。aSAT, sSAT 共に自動設定電圧は過剰に高くなっていた。適正な電圧設定により抑制不良の改善と SAR の低減が可能になる。

H-03 前立腺 T₂ 強調画像における deep learning 再構成を用いた高速撮像法の基礎検討

○山本 雛¹⁾, 石川 大介¹⁾, 伊藤 洵¹⁾, 中西 順子¹⁾, 板垣 匡紀¹⁾, 南部 秀和¹⁾

1) 近畿大学病院

【目的・背景】

前立腺 MRI 検査における T₂ 強調画像は、解剖学的な構造を把握するために良好な画質を得ることが不可欠なシーケンスである。近年、deep learning 再構成 (deep learning reconstruction : DLR) を用いた高速撮像が臨床応用されるようになり、従来、使用されていた parallel imaging (PI) と比較して、その有用性が多数報告されている。一方で、前立腺を対象としたファントムを用いて DLR の基礎検討を行った報告はわれわれの知る限り少ない。

【目的】

DLR を用いた前立腺 T₂ 強調画像の画像特性について PI を用いた画像と比較検討すること。

【方法】

装置は Philips 社製 3.0T (Achieva dStream) を使用し、ファントムには精製水、ガドリニウム造影剤、アガーを用いて自作した前立腺模擬ファントム (辺縁域, 移行域, 前立腺癌) を用いた。

PI および DLR を用いた撮像において、reduction factor (Rf) を 1.4, 2.3, 3.9, 4.9, 6.5, echo train length (ETL) を 3, 9, 17 にそれぞれ変化させ画像を取得した。自作ファントムの同一スライス面に region of interest (ROI) を設定し、signal-to-noise ratio (SNR) 及び contrast ratio (CR) を算出した。

【結果・結論】

SNR に関しては、いずれの撮像条件でも PI より DLR を使用して撮像した方が高くなった。一方で、CR については、DLR の方が PI よりも低くなった。

DLR を用いた前立腺 T₂ 強調画像は、PI を用いた画像と比べて、SNR が高くなる一方で、CR は低下する可能性がある。

H-04 3.0T MRI における Deep Learning Reconstruction 併用拡散強調画像の画質評価

○福谷 真由¹⁾, 一森 樹¹⁾, 竹森 大智¹⁾, 有田 圭吾¹⁾, 山田 英司¹⁾, 市田 隆雄¹⁾
宇都宮 あかね¹⁾

1) 大阪公立大学医学部附属病院

【目的】

Single Shot の Echo Planer Imaging (EPI) を用いた Diffusion Weighted Imaging (DWI) では位相分散の違いによる磁化率の違いの影響を受けやすく、画像が歪みやすい特徴がある。歪みの低減方法の1つとして、高倍速の parallel imaging (PI) の併用が有用であるが、Signal-to-noise Ratio (SNR) の低下が顕著になる。そこで、Deep Learning Reconstruction (DLR) である Deep Resolve を併用することで、ノイズの低減が可能となり、上記の問題を解決できる可能性があると考えた。本研究では、Deep Resolve を併用した Single Shot EPI-DWI の画質改善効果があるか、ファントムを用いた基礎検討を行った。

【方法】

MRI 装置は Siemens 社製 MAGNETOM Vida, 受信コイルは 32 ch Head Coil を用いた。ファントムには Pro-Project 社製 09-101 Pro-MRI ファントムを用いた。撮像条件は GRAPPA を 2, 3, Deep Resolve を On と Off, その他のパラメータは固定とした。画像評価は SNR, 歪み率, 視覚評価を行った。視覚評価は診療放射線技師 5 名により、画像の歪みおよび画質について 5 段階で行った。

【結果・結論】

Deep Resolve を併用することで、画像の SNR は改善した。歪み率は GRAPPA を高倍速にすることで改善した。

視覚評価の歪みの項目は GRAPPA を高倍速にすることで点数が高くなり、画質の項目は Deep Resolve を併用することで点数が高くなった。

Deep Resolve を併用した Single shot EPI-DWI は、PI factor を増加しても SNR を保ったまま、画質改善効果がある可能性が示唆された。

