

46 食品中の放射性物質の規制による長期的な線量低減効果の検証

学生 三浦 茉友¹, 小山内 暢², 田中 千尋¹,

野呂 朝夢祐³, 工藤 幸清², 對馬 惠², 細川 翔太²

1) 弘前大学 医学部保健学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】平成 23 年の福島第一原子力発電所事故後、食品中の放射性物質への対応として、5 mSv/年を基にした暫定規制値が約 1 年間適用された。平成 24 年度からは 1 mSv/年を基にした現行の基準値(一般食品で 100 Bq/kg)が適用され、これまでに 250 万件を超えるモニタリング検査が実施された。本研究では、モニタリング検査結果を活用し、規制の有無による内部被ばく線量の推定を行い、長期的な線量の低減効果を検証することとした。

【方法】平成 24 年度からの 10 年間のうち、偶数年度に購入・採取された試料を対象とした。食品摂取量を示している国民健康・栄養調査の 98 小分類に検査結果の品目名を対応させ、飲料水の摂取量を 2 L/日として分類に加えた。また、山菜の摂取量を考慮した検討も行った。年度ごとに各分類の検査結果(セシウム 134 と 137 の合計値(Bq/kg))の無作為抽出を繰り返し、20 歳以上の平均食品摂取量(kg/年)と、セシウム 134 と 137 の半減期による残存率で加重平均した線量係数(Sv/Bq)を乗じ、仮想 1000 人分の預託実効線量(mSv/年)を算出した。不検出の場合は検出下限値の 2 分の 1 の濃度とした。全ての結果による推定を規制なし、基準値以内の結果による推定を規制ありの場合と仮定した。

【結果・考察】規制なしの場合、平成 24 年度の最大値は 11.8 mSv/年で 1 mSv/年を大きく上回った。これは嗜好飲料に高濃度の試料が含まれていたためである。一方で規制ありの場合は、各年度の最大値は 0.0959~0.712 mSv/年で、1 mSv/年を下回った。10 年間の変化を見ると、平成 24 年度は特に規制による線量低減効果が大きく、パーセンタイル値が高いほど規制による効果は大きかった。令和 2 年度の規制なしに対する規制ありの預託実効線量の比は、山菜の有無によらず各パーセンタイル値で同等であり、事故による影響が十分に小さくなっていったと考えられた。平成 28 年度と 30 年度は、平成 26 年度よりも最大値や 99 パーセンタイル値が高値を示した。過去の検査結果を踏まえ、検査の効率化のためにセシウムが検出される可能性がある品目に検査対象が見直されてきたことが一因であると考えられた。

【結論】基準値の設定や流通制限といった規制は効果的であり、食品の安全が確保されていることが確認できた。

47 指定箇所検査用放射能汚染モニタのバックグラウンド測定等の基礎検討

学生 中村 美緒¹, 佐藤 拓¹, 鈴木 華衣¹, 田辺 真子¹, 千葉 由梨乃¹,

阿部 喜弘², 菅野 典子², 越智 隆浩², 千田 浩一³

1) 東北大学 医学部保健学 2) 仙台医療センター 放射線科
3) 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

【背景】最近、原子力災害時に迅速に放射能汚染検査を行うことができる「ベータパネルΣ」が千代田テクノル社から登場した。5 枚の検出器パネルから構成されており、

検出部は大面積プラスチックシンチレータ、MPPC、面積は 30×30 cm である。5 枚の検出器パネルは原子力規制庁の「原子力災害時における避難待機時検査および簡易除染マニュアル」によって定められている指定箇所(頭部・顔面・手の甲・手の平・靴底)とそれぞれ対応しており、着座式に対応した検査を行うことができる。また、検査結果は PC に自動記録されるため記録の時間を省くことが可能になる。原子力災害時には数多くの住民の検査が必要となり、検査装置の安定性における検討は必要であり、5 枚の検出器パネルのバックグラウンド測定値や線源のカウント数の安定性について検討を行うことは重要である。

【目的】本研究の目的は指定箇所検査用放射能汚染モニタに対する基礎検討としてバックグラウンド測定値の変動における検討と、線源を用いてパネルのカウント数の変動における検討を行うことである。

【方法】指定箇所検査用放射能汚染モニタの 5 枚の検出器パネルのバックグラウンド測定をビニール保護材を使用せずに 1 日に 10 回ずつ、長期間の測定を行った。また、5 枚の検出器パネルの中心に線源を置き計測を行った。

【結果】バックグラウンド測定値の 5 枚の検出器パネルごとの差は大きくなかった。また、同一部位のパネルの日による計測値の変動も大きくなかった。線源を置いた場合も同様に 5 枚の検出器パネルの計数値の差は大きくなかった。

【考察】今までこのようなベータパネルΣの基礎的検討の報告はない。我々が基礎的検討を行った結果、指定箇所検査用放射能汚染モニタにおけるバックグラウンド及び線源を用いた測定では 5 枚全てのパネルで安定性は良好であることが分かった。したがってベータパネルΣは十分な基礎的性能を有していると言える。

11月20日(日) 9:00~9:50 第3会場

【セッション 11】MRI DTI・他

座長: 福島県立医科大学附属病院 石川 寛延

48 T2*強調画像における定量的評価法を用いた異なる機種間における

T2*強調効果の差異を低減する撮像条件の検討

八木 悠太¹, 大久保 真樹², 齋藤 宏明¹, 金沢 勉¹

1) 新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門
2) 新潟大学大学院保健学研究科

【目的】T2*強調画像(T2*WI)は磁場の局所的な不均一による磁化率の差を強調した撮像法である。我々は T2*強調効果を定量的に評価する手法として、想定した組織の鉄濃度における信号強度を推定し、簡易的な模擬 T2*WI を生成することで T2*強調効果の定量値を算出する方法を考案した(考案法)。本研究では考案法により算出された定量値(S 値)を指標として、異なる機種・撮像条件下における T2*強調効果の差異を低減する echo time(TE)について検討を行った。考案法により推定された TE の妥当性を検証するため、磁化率差を模擬した自作ファントムに対して米国材料試験協会が規定している MR 画像のアーチファクトの評価指標(A 値)を適応し、比較を行った。

【方法】 使用したMR装置はPhilips社 Ingenia 1.5T, GE Healthcare社 Discovery 750w 3T. 超常磁性酸化鉄造影剤を用いて複数の鉄濃度の異なる溶液を作成し, 当院の頭部MRI検査におけるT2*WIの撮像条件(Philips: TE = 13.8 ms, GE: TE = 20 ms)で撮像し, それぞれS値, A値を算出した. 両者のT2*強調効果を低減させる至適TEを検討するため, Philips社でのTEを変化させ, TE = 10 ms から 25 ms まで 1 ms 刻みでのS値を算出した. 得られたPhilips社のS値の中からGE社のS値との差異が最も少なくなるTEを推定した. 推定されたTEの妥当性を検証するため, 磁化率差を模擬した自作ファントムを用いてASTM F2119を適応することでA値を算出し, 考案法によるS値との比較を行った.

【結果】 頭部ルーチン検査で使用している撮像条件では, S値, A値ともにPhilips社(TE = 13.8 ms)よりGE社(TE = 20 ms)で大きな値を示した. この2機種間のS値の差異が最小となるTEを検討した結果, Philips社のMRIにおいてTE = 19 msに設定した際にGE社との差異は最小となった. この結果はA値においても同様であった. 考案法で得られる定量指標を用いることにより, 異なる機種や撮像条件下のT2*強調効果の差異を低減できる可能性が示唆された.

49 非剛体補正法を用いたDentato-Rubro-Thalamic Tractの描出について

北澤 徹也¹, 立石 敏樹¹, 仁村 太郎², 安藤 肇史²

1)宮城病院 放射線科 2)宮城病院 脳神経外科

【背景】 脳深部刺激療法(DBS)や集束超音波治療(FUS)などの定位脳機能外科治療は, 本態性振戦などのふるえの症状に対し非常に有効である. ターゲットとして視床Vim核が用いられることが多いが, MR画像上で直接判別することは難しく, 近年, トラクトグラフィをベースとしたターゲティングが行われている. また, 歯状核-赤核-視床-一次運動野を結ぶ神経線維(DRTT)を描出することで, その中継地点である視床Vim核を同定できるが, トラクトグラフィを使用するので, EPIや渦電流による画像の歪みを無視できない. 歪みの補正方法として, 極性を反転した画像を用いるTOPUP法があるが, 撮像時間が延長するので, 臨床では利用できる機会が少ない.

【目的】 ワークステーションの非剛体補正技術を用いて, 拡散強調画像における歪みを補正し, DRTTの位置を正確に描出する.

