

01 MRIにおける新しい電磁波抑制素材の利用効果と影響の検討

高槻 香苗¹, 丹治 一, 明珍 雅也, 阿部 和也, 宗川 高広, 末永 真史

1)北福島医療センター

【目的】生体を覆うシートやマット状に加工された電磁波シールド素材を用いてMRI検査領域外にかかる電磁場を抑制することで、インプラントの発熱リスクを軽減したり、折り返しアーチファクトの改善を試みたりする補助具の研究・開発がおこなわれている。今回、薄くて軽量なうえ、透明性のある電磁波シールド材を入手したため、過去の研究開発と同様な特徴が得られるか検討をおこなった。

【対象・方法】評価素材はシースルーMRI室に用いられている特殊繊維である(EMPROOF?)。使用装置はPhilips社製3TMRI、赤外線サーモカメラFLIR、検証にはMRI用ファントムを用いた。RF送信コイル、受信コイル、電磁波抑制素材の位置関係の違いに起因した4つの変化を検討した*1。また、折り返しアーチファクトを再現して、その抑制能力について検討をおこなった。*1:①RF入力信号の増幅変化、②撮像対象物と抑制対象物の信号変化、③撮像対象物と抑制対象物の温度変化、④磁化率やアーチファクト影響の有無

【結果】RF送信範囲と評価素材との位置関係によって、RF入力値の増幅変化は大きく生じた。評価素材でファントムを覆っても内容物が視認できる程薄い素材であったが、信号は強く妨げられ、過去の研究開発と同様な高い電磁波抑制効果が得られた。実験に用いた撮像条件のRF照射では、素材やファントムの温度変化は確認できなかった。素材は電気的な力の相互作用を受けて微振動(揺れ)が生じる場合があった。

【考察】本検討に用いた素材は、半透明で軽く、取り扱いが容易である。この素材がMRI検査において高い電磁波抑制能を発揮したことから、今後の応用に期待がもたれるところである。一方、利用方法によっては渦電流によると思われる作用や、入力信号のゲイン変化が齎される場合がある。また、衣料分野の研究では、類似した導電性のある繊維を肌着に用いると、体温を維持・上昇させる効果があるとの報告もある。このことから、MRI検査の補助具として電磁波シールド素材を用いる場合には、ジュール熱の発生や、誘電加熱を念頭に置いた安全性の検討が重要と思われ、細密な追実験が必要と考えられた。

02 ¹H-¹³Cデュアルチューン表面コイルのFA分布評価

久保 均¹, 松田 豪², 原田 雅史³

1)福島県立医科大学 保健科学部診療放射線科学科 2)岩手医科大学医歯薬総合研究所 超高磁場MRI診断・病態研究部門 3)徳島大学大学院 医歯薬学研究部放射線医学分野

【目的】コイルのフリップ角(FA)分布を知ることは、質の高いデータを得るために重要である。ノンプロトン用コイルはメーカーから供給されないため、使用者でその評価を行わなければならない。そこで、本研究では¹H-¹³Cデュアルチューン表面コイルのFA分布を自由誘導

減衰(FID)信号を用いた化学シフトイメージング(CSI)法を用いて可変フリップ角(可変FA)法にて評価した。

【方法】使用MR装置は、GEヘルスケア社製Premier3Tである。パタフライループタイプで直径12cmおよび10cmの¹H-¹³Cデュアルチューン送受信コイルを評価対象とした。植物油で満たした円筒形のファントムをコイル中央上に設置し、2D-CSIシーケンスを用いて横断像を1スライス得た。その際のパラメーターは、TR=500ms, FOV=24cm, スライス厚=20mm, 12×12分解能, スキャン数=128であった。送信ゲイン及び受信ゲインの組み合わせでスケールを1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 8, 12とした多FA法を用いて、9つのCSIを得た。これをSAGEソフトウェアで再構成し、CSIの全ピクセル値をmatlabで作成した自作スクリプトを用いて得た上でexcelソフトウェアのsolver機能を用いてSPGRの信号式にフィッティングを行い、FAマップを得た。

【結果】計算の結果、¹Hおよび¹³CのFAマップを個々に得ることができた。また、¹Hと¹³CのFAマップ同士で相関を見たが、特に相関は見られなかった。可変FA法を用いてFAマップを作成することで、コイルの特性を評価することが可能となった。

03 PET/MRIファントムの基本的検討

学生 曾我 遥奈¹, 川崎 出海, 大湯 和彦, 成田 将崇, 細川 翔太, 奥田 光一, 高橋 康幸

1)弘前大学医学部保健学科放射線技術科学専攻

【目的】PET/MRI複合装置では、PETとMRIで信号検出の原理が異なるため、使用可能なファントムサイズが制限される。さらに、MRIでは¹⁸F-FDGを用いた水ファントムを用いると誘電効果や対流効果により、均一性が低下する。つまり、PET/MRI複合装置において安定した性能評価を同時に得るためには、共通したファントムサイズと溶液の選択が必要になる。そこで、本研究ではPET/MRI複合装置による同時撮影が可能な性能評価ファントムを考察する。

【方法】使用装置は、MAGNETOM Vida(3T), 32ch spine coilで、DIXON法により画像を取得した。使用溶液はWater, Water+Gd, Glucose Gd, Gum Syrup Gdである。使用したファントムは、NEMAファントムや直径16~23cmの亚克力製の自作円柱容器である。また、5つの信号として、肺を想定した発泡スチロール、骨を想定した鶏骨、軟部組織を想定した鶏のミンチ肉、Gd造影剤、硫酸銅水溶液を使用した。画像解析は、画像処理ソフトImageJにて、NEMA報告より全均一度と区分法による局所均一度を算出した。さらに、5つの信号を用いた画像はそれぞれの信号の周辺の均一性を求めた。

【結果】信号無しにおける溶液の違いによる安定性について、均一度は直径が同じ場合でWaterに比べGum Syrup Gdの方が5~25%程度安定していた。また、溶液が同じ場合でWaterに比べGum Syrup Gdの直径23cmの方が5~15%程度安定していた。NEMA(PET)ファントムでは、Waterは視覚評価で均一性は著しく低下したが、Gum Syrupでは均一性が向上した。

次に、5つの信号を設定した場合、減弱補正に影響しそうな不均一部分

は認められなかった。均一度の平均値は水画像に比べ Inphase や Out of phase, 脂肪画像の方が 7~90% 程度低かった。また、均一度の標準偏差は水画像に比べ Inphase や Out of phase, 脂肪画像の方が 4~9 程度低く、測定値のばらつきが小さかった。

【考察】水より粘度が強い溶液で安定性が高まる。得られた MRI 画像より減弱マップを作成し、測定値のばらつきの影響について引き続き検討する。また、作成中のアクリルファントムでも均一性について評価する。

04 MRI 体内金属対応検索システムの開発と運用の評価

佐藤 兼也^{1,3}, 横山 陽子¹, 山内 良一¹, 相馬 岳史¹, 工藤 紫織¹, 田邊 ともみ¹, 前田 紀子¹, 工藤 嘉彦¹, 平田 陽一²

1) 青森県立中央病院 放射線部 2) 青森県立中央病院 医療情報部 3) 青森県立中央病院 情報管理課

【背景】MRI 検査において体内金属の確認は検査オーダー入力（登録）時、検査時直前確認（問診）、検査中において管理することは医療安全の観点からも最重要事項である。近年 MRI 検査対応の植え込み型デバイスは年々増加傾向にあり、検査適合性の判断をオーダー時に鑑別することは困難な場合があり依頼科から MRI 検査室等に問い合わせが散見されてきた。一方で MRI 検査室においては、検査を進行させながらの対応（インターネット検索サービスなど）や担当者ローテーションによる知識や裁量に差が生じていることもうかがえる。これは業務効率の低下や患者サービスの低下につながり時にはインシデントの要因にもなっている。当院では、MRI 装置を 3 台保有（3.0T が 2 台、1.5T が 1 台）しており、検査直前問診での安全上の中止や、検査室の移動等により患者サービスの低下や業務効率の低下も発生していた。その対策として 2017 年から院内ポータル上に院内全体で共有利用できるよう MRI 体内金属適合性ファイル（Excel）を作成し依頼科問診を行う際に各診療科で活用可能なように運用を行ってきた。内容はデバイス名と添付文書に基づいた当院 MRI 検査室適合室の表記および原本となる添付文書のリンクである。しかし、Excel 表記では操作者への説明書や操作性に難があることなどからその問い合わせもしばしば発生していた。

【目的】当院医療情報部で提供していた LAMP（Linux Apache MySQL PHP）の 4 つのオープンソースソフトウェアを利用した Web アプリ開発）環境を利用した薬剤検索システムに着目し、MRI 適合性体内金属を探索するシステムを提供することで上記課題を解決することである。

【方法】従来の Excel に登録していたデータを LAMP 環境 Web アプリに移植して院内ポータルのトップページランチャにアクセスボタンを新設。起動と同時に注意事項を表示。デバイスキーワード検索による適合性と検査室（対応磁場強度）の表示。運用開始前後で検査室変更（磁場強度）件数、検査当日の中止件数の推移で評価。また、データベースは 3 か月ごとにアップデートを行った。

【結果】技師による適合性対応のばらつきや検索性の向上がうかがえた。また、検査室の変更件数は低下傾向（半減）を示し、安全性と患者サービスの向上が示唆された。

11月3日(金)10:50~11:40

第2会場

[セッション 2] MRI 深層学習

座長:岩手県立中央病院 高橋 大輔

05 深層学習を利用した画像ノイズ除去再構成法のアーチファクトに関する検討

佐々木 洋平¹, 吉田 博一, 櫻田 渉, 照井 正信

1) 秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】深層学習を利用した画像ノイズ除去法である Deep Resolve Boost (DRB) は Paralell Imaging (PI) 使用下において SNR 改善、撮像時間短縮の効果がある。これまで DRB に関する検討として、DRB の有無において信号雑音比、コントラストの検討を行う研究が散見される。我々もその検討を行ってきた。一方で DRB の有無で折り返しアーチファクトの出現に違いが生じることを経験した。DRB に関してアーチファクトに言及している文献は少ない。DRB の折り返しアーチファクトに関する画像特性について検討を行うことを今回の目的とした。

【方法】装置は Siemens 社 1.5T Magnetom Sola, アクロバイオ Pro MRI ファントムの均一セクションを撮像した。撮像視野 (FOV) は頭部を想定し 24cm とした。ファントムは円形のファントム、直径 18cm である。PI factor は 2~4 を設定した。DRB のノイズ除去強度は Medium とした。Phase Oversampling (Pos) は 0, 100, 200% に設定し、得られた画像から折り返しアーチファクトの評価を行った。評価項目は RMSE (root mean square error), 標準偏差 (SD) を用いた。さらにアーチファクトについて視認性の評価を行った。

【結果】DRB を使用しない場合、PI factor の上昇に伴い、折り返しアーチファクトが増加した。PI factor の上昇に伴い、RMSE, SD は高い値を示した。DRB を使用した場合、使用しない場合に比べ、折り返しアーチファクトによる信号変化が減少する傾向が見られた。DRB を使用した場合、使用しない場合より RMSE, SD の値が低くなる傾向を示した。

【結論】DRB を使用することで、折り返しアーチファクトの出現の仕方が変化する。DRB を用いない場合と比べ、折り返しアーチファクトによる信号変化が目立たなくなる傾向を示した。

06 Deep Learning 再構成を用いた高速 Cine MRI の有用性

菊地 啓¹, 菅原 毅¹, 折居 誠², 佐々木 忠司¹

1) 岩手医科大学附属病院 中央放射線部 2) 岩手医科大学附属病院 放射線医学講座

【背景・目的】心臓 MRI における Cine MRI は呼吸停止により画像を取得するが、頻回の息止めを行う長時間検査のために患者への負担は大きい。近年開発された高速 Cine は、Deep Learning 再構成を使用して Cine 画像を取得している（以下 DL Cine）。これにより撮像時間の短縮が可能となり、患者の負担軽減が期待できる。本研究は DL Cine の有用性について検討した。

【使用機器】Signa Architect 3.0T (GE 社製)

【方法】心臓 Cine MRI 検査を行った 10 症例（男性 4 名,平均年齢 58 ± 12.9 歳,心拍数 60.7 ± 7.2 回/min）について,左心室短軸像を従来法と DL Cine により撮像を行った.評価項目は心機能解析,視覚評価,撮像時間の 3 項目とし,心機能解析は①拡張末期容積（EDV）②収縮末期容積（ESV）③一回拍出係数（SV）④駆出率（EF）を計測した.画質評価は診療放射線技師 2 名により①心内腔と心筋のコントラスト,②心内膜の鮮鋭度をそれぞれ 5 段階で視覚評価をした.撮像時間はそれぞれにおいて撮像が完了するまでの時間を測定した.

【結果】心機能解析は,従来法と DL Cine で①EDV(134.7 ± 38.8ml vs 135.94 ± 39.5ml)②ESV(69.9 ± 48.8ml vs 71.55 ± 50.6ml)③SV (64.8 ± 18.3ml vs 64.4 ± 19.1ml) ④EF(52.8 ± 19.8% vs 52.3 ± 20.2%)となり,いずれも有意差は見られなかった.視覚評価は従来法と DL Cine で,①心内膜と心筋のコントラストが(4.3 点 vs 3.4 点)②心内膜の鮮鋭度が(4.25 点 vs 3.0 点)でいずれも有意差が見られた (P < 0.01).撮像時間は従来法と DL Cine で (471 ± 106sec vs 19 ± 2sec)であった.

【考察】DL Cine は従来法と比較し心機能解析に有意差が見られなかったため,使用可能と考えられる.また画質は低下するが撮像時間が大幅に短縮された.DL Cine は呼吸停止が少なく短時間での心臓 MRI 検査が実施可能なため,その有用性が示唆された.

07 頭部 MRI 領域におけるディープラーニングを用いた高速化技術の有用性

遠藤 明日香¹,大西 信博¹, 安孫子 晟¹,阿部 宏一郎¹, 荒木 隆博¹, 大滝 布美子¹, 大場 治美¹,布川 孝之¹

1)山形県立中央病院 放射線部

【目的】当院では新しく 1.5T MRI 装置の更新機器として Ingenia Ambition X 1.5T が導入された.これに伴い,AI を用いた高速化技術である Smart Speed AI が使用可能となった.これにより,従来の SENSE,CS-SENSE に AI CS-SENSE を加えた 3 種類の高速化技術が選択可能となった.そこで我々は,3 種類の高速化技術の比較検討およびデノイズレベルの画質への影響についての評価を通し,Smart Speed AI の臨床的な観点での有用性について検討した.

【方法】使用機器は Philips 社製 Ingenia Ambition X 1.5T,使用コイルは Head Neck コイル(16ch),撮像部位は同意を得たボランティアの頭部とした.T2WI,T1WI,FLAIR,MRA について SENSE,CS-SENSE,AI CS-SENSE それぞれの倍速設定を適宜変化させ,撮像時間を比較するとともに画質の視覚的評価を行った.合わせて,AI CS-SENSE を使用した画像についてのデノイズのパーセンテージを 15%,30%,50%,100% に変化させて頭部画像の画質を視覚的に評価した.また,同条件にて装置付属ファントム (3000cc bottle L13) を用いた SNR の評価を行った.

【結果】AI CS-SENSE では倍速を上げていった際に AI の処理効果によって,SENSE,CS-SENSE に比べて画像のノイズが低減され,かつ時間短縮によるアーチファクトの低減が確認できた.これによ

り,SENSE,CS-SENSE を使用した場合に比べて高い倍速設定が可能となり,撮像時間が短縮された.

【考察】Smart Speed AI は撮像時間短縮,ノイズ低減による画質向上に効果的であった.デノイズの調整は,撮像後に行うことが可能であり,施設ごとに最適な画質に調整することができる.臨床的な観点では,救急撮影など短時間で検査を終える必要がある場面でも有用となる可能性が示唆された.

08 深層学習画像再構成法を用いた 1.5T 画像と 3T 画像の比較検討

池田 昌子¹,吉田 博一¹,櫻田 渉¹,照井 正信¹

1)秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】1.5T 装置 SIEMENS 社製 MAGNETOM Sola (Sola) に,深層学習画像再構成法である Deep Resolve Boost (DRB) と Deep Resolve Sharp (DRS) が搭載された.DRB は画像のノイズ低減,DRS は画像の鮮鋭度上昇を目的とした機能であるが,3T 画像と比較された報告は少ない.今回,3T 装置 Canon 社製 Vantage Centurian (Centurian) の画像と比較を行い,DRB・DRS の有用性について評価を行った.

【方法】Sola : 20ch Head/Neck Coil と Centurian : 32ch Head Coil を用い,ボランティアの頭部 T2 強調画像を評価対象とした.A 群として①Sola-Matrix320-深層学習画像再構成不使用 (none) ,②Sola-Matrix320-DRB ?Centurian-Matrix320-none ④Centurian-Matrix320-深層学習画像再構成 Advanced intelligent Clear IQ Engine (AiCE) の 4 画像を取得し,B 群として①Sola-Matrix320-DRS ②Sola-Matrix320-DRB + Zero fill interpolation (ZIP) ?Centurian-Matrix448-none ④Centurian-Matrix448-AiCE ⑤Centurian-Matrix448-AiCE ZIP の 5 画像を取得した.A 群・B 群それぞれに対して粒状性と鮮鋭度の 2 項目について一対比較法による視覚評価を行った.各画像の撮像条件は Parallel imaging factor を調整して撮像時間は同一とし,その他のパラメータについても両装置において可能な範囲で同一の設定としている.

【結果】A 群において粒状性は Sola-Matrix320-DRB が Sola-Matrix320-none より有意に優れ,Centurian-Matrix320-none との有意差はみられなかった.B 群において Sola-Matrix320-DRS の粒状性は AiCE を併用した画像には劣るものの,Centurian-Matrix448-none より有意に優れ,鮮鋭度では他の 4 画像より有意に優れた結果となった.

09 前立腺がんの描出を目的とした Deep Learning Reconstruction 併用 2D thinsliceT2 強調画像の検討

阿倍 健¹, 船戸 陽平¹,大湯 和彦¹,台丸谷 卓真¹,横山 昂生¹,鈴木 将志¹,大谷 雄彦¹,成田 将崇¹

1)弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

【目的】前立腺 MRI の撮像,読影の標準化を目指して発刊された Prostate Imaging and Reporting and Data System version 2 (PI-RADS v2) において,T2 強調画像が重要とされており,その撮像条件が提示されているが,非常に厳しい条件となっている.その中で 3D 撮像はパーソナルボリュームの影響などの面で有用とされているが,2D と比較す

るとコントラストや分解能が劣るとされている。そこで、2D thin slice が有用ではないかと考えられるが、スライス厚が薄くなると SNR の問題があった。装置更新に伴い Deep Learning Reconstruction (以下 DLR) の使用が可能となり SNR や分解能の向上が期待できる。今回は前立腺がんの描出を目的とした DLR 併用 2D thin slice T2 強調画像の検討を行った。

【方法】使用装置は GE 社製 Signa Premier3.0T、コイルは Air Anterior Array coil 30ch と Spine Posterior coil 60ch、ファントムは Caliber MRI 社製 130 型 qMR システムファントム、解析は ImageJ で行った。スライス断面を T2 section に設定し、撮像条件をスライス厚 1, 1.5, 2mm, Matrix200, 256, 288, DLR の強度は High とし撮像した。前立腺の辺縁域、移行域それぞれの正常部・腫瘍部に相当する T2 値となる部分に ROI を設定し、SNR, 正常部・腫瘍部のコントラスト, CNR を算出した。また、当院でルーチンとして撮像している 4mm スライス厚 T2 強調画像を撮像し比較評価した。

【結果】コントラストは辺縁域、移行域どちらも撮像条件によらず同等となった。SNR はどの Matrix においてもスライス厚 1mm では 4mm スライス厚 T2 強調画像よりも低いが、スライス厚 1.5mm ではほぼ同等となった。CNR も SNR と同様の傾向となった。

【考察】DLR を使用することでコントラストには変化がないが、SNR が向上する。そのため CNR が向上したと考えられる。

【結語】DLR を用いることで SNR が改善し、スライス厚を 1.5mm としてもルーチンで撮像している T2 強調画像と同等の CNR が得られ、臨床に有用であると考えられる。

11月3日(金)14:40~15:30 第2会場
【セッション3】放射線治療 治療計画
座長:弘前大学医学部附属病院 小原 秀樹

10 深層学習を用いることで治療計画立案時間の短縮は可能か
岡 善隆¹, 木村 祐利²

1) 福島県立医科大学附属病院 放射線部 2) アイラト株式会社 AI 研究開発部

【目的】強度変調放射線治療 (IMRT) が普及し標準治療になりつつあり、治療計画の質の均てん化および計画立案に伴う業務負担の低減が望まれている。近年、深層学習技術を搭載した治療計画作成支援ソフトウェア (AIVOT) がアイラト株式会社より開発された。本研究では、AIVOT を用いることで治療計画立案時間の短縮が図れるのか調査したので報告する。

【方法】治療計画立案者は、本学医学部 4 年生の 3 名とした。対象症例は、限局性前立腺癌に対する VMAT (60Gy/20Fr) 3 症例とし、治療計画の作成には Eclipse を用いた。臓器輪郭は予め作成した輪郭を用いた。従来法は、当院マニュアルに準じて最適化用ストラクチャを手動で描出した。新手法では、AIVOT を用いて臓器輪郭から AI によって予測される 3 次元線量分布を利用して最適化用ストラクチャを自動生成した。最適化パラメータ値は、両方法とも予め用意した固定値を全症例に対して使用した。治療計画立案時の繰り返し回数は 1 回のみとした。調

査項目は、治療計画立案時間 (最適化用輪郭作成から線量計算終了まで) および線量指標 (PTV D98%/D95%/D2%, 直腸 V31 Gy/V46 Gy/V54 Gy/V60 Gy, 膀胱 V31 Gy/V55 Gy, 左右大腿骨頭 V23 Gy) とした。

【結果】3 名の平均計画立案時間は、現行法が 19 分 32 秒、本研究法が 16 分 20 秒であり、線量指標の現行法と本研究法の差異は、PTV で 2% 以内、OAR で 2.5% 以内であった。

【考察】限局性前立腺癌に対する VMAT 治療計画の質および計画立案時間は、本研究法と現行法で概ね同等であった。現行法はマニュアルに準じて輪郭作成を行ったため、症例に応じた輪郭の追加 および調整の余地があり、計画時間とのトレードオフでプランの質を改善できる可能性がある。本研究法は、症例毎に予測された 3 次元線量分布に基づいた最適化用輪郭の作成が可能であるため、計画立案時間を短縮しつつ計画の質の向上が図れる可能性があると考えられる。今後、本研究法の至適最適化パラメータ値の検討を引き続き行っていく。

11 前立腺癌 IMRT における HydrogelSpacer 分布による影響
高橋 健一¹, 鈴木 広志¹

1) JA 福島厚生連 白河厚生総合病院 放射線科

【目的】前立腺癌に対する IMRT において、前立腺と直腸の間に配置される Hydrogel Spacer (SpaceOAR システム) は、直腸線量を低減することが可能であり、当院における事前検証では、線量指標 D95 の増加 ($p < 0.05$) 及び直腸線量指標 V40Gy, V60Gy, V70Gy の減少 ($p < 0.001$) に有意差が認められた。しかし、Hydrogel Spacer の留置手技は難しく、非対称に留置されることがある。今回、非対称に留置された Hydrogel Spacer が、線量分布や MU 値に影響を及ぼすか比較検討することを目的とした。

【方法】当院で Hydrogel Spacer を留置した 85 例のうち、ステージ T1 から T2 の 68 例を対象とした。MRI 画像を用いて Hydrogel Spacer の分布を評価し対称性の分類を行った。アキシシャル画像の前立腺中央と頭尾方向 1cm の 3 スライスにて、左右対称、左右横 1cm, 左右横 2cm 以上の評価を行い、患者毎にスコアリングを行った。スコアリングは、Sym1 を 3 スライス全てが対称分布、Sym2 を横 1cm のスライスが 1 つ以内、Sym3 を横 1cm のスライスが 2 つ、Sym4 を 3 スライスが横 1cm または 2/3 スライスが横 2cm 以上、Sym5 を 3 スライスが横 2cm 以上で行った。IMRT 計画後、PTV の D95 や直腸の線量指標及び MU 値を算出し、Sym1 との比較を行った。統計解析は、Mann-Whitney U 検定 (有意水準 0.05) を用いた。

【結果】Hydrogel Spacer の対称性に関して、左右対称は 63.3%、左右横 1cm は 33.1%、左右横 2cm 以上は 3.7% であった。患者毎のスコアリングでは、Sym1 は 29.8%、Sym2 は 36.9%、Sym3 は 16.7%、Sym4 は 16.7%、Sym5 は 0% であった。PTV の D95 に関して、Sym1 の中央値 95.4% に対し、差が最も大きい Sym3 は 95.8% であり、有意差は認められなかった ($p=0.488$)。直腸の線量指標では、中央値の差が最も大きい V70Gy に関して、Sym1 の中央値 1.41% に対し Sym4 は 5.16% であり、有意差は認められなかった ($p=0.061$)。MU 値に関しても、Sym1 の中央

値 598MU に対し差が最も大きい Sym4 は 634U であり、有意差は認められなかった($p=0.172$)。

12 頭頸部陽子線治療におけるペンシルビーム法とモンテカルロ法の線量分布の比較

加藤 亮平^{1,2}, 角谷 倫之², 加藤 貴弘³, 小山 翔¹, 成田 優輝¹, 武政 公大⁴, 池田 知広⁴, 鳴海 克希⁴, 小川 柊太¹, 神宮 啓一²

1) 南東北がん陽子線治療センター 放射線治療品質管理室 2) 東北大学大学院医学系研究科放射線腫瘍学分野 3) 福島県立医科大学 保健科学部 4) 南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科

【目的】 放射線治療において、モンテカルロ (MC)法は精度の高い線量計算手法として広く用いられている。一方、商用の陽子線治療計画装置では高速計算が可能なペンシルビーム (PB)法がよく用いられるが、PB 法は不均質領域における線量計算精度に課題があることが知られている。そのため、本研究では不均質領域として代表的な頭頸部領域を対象として PB 法と MC 法で計算した陽子線治療の線量分布を比較し、系統的に解析することを目的とした。

【方法】 2022 年に当院で陽子線治療を実施した頭頸部癌患者 40 例を対象とし、実際に臨床で使用した治療計画を用いた。これらは陽子線治療計画装置 XiO-M (日立製作所)にて立案され、PB 法で線量分布が計算された。MC 計算には Particle Therapy Simulation Framework (PTSIM)を使用した。なお、PTSIM では事前に当院の陽子線治療装置の照射ノズル構造のモデリングと実測値に対するパラメータ調整を行っている。MC 法では、患者の治療計画 CT 画像における CT 値に基づいて、9つの物質を割り当てた。その後、PB 法と同じビームパラメータを使用して MC 法で再計算を実施した。また、それぞれの線量分布はアイソセンタ処方として規格化した。PB 法と MC 法で計算した線量分布において、PTV の DVH から D98, D95, D50, D2 を算出し比較評価した。