H-05 3.0TMRI における Deep learning reconstruction を適用した HASTE の画質評価

○山下 陽大¹⁾, 有田 圭吾¹⁾, 一森 樹¹⁾, 竹森 大智¹⁾, 山田 英司¹⁾, 市田 隆雄¹⁾
宇都宮 あかね¹⁾

1) 大阪公立大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】

当院のMRI装置では、深層学習を用いた画像再構成である Deep Learning Reconstruction (DLR) が Half Fourier single-shot turbo spin echo (HASTE) に適用可能となった。HASTE は体動に強いという利点がある反面、T2 ブラーリングや Signal-to-noise ratio (SNR) を考慮すると、空間分解能やパラレルイメージングの高倍速設定に限界があった。しかし、DLR を用いることで SNR を担保しつつ、従来のパラレルイメージングの設定よりも高倍速設定が可能となるため、ブラーリングの低減が期待できる。そこで本研究では、3.0TMRI における DLR を HASTE に適用し、画質改善効果があるか、ファントムを用いた基礎検討を行った。

【方法】

MRI 装置は Siemens 社製 Magnetom Vida, 受信コイルは 32ch Head Coil を用いた。ファントムは Pro-Project 社 09-101 Pro-MRI ファントムを使用した。撮像条件は GRAPPA (2 ~ 4) を変化させ、DLR である Deep Resolve のありとなしで撮像を行った。他の撮像条件は同一とし、基準画像として Turbo Spin Echo (TSE) の T₂ 強調画像を用いた。画質評価は物理評価としてプロファイルカーブ、視覚評価として5段階の視覚評価を診療放射線技師5名で行った。

【結果・結論】

全ての GRAPPA において、Deep Resolve を適用するとプロファイルカーブの形状は改善した。視覚評価は、全ての GRAPPA において Deep Resolve を適用すると、点数が高くなった。

3.0TMRI における Deep Resolve を併用した HASTE は、画質改善効果があることが示唆された。

I-01 ドパミントランスポーターシンチグラフィにおける関心領域の異なる定量値が診断能へ与える影響

○三木 遼祐¹⁾, 高橋 良幸¹⁾, 槌谷 達也¹⁾, 中桐 穂高¹⁾, 諸富 凌雅¹⁾, 松本 一真¹⁾
北島 一宏²⁾

- 1) 兵庫医科大学病院 放射線技術部
- 2) 兵庫医科大学 放射線医学教室

【目的】

ドパミントランスポーターシンチグラフィの診断で使用される定量解析ソフトウェア（DaTView：日本メジフィジックス株式会社）の機能拡張により，解剖学的標準化が可能となり，従来使用されている特異的結合比：Specific binding ratio（SBR）に加え，線条体後頭葉比として Binding ratio（BR）が算出可能となった。線条体 VOI（Volume of interest）に着目すると BR では SBR より線条体に限局され，参照領域は，SBR では線条体を除く全脳領域が設定されているのに対し，BR では後頭葉が設定されている。本検討では SBR と BR を用いて当院における正常データベースを構築し，各種定量値による診断能の評価を行う。

【方法】

当院でドパミントランスポーターシンチグラフィが施行され，臨床医による診断が行われた症例のうち，ドパミン作動性神経変性疾患（dNDD：dopaminergic neurodegenerative diseases）と診断された症例群を dNDD 群（n=72）とし，それ以外の症例群を non-dNDD 群（n=133）と定義し，2群化した。non-dNDD 群の SBR，BR を用いて正常値の予測範囲を算出し，正常データベースを構築した。dNDD と診断された群と non-dNDD 群の定量値による感度，特異度と ROC（Receiver operating characteristic）解析による AUC（Area under the curve）を算出し，比較した。non-dNDD 群のうち 80%（n=107）を正常データベース用に，20%（n=26）をテストデータとした。

【結果・結論】

特異度は大きく変化が見られなかったが，感度，AUC は SBR に比べ BR で向上した。脳萎縮や脳室，中脳への集積等の影響が SBR に比べ BR で少なかったためであると考えられる。

BR は SBR に比べ優れた診断能を示す定量値である可能性が示唆された。

I-02 ^{99m}Tc 脳血流 SPECT における二検出器アンガー型 ガンマカメラに対するリング型半導体ガンマカメラの有用性評価

○栃谷 直哉¹⁾, 佐々木 秀隆¹⁾, 甘樂 楓¹⁾, 吉村 承¹⁾, 神谷 貴史¹⁾, 矢畑 勇武¹⁾
藤埜 浩一¹⁾

1) 大阪大学医学部附属病院

【目的】

VERITON-CT (Spectrum Dynamics Medical) は、SPECT 収集専用機の半導体ガンマカメラであり、従来のアンガー型カメラと比較して高感度、高空間分解能と報告されている。本研究では ^{99m}Tc 脳血流 SPECT 画像に関してファントムを用いて、現状の二検出器アンガー型ガンマカメラと比較した VERITON-CT の有用性を評価した。