【対象】 集束超音波治療(FUS)予定患者 15名

【方法】 使用装置は, SIGNA Artist 1.5T(GE), Aquilion16(CANON), ZioStation2. 頭部CT画像に対して, 拡散テンソル画像とT1強調画像(BLAVO)を非剛体補正した. 補正前後で, DRTTを描出し, 視床Vim核の位置を同定する. 描出されたファイバーからAC-PCラインまでの距離をX, その点からPCまでの距離をYとし, 補正後はそれぞれX', Y'とする. 補正率を $ZX = |X' - X| / X$, $ZY = |Y' - Y| / Y$ とした. また, ファントムを用いて, FAマップの歪み率(distortion ratio : DR)とAP方向の歪み率(DR_(AP))を算出した.

【結果】 Xは平均0.61mm, Yは平均0.55mm補正された. 補正率は, ZX=0.046, ZY=0.091となった. FAマップの歪み率及びAP方向に対する歪み

率は, 補正前でDR=1.02, DR_(AP)=1.29, 補正後でDR=1.01, DR_(AP)=1.14となり, 改善傾向がみられた.

【考察】 補正値はXのほうが大きい, YはXに比べて短いため, 補正率はYのほうが大きくなった. 原因として, 拡散強調画像は位相方向に歪みが生じるので, Y方向(AP方向)の歪みが大きくなり, 補正率が上昇したと考えられる. ファントムのFAマップの歪み率は改善傾向がみられたが, DR_(AP)は補正後も1.14であり, 検討の余地がある.

50 岩手県立病院におけるMR検査の安全管理の標準化に向けた

ガイドライン作成について

藤村 雅彦¹, 高橋 大輔¹, 藤村 繁則², 福浦 嘉浩³, 三木 英明⁴, 片岸 久⁵, 佐藤 文彦⁶, 門前 秀成⁷, 菅原 正紀⁸, 佐々木 幸雄⁹

- 1)岩手県立中部病院 放射線技術科
- 2)岩手県立遠野病院 放射線技術科
- 3)岩手県立高田病院 放射線技術科
- 4)岩手県立中央病院 放射線技術科
- 5)岩手県立二戸病院 放射線技術科
- 6)岩手県立磐井病院 放射線技術科
- 7)岩手県立大船渡病院 放射線技術科
- 8)岩手県医療局 業務支援課診療放射線業務検討委員長
- 9)岩手県医療局 業務支援課診療放射線指導監

【背景】 MR検査は, 高磁場という特殊な環境から安全性について専門的な知識と技術が必要となる. 岩手県立病院全20施設のうちMR装置を保有している施設は13あるが, 安全管理は施設毎の運用となっている. 転動時には施設間の違いに困惑・混乱する事があり, スタッフ間のトラブル・事故に繋がる事も十分に考えられる. また患者とのトラブルは満足度や信頼度の低下を招き, 医療訴訟へ発展する可能性もある. MR検査のニーズは日々増加しており, 夜間・休日であってもデバイス・インプラント埋め込み患者の対応を必要とされ, 検査の可否及び安全性に関する判断を不慣れたスタッフがしなければならない場面も考えられる.

【目的】 MR検査における安全管理の標準化を目的に, 全ての職種で共有できMR検査の可否の判断の基準となる岩手県立病院共通の安全性に関するガイドラインの作成を行い, 全施設に配布したので報告する.

【方法】 ①5名の診療放射線技師よりMR専門部会を設立. この部会員を中心に計画と実行した. ②各県立病院のMR安全管理に関する状況調査と, 安全に関するマニュアル等を集約した. ③各学会等HP, デバイス・インプラントの添付文書等を参照しガイドラインの作成を行った. ④放射線科医師とガイドラインの内容と運用について協議を行った. ⑤業務検討委員会及び県立病院等医療安全推進委員会, その他関係部署と連携し全県立病院への配布をした.

【ガイドライン記載項目】 1. 体内インプラント(デバイス)のチェック, 2. 条件付きMRI対応デバイスの運用, 3. 体外金属, 4. 造影検査, 5. 小児・妊婦・胎児, 6. MR検査のリスクマネジメント, 7. 機器管理, 8. 緊急時の対応, 9. その他.

【結果】 MR検査における安全管理の標準化を目的にガイドラインを作成した. 編集作業に多くの時間がかかり完成が予定より約1か月遅延し, 医療安全推進委員会へ

ガイドラインの審議依頼が遅延した。令和3年9月に「MR検査における安全性ガイドライン」として発行し、岩手県立病院の全20施設に配布を行った。

【結語】安全なMR検査に向けて、更なる増加が考えられる体内インプラント・デバイスの情報収集と更新システムの構築も含め、今後もガイドラインの運用に取り組んでいきたいと考える。

51 MRガイド下集束超音波治療における頭蓋骨密度比の違いによる

T2強調画像術後評価について

立石 敏樹¹, 北澤 徹也¹, 仁村 太郎², 安藤 肇史²

1)宮城病院 放射線科 2)宮城病院 脳神経外科

【背景】経頭蓋MRガイド下集束超音波治療(MRgFUS)は、超音波の振動エネルギーを熱に変換し治療する。骨(頭蓋骨,石灰化領域)の吸収率は脳内部軟組織の約50倍といわれ臨床における治療温度は、経頭蓋の頭蓋骨骨密度に大きく影響を受けるとされている。熱凝固を組織に確実に生じさせるためには、ピーク温度55℃程度が望ましいとされ、少なくとも50℃以上は必要とされている。頭蓋骨密度比(SDR)は、頭蓋骨の内部構造を反映し、非可逆的な熱凝固を組織に生じさせるのに必要なエネルギーとSDRには、正の相関関係があるといわれている。頭蓋骨密度比(SDR:Skull Density Ratio)とは、頭蓋骨の骨密度の相対値を示す指標で、CT値測定による密度最低値と最高値の比で示す。

【目的】本研究は、FUS治療での治療温度とT2WIにおける信号変化の関係を検証し、治療に対するSDRの影響を推測する。

【方法】使用装置は、SIGNA Artist 1.5TMRI装置(GE社)、ExAblete4000(Insightec社)、Aquilion16(Canon社)を使用した。対象は、経頭蓋MRガイド下集束超音波治療を行った113例に対し後ろ向きに研究を行った。FUS術後翌日のT2WI横断像2mmの画像を解析し、同心円の中央低信号領域のZone1、その外側の高信号領域のZone2、その外側の淡い高信号領域のZone3とし、治療温度とSDRの関係の検討を行った。

【結果】経頭蓋MRガイド下集束超音波治療を行った対象の年齢は、平均63.9才(27-88)で、平均SDRは、0.47(0.29-0.71)、治療温度は、54.7.2℃(46-60)であった。そのうち、Zone1を形成できなかったのは、11例で平均SDRが0.34(0.29-0.44)であった。

【結論・考察】治療を行うにあたり、SDRと治療温度の関係における不可逆的な熱凝固範囲であるZone1を形成できるか知ること、治療効果が得られるか重要である。Zone1を形成できなければ、治療効果を得ることは難しいため、他の治療法の選択肢となる。Zone1を得るためにSDRの影響は大きいと考えられるが、SDRが低くても治療効果が得られる場合もあり、SDR値の判断だけではなく、年齢や他の因子の影響も考慮しなければならないと考えられる。

52 3.0T MRIの装置間におけるDTIの定量性評価

大沼 遼平¹, 保吉 和貴¹, 芳賀 和幸¹, 新沼 大空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】拡散テンソル画像(Diffusion Tensor Imaging:DTI)は水分子の異方性拡散を画像化し、得られるFA値(Fractional Anisotropy)等の拡散指標は、神経線維の障害を示す脳神経病変の診断に有用とされている。一方で、これらの拡散指標は装置や撮像条件に依存することが知られており、異なる装置間で比較する際には、拡散指標の違いを明確にし、特性を捉えたいうえで撮像条件を決定することが求められている。しかし、過去に拡散指標の測定で用いられたファントムは、再現性、ロバスト性に問題があり、正確な装置間の違いを評価するのが困難であった。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、3台の臨床用3.0T MRIにおいて装置間の拡散指標の差異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, Philips社製 Ingenia Elition 3.0T, GE社製 Discovery MR750w 3.0Tの3台を使用した。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量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。撮像条件はメーカー推奨の臨床用プロトコルを基本とし、FOV 192mm, Voxel Size 3.0×3.0×3.0 mm³, TR 10000ms, TE 80ms, MPG印加軸 32軸, b-value 0,1000 s/mm², parallel imaging factor 2,とし、装置間で可能な限り同一とした。

得られたDTIからFA Map及びMD Mapを作成し、ファントム中心にROIを設定し、FA値とMD値(Mean Diffusivity)を比較した。

【結果】FA値は各装置間で有意に差が認められた。GE社製の装置は2台のPhilips社製の装置と比較して、FA値が低くなった。MD値は装置間で差は認められなかった。