【結果】 PTV の D98, D95 における PB 法と MC 法の平均誤差は 5% 以内であり、PB 法が MC 法より高い傾向を示した。また、D50, D2 における平均誤差は小さいことが確認された。ターゲットが空気に接している、もしくは PTV に空気が含まれる患者では線量カバレッジの誤差が大きくなる傾向にあった。

【考察】 本研究では頭頸部領域に着目し、PB 法と MC 法で計算した線量分布を系統的に解析した。頭頸部は空気や骨などの不均質な領域を多く含んでいるため、水を基準としてモデリングされている PB 法では空気をパスした陽子線ビームの飛程が短くなり、飛程終端付近で MC 法との線量誤差が大きくなったと考えられる。MC 法に基づく治療計画の独立線量検証によって治療ビームの不確かさを把握し、患者の変化に合わせて適宜リプランしていくことで、更に高精度な陽子線治療を臨床に提供できるようになることが期待される。

13 食道癌に対する放射線治療における肺の吸収線量と体積変化に関する検討

学生 金澤 圭佑¹, 三木 悠作¹, 渡辺 海邑¹, 初鹿野 駿¹, 笹本 龍太¹

1) 新潟大学大学院保健学研究科 放射線技術科学分野

【目的】 放射線治療における肺の晩期障害である放射線肺線維症は不可逆的な変化であるため、治療計画時にその発生を予測すること

は重要である。放射線肺線維症では気腔が虚脱して体積が減少する変化が見られ、並列臓器である肺の機能低下に直結しうると考えられるが、肺の体積変化と吸収線量に関する研究は少ない。そこで本研究では、肺の吸収線量と体積変化の関係について検討した。

【方法】 新潟大学医学総合病院にて平成 23~令和 2 年までに食道癌に対する 3D-CRT を受けており、かつ経過観察の CT 画像が照射終了後 6~12 カ月の間に撮像されている 11 症例を対象とした。まず、治療前後の全肺体積について対応のある t 検定を行った。次に非剛体画像レジストレーションを用いて治療計画の CT 画像と線量分布を治療前 CT 画像の形状に合わせる作業を行い、治療前の DVH を作成した。その後、同様の方法で治療前 CT 画像と線量分布を治療後 CT 画像に合うように変形を行い、治療後の DVH を作成した。作成した治療前と治療後の DVH を 5Gy 毎に比較することで、肺の吸収線量に応じた体積変化を求め、対応のある t 検定を行った。なおレジストレーションに際しては、肺と胸壁が解剖学的に非連続であることを考慮し、肺以外の CT 値を -2000HU に置き換えた肺抽出画像を用いた。

【結果】 肺全体の体積は治療前後で有意な変化はみられなかった。吸収線量ごとの検討では、5Gy 未満の領域で体積増加がみられ、5Gy 以上の領域では体積減少がみられた。そのうち 20Gy 以上の領域では、統計的に有意な減少がみられた。

【考察】 治療前後で全肺体積の有意な変化がみられなかったのは、低線量領域の体積増加と高線量領域の体積減少が相殺されたためと考えられる。肺は再生臓器ではないため、低線量領域の体積増加は過膨張と考えられ、機能が上昇したとは言えない。ただし、5Gy 未満で体積減少がみられなかったことは、5Gy 未満の領域を確保することの重要性を示唆している可能性がある。一方、体積減少の部分は組織の線維化と含気の減少により機能が低下していると考えられる。今回の検討では、20Gy 以上照射された領域で有意に体積が減少したが、20Gy 以上でも体積減少率は一定でなく、線量が上がるほど体積減少率は高かった。今回の検討により、過膨張を除いた肺の体積減少を予測できることが示唆された。

14 三次元積層造形技術を応用したテーラーメイド小線源治療の検討

小森 慎也^{1,2}, 高川 佳明³, 竹内 瑛彦¹, 佐藤 啓樹³, 遠藤 浩光¹, 加藤 貴弘⁴

1) 南東北 BNCT 研究センター 放射線治療品質管理室 2) 総合南東北病院 放射線治療品質管理室 3) 総合南東北病院 放射線治療科 4) 福島県立医科大学 保健科学部

【背景】 標準化された市販アプリケーションやテンプレートを使用した婦人科領域の小線源治療では、線源の配置に限界がある。解剖学的構造、ターゲットの複雑さに基づいた線源配置の自由度が向上することで、線量分布は大きく改善される。本研究では、三次元積層造形技術を応用して新たなアプリケーションを設計し、臨床応用への可能性について検討した。

【方法】 コンピュータ支援設計ソフトを使用し、円筒内に複数のニードルを挿入可能な経路を有したアプリケーションを設計した。製造は In-

house 3D プリンタの利用を想定し、材料には生体適合性と機械的強度を考慮し ABS 樹脂 (ABS) を用いた。ABS による放射線の擾乱を評価するため、モンテカルロコード PHITS を使用し、放射線の減弱を水と比較した。臨床応用を見据えた有用性を評価するため、当院で過去に治療を実施した子宮頸癌術後陰断端再発症例 (症例 1)、陰癌再発傍腫組織浸潤症例 (症例 2) を対象に、新規アプリケーション使用を仮想した治療計画を再作成し、ターゲット線量および腸管、膀胱線量を比較した。

【結果】PHITS によるシミュレーションでは、線源を原点として 20 mm (アプリケーション半径 15 mm、粘膜下 5 mm を想定) の位置における ABS と水の線量差は 0.6% であった。症例 1 では、陰断端再発腫瘍および全周の陰粘膜をターゲットとし、ニードル経路から中央を含む 3 本のニードルを挿入し陰断端に刺入した。市販のシリンダーを使用した計画とターゲットの D90% を同等にした場合、新規アプリケーションを使用することで、直腸および膀胱の D2cc はそれぞれ 17.4、25.6% 低減した。症例 2 では、全周の陰粘膜および一部傍腫組織浸潤を認めた領域をターゲットとし、組織浸潤を認めた方向の最外側経路に 3 本のニードルを挿入した結果、同様に新規アプリケーションでは直腸 D2cc は 10.6% 低減した。

【考察】ABS による放射線の減弱は概ね水と等価であり、材料として適していると判断された。新規アプリケーションでは、症例に合わせてニードルを適切に配置することで理想的な線源配置を実現し、ターゲットカバレージを改善し正常組織の低減が可能となる。加えて、組織内照射のフリーハンドによるニードル刺入に要する時間を短縮し、術者の技量への依存度が小さくなることが期待される。

11月3日(金)15:40~16:10

第2会場

【セッション4】乳腺

座長:東北大学病院 千葉 陽子

15 プレストトモシンセシス撮影における AEC 感知領域の基礎的検討
小林 潤子¹、笹原 世¹、大泉 夕奈¹、三塚 菜々子¹、伊藤 真理²、今野 祐治²、竹田 亜由美³

1)医療法人 篠田好生会 篠田総合病院 放射線科 2) 小国町立病院 放射線科 3)公立置賜総合病院 放射線部

【目的】当院のトモシンセシス MLO 撮影において 2D 撮影ではみられなかった線量不足による再撮影を複数回経験した。当院の装置の自動露出機構 (AEC) はプレ照射時の感知領域を基準に mAs 値を算出するが再撮影の症例では小乳房で AEC が適切に作動せず線量不足になったと考えられる。そこで AEC で条件を決定する感知領域の特性を確認し再撮影の防止につなげる。

【方法】乳房 X 線撮影装置 Siemens Healthineers 社製 MAMMOMAT inspiration を用いて、EUREF 4th edition-Supplement に示されている局所の高濃度領域試験を応用しトモシンセシス撮影における AEC の特性を評価した。D 型 PMMA ファントム 30mm 厚を乳房支持台に配置しスペーサーを用いて圧迫板を 40mm の高さに設定し、圧迫板上に 20×40×2mm の PMMA (小プレート) を厚さ 0~14mm の範囲で変化させ 3 回ずつ撮影、撮影条件

変化と AEC region の位置、また得られた画像の小プレート部分の SNR を算出した。撮影条件は 28kV AEC を使用し D 型ファントムの配置は①乳房支持台中央②30mm③72mm④98mm それぞれ中央から左に移動した位置とした。

【結果】D 型ファントムの配置①と②の小プレート厚 4~10mm では AEC region は小プレートを示し厚さが増すと mAs 値も増加し SNR は同程度であった。小プレート厚 0,2 mm では AEC region は小プレートを含めた D 型ファントム全体を示し、小プレート厚 12,14 mm では AEC region は小プレート以外の D 型ファントムを示し、mAs 値は 54mAs 前後で同程度となった。③では全ての小プレート厚において AEC region は示さず mAs 値は 28mAs 前後となり SNR は①と②より低い値を示した。④ではすべての小プレート厚において撮影することができなかった。

【考察】②で AEC region が小プレートを示し①と同程度の SNR を取得できたのは、被写体となるファントムが感知領域を十分に覆っていたため AEC が小プレートの位置と厚さを認識し適切な mAs 値を決定したと考える。③で①より mAs 値と SNR が低く④で撮影ができなかったのはファントムが感知領域を十分に覆いきれなかったために AEC が適切に作動しなかったためと考える。

16 デジタルマンモグラフィ装置における AEC の性能と特性

木村 明菜¹、竹田 亜由美¹、鈴木 康則¹、伊藤 真理²、今野 祐治²

1)公立置賜総合病院 放射線部 2) 小国町立病院 放射線科

【目的】マンモグラフィでは乳腺領域の画質が高品質になるよう自動露出制御 (Automatic Exposure Control : 以下 AEC) の安定した作動が重要である。以前、当院の装置に搭載されているインテリジェント AEC の特性を確認するため、EUREF (European Reference Organisation for Quality Assured Breast Screening and Diagnostic Services) 4th が示す局所の高濃度領域 (Local Dence Area : 以下 LDA) 試験を行った。今回は実際の臨床に近いファントムを使用する機会を得たため、それを用いてさらに応用した LDA 試験を行い、AEC の特性を確認した。

【使用機器】・乳房 X 線撮影装置 : MAMMOMAT Inspiration PRIME (SIEMENS 社) ・D 型エポキシ樹脂ファントム : BR3D 乳房イメージングファントム (東洋メディック社) ・PMMA プレート (アクロバイオ社)

【方法】LDA 試験を応用して、D 型 BR3D 乳房イメージングファントム 30mm 厚を乳房支持台に配置し、圧迫板の高さを 40mm に設定した。圧迫板上で胸壁端から 50mm の位置で 2 か所に PMMA プレートを配置し、1 か所は 6mm 厚で固定、もう 1 か所は厚さ 2~14mm と変化させて撮影した。得られた画像の PMMA プレート部分の SNR を評価し、さらに mAs 値の変化を確認した。撮影条件は臨床と同じ OPDOSE モードで行った。

【結果】SNR の偏差がすべての厚さで管理幅である 20%以内であった。mAs 値は、プレート厚 8 mm、10mm では厚さとともに増加した。その他の厚さでは一定であった。

【まとめ】臨床の乳房を想定したファントムを用いても,AECは高濃度領域を認識し,安定した作動をすることが分かった.臨床により近い状態でのAECの特性を確認できた.

17 デジタルマンモグラフィにおける解析ソフトウェアによる MTF 測定値の比較

今野 祐治¹,伊藤 真理¹,山品 博子²,齋 政博³,鈴木 隆二

1)小国町立病院 医療技術部 放射線科 2)福島県立医科大学 保健科学部 診療放射線科学科 3)東北大学病院 診療技術部 放射線部門

【背景】現在,国際電気標準会議(IEC)では,デジタルマンモグラフィの検出器の空間分解能の評価にエッジ法による MTF の測定を用いている(IEC 62220-1-2).しかし,我が国では,Droegeらが求めた方法により算出されるシステムコントラスト伝達関数(SCTF)が用いられている.MTFの測定はSCTFの測定に比べ手順が煩雑であるが,IEC62220-1-2に準拠し簡便に測定が行えるソフトウェアの開発がされており,欧州ガイドライン(EUREF)では,このようなソフトウェアを用いて解析を行うことを推奨している.

【目的】ソフトウェアの特性を理解して使用する必要があることから,無料で公開されている MAMMO_QC,RAD_IQ,COQ,Saunders MTF の4種のソフトウェアで比較を行うこととした.

【方法】NHS Breast Screening Programme Equipment Report 1601(以下,Report 1601)に沿ってエッジ画像を取得した.線質は管電圧29kV,ターゲット/フィルタはW/Rhを使用した.エッジデバイスは厚さ0.8mmの120mm×60mmの矩形のステンレススチール板を使用した.エッジデバイスは乳房支持台の上に直接配置し,コンソールでグリッドを取り外した.また,エッジデバイスは管球に対し垂直方向と水平方向のMTFを測定するために配置した.取得した画像から各ソフトウェアにて,管球に対し垂直方向と水平方向のMTF曲線を作成し,平均した.次にMTF曲線が50%,10%になる空間周波数(mm⁻¹)を算出した.Report 1601に示されているMTFの値からも同様にMTF曲線が50%,10%になる空間周波数を算出した.各ソフトウェアとReport 1601から算出された空間周波数を用いて偏差(%)を算出した.

【結果】MTFが50%になる空間周波数はReport 1601,MAMMO_QC,RAD_IQ,COQ,Saunders MTFの順に6.21,6.08,6.30,6.12,5.94であり,偏差は-2.13,1.41,-1.49,-4.39であった.同様にMTFが10%になる空間周波数は9.00,8.88,9.01,8.89,9.43であり,偏差は-1.31,0.14,-1.19,4.75であった.

11月3日(金)10:00~10:40

第3会場

【セッション5】CT被ばく

座長:仙台赤十字病院 船島 健太郎

18 CT検査における天井吊り下げ式防護板の散乱線防護効果と有用性
西川 順子¹,町井 祐輔¹,佐々木 正臣¹,板垣 良二¹,佐々木 清昭¹

1)宮城県立こども病院 放射線部

【背景】小児専門施設である当院では,CT検査において患者の体動を抑制するため離れることができない場合や,造影検査の際にインジェクターを用いずに手押しで行う場合など,スタッフが患者の傍にいる

状態で撮影する場面が多い.CT検査室内にスタッフが留まったまま撮影を行う際には,散乱線によるスタッフの被ばくを防ぐため天井吊り下げ式防護板(以下,防護板)と放射線防護衣を使用している.【目的】患者抑制や造影剤注入などでスタッフが立つガントリー付近や寝台横において,防護板の有無で散乱線を測定し防護効果を検討した.

【方法】防護板は天井吊り下げ式のため,アイソセンターより上の位置で測定した.スタッフが防護板の下から手を伸ばして患者の抑制を行う想定のため,防護板は寝台から上方向に距離を取って設置している.頭部用固定具にアクリル円柱ファントムを設置し,撮影条件を一定にして電子ポケット線量計を用いて散乱線を測定した.測定点はアイソセンターを基準とし,管球回転軸に対して45度,135度方向と寝台横の左右で,それぞれ距離が50,70,100,150,200cmの位置とした.ただし,45度方向での150,200cmの距離は棚があり測定不可能であった.高さは上方向に0,20,40,60cmの点とした.【結果】防護板を使用しない場合の最大線量点は,距離50cmにおける高さ0cmの点であり,136μSvが検出された.測定点がアイソセンターから離れるにつれて線量値は減少し,すべての方向で同じ減少率となった.防護板を使用した場合には,電子ポケット線量計が防護板に覆われている点では0μSvに近い値となった.高さ0cmおよび20cmは,電子ポケット線量計を防護板で覆うことができない位置のため,防護板を使用しない場合の線量値と同等の結果となった.

【まとめ】小児専門施設の特性上,スタッフが検査室内に留まったまま撮影を行う場面が多いため,散乱線から効果的に防護するために防護板は有用である.しかし,防護板と線量計の位置によっては数値が検出されるため,防護板を使用する位置の調整には注意が必要である.

19 CT線量管理と頭部単純CTプロトコル運用の見直しによる被ばく線量の最適化

石田 高人¹,大村 知己¹,佐々木 文昭¹,加藤 守¹

1)秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】医療法施行規則の一部の改正により2020年4月から線量管理が義務化された.またDRLs2020が公開され線量の最適化の指標が示されている.線量管理の義務化に伴い当院においても線量管理ツールが導入され線量集計が容易となった.線量最適化の取り組みとして当院において撮影頻度の多い頭部単純CTにおけるプロトコル運用の見直しを行ったので,その経過を報告する.

【方法】各年度末にDRLに示された撮影区分で線量集計を行い,その結果を放射線科医師と放射線技師で共有をした.当院では頭部単純CTにおいて,画像ノイズ特性を基準に線量と逐次近似法の強度が異なる精査用と経過観察用の二つのプロトコルを検査目的に応じて使い分けられている.線量集計結果とDRLs2020の線量指標をふまえて2021年度4月,2022年度4月に運用の見直しを行い経過観察プロトコルの適用範囲を拡大した.2020年度,2021年度及び2022年度における年度毎の線量分布の推移を比較し頭部単純CTの運用見直しによる効果を検証した.線量集計にはteamplay(SIEMENS)を用いた.

【結果】頭部単純CTの線量中央値はCTDIvol[mGy]で2020年度(精査:71.0,経過観察:58.1,全体:70.3),2021年度(精査:71.3,経過観

察：58.5,全体：70.1),2022年度(精査:69.7,経過観察：57.7,全体：67.2)となり,DLP [mGy・cm]で2020年度(精査:1124,経過観察：927,全体：1109),2021年度(精査:1123,経過観察：934,全体：1101),2022年度(精査:1102,経過観察：916,全体：1051)となった。全体の線量中央値は5%程度減少した。経過観察プロトコルの件数の割合は2020年度で約1割,2021年度で約2割,2022年度で約3割となっており経過観察プロトコルの使用割合は増えている。線量分布は徐々に2峰性の分布となり検査目的に応じた撮影線量の最適化がなされていると考える。

【結論】検査目的に応じたプロトコル設定とその運用による線量管理状況の定期的な見直しは,被ばく線量の最適化につながると考える。

20 CT検査室内における散乱X線の発生源別寄与割合の推定

学生 田中 智妃¹,小山内 暢²,田村 梨菜¹,三上 葉月¹,野呂 朝夢祐³,對馬 恵²,工藤 幸清²

1)弘前大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2)弘前大学 大学院保健学研究科放射線技術科学領域 3)弘前大学 大学院保健学研究科博士前期課程

【目的】Computed tomography (CT) 検査では, 体位保持を行えない患者等に対して医療スタッフがガントリ近傍で介助を行う場合がある。CT装置は連続的にエネルギーの高いX線を照射するために散乱X線量が多く, また, X線管と検出器が回転することで散乱X線分布が予測しづらい。放射線診療においては, 患者以外の装置等からも散乱X線が発生しており, より適切な防護のためには, 散乱X線の発生源を明らかにする必要がある。本研究では, 患者ファントム, CT装置の各構成部といった発生源の別に散乱X線の寄与割合を推定した。

【方法】16列CT装置(Aquilion Start, キヤノン)を用い, 頭部撮影介助時を想定し人体ファントム(PBU-50, 京都科学)の撮影を行った。撮影条件は管電圧120 kV, 管電流AEC (平均190 mA), 回転速度1.0 s/rotとし, ヘリカルモードで撮影した。ガントリ背面でアイソセンタから100 cm, 高さ100 cmの位置で電離箱式サーベイメータ(ICS-1323, ALOKA)により周辺線量当量 H^* (¹⁰)を測定した。マイリングからの散乱X線を遮蔽するためにガントリ開口部に沿うよう直角に立ち上げた1 mm厚の鉛板を環状に配置した遮蔽材(以下「鉛板」という。)を作製した。①鉛板, ②頭部ファントム, ③ヘッドレストそれぞれの有無で測定を行った。①~③の測定値の組み合わせにより, 患者や装置の各パーツからの散乱X線の寄与を概算した。

【結果・考察】通常検査(鉛板なし)時の H^* (¹⁰) (検査1回当たり)は222 μ Svであった。患者, ヘッドレスト, マイリングからの寄与は, それぞれ約70%, 約9%, 約6%であった。それら以外からの寄与は約7%と推定され, マイリング以外のガントリカバーや2次的な散乱X線の影響と考えられるが, さらなる検討が必要である。また, 今回の鉛板ではマイリングからの散乱X線を完全に遮蔽することは難しいため, そこからの寄与はさらに大きい可能性がある。患者からの散乱X線が主ではあるものの, 患者以外からも無視できない散乱X線が発生しているため, より適切なCT用防護板の設置方法や介助者の立ち位置の検討が望まれる。

【結論】CT検査では患者以外からの散乱X線が発生しており, 介助時にはその点を考慮した防護策を講じる必要がある。

21 ピンホールカメラによるCT室内の散乱X線発生源の可視化

学生 田村 梨菜¹,小山内 暢²,田中 智妃¹,三上 葉月¹,細川 翔太¹,野呂 朝夢祐³,對馬 恵¹,山口 一郎⁴,工藤 幸清¹

1)弘前大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2)弘前大学 大学院保健学研究科放射線技術科学領域 3)弘前大学 大学院保健学研究科博士前期課程 4) 国立保健医療科学院 生活環境研究部

【目的】Computed tomography (CT) 検査では患者の体位保持などのために撮影中に医療従事者が介助を行うことがあり散乱X線による被ばくを伴う。CT装置では用いるX線のエネルギーが高いため散乱X線量が多く, X線管と検出器が回転するために複雑な散乱X線分布を呈すると考えられる。散乱X線を可視化する方法として, ピンホールカメラがあり, 鉛板上の小径を通過した散乱X線により左右上下反転した像が得られる。本研究ではCT検査における散乱X線の発生源をピンホールカメラにより特定した。

【方法】2.0 mm厚の鉛板と木製板を用いて箱を構成し, その前面中心部を円状に空洞とした。直径3.0 mmのピンホールを開けた1.0 mm厚の鉛板を空洞部に配置した。ピンホールから10 cm後面にイメージングプレート(IP)を配置し, 散乱X線可視化用のピンホールカメラとした。16列CT装置(Aquilion Start, キヤノン)を用い, 頭部ファントム(PBU-50, 京都科学)をヘリカルモードで撮影した。今回は基礎的検討として, ピンホールカメラをガントリ背面でアイソセンタ向きに配置し散乱X線像を撮影し, IPを読み取りピンホール像を得た(S値2524, L値2.00)。アイソセンタからピンホールまでの距離を100 cm, 床からピンホールまでの高さを100 cmとした。さらに, ピンホール像にて散乱X線が認められた部分及び背景の画素値(最大値)を計測し半定量評価を行った。

【結果・考察】ピンホール像ではファントムに加えヘッドレスト, ガントリ開口部のマイリングからの散乱X線がその形状に一致して明瞭に観察された。ファントム周囲の空気からの散乱X線も認められた。ファントム表面, ヘッドレスト, ファントム隣接の空気, マイリングからの散乱X線の背景に対する画素値の比はそれぞれ2.9, 2.5, 1.8, 1.3であり, ファントム以外からの散乱X線も無視できない。今後, 線量と画素値の関係を詳細に評価し, 定量化していきたい。また, 水晶体位置での検討も行う予定である。ピンホール像を基に介助位置やより適切な防護具の使用方法を検討することが望まれると共に, 放射線教育への活用も期待される。

【結論】ファントムだけでなく装置からも散乱X線が発生していることをピンホールカメラにて視覚的に示した。

11月3日(金)10:50~11:40

第3会場

[セッション6] CT性能評価

座長:山形大学医学部附属病院 菊地 雄歩

22 上腹部疑似人体ファントムを用いた再構成法の違いによる低コントラスト検出能の評価

島山 春菜¹,太田 佳孝¹

1)岩手医科大学附属内丸メディカルセンター 中央放射線部

【背景・目的】腹部 CT において、肝腫瘍検出には低コントラスト検出能が影響する。瓜倉らの研究では、逐次近似応用再構成法(HIR)は、同一線量のフィルタ補正逆投影法 (FBP) と比較して低コントラスト検出能を改善できないと述べられている。この報告では、体格や解剖学的構造を再現しておらず、円形ファントムを使用したと記していた。また、近年 Deep Learning を用いた再構成法(DLR)も臨床現場で活用されている。以上より、上腹部疑似人体ファントムを用いた、複数の再構成法による低コントラスト検出能の評価を行った。

【方法】CT 装置は Canon 社製の Aquilion ONE を使用。ファントムラボラトリー社の CCT288 型 Liver Phantom を用い、模擬肝臓部に低コントラスト用インサートをランダムに配置した。120kVp, 0.5 mm × 80rows の条件下で、CTDIvol を 30, 20, 10, 5mGy と変えて、40 回ずつ撮影した。FBP(FC03), HIR(FC03+AIDR 3D:Mild), DLR(AiCE Body:Mild, AiCE Body Sharp:Mild)の 4 種類を、表示 FOV:350 mm, 3 mm 厚で再構成した。CT measure を使用し、Noise Power Spectrum:NPS はファントム均一部で算出。Low-Contrast Object Specific CNR:CNRLo は、直径 5 mm の 1%低コントラストモジュールを用い、0.1cycle/mm の NPS 値で算出した。

【結果】NPS は低周波領域において、FBP>AIDR 3D>AiCE Body>AiCE Body Sharp の順に高い値を示した。CNRLo は CTDIvol30mGy で、AiCE Body Sharp>FBP>AiCE Body>AIDR 3D の順に高い値を示した。他の条件では、AiCE Body Sharp>AiCE Body>AIDR 3D>FBP の順に高い値を示した。

【考察】CNRLo は、全ての撮影条件で AiCE Body Sharp が高い値を示した。この結果は、コントラストの視認性に優れ、肝腫瘍の検出に有用であることが示唆される。一方、先行研究の結果と同様に、AIDR 3D は同一線量の FBP と比較して、低コントラスト検出能を一部改善できない条件が見られた。

23 高精細 CT を用いた側頭骨撮影における Deep Learning

Reconstruction 画像の画質評価

大杉 勇輝¹, 酒井 健一¹, 能登 義幸¹

1)新潟大学医歯学総合病院 医療技術部放射線部門

【目的】側頭骨 computed tomography (CT) 撮影では内耳内の微細な構造を明瞭に描出する必要があり、細かい検出器を用いた高精細 CT が有用とされる。一方、検出器を細かくすることにより増加する画像ノイズが、微細構造の描出能を低下させる可能性がある。近年、deep learning reconstruction (DLR) の一つである Advanced intelligent Clear-IQ Engine (AiCE) が開発され、様々な撮影領域での描出能向上が期待される。当院の高精細 CT 装置に、AiCE における内耳領域を想定したパラメータ (Inner Ear) が導入されたが、詳細な画質評価についての報告はない。本研究の目的は、高精細 CT を用いた AiCE (Inner Ear) 画像の物理特性を評価し、その有用性を検討することである。