【方法】

Hoffman ファントムと円柱ファントムを用いて脳血流 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0 (日本核医学技術学会) を参考に SPECT 収集を行った。SPECT/CT 装置は VERITON-CT 及び従来型装置として Symbia Intevo 6 (SIEMENS) を使用した。評価項目は Hoffman ファントムにおける Contrast および円柱ファントムにおける変動係数 (CV) を算出した。Symbia Intevo 6 における当院の臨床条件と比較し、VERITON-CT における収集時間ならびに画像再構成条件の検討を行った。

【結果・結論】

Symbia Intevo 6 を使用した臨床条件 (30 分収集) の SPECT 画像に関して Contrast および CV は 2.00, 0.118 であった。VERITON-CT に関して 20 分収集, Pixel size; 2.46 mm, Iterations; 8, Subsets; 16, Intra filter (Gaussian filter [FWHM; 3 mm]) ありの条件における SPECT 画像では Contrast および CV は 2.36, 0.127 となった。

VERITON-CT は従来装置に比べ、短い収集時間にもかかわらず、同等の均一性で高コントラストな画像を提供でき、 ^{99m}Tc 脳血流 SPECT に非常に有用であることが示唆された。

I-03 Virtual Reality を用いた放射性医薬品投与訓練における教育効果の検証

○宮本 和寿¹⁾, 小西 凌太¹⁾, 庭瀬 美優¹⁾, 藤瀬 大助²⁾, 長谷川 慎²⁾, 奥田 保男²⁾
垣本 晃宏^{1,3)}

- 1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科
- 2) 量子科学技術研究開発機構
- 3) 浜松医科大学 光先端医学教育研究センター

【目的】

これまでにわれわれは、核医学検査時の静脈路確保に関する接遇業務を視覚的にトレーニングできる動画視聴型 VR (Virtual Reality) と、その動きを疑似体験できる没入型 VR 教材を開発し、VR 操作前後の緊張度を測定してきた。今回、VR 操作の緊張度と教育効果の関連性を調査するために質問紙による選択式認知テストを評価項目に加え、2種類の VR 操作前後の教育効果を検証することを目的とした。

【方法】

対象は診療放射線技師養成校に所属する学生 22 名（男性 11 名，女性 11 名，18-21 歳）とし、動画視聴型 VR を視聴するグループと没入型 VR を体験するグループの 2 群に分割した。実験プロトコルは、質問紙の記載、ハードウェアの装着、安静時の脳波計測、VR トレーニングおよび脳波計測、ハードウェアの取外し、質問紙の記載の順であり、動画視聴型 VR で 15 ~ 20 分，没入型 VR で 20 ~ 25 分程の計測時間であった。認知テストは 1 問が 4 つの選択肢，計 6 問で構成され，各問題で Remember（覚えている）/ Know（知っている）/ None（覚えていない）の主観的な評価も併せて実施した。解析は安静時と VR 操作中の脳波 α / β 成分比，および，VR 操作前後の認知テスト結果の差を算出し，それぞれ 2 種類の VR 教材の結果を比較した。

【結果・結論】

脳波の α / β 成分比は，動画視聴型 VR では安静時よりも VR 操作時で 17% 減少し，VR 前後で有意差はなかった。一方，没入型 VR 操作時では 56% 増加し，VR 前後で有意差がみられた ($p < 0.05$)。また，VR 操作前後における認知テストは，動画視聴型 VR で 2.0 点増加，没入型 VR で 3.4 点増加し，両群に有意な差がみられた ($p < 0.05$)。 α / β は集中した緊張状態を示すと報告されているため，動画視聴 VR 型よりも没入型 VR の方が高い緊張状態であり，より高い教育効果を得られる可能性が示唆された。

I-04 Si-PM 半導体検出器搭載 PET/CT 装置を用いた ^{18}F -Flucicrovine 脳腫瘍 PET のスライス厚に関する検討

○高地 優花¹⁾, 神谷 貴史¹⁾, 甘樂 楓¹⁾, 栃谷 直哉¹⁾, 矢畑 勇武¹⁾, 佐々木 秀隆¹⁾
藤埜 浩一¹⁾

1) 大阪大学医学部附属病院

【目的】

^{18}F -Flucicrovine（：FACBC）は、 ^{11}C -メチオニンと同様にアミノ酸代謝を反映した放射性医薬品である。MRI 画像による神経膠腫摘出範囲の決定の補助のため、 ^{18}F -FACBC を用いた脳腫瘍 PET 撮像が保険承認された。当院では脳神経外科から術中ナビゲーションシステムで PET 画像を用いるため、薄いスライスでの画像出力が求められている。本研究では、 ^{18}F -FACBC を用いた脳腫瘍 PET 画像において最小スライスである 1.65 mm での画質評価に関して比較検討を目的とした。