11月20日(日) 10:10~11:00 第3会場

【セッション12】CT線量・感染対策

座長:魚沼基幹病院 松本 一則

53 DICOMタグに格納されるCTDI_{vol}の算出方法の違いがSize-Specific

Dose Estimates(SSDE)に与える影響

田頭 豊

東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】Size-Specific Dose EstimatesはSSDE = fsize × CTDI_{vol} [mGy]の式で求められ、fsizeは体格に応じて被写体を等価円柱に換算するための係数である。検査終了時に表示されるCTDI_{vol}は体軸全長の平均値であり、AECを使用した場合はスライスごとにCTDI_{vol}の値は異なる。DICOMタグ(0018,9345)に格納されている値が、スライス毎の変調値かmean CTDI_{vol}であるかはメーカーにより異なる。この違いがSSDEあるいは臓器線量推定に与える影響を明らかにする必要がある。

【方法】CT装置2機種(SOMATOM Definition Flash:シーメンスHC, Aquillion ONE:キヤノンメディカル)にて人体ファントム(京都科学)を胸～骨盤部の範囲で撮像した。10mm厚に再構成された画像から、自作プログラム(Python)によりAAPM 220の方法で水等価直径Dwを算出した。DICOMタグ(0018,9345)の値にDwから決定されるfsizeを乗じ、スライス毎のSSDEを計算した。キヤノン社の装置は(0018,9345)の値がmean CTDI_{vol}であったため、DICOMタグの情報からeffective mAsとnormalized CTDI_{vol}を導き、スライス毎にSSDEを改めて計算した。比較値として、WAZA-ARI(放医研)にそれぞれの撮影条件を入力し、肺、肝臓、腎臓の臓器線量を推定した。

【結果】DICOMタグ(0018,9345)に変調されたCTDI_{vol}が記録されるシーメンス機種では、肺、肝臓、腎臓を含むスライスのSSDEの平均値は12.0, 16.2, 16.5 [mGy]であり、WAZA-ARIによる臓器線量はそれぞれ10.3, 14.6, 17.5 [mGy]であった。キヤノン機種では、SSDEの平均値は肺14.0, 肝臓11.3, 腎臓11.0 [mGy]であり、WAZA-ARIによる臓器線量はそれぞれ肺9.7, 肝臓13.5, 腎臓14.6 [mGy]となり、過大評価・過小評価が同時に生じた。Normalized CTDI_{vol}から再計算したSSDEの平均値は肺9.6, 肝臓13.4, 13.3 [mGy]であり、WAZA-ARIが推定した臓器線量に近づいた。

54 当院CT室における感染対策の試み

高橋 純¹, 本田 崇文¹, 大内 玲奈¹, 森 透¹

1)大崎市民病院 放射線部本院放射線室

【背景・目的】先行研究である宮城県放射線技師会 第26回総合学術大会にて森らが発表した「救急撮影室における感染対策の試み」からインジェクター装置ハンドル部分の汚染度は高値を示すことが分かった。このことから、感染管理を目的としてCT室内のインジェクター装置ハンドル部分における汚染部位の数値化を行い検討した。

【使用装置】インジェクター用ビニールカバー(根本杏林堂株式会社), ルミスター PD-30(キッコーマンパイオケミファ株式会社), サラサイド除菌クロス(サラヤ)

【方法】CT室内のインジェクター装置ハンドル部分を対象として、ATP拭き取り検査を行った。ルミスター(PD-30)で始業前に測定し、その後サラサイド除菌クロスで清掃後に再測定した。終業時にも測定し、再びサラサイド除菌クロスで清掃後測定を行った。ハンドル部分の汚染度測定をカバーの有無それぞれで行い比較検討した。

【結果】インジェクターカバー未装着時と装着時で清掃後を基準値とした終業時の汚染度を比較したところ、カバー未装着ではATP値457RLUから3196RLUに増加したのに対し、カバー装着時は447RLUから539RLUに増加しカバー装着時の方が汚染度は低くなった。

【考察】インジェクター装置ハンドル部分にカバーをすることにより汚れを低く抑えられと考えられる。また、基準値からの汚染度増加率よりカバーの素材はハンドルの素材よりも汚れが付きにくいいため、感染管理に有効だと考えられる。

55 岩手県における冠動脈CTの被ばく線量の調査

平 苑佳¹, 太田 佳孝², 厚谷 祥一³, 佐々木 忠司⁴, 折居 誠⁵

1)盛岡赤十字病院 医療技術部放射線画像診断技術課

2)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

3)盛岡赤十字病院 医療技術部放射線画像診断技術課

4)岩手医科大学附属病院 中央放射線部 5)岩手医科大学 放射線医学講座

【背景】冠動脈CT検査(CCTA)は、心臓カテーテル検査と比べて低侵襲かつ短時間に実施可能である。心臓カテーテル検査は減少している中で、CCTAは増加傾向である。一方で前処置の有無や撮影条件、撮影時心拍などが画質や被ばく線量に大きく関与する。そこで我々は、CCTAにおける施設間の画質均一化、検査プロトコルを共有化するため、2020年10月岩手県内の7施設でiCAN(iwate CT coronary Angiography Network)を設立した。

【目的】iCAN参加施設において冠動脈CTの被ばく線量を調査し、国内外のデータと比較する。

【方法】2020年10月から2022年5月31日までにiCAN参加7施設で実施された冠動脈CT検査を対象とした。標準体格(50-70kg)535例の患者情報と撮影機種および条件、CTA撮影時のvolume Computed Tomography Dose Index(CTDI_{vol})とtotal Dose Length Product(tDLP)を収集し、中央値を算出した。比較対象はJapan DRLs 2020およびEuropean Study on Clinical DRLs (EUCLID project)とした。

【結果】iCAN参加施設全体の中央値(参加施設中央値の範囲)は、CTDI_{vol} 9.6mGy(1.6-114.5mGy), tDLP 229mGy・cm(35-2018mGy・cm)であった。Japan DRLs 2020(CTDI_{vol}:66mGy, tDLP:1300mGy・cm), およびEUCLID project(CTDI_{vol}:25mGy, tDLP:459mGy・cm)と比較しiCANにおける被ばく線量は低値であった。

【考察】iCANにおける被ばく線量は、Japan DRLs およびEUCLID projectと比べて低線量であった。一方施設間においては最大2桁の線量格差を認め、ノンヘリカル撮影の施設やprospective撮影を多用している施設で低線量であった。撮影時の患者状態やデータ収集方法、CT装置によっても被ばく線量は大きく変動すると考える。今後は診断に必要な画質を担保しつつ、各施設の背景に沿った被ばく線量低減に向けての取り組みを継続する必要がある。

56 空間分解能に基づいたCT画像シミュレーションによるCT撮影時の

線量決定方法の考案

酒井 健一¹, 大久保 真樹², 成田 啓廣², 高橋 直也², 能登 義幸¹

1)新潟大学医学総合病院 診療支援部放射線部門 2)新潟大学保健学研究科

【目的】現在、日本国内ではcomputed tomography(CT)検査が多く利用されている。CTでは、高い線量で撮影した方がより良い画質が得られるが、患者の被ばくが問題となるため、画質と被ばくを考慮した適切な線量による検査の実施が重要である。そこで本研究では、CTにおける適切な線量を決定するための方法を考案する。

考案法は、コンピューター上で作成した模擬病変を CT 画像に埋め込んだ模擬病変画像を用いて観察者実験を行うことで、読影に十分な線量を検討する。本研究では、球体ファントムを撮影した CT 画像を用いて考案法の妥当性を検討する。さらに、様々な模擬病変を用いることで、線量決定のための詳細な検討を行った。

【方法】 CT 装置 Aquilion ONE (CANON 社製) の点広がり関数およびスライス感度プロファイルを測定した。これらに基づいて球形の模擬病変を作成した。次に、Catphan 504 (The Phantom Laboratory) を管電圧 120 kV、管電流 60, 120, 240, 350 mA、回転時間 0.5 s、pitch 0.813 で撮影し、スライス厚 1 mm で再構成した。模擬病変を CT 画像の様々な領域に埋め込むことで、模擬病変画像を作成した。模擬病変画像の妥当性を検討するため、Catphan に含まれる球体と模擬病変画像の比較を行った。さらに、模擬病変の直径やコントラストを系統的に変化させ、それらの模擬病変画像を放射線技師に読影させ、模擬病変において、撮影線量と検出性能の関係性を検討した。

【結果】 Catphan に含まれる球体の CT 画像と模擬病変画像を比較した結果、良好に一致したことから考案法の妥当性が示された。模擬病変画像の読影では、線量の増加に伴い、低いコントラストおよび小さい直径の病変の検出能が上がることを定量的に示す結果となった。以上より、考案法は CT における適切な線量を決定するために有用であることが示唆された。