【方法】CT 装置には Aquilion Precision (Canon) を用い、円柱状のロッド ($\Delta 950$ HU) が配置された水ファントム (装置付属) を撮影

した。撮影条件は管電圧 120 kV, 管電流 250 mA, 回転時間 1.0 s, ピッチファクタ 0.569, 検出器構成 0.25 mm × 160 列とした。再構成条件は field of view 100 mm, スライス厚 1 mm, matrix 512 × 512 pixels とし、再構成アルゴリズムはフィルタ補正逆投影法 (FBP FC80), 逐次近似再構成法 (FIRST Bone Mild) および DLR (AiCE Inner Ear Standard) を用いた。水ファントムのロッド領域から task transfer function (TTF), 水ファントムの均一領域から noise power spectrum (NPS) を算出した。

【結果】TTF を比較すると、AiCE は FBP と同程度であり、FIRST よりも高値を示した。また、NPS においては、AiCE は FBP よりも低値を示し、FIRST と同程度であった。これより、AiCE は高いノイズ低減効果を有しながら、高い分解能を維持した再構成アルゴリズムであることが定量的に示された。

【結語】DLR である AiCE (Inner Ear) は、従来の再構成アルゴリズムと比較して物理特性が優れており、高精細 CT を用いた側頭骨撮影の画質改善において有用であることが示唆された。

24 CT 装置・収集法の違いが仮想単色画像へ及ぼす影響

青山 和弘¹, 庄司 貴則¹, 小松 由布子¹, 大内 智彰¹

1)済生会山形済生病院 放射線部

【目的】kV switching (GSI) と twin beam dual energy (TBDE), 異なる Dual energy 収集法を有した CT 二機種を有している。今回、装置・収集法の違いが仮想単色画像 (VMI) に及ぼす影響を評価したので報告する。

【使用機器】・X 線 CT 装置: Revolution Frontier (GE), SOMATOM Definition Edge (SIEMENS)・CT テストファントム: Pro-CT mk II 04-410 型 (アクロバイオ)・CT measure ver.098f (JSCT)

【方法】<評価対象>

・VMI 40~140 keV (GSI) ・VMI 40~190 keV (TBDE) ・Composite image (TBDE) ・Single 120kVp (GE) ・Single 120kVp (SIEMENS)

*なお全て同程度の収集条件で収集

<評価方法>CT テストファントムから NPS・MTFtask・Contrast を測定し、SDNR を算出。

【結果】・TBDE と比較し、GSI は SDNR が高くなったが 80keV で特異的に低下した。

・Composite image の方が GSI: 65keV よりも Single120kVp に近い SDNR を示した。

【考察】・GSI が TBDE よりも高画質となったのは、Low/High のエネルギー差が大きいため CT 値推測の誤差が少なくノイズが低減したからと考える。・GSI: 80keV で SDNR が低下したのは、70~80keV における低周波数領域で NPS 値が特異的に上昇したことに起因し、ノイズ低減処理のチューニングによる影響と推測する。

・Composite image が Single120kVp に近い SDNR となったのは Raw data 上で CNR を高める処理を行っているからと考察する。

【結語】

Dual energy 収集法の違いが仮想単色画像に与える影響を示した。これらの特性を理解した使い分けが必要となる。今後、臨床評価を含め更に質の高い画像提供に努める。

25 Dualspin 方式 imagedatabase 解析による iodine map のヨウ素検出精度の評価：ファントム研究

濱尾 直実¹,高濱 英彰¹,村上 克彦¹,田代 雅実²,大橋 侑真³,遊佐 雅徳¹

1)福島県立医科大学附属病院 放射線部 2)保健科学部診療放射線科学科 3)キヤノンメディカルシステムズ株式会社

【目的】Dual energy CT 技術を利用した iodine map は,late iodine enhancement (LIE)や extracellular volume fraction (ECV) への有用性が示されている。Iodine map の取得方法には様々な撮影方式や解析方法があるが,dual spin 方式 image data base 解析を用いた評価は少ない。今回,dual spin 方式 image data base 解析法による iodine map について,LIE 評価への適応可能性を調査するため,ファントムによるヨウ素検出精度を評価した。

【方法】マルチエナジーCT ファントムを使用し,Aquilion ONE / GENESIS Edition (キヤノンメディカルシステムズ社製)の single energy volume scan にて,管電圧 80 kV と 135 kV の dual spin 方式で行った。計測用ロッドは,ヨウ素濃度 (0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 mg/mL),及びヨウ素濃度 0 mg/mL の solid water であった。Iodine map は,装置上で image data base の DE 解析ツールで作成した。画像解析は,Fiji (Image J) を使用して,Iodine map 上の各ロッドに配置した ROI の平均信号値 [HU] と SD を計測した。評価は,ヨウ素濃度と信号値との相関関係,また,各ロッドの信号値の比較,及び solid water と各ヨウ素ロッドとの CNR の比較を行った。

【結果】ヨウ素濃度と信号値の間に正の相関が見られた。各ロッドの信号値,及び solid water と各ヨウ素ロッドとの CNR は,ロッド間で有意な差を認めた。

【結語】本研究では,健常心筋と LIE を,ヨウ素濃度 1.0 と 2.0 mg/mL のロッドで模擬したが,信号値と CNR で有意な差を認めたことから,両者を識別できる可能性が示唆される。また,ヨウ素濃度 0 と 0.2 mg/mL について,信号値と CNR で有意な差を認めたことから,本法による iodine map は,低濃度ヨード造影剤を精度良く検出できる可能性が示唆される。

26 電磁焦点偏向システムが画質に与える影響

庄司 貴則¹,青山 和弘¹,小松 由布子¹,大内 智彰¹

1)済生会山形済生病院 放射線部

【背景・目的】面内の分解能を向上させる技術である Flying Focal Spot(以下 FFS)を有する装置を使用している。回転時間 1.0s 以上で有効で,ガントリ中心に配置できない領域において特に有用である。FFS と逐次近似応用再構成法 (ADMIRE) が画質に与える影響を検討したので,報告する。

【使用機器】・X 線 CT 装置: SOMATOM Definition Edge (SIEMENS) ・水ファントム: SPECT ファントム JSP 型 220mm φ

(京都科学) ・直線性試料: CT?200A 型 CT-8 (京都科学) ・視覚評価用ファントム: 豚骨封入自作ファントム 100mm φ ・CT measure ver.098f (日本 CT 技術学会)

【方法】1. 物理評価

ガントリ中心と 10cm オフセンターにファントムを配置し,回転時間を 0.5s と 1.0s(FFS)に変化させて,CTDIvol: 10mGy で撮影する。FBP と ADMIRE 2~4 で再構成し,MTF を直線性試料の円柱ロッド (110HU@120kVp)で,NPS を水ファントムで測定を行う。得られた MTF と NPS から SNR を算出する。

2. 視覚評価

1 と同様に視覚評価用ファントムを配置し,撮影する。診療放射線技師 6 名で分解能を比較し,視覚評価する。

【結果】・センター,オフセンターともに回転時間 1.0s で MTF は向上したが,NPS が劣化し,SNR は 0.5s と変わらなかった。・回転時間の変化は ADMIRE の挙動に影響しなかった。・物理評価では,ADMIRE 強度が大きいほど SNR が向上したが,視覚評価では異なる結果となった。

【考察】・FFS によるサンプリング数の変化が再構成の挙動に影響し,ノイズが増加したと推測する。・view 数が変化しても ADMIRE のノイズ低減には影響しないと推察する。・ADMIRE は,非線形画像処理であるため,物理評価と視覚評価が一致しなかったと考える。

【結語】FFS を使用すると,空間分解能は向上するが,ノイズが増加することが確認された。しかし逐次近似応用再構成を併用することで,解像度を維持しノイズの低減が可能である。撮影部位や FOV の違いも影響するため臨床画像で検討し,更なる画質の向上に努めたい。

11月3日(金)14:40~15:30

第3会場

【セッション7】血管撮影・IVR,透視 防護具

座長:東北医科薬科大学病院 森島 貴頭

27 IVR 術者のための新型水晶体防護具の開発

芳賀 喜裕^{1,2},曾田 真宏¹,千田 浩一²,加賀 勇治¹,齋藤 和久¹,笠原 梓司¹,加藤 聖規¹,阿部 美津也¹

1)山台厚生病院 放射線部 2)東北大学大学院 医学系研究科

【目的】令和3年4月から放射線業務従事者の水晶体等価線量限度が引き下げられ,放射線防護眼鏡の需要が高まっている。しかし,これらは視野低下やレンズの曇り,重さ等によって,術者の手技に負担となる。インターベンションラジオロジー (IVR) は患者等に入射した X 線からの散乱線が術者の水晶体に影響を及ぼす。一般的に IVR は,術者の左前下方の患者照射野から散乱 X 線が発生することが多い。そこで我々は,左前下方からの散乱 X 線防護を目的としたヘッドギア型の新型水晶体防護具 (0.175mmPb) を試作した。本研究の目的は,ヘッドギア型の新型水晶体防護具の防護効果について評価する。

【方法】術者の頭部を想定した頭部ファントムを用いて,新型水晶体防護具の有無における防護効果を検討した。左側水晶体の位置 (地上 160cm) に DOSIRIS (千代田テクノル) を装着した。被写体は,人体フ

ファントム（京都科学）を用い、撮影条件を管電圧 80kV、管電流 320mA、撮影時間 20sec×4 回、フレームレート 30f/s、照射野 6 インチ、SID95cm として DA 撮影を行った。頭部ファントムは、手技中の立ち位置を考慮し、被写体中心から尾側に 50cm、右側に 50cm とした。測定は、C アームの角度で、PA、LAO30° -CAU30°、RAO30° -CRA30° の 3 方向とした。また、測定位置を被写体中心から尾側 0cm、30cm、50cm、80cm、100cm（右側 50cm は固定）に変更し、AP 方向での防護効果についても追加検討した。

【結果】防護効果は、PA と LAO30° -CAU30° で約 90%、RAO30° -CRA30° で 80%以上となった。また、立ち位置を変更した場合、被写体中心から尾側 30cm 以上で 80%以上の防護効果となった。

【結論】本研究では、ヘッドギア型の新型水晶体防護具を使用することで 80%以上の防護効果を確認できた。術者の左前下方から散乱 X 線が発生するような一般的な IVR では、我々が試作したヘッドギア型の新型水晶体防護具を使うことで、術者の水晶体が防護できることが示された。

28 放射線防護眼鏡の構造の差異による遮蔽効果、方向依存性の比較

松本 和規¹、加藤 守¹、佐々木 文昭¹、佐藤 祐一郎¹

1) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】放射線業務従事者の眼の水晶体が受ける等価線量限度は定められた 5 年間平均で 20mSv/年かついずれの 1 年においても 50mSv を越えてはいけない。特に血管造影・IVR 領域では術者の水晶体被ばくが多く防護眼鏡の着用が必須である。当院で着用している鉛当量・構造の異なる 2 種類の防護眼鏡の遮蔽効果および方向依存性について比較検討した。

【方法】防護眼鏡は 0.07mmPb 当量の防護眼鏡 A 及び 0.75mmPb 当量の防護眼鏡 B を用い、血管撮影装置は Artis zee BC PURE(SIEMENS 社)、線量計は ACCU-GOLD (Radcal 社)を使用した。寝台上面が患者照射基準点(PERP)となるようにし寝台に PMMA ファントム 20 cm 厚を設置した。撮影条件は当院の冠動脈撮影時のものとし 20 秒間の積算線量の 3 回平均を用いた。測定箇所は術者立ち位置、頭部ファントムを頭頂高 170 cm になるように設置して左眼前面に線量計を固定し防護眼鏡を装着した。頭部ファントムが寝台長軸方向の側面 X 線管側を向く角度を 0° とし右回りに 90° (モニター正面)まで 10° 毎に回転させて測定した。術者が使用する頻度の高い 90° においては正面から頭尾方向に ±10° 傾けた場合の積算線量を測定した。

【結果】防護眼鏡を装着しない状態で右回りに頭部ファントムを回転させた時の左眼前面の積算線量は全角度平均で 44.3μ Gy となり角度による数値の変動は小さかった。防護眼鏡 A 装着時の積算線量は平均 13.6μ Gy、遮蔽率は 69.4%となり、40° で最大値 18.1μ Gy を示した。防護眼鏡 B 装着時の積算線量は平均 5.5μ Gy、遮蔽率は 88.4%となり、80° で最大値 7.0μ Gy を示した。頭尾方向に ±10° 傾けた場合の積算線量は防護眼鏡 A 装着時で平均 12.5μ Gy、遮蔽率 71.8%、防護眼鏡 B 装着時で平均 5.6μ Gy、遮蔽率 87.3%であった。

【結論】防護眼鏡 A は防護眼鏡 B に比べ全角度で遮蔽率が低く PMMA ファントムを向く角度で積算線量が増加傾向であった。防護眼鏡 B は 80° で遮蔽率の低下がみられ一部鉛シールドの無い側面から受ける散乱線の影響が高いと考えられる。頭尾方向に傾けた際の遮蔽率は防護眼鏡 A・B ともに変化が小さく下方入射に対する遮蔽効果の高さが示唆された。各防護眼鏡の特徴を理解し活用する事が重要と考える。

29 天吊防護板による術者水晶体被ばく防護効果の検証

佐藤 祐一郎¹、松本 和規¹、佐々木 文昭¹、加藤 守¹

1) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】放射線業務従事者の眼の水晶体の等価線量限度が一部改正され、5 年間平均 20mSv/年 (いずれの 1 年においても 50mSv を超えない) とされた。また、近年血管撮影領域において、高難度の症例や手技の複雑化により、透視・撮影時間が長時間となることもあるため、水晶体被曝防護は重要である。今回、天吊防護板 (防護板) の効果的な使用法について検証した。

【方法】使用装置・機器はシーメンス社製 Artis zee BC PURE、フィリップス社製 Allura Xper/ AlluraClarity、京都科学社製胸部ファントム N-1、Radcal 社製 Accu-Gold 10×6-1800 と半導体センサーを用いた。電離箱線量計は眼の高さを想定し 150cm に設置し、半導体センサーはトリガー目的に胸部ファントム上に設置した。測定位置は術者位置を想定し照射野中心から横に 50 cm、足方向に 100 cm 離れた位置とした。透視・撮影条件は臨床での冠動脈カテーテル検査時の条件とした。測定時の幾何学的配置は、寝台を患者照射基準点の高さに設定し、焦点・検出器間距離は 100 cm とした。X 線管球は、シングルプレーン (PA)、およびバイプレーン (RAO30° / LAO45°) で測定した。防護板の高さを変更し、5 点測定した。防護板未使用時に対し、使用時の遮蔽率を算出した。

【結果】両装置共に、シングルプレーンでの測定では防護板下端が寝台より下方であれば約 90%以上の遮蔽効果を示し、寝台より上方の位置では約 60%と低下した。バイプレーンでの測定ではシーメンス装置ではシングルプレーンの結果と同様であった。フィリップス装置では寝台より上方の位置では約 60%と低下し、防護板下端が寝台より下方で、測定位置により 80%代にまで低下した。

【結論】水晶体被曝防護には防護板の下端が寝台より下方に設置することが有用であるが、防護板の形状や大きさにより下方に設置しても防護板上端方向からの散乱線の影響により遮蔽率が低下する可能性もあることに注意が必要である。

30 ERCP での頭頸部用放射線防護具の防護効果

日野 隆喜¹、山崎 智香¹、佐藤 俊光¹、鈴木 幸司¹、千田 浩一²

1) 山形大学医学部附属病院 放射線部 2) 東北大学災害科学国際研究所 災害放射線医学分野

【目的】Interventional Radiology (IVR) での、術者の頭頸部及び頭蓋内の防護を可能とする放射線防護具 (トリプルガード :TG) を株式会社マエダと共同開発した。血管撮影装置を用いての測定では、高い防護効

果を得ることが出来た。今回はオーバーテーブル型透視装置で行う内視鏡的逆行性胆管造影(ERCP)での、術者の頭頸部の放射線防護効果について検討を行った。

【方法】オーバーテーブル型透視装置を使用し、術者(165cm)を想定した人体ファントム(CIRS)の頭頸部表面に蛍光ガラス線量計を貼付して測定した。術者は、テーブルの長軸と平行に患者胸部付近のテーブル側近に立ち、術者のやや左後方に X 線管がある。測定位置は、左水晶体を基点に頭側方向に 6cm、尾側方向に 3cm、左側方向に 9cm、右側方向に 6cm の範囲で 3cm 間隔の格子状に計 24 点、総頸動脈分岐部の高さで左頸部表面に 1 点とした。人体ファントム(京都科学)を被写体とし、防護具無、ERCP 用防護具(マエダ)のみ(ERCP All)、ERCP 用防護具と TG(ERCP All TG)、半分に折り曲げた ERCP 用防護具(ERCP Half)、半分に折り曲げた ERCP 用防護具と TG(ERCP Half TG)、TG のみ、計 6 パターンを測定した。

【結果】術者右側では ERCP All、ERCP All TG、ERCP Half TG は 70%以上の防護効果だった。右水晶体は、ERCP All、ERCP All TG、ERCP Half TG で 80%以上の防護効果だった。術者左側では、ERCP All、ERCP All TG、ERCP Half TG、TG のみは 75%以上の防護効果だった。左水晶体は、ERCP Half を除いて 90%以上の防護効果だった。左耳介より後方では、ERCP All、ERCP All TG で 90%以上の防護効果だった。ERCP Half、ERCP Half TG、TG のみは、測定点によって差が大きかった。左頸部表面では、ERCP Half を除いて 90%以上の防護効果だった。

【結論】トリプルガードはオーバーテーブル型透視装置で行う ERCP においても一定の防護効果が得られた。

31 オーバーグラスタイプ防護眼鏡の放射線防護効果に関する検討-矯正眼鏡による遮蔽効果について-

学生 進藤 僚太¹、大野 紗耶¹、今田 聡恵¹、磯部 理央¹、山本 啓介¹、郷内 優作²、古川 未来²、芳賀 喜裕³、稲葉 洋平¹、千田 浩一¹

1)東北大学大学院 医学系研究科 2)東北大学病院 3)仙台厚生病院

【目的】2011 年の ICRP による「組織反応に関する声明」を受け、我が国でも令和 3 年 4 月 1 日から改正電離放射線障害防止規則が施行され、放射線業務従事者の眼の水晶体の等価線量限度が 50mSv/年かつ 100mSv/5 年に引き下げられた。放射線業務従事者の中でも IVR 医師は被ばくのリスクが高く、経過措置対象医師については令和 8 年 4 月 1 日から新等価線量限度を遵守できるように等価線量限度の段階的な引き下げが行われている。また、等価線量限度の引き下げに伴い、現在様々な放射線防護具の研究開発や性能評価が行われている。しかしながら、矯正眼鏡を重ねて着用できるオーバーグラスタイプ防護眼鏡の放射線防護効果について詳細な検討はほとんどなされていない。第 50 回日本放射線技術学会秋季学術大会では、複数の角度から X 線を照射した時のオーバーグラスタイプ防護眼鏡の放射線防護効果について発表した。今回は、オーバーグラスタイプの下に矯正眼鏡も着用して測定し、前の発表と比較することで矯正眼鏡がオーバーグラスタイプの放射線防護効果に与える影響を調べた。

【方法】ファントムの頭部(PBU-60、株式会社京都科学)の左眼表面とオーバーグラスタイプ防護眼鏡(東レ・メディカル株式会社)のレンズの外側に蛍光ガラス線量計(GD352-M、株式会社千代田テクノ)を設置した。線源表面間距離(SSD)、管電圧、管電流、透視時間はそれぞれ 90 cm、65 kV、1 mA、60 sec で、X 線を左眼表面に向けて照射した。X 線は左眼表面に対して鉛直下方向に 0°、30°、45°、60° 方向と角度を変えて照射した(下方入射)。また、水平方向に 45° かつ鉛直下方向に 0°、30°、45°、60° の順に照射した(斜方入射)。その後、矯正眼鏡と防護眼鏡を重ねて設置し、同様に照射した。そして、防護眼鏡外側と左眼表面での測定値から遮蔽率を算出した。

【結果】下方入射では、下方 60° を除いて遮蔽率が約 70%を維持した。下方 60° では遮蔽率が低下したが、矯正眼鏡の着用により遮蔽率が向上した。斜方入射では全ての角度で遮蔽率が約 70%となり、矯正眼鏡の着用前後で差は無かった。

【結論】矯正眼鏡の着用により、下方 60° で遮蔽率が向上した。矯正眼鏡が IVR 術者の眼の水晶体の防護に与える影響を詳細に調査する必要がある。

11 月 3 日(金)15:40~16:20

第 3 会場

【セッション 8】血管撮影・IVR,透視 被ばく

座長:新潟大学医歯学総合病院 新田見 耕太

32 血管撮影室における防護眼鏡の着用状況、および水晶体被ばく線量管理の実態に関するアンケート報告

海藤 隆紀¹、角田 和也²、小柴 佑介³

1)福島赤十字病院 放射線科 2)福島県立医科大学附属病院 災害医療部 3)竹田総合病院 放射線科

【目的】2021 年 3 月に日本循環器学会より「2021 年度改訂版循環器診療における放射線被ばくに関するガイドライン」(以下、ガイドライン)が公表された。ガイドラインでは、放射線業務従事者の眼の水晶体防護が推奨クラス I エビデンスレベル A と示された。水晶体被ばく防護には防護眼鏡の着用が有用であり、医療スタッフを含め同時に作業する人数分を用意することが推奨されている。本研究の目的は、福島県内の医療施設を対象に防護眼鏡の着用状況、および水晶体被ばく線量管理の実態を調査することである。

【方法】福島県で一般病床を所有している 86 施設にアンケートの協力を依頼した。血管撮影室の有無を確認し、血管撮影室を有している施設に対して、防護眼鏡を着用している職種、着用しない理由、水晶体被ばく線量管理方法を設問とした。回答は Google Forms を用いて行い回答期間は 3 月 1 日~31 日とした。

【結果】アンケートの回収率は 37%、血管撮影室を有した 16 施設を調査した。防護眼鏡を医療スタッフ含め同時に作業する人数分確保していたのは 10 施設であった。手技中防護眼鏡を医療スタッフ全員着用していたのは 5 施設であった。防護眼鏡を着用しない理由は、視界の煩わしさ、術野から離れば不必要という理由であった。水晶体被ばく線量管理を 3 mm線量当量で管理していたのは 3 施設、頸部不均等被ばく線

量で代用していたのは9施設,測定していなかったのは4施設であった。

【考察】血管撮影時に防護眼鏡を医療スタッフ含め同時に作業する人全員着用している施設は31%あった。全医療スタッフに対し放射線防護への理解を高める必要がある。ガイドラインでは,水晶体は不均等被ばくでの管理を推奨しており,全国での使用率は約30%程度に対し福島県内は75%であった。1stオペレータとして手技を行う医師は水晶体等価線量が高いと予想できる為,水晶体被ばく専用の線量計を使用して年間の水晶体被ばく線量をより正確に管理する必要がある。

【結論】ガイドラインを遵守する為に医療スタッフに対する水晶体被ばくを含めた放射線被ばくの研修が重要となる。医療放射線安全管理者は,どのように水晶体被ばく線量を測定しているかを把握する必要がある。

33 心臓血管カテーテル診断・治療における線量限度引き下げ前後の術者水晶体被ばく線量の評価

学生 下橋 航大¹,芳賀 喜裕²,高平 咲希¹,田辺 真子¹,中村 美緒¹,曾田 真宏²,加賀 勇治²,阿部 美津也²,千田 浩一¹

1)東北大学大学院医学系研究科 放射線検査学分野 2) 一般財団法人厚生会仙台厚生病院 放射線部

【背景】心臓血管カテーテル検査・治療は長時間にわたってX線透視を行うため,患者からの散乱線により,術者の被ばく線量が大きい手技である。特に眼の水晶体は放射線感受性が高く,電離放射線障害防止規則の改正により線量限度が大幅に引き下げられたため被ばくに注意が必要である。本研究では水晶体被ばく線量(以下,水晶体線量)を測定する線量計としてDOSIRISを使用した,防護メガネを考慮した正確な水晶体線量を測定した研究は少ない。

【目的】防護メガネを考慮した水晶体線量を計測可能なDOSIRISを使用し,法令改正前後で水晶体線量がどの程度変化しているかを調べる。また,頸部ガラスバッジとDOSIRISの計測結果の相関関係について調べる。

【方法】仙台厚生病院の心臓カテーテル検査・治療を行った医師のうち法令改正前後1年の胸部および頸部ガラスバッジとDOSIRISの計測データがある者15名を対象とし,検査1件あたりの被ばく線量を比較した。また,頸部ガラスバッジとDOSIRISの計測結果の相関関係について術者ごとの1か月積算線量と術者全体の1年積算線量でそれぞれ調べた。

【結果】防護メガネを考慮しているDOSIRISの計測結果でも15名中2名は年間20mSvを超過していた。法令改正前後で心臓カテーテル検査・治療術者の検査1件当たりの水晶体線量に大きな変化は見られなかった。また,頸部ガラスバッジとDOSIRISの相関関係について,術者ごとの1か月積算線量は術者により相関の強さが異なっており,術者全体の1年積算線量は相関がみられた。

【考察】防護メガネを着用することで水晶体線量を大幅に低減することが可能であるが,年間20mSvを超えてしまう術者もあり,他の防護方

法との併用や新たな防護具の開発が必要である。法令改正前後で水晶体線量に大きな変化は見られなかったが,本研究は法令改正前後1年(計2年)の比較であるため,今後継続して変化を調べる必要がある。頸部ガラスバッジとDOSIRISの相関関係に関して,術者全体の1年積算線量では相関がみられたが,術者ごとの1か月積算線量では相関関係が術者により異なっていた。今後,その原因について究明したい。

34 X線透視下の気管支鏡検査における医師の水晶体被ばくの評価

学生 高平 咲希¹,芳賀 喜裕²,下橋 航大¹,田辺 真子¹,中村 美緒¹,加賀 勇治²,阿部 美津也²,千田 浩一¹

1)東北大学 医学系研究科保健学専攻放射線検査学分野 2)一般財団法人厚生会仙台厚生病院 放射線部

【背景】気管支鏡検査は肺組織を採取するために有効な方法の1つであり,肺疾患,特に肺がんの診断や治療に非常に有用である。X線透視を用いることで診断精度および治療成績は向上するとされているが,X線透視下の気管支鏡検査中に医療従事者が受ける水晶体線量に関する研究はほとんどない。国際放射線防護委員会(ICRP)は,医療従事者の水晶体等価線量限度を150mSv/年から100mSv/5年かつ50mSv/年に大幅に引き下げた。