【方法】

^{11}C -メチオニンを用いた脳腫瘍 PET 撮像のためのファントム試験手順書第4版（日本核医学会）を参考に画質評価を行った。脳腫瘍ファントムである BT ファントムを用いて、模擬腫瘍球体とバックグラウンドの放射能濃度を 12.3 : 4.1 (kBq/mL) とした。PET/CT 装置は Si-PM 半導体検出器搭載の SIEMENS 社製 Biograph Vision 600 を使用し、スライス厚を変えて評価した。物理的評価は % コントラスト (13% 以上 [7.5 mm 球]), リカバリー係数 (RCj) (0.45 以上 [10 mm 球]), SUV の精度 (SUV_{TOT}) (5% 以内), 均一性 (0.0249 以下) の 4 項目とした。

【結果・結論】

Pixel size; 0.89 mm, Iterations; 8, Subsets; 5 の条件で、2, 1.65 mm スライス厚ともに全評価指標を満たした。均一性は、2 mm で 0.0080, 1.65 mm で 0.0079, と変化なかったが、% コントラストは、2 mm で 40% に対して、1.65 mm では 44% と良好な値となった。

半導体 PET/CT 装置における 1.65 mm スライス厚の ^{18}F -FACBC PET 画像は、2 mm スライス厚よりコントラストが高く、 ^{11}C -メチオニンを用いた脳腫瘍 PET のガイドラインを満たした。

J-01 傾斜ベースを用いた全乳房照射における深吸氣息止めの再現性と安定性

○片山 奈那美¹⁾, 松下 矩正¹⁾, 藤本 隆広¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 大西 隆太郎¹⁾, 小野 幸果²⁾
吉村 通央²⁾

1) 京都大学医学部附属病院 放射線部

2) 京都大学医学部附属病院 放射線治療科

【目的】

全乳房照射では、乳房の頭側へのシフトが治療計画上の問題となる。当院では、その対策として、上体を10°傾斜させる傾斜ベース（エンジニアリングシステム株式会社）を共同開発した。そこで、本研究では、傾斜ベースを用いた深吸氣息止め（Deep Inspiration Breath Hold：DIBH）の息止め精度を明らかにすることを目的とした。

【方法】

共同開発した傾斜ベースを使用し、DIBHで全乳房照射を行った18例を対象とした。患者ポジショニング及び呼吸性移動管理にはAlignRT（Vision RT）を使用し、照射時の体表面位置の許容誤差は並進で±3 mm、角度は±2°とした。AlignRTで取得した照射中の体表面位置データを使用して息止めの再現性と安定性を評価した。再現性は、患者ごとに、息止め前の体表面位置と息止め中の体表面位置の差を算出し、全治療期間におけるそれらの標準偏差と定義した。安定性は、息止め中の体表面位置の最大移動量と定義した。

【結果・結論】

計1148回の息止めを解析した。再現性の平均値±標準偏差は腹背、頭尾、左右方向でそれぞれ1.8±0.8 mm, 1.9±0.9 mm, 1.1±0.5 mm, Yaw, Roll, Pitchで0.9±0.6°, 0.5±0.2°, 0.6±0.3°であった。安定性の中央値（95パーセンタイル値）は腹背、頭尾、左右方向でそれぞれ0.7 mm（1.8 mm）, 0.8 mm（2.8 mm）, 0.5 mm（1.2 mm）, Yaw, Roll, Pitchで0.4°（1.1°）, 0.3°（0.8°）, 0.3°（0.8°）であった。

傾斜ベースを使用したDIBH併用全乳房照射の息止め再現性および安定性はおおむね3.0 mm, 1.5°以内である。

J-02 DIBH (Deep Inspiration Breath Hold) を用いた 左乳房温存術後放射線治療における 心周期の影響による心線量の評価

○林 茉莉香¹⁾, 柳 勇也¹⁾, 原田 直樹¹⁾, 大橋 昂平¹⁾, 門前 一²⁾, 井口 治己¹⁾

1) 滋賀医科大学医学部附属病院

2) 近畿大学大学院

【目的】

本研究の目的は、DIBH (Deep Inspiration Breath Hold) を用いた左乳房温存術後放射線治療において、拡張期と収縮期での心臓への吸収線量を評価することである。