57 異なる線量計における CTDI_{vol} の関連性の検討

佐野 達哉¹, 佐々木 雄樹¹, 宮崎 伊織², 小田 雄一²

1) 新潟県立がんセンター新潟病院 中央放射線部

2) 新潟県立中央病院 放射線科

【目的】 JIS 規格における computed tomography (CT) 装置の不変性試験には線量の項目が規定されており、電離箱線量計による測定が一般的である。しかし、近年では CT 線量測定に特化した半導体を用いた検出器も流通しており、施設によって使う線量計は異なるのが現状である。特性の異なる線量計の測定値を評価し、その特徴を把握することは品質管理において重要と考える。本研究の目的は、半導体検出器と電離箱線量計を用いて測定した CTDI_{vol} の関連性を明らかにすることである。

【方法】 測定対象の CT 装置は GE 社製 Optima CT 660, Revolution Frontier, Revolution CT, SIEMENS 社製 SOMATOM Definition AS, SOMATOM Definition Edge とした。線量計は半導体検出器 Piranha (アクロバイオ) と電離箱線量計 AccuGold (Radcal) を使用し、直径 32 cm ファントムで測定を行った。撮影条件は管電圧が 100 kV, 120 kV, 140 kV、管電流時間積は 100 mAs から 400 mAs まで 50 mAs 間隔で変化させ、X線照射範囲はファントム中心より±11 cm とした。半導体検出器はファントム中心で 3 回測定し、電離箱線量計はファントム中心と辺縁の計 5 か所で 3 回ずつ測定を行い、それぞれ平均 CTDI_{vol} を算出した。各線量計の平均 CTDI_{vol} に対する有意差検定には Wilcoxon 符号付順位和検定を行い、平均絶対誤差と Spearman の順位相関係数を算出した。

【結果】 すべての撮影条件において、電離箱線量計を用いた場合の平均 CTDI_{vol} は、半導体検出器の測定値よりも有意に高くなった。線量計間における測定値の平均絶対誤差は 1.18 mGy、相関係数は 0.99 であった。

【結論】 半導体検出器と電離箱線量計を用いて測定した CTDI_{vol} は高い一貫性を示した。半導体検出器による線量の不変性評価が可能であることが示唆された。

11月20日(日) 11:20~12:00 第3会場

【セッション13】MRI 深層学習

座長: 東北大学病院 根本 整

58 Deep Learning 再構成を用いた呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC の検討

菊地 啓¹, 菅原 毅¹, 折居 誠², 村中 健太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、心機能解析のゴールドスタンダードである。従来法では呼吸停止により画像を取得するが、頻回の息止めにより患者への負担は大きい。呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC では、息止めの必要がなく撮像時間を大幅に短縮できるが画質劣化があることを先行研究にて報告した。この撮像法に Deep Learning (DL) 再構成を使用する事で、画質が改善する可能性があると考えられる。本研究は、呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC に DL 再構成を使用した心機能解析と画質評価について検討した。

【方法】 MRI 装置は Signa Artist 1.5T (GE 社製) を使用し、心臓 Cine MRI 検査を行った 24 症例 (男性 15 名、平均年齢 50.0±16.1 歳、心拍数 65.4±16.7、呼吸数 14.6±5.5 回/min) について、息止め Cine (従来法) と呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC + DL 再構成による撮像を行った。心機能解析として、それぞれの撮像で得られた左心室短軸像について、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) を計測し比較した。画質評価として、それぞれの撮像を診療放射線技師 2 名により左心室乳頭筋レベル短軸像にて、心内腔と心筋のコントラストを 5 段階で視覚評価を行った。

【結果】 心機能解析は、従来法と呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC + DL 再構成で、

① EDV (100.6±39.3 ml vs. 98.3±35.9 ml)

② ESV (58.6±42.0 ml vs. 58.1±40.8 ml)

③ SV (42.0±15.5 ml vs. 40.2±16.8 ml)

④ EF (45.9±18.3 % vs. 45.3±20.0 %) となり、いずれも有意差は見られなかった (P ≥ 0.05)。視覚評価は、従来法は 4.6 点、呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC + DL 再構成は 4.0 点で有意差が見られた (P < 0.01)。

【考察】 呼吸同期併用心臓 Cine kat-ARC + DL 再構成は、心機能解析において従来法と有意差がないため使用可能と考えられる。また、画質は従来法には劣るが担保されている。高齢者や小児患者で、長時間検査が困難もしくは息止め不良な場合においても、心臓 Cine MRI 検査が可能となることが示唆された。

59 深層学習再構成法を用いた MR 画像における SNR 評価法の基礎的検討

吉田 博一¹, 池田 昌子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】2020年度, MRI装置の更新により Advanced intelligent Clear-IQ Engine(以下 AiCE)が使用可能となった。AiCEは画像コントラストを損わずにノイズを効果的に低減することが出来るといわれているが, ノイズ評価の手法は確立されていないため画像の物理評価に苦慮する。本研究では MR 画像の SNR 評価法として挙げられる4手法を用いて AiCE 併用画像のノイズ評価を行い, 至適評価法を定めることを目的とした。

【方法】使用装置は Canon 社製 Vantage Centurian, ファントムは 09-101 Pro-MRI を使用した。評価対象はファントムの均一性試験部分とし, 加算回数を 1・2・3・6・9 の5段階に変化させ画像を取得した。加算回数以外のパラメータは不変としている。取得した画像に後処理で AiCE 再構成を行った。AiCE は可変パラメータとして Level と Adjust があり, 今回は Level を 1~5 の5段階, Adjust を 1 に固定。non-filter 画像と合わせて 6 種類の画像で検討した。各再構成画像について 1回測定法・差分法・差分マップ法・ピクセルシフト法の4手法で SNR 測定を行い, 結果の比較を行った。

【結果】1回測定法・差分マップ法・ピクセルシフト法では加算回数・Level に応じて SNR が向上する結果が得られ, SNR の変化は差分マップ法>ピクセルシフト法>1回測定法の順に大きくなっていった。差分法においては加算回数9の Level4・5において加算回数 2~6 の SNR を下回るといった結果が得られた。

【考察】加算回数の増加と比較し, AiCE 再構成ではファントム上と背景のノイズ減少が同一とは言えず, 1回測定法では SNR が正しく評価されていない可能性がある。また, 元々ノイズの少ない画像に差分法を用いた場合, ファントム全域に関心領域を設定すると2画像間の信号の揺らぎが標準偏差の値として検出され, SNR が過小評価される可能性がある。差分マップ法ではピクセル間演算により SNR マップを取得するためその影響が小さかったものと考えられた。今回の結果から臨床画像には背景ノイズを使用しないピクセルシフト法, ファントム画像には差分マップ法・ピクセルシフト法が SNR 測定に適していることが示唆された。

60 口腔領域を対象とした Deep Learning Recon 併用 2D Single shot fast spin echo T2 強調画像の基礎的検討

大湯 和彦¹, 台丸谷 卓真¹, 船戸 陽平¹, 横山 昂生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】口腔領域における画像診断においてコントラストに優れる MRI は有用な手法であるが, モーションアーチファクトに苦慮する。体動にロバストな手法として single shot fast spin echo(以下 SSFSE)があるが SNR が低いことやブラーリングが問題となる。昨今 Deep Learning を用いた画像再構成技術(以下 DLR)が開発され, SNR と尖鋭度の向上をもたらしており, この技術を用いることで SSFSE

の問題点を解決できると考えられた。今回 DLR を併用した SSFSE T2 強調画像の検討を行った。

【方法】使用機器は GE 社製 Artist 1.5T, コイルは 19ch head neck coil, ファントムは 130 型 qMRI を用いた。シーケンスは SSFSE と比較のため FSE, PROPELLER を用いコントラスト・SNR と分解能について評価した。SSFSE のみ条件を変化させファントムの T2 section と pin section の T2 強調画像を撮像した。変更パラメータは DLR 強度(3 種類), バンド幅(2 種類), blurring cancellation(以下 bc)有無とした。舌を筋肉と仮定し同程度の T2 値を有する試料と水に ROI を設定しコントラスト・SNR を測定した。分解能はプロファイルカーブ(位相方向)を計測し比較を行った。

【結果】DLR の強度によるコントラストの変化は見られなかった。SNR は強度を上げるほど上昇した。分解能は水のカーブは DLR の強度によらず同程度の向上となり, 形状変化も見られなかった。筋肉では FSE と比較すると SSFSE は境界部分が不明瞭となったが, バンド幅±100kHz/FOV で bc を併用した場合が一番改善されていた。