【目的】本研究の目的は,X線透視下で手技を行う医師の水晶体線量と,水晶体線量増加の危険因子を明らかにすることである。

【方法】気管支鏡検査を行う医師の水晶体被ばく線量を1年間にわたって測定した。医師15名の水晶体線量を,水晶体線量計DOSIRISを使用して記録した。尚,すべての医師は水晶体の放射線防護具を使用していない。

【結果】医師15名のうち,20mSv/年を超えていたのは1名であった。また,水晶体線量と手技件数の間には比較的強い相関関係があった。

【考察】20mSv/年を超えている医師が1名おり,また,1年で10mSv近く被ばくしている医師は7名いたため,気管支鏡検査であっても検査時には防護具の使用を推奨する。また,水晶体線量と手技件数には比較的強い相関関係があったが,外れ値も存在しており,被ばく線量増大の危険因子は手技件数以外にもあると考えられる。

35 発生源を考慮した高さの違いによる散乱X線分布の評価

学生 野呂 朝夢祐¹,小山内 暢²,田村 梨菜³,田中 智妃路³,三上 葉月³,細川 翔太²,北島 麻衣子²,對馬 恵²,工藤 幸清²

1)弘前大学 大学院保健学研究科博士前期課程 2)弘前大学 大学院保健学研究科 3)弘前大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻

【目的】眼の水晶体の等価線量限度が大幅に引き下げられ,より正確な線量評価が求められる中,水晶体の線量はバッジ式個人線量計(頸部バッジ)で評価されることが多い。高さが異なるため,頸部バッジによる測定では過大評価または過小評価する可能性がある。本研究では,高さによる空間線量の違いを評価するために床に垂直な方向の空間線量を測定すると共に,ピンホールカメラにて散乱X線の発生源を特定し,適切な防護策についての検討を行った。

【方法】X線発生装置(Ultimax-I DREX-UI80, キヤノン)によりアンダーテーブル、オーバーテーブル両条件で胸・腹部用X線水ファントムにX線を照射した(80 kV・25 mA・500 ms)。照射野の中心から術者側に50 cm離れた位置で、高さ0 cmから200 cmまで25 cmごとにH⁽¹⁰⁾を電離箱式サーベイメータ(ICS-1323, ALOKA)で測定した。次に、自作の鉛ピンホールカメラにより散乱X線の発生源を特定した。また、アンダーテーブル時に鉛カーテン(放射線防護衣で代用)を寝台に設置した場合及び鉛板による鉛筒をX線管カバー上面に配置した場合の空間線量の減弱率を評価した。

【結果・考察】高さ125 cm、150 cmをそれぞれ頸部、水晶体の位置とすると頸部と比べ水晶体位置のH⁽¹⁰⁾はアンダーテーブル時に53%、オーバーテーブル時に26%低値を示した。よって、頸部バッジを装着し水晶体の線量を推定する場合、過大評価をする可能性がある。水晶体防護メガネを装着した場合はさらに過大評価になると考えられる。主な散乱X線の発生源は、アンダーテーブルでは寝台とファントムであり、オーバーテーブルではファントムであった。さらに、両条件ともX線管カバーからの散乱X線も確認された。鉛筒の使用により、高さ100 cm(寝台高さ)以下で約2~4割の減弱が見られた。カバーからの散乱X線は無視できないものと考えられ、対策が望まれる。鉛カーテンと鉛筒を併用することにより、鉛カーテンのみと比べて、水晶体位置の減弱率は1.9%から22%に上昇した。

【結論】水晶体の線量を頸部バッジにより評価する場合、測定位置の高さの違いから過大評価をしている可能性がある。また、X線管カバーへの対策により、水晶体線量が低減することが示唆された。

11月3日(金)10:10~10:40

第4会場

【セッション9】システム・その他1

座長:山形大学医学部附属病院 谷地 守

36 汎用表計算ソフトを用いた線量管理システムの開発と運用実績
佐々木 清光¹

1)国保金ヶ崎診療所 放射線室

【目的】医療法における医療放射線の安全管理の一部改正に伴い、医療放射線管理責任者の設置や職員研修、医療被ばくの線量管理・記録などの運用を各病院で実施されていると思う。特に、医療被ばくに関する線量管理については、線量管理システムを導入している施設、自施設で汎用表計算ソフトに記載する等に対応されている施設が多いかと思う。当院でも線量管理システムを3年前に導入したが、RDSR出力に対応していない装置もあり、当初はX線CT装置のみの線量管理であった。線量管理は、目的ではなくツールであり、患者様に適正な線量で画質を担保した画像を提供するのが目標である。よって、線量管理で自施設の線量の傾向を把握し、撮影条件を随時変更していくこと等が大事になってくる。

今回は、汎用表計算ソフトを用いた線量管理・記録システムを開発し、その使用経験を基にして、X線CT装置の撮影条件の変更に応用できたので、その報告をする。

【方法】本システムは、汎用表計算ソフトをデータベース化したシステムになっている。院内カルテから患者情報をCSV出力し、取り込むこ

とで患者登録の入力ミスを減らすようにしている。線量管理しているモダリティは一般撮影、骨密度、X線透視、CTである。RISやMPPS等は連携していないため、撮影条件はマスタ条件を入力、撮影時間等を一部編集して記録している。CTに関してはDRLs2020値と比較するシートを作成しているため、その傾向を見て撮影条件の変更を行うことが可能となり、条件を変更した後の線量の傾向を把握した。

【結果】作成した線量管理システムで線量を記録でき、また、DRLs2020値と比較して傾向を把握できているので、撮影条件を変更してより画質が担保され、線量も最適値に設定することができた。このシステムの仕様は、現在診療所や小規模病院クラスを想定したシステム設計になっているので、件数が多い病院には向かないと考えられる。今後、様々な意見なども取り入れてより良い線量管理システムにできればと思う。特に、線量管理システムは導入費用も掛かってしまう場合が多いので、このような媒体で管理できれば、経営コストからも費用を抑えられる効果もあると思う。

37 部門システムにおける二要素認証の導入

中川 雄介¹, 古屋敷 寿謹¹, 佐々木 志栞¹, 佐藤 公治¹

1)岩手県立宮古病院 放射線技術科

【背景】情報セキュリティの重要性が増す中、医療情報システムへのアクセス制御強化が求められている。従来の単一要素認証では、パスワードの漏洩や不正アクセスのリスクが高まり、セキュリティ上の脆弱性が懸念されていた。特に医療情報システムでは、利用者の識別・認証を強固に行う必要があり、厚生労働省の「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」において、二要素認証の採用が推奨されている。

【目的】部門システム(RIS: radiology information system)の更新時に、二要素認証を導入することでセキュリティレベルの向上を図る。二要素認証は、従来のパスワードに加えて別の要素を要求することで、アカウント乗っ取りや不正ログインを防止し、セキュリティリスクを軽減することを目指す。

【結果】職員保有の勤怠管理ICカードを所有要素として採用した。二要素認証の導入により、部門システムへのアクセス制御が強化され、セキュリティの向上が確認された。スタッフのセキュリティ意識も向上し、情報漏洩やセキュリティインシデントのリスクが低減された。

【考察】二要素認証の導入は、部門システムのセキュリティ向上に有効な手段となった。ただし、スタッフの理解促進が重要であり、二要素認証の利用を円滑に導入するための教育とサポートが必要である。また、追加要素の選定には十分な考慮が必要であり、選択された要素が利用者にとって利便性を保つことが重要である。持続的なセキュリティ向上を図るためには、さらなる対策や定期的な脆弱性評価の実施が必要となる。

38 読影補助および撮影方法の提案に関する医師へのアンケート調査結果

佐藤 匠¹, 武田 大樹², 高橋 大輔², 三角 和広², 佐々木 幸雄²

1)岩手県立久慈病院 診療支援室 放射線技術科 2) 岩手県立中央病院 診療支援部 放射線技術科

【目的】平成 22 年に厚生労働省医政局長から発出された「医療スタッフの協働・連携によるチーム医療の促進について」により、診療放射線技師のさらなる役割として画像診断における読影補助と説明が明記され岩手県立病院でも積極的に取り組んでいる。今回、私達が行っている読影補助や撮影方法の提案を医師がどのように思っているのかを知るとともに、今後の課題等を検討するため医師へアンケート調査を行った。

【方法】岩手県立中央病院の全医師を対象に、2022 年 9 月 13 日～10 月 4 日まで救急センター内の 2ヶ所および血管撮影室に掲示した Google フォームの QR コードからアンケートにご協力いただいた。アンケートは無記名式の自由参加とし、質問項目は医師歴および読影補助に関して 4 項目、撮影方法に関して 3 項目で、回答は「とてもそう思う」から「全くそう思わない」までの 5 段階とした。

【結果】回答数は 35 で、医師歴は 1 年目から 10 年以上まで幅広い層から回答が得られた。全ての項目で「とてもそう思う」「ややそう思う」で 95%以上を占めた。そのうち、読影補助の必要性や撮影方法の提案に関する項目では「とてもそう思う」が 70%以上と非常に高かったが、読影補助の精度に関する項目では「とてもそう思う」が 48.6%、「ややそう思う」が 45.7%と割れる結果であった。

【考察】アンケート結果から、医師が診療放射線技師の読影補助や撮影方法の提案を強く必要としており、診療放射線技師の役割として重要性が高いことが示唆され、今後も読影補助活動や撮影方法の提案は続けていくべきであると再認識することができた。また、読影補助の精度についての詳細は把握することは出来なかったが、全体的な精度を高められるように定期的な勉強会等が必要であると考えられた。

11月3日(金)10:50~11:40 第4会場
[セッション 10]計測 線量計
座長:新潟医療福祉大学 関本 道治

39)リアルタイム同時多数点測定を目的とした MPPC モジュールを使用した人工ルビー線量計の基礎特性について

学生 岸田 颯介¹,横山 ゆいか¹,遠藤 匠¹,阪井 智哉¹,枝 広誠¹,松本 健希¹,細貝 良行¹

1)国際医療福祉大学 放射線・情報科学科

【目的】我々は以前からリアルタイム線量測定を目的として、人工ルビーをセンサーとして使用した線量計の開発を行っている。これまでの研究では、光センサーに光電子増倍管を使用したシステムで測定を行っていたが、多数点同時測定を行う上でシステムのコストや規模などが問題となっていた。この度、光センサーとして半導体型光電子増倍管 (Multi-pixel Photon Counting system:MPPC) を使用した新たなシステムを製作し、同時多数点測定可能なシステムを構築したため、一般撮影装置を使用しその基礎特性ならびに有用性を検討することを目的とした。

【使用機器】人工ルビー：直径 1mm,光ファイバー,16 チャンネル対応 MPPC : C13369-3050ED-04 (浜松ホトニクス社製),ラップトップ PC,RaysafeX2

【方法】基礎特性を把握するために一般撮影装置を使用して下記の項目に対し照射線量との関係を求めた。この際、MPPC と光ファイバーを接続するためのコネクタを作成し、16 チャンネルを 4 つの領域に分割し、それぞれの領域ごとの測定を行った。1.MPPC の設定項目の最適化：サンプリング時間ならびに Threshold の最適化を行う。2.人工ルビー個々の感度特性の把握：MPPC 上の同一チャンネルを使用し、4 本の人工ルビー線量計を付け替えることで、個々の感度特性の把握を行う。3.MPPC 上のチャンネルごとの感度特性の把握。これらの項目に対して、それぞれ線量特性を求め、キャリブレーションを行うことで同一線量時に同一の結果を得ることが可能かどうかを最終的に確認した。

【結果】1.MPPC の設定において、サンプリング時間を 10msec 以上に設定すると、オーバーフローが発生し測定が不安定となった。また、Threshold は 0~10 まで 0.5 刻みで設定可能であるが、1 以上を設定すると、低線量においてデータが得られないことが解った。2.人工ルビーは個々に感度が異なっており、同一線量でも同一の結果が得られないが、線量に対する直線性は保たれているため、それぞれの感度を補正することで同一の結果となりうることを解った。3.MPPC 上の各チャンネルは個々に感度が異なっているが、補正をおこなうことで、全てのチャンネルで同一の結果が得られるようになる可能性が示された。

40)放射線治療におけるリアルタイム同時多数点測定を目的とした半導体型光電子増倍管を使用した人工ルビー線量計の基礎特性について
学生 玉山 聖己¹,阿部 星奈,水口 由貴¹,柿沼 黎穂¹,松本 健希¹,前原 正義¹,座間 義男¹,細貝 良行¹

1)国際医療福祉大学 放射線・情報科学科

【目的】我々は以前から放射線治療時のリアルタイム線量測定を目的として、人工ルビーをセンサーとして使用した線量計の開発を行っている。これまでの研究では、光センサーに光電子増倍管を使用したシステムで測定を行っていたが、多数点同時測定を行う上でシステムのコストや規模などが問題となっていた (Matsmoto et. al, 2023, RPTE) 。この度、光センサーとして半導体型光電子増倍管 (Multi-pixel Photon Counting system:MPPC) を使用した新たなシステムを製作し、同時多数点測定可能なシステムを構築したため、放射線治療時における基礎特性ならびに有用性・問題点を検討することを目的とした。

【使用機器】人工ルビー：直径 1mm,光ファイバー,16 チャンネル対応 MPPC : C13369-3050ED-04 (浜松ホトニクス),PC, Roos electron chamber (type 34001, PTW), 水槽

【方法】16 チャンネル対応 MPPC を 4 つの領域に分け 4 本同時にデータ収集が可能なシステムを作成し、基礎特性を把握するために放射線治療装置を使用して下記の項目に対し照射線量との関係を求めた。1.MU 値との関係：開発した線量計の直線性を把握するために、4 本の線量計を使用し同一水深で電離箱と人工ルビー線量計との関係を求

める.2.チェレンコフ光の把握：MPPC 上の各チャンネルを使用し,光ファイバーのみでチェレンコフ光の測定を行う.3.3 本の人工ルビーを使用した同時測定：1 チャンネルをチェレンコフ光測定用に割り当て,残りの3チャンネルを使用して同時測定を行い,それらの結果をまとめる.これらの項目に対して,それぞれ線量特性を求め,キャリブレーションを行うことで同一線量時に同一の結果を得ることが可能かどうかを最終的に確認した.

【結果】1.MU 値との関係は電離箱と同等の精度で測定が可能であったが,長時間照射においてシンチレータ特有の残光の影響が見られた.また,データ収集時のサンプリングタイムの設定を長くすることができないため,データ点数が膨大となり解析に時間を有した.

2.チェレンコフ光は照射野サイズに依存し変化することが確認でき,リアルタイムでデータ収集を行う場合には,注意が必要であることが解った.3.3 箇所の同時収集の可能性が示唆された.

41 診断用 X 線装置を用いた個人線量計の基礎的性能評価

学生 米永 裕敬¹,秋澤 彩乃¹,和泉 哉汰¹,岡部 優輝¹,佐々木 永仁¹,稲葉 洋平²,千田 浩一²

1)東北大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2)東北大学 大学院医学系研究科保健学専攻 放射線検査学分野/災害放射線医学分野

【目的】半導体式電子ポケット線量計の「マイドーズ G2」(日本レイテック社)は,高線量率ではアラームで通知する機能をもつ高感度の γ 線計測器として登場した.1 cm 線量当量で $0.01 \mu\text{Sv}$ から 1Sv までの積算値の測定が可能であり,従来のポケット線量計と比較してより高精度な測定に適している.また,電子式積算線量計「D-シャトル」(千代田テクノル社)は,福島第一原子力発電所事故後に,住民の外部被曝評価を簡易的に行うことを目的に開発された.D-シャトルは線量計を付属の表示器に差し込むことにより,使用開始時からの総積算線量と1日の積算線量をその場で確認することが可能であり,個人の被ばく線量のモニタリングに用いられている.また,この線量計は記録された1時間ごとの線量とその時間の住民の行動履歴を照らし合わせることで地域の線量調査にも活用されている.これらの線量計は臨床での評価を目的とした研究はなく,臨床で使用できないかと考え,診断用 X 線装置を用いて評価した.

【方法】照射野 $10 \times 10\text{ cm}$,管電流 200 mA ,照射時間 10 ms ,SSD 100 cm の撮影条件のもと,管電圧を 40 kV ~ 100 kV の範囲で 10 kV ずつ変えて複数台のマイドーズ G2 に複数回以上照射し,マイドーズ G2 の個体差と X 線のエネルギーと感度の関係性を評価する.D-シャトルは,照射野 $10 \times 10\text{ cm}$,管電圧 60 kV ,管電流 0.5 mA ,照射時間 30 s ,SSD 150 cm の透視条件で複数回以上照射し,X線に対する感度の個体差について評価する.

【結果】マイドーズ G2 には,大きな個体差は認められなかった.加えて, 60 kV までは管電圧を高くするほど表示値は大きくなったが,その後は大きく減少し, 100 kV では表示値が 0 または $0.1 \mu\text{Sv}$ となっ

た.D-シャトルは大きな個体差があるものの,計測器それぞれの表示値は安定していた.

【まとめ】マイドーズ G2 は撮影条件では個体間に大きな差は認められず,相対評価に適している.D-シャトルを臨床で使用する場合は,あらかじめ同程度の感度の個体を揃えて使用することで相対評価を行うことができると考える.

42 密封線源による積算型電子式線量計の比較評価

学生 和泉 哉汰¹,秋澤 彩乃¹,岡部 優輝¹,佐々木 永仁¹,米永 裕敬¹,稲葉 洋平²,千田 浩一²

1)東北大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2)東北大学 大学院医学系研究科保健学専攻 放射線検査学分野/災害放射線医学分野

【目的】「D-シャトル」(千代田テクノル社)は東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故に伴い,住民の放射線被ばく線量を簡易的に測定するために開発された,小型かつ軽量な電子式積算線量計である.D-シャトル本体には線量を表示する機能はなく,付属の表示器に本体を差し込むことで使用開始時からの積算線量と1日の積算線量を確認することが可能であり,総積算線量で $0.1 \mu\text{Sv}$ ~ 99.9999 mSv まで測定することができる.これまでD-シャトルとマイドーズ G2 における様々な γ 線放出密封線源における感度評価および,D-シャトルの測定する放射線は γ 線であるが,密封線源を用いた β 線, α 線の感度に関する研究はこれまでにない.

【方法】線量計は電子式積算線量計 D-シャトルと半導体式電子ポケット線量計マイドーズ G2 を使用し,密封線源に ^{22}Na , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{241}Am を使用した.それぞれの密封線源を線量計の検出部に乗せ,1分間の計測を複数回以上行った.D シャトルは環境用と個人用の2種類を使用した.また,積算線量が表示されるため,線源を乗せる前後の計測値の差分を密封線源による計測値とした.マイドーズ G2 はOclear 直後に線源を乗せ,1分後に表示されている値を密封線源による計測値とした.また, β 線源として密封線源 ^{90}Sr を検出部に置き,1分間の測定を複数回以上行い, β 線の検出の有無の確認を行った. α 線源には密封線源 ^{241}Am を使用した. ^{241}Am は γ 線も放出するため,検出部と線源の間に紙を挟み α 線を遮蔽した場合,検出部の上に直接線源を置いて α 線を遮蔽しなかった場合それぞれについて1分間の測定を複数回以上行い,測定値に変化が現れるかを調べることで α 線の検出の有無の確認を行った.

【結果】個人用・環境用 D-シャトルとマイドーズ G2 の3種類の線量計において, ^{22}Na , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{241}Am ,の5種類の密封線源のいずれの組み合わせであってもBG以上の値を示し, γ 線に対する広いエネルギー感度を認めた.また, β 線, α 線はどちらも検出されず,これらに対する感度はなく,選択的に γ 線の測定が可能と分かった.

43 電子式個人線量計の検出部を中心とした方向特性の評価

学生 佐々木 永仁¹,秋澤 彩乃¹,和泉 哉汰¹,岡部 優輝¹,米永 裕敬¹,稲葉 洋平²,千田 浩一²

1)東北大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2)東北大学 大学院 医学系研究科保健学専攻 放射線検査学分野/災害放射線医学分野

【目的】原子力災害時における近隣住民の外部被ばく線量評価を目的として、小型軽量長電池寿命の電子式個人積算線量計「D-シャトル」（千代田テクノル社）が開発された。D-シャトルは線量計と表示器が分かれており、小型の表示器に線量計をセットすることで使用開始時からの積算線量と1時間ごとの外部被ばく線量が表示され、簡易的に詳細な線量評価が可能である。また、新型半導体式電子ポケット線量計「マイドーズ G2」（日本レイテック社）は、高感度センサーが備えられており、1 cm 線量当量で0.01 μ Sv から1 Sv までの広範囲の積算値の測定が可能である。これまでにD-シャトルおよびマイドーズ G2 の検出部を中心とした方向特性に関する研究はなく、これらを評価することは重要である。

【方法】線量計は電子式個人積算線量計 D-シャトルと半導体式電子ポケット線量計マイドーズ G2 を使用し、密封線源に 137Cs を使用した。検出部が水平面上で0° 方向を向くように線量計を立て、固定する。アクリル板に貼り付けた 137Cs 密封線源を 30° ずつ反時計回りに鉛直軸回転させ、各角度において3分間の計測を複数回以上行った。検出部と線源間の距離はいずれの線量計、角度においても5 cm とした。

【結果】いずれの線量計においても、密封線源を検出部の正面に配置した際に最も高い計測値を示した。D シャトルにおいては、検出部の90° 右方以降の角度で大きく計測値が低下する傾向が見られ、特に検出部の90° 左方で計測値が低くなった。これは実際には検出部が線量計の中央よりもやや右下部に位置しており、検出部の左側に電子回路が備えられていることから、この電子回路による遮蔽が考えられる。マイドーズ G2 においては、おおよそ検出部に対する角度が大きくなるに従って線量値が低下する傾向が見られた。また、検出部の90° 左方で特に計測値が小さくなった。これは実際には検出部が線量計の中央よりもやや右下部に位置しており、他の角度と比較して検出部の左方から入射した際の検出器本体の厚みによる遮蔽が多いためであると考えられる。以上のように密封線源を配置する角度によって計測値の大きなばらつきが見られた。したがって正確な被ばく線量評価のためには線量計の向きに注意して正しく使用することが求められる。

11月3日(金)14:40~15:20

第4会場

【セッション 11】一般撮影

座長:東北大学病院 川畑 朋桂

44 ポータブル撮影、一般撮影時におけるバーコード認証を用いた患者照合システムの構築

大村 貴弘¹,佐々木 正臣¹,町井 祐輔¹,本郷 悠知¹,佐々木 清昭¹

1)地方独立行政法人宮城県立こども病院 放射線部

【背景】当院の患者 ID は 8 桁運用が基本だが、第二次情報システム構築時に電子カルテの仕様により 10 桁表示での運用となった。ID の桁数変更による患者情報の紐づけに問題が生じるため、放射線部では継

続し 8 桁で画像配信を含む情報管理を行っている。電子カルテから患者情報を放射線情報システム (RIS) で受け取る際に先頭の 2 桁を除いた 8 桁に変換し受信している。そのため、リストバンドやベッド上の患者 ID を読み込んでも、桁数の違いで RIS 上の患者情報と照合ができない。

【目的】今回、ポータブル撮影と一般撮影において医療安全の向上を目的に、患者情報の照合に桁数の違いを考慮した照合ツールを開発し運用を試みた。

【方法】ポータブル撮影と一般撮影時の運用フローを検討し、Visual Basic を用いて手順に沿った患者照合ツールを作成した。RIS や画像処理装置での患者選択ミスを回避するため、可能な範囲で操作を自動化した。

【結果】ポータブル撮影では、照合ツール稼働前はリストバンドまたはベッド上の情報と検査指示票の情報と一致しているか目視で確認していた。稼働後は上記目視確認後、リストバンドまたはベッド上の QR コードを読み取ることで、該当患者の画像処理画面が自動展開され、次に検査指示票のバーコードを読み取ることで、照合結果に応じた確認音と画像処理画面上の照合結果の表示により聴覚と視覚で照合結果を認識可能となった。一般撮影では、稼働前は FPD 装置連携と患者入室時の検査指示票による本人確認の行程は連動せず独立し、該当患者を RIS で手動展開後、検査指示票と RIS の患者情報を目視確認する運用だった。稼働後は、入室時の検査指示票のバーコード読み取ることで、RIS から FPD 装置へ送信された患者情報と照合され、確認音と RIS 画面上の照合結果の表示により聴覚と視覚で照合結果を認識可能となった。

【まとめ】独自に開発した照合ツールによるダブルチェック機能で、確認不足等ヒューマンエラーの可能性を大幅に低減し、聴覚と視覚で照合結果を容易に認識できるシステムを構築できた。

45 胸部 X 線撮影において線質の違いが画質に及ぼす影響:障害陰影と重なる病変部の画質評価

伊藤 菜穂¹

1)東北大学病院 診療技術部

【目的】胸部 X 線撮影では 120 kV 程度の高管電圧撮影を用いることで軟部組織と骨の線減弱係数差を小さくする。つまり、肋骨のコントラストに対し肺血管や腫瘍のコントラストを重視することで軟部組織描出能を向上させる。近年、自動付加フィルタ挿入機構を備えているシステムも増加しており管電圧 90 kV に銅フィルタを付加した X 線質を推奨する報告もある。一方でモンテカルロシミュレーションにより胸部ファントムモデルを用いた研究では、骨に重なる軟部組織の被写体コントラストは線質の違いによる差はほとんどないことが報告された。研究者によって見解が大きく異なる背景を踏まえ、本研究の目的は、より臨床条件に近い評価を行うため被写体には胸部ファントムを用い、異なる管電圧と付加フィルタの組み合わせについて骨や肺野に対する軟部組織のコントラストと画質を調査することである。

【方法】撮影システムには DR BENE0-eX (FUJIFILM) を使用した。本研究では胸部正面撮影を対象とし、胸部ファントムに軟部腫瘍を

模したアクリル球 (直径 10 mm, 30 mm), アクリル円柱 (厚さ 9 mm) をそれぞれ左鎖骨上, 右第 5 肋骨上, 左第 9, 10 肋骨間に配置した。焦点サイズは大焦点 (1.2 mm) とし, 線量設定は自動露出機構 (AEC) を使用した場合と入射表面線量を一定にした場合の 2 種類とした。検討項目は管電圧 120 kV, 90 kV において銅フィルタなし・あり (0.1 mm, 0.2 mm) 時の骨と肺野に対する軟部組織のコントラスト, 信号差対雑音比 (Signal-difference-to-noise-ratio : SdNR) とした。