【方法】

15名の女性患者(平均年齢63.5歳[30-84歳])を対象に、心電図同期心臓CT(Computed Tomography)画像を用いて、左乳房温存術後放射線治療を模擬した標準的な接線照射の治療計画を作成し、拡張期と収縮期の心臓の吸収線量を計算し比較した。撮像機器はCanon社製Aquilion Precision、放射線治療計画はVarian社製Eclipseを用いて50 Gy/25分割の治療計画を作成した。各患者の心臓の体積、 D_{mean} 、 $D_{2\%}$ 、 V_{5Gy} 、 V_{10Gy} 、 V_{20Gy} 、 V_{25Gy} を比較評価項目とした。有意差検定には、両側Wilcoxon符号順位和検定を使用した。

【結果・結論】

体積は拡張期、収縮期でそれぞれ、 $637.4 \pm 100.2 \text{ cm}^3$ 、 $601.6 \pm 91.6 \text{ cm}^3$ となり収縮期で有意に縮小した。また、 D_{mean} はそれぞれ $5.10 \pm 3.04 \text{ Gy}$ 、 $5.03 \pm 3.05 \text{ Gy}$ 、 $D_{2\%}$ は $37.44 \pm 16.03 \text{ Gy}$ 、 $36.15 \pm 16.76 \text{ Gy}$ となり、 D_{mean} は収縮期で有意に低値を示した。 V_{5Gy} は $11.47 \pm 7.91\%$ 、 $11.39 \pm 7.91\%$ 、 V_{10Gy} は $7.58 \pm 7.25\%$ 、 $7.41 \pm 7.27\%$ 、 V_{20Gy} は $6.31 \pm 6.75\%$ 、 $6.13 \pm 6.77\%$ 、 V_{25Gy} は $5.85 \pm 6.47\%$ 、 $5.67 \pm 6.50\%$ となり、 V_{10Gy} 、 V_{20Gy} 、 V_{25Gy} は収縮期で有意に低値を示した。

DIBHを用いた放射線治療中の心臓において、心周期に関連する線量差がみられた。本研究の結果より、今後、技術の進歩による心疾患リスクの軽減が行える可能性がある。

J-03 体表面位置合わせによる患者セットアップ精度の検証

○吉田 迅太郎¹⁾, 松下 矩正¹⁾, 佐々木 誠¹⁾, 藤本 隆広¹⁾

1) 京都大学医学部附属病院 放射線部

【目的】

体表面位置合わせによる患者セットアップ精度を照射部位ごとに明らかにし、皮膚マーカレスセットアップの実現可能性を検証することを目的とした。

【方法】

2023年11月～2024年4月に、放射線治療を施行した患者65名を対象とした。対象を胸部（乳房症例を除く）、腹部、骨盤部に分類し、部位ごとに体表面位置合わせにより生じたセットアップエラー（SE）を算出した。SEは体表面位置合わせ後に撮影したCone-beam CT（Varian）もしくはExacTrac（Brainlab）によるkV-kV画像から算出した。すべての対象患者の体表面位置合わせにはAlignRT（Vision RT）を使用し、皮膚マーカは使用していない。体表面位置合わせでは並進三軸のみ自動カウチ移動で補正し、体表面の角度誤差は2.0度以内になるように手動で補正した。患者のBMI（Body mass index）とSEの関係性をピアソンの相関係数により解析した。

【結果・結論】

各部位の症例数は胸部20症例、腹部12症例、骨盤部33症例であった。胸部のSEの中央値（95パーセンタイル値）は腹背（AP）、頭尾（SI）、左右（LR）でそれぞれ1.9 mm（6.0 mm）、1.9 mm（8.0 mm）、0.8 mm（3.7 mm）であった。腹部ではAP、SI、LRでそれぞれ3.2 mm（9.4 mm）、2.2 mm（9.6 mm）、1.5 mm（5.1 mm）であった。骨盤部ではAP、SI、LRでそれぞれ2.1 mm（6.9 mm）、2.6 mm（9.0 mm）、0.9 mm（3.5 mm）であった。角度誤差は腹部のRollで最大となり0.6°（2.9°）であった。SEとBMIの相関係数は腹部のLRで0.6とやや強い相関がみられたが、それ以外では強い相関はみられなかった。

腹部と骨盤部で、特にAP方向とSI方向のSEが大きくなる傾向がみられた。しかし、いずれも10 mm以内であり、IGRTを併用することで皮膚マーカレスでもセットアップ可能である。