【考察】DLR の強度を変更しても, 信号値は変化せずノイズが低減したためコントラストの変化はなく SNR が上昇したと考えられた。DLR 強度を High に設定し bc を併用することで, ブラーリングを低減させつつ FSE と同程度の SNR となりモーションアーチファクトの影響が少ない T2 強調画像の取得が可能であると考えられた。

【結語】DLR を併用した SSFSE T2 強調画像は口腔領域の診断に有用であることが示唆された。

61 T2 強調画像における深層学習再構成パラメータが画像に及ぼす影響

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】近年, 深層学習を用いた画像再構成が使用され始め, 画像のノイズ低減効果により, 撮像時間の短縮や画質の向上が可能となっている。当院では Advanced intelligent Clear-IQ Engine(AiCE)を使用している。AiCE にはノイズ除去量を変化させる 1~5 までの 5 段階の Level とノイズ認識の範囲を決定する 0.7~3.0 の間で任意に調整できる Adjust の2種類のパラメータがある。それらが T2 強調画像に与える影響を評価することを目的とした。

【方法】使用装置は Canon 社製 Vantage Centurian, 使用ファントムは 09-101 pro-MRI を用いた。ファントムの T2 強調画像を加算回数 1・2・3・6・9 で撮像し, AiCE を用い再構成した画像(none)と AiCE を用いて, パラメータを Level1~5 のそれぞれに対し, Adjust を 1.0~3.0 に変化させた画像を再構成した。得られた画像に対し, 均一性評価スライスにおいて信号雑音比(SNR), 低コントラスト評価スライスにおいてコントラスト比(CR), 均一性評価スライスと構造物を含むスライスにおいて加算回数 9 none に対する正規化平均二乗誤差(NMSE)を求めた。

【結果】SNR はどの加算回数の画像においても Level・Adjust をあげるにつれて上昇する傾向がみられた。CR は Adjust を上げるにつれて低下し, 加算回数が少な

いものほど顕著な低下がみられた。NMSE では均一性評価スライスにおいて Level を上げると向上し、Adjust による影響は少なかった。構造物を含むスライスにおいては Adjust を上げると低下がみられ、また加算回数 3 と 6 では差異は少なかった。

11月20日(日) 13:30~14:20 第3会場

【セッション14】CT 臨床技術2

座長:新潟市民病院 神田 英司

62 人工股関節置換術後の下肢血管 CT 撮影の至適管電圧および MAR 使用の検討

小山 真実¹, 倉元 達矢¹, 能登 義幸¹

1)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】人工股関節置換術や骨折術後の患者の下肢血管 CT 撮影では、体内金属からメタルアーチファクトが発生し血管の評価が困難になる。メタルアーチファクトの低減方法として、高電圧や Sn フィルタを用いた高エネルギー撮影、Dual Energy 撮影による仮想単色 X 線画像の利用、画像再構成時の Metal Artifact

Reduction (MAR)の使用がある。一方、高エネルギー撮影では血管の CT 値の低下を招く。今回、人工股関節置換術後の下肢血管 CT 撮影の至適管電圧、MAR の使用について検討を行った。

【方法】120kV で 400 HU の希釈造影剤を満たしたシリコンチューブを模擬血管とし、水ファントム内に人工股関節と模擬血管を配置したファントムを作成した。管電圧 70~150kV、Sn フィルタを用いた 150kV(150kV Sn)でファントムを撮影し、MAR なしと MAR ありの画像再構成を行った。白蓋部とステム部のアーチファクトを評価するために relative artifact index(AIr)と模擬血管の CT 値を測定し、視覚評価も行った。

【結果】AIr は MAR なしで高電圧ほど低下した。MAR の使用で AIr はさらに低減したが、150kV Sn のステム部のみ悪化した。模擬血管の CT 値は MAR なしで高電圧ほど低下した。MAR の使用で白蓋部とステム部の 150kV Sn ではさらに CT 値が低下し、ステム部の 70~150kV では上昇した。視覚評価では、70kV で強いメタルアーチファクトや模擬血管のブルーミングアーチファクトがみられた。また、MAR あり画像でメタルアーチファクトの低減はみられたが、新たなアーチファクトが発生している画像もみられた。MAR を使用することでメタルアーチファクトが低減され血管の CT 値が改善される場合もあるが、補正の影響で金属部以外の CT 値の低下や新たなアーチファクトが発生した。また、Sn フィルタを使用することで低エネルギー成分が除去され、血管の有意な CT 値の低下を招いた。

【結語】血管の CT 値が担保可能な場合 Sn フィルタを使用しない高電圧撮影が望ましいとわかった。MAR はメタルアーチファクトの低減には有効であるが、血管の CT 値の低下や新たなアーチファクトが発生する可能性があり、MAR なしと MAR ありの両方の画像を提供することが適当だと考える。

63 脊椎後方固定術における術中 CT ナビゲーションシステム使用による

被ばく量低減と透視時間短縮の有用性について

竹洞 潤希¹, 田村 崇明¹, 石倉 牧人¹, 荒屋 佳枝¹

1)八戸市立市民病院 医療技術局放射線科

【背景】当院では、2020 年 12 月に BrainLab 社製術中ナビゲーションシステム『KICK』が導入され、術中 CT を利用した脊椎手術用ナビゲーション(以下ナビ)が可能となった。これにより、透視時間短縮、被ばく量低減が期待された。

【目的】脊椎後方固定術に対し、ナビゲーション使用の有無が線量と透視時間にどのように影響するか後ろ向きに検討することを目的とする。

【方法】対象は、2019 年 12 月から 2022 年 6 月の間に透視のみで脊椎後方固定術を行った頸椎 11 例と胸椎・腰椎 31 例を A 群(ナビなし)、ナビを使用し脊椎後方固定術を行った頸椎 14 例と胸椎・腰椎 31 例を B 群(ナビあり)とし、それぞれ 2 群間で入射線量(mGy)、面積線量(Gy・cm²)、透視時間(min)を比較した。統計解析は Mann-Whitney の U 検定を用い、p<0.05 を有意差ありとした。

【結果】入射線量(mGy)は、

頸椎の A 群が 328.0mGy、B 群が 150.6mGy(p=0.000122)、

胸椎・腰椎の A 群が 705.8mGy、B 群が 222.6mGy(p=1.48E-11)、

1 椎体当たりの入射線量(mGy)は、

頸椎の A 群が 175.4mGy、B 群が 40.9mGy(p=0.00141)、

胸椎・腰椎の A 群が 266.5mGy、B 群 64.9mGy(p=2.15E-10)と全て B 群が低い結果となった。

面積線量(Gy・cm²)は、

頸椎の A 群が 22.1Gy・cm²、B 群が 19.4Gy・cm²(p=0.202)、

胸椎・腰椎の A 群が 54.8 Gy・cm²、B 群が 24.9 Gy・cm²(p=0.0000444)、

1 椎体当たりの面積線量(Gy・cm²)では、

頸椎の A 群が 7.4 Gy・cm²、B 群が 5.4 Gy・cm²(p=0.311)、

胸椎・腰椎の A 群が 18.3 Gy・cm²、B 群が 8.8 Gy・cm²(p=0.000165)と頸椎に有意差は無く、胸椎・腰椎は B 群が低い結果となった。

透視時間(min)は、頸椎の A 群が 14.1min、B 群が 5.4min(p=0.0000202)、

胸椎・腰椎の A 群が 14.4min、B 群が 8.0min(p=0.0000175)と頸椎、胸椎・腰椎とも B 群が低い結果となった。以上の結果から脊椎後方固定術に対するナビゲーションの使用は被ばく量低減、透視時間短縮に有用であると考えられる。

64 整形外科脊椎の手術における、術中 CT ナビゲーションシステムの導入と

使用経験の報告

田村 崇明¹, 竹洞 潤貴¹, 石倉 牧人¹, 荒屋 佳枝¹

1)八戸市立市民病院 医療技術局放射線科

【背景】脊椎ナビゲーションシステムとは、手術に使用する器具と脊椎の位置関係を、3DもしくはMPR上にモニター表示するシステムである。これにより、術中透視による被ばくを低減し、使用器具と脊椎の正確な位置関係をリアルタイムに把握することが

出来る。従来のナビゲーションシステムは、術前に撮影した CT や MRI 画像を用い、術中に脊椎と画像の位置合わせをし、手術を行っていた。この従来法には、術前検査時の体位と、術中の体位が異なるため、ナビゲーション画像と脊椎の位置に差異が生じ易かった。それに対し術中CTを用いる事で、術中の脊椎のアライメントと同じCT画像でナビゲーションが可能となった。