【結果】 骨および肺野に対する軟部組織のコントラストは AEC 使用時, 入射表面線量一定時ともにすべての条件について管電圧 90kV でより高い値を示した。

骨に対する軟部組織の SdNR はすべての条件において管電圧 120kV でより高い値を示した。また, 管電圧によらず銅フィルタが厚くなるほど SdNR が向上する傾向を示した。

一方で肺野に対する軟部組織の SdNR は管電圧 90kV でより高い値を示した。また, 入射表面線量一定時は銅フィルタが厚くなるほど SdNR が向上する傾向を示したが, AEC 使用時は銅フィルタが厚くなるほど SdNR が低下する傾向を示した。

46 胸部 X 線画像における画像診断補助ソフトの検証

大沼 千津¹, 鈴木 幸司¹

1) 山形大学医学部附属病院 放射線部

【背景】 2022 年度診療報酬改定で画像診断管理加算 3 の施設基準に新たに「関係学会の定める指針に基づいて, 人工知能関連技術が活用された画像診断補助ソフトウェアの適切な安全管理を行っていること」が要件として追加された。それともない当院ではエルピクセル社の医用画像解析ソフトウェア EIRL X-ray Lung nodule を導入した。メーカーからは使用時の注意点として, 側面以外の非正面像については動作を保証していないこと, 撮影範囲に肺野全体を含めること, 被写体は背筋を伸ばしまっすぐな姿勢で撮影することとあった。しかし, 詳細な検証は今後使用する中でデータを構築し開示していくという説明であった。

【目的】 胸部 X 線画像における画像診断補助ソフトの腫瘍検出に影響する撮影因子について検証する。

【方法】 胸部ファントムに, 直径 1 cm, 厚さ 5 mm のアクリル円盤模擬腫瘍を配置し, 撮影角度, 撮影線量を変化させ画像診断補助ソフトにて腫瘍の検出が可能か確認する。また, 模擬腫瘍以外に異物 (ボタン・心電図モニター用シール・硬貨) を配置し腫瘍の検出に影響があるか検証する。

【結果】 撮影角度は, RAO・LAO は 10 度以上で模擬腫瘍は検出できなかった。頭尾方向は最低角度の 5 度でも検出できなかった。尾頭方向では 15 度まで検出可能であった。撮影線量は, 今回測定した基準線量の 8 割まで線量を下げても模擬腫瘍は検出可能であった。異物については, ボタン・心電図モニター用シール・硬貨は模擬腫瘍の検出に影響はなかった。

【結語】 この検証より, 角度の影響を考えると臨床ではポジショニングに留意し撮影に臨むことが大切である。撮影線量に関しては, 低線量

でも模擬腫瘍は検出できたが, ろっ骨などを腫瘍と誤検出することもあり, 臨床では適切に管理された条件で行うのが望ましい。今回検証したファントム画像は, 全て人間の目で模擬腫瘍が確認できるため, 画像診断補助ソフトが検出できない場合, 読影医にポジショニングや体形について進言できればと考える。

47 全脊椎側面撮影における Cu フィルタを使用した至適管電圧の検討

佐々木 裕史¹, 阿部 駿

1) 秋田厚生医療センター 放射線科

【目的】 近年, X 線撮影における Cu フィルタの有用性が報告されている。しかし, 全脊椎側面撮影についての報告はない。今回被ばく低減を目的に Cu フィルタを使用した至適管電圧の検討を行った。

【方法】 使用装置は X 線発生装置 RadSpeed, 間接変換型 (GOS) FPD CALNEO GL, 撮影条件は 115 kV, 400 mA, 40 msec を基準条件とし, 管電圧を 110, 115, 120 kV, Cu フィルタをなし, 0.1, 0.2 mm と変化させ撮影を行った。ファントムは体厚が厚い骨盤部と薄い頸部を想定しアクリル 20 cm と 6 cm の間に FCR 1 Shot Phantom Plus を配置した。また半導体 X 線検出器を用いて入射表面線量 (ESD) も同時に測定した。得られた画像より各条件の SdNR (Signal-difference-to-noise-ratio), FOM (Figure of Merit) を算出し比較した。

【結果】 アクリル 20 cm の測定結果は, 管電圧に比例して SdNR, ESD が高くなった。120 kV Cu フィルタなしは SdNR が最も高かったが, 基準条件より ESD が高く信号差が低下した。115 kV Cu フィルタ 0.2 mm は FOM が最も高く, 基準条件と比較して SdNR が低下した。アクリル 6 cm も Cu フィルタを厚くするほど ESD が低下し FOM が高くなったが, アクリル 20 cm では Cu フィルタを厚くすると SdNR が基準条件と比較して低下した。アクリル 6 cm, 20 cm とともに 115 kV Cu フィルタ 0.1 mm は FOM が基準条件より高く, ESD は約 40% 低減した。

【考察】 Cu フィルタを厚くするほど FOM が高くなった原因として, Cu フィルタにより低エネルギー領域の X 線が低減されることで画像に寄与しない X 線が少なくなったことが考えられる。アクリル 6 cm, 20 cm とともに Cu フィルタが厚いほど FOM は高くなったが, アクリル 20 cm では 0.2 mm のとき SdNR が低下したためノイズの影響が懸念される。そのため Cu フィルタ厚は 0.1 mm が妥当と考えられる。

【結論】 115 kV で Cu フィルタ 0.1 mm を付加させることで体厚が厚い骨盤部でも画質を低減させることなく, 基準条件より約 40% 被ばく低減した撮影をすることが可能と考えられる。

11月3日(金)15:30~16:30

第4会場

[セッション 12] 核医学

座長: 山形大学医学部附属病院 藤田 恭輔

48 123I-IMP 脳血流 SPECT 検査の ARG 法における推定動脈採血データを用いた定量計算法の可能性

清田 有晴¹, 佐藤 郁¹, 廣川 竜斗¹, 加藤 守¹, 篠原 祐樹¹

1) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】 123I-IMP 脳血流 SPECT 検査の autoradiography (ARG) 法は, 定性的 SPECT 画像に対して動脈採血カウントを用いて脳血流量

CBF(mL/100mL/min)の定量画像を作成する。初回は ARG 法により定量検査を行い、経過観察を定性検査で行う場合があり、両画像のコントラストの差異により、画像対比が困難である。臨床症状の変化がない個人の安静時 CBF 値は同じであると考え、本研究では、SPECT カウントから前回の健常脳の CBF 値と同じになる Lookup table を作成し、初回動脈採血データのみで ARG 処理を行う推定定量画像 (estimated ARG; eARG)を提案する。同日の動脈採血による経過観察時の定量画像との間で精度を検証した。

【方法】2021年1月から2023年3月に ARG 法を複数回行った8例(男性:6例,女性:2例,平均年齢:66.9±16.4歳)を対象とした。装置は3検出器型 SPECT 装置 GCA-9300R(キヤノンメディカル)を使用した。経過観察時の定性画像(2nd 定性)から、同日の動脈採血による定量画像(2nd ARG)を作成した。2nd 定性, 2nd ARG, eARG 画像で、画像解析ソフト(3D-SRT)を用いて大脳皮質領域の定量値と患側健側比を比較した。

【結果】大脳皮質領域の定量 CBF 値は 2nd ARG では患側 29.3±7.6, 健側 32.0±7.0, eARG では患側 31.8±8.7, 健側 34.9±8.8 であった。2nd ARG と eARG の定量値の相関係数は患側 0.92, 健側 0.93 となり相関が見られた。患側健側比は 2nd ARG が 2nd 定性より平均 10%改善し, eARG が 2nd ARG より平均 1%改善した。2nd 定性と比して 2nd ARG と eARG で患側健側間のコントラストの改善が見られた。2nd ARG と eARG の患側健側比の相関係数は 0.99 となり、強い相関が見られた。ピアソンの積率相関係数を用い、すべてで p 値 < 0.01 であった。

【結論】初回の健側定量値と同等になる採血カウントを推定して2回目以降の定量計算に代用する eARG 画像は、定量値および患側健側比において定量画像と同等の評価が行える可能性がある。経過観察で、2回目以降の動脈採血を省略できる可能性がある。

49 99mTc-MIBI 心筋血流 SPECT におけるノイズ抑制処理に関する検討
学生 川崎 出海¹, 曾我 遙奈¹, 小笠原 凌介, 成田 将崇, 細川 翔太, 奥田 光一, 高橋 康幸,

1) 弘前大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻

【目的】心筋 SPECT 検査における画像処理については、フィルタ処理, 散乱線補正, 減弱補正, 分解能補正など多く論議がされている。本検討では、フィルタ処理について見直しを行った。

【方法】心筋デジタルファントム (Prominence Processor Version 3.1) と心筋ファントム (HL型, 京都科学) を使用し、それぞれ欠損部を設定し、その描出性を評価した。収集条件はサンプリング角 6° で、収集カウントは 99mTc 標識製剤の集積率になるように設定した。また、収集方法は 180° と 360° の2種類を比較した。画像再構成条件は、フィルタ処理として鮮鋭化処理に Smoothing と平滑化処理に Butterworth Filter を使用した。なお、パラメータは先行研究より Smoothing には 3×3 の入力窓で Center Pixel を 8 に固定し Surround Pixel は 4 および 1 を使用した。また、Butterworth Filter はオーダーを 8.0, カットオフ周波数を 0.5 cycles/cm と設定し画像処理を行った。なお、画像再構成法は OS-EM 法を使用し、Subset 数は 5, Iteration 回数は 10 とした。画像の評

価方法は正常部と欠損部のコントラスト比とし、コントラスト比は (正常-欠損) / (正常 欠損) のカウントとした。

【結果】心筋デジタルファントムにおける Smoothing 処理無しの時の正常部と欠損部のコントラスト比を求めると 0.296 と求められ、心筋デジタルファントムにおける Smoothing 処理(Center Pixel, 8, Surround Pixel, 4) 有りの時のコントラスト比は、0.315、心筋デジタルファントムにおける Smoothing 処理(Center Pixel, 8, Surround Pixel, 1) 有りの時のコントラスト比は、0.331 で Smoothing 処理を施すことで向上した。

【考察】心筋ファントムでは、欠損部の位置や大きさを変化させ、コントラスト比の違いを比較したい。

【参考文献】 佐々木萌乃, 元木紗良, 山本裕樹, 他: 心筋 SPECT におけるノイズ抑制処理に関する検討. 日放技 78.1088.2022.

50 新しい SPECT/CT 装置が心臓核医学検査にもたらす新たな可能性
鎌田 伸也¹, 高橋 奈々子¹, 山崎 真一¹, 伊藤 恵¹, 工藤 和也¹

1) 市立秋田総合病院 放射線科

【背景】RSNA2022年に9月シーメンス社製 SPECT/CT 装置「Symbia Pro.specta」がリリースされた。当院において2023年3月、新装置である SPECT/CT「Symbia Pro.specta」(以下, Pro.specta) を導入した。

【目的】新しい SPECT/CT 装置には新たな撮像技術・画像再構成技術が搭載されており、本装置が心臓核医学検査にもたらす可能性について検証し報告する。

【方法】Pro.specta 装置は、従来装置では行えなかったリストモードでの SPECT 収集が可能となり、新たな撮像技術・画像再構成技術が搭載されている。本装置では心電図同期 SPECT 収集においては Continuous Acquisition (連続回転収集), retrospective gate(後方視同期) に心電図同期画像再構成が可能となり、また体動, 呼吸性変動を補正し抑制する機能を有している。本装置を用いて心筋 SPECT 収集を行ったファントムデータおよび臨床データを検証した。

【結果】1. 心電図同期 SPECT 収集において, retrospective gate(後方視同期) 法により、データ収集後に検査中の心拍に応じた画像再構成が可能であり、特に不整脈患者においては収集カウントの損失が少ない画像再構成が可能となった。

2. ファントムおよび臨床例における心筋 SPECT 収集について、体動(移動)によって生じた体動・呼吸性のアーチファクトは自動体動補正により軽減・改善がみられ体動補正効果が認められた。

【考察】心臓核医学検査においては従来装置では収集カウント, 収集時間の長さ, データ収集中の体動などの課題が挙げられ、心臓特有の要素として拍動の動き, 呼吸性の移動, 不整脈の混入等により画質, 精度に起因する要素は多い。本装置では従来装置で行えなかったリストモードによる心筋 SPECT 収集を標準的に行うことにより、予期しない呼吸・体動, 不整脈に対応した画像を作成することが可能であった。

【結論】新しい SPECT/CT 装置の新たな撮像技術・画像再構成技術により、収集時間の短縮, 収集カウントの増加, 被ばく低減, 画質向上に寄

与し、患者負担の少ない検査が可能である。本装置により心臓核医学検査における精度向上が期待される。

51 SPECT 定量化における面線源サイズの変化による校正係数の変動についての検討

古俣 百萌¹,野島 佑太¹,内藤 健一¹,深谷 貴広¹

1)新潟大学医歯学総合病院 医療技術部放射線部門

【目的】近年,SPECT/CT 装置の普及により CT による高精度な減弱補正が可能となった。それに伴い SPECT 画像の画質及び定量性が向上した。定量評価のためにはシステム平面感度法により校正係数(以下,Planar Sensitivity)を求める必要がある。システム平面感度法では規格化されたファントムが存在しないため,各施設で面線源を自作する必要がある。そのため,面線源の形状にばらつきが生じることで Planar Sensitivity に影響を及ぼすことが予想される。本研究では,面線源のサイズを変化させた場合の Planar Sensitivity 及び定量精度に与える影響を検討した。

【方法】使用核種は Tc-99m,SPECT 装置は GE 社製 Discovery NM/CT 670 を用いた。コリメータは LEHR を用いた。システム平面感度法で用いる容器はプラスチック製の円柱形状で,直径は 3 cm,6.5 cm,11.5 cm,14.5 cm,25.3 cm の 5 つを用意した。水面の高さを 2 mm とし濃度は 3 MBq/mL で統一した。収集時間は 10 分間とした。3 回ずつ収集し面線源サイズの違いによる Planar Sensitivity の変化を検討した。評価方法として一元配置分散分析を用いて有意差検定を行い,有意差が認められた場合は Tukey 検定を用いて群間の比較検定を行った。定量精度の確認として,NEMA IEC ボディファントムを用いて SPECT 撮像を行った。ファントム作成時の放射能濃度[MBq]とファントムの内容量[mL]から算出した BG 領域の放射能濃度は 43.9 kBq/mL であり,この値を理論値とした。撮像したファントムの BG 領域に容量 32.9 mL の VOI を 8 か所設定し実測した放射能濃度の平均値を求めた。面線源のサイズを変えた際に得られた各々の Planar Sensitivity の値を用いて実測された放射能濃度と理論値の相対誤差を算出し定量精度の評価を行った。

【結果】 Planar Sensitivity において直径 3 cm と他 4 種の比較ではいずれも有意差が認められ,その他のサイズ間では有意差はなかった。また,定量精度は直径 3 cm のものが一番相対誤差が大きい結果となった。

52 放射性同位元素の標識,分注方法の違いが生成される投与量に及ぼす影響

齊藤 仁¹

1)秋田厚生医療センター 放射線科

【目的】核医学検査で使用される放射性同位元素製剤には,標識済みのシリンジ製剤(シリンジ)と,各施設でジェネレータとキットから標識するキットタイプがある。また,キットタイプは,担当者によって手動で標識する方法(手動法)と自動分注装置を用いて標識する方法(分注装置法)がある。標識方法の違いが,投与量に及ぼす影響を比較検討した。また,自動分注装置(UG-RAD2; MNP ビジネスサポー

ト)を用いた場合の空間線量率を測定し,手動法と分注装置法の標識分注時の被ばく線量評価を行った。

【方法】2022 年 6 月から 2023 年 3 月までに骨シンチグラフィーを検査した 180 例(シリンジ 50 例,手動法 57 例,分注装置法 73 例)を対象とした。投与時間は,午前 8 時 30 分から 9 時 30 分の間に行い,投与量は体重に依らず 740MBq である。ただし,シリンジは検定時間からの減衰を考慮し,包装単位 555MBq(検定日正午)のシリンジを使用している。被ばく線量評価のための空間線量率は,99mTc 線源(1GBq)を用いて,NaI シンチレーションで測定した。測定点は,手動法はフード前 30cm と攪拌時のバイアルから 30cm の地点とした。分注装置法は,自動分注装置から 1m の地点とした。手動法の標識分注時の作業時間は,簡便的にバイアルからの分取 30 秒,キットへの標識 30 秒,攪拌 2 分,シリンジへの分注を 30 秒とした。分注装置法は,測定点で同時間(3 分 30 秒)とした。

【結果】平均投与量は,シリンジ 827.31MBq,手動法 780.32MBq,分注装置法は 726.96MBq で有意($p < 0.01$)に分注装置法が低かった。ばらつきに関しては,シリンジが最も少なく,手動法が最もばらつきが大きかった。空間線量率は,フード前で,シリンジシールドと鉛含ガラス板越しで $1.07 \mu\text{Sv/h}$,バイアルシールドと鉛含ガラス板越しで $0.08 \mu\text{Sv/h}$,バイアルシールドのみで $0.3 \mu\text{Sv/h}$,自動分注装置前は $0.1 \mu\text{Sv/h}$ であった。標識分注時の被ばく線量は,手動法が $0.0285 \mu\text{Sv}$,分注装置法は $0.0058 \mu\text{Sv}$ となり,自動分注装置を用いることで,大幅な被ばく線量低減が可能であった。

【結論】分注装置法は,手動法に比べばらつきが少なく投与量が一定であり,標識方法において有用であり,さらに被ばく低減が可能であることが示された。

53 核医学検査時におけるバーコード認証を用いた照合システムの構築

本郷 悠知¹,佐々木 正臣¹,富永 亜彩¹,渡邊 貴志¹,佐々木 清昭¹

1)地方独立行政法人宮城県立こども病院 放射線部

【背景】当院では放射性医薬品(以下,RI 薬品)はバイアルまたはシリンジタイプを使用しているが,薬品調製時には目視確認に留まっていた。RI 薬品はどの容器も形状が似ていることから,複数の RI 薬品を調製する必要がある場合は異なる薬品を調製してしまう可能性があった。

【目的】検査開始前に該当患者の検査に対応した RI 薬品が選択されていることの確認を行うため,独自に照合ツールを開発し,患者情報と RI 薬品の照合が行えるようにした。検査時にも確実に照合が行える環境の構築を目的とした。

【方法】今回の照合は,RI 薬品調製時の照合,投与時の患者情報と検査情報の照合,撮影時の患者照合の 3 つの場面での運用を検討した。RI 薬品調製時の照合と投与量の確認の場合,患者情報の記載のある検査依頼書のバーコードを読み取ると,薬剤照合用の Excel シート上に RIS から該当患者の情報が入り,RI 薬品名と薬剤コード,投与量が表示される。次に投与する RI 薬品容器のバーコードを読み取ると,表示中の薬剤コードと照合されて確認音が鳴り,Excel シート上に照合結果が表示さ

れる.照合が正しければ投与量を確認して RI 薬品の調製を行う.投与時の患者情報と検査情報の照合の場合,検査依頼書のバーコード読み取ると,RIS の検査画面が展開されて検査中となる.その後撮影装置に患者登録を行う.患者から検査受付で渡される検査指示表を受け取り,口頭で本人確認をし,検査指示票のバーコードを読み取る.RIS と検査指示票の患者 ID の照合が行われて確認音が鳴る.照合による本人確認後に患者へ RI 薬品を投与し,検査開始時刻等の留意事項を記載した検査予定票を患者へ渡す.撮影時の患者照合の場合,検査依頼書のバーコードを読み取ると,RIS の検査画面が展開されて検査中となる.投与後に渡した検査予定票を患者から受け取り,口頭で本人確認をし,検査予定票のバーコードを読み取る.RIS と検査予定票の患者 ID の照合が行われて確認音が鳴る.その後,検査を開始する.

【結果】患者確認では患者 ID 照合ツールを使用し,RI 薬品の確認では該当患者の検査に対応した RI 薬品が照合できるようにした.バーコードリーダーを用いて簡単にダブルチェックが行える環境を構築できた.

【まとめ】患者 ID および RI 薬品の照合ツールを開発して運用することで,医療安全向上に資することができた.

11月4日(土)10:40~11:20

第1会場

[セッション 13]MRI 画質評価・パラメータ

座長:日本海総合病院 山村 修平

54 Multiband 法が DTI の定量値に与える影響

芳賀 和幸¹,保吉 和貴¹,荒生 洸¹,鈴木 幸司¹

1)山形大学医学部附属病院 放射線部

【背景・目的】Multiband Sensitivity encoding (MB SENSE) は,Multiband RF パルスをを用い複数スライスを同時励起および同時収集する技術である.この技術を Diffusion tensor imaging (DTI) に利用することで,撮像時間の短縮・取得スライス枚数の増加が期待される.一方で,MB SENSE を DTI に併用した場合に, fractional anisotropy (FA) 値等の拡散指標へ影響があることが報告されている.しかし,既報で用いられた撮像対象は,再現性,ロバスト性に問題があり,検討は十分ではない.そこで本研究では,化学繊維を用いたファントムを使用し,DTI における MB SENSE の定量値への影響を把握することを目的とした.

【方法】装置は Philips 社製 Achieva dStream 3.0T を使用し,撮像ファントムとして,先行研究にて脳神経を模した材質としての有効性とロバスト性が報告された超高分子ポリエチレン繊維イザナス?(TOYOBO)を用いて自作ファントムを作成した.撮像条件は FOV 240mm, Voxel Size $1.88 \times 1.88 \times 3.0 \text{ mm}^3$, TE 80-86 ms, MPG 印加軸 32 軸, b-value 0.1000 s/mm^2 , Parallel Imaging factor 2 を基本とし,TR を 2000,4000,6000,8000,10000ms の 5 通り,Multiband factor (MB factor) を 0,1,2,4 の 4 通りを組み合わせた計 20 通りで撮像を行った.各条件下にて得られた FA Map 及び apparent diffusion coefficient (ADC) Map より,中心 10 スライスの FA 値と ADC 値を計測し比較した.

【結果】FA 値について,MB SENSE 併用により,MB factor 数によらず低値となった.TR6000ms 以上では多少 FA 値の減少化がみられるものの安定した値を示した.ADC 値について,Multiband SENSE を併用することで MB factor 数によらず高値となった.

55 擬定常状態を活用したシングルショット高速スピネコー法による T2WI の blurring 低減効果の検討

渡邊 祐弥¹,齋藤 宏明¹,八木 悠太¹

1)新潟大学医歯学総合病院 医療技術部放射線部門

【目的】MRI における高速撮像技術にシングルショット高速 SE 法がある.マルチショット高速 SE 法に比べ高速である反面,shot duration の延長に伴う blurring が問題となる. blurring の低減には parallel imaging を利用することが一般的である.近年では圧縮センシングの併用で blurring をさらに低減することができるとされるが,多くの装置では使用することはできない. PHILIPS 社製の MRI 装置では,3D 高速 SE 法で使用される再収束フリップ角 (Refocus Flip Angle : RFA) を段階的に可変させる T2-optimized が,2D 高速 SE 法にも使用可能である.我々は,T2-optimized と低角の RFA を組み合わせることで T2 減衰が擬定常状態となることに着目し,シングルショット高速 SE 法における blurring の改善に有用ではないかと考えた.本検討の目的は T2-optimized を利用したシングルショット高速 SE 法の T2WI において blurring が低減できるか検討することである.

【方法】Ingenia 1.5 T を使用し,既成ファントムのピンパターンとコントラストセクションを 2D シングルショット高速 SE 法を使用して撮像した. RFA の設定は T2-optimized と従来法である constant とした. T2-optimized における RFA の組み合わせ (min-mid-max angle) は,100-120-160, 80-100-160, 50-80-160, 30-50-160 とし,constant における RFA は 145 度とした.ピンパターンの画像から位相方向のピンのプロファイルを取得し,コントラストセクションの画像からコントラストを測定し,それぞれを比較検討した.

【結果】T2-optimized における min-mid の RFA の低角化がプロファイルの改善に効果的であり,blurring の低減に有効であった.一方で,コントラストは低下したため,TE の設定には注意が必要である.

56 極短 TE シーケンスを用いた水分量定量に関する基礎的検討

宮田 恒平¹,久保 均¹,阿部 祐也¹,平岡 陽子¹,横川 智也¹,井奥 静羅¹

1)公益財団法人 星総合病院 放射線科

【背景】極短 (ultra short TE: UTE) は極めて短い TE での撮像により,インプラント等の金属周囲のアーチファクト低減が期待できる.そのため,本シーケンスの使用によって今まで観察が不可能であったインプラント周囲の組織や構造等の観察ができる可能性がある.

【目的】T2*緩和時間の測定で水分量の定量を行うことができないかを評価するため,UTE シーケンスを用いた T2*緩和時間測定をファントムを用いて行い,測定に必要な最適 TE ステップとエコー数を検討した.