J-04 マーカレス乳房照射における吸引式固定具を用いた位置精度と再現性の検討

○西原 剛志¹⁾, 吉岡 耕司¹⁾, 山田 遼作¹⁾, 吉崎 啓太¹⁾, 東 裕也¹⁾, 田畑 洋二²⁾
吉村 均¹⁾

1) 高槻会 高井病院

2) 奈良県総合医療センター

【目的】

当院の乳房照射は、患者がガウンを着用し乳房を露出しないマーカレスで行うため、毎回 CBCT (Cone Beam Computed Tomography) で、位置照合を行っている。2022 年以前はウイングボードのみでセットアップを行っていたが、2022 年以降、位置の再現性を向上させるため、吸引式固定具とウイングボードを併用している。

本研究では、乳房照射において、ウイングボードのみの症例 (A 群) と吸引式固定具とウイングボードを併用した症例 (B 群) での上腕骨頭の再現性を比較検討した。

【方法】

固定器具は吸引式固定具：バックロック (フジデノロ社製) とウイングボード (CIVCO RT 社製) を用いた。2018 年から 2024 年までに当院で乳房照射を行なった A 群, B 群, それぞれ 6 人で後ろ向き解析を行った。乳房での位置照合を行い、上腕骨頭の位置での位置照合を行い比較した。それらの差分を上腕骨頭の治療計画からの移動量、回転量とし、マン・ホイットニーの U 検定を用いて解析した。有意水準 5% とした。移動量の評価は X, Y, Z の 3 方向と 3 次元ベクトルの大きさ R, 回転量の評価は、回転軸の Pitch, Roll, Yaw で行った。

【結果・結論】

X, Y, Z, R 方向の平均はそれぞれ A 群 0.68 mm, 3.7 mm, 1.1 mm, 0.90 mm, B 群 0.32mm, 0.090mm, 0.030mm, 0.33mm であった。Pitch, Roll, Yaw の平均は A 群 4.6°, 3.3°, 2.7°, B 群 0.90°, 2.8°, 0.10° であった。全ての方向、回転軸において、有意に A 群に比べて B 群で照合時のズレが小さくなっていた ($p < 0.01$)。吸引式固定具を用いることで肘の位置が固定され上腕骨頭の位置の再現性が向上したといえる。

吸引式固定具とウイングボードの組み合わせはウイングボードのみと比較し患者固定の再現性の向上に有用である。

K-01 子宮頸がんの小線源治療における直腸ガスが及ぼす影響

○倉田 駿¹⁾, 雑賀 貴大¹⁾, 荒木 みゆき¹⁾, 松本 賢治¹⁾, 大塚 正和¹⁾, 小坂 浩之¹⁾
南部 秀和¹⁾

1) 近畿大学病院

【目的】

近年、子宮頸がんに対してリモートアフターローディングシステム(RALS)を用いた画像誘導密封小線源治療(IGBT)が行われている。そのため、IGBTにより直腸ガスの存在を確認することが可能になった。直腸ガスの存在により治療計画時の線量と治療時の線量の誤差が大きくなる可能性がある。本研究では、計画線量と直腸線量計による実測との誤差と直腸ガスの容量の関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】

子宮頸がんに対してIGBTを実施した患者データ(照射回数114回)を対象とした。直腸の線量を測定するための3点式半導体線量計を直腸に挿入した状態でCT(Optima CT660, GE)を撮影し、治療計画装置(Oncentra, Elekta)で治療計画を作成した。照射中に3点線量計の1点目で直腸のS状結腸側、2点目で外子宮口を示すリングの高さ、3点目で直腸の肛門側の線量を測定した。直腸のガス容量はCTの画像から算出した。ガス容量5.0 cm³を基準として5.0 cm³以上を直腸ガス有り、5.0 cm³以下を直腸ガス無しの2群に分けて直腸線量の計算値と実測値の誤差を比較した。

【結果・結論】

直腸ガスの容量の中央値は0.70 cm³、最大値は73.1 cm³であった。直腸ガス有りの線量誤差は1点目、2点目、3点目でそれぞれ $0.61 \pm 15.8\%$ 、 $-3.0 \pm 8.4\%$ 、 $0.96 \pm 9.2\%$ 、直腸ガス無しの線量誤差は1点目、2点目、3点目でそれぞれ $1.4 \pm 8.6\%$ 、 $0.10 \pm 8.1\%$ 、 $5.1 \pm 9.3\%$ であった。特に1点目の測定値においてガスありの誤差のばらつきが大きくなる傾向が見られた。直腸ガスが存在する場合、S状結腸に近い位置の線量誤差が大きくなることが明らかとなった。正確なIGBTを実施するためには、直腸ガスの容量および蠕動による変位に注意する必要がある。また今後の治療計画では正確な計算アルゴリズムの使用が重要である。