【目的】 当院では、2019年12月に術中3DCTを撮影可能なSiemens社製移動型透視装置『CiosSpin』、翌年2020年12月にBrainLab社製ナビゲーションシステム『KICK』が導入された。その事によって、術中CT画像による脊椎のナビゲーションが行えるようになり、脊椎後方固定術の手法や技師の立ち回り、透視時間が大きく変化したため報告する。また、ナビゲーション導入によるメリット、デメリットを報告する。

【方法】 2019年12月～2020年12月までに行われたナビゲーションを使用していない脊椎手術(A群)、2020年12月から2022年6月までに行われたナビゲーションを使用した脊椎手術(B群)を比較し、手法や技師の立ち回りがどう変化したかを報告する。また、A群とB群の透視時間を比較する。

【結果】 A群と、B群の平均透視時間はそれぞれ18.2、8.2分で、ナビゲーションを使用する事で、54%透視時間が減少した。ナビゲーションを使用することで、術中の透視時間が減少し、術者や患者の被ばくを低減できた。しかし、ナビゲーション画像も完璧ではなく、僅かながらスクリーンの位置ずれも見られた。また、技師は術中透視ではなく、ナビゲーションコンソールの操作メインとなった。

【結語】 ナビゲーションシステムの導入で、術中透視による被ばくを低減しつつ、リアルタイムで椎体の位置の確認しながら手術を行う事ができるようになったが、デメリットを理解したうえで、透視と併用する等工夫しながら使用する必要がある。

65 小児心臓 CT 撮影における収縮期撮影時相の検討

町井 祐輔¹、西川 順子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】 先天性心疾患に対する心臓 CT 検査を年間約 170 例施行している。心血管形態評価の場合は、1 心拍内で高速撮影する心電同期プロトコルで撮影し、冠動脈走行位置の把握まで必要な場合は、複数心拍を用いて再構成する心電同期プロトコルで撮影している。当院では、心臓 CT 検査の 90%が 5 歳以下であるため高心拍症例が多い、75bpm 以上の場合は収縮末期(心電図 T 波下行部)に撮影時相を設定している。最適な時相は個人差があるため広めに範囲を設定するが、担当する技師によって設定範囲に差があるのが現状である。この設定範囲は被ばく線量に大きく関わる。

【目的】 収縮期における撮影時相の設定範囲を模索することで不要な被ばくを低減し、さらに設定方法を統一することで撮影する技師間の差をなくすことを目的とした。

【方法】 機器更新をした 2018 年 4 月以降のデータから、複数心拍を用いて再構成する心電同期モードを使用し、収縮期で撮影した症例を対象とした。最適時相と心電図 T 波頂点の位置関係から、より細かい範囲設定方法を決定した。なお、当院の装置

SIEMENS 社製 Definition Flash における心臓 CT の時間分解能は 75msec であり、最適時相とはこの 75msec の Start Phase とした。

【結果】 対象症例の 91%は T 波頂点より「20msec 前」から「60msec 後」の間に最適時相があった。残りの 9%の症例について、上記範囲内で冠動脈が止まって見える時相がないか再度検証すると、やや動きがあるが冠動脈走行位置を把握するには十分な画像が得られる時相を見つけることができた。

【考察】 今回の全症例を含めた範囲で設定すると被ばく線量は増加する。当院の心臓 CT 依頼内容の多くは冠動脈の石灰化や狭窄を重視しているわけではなく、小児専門施設として被ばく線量低減を考慮すべきである。今回の結果から T 波頂点の「20msec 前」から「60msec 後」の間に絞って撮影することで、被ばく線量低減に寄与できたと考える。設定を数値化することにより撮影技師による差をなくすことができた。

66 経カテーテル大動脈弁留置術の術前 CT に対する体動補正技術の有用性

菊地 雄歩¹、大場 誠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置換術 (TAVI: Transcatheter Aortic Valve Implantation)の術前 CT において、大動脈弁輪の面積を正確に計測することは重要である。大動脈弁輪は拍動するため、モーションアーチファクトの少ない画像が必要である。ハーフ再構成は拍動によるモーションアーチファクトを抑制するが、画像雑音増加による計測精度の低下が懸念される。体動補正技術 (APMC: Automatic Patient Motion Correction)がモーションアーチファクトを抑制する技術として Canon 社製 CT 装置に搭載されている。本研究の目的は、APMC が TAVI 術前 CT で大動脈弁輪の計測精度向上の方法として有用であるかを実証することである。

【方法】 Canon 社製 Aquilion ONE VISION Edition の CT 装置を使用し、全てのデータをノンヘリカルスキャンで取得し、ハーフ、フルおよび APMC で再構成した。最初に時間分解能を評価した。撮影中に金属球を撮影して得られたインパルス信号より temporal sensitivity profile (以下、TSP)を測定し、FWHM を算出した。次に画像雑音量を評価した。直径 11mm の円柱アクリルをガントリー中心の空気中に固定し、インジェクターによって一定方向かつ一定の速度で動かしている間に撮影した。アクリル中心に直径 10 mm の ROI を設定し SD を測定した。最後にモーションアーチファクト量を評価した。FOV 周辺 4 点に直径 10 mm の ROI を設定し、SD および最低 CT 値を測定した。最低 CT 値より低い領域のピクセル数をモーションアーチファクト量として定義した。画像雑音の影響を補正するため、モーションアーチファクト量はピクセル数にフルを基準とした SD の相対値を掛けて計算した。

【結果】 TSP の FWHM がフル、APMC、ハーフの順で小さくなり、APMC はハーフと比較して約 16%大きかった。アクリルの SD がハーフ、APMC、フルの順で小さくなり、APMC はハーフと比較して約 38%小さくなった。アクリルのモーションアーチファクト量がフル、ハーフ、APMC の順で小さくなり、APMC はハーフと比較して約 26%小さくなった。

【セッション15】一般撮影・災害

座長:岩手医科大学附属内丸メディカルセンター

太田 佳孝

67 股関節正面 X 線撮影における性腺防護の画質への影響

伊藤 樹

東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】近年、欧米諸国では X 線撮影時における性腺防護廃止に向けた動きが高まっている。性腺防護廃止を推奨する背景として、遺伝的影響のリスク上昇に関する報告が少ないこと、卵巣線量は直接 X 線ではなく遮蔽できない内部散乱 X 線に起因すること、加えて性腺防護があることで自動露出機構に悪影響を及ぼす可能性や、重要な所見を覆い隠す可能性があることが挙げられる。また、性腺防護は大きな X 線高吸収体であり、照射野内にあることで画質に対して何らかの影響を与える可能性が考えられるが、性腺防護が画質に及ぼす影響は明らかにされていない。また、防護廃止後は不要な被ばくを避けるためにも最適な照射野の設定がより一層重要になると考えられる。そこで、本研究では、異なる線質における成人股関節正面 X 線撮影において性腺防護が画質に与える影響について調査し、加えて照射野を適正に絞った条件下における画質について明らかにした。

【方法】被写体を人体ファントムとして股関節正面 X 線撮影を行い、大腿骨頭部における画質評価を行った。照射野は①14×17inch と②股関節画像の読影に必要な基準線・画像情報を損なわない照射野の2種とした。撮影管電圧は70 kV とし銅フィルタ付加の条件も検討した。入射表面線量は1.25 mGy とした。この線量は日本における診断参考レベル(2.5 mGy)より十分に小さく、間接変換方式フラットパネルディテクタを用いた撮影においては妥当だと判断した。画質評価項目は、散乱体を含んだ信号差対雑音比(SDNR)を用いた。

【結果】撮影 X 線質・照射野サイズにかかわらず、性腺防護を配置すると SDNR は低下し、性腺防護が画質を低下させる結果となった。また、照射野サイズを適正に絞ると、撮影線質によって SDNR は微増減したが、性腺防護の有無における SDNR の変化に比べわずかな変化であった。さらに、銅フィルタを付加した撮影条件では、付加しない撮影条件と比較し、SDNR が上昇し画質の向上が見られた。本研究の結果から、股関節 X 線撮影時において性腺防護を廃止する場合、照射野を適正に設定することで画質の向上が得られ、加えて不要な被ばくを減らすことができるなど大きな利点があることを確認した。

68 増感紙の発光による X 線撮影時の散乱 X 線の可視化

—ポータブル撮影を対象とした検討—

学生 野呂 朝夢祐¹, 小山内 暢², 木村 将乃助³, 工藤 幸清², 對馬 恵¹,田中 千尋⁴, 三浦 茉友⁴, 北島 麻衣子², 漆坂 真弓², 富澤 登志子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 医学部医学科 4) 弘前大学 医学部保健学科

【目的】放射線教育の対象のひとつに散乱 X 線分布の正しい理解が挙げられる。空間線量分布図が用いられてきたが、我々は、より正確な線量認識を助ける方法として増感紙の発光作用を応用した散乱 X 線の可視化方法を考案したため、その実施可能性を検討した。