【方法】使用装置はキヤノンメディカル社製 1.5T MR 装置 Vantage Oriant である。PVA ゲルを含有している type 90-401 ファントム（本橋化成工業社製）を用い、含水率 75,77,79,80% のセクションを用いた。TE エコー数を 2 と 3（2 TE, 3 TE）の 2 通りで、最短 TE を 0.14 として TE ステップを 2.6 から 0.5 ずつ上げていき、最長 TE ステップを 4.6 の 5 通りとして、ファントムに UTE 撮像を行った。撮像した画像データに ROI を設定し、信号強度の変化から T2*値を計算で求め、評価した。

【結果】各含水率で得られた T2*値の変化を直線回帰により評価したところ、2 TE 及び 3 TE とともに TE ステップ 2.6~3.6 の決定係数 (R2) が高く、直線性が高いことが示された。特に 3 TE, TE ステップ 3.6 は R2 が最も高かった。一方 TE ステップ 4.1, 4.6 は R2 が非常に低く、直線性が低い結果となった。

【結語】ファントムを UTE 撮像して T2*値の変化を用いて含水率を評価した結果、エコー数 3, TE ステップ数は 0.14 から 3.6 の範囲が最も精度よく評価できることが示唆された。

57 薬剤を使用しない鎮静による小児 MRI 検査に向けた体動補正併用静音撮像の再検討

円子 修平¹, 高橋 大輔¹, 三木 英明¹, 山口 博幸¹, 佐々木 幸雄

1) 岩手県立中央病院 診療支援部 放射線技術科

【目的】TCRT2022 にて報告した静音化シーケンスの基礎検討において、体動補正技術を併用した静音化シーケンスは環境音とほぼ変わらない音圧であり、体動補正であることも考慮すると小児撮像に有用であることが示唆された。しかし、コントラストの低下と撮像時間の延長が見られ、臨床利用には撮像パラメータの再検討が必要と考えた。今回、臨床利用に向け、体動補正併用静音化シーケンスのパラメータの再検討を行った。

【方法】使用装置は GE 社製 Signa Artist 1.5T, 撮像対象は白質, 灰白質, 脳脊髄液を模した自作ファントムである。検討①として、当院の小児頭部ルーチンで撮像している通常シーケンスと、その通常シーケンスと各種パラメータを同程度に設定した体動補正併用静音化シーケンス（静音 Propeller）の 2 種類でファントム撮像し、SNR, CNR, 撮像時間の比較を行った。次に検討②として、静音 Propeller のパラメータを調整し、検討①同様に SNR, CNR, 撮像時間について通常シーケンスと比較・検討を行った。検討を行ったコントラスト画像は T1w, T2w, FLAIR である。

【結果】静音 Propeller は通常シーケンスと比較して、T1w では CNR は低下、T2w と FLAIR では SNR, CNR とともに向上し、撮像時間は 2~3 倍程度の延長が見られた。次に、パラメータを調整した静音 Propeller は、検討①と同様に T1w の CNR に低下が見られたものの、T2w と FLAIR では通常シーケンスと同程度の SNR, CNR で撮像時間の短縮が可能であった。その撮像時間は通常シーケンスから 1 分程度の延長であった。

【考察】静音 Propeller は、通常シーケンスと同様なパラメータで設定した場合、撮像時間の延長が大きく臨床利用は困難であると思われた。

一方、パラメータを調整した静音 Propeller は理論上の空間分解能の低下はあるものの、通常シーケンス同等の SNR, CNR の画像が 1 分程度の撮像時間の延長で取得可能であるため、臨床利用できるものと考えられる。

11月4日(土)11:30~12:20

第1会場

【セッション 14】MRI 心血管・神経

座長: 弘前大学医学部附属病院 大湯 和彦

58 心臓 T2*mapping における撮像条件の違いによる T2*値の変化

高橋 悠馬¹, 石川 寛延¹, 五月女 康作², 清野 真也¹, 小池 笑也¹, 遊佐 雅徳¹

1) 福島県立医科大学附属病院 放射線部 2) 福島県立医科大学 保健科学部診療放射線科学科

【目的】近年、T2*mapping を心臓撮影に用いる取り組みが盛んにされ始めており、いくつかの報告が散見される。これらの報告によると T2*mapping で心筋への鉄沈着や繊維化を評価することができる可能性が示唆されている。一方で、使用されている T2*mapping の撮像条件は様々であり、まだ検討の余地がある。本研究は、心臓 T2*mapping を臨床応用することを最終目的とし、撮像条件の違いが T2*値にどのように影響するのか基本的な検討を行なった。

【方法】使用装置は SIEMENS 社製 3T MRI 装置。使用コイルは頭部用コイル。撮像対象として正常心臓の T1 値・T2 値（文献値 1471±31・47±11ms）を想定した自作のファントム（物質 A）と、そこに疾患を想定してアガロースで固さを変えたファントム（物質 B, 物質 C）を用いた。撮像シーケンスはマルチエコー高速 GRE 法シーケンスを用いて 6 エコー取得した。下記の 3 つの撮像条件を変更させて T2*値の比較検討を行なった：①TR（高心拍(HR80, TR750ms), 通常心拍(HR:60, TR1000ms)・低心拍(HR40, TR1500ms)) ②FA (20, 25, 30, 35 deg) ③6 エコーの組み合わせ方 (5 種類)。

【結果】3 つの撮像条件を変化させたときの T2*値は最大値と最小値で 5ms 程度の差が見られた。また正常心筋を想定した物質 A と疾患心筋を想定した物質 B, C 間で T2*値がオーバーラップする部分も認められた。エコーの組み合わせを変えた場合、測定値の差が最大となったのは TE の短い 3 点の組み合わせだった。

【結語】撮像条件およびエコーの組み合わせ方によって T2*値は変化することが分かった。臨床の心臓 T2*mapping は、患者群と健常群でわずかな T2*値の差を見ている。よって、自施設の撮像条件と T2*値の関係を知ることが臨床診断の一助となる。心臓 T2*mapping を施行する場合、可能な限り撮像条件の統一化を行うことが望ましい。

59 Navigator echo による横隔膜同期を併用した高速冠動脈 MRA シーケンスの有用性の検討

幸田 昂樹¹, 森 隆一¹, 一関 雄輝¹, 根本 整¹, 永坂 竜男¹, 高木 英誠², 大田 英輝³

1) 東北大学病院 診療技術部放射線部門 2) 東北大学病院 先進 MRI 共同研究講座 3) 東北大学病院 放射線診断科

【目的】冠動脈 MRA 呼吸同期併用の sequential 3D fast field echo(sFFE)は、ナビゲーターエコーの許容範囲が狭く、撮像時間が長くなる。ky-kz centric 3D fast field echo(高速冠動脈 MRA；cFFE)は、k-space 中心から wheel 状に信号取得しており、ky-kz 上の充填率を変えることで撮像時間の短縮が可能である。また、30mm の real-time motion correction(RMC)によりデータ取得効率が向上し撮像時間の短縮が可能となり、さらに high-resolution deep learning reconstruction(HR-DLR)を適用することにより、画質の改善効果が期待されている。本研究では、HR-DLR を適用した cFFE と従来の sFFE を比較した。

【方法】同意の得られた心疾患の既往のない被験者 20 名(平均年齢、40.6±14 歳；女性、40%)を対象とした。3-tesla MRI 装置(Vantage Centurian, キヤノンメディカルシステムズ)を用いた。cFFE は、TR/TE=3.6/1.4ms, BW=448Hz, Matrix=198×256, slice=1.5mm, RMC 幅=30mm；sFFE は、TR/TE=5.0/1.9ms, BW=326Hz, Matrix=198×256, slice=1.5mm, RMC 幅=5mm で撮像した。HR-DLR を適用した cFFE と従来の sFFE において、撮像時間を記録した。さらに心筋と冠動脈に ROI を設定し、心筋に対する冠動脈のコントラスト比を計測した。

【結果・考察】撮像時間は cFFE が sFFE より短かった (244±32vs.808±146,p<0.001。心筋に対する冠動脈のコントラスト比は cFFE と sFFE で統計学的な差はなかった(RCA：p=0.31, LAD：p=0.10, LCx：p=0.46)。RMC を 30mm に設定することによる 100%の収集効率と ky-kz centric 収集により、k-space 中心から wheel 上に充填することで動きの影響が少ない画像を短時間で撮像出来たと考える。

【結論】新しい 3DFFE に HR-DLR を応用することで、コントラストを下げることなく、短時間冠動脈 MRA 検査の可能性がある。

60 Fast Spoiled GRE を用いた仮想 4D Flow Imaging の検討

塩田 将史¹

1)総合南東北病院 診療放射線科

【背景】当院では MRI を用いた体幹部や四肢の血管奇形の血流評価に、造影剤を使用した 3D-DSA (GE シーケンス名：TRICKS)での撮像を行っている。このシーケンスでの検査は新規患者の撮像に加え、術前術後のフォローアップなど様々な用途において使用しているため、造影剤を使用した検査数が多くなっている。昨今の造影検査を減らす傾向を鑑みて、当院もこれに付随していきたいと考えている。

【目的】今回は造影剤を使用しない、TRICKS に変わる血管の血流評価の基礎的検討の第一歩として、脳血管の血流評価を対象とした検討を行った。

【方法】MR 検査装置は GE 社製 1.5T。検討対象は成人ボランティアの脳血管を使用。撮像シーケンスは当院における救急プランにて使用している、中大脳動脈領域付近のみを評価するために撮像範囲を縮小した 1slab MRA (TR: 6.1ms TE: minimum BW: 31.25 matrix: 256/192 Z 512 scan time: 24sec)。本来、このシーケンスは 3D-

TOF を用いているが、TRICKS のような短時間撮像に近づけるため、Fast TOF-SPGR を採用した。検討方法は上記に示した撮像条件をベースに Flip Angle を可変しながら撮像を行い、抹消血管の血流信号が経時的に現れる様子を評価した。評価方法は主に MRI 業務に携わるベテラン技師、中堅技師、経験の浅い新人技師に依頼し、視覚的な評価を行った。

【結果】Flip Angle を深い角度から浅い角度に設定していくにつれ、抹消血管の描出が可能となった。また、Fast TOF-SPGR を採用したことで、コントラストの良い画像が得られ、これらの画像を経時的に評価することで 4D Flow Imaging のような血流の評価を行うことが出来るのではないかと考える。

【結語】今回、脳血管の血流評価に関して、短時間撮像、且つ造影剤を使用しない低侵襲にて簡易的な 4D Flow Imaging が可能となれば、臨床現場にて早期脳梗塞患者や頭部血管バイパス術後の血流評価の簡易的な指標の一つとして使用することが出来るのではないかと考える。また、血流評価の応用として、当院での症例数が多い四肢血管や肺動静脈の血管奇形についても今後、評価検討を行っていきたい。

61 直管ファントム内の乱流が phasecontrastMRI の流量測定に与える影響の検討

学生 内宮 珠里¹,近藤 達也¹,齋藤 宏明²,金沢 勉²,八木 悠太²,渡邊 祐弥²

1)新潟大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2)新潟大学医歯学総合病院 医療技術部放射線部門

【目的】MRI を用いた流量測定のために phase contrast (PC) MRI が用いられる。しかし、PC MRI の基礎的検討として、乱流や層流などの流れの状態を考慮した検討が不足している。流れの状態は心拍動、血管径、血液成分などに依存し、血管断面における流速は面内の位置や測定するタイミングに依存する。しかし、心拍動や血液成分を考慮した血流をファントムで再現することは難しく、円管内に発生させた非拍動流で代替した研究が報告されている。円管の管径や流速が小さい場合は層流、大きい場合は乱流になる。層流では流れの向きや速さが規則正しく一定である。一方、乱流では流れの向きや速さが微小時間で変化し、一定の時間範囲で平均した流速の分布は対数則に従う。微小時間における流速の変動は時間平均もしくは断面全体を考える場合に打ち消し合うため、流量に与える影響は小さいと考えられる。しかし、乱流の微小時間における流速変動が PC MRI を用いた流量測定に与える影響は明らかではない。我々は、乱流を対象にした PC MRI の速度画像において、微小時間に生じる流速変動は測定できないと仮説を立てた。PC MRI を用いて直管を流れる乱流の非拍動流を測定した場合、速度分布は対数則に従うと予測した。そのため、微小時間に生じる流速変動が流量測定に与える影響は小さく、流量は円管内の平均流量に依存すると考えられる。本研究は PC MRI を用いた流量測定に対して大血管に生じる乱流が与える影響を明らかにするため、直管を流れる非拍動流を対象に実験した。

【方法】実験で用いる非拍動流は、直管ファントムに水をポンプで流して発生させた。直管ファントムは内径 25 mm の硬質ポリ塩化ビニル管とした。直管ファントム内の水の流れの状態として乱流と層流を発生させるため、ポンプ圧を調整した。乱流と層流それぞれを対象にして、心電同期併用 PC MRI で撮像を行い、10 時相の速度画像を取得した。得られた速度画像に対してファントムの直管径から算出した面積に合わせて ROI を設定し、平均流速を求めた。平均流速と直管の断面積から流量を求め、メスシリンダーを用いて測定した実測値と比較した。

【結果】PC MRI を用いた流量測定において、層流と乱流のどちらにおいてもメスシリンダーで測定した流量値と同等となった。

62 MR Neurography の TI 変更によるコントラスト改善の試み

安海 弘樹¹, 吉川 和行¹, 穴戸 直樹¹

1) 国立病院機構米沢病院 放射線科

【目的】MRI における腕神経叢描出プロトコル(MR Neurography)の脂肪抑制法には STIR が用いられることが多い。頸部においては静磁場不均一の問題で脂肪抑制がうまくかからないため、静磁場不均一に強い STIR が使われる。通常 STIR では脂肪の null point に合わせて TI を設定し撮像する(1.5T で TI=180ms, 3T で TI=230~250ms 程度)。しかし STIR においては TR の長短によっても null point が微妙にずれること等から、時にその信号強度の解釈は難しい。TE を延長することでコントラスト改善が見込めるが、今回は腕神経叢描出プロトコルの TI を変えて撮像していき、コントラスト等の改善を比較検討した。

【方法】当院で用いられている神経描出プロトコル(3D-STIR-T2WI)における TI は通常 230ms に設定していたが、これを 190~270ms と変更し、院内倫理規定に則り、複数名ボランティアスキャンを行った。得られた画像を放射線専門医、MRI の臨床経験を有する放射線技師複数名に視覚評価(5段階評価 良い やや良い 同程度 やや悪い 悪い)してもらい、それを集計、比較した。撮像条件は以下のとおりである。SIEMENS 社製 MAGNETOM Spectra 3.0T TR=2600ms

TE=201ms(Apparent TE=83ms) TI=190~270ms Voxel size 1.0×1.0×1.1mm FOV=250mm×250mm Restore+ Blood suppr+

【結果】TI を 230 から短くしていくと、それに比例して脂肪と筋肉の信号は視覚的に上昇した。TI=190 では全体のノイズ感も上昇した。視覚評価では TI=230 と比べてやや良い~悪いと観察者によって結果が異なった。TI を延長していくと脂肪の信号は若干上昇したものの筋肉の信号が落ち、相対的に神経の描出は改善したように見えた。視覚評価でも同程度からやや良いという結果になった。

【考察】TI を延長することによって、脂肪の信号が若干上昇したものの、脂肪以外の組織が null に近づくため、相対的に神経の描出が改善したと考える。このことから TI を変更することにより撮像時間の延長なく神経描出能の改善が得られる可能性が示唆された。

63 再構成方法が石灰化スコアに与える影響について

高橋 遼真¹, 千葉 工弥, 佐々木 忠司,

1) 岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【背景・目的】冠動脈 CT 検査の際、造影前に石灰化スコア撮影を行い、石灰化スコアの値を基に冠動脈疾患の発生予測や造影検査を施行するか否かの判断に用いている。石灰化スコアの再構成には FBP 法を用いており、撮影時の被ばく低減が課題となっている。昨年、Deep Learning Reconstruction:DLR を応用した超解像画像再構成技術:PIQE の画質評価を行い MTF 及び NPS において PIQE が良好な結果を得られた。そこで FBP および DLR を用いて、再構成方法の相違が石灰化スコアに影響するか報告する。

【方法】CT 装置は Canon 社製の Aquilion ONE を使用し、Cardiac Phantom を用いて検証した。直径 1.0mm, 3.0mm, 5.0mm のモジュールを用い、各径に対し 200mgHA/cm³, 400 mgHA/cm³, 800 mgHA/cm³ を対象とした。撮影条件は、管電圧:120kV, 管電流:320mA, 回転時間:0.275rot/s とし、心電図同期撮影を行うため模擬心拍は 60bpm に設定した。volume scan 撮影を各 10 回行い、画像は FBP: FC13, PIQE: cardiac mild で再構成した。収集画像を 1mm 厚, 3mm 厚に切り出し、石灰化スコアを計測した。

【結果】200mgHA/cm³ のモジュールの石灰化スコアは、1mm 径では FC13 の方が高値となり、3mm 径では PIQE の方が高値を示した。400 mgHA/cm³ 及び 800 mgHA/cm³ のモジュールの石灰化スコアは、モジュール径に依らず FC13 が高値となった。スライス厚は 1mm 及び 3mm で収集したが、スライス厚には依存せず同様の傾向を示した。同一スライス厚、モジュール径で比較すると、ハイドロキシアパタイトが大きくなるほど各再構成方法間で石灰化スコアの乖離が大きくなった。

64 CT を用いた冠血流予備量比に画質が与える影響

高橋 基¹, 齋藤 匠¹, 小向 千幸¹, 鈴木 康則¹

1) 公立置賜総合病院 放射線部

【目的】近年、安定冠動脈疾患の機能的虚血評価において心臓カテテル検査で用いられている冠血流予備量比(Fractional flow reserve:FFR)を、冠動脈 CT 画像を用いて算出する評価法が注目されている。当院では 2022 年 6 月より Heart flow 社の FFRCT を導入し解析を行っているが、検査に際して投与される前投薬の使用に関しては、従来の方法から変更を行わずに検査を実施している。冠動脈 CT 検査において、前投薬の投与方法の違いは画質への影響も少なくない。今回は、当院の冠動脈 CT 撮影における前投薬の使用方法が、FFRCT の解析結果に与える影響について検討した。

【方法】期間は 2022 年 6 月から 2023 年 6 月で、FFRCT の解析を実施した 60 症例(60 人, 169 枝)とし、男女比は 2:1、平均年齢 75.2 歳であった。初めに実際に経皮的冠動脈形成術を施行した症例を疾患あり、施行しなかった症例を疾患なしとした場合の診断精度を求めた。次に主要冠動脈 3 枝の血管径の測定と視覚評価を行った。視覚評価は診療放射線技師 3 名にて行い、冠動脈の静止状態と連続性についてそれぞれ 1~4 点の 4 段階で評価を行った。血管径および視覚評価の結

11月4日(土)10:20~11:00

第2会場

[セッション 15]CT 心臓

座長:岩手医科大学附属病院 千葉 工弥

果は、真陽性・真陰性群と偽陽性・偽陰性群に分けて比較を行った。有意差検定は血管径の結果に対して Welch's t test, 視覚評価の結果に対して Mann-Whitney U test を用いて行い、有意水準は 5%とした。

【結果】FFRCT の診断精度については精度 83%, 感度 87%, 特異度 82%であった。主要冠動脈 3 枝の血管径は真陽性・真陰性群 3.14mm ± 0.64mm, 偽陽性・偽陰性群 2.79 ± 0.56mm となり、有意差を認めた。視覚評価について、静止状態の評価は真陽性・真陰性群 3.6 ± 0.5 点, 偽陽性・偽陰性群 3.4 ± 0.5 点となり、連続性の評価は真陽性・真陰性群 3.5 ± 0.5 点, 偽陽性・偽陰性群 3.4 ± 0.7 点となり、両者ともに有意差を認めた。

【結語】冠動脈 CT 撮影における前投薬の使用方法を変更することで、診断精度向上の可能性が示唆された。

65 経カテーテル大動脈弁留置術術前 CT におけるブルーミングアーチファクト低減を目的とした再構成条件の評価

岩崎 龍弥¹, 菊地 雄歩¹, 佐藤 俊光¹, 鈴木 幸司¹

1)山形大学医学部附属病院 放射線部

【目的】経カテーテル大動脈弁留置術が大動脈弁狭窄症に対する低侵襲治療として注目されており、デバイスサイズ測定のために大動脈弁輪の面積を術前 CT で正確に計測することが重要である。大動脈弁狭窄症では、弁輪部に石灰化を伴うことが多い。粗大な石灰化は石灰化を実際よりも大きく見せるブルーミングアーチファクトを発生させ、様々な計測誤差を生じる可能性がある。高い解像特性の再構成関数を使用することでブルーミングアーチファクトを低減できることが報告されている。本研究の目的は、ブルーミングアーチファクトを低減させるため、再構成条件を変化させた解像特性と雑音特性を明らかにし、既存の再構成条件と比較して画像雑音を増加させず解像特性を向上できるかを検証することである。

【方法】CT 装置はキャノンメディカルシステムズ社製 Aquilion ONE VISION Edition, ファントムは TOS phantom を用いて検証した。すべてのデータをノンヘリカルスキャンで取得した。AIDR 3D の強度を mild (既存の再構成条件), AIDR 3D Enhanced の強度を mild と standard および strong で再構成した。画像解析は CT measure で行った。解像特性を評価するため、Circular Edge 法で task transfer function (TTF) を算出した。雑音特性を評価するため、Radial frequency 法で noise power spectrum (NPS) を算出した。解像特性と雑音特性を加味したシステム性能を評価するため、system performance (SP) 関数を算出した。

【結果】TTF はすべての空間周波数域において AIDR 3D mild より、AIDR 3D Enhanced が高く、AIDR 3D Enhanced の mild, standard および strong はほぼ等しかった。NPS は AIDR 3D Enhanced において、すべての空間周波数域で mild, standard, strong の順で低くなり、AIDR 3D Enhanced strong は AIDR 3D mild とほぼ等しかった。SP 関数はすべての空間周波数域において AIDR 3D Enhanced strong が最も高かった。

66 心臓 CT 撮影における超解像画像再構成技術を用いた低管電圧小焦点撮影の有用性に関する検討

松田 鷹介¹, 今泉 虹輝¹, 名城 敦¹, 佐藤 龍一¹

1)いわき市医療センター 中央放射線室

【背景・目的】ディープラーニングを応用した超解像画像再構成技術の PIQE が導入され、空間分解能の向上のみならず、優れたノイズ低減効果や粒状性の改善効果が得られ、ADCT での低侵襲な検査で、さらなる高精細な画像の描出が可能となった。心臓 CT 撮影では静止画像を取得するため、装置の持つ最高速度での撮影が一般的である。その結果、被ばく低減や造影剤低減を目的とした低管電圧撮影や空間分解能向上を目的とした小焦点撮影を実施した際に従来装置ではノイズが増加してしまい画質劣化が生じてしまうため実検査への採用が難しかった。今回 PIQE が導入されたことで、高い画質改善効果を得ることが出来るため、低管電圧小焦点撮影による心臓 CT 撮影の有用性について実臨床への応用を目的として物理評価を行った。

【方法】CT 装置は Aquilion ONE / NATURE Edition (キャノンメディカルシステムズ社製), ファントムは Catphan700, CT 装置付属の TOS ファントム及び水ファントムを用いた。撮影法はすべて Volume 撮影で行い、撮影条件は、管電圧 120kV, 100kV, 80kV とし、管電流はそれぞれの管電圧において大焦点、小焦点の場合に出力可能な最大 mA となるように設定した。画像再構成法は従来法との比較検討を含め FBP, AIDR 3D, AIDR 3D Enhanced, FIRST, AiCE, PIQE を用いて処理強度はそれぞれ standard とし、各種条件下で画像を取得した。取得した画像から、高コントラスト分解能, MTF, Noise SD, NPS を評価した。

【結果】各解析結果において、MTF は小焦点、大焦点を比較すると各再構成法に依らず小焦点撮影により空間分解能の向上を認めた。またこれまで臨床で多く用いられていた 120kV, 大焦点、逐次近似応用再構成 (AIDR 3D) を基準とした場合に、低管電圧、小焦点、PIQE では全ての条件で MTF が高値を示した。またその際の Noise SD についても低管電圧、小焦点、PIQE ではより低値となり、NPS を比較した場合も粒状性の改善が認められた。

【結語】超解像画像再構成技術の PIQE を用いることで、これまで実臨床への応用が困難とされていた心臓 CT 撮影における低管電圧小焦点撮影が可能になることが示唆された。

11月4日(土)11:10~12:10

第2会場

[セッション 16] CT 臨床

座長:秋田県立循環器・脳脊髄センター 大村 知己

67 深部静脈血栓症の診断精度向上に寄与する CT 画像再構成の検討 -逐次近似応用再構成と深層学習応用再構成との比較-

千葉 和勝¹, 千葉 工弥¹, 佐々木 忠司¹, 折居 誠², 吉岡 邦浩²

1)岩手医科大学附属病院 中央放射線部 2)岩手医科大学附属病院 放射線医学講座

【目的】近年、深層学習再構成法 (Deep Learning Reconstruction : DLR) が開発され、様々な領域において CT の画像再構成に使用されている。DLR を用いた CT 画像は従来の画像と比べてノイズ低減効果や空間分解能の向上が報告されている。本研究の目的は DLR が深部静脈血栓症 (Deep vein thrombosis : DVT) の画像診断精度の向上に寄与で

きるか、従来の逐次近似応用再構成法 (Hybrid Iterative Reconstruction : HIR) と比較検討することである。

【方法】CT 装置は Aquilion ONE Genesis edition (キヤノンメディカルシステムズ社製) を使用した。評価対象を膝窩静脈として、血管内腔と血栓を想定した直径 6mm の DVT 模擬血管ファントムを作製し、これを直径 10cm の自作水ファントムに封入して管電圧 100kVp にて 10 回撮影した。得られたデータに対して再構成関数を HIR は FC03 と FC44 に AIDR 3D Standard を使用し、DLR は AiCE Body Sharp MILD を使用して画像再構成を行った。血管内腔と血栓の CT 値を算出し放射線科診断医と協議の上、DVT の画像診断に重要な血管内腔と血栓のコントラストも算出した。

【結果】血管内腔の CT 値は HIR (FC44) が最も高く、血栓の CT 値は HIR (FC44) が最も低い値となった。血管内腔と血栓のコントラストは、HIR (FC44) が最も高値であった。

【結論】放射線科診断医が DVT の画像診断で求める血管内腔と血栓のコントラストは、従来の HIR (FC44) が最適であった。診断に最適な画像再構成法を選択する際には、放射線科診断医と連携の上で検討することが重要である。

68 頭頸部 CTAngio におけるステント条件の構築

阿部 康一¹, 兵庫 真紀¹, 蜂谷 幸大¹, 松田 善和¹

1) 山形市立病院済生館 中央放射線室

【背景】近年、当院では頸動脈狭窄に対するステント留置や巨大動脈瘤に対する血流改変ステント留置などの頭頸部領域に対するステント留置術が増えてきた。術後の血管撮影にて、コーンビーム CT から MPR を作成しステントの評価を行っているが、脳外科医師より CT Angio でもステント内の狭窄や血栓の有無などが評価できる画像を作成できないかと依頼があった。

【目的】巨大動脈瘤に対する血流改変ステントが留置された術後血管撮影から作成されている MPR の画像を参考に、CT Angio で作成していた既存の条件を見直し、ステント内の狭窄や血栓の有無などが評価できる画像の条件を検討する。

【使用機器・機材等】CT 装置 : SOMATOM X.cite(シーメンスヘルスケア) CT 用造影剤注入器 : DUAL SHOT GX7(根本杏林堂) 留置ステント : Pipeline Flex Shield Technology (Medtronic 社)

【頭頸部 CT Angio 撮影条件】管電圧 : 90kV Eff.mAs : 407 ローテーションタイム : 0.5s ピッチ : 1.2 コリメーション : 128×0.6mm(Z-Sharp)

モニタリング位置 : 上行大動脈～弓部 トリガーレベル : 120HU

【造影条件】使用量 : 19.0mgI/kg/sec 生食後押し 注入レート : 15s 注入

【評価方法】CT Angio の Raw Data から WW/WL, カーネル, スライス厚, FOV, 逐次近似応用画像再構成 (ADMIRE) を変化させ、視覚的に評価する。WW/WL は軟部用と骨用, カーネルは高周波用 60 台, スライス厚は 0.5mm/0.8mm/1.0mm/2mm, FOV は 50mm と 100mm, ADMIRE は 3～5 を使用し比較する。血管とステントが一目で見分けられ、分解能が高く、ステントからのアーチファクトが少ない条件を構築する。

【結果】既存の条件は軟部用 WW/WL および軟部用カーネル, スライス厚 1-2mm で MPR を作成していた。WW/WL を骨用とし、カーネルは高周波用, スライス厚は最小にし、FOV も小さくすることで、ステントの内腔が明瞭に描出されるようになった。

69 Dual-energyCT を用いた乳房腫瘍良悪性判別および乳癌組織型鑑別に関する検討

内山 莉緒¹, 長 和弘¹, 佐々木 雄樹¹

1) 新潟県立がんセンター新潟病院 中央放射線部

【目的】乳房腫瘍の良悪性判別および乳癌の組織型鑑別は手術や針生検などの病理診断が標準的である。しかし、病理生検は侵襲的であり、医用放射線画像を用いることができれば、非侵襲的に鑑別が行える可能性がある。また、良悪性判別および組織型鑑別に Dual-energy CT (DECT) を用いた先行研究は少ない。本研究は、DECT 画像から、乳房腫瘍良悪性判別および乳癌組織型鑑別の可能性を検討した。

【方法】対象は、造影 DECT を施行した悪性腫瘍 45 症例 (非浸潤性乳管癌 15 症例, 浸潤性乳管癌硬性型 15 症例, 浸潤性乳管癌乳管形成型 15 症例), 原発性乳癌以外の腫瘍 10 症例とした。AW Server (GE 社製) を用いて、病変部の仮想単色 X 線画像 (VMI) の 40keV および 70keV の CT 値, 各 VMI の CT 値の差をエネルギー差で除した λ HU, ヨード密度値, 水密度値, 実効原子番号 (Eff-Z) を算出した。横断像で最もヨード密度値が高かった病変に関心領域を設定し、各パラメータの平均値に対して各組織型間の有意差検定を行った。また、原発性乳癌以外の腫瘍に関する Eff-Z の①10%～90% (8.14～8.88), ②15%～85% (8.18～8.86), ③20%～80% (8.22～8.85), ④25%～75% (8.29～8.80) の範囲を基準とし、良悪性判別を行った。鑑別結果を病理生検の結果と照合し、悪性腫瘍と原発性乳癌以外の腫瘍を正しく鑑別可能か検証した。

【結果】水密度値以外の全てのパラメータにおいて、悪性腫瘍と原発性乳癌以外の腫瘍の間に有意差が認められた。また、腫瘍陽性と鑑別するしきい値を設定した場合の感度, 特異度, 精度はそれぞれ①0.80, 0.89, 0.87, ②0.60, 0.89, 0.84, ③0.60, 0.89, 0.84, ④0.40, 0.89, 0.80 であった。悪性腫瘍の各パラメータについて、各組織型間に有意差は認められなかった。

【結語】乳房腫瘍良悪性判別において、より高いコントラストが得られる VMI の 40keV での CT 値, ヨード密度や Eff-Z の解析で特に良好な結果が得られたことから、造影 DECT 画像による良悪性判別の可能性が示唆された。一方で、造影 DECT による乳癌組織型鑑別は困難であった。撮影条件や関心領域の設定方法, 対象画像の検討が今後の課題であると考えられる。

70 常染色体優性多発嚢胞腎 (ADPKD) における CT 画像での腎容積測定法の基礎検討

橋本 英信¹, 中川西 慎吾¹, 志賀 凛太郎¹, 白土 恵¹

1) 公益財団法人ときわ会常磐病院 放射線課

【目的】当院では、常染色体優性多発嚢胞腎 (ADPKD) の患者における腎容積の測定をフォローアップとして行っている。測定の際には、楕

円体容積計算式,回転楕円体容積計算式,ワークステーションでの画像抽出法がある.今回,当院における最適な測定法を検討することにした.