K-02 ^{192}Ir 線源を用いたポケット線量計の機能確認および管理方法

○森口 寛己¹⁾, 石田 敏久¹⁾, 源 貴裕¹⁾, 名定 敏也¹⁾, 飯塚 崇文¹⁾, 工藤 瑞輝¹⁾

1) 兵庫医科大学病院

【目的】

令和2年にRI規制法施行規則第20条の一部改正が公布された。「外部被ばく線量は測定信頼性を確保するための措置を講じること」、「場所・汚染の状況の測定における放射線測定器については、点検および校正を1年ごとに適切に組み合わせて行うこと」などが改正され、ポケット線量計も対象となる。当院で所有するガンマ線用ポケット線量計(PDM-122B-SHC 日立製作所)の動作確認と機能確認を行い、RI規制法および電離則(第8条)に対応した今後の管理法について提案する。

【方法】

機能確認は、 ^{192}Ir 線源を使用して校正済みポケット線量計を基準の線量計として設置、それ以外のポケット線量計をその両端に配置し、一定時間照射してそれぞれの線量計の測定値を比較することとした。 ^{192}Ir 線源とポケット線量計の高さを同等にして、線源-線量計間距離は100～200cm、ポケット線量計の配置は中心の線量計を固定し、左右の線量計の配置を変え4パターン、照射時間は指示値が10～200 μSv となるように変化させ、測定は5回行い平均値で基準線量計との差異を求め、当院の機能確認における照射条件の検討を行った。また、ポケット線量計の管理として動作確認や機能確認の点検に関する記録簿(エクセルシート)を作成し、校正の頻度などの運用について検討した。

【結果・結論】

^{192}Ir 線源を用いた機能確認のための照射条件を求め、ポケット線量計が正しく動作しているかの確認を行うことができた。また、記録簿を作成することによって校正のタイミングや頻度を把握することが容易になり、前回与えられたそれぞれの校正定数の不変性の確認の一助となる。

^{192}Ir 線源を用いたポケット線量計の機能確認を実施する事および記録簿を作成することで、RI規制法および電離則(第8条)に対応したポケット線量計の管理が可能になった。

K-03 逐次近似再構成 CBCT 画像への非剛体レジストレーションによる自動輪郭生成の精度評価

○鷲尾 颯¹⁾

1) 大阪国際がんセンター

【目的】

頭頸部領域における、逐次近似再構成法による CBCT (iCBCT) 画像への非剛体レジストレーション (DIR) による自動輪郭生成の精度を検証する。

【方法】

当院で放射線治療を行った 29 名の頭頸部患者を対象とした。計画 CT, 治療機器にはそれぞれ Revolution HD (GE Healthcare), TrueBeam (Varian Medical Systems) を使用した。再計画用 CT (reCT) は平均 19 回の照射後に撮影された。解析に用いた CBCT 画像は、reCT 撮影の同日に、治療装置で位置照合のために撮影された。医師により、各患者の治療計画 CT (pCT), reCT 画像のそれぞれに対して肉眼的腫瘍体積 (GTV), 脳幹, 脊髄, 下顎, 耳下腺, 顎下腺, 喉頭の輪郭描出を行った。pCT 上の輪郭情報をもとに、DIR を介して reCT, 従来法の再構成 CBCT (FDK-CBCT), iCBCT にそれぞれ輪郭の自動生成を行った。DIR には MIM 社の Multi-Modality Deformable Registration アルゴリズムを使用した。reCT 上に手動で描出した輪郭を基準として、reCT, FDK-CBCT, iCBCT 上に自動生成された輪郭と比較した。評価には dice similarity coefficient (DSC), mean distance to agreement (MDA), Hausdorff distance (HD) を使用した。これらは独立した指標であり、高精度の基準としてそれぞれ $DSC > 0.8$, $MDA < 2 \text{ mm}$, $HD < 3 \text{ mm}$ が一般に用いられている。

【結果・結論】

全臓器に対する平均 DSC の値は reCT, FDK-CBCT, iCBCT のすべての画像で 0.84 であり高い自動輪郭生成精度を示した。ほとんどの臓器で $DSC > 0.8$ を上回ったが、GTV, 喉頭に関してはこの値を下回った。平均 MDA は 1.5 mm 以下であったが、平均 HD は 3 mm を超える結果になった。各画像で自動生成された輪郭における指標間に有意差は見られなかった ($p > 0.05$)。