【方法】まず、線量測定を行い従来の空間線量分布図を作成した。壁面に平行な面を25 cm×25 cm の格子状に区画し、交点を線量測定点とした。測定面から35 cm の位置に患者ファントムを設置した。ポータブル撮影の胸部撮影(90 kV・2 mAs)、腹部撮影(80 kV・8 mAs)を想定し、散乱 X 線量(H*(10))を電離箱式サーベイメータで測定した。図形計算ソフトで空間線量分布図を作成した。併せて、DOSIRISにより増感紙下端から100 cmの高さでHp(3)を測定した。次に、オルソタイプ増感紙TO-660(半切)を板上に縦に5枚貼り、直立させ測定面に配置した。室内を暗くし胸部条件(90 kV・100 mA)、腹部条件(80 kV・400 mA)で800 ms照射し、増感紙の発光をデジタルカメラで撮影した。増感紙を水平方向に移動させて撮影を繰り返す。画像を合成した。増感紙下端から100 cmの高さで水平方向の画像輝度を

ImageJで取得し、中心の値で規格化した輝度と散乱 X 線量の相対値を比較した。

【結果・考察】ファントム付近で発光・輝度及びH*(10)が高く、ファントムから離れるにつれて低下した。また、増感紙の輝度とH*(10)及びHp(3)の相対値の距離による減弱の程度はおおよそ一致しており、増感紙の発光量を基に散乱 X 線の広がりや表現できると示唆された。胸部撮影と比べ腹部撮影では高いH*(10)を示し、照射条件の違いを反映していると考えられた。中心から2 m離れた付近での輝度は十分に小さく、一般に言われている「ポータブル撮影では患者から2, 3 m距離を取るべきである」という原則を感覚的に理解するのに効果的であると考えられる。さらに、散乱体に対し X 線管側の方が高い輝度を示したことから患者に対し X 線管側の方が線量が高くなることを理解するのに有用であると考えられる。

【結論】H*(10)、Hp(3)と増感紙の輝度は相関があり、増感紙の発光により散乱 X 線量の多寡を示すことができると示唆された。

今後、教材としての有用性を検討したい。

69 胸部動態 X 線診断システムを用いた横隔膜運動に伴う肺野内構造の

移動量解析の試み

内沼 良人¹, 原田 正紘¹, 佐藤 勝正¹, 阿部 郁明¹

1) 福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】近年胸部動態 X 線診断システム、Dynamic chest radiography(以下DCR)を用いた肺機能の解析や横隔膜移動量解析の報告は散見されるが、肺野内構造の移動量解析は十分であるとはいえない。そこでDCRを用いた肺野内構造の移動量解析を試みたので報告する。

【方法】動画撮影装置と動画解析ワークステーション(コニカミノルタ社製)を使用し、当院で2018年9月から2019年10月に行われた、呼吸器疾患患者のべ14名の肺野内構造の移動量解析を行った。研究を行うにあたり、本学倫理委員会規定に基づき本研究の目的と方法を十分に説明し、全例より同意を得た。呼吸は患者ご本人の

安静呼吸のもとで行った。胸部立位 (A-P)撮影及び臥位 (A-P)撮影の動画像を撮影後、動画解析ワークステーションを使用し解析を行った。X線動画像へ構造認識処理を用い、左右肺野を上下に三分割した各測定点

(R-Upper,L-Upper/R-Middle,L-Middle/R-Lower,L-Lower)において移動量を測定した。移動量解析は頭尾測方向のみとし、左右及び腹背方向の解析は行わなかった。動画像の各フレームにおいて肺尖から肺の各測定点までの距離と肺尖から横隔膜頂部までの距離を左右毎に計測し、比較及び解析を行った。

【結果】立位において右横隔膜の移動量は 8.9 ± 2.7 mm、左横隔膜は 10.8 ± 2.7 mm、R-Upper は 0.9 ± 0.5 mm、L-Upper は 1.0 ± 0.5 mm、R-Middle は 2.2 ± 1.1 mm、L-Middle は 1.6 ± 0.8 mm、R-Lower は 6.2 ± 2.5 mm、L-Lower は 7.4 ± 2.8 mm となった。臥位において右横隔膜の移動量は 12.4 ± 4.7 mm、左横隔膜は 11.9 ± 5.6 mm、R-Upper は 1.3 ± 1.2 mm、L-Upper は 1.5 ± 1.0 mm、R-Middle は 3.6 ± 1.9 mm、L-Middle は 4.9 ± 3.4 mm、R-Lower は 10.2 ± 4.9 mm、L-Lower は 10.0 ± 4.6 mm となった。立位に比べ臥位の各測定点の移動量が大きい結果となった。また立位、臥位ともに肺野内構造の部位における移動量は、横隔膜に近い部位ほど大きい結果となった。肺腫瘍近傍へ金属マーカーを挿入し移動量の解析を行った先行研究と相違なかった。

70 一般撮影室における患者急変時対応への取り組み

菊池 拓矢¹, 岩城 龍平¹, 佐々木 祐輔¹, 村中 健太¹

1)岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【背景】一般撮影室で患者が体調不良を起こす事例が発生した際に急変時対応を行ったところ当院の医療安全委員会から急変時対応手順書の不備について指摘を受けた。スタッフミーティングで検討を行った結果、一般撮影室における患者急変時対応に問題点があがった。さらに当院の一般撮影室は新入職員が最初に配置される部署であり、教育を目的とした急変時対応シミュレーションの必要性が示唆された。

【目的】一般撮影室における患者急変時対応の標準化

【方法】(1)スタッフミーティングにて医療安全委員会から指摘を受けた問題点をもとに新たに患者急変時対応手順書(以下手順書)を作成した。手順書は急変発生から容態安定までを最少人数で対応する流れを想定した。(2)シミュレーションを実施して問題点をフィードバックし手順書に追記した。

【結果】手順書の不備として①看護師、医師への応援要請が統一されていない②医師、看護師に診療放射線技師が適切な状況説明をできない③バイタル測定器具が一般撮影室に常備されていないという3点があがった。以上の問題点を解決し手順書をフローチャート化し作成した。その後シミュレーションを実施し新たにあがった改善点として①応援要請の最適化②対応スタッフの追加③準備する物品の追加④スタッフの動線確保などが挙げられた。実際に急変時対応に関わるスタッフでシミュレーションを行ったところ当初の手順書にフィードバックがなされ大きく改善された。

【考察】診療放射線技師のみで想定した手順書に医師、看護師の視点からの改善案が提示され手順書にフィードバックされることで当初のものより改善が見られた。また

定期的に新人を含めたシミュレーションを開催することで患者急変時対応を理解、習得することができる。と考える。

【結論】急変時対応手順書の作成およびシミュレーションの実施により急変時対応を標準化することができた。

71 災害時における安否確認と情報共有法の提案

孔 秀和¹, 新里 昌一¹

1)太田西ノ内病院 放射線部

【背景・目的】2021年2月14日23時07分に福島県沖で地震が発生し、当院がある郡山市では震度6弱の揺れを観測した。その際、部署所属人員の安否確認ならびに部署内被害状況の共有方法が確立されておらず、安否確認に時間を要した。以上の経験を教訓に、有事のみの使用を目的とした部署内グループLINE(参加は任意)を作成した。なお本地震は気象庁発表の資料によると、2011年東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)の余震と推測されるとのことであった。

【結果】2021年の地震発生後、部署内所属人員50名のうち48名がグループLINEに参加した。2022年3月16日23時36分に再び福島県沖で地震が発生し、郡山市では震度5強の揺れを観測した。前回の地震を教訓に作成したグループLINEを用いて、安否確認を実施した。安否確認LINEを地震発生9分後の23時45分に送信し、最初のLINE送信から25分後の0時10分(地震発生から34分)に所属人員50名すべての安否を確認することができた。

【考察】2年連続で震度5強以上の地震を経験した。2021年の地震では、安否確認が完了した時刻を明確に証明する記録は残されていないが、おおよそ地震発生から1時間~1時間半程度の時間を要した。しかし、2022年の地震の際は地震発生後34分という時間で所属人員の安否を確認することができたことから、災害時にグループLINEを活用する環境を平時に作成しておくことは非常に有用である。と考える。また、院内・院外問わず被災状況や道路状況等を写真や地図等を用いて所属人員が一度に情報を共有できることは、特に機器を多く所有している放射線部門として全体把握するために非常に有用であった。さらに時間を含めた重要な記録媒体として残せることも利点と考える。

一方、LINEはセキュリティが脆弱であることがしばしば問題視されるため、院内の重要な情報等の投稿には注意が必要である。

【課題】2021年、2022年の地震ではネット回線を利用したLINEは遅延なく送受信することができた。しかし、大規模災害になればなるほど、携帯基地局自体が被害を受け電話回線のみならずインターネット回線も使用できなくなる可能性もある。災害の種類や規模によって対応できる方法を複数想定しておくことが今後の課題である。