【方法】多発嚢胞腎を模した自作ファントムを3種類作成し,複数人測定者を選定し,計測項目別に比較検討した.

・楕円体容積計算法・回転楕円体容積計算法・画像処理装置(ワークステーション)での容積測定法

検討内容 ・測定時間 ・実容積との誤差 ・測定者による測定誤差

【結果】3つの項目の測定結果では大きく差があった結果と差がなかった結果があった.

測定時間では,測定箇所が少ない回転楕円体容積計算法が最も早かった.画像処理装置での測定ではファントムの大きさ形によって自動抽出される精度がバラつき手動で行うこともあったので測定時間が長い場合があった.実容積との誤差では,画像処理装置が最も実容積に近い値であった.楕円体容積計算法,回転楕円体容積計算法でも全く異なっている数値ではなかったがバラつきはあった.測定者における測定誤差は,長軸・短軸を決定する時間にバラつきがあった.臨床上で測定するでは,時間にバラつきがあるが画像処理装置での測定が最も当院に適している.また,測定結果に差異がある要因として,腎臓の形状が大きく関係していることが考えられる.腎臓の形状によって測定法を変更しても可能と考えられる.

【結論】測定のスループットを上げるには楕円体容積計算法や回転楕円体容積計算法が適しており,腎臓の形状が大きい場合はワークステーションでの測定が適している.

71 頭部単純CTによる急性期脳内出血の血腫量計測:画像診断支援AI技術の精度評価

安保 哉太¹,大村 知己¹,佐々木 文昭¹,加藤 守¹,高橋 規之²,篠原 祐樹¹,木下 俊文¹

1)秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部 2)福島県立医科大学 保健科学部診療放射線科学科

【目的】急性期脳内出血において頭部単純CTから迅速かつ正確に血腫量を推定することは,手術適応を決定する上で重要である.近年,血腫量の自動計測を行うAI技術搭載ソフトウェアが市販化され,当院の画像解析システム(SYNAPSE VINCENT [以下VINCENT],富士フィルム)にも導入された.本研究では,3D抽出,AIソフトウェア,簡易計算式で算出された血腫量をそれぞれ比較し,AI自動計測の精度を明らかにする.

【方法】対象は頭部単純CT(SOMATOM Drive,シーメンス)が施行された急性期脳内出血患者34名である.まずは3Dビューア

(VINCENT)を用いて,CTのvolume dataから手動操作で血腫を3D抽出し,基準の血腫量を算出した.次に脳解析ソフトウェア

(VINCENT)を用いて,血腫量のAI自動計測を行った.最後に臨床でよく使われる1/2ABC(A:長径[cm],B:短径[cm],C:高さ[slice数×slice厚,cm])や,1/2SH(S:最大面積[cm²],H:高さ[cm]),π/6SHといった簡易計算式を用いて血腫量を計測し

た.統計解析としてFriedman検定と多重比較検定(Bonferroni補正)およびSpearman順位相関検定を行った(有意水準0.05).

【結果】3D抽出,AI自動計測,1/2ABC,1/2SH,π/6SHにおける血腫量の中央値はそれぞれ,13.9,18.2,10.7,14.6,11.2(mL)であった.Friedman検定にて有意差を認めた(P<0.05).多重比較検定では3D抽出と1/2ABCの間で有意差がなく(P=1.00),有意差を認めたその他の計測値間ではAI自動計測と1/2ABCの間のP値が最も高かった(P=0.009).3D抽出の血腫量とAI自動計測,1/2ABC,1/2SH,π/6SHの各血腫量との間には有意な相関を認め,3D抽出とAI自動計測の間で最も強い相関を示した(3D抽出vs.AI自動計測:ρ=0.990,vs.1/2ABC:ρ=0.985,vs.1/2SH:ρ=0.963,vs.π/6SH:ρ=0.963,各P<0.01).

【結論】CTによる急性期脳内出血の血腫量推定において,AI自動計測は臨床でよく用いられる簡易計算式(1/2ABC)に匹敵する高い信頼性を示した.

72 DualEnergyCTにおける急性期脳梗塞血栓回収療法後の脳出血と造影剤滲出の定量的評価

戸嶋 桂介¹,斎藤 将太¹,加藤 大樹¹,照井 正信¹

1)秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】当院では急性期脳梗塞に対して血栓回収療法を行っており,合併症の評価のため術直後に頭部単純CTを撮影している.脳出血とヨード造影剤の滲出(contrast staining:CS)の鑑別にDual Energy CT(DECT)が役立つことは知られているが,視覚的な評価の報告が多く,定量的な評価の報告は少ない.本研究の目的はDECTを用いて脳出血とCSの鑑別の指標を定量的に評価することである.

【方法】CT装置はRevolution CT APEX Edition(GE HC)を用いた.対象は2022年6月から血栓回収療法を行った症例のうち,術直後にDECTを行いかつ,CT画像上で頭蓋内高吸収域が見られた10症例(独立した高吸収域が15領域)である.なお,脳出血とCSは術翌日のフォローアップMRIやCT画像上での出血有無で判別した.画像は仮想単色X線画像(virtual monochromatic image:VMI)の70keV,仮想単純(virtual non-contrast:VNC)画像,物質密度画像(Iodine,Water,Bloodを対象)を用いた.高吸収域に関心領域を配置しCT値,物質密度値を測定した.また,術翌日のフォローアップを真としたReceiver operating characteristic(ROC)解析を行い脳出血のカットオフ値を求めた.

【結果】脳出血と判断された領域のVMI,VNC,Iodine/(Water)の平均値と標準偏差は52.1±9.5[HU],35.9±2.2[HU],1.01±0.42[mg/ml]でCSと判断された領域よりも高値であった.また,その他の物質密度値も出血がCSに対して有意に高値または低値であった.カットオフ値はIodine/(Water)が0.85[mg/ml]で感度70%,特異度100%と最も高い結果となった.

【結論】DECTを用いることで脳出血とCSを定量的に評価することができ,鑑別の指標として有用であることが示唆された.

73 心血管撮影の臨床線量評価

坂元 健太郎¹, 加藤 守², 高橋 規之³, 千田 浩一⁴, 笠松 武⁵, 渥美 博人⁵

1) 仙台市立病院 放射線技術科 2) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 3) 福島県立医科大学保健科学部 4) 東北大学大学院医学系研究科保健学専攻放射線検査学 5) 仙台市立病院 放射線技術科

【目的】当院ではメーカーの異なる2機種の血管撮影装置を使用している。今回、2機種の基準点透視線量率と撮影線量を測定し、当院で行った心血管撮影手技(診断カテーテル検査と冠動脈形成術)について、臨床におけるKa.r:患者照射基準点線量(mGy)とPKA:面積空気カーマ積算値(Gy・cm²)と透視時間、撮影数を抽出し、比較評価した。

【方法】比較に用いた装置は島津メディカル社 Bransist SafireVB9(以下 Safire)と PHILIPS 社 Xper AlluraFD10(以下 FD10)である。2機種の基準点透視線量率と撮影線量は電離箱線量計を用いて測定した。臨床線量の評価は診断カテーテル検査: Coronary Angiography(以下 CAG)と冠動脈形成術: Percutaneous Coronary Intervention(以下 PCI)とした。臨床の評価項目は1. Ka.r(mGy) 2. PKA(Gy・cm²) 3. 透視時間(min) 4. 撮影回数とした。

【結果】基準点透視線量率は Safire が 6.15mGy/min, FD10 が 8.02mGy/min であった。撮影線量は Safire が 1.44mGy/s, FD10 が 1.65mGy/s であった。1. Ka.r は CAG で Safire が 478mGy, FD10 が 344mGy, PCI で Safire が 905mGy, FD10 が 844mGy であった。2. PKA は CAG で Safire が 59.6Gy・cm², FD10 が 34.1Gy・cm², PCI で Safire が 112.5Gy・cm², FD10 が 80.5Gy・cm² であった。3. 透視時間は CAG で Safire が 7.3min, FD10 が 5.1min, PCI で Safire が 26min, FD10 が 22.4min であった。4. 撮影数は CAG で Safire が 15回, FD10 が 10回, PCI で Safire が 37回, FD10 が 28回であった。

【結論(考察)】基準点透視線量率と撮影線量は FD10 の方が高値を示した。しかし、CAG と PCI の臨床線量はいずれも FD10 の方が低値を示した。これは Safire がバイプレーン装置、FD10 がシングル装置のために撮影数や透視時間に差が生じたためと考えられた。今後はバイプレーン撮影時に必要に応じて、シングル撮影に変更することなどが考えられた。

74 当院の RFCA の現状~診療放射線技師の視点から~

三浦 才登¹

1) 八戸市立市民病院 放射線科

【背景・目的】当院では2021年4月から不整脈専門医が赴任し、電氣的生理学的検査(以下 EPS)、高周波カテーテルアブレーション(以下 RFCA)を施行するようになった。今回、当院における不整脈診断・治療の流れ、2022年4月から2023年7月までに RFCA を施行した患者被ばくの傾向、心電図判読のための取り組みを報告する。【方法】2022

年4月から2023年7月までに RFCA を施行した成人患者50件のうち DRLs2020 との比較が可能な患者は37人であった。そのうち肺静脈隔離術(以下 PVI)を施行した患者は6人であり、3D Mapping システムを使用している。対象となる患者37人の正面・側面での透視時間、DAP(Gy・cm²)、AK(mGy)の中央値を非 PVI、PVI に分けて算出し、DRLs2020 との比較を行った。EPS、RFCA が始まってから心電図への関心が増し、不整脈専門医に診療放射線技師向けの講座を開催してもらうようになった。心電図の理解を深めるため日本不整脈心電学会が主催している心電図検定を受験した。

【結果】非 PVI での透視時間の中央値は正面 15.6分と側面 3.7分、DAP の中央値は正面 9.49 Gy・cm²と側面 3.3Gy・cm²、AK の中央値は正面 56.9mGy と側面 25.3 mGy であった。PVI での透視時間の中央値は正面 11.5分と側面 0分、DAP の中央値は正面 4.09 Gy・cm²と側面 0 Gy・cm²、AK の中央値は正面 25.9mGy と側面 0mGy であった。DRLs2020 の成人心臓領域で提案する RFCA の DRL 値を DAP、AK とも下回っていた。PVI においては側面の透視・撮影はなかった。心電図の理解が深まり、心電図検定2級に合格することができた。

75 コーンビーム CT の管電圧変化による影響

佐々木 彰宣¹, 佐々木 祐輔¹, 佐々木 忠司¹

1) 岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【目的】血管撮影装置で動脈塞栓術(TAE)を行う際、カテーテルから造影剤を注入して Cone Beam CT(以下 CBCT)を撮影するが、撮影条件は AEC により決定されるため、被写体の体型に影響する。本研究は Mercury ファントム(以下ファントム)を用い、ファントムに封入されたロッドの管電圧とファントムサイズの変化による影響を検証した。

【方法】ファントムをサイズごと(16,21,26,31,36cm)に60kVから120kVまで10kVずつ管電圧を変え CBCT を撮影し、ファントム内のロッド(ヨード)に ROI を設定し、ピクセル値を測定した。またロッドが無い断面をバックグラウンドとし、両者のピクセル値の差分をコントラスト値として比較検討した。

【結果】ヨードのロッドにおいて、ファントムサイズ:16cm で管電圧 60kv, 120kv のピクセル値はそれぞれ 734.49±1.72, 391.16±4.85 となり低電圧の方が高値となった。また管電圧 60kv でファントムサイズが 16cm, 36cm のピクセル値はそれぞれ 734.49±1.72, 529.52±7.59 となり、ファントムサイズが小さくなるほどコントラスト値が高くなった。

76 IMRT 物理技術ガイドライン 2023 に適した電離箱線量計の選出

木村 直希¹, 小原 秀樹¹, 鈴木 将志¹, 駒井 史雄¹, 村上 翔¹, 近藤 廉¹, 成田 将崇¹

1) 弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

【目的】IMRT 物理技術ガイドライン 2023 において、線量検証に使用する電離箱線量計は感度体積が 0.01~0.6 cc 程度のリファレンス

ラスの電離箱であることが望ましいと記載されている。また、強度変調放射線治療において各セグメントが小照射野となる可能性があり、感度体積が小さい電離箱線量計でなければ正確な線量評価を行うことができない。本研究は感度体積の小さい電離箱線量計の性能を評価し、IMRT物理技術ガイドライン2023に適した電離箱線量計を明らかにすることを目的とした。

【方法】測定に使用した医療用直線加速器はVARIAN社製Clinac iX、水ファントムはPTW社製MP3である。測定条件は標準計測法12における光子線の水吸収線量計測の基準条件とし、電離箱線量計に電圧を印加後1000 MUプレ照射、電位計のゼロ調整後測定を行った。評価項目はJaffe plotとリファレンスクラス要件のうち電離箱線量計の安定性、極性効果補正とした。Jaffe plotは、電位計の印加電圧を±100 Vから±400 Vまで変化させ、各電圧での測定値が線形関係にあるか評価した。安定性は、電位計のゼロ調整後プレ照射無しで20回測定し、測定値の変動を評価した。極性効果補正は、正方形照射野の一边を2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40 cmと変更し、照射野変化による極性効果補正係数の変化を評価した。検証した電離箱線量計はPTW社製が31010, 31016, 31021, IBA Dosimetry社製がCC04, CC13, RAZOR, Standard Imaging社製がA1SL, A12S, A26である。

【結果】Jaffe plotについて、31016, RAZORは印加電圧が高値である場合、線形関係から外れる結果となった。安定性について、31016, RAZORの測定値の変動が0.5%以上となった。CC13, A12S, A1SL, A26では、いずれの照射野においても極性効果補正係数の変化量が0.5%未満であった。

【結論】CC13, A12S, A1SL, A26は各評価項目において照射野によらず良好な結果を示した。感度体積0.05 cc未満の電離箱線量計においてA26が良好な結果を示しており、IMRT物理技術ガイドライン2023に適した電離箱線量計であると考えられた。

77 様々な検出器並びにフィルムを使用した小照射野における軸外線量比(OCR)の比較

村上 翔¹, 木村 直希¹, 寺島 真悟¹, 鈴木 将志¹, 近藤 廉¹, 小原 秀樹¹, 駒井 史雄¹, 成田 将崇¹

1) 弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

【目的】IMRTやVMATのような高精度治療においては各セグメントが小照射野になる可能性があり、側方電子平衡が成立しないために適切な検出器や補正係数を使用しなければ大きな線量誤差を生じることが知られている。また、当院では今年度治療機器の更新を予定しており、これら高精度治療の割合並びに件数は今後さらに増加することが見込まれている。今回我々は、機器選定をする上で各メーカーから様々な検出器を借用する機会を得た。そこで本研究では、小照射野の測定やコミッションングにおいて適切な検出器の選定を目的とし、OCRの半影領域に着目して各々の検出器を評価した。

【方法】直線加速装置はVARIAN社製のClinac iXを使用し、エネルギーは10 MVとした。検出器はそれぞれPTW社製の31010, 31016及び31021, IBA社製のCC04, CC13及びRazor, Standard Imaging社製のA1SL, A26及びW2シンチレータ検出器を使用した。水ファントムはPTW社製MP3を使用し、SCD=100 cm, 正方形照射野の一边を1 cmとして10 cm深における各検出器のOCRを測定し、解析にはPTW社製のMephystoを使用した。フィルムはVERITAS社製のGafchromic EBT3を使用し、京都科学社製Tough Waterの10 cm深に設置して曝射し、スキャナで読み込みOCRを取得した。取得したOCRについて、それぞれ半影幅(80%及び20%線量となるビーム中心軸からの距離差)を算出した。また、自作ソフトを使用してガンマ解析を行い、EBT3に対する各検出器のパス率をそれぞれ算出し比較した。

【結果】半影幅はEBT3が最も小さくなり、続いてW2, Razor, A26の順となった。また、半影幅と各検出器の収集体積の内径に相関が見られた。EBT3のOCRと最もよく一致したのはW2シンチレータ検出器であり、ガンマ解析のパス率は1.0%/0.5 mmで92.31%であった。【結語】本研究において様々な検出器を使用して小照射野における半影領域について評価した結果、W2シンチレータ検出器がEBT3の半影領域と最もよく一致し、小照射野のプロファイル測定に適していることが示唆された。

78 多発脳転移に対するDynamic Conformal Arc 定位放射線治療における、多次元検出器を用いた患者QA実施の有効性の検討

石澤 美優¹, 宮坂 友侑也¹, 柴 宏博¹, 市川 真由美², 想田 光¹, 李 聖賢¹, 小野 拓也¹, 佐藤 啓², 岩井 岳夫¹

1) 山形大学 重粒子線医学講座 2) 山形大学 放射線医学講座放射線腫瘍学分野

【背景】当院では多発脳転移に対してDynamic Conformal Arc Therapy(DCAT)を用いた定位放射線治療(SRT)を行っている。線量精度は全標的の中心線量を電離箱線量計で測定し、担保している。これは長時間を要し、早急に治療を開始すべき多発脳転移症例の迅速な治療開始を困難にする場合がある。一方、多次元検出器による測定では複数腫瘍の治療でも1回で全ターゲットの測定が可能で、短時間で患者QAが可能である。しかし、多次元検出器で十分な精度を担保できるかは十分なエビデンスがない。そのためDCATの多次元検出器の有効性を検討する必要があると考えた。

【目的】: 多発脳転移症例に対するDCATによる定位放射線治療における多次元検出器を用いた患者QA実施の有効性を検討する。

方法: 計画36例(腫瘍103個)のピンポイント電離箱

(EUROMEDITECK)の実測値と治療計画装置(Element, BRAINLAB)の計算値との間の誤差について、±3%を超過した割合とその症例の特徴を評価した。次に20例の線量分布を、多次元検出器である

ArcCHECK(AC, SunNuclear)を用いて測定し、γ解析を実施した。γ解析のトレランスは3%/2mm, 閾値10%とした。このγ解析の結果と同一治療計画を電離箱の測定結果の関係性を求め、DCATにγパス率の臨床応用の許容レベルを検討した。

【結果】:線量誤差 ±3%を超えたのは全腫瘍の16.5%であった。その中多くの症例で実測値は計算値を下回り、腫瘍が小さいと誤差が大きくなる傾向があった。ACで算出したγパス率の最小値、最大値、平均値±標準偏差はそれぞれ、89.5%、100%、96.0±3.1%であった。腫瘍直径が10mm以下であるとγパス率が低下する傾向があり、これは電離箱の誤差と強い相関があった。

【考察】:極小照射野では線量測定は過小評価されやすかったが、これは電離箱の体積平均効果の影響と推測された。ACのγパス率と電離箱の誤差には強い相関があり、極小腫瘍の場合にはγパス率が低下する傾向があった。これは検出器間隔が10mmと広いため推測でき、当院でのγパス率の許容値が3%±2mmで90%以上であると考えられた。

【結論】:ACと電離箱の測定結果との相関を確認し、DCAT-SRTにおける多次元検出器による患者QA実施の有効性を明らかにした。

79 TG-100のリスク解析法による左乳房深吸気息止め照射のリスク解析
高橋 哲也¹,佐藤 浩二¹,長岡 勇太¹,遠藤 明日香¹,沖田 芽香¹,田村 均¹,布川 孝之¹

1)山形県立中央病院 放射線部

【背景】これまでAAPM(米国医学物理学会)から出されたガイドラインは、技術的な管理についてのものが多かった。それによって技術面ではかなり標準化が図られた。しかしながら医療安全においては、標準的な手順がなく、各施設によってプロセスも違うことから、エラーが見つけない。TG-100では放射線治療の品質マネジメント手法を提案している。プロセスマップによる可視化、FMEA、FTAの導入、QMの確立を行うことで、効率的で効果的な品質マネジメントができるとしている。

【目的】当院の左乳房深吸気息止め照射において、TG-100のリスク解析法を用いて、エラーを見つけ出し、プロセスの改善を図る。

【方法】1.プロセスマップの作成
初回診療から初回治療までのプロセスマップを作成。

2.FMEA(故障モード影響解析)

プロセスマップを見ながらブレインストーミングを行い、エラーを洗い出す。

3.FTA(故障の木解析)

発生確率(O),重大性(S),検出難易度(D)の3つの観点からRPN(Risk Profile Number)を算出して、洗い出したエラーの順位付けを行う。本来は10段階で評価するが、今回は5段階評価で行った。

4.Quality Managementの導入

高リスク事象に関して原因を考え、対策を考える。

【結果】RPNが高いのが、「ROIの作成ミス」、「CT画像取り込み間違い」「セットアップ登録ミス」、「リファレンスポイント設定ミス」となった。RPNが高い4つに関して対策を考えた。「ROIの作成ミス」— 医師を増やす。ルールを決める。プロセスを明確にする。

【考察】・初めて参加するスタッフのためにわかりやすく5段階評価にしたが、RPNにあまり差がつかなかった。慣れてくれば10段階で評価した方がよいと思う。・RPNが高い事象は一人で行っているもの

が多く、特に医師は一人しかいないため医師がかかわるものは高くなりやすい。そのため、検証する技師が確認できるためのルールを作ることが必要である。・プロセスマップを作成すると業務を可視化できるので、今後の新人研修に活用していきたい。

11月4日(土)11:30~12:10

第3会場

【セッション19】放射線治療 位置照合

座長:大崎市民病院 安藤 弘和

80 超音波イメージガイドシステムを用いた前立腺の

intrafractionalmotionの検討

五十嵐 郁美¹,佐藤 公彦¹,大川 紗知¹,佐藤 龍二¹,川村 司¹,黒田 勇気²

1)日本海総合病院 放射線部 2)日本海総合病院 放射線科

【目的】当院では限局性前立腺癌に対し超音波イメージガイドシステムClarity™(Elekta)を使用し、2022年より強度変調回転照射(VMAT)にて治療を行っている。本研究では、Clarity™を用いたintrafractionalmotionを解析し、現在のPTVマージン(全方向4.0mm)と比較して安全性が確保されているか検証した。

【方法】2022年にClarity™を用いVMATを行った30名(計1189fr)を対象とした。セットアップ後のモニタリング開始から照射終了までの前立腺の移動量と変位を左右・前後・頭尾方向でそれぞれ算出した。また、各フラクションで前立腺の変位の中間値を前立腺の中心座標と定義し、intrafractionalmotionによる系統誤差(Σ)、ランダム誤差(σ)を求め、van Herkの式($2.5\Sigma + 0.7\sigma$)、Stroomの式($2.0\Sigma + 0.7\sigma$)よりPTVマージンを算出した。

【結果】モニタリング中の移動量の平均±標準偏差は左右・前後・頭尾方向で(1.05 ± 0.52 , 1.67 ± 1.44 , 1.08 ± 0.77)mmであった。前立腺中心座標の変位の平均±標準偏差は左右・前後・頭尾方向で(0.01 ± 0.68 , -0.75 ± 1.48 , -0.58 ± 0.83)mmであった。 Σ および σ は左右・前後・頭尾方向で $\Sigma=(0.35, 0.80, 0.53)$ mm, $\sigma=(0.59, 1.26, 0.65)$ mmとなり、PTVマージンはvan Herkの式によると(1.29, 2.87, 1.77)mm, Stroomの式によると(1.12, 2.47, 1.51)mmと算出された。

【考察】前立腺の移動量、変位ともに前後・頭尾・左右方向の順で大きかった。前立腺の位置は直腸や膀胱容量に影響され、特に前後・頭尾方向で大きな影響を受けるためであると考えられる。今回の解析から算出されたPTVマージンは最大で2.87mmであり、現在のPTVマージンは十分な安全性が確保できているといえる。