K-04 頭頸部 VMAT における arc 数とコリメータ角度による線量評価の基礎的検討

○神谷 和磨¹⁾, 金子 聖太¹⁾, 黒田 紗羅¹⁾, 奥村 雅彦¹⁾

1) 森ノ宮医療大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】

VMAT の arc 数に関する先行研究では arc 数の増加に伴い、PTV および OAR の DVH は良好な結果を得ている。今回われわれは、AAPM TG119 の頭頸部ファントム（以下、H&N）を用いて汎用型リニアックの VMAT 治療計画におけるコリメータ角度を変数とした場合の DVH 評価に関する基礎的検討を行ったので報告する。

【方法】

放射線治療計画装置は Eclipse ver. 15.6, 6 MV X 線 (FF ビーム), jaw tracking, full arc を用いて VMAT 計画を行った。マルチリーフコリメータ（以下、MLC）厚は 2.5 mm および 5.0 mm, 目標線量は 50 Gy, Arc 数は 1～3, コリメータ角度は、1-arc は 30°, 2-arc は 330° 固定とし、3-arc の角度を変化させたときの PTV, Parotid, Cord の DVH 評価および MU 値を比較検討した。

【結果・結論】

MLC 5.0 mm での PTV 評価では、 $D_{99\%}$ はコリメータ角度が 15°, $D_{20\%}$ は 90° のとき目標線量に近づいた。また、線量均一性はコリメータ角度が 80° のとき良好となり、線量収束性は arc 数およびコリメータ角度の違いによる変化が見られず、平均線量は 90° のとき 100 % に近づいた。さらに、Cord の最大線量は 90°, 左 Parotid の $D_{50\%}$ は 85°, 右 Parotid は 10° のとき線量が低くなった。MU 値に対する評価では、2-arc および 3-arc のコリメータ角度が 80°, 90° のとき同等の結果が得られた。MLC 2.5 mm との比較では MU 値以外は同様の傾向を示した。

今回検討した H&N ファントムにおける VMAT 治療計画においては、arc 数及びコリメータ角度の設定条件により DVH 評価は異なるため、PTV と OAR の形状や位置関係を考慮したコリメータ角度の検討が必要と考える。

K-05 モンテカルロシミュレーションを用いた医療用 Linac の 遮蔽計算における最適なコンクリート密度の検討

○平野 駿太¹⁾, 井上 悠人¹⁾, 長畑 智政¹⁾, 佐原 朋広¹⁾, 市田 隆雄¹⁾, 宇都宮 あかね¹⁾

1) 大阪公立大学医学部附属病院

【目的】

医療用 Linac では簡易計算もしくはモンテカルロシミュレーション (MCS) により遮蔽計算が行われている。過去の報告より簡易計算では特定の条件下で実測と同等の実効線量となり安全裕度が確保できない可能性が指摘されている。一方で MCS による計算は物理過程を考慮するため、現実に即した値を算出することが可能であるが計算精度は物質の密度等の条件に左右される。本研究では、遮蔽壁材として一般的なコンクリートにおいて遮蔽計算をする際の最適な密度に関して検討を行った。

【方法】

Linac (VarsaHD, Elekta) により 10MV X 線でコンクリート壁に対して照射し、透過した X 線を電離箱式サーベイメータ (Aloka) で計測した。簡易計算には原子力安全技術センターのしゃへい計算実務マニュアルに基づき計算した。MCS には Phits (ver. 3.34.1) を用いた。計算条件は、線源には IAEA Phase Space File の Elekta Precise10MV を用い、線量率をアイソセンタで 5Gy/min となるように正規化した。MCS におけるコンクリート密度は、 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ から $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ まで変化させた。

【結果・結論】

実測による実効線量は $22\mu\text{Sv}/\text{h}$ となった。簡易計算では $33\mu\text{Sv}/\text{h}$ であり、安全裕度は 1.5 倍であった。MCS による計算では、密度 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$, $2.3\text{g}/\text{cm}^3$, $2.5\text{g}/\text{cm}^3$, $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ でそれぞれ、 $77.0\mu\text{Sv}/\text{h}$, $71.0\mu\text{Sv}/\text{h}$, $41.3\mu\text{Sv}/\text{h}$, $25.4\mu\text{Sv}/\text{h}$ であった。MCS において簡易計算と同等の安全裕度を確保するためには $2.62\text{g}/\text{cm}^3$ が最適であった。MCS 簡易計算に用いられる $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ を用いると実効線量を過大評価してしまう可能性があるため、MCS を用いる際は公称値よりも高い値を用いる必要があることが示唆された。