【結論】Clarity™による前立腺のintrafractionalmotionは、左右方向に比べ前後・頭尾方向で大きい傾向を示した。また、現在のPTVマージンの安全性が確認できた。

81 同時ブースト法を用いた膀胱癌陽子線治療における胃・十二指腸

intrafractionalmotion解析

成田 優輝¹,小川 柊太²,山口 将司²,鳴海 克希²,坂上 久記²,池田 知広²,武政 公大²,松本 拓也²,小山 翔²,加藤 貴弘³

1)南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科 2)南東北がん陽子線治療センター3)福島県立医科大学

【背景】膵臓は周囲に多くのリスク臓器が存在していることから、同時ブースト法を用いた膵臓癌陽子線治療では、とりわけ近接する腸管線量低減が課題とされている。また、照射中に腸管内容物や位置が変化(intrafractional motion: IM)することも知られており、予期せぬ腸管線量増加を招く危険性がある。そこで本研究では、リスク臓器である胃・十二指腸に着目し、それぞれのIMについて評価を行った。

【方法】当院で陽子線治療を施行した膵臓癌患者20例を対象とした。はじめに、初回治療計画用として、単純(CTP)・造影(CTCE)・4DCT(CT4D)の順に撮影したCT画像を取得した。CTP撮影からCT4D撮影までに要した時間は平均13.5分であり、実際の照射に要する時間に相当すると考えることができる。得られたCT画像に対し、胃を2区域(上部・下部)、十二指腸を3区域(上部・下行部・水平部)に分類して輪郭入力を行った。CT撮影は呼吸相の同期撮影で、絶食4時間以上の前処置下で施行した。次に、腫瘍位置での照合で各CT画像をFusion後、それぞれの輪郭の合算を行った。合算輪郭を照射前後で生じた位置変動範囲と想定し、CTPの輪郭位置を基準とした時の各腸管のIMを評価した。解析には自作ソフトウェア(Python)を用い、各腸管の頭尾・腹背・左右方向の位置変動を算出した。治療装置、治療計画装置、CTにはそれぞれ陽子タイプ(日立)、XiO-M(日立)、Aquilion LB(Canon)を使用した。

【結果及び考察】腸管の位置・形状は時間と共にランダムに変化し、その変動(平均)は概ね3mm以下であることが確認できた。また、変動量は各方向で異なり、胃下部・十二指腸水平部の左右方向で大きい傾向にあった。総じて本検討ではIMによる腸管位置変動は小さい傾向を示したが、中には胃ガス等が移動することで10mm以上の大きな変動を示した症例も散見されたため注意が必要である。同時ブースト法を用いた膵臓癌陽子線治療において、照射前後で生じる腸管位置変化を定量化し、治療計画に反映させることは重要であり、本結果は至適マージン設定の一助になるものと考えられる。一方、臓器位置変動をより正確に反映するためには治療期間中の変動も考慮する必要がある、さらなる検討も必要である。

82 照射中の電子ポータル画像装置から発生する散乱線が皮膚表面線量に与える影響

宮岡 裕一¹、佐藤 謙吾¹、長澤 陽介¹、岡 善隆¹

1)福島県立医科大学附属病院 放射線部

【背景】近年、人体透過後の治療用ビームを電子ポータル画像装置(EPID)などの検出器で実測し、体内の線量分布を計算する、生体内線量測定システムが販売されている。患者体内を通過したビームを収集するため、治療中はEPIDを用いるが、検出器からの散乱線による皮膚表面線量の増加が懸念される。本研究ではEPIDから発生する散乱線により、皮膚表面線量がどの程度増加するか検討した。

【方法】治療装置はClinac iXを用い、吸引式固定具で固定されたランドファントムを寝台上に設置した。照射条件は照射野15×15cm、架台角度180°、500MU、6/10MVのエネルギーとし、アイソセンターは水晶体より15cm足側の胸部の体厚中心とした。蛍光ガラス線量計の測定位置は、ビーム射出側の水晶体・生殖腺部分とし、上記の条件でEPID

無し(Non)と有り(アイソセンターからの距離40/50/60/70cm)で線量を測定した。測定値は2回平均とした。

【結果】EPIDの位置がNon/40/50/60/70cmでの6MVの水晶体の測定値は21.03/21.93/21.74/21.70/21.80mGy、生殖腺は2.50/3.08/2.94/2.88/2.75mGyであった。10MVでの水晶体の測定値は20.96/22.50/22.00/21.98/20.45mGy、生殖腺は2.69/3.31/3.21/3.08/2.93mGyであった。

【考察】EPID有り無しとの測定値を差分すると、水晶体は-0.51~1.54mGy、生殖腺は0.24~0.58mGy程度線量が増加した。これはEPIDから発生した散乱線により、照射野外における線量が0.03~0.3mGy(2D撮影程度)増加していると考えられる。しかし、水晶体においてEPID70cmで線量低下を確認した。この詳細な原因は不明であり、現在検討を行っている。本研究は後方1門のみの検討であり、多門及び回転照射といった異なる照射方法においては散乱線が分散される可能性があると考えられる。今後、InVivoモニタリングの導入により照射野外の散乱線が増加する可能性があるため引き続き検討を行っていく。

83 重粒子線治療装置回転ガントリー室における患者位置決めシステムのQA/QC

宮坂 友侑也¹、想田 光¹、李 聖賢¹、勝間田 匡²、佐藤 亜都紗²、山澤 喜文³、柴 宏博¹、石澤 美優¹、小野 拓也¹、鈴木 幸司³、岩井 岳夫¹

1)山形大学大学院医学系研究科 先進的医科学専攻重粒子線医学講座
2)加速器エンジニアリング株式会社 3)山形大学医学部附属病院 放射線部

【目的】2022年5月より山形大学医学部東日本重粒子センター(EJHIC)では回転ガントリー室での治療を開始している。重粒子線治療ではX線治療に比較し、飛程の存在や側方分布の急峻さゆえに高い精度の位置決めが要求される。よって、患者位置決めシステム(PPS)の精度を十分に担保しておく必要がある。臨床開始から1年が経過したEJHICの回転ガントリー照射室におけるPPSのQA/QCの方法とこれまで実施した定期QAの結果を報告する。

【方法】PPSのQAとして、回転ガントリーにマウントされガントリーともに回転する画像取得用フラットパネルディテクター(FPD)およびX線管球の設置位置精度と、位置決めの際に6軸移動が可能なロボティックカウチの移動精度を測定した。FPDおよびX線管球の位置誤差の評価は、治療室床に固定した架台に鉄球が複数設置されたファントムを固定し、これを撮影した際の鉄球の位置とリファレンスの鉄球の位置の差から設置位置精度を評価した。この測定をガントリー角度15°毎の全25角度にて実施した。ロボティックカウチの移動精度は、カウチの上に鉄球が複数設置されたファントムを設置してカウチを規定値移動させた際の鉄球の画像上にあるべき位置に対する実際の撮影画像上の鉄球の位置の差異から評価した。

【結果】2022年5月から2023年7月までに測定された結果のFPDの設置位置誤差の平均値は左右方向で0.16±0.06mm、頭尾方向で0.14±0.07mm、回転方向で0.04±0.01°であった。X線管球の設置位置誤差の平均値は左右方向で0.03±0.03mm、頭尾方向で0.08±0.03

mmであった。ロボティックカウチの平行移動誤差は 0.53 ± 0.18 mm、回転誤差は $0.07 \pm 0.03^\circ$ であった。

【考察】重粒子線治療装置ガントリー室におけるPPSのQAQC結果について報告した。FPDおよびX線管球の位置精度についてはいずれのガントリー角度においても平行移動誤差0.5 mm以内もしくは回転誤差 0.3° 以内を達成していた。ロボティックカウチの誤差はガイドラインの許容値である平行移動誤差1 mm以内、回転移動誤差 1° 以内を達成していた。この結果より、EJHIC回転ガントリー室のPPSの精度は許容値以内で推移しており、臨床運用の継続には問題がないと考えられる。

11月4日(土)10:30~11:10 第4会場
【セッション20】放射線管理
座長・福島県立医科大学 広藤 喜章

84 放射線部門の放射線安全管理に関する現状調査

学生 荒木田 聡志¹, 大澤 鈴¹, 辻口 貴清¹, 鷺坂 有璃¹, 成田 将崇¹, 細川 翔太¹, 高橋 康幸¹

1) 弘前大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻

【目的】令和3年4月1日に改正電離放射線障害防止規程が施行され、水晶体の等価線量限度が引き下げられた。放射線部ではIVR、CT検査、核医学検査などの分野では水晶体の被ばく線量が高くなる傾向にある。本調査は、血管撮影と核医学分野がある病院に対して、電離則改正前後の線量管理状況や放射線防護状況などを調査した。

【方法】全国の血管撮影、核医学検査等の部門を有する医療機関に放射線被ばくに関するアンケートを799施設に郵送し回答を返送いただいた。調査内容は施設の線量管理、放射線防護状況などである。回答を基に、関連性についてクロス集計と χ^2 検定を行った。

【結果】回答は427(53%)の施設から得られた。主な質問として①個人線量計の装着部位、②職業被ばくの低減に対する考え方、の結果について示す。①について、頭頸部と胸腹部の両方に装着している施設が62%で最多であった。頭頸部と胸腹部に加えて他の部位にも装着している施設は17%であった。②について、非常に気を付けているが62%、少し気を付けているが36%、あまり気を付けていないが2%であった。次に、クロス集計にて表頭を?地方区分別、?施設形態、?被ばく低減についての考え方、?職員の線量管理方法、?職員の線量管理方法とし、表側を?放射線漏洩、取り扱い誤り時のマニュアルの有無、?各部門の撮影条件や透視条件などをDRLsに則った変更の有無とした。表頭と表側の各項目の組み合わせについて、帰無仮説を「関連性がない」に設定し、 χ^2 検定で有意水準 $\alpha=0.05$ で各組み合わせによるp値を求めた。組み合わせ?透視条件で $\chi^2(8)=77.466$, $p=0.000$ となった。?一般撮影条件について、 $\chi^2(4)=18.790$, $p=0.001$ 、?透視条件で $\chi^2(4)=45.769$, $p=0.000$ 、?核医学検査条件で $\chi^2(4)=18.169$, $p=0.001$ となった。したがって、以上の質問項目の組み合わせで $p < \alpha$ となり、関連性があることがわかった。

【考察】撮影条件等の変更の有無と地方別の関連性について、他の地域区分や原子力発電所の有無、広島県や長崎県とその他での比較など

を考えたい。また、改正電離則が令和3年に施行されてから1年が経過した状態で行った調査であることから、数年後に同様の調査を行うことで統計的推移を観察したい。

85 当院の放射線安全管理体制の現状～医療法施行規則改正、電離則改正への対応～

佐藤 匠¹, 石倉 牧人¹

1) 八戸市立市民病院 医療技術局放射線科

【目的】医療法施行規則改正、電離則改正における当院の対応、および当院の放射線安全管理体制の現状について報告する。

【方法】医療法施行規則改正の対応として、医療放射線安全管理責任者を委員長とした医療放射線管理委員会を新設し、放射線診療に関する過剰被ばく等の事例検討、放射線研修の実施、線量管理の実施を行うこととなった。医療放射線管理委員会を医療安全委員会の下部組織として設置することで、医療被ばくの管理を当院の医療安全管理体制の一部として組み込んでいく運びとした。電離則改正の対応として、放射線業務従事者の被ばく管理に関する事案を安全衛生委員会(既設)で取り扱ってもらえるよう、当院の衛生推進者、産業医に打診を行い、安全衛生委員会を中心とした放射線業務従事者の被ばく管理体制を構築することとした。上記の2法令の改正に際し、放射線安全管理業務の実働を担う組織として、診療放射線技師を中心とした放射線安全管理チームを設立した。放射線安全管理チームのミーティングを年3~4回程度定期的に開催し、放射線安全管理に関する懸案事項を審議し、法令毎に該当する委員会に報告を挙げるという体制を構築した。

【結果】医療放射線管理委員会では、患者への被ばく説明の取り組みとして、CT検査、血管造影検査、核医学検査において、放射線検査同意書を取得し、電子カルテ上に保存することで放射線被ばくに対する患者の理解の促進と患者説明の実施記録を図ることとした。体制の運用のため、患者説明に関するマニュアルを作成し、院内に周知を図った。放射線研修については、医療放射線管理委員会で研修用動画、確認テストを作成の上、各部署で実施してもらうことで感染対策、研修実施の効率化を図った。安全衛生委員会では、水晶体の等価線量の高い放射線業務従事者への水晶体線量計の導入や、電離放射線健康診断の実施体制の見直し、放射線業務従事者の被ばく状況の定期報告等により、職員全体に放射線被ばくへの意識の向上を図ることができた。法令体系毎に分けて、病院の委員会で審議を行うことのできる体制の構築により、放射線安全管理を病院全体で取り組むべき事案として、病院の経営層にも理解を得られるようになった。

86 当院における線量記録及び線量管理の現状

鈴木 将志¹, 大湯 和彦¹, 山本 裕樹¹, 森田 竹史¹, 葛西 慶彦¹, 柏崎 碧¹, 村上 翔¹, 成田 将崇¹

1) 弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

【目的】令和2年度からの医療法施行規則改正により、診療放射線にかかる安全管理について新たに規定が成された。医療被ばくの線量記録及び線量管理が求められる中で、当院ではRISと線量管理ソフトを用いた管理体制を構築しているが、DRLの比較は困難であるためExcel

マクロシートを用いて評価している。この実務内容及び課題等について報告する。

【方法】対象モダリティは、医療法施行規則で定められている CT、血管撮影、核医学検査である。線量記録については、CT は Storage された画像の DICOM Tag 情報から撮影条件を線量管理ソフトで解析し、RIS で受信し保存している。血管撮影の撮影条件、SPECT 及び PET の薬剤実投与量については検査実施時に RIS へ手入力している。線量管理については、CT、血管撮影は線量管理ソフトで RDSR を解析し、出力した CSV ファイルを Excel マクロシートで DRL との比較を行っている。CT 装置によっては RDSR に撮影部位情報が付随しないものもあるため、線量記録と同様に Storage された画像の Tag 解析を行い、Series Description を RDSR と部位連携を行っている。血管撮影は RIS で実施時に DRL の項目を登録し線量管理ソフトと連携することで DRL との比較が簡便になった。SPECT 及び PET の薬剤については、RIS から CSV を出力し Excel マクロシートで比較している。装置稼働後 3 か月、または半年に 1 回、各モダリティの解析結果について DRL を参考に基準値を設け、撮影部位毎に被ばく線量が基準値から大きく外れているものについては各モダリティで原因を調査してもらい、撮影条件や手技に見直しが必要なものに対応してもらうこととしている。その評価結果について報告書を作成し保存している。

【結果】線量記録は、CT において以前はデフォルト値としていたが、Tag 解析とすることで整合性を高めることができた。ただし連携を行うため、即時性に欠けるといった課題がある。線量管理は、DRL と簡便に比較できることでプロトコルの見直しや、ポジショニングの確認等といった被ばく線量の管理と同時に検査体制の改善へと結びつけることができていると考える。現状としては Excel マクロシートを使用して DRL との比較を行っているため、プロトコルの変更や装置更新の度に改良の必要がある。

87 原子力・放射線緊急時以外に焦点を当てた食品中の放射性物質管理に関するガイダンス「IAEA-TECDOC-2011」の考察

学生 三上 葉月¹、小山内 暢²、田中 智妃路¹、田村 梨葉¹、野呂 朝夢祐²、細川 翔太²、對馬 恵²、細田 正洋²、工藤 幸清²、山口 一郎³

1) 弘前大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 2) 大学院保健学研究科放射線技術科学領域 3) 国立保健医療科学院 生活環境研究部

【目的】2022 年 9 月に国際原子力機関 (IAEA) から食品中の放射性物質管理に関する技術文書として、IAEA-TECDOC-2011「Exposure Due to Radionuclides in Food Other Than During a Nuclear or Radiological Emergency」(以下「TECDOC」という。)が刊行された。実際の適用が課題とされていた IAEA GSR Part 3 要件 51 (現存被ばく状況での日用品による被ばく)の履行のためのアプローチが、IAEA SRS No.114 と併せて述べられている。本研究では、TECDOC を精読・要約するとともに、日本の現行規制に照らし考察した。

【方法】TECDOC で示されている線量基準、対象核種、摂取量推定方法、正当化・最適化の考え方について文献調査を交えながら整理した。

【結果・考察】線量基準として約 1 mSv/年の参考レベルが示されていた。天然核種は、Ra-228, Ra-226, Pb-210, Po-210, 人工核種は Cs-137, Cs-134, Sr-90, C-14 を評価対象としている。各摂取量推定により、食事全体からの線量が約 1 mSv/年に近づくか超えると評価された場合、寄与の大きい食品と核種を特定し低減策を検討する必要がある、ガイダンスレベルを設定している。線量への寄与が大きい天然核種に対しては世界的な分布の 95 パーセントイル濃度、それ以外の寄与の少ない核種については WHO の飲料水水質ガイドラインを踏まえ 0.1 mSv/年に基づく濃度としている。例えば、Po-210 (二枚貝)のガイダンスレベルは 134 Bq/kg、Cs-134, Cs-137 はそれぞれ 10 Bq/kg としている。日本では、福島第一原子力発電所事故への対応として、1 mSv/年に基づき Cs-134, Cs-137, Sr-90, Pu, Ru-106 を規制対象としている。一方で、天然核種からの線量が 0.99 mSv/年 (K-40 を含む)と報告されている。TECDOC では、事故の影響を受けた地域は実情に即した基準設定が適しているとされているものの、日本でのセシウムからの線量は 1 mSv/年の 0.1%~1%程度と推定されており、多くの場合、天然由来と合わせても約 1 mSv/年を大きく超過する状況にはないと考えられる。

11月4日(土)11:20~12:00

第4会場

【セッション 21】システム・その他 2

座長:福井大学医学部附属病院 立石 敏樹

88 新型コロナウイルス感染症 5 類移行に伴う診療放射線技師の業務対応の検討

菊池 拓矢¹、佐々木 忠司、佐々木 恵、岩城 龍平

1) 岩手医科大学付属病院 中央放射線部

【目的】令和 5 年 5 月 8 日から新型コロナウイルス感染症(以下 COVID-19)の感染法上の位置づけが 2 類相当から 5 類感染症に移行された。

移行前後で病院規定の変化と、それに伴う診療放射線技師の業務対応について検討したので報告する。

【方法】5 類移行前後の COVID-19 に対する感染制御部より提示された病院規定と、

診療放射線技師の業務対応について各々比較検討した。

【結果】病院規定の変化

(1) 移行前の COVID-19 患者への検査や治療は別棟の感染症対策センターで行っていたが、移行後は一般病棟に入院が可能になった(人数制限あり) (2) COVID-19 に関する廃棄物は一般廃棄物へ統一化された (3) 移行前のスクリーニング目的の PCR 検査は任意化された(医師の判断) (4) COVID-19 患者対応時の個人用防護具(以下 PPE)が一部緩和された (5) 陽性患者受け持ちの看護師を専従とせず、他の患者対応が可能になった。

診療放射線技師の業務対応変化

① 外来 COVID-19 陽性患者受け入れ感染症対策センターの運用が停止した ② ポータブル撮影時の PPE が一部緩和された ③ 緊急 MRI 検

査前の PCR 検査が任意(医師の判断)へ変更された ④N95 マスクのフ
ィットテスト実施と、種類が異なる N95 マスクが導入された
一方で、COVID-19 患者の対応に関して移行に伴う変化はなく
専従のスタッフがローテーションで行っている(一部例外あり)

【結論】 COVID-19 の 5 類移行に伴い、病院規定と診療放射線技師の
業務対応では緩和の方向に動いていることが分かった。一方でウイル
ス自体の感染力は変わらないため引き続き個人単位でも感染対策を講
じる必要がある。

89 オンラインコミュニケーションツールとデータベースソフトを活用した部門内情報共有の課題

石森 光一¹、鈴木 広志¹、穴澤 明弘

1) JA 福島厚生連 白河厚生総合病院 放射線科

【背景】新型コロナウイルス感染症(以下 COVID-19)感染拡大前
は、毎朝就業前に部門ミーティングが行われ必要な情報伝達が行われ
ていた。COVID-19 感染拡大に伴い 3 密(密閉・密集・密接)を回避
した行動が求められ、部門ミーティングは必要な時だけとなり、この
時に伝達できない情報は月 1 回の話所会でまとめて伝達されていた。
この様な状況下で部門ミーティングに置き換わるオンラインコミュニ
ケーションツールの導入検討が行われ、伝達の確実性と取り扱う情報
の内容、誤送信・漏洩防止の観点から無料版の Slack を導入し運用を
開始した。無料版の Slack は保存期間に制限があり期日を過ぎた投稿
は削除される。過去の投稿を保存・見返す為に以前から活用していた
データベースソフト(4thDimension (4D))に Slack の Application
Programming Interface (API) を組み込み、4D に入力した内容を Slack
の指定チャンネルに投稿できるようにシステムを構築し運用を行って
いる。

【目的】 Slack と 4D を活用した部門内情報共有の問題点等を明確に
して改善に向けた検討を行う

【方法】 当科に在籍する診療放射線技師 26 名にアンケートを行い、
集計・分析を行った。

【結果】現在の部門内情報共有に対して、伝達もれがない・何時でも
見返せることが良いという理由が多く高評価であった。良い点では時
間の使い方に関する回答が多く、悪い点では情報が一方的に送られて
くることにより伝達項目に対して質問できないなどの回答があった。
要望・改善点として既読管理の追加などに関する Slack と 4D への機
能追加要望が挙げられた。部門内情報共有の今後に関して一部改善す
べきであるとの回答があり、改善内容として「既読管理機能」や「重
要な案件に関しては以前のようにミーティングを行った方が良いの
ではないか」が挙げられた。

【考察】個人の時間に余裕が持て満足度は上がったが、コミュニケー
ションの部分での問題点が浮き彫りになった。重要な伝達事項などは
ミーティングで情報共有を行う事が必要と考える。

【まとめ】見えない問題点が浮き彫りになり、システムで改善できる
事・出来ない事が明確となった。全てシステムで運用する事での最大

の課題は、コミュニケーションに関する部分であると考え、これを
踏まえてさらなるシステム構築に取り組んでいきたい。

90 病院移転に伴う放射線部 BCP 策定のための基礎調査

阿部 裕平¹、岩城 龍平¹、武田 雅之¹、佐々木 忠司¹

1) 岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【背景・目的】 当院は令和 1 年 9 月に盛岡市から 9km 離れた矢巾町
に病院移転を行った。移転後の災害時の BCP 策定における現状把握の
ため、当院放射線部の参集時間の調査と問題点の洗い出しを行ったの
で報告する。

【方法】 災害時の参集時間を調べるため、診療放射線技師 59 名を対
象に(1)平時の通勤手段、(2)平時の通勤時間、(3)自宅から勤務先までの徒
歩での通勤時間、(4)自宅から勤務先までの距離、(5)緊急時(災害等)に
点検対応できるモダリティの 5 項目をアンケート形式で調査した。質
問より得られた結果を、年代、モダリティごとにまとめ、問題点の洗い出
しを行った。

【結果】 アンケートは 59 名が回答し回収率は 98%であった。参集率
が 50%に達するまでの時間(以下 50%参集率)は全体で 90 分であった。
年代ごとの 50%参集率は 20 代は 60 分、30 代は 90 分、40 代以上では
120 分と年代が上がるに従い遅くなる傾向であった。このことから夜
間、休日における災害発生時の初期対応は 20 代～30 代が指揮を取る必要
性が示唆された。モダリティにおいては点検できる人数にばらつきが
認められた。救急撮影、CT、透視、一般撮影、手術室では早期に多くの人数
が参集できる結果であったが、血管造影、MRI、核医学、放射線治療では一
定数の参集に時間がかかる結果となった。このようなばらつきを少な
くするためにも、災害時点検マニュアルをもとにしたシミュレーショ
ン実施の必要性が示唆された。

【結論】 当院放射線部における、参集時間の現状把握を行うことがで
きた。また、年代やモダリティごとにおける参集時間にばらつきがあり、
問題点を洗い出すことができた。

91 東北放射線医療技術学術大会における一般演題審査のプログラム 審査委員会の取り組み

金沢 勉¹、坂本 博²、村上 克彦³、石倉 牧人⁴、佐藤 俊光⁵

1) 新潟大学医歯学総合病院 医療技術部 放射線部門 2) 東北大学 東北
メディカル・メガバンク機構 3) 福島医科大学附属病院 放射線部 4)
八戸市立市民病院 医療技術局 放射線科 5) 山形大学医学部附属病院
放射線部

【目的】 東北放射線医療技術学術大会(以下、TCRT)は、日本放射
線技術学会東北支部と日本診療放射線技師会東北地域放射線技師会が
2011 年から共催する東北地方最大の学術大会である。過去の一般演
題審査は、実行委員会内に都度、組織されたプログラム委員が担務し
てきた。しかし、明確な審査基準が無く、担当県の裁量に任せられ運
用されてきた背景があり一定のクオリティを担保しているとはいえず、
現実的には応募演題が全て採択されていた。そこで、TCRT2019 の企
画時より演題審査水準と継続的な大会運営の担保を目的に、プログラ
ム審査委員会を立ち上げ、TCRT 実行委員会の下で委員を固定して一

般演題審査を独立して対応した。今回、本年度分も入れた計4回分の演題審査を振り返り、どのような過程で審査が行なわれ採択されているかを公表することで現在の問題点を考察し、併せてプログラム審査委員会の活動の周知を目的とする。

【方法】プログラム審査委員会の位置付け、委員、業務について内規を元に説明を行う。TCRTでは独自の演題審査管理システムを保有するが、昨年度から本格導入することで、実際の活動が効率的に運用されているか検討した。また過去4回の採択演題について結果を報告する。

【結果】プログラム審査委員会内規は、組織化、委員、任期、業務等の5条から成り立ち、施行からすでに4回改訂が行われていた。

TCRTでは役員会が年2回行われており、常に検討がされている。また、演題審査管理システムのパイロット版は2019年に作成されTCRT2021から利用開始の予定であったが、実際の運用と合わずに一部機能の利用から開始され、本格利用はTCRT2022からであった。過去3回分の審査結果は、審査委員の意見がなく問題なく合格する演題が年々増加している。不合格演題が1演題あったがサポートを行うことで発表に至った。倫理審査については、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」が国から告示され、日本放射線技術学会の倫理規定も併せて変更がされてきておりTCRTでも遵守する必要があると考え徐々に取り入れられている。

【まとめ】プログラム審査委員会は独立した組織であり公平性が担保されている。また委員会を発足したことで、演題の内容についてはレベルアップがされてきている。ただし、倫理規定については、まだまだ浸透がされていない。