【セッション16】血管撮影 被ばく

座長:仙台厚生病院 芳賀 喜裕

72 心臓領域の血管撮影患者被ばく線量評価

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

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

【目的】2020年に我が国の診断参考レベル(DRLs2020)が更新された。IVR領域では従来の基準透視線量率DRLs2015(mGy/min)に加え、手技ごとの K_{air} :患者照射基準点線量(mGy)と P_{KA} :面積空気カーマ積算値($Gy \cdot cm^2$)が新たに設定された。今回、当院で行ってきたIVR手技(心臓領域)の線量を抽出し、DRLs2020と比較することで、当院のIVR線量を評価した。

【方法】評価対象は1.診断カテーテル検査 2.冠動脈形成術:Percutaneous Coronary Intervention(以下PCI)3.慢性完全閉塞の冠動脈形成術:Chronic Total Occlusion PCI(以下CTO-PCI)4.肺静脈隔離術以外のRFアブレーション:非Pulmonary Vein Isolation Radiofrequency Catheter Ablation(以下非PVI-RFCA)5.PVI RFCA 6.クライオバルーンを使用した肺静脈隔離術:PVI CryoCAの6項目である。当院では心臓領域に2機種のカテーテル装置:島津メディカル社 Bransist SafireVB9とPHILIPS社 Xper AlluraFD10を使用している。2機種の基準点透視線量率は電離箱線量計を用いて測定した。手技ごとの患者被ばく線量は2019年1月から2022年4月までの装置表示値を抽出し評価した。

【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。今回調べたIVR手技の被ばく線量の中央値(K_{air} と P_{KA})は診断カテーテル検査では $464mGy$ と、 $56.5Gy \cdot cm^2$ PCIでは $908mGy$ と、 $109.7Gy \cdot cm^2$ CTO PCIでは $1980mGy$ と、 $220.9Gy \cdot cm^2$ 非PVI-RFCAでは $129mGy$ と、 $18.1Gy \cdot cm^2$ PVI RFCAでは $139mGy$ と、 $19.2Gy \cdot cm^2$ PVI CryoCAでは $161mGy$ と、 $17.5Gy \cdot cm^2$ であった。

【結論(考察)】診断カテーテル検査とPCIとCTOの P_{KA} がDRL(50パーセントイル値: Achievable dose)を超過した。撮影回数や透視時間が多い症例が複数あったこと、検査時の絞りや視野拡大の有無があると考えられた。

73 当院におけるVascular Access Intervention Therapyでの術者の水晶体被ばくの検討

瀧田 幸子¹, 大原 亮平¹, 深谷 理人¹, 爲田 忠信¹

1)太田西ノ内病院 放射線部

【目的】当院で血管透析用バスキュラーアクセスのインターベンションによる修復(Vascular Access Intervention Therapy:VAIVT)を行う場合には、術者の近くに天井吊り下げ式の天井懸垂型鉛含アクリル防護板や鉛スカートを設置すること

が困難である。X線防護眼鏡のみで水晶体の線量当量限度に達することなく防護できているかを検討する。

【方法】医師が手技を行う場所3点で、水ファントム(36cm×8cm×7cmのプラスチックケースに水をいれたもの)を使用し、電離箱式サーベイメータで透視時の線量測定を行った。高さは150cmの位置で固定し、FPDからの距離を10cmごとに、5点で測定を行った。なおパルスレートは、10p/s 7.5p/s 4p/s 2p/sの4つで検証を行った。また、医師が手技を行うことの多い位置でポケット線量計を用いて、X線防護眼鏡を使用したときと使用しなかったときの線量測定を行った。X線防護眼鏡はTORAY PANORAMA SHIELD HF-480S 0.07mmPbを使用した。過去5年間の記録から平均値を出し、パルスレートは10p/s 透視時間16分30秒、撮影回数8回、撮影時間10秒とした。

【結果】透視時の線量測定で最も値が高くなったのは、FPDから30cmの位置であった。医師の手技を行うことに多い場所の線量測定において、X線防護眼鏡の外のポケット線量計の示す値は、1手技あたり平均 $3\mu Sv$ であった。X線防護眼鏡の内のポケット線量計の示す値は1手技あたり平均 $2\mu Sv$ であった。当院におけるVAIVTの症例数では、X線防護眼鏡を使用したときに、水晶体の被ばくが年間20mSvの上限を満たさず、天井吊り下げ式の天井懸垂型鉛含アクリル防護板がなくても問題ないと考えられる。

74 IVRにおける個人防護具の線量低減効果を反映させた個人線量当量による線量分布図の作成

学生 田中 千尋¹, 小山内 暢², 三浦 茉友³, 野呂 朝夢祐⁴, 工藤 幸清²,対馬 恵², 北島 麻衣子⁵, 藤田 彰⁶, 西沢 義子⁷

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 医学部保健学科放射線技術科学専攻

4)弘前大学大学院 保健学研究科博士前期課程

5)弘前大学大学院 保健学研究科看護学領域

6)鳴海病院 診療放射線部 7)弘前医療福祉大学 保健学部看護学科

【目的】IVR(interventional radiology)では医療従事者の立ち位置や防護の有無により被ばくに違いが生じる。室内の被ばく線量の指標として空間線量分布図が従来用いられているが、個人の被ばく線量は直接的に表されておらず、防護具の効果も考慮されていない。今回、水晶体線量を対象とし、防護眼鏡の防護効果を反映させた個人線量当量による線量分布図の作成を試みた。

【方法】室内の水平面を50cm×50cmの格子状に区画し、交点に男性を想定した医療者ファントム(身長171cm)を置き、頭部は各点でモニタ(照射野中心から頭尾方向に125cm, 術者反対側に70cm)向きとした。左右の眼球表面にDOSIRIS(千代田テクノ)を貼付し、防護眼鏡(東レ・メディカル)の有無で検討を行った。透視装置(Ultimax-i DREX-UI80, キヤノンメディカルシステムズ)はアンダーテーブルポジションとし、SID100cm, 寝台高さ100cm, 天板-アーム回転中心間距離10cmとした。

DOSIRIS の検出下限値を考慮し、撮影モード(80 kV, 100 mA, 2.0 s)で患者ファントムに 50 回照射して各位置での散乱線による 3 mm 線量当量を順に測定した。可視化ソフト Visualizer Pro 7.0(Malloc Code)により線量分布図を作成した。

【結果・考察】 照射野中心より室内右側(患者尾側)において、防護眼鏡無しでは左眼が右眼よりも高線量を示す傾向にあり 1.0~3.1 倍であった。これは左眼の方が照射野中心からの距離が小さいことが主要因と考えられた。また、左眼は線量分布が同心円状であったのに対し、右眼は患者尾側で急激に低い分布を示した。患者尾側では頭部ファントムの左頬骨、上顎骨付近での散乱線の吸収により右眼の線量が低下したためと考えられた。防護眼鏡有りでは、無しに比べ両眼共に線量は減少したが、寝台サイドでは左眼に対し右眼の線量減少の程度は小さく、分布の変化は軽微であった。照射野付近では、斜め下からの散乱線が防護眼鏡の鼻当て近傍の隙間から右眼へ入射することが主要因と考えられた。

【結論】 従来の線量分布図では表現できなかった被ばく線量の左右差や防護眼鏡の防護効果を反映させた線量分布図を作成できた。適切な職業被ばく管理に向けた活用が期待される。

75 経カテーテル的大動脈弁留置術(TAVI)における高さ可変式放射線防護カートの有用性

渡辺 涼太¹, 近野 昂史¹, 疋田 一成¹, 篠原 俊晴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】 当院では昨年よりハイブリッド手術室が導入され、TAVIを開始している。術中に経食道心エコー(以下、TEE)を行う TEE 担当医は患者頭側で長時間手技を行うため被ばく増加が懸念された。そこで、TEE 担当医の被ばく低減のために導入した高さ調整が可能な放射線防護カート(以下、カート)の有用性を報告する。

【方法】 使用装置は Philips 社製血管撮影装置。基礎検討としてアクリルファントム 20cm, 半導体線量計を用いて TAVI を想定した機器配置で空間線量率分布を測定した。測定点はアイソセンターから四方 50cm 間隔の点にて線量計の高さを 50cm, 100cm, 150cm とした。カートは高さの調整(90~130cm)ができ、TEE 担当医の立ち位置に設置してカートの高さを変えて(90cm と 130cm)それぞれ散乱線を評価した。

また TAVI 中にカートを使用して散乱線を実測した。対象は 2022 年 4 月から 7 月に当院で行われた TAVI 21 例。測定点はカートの外側 3 点(線量計の高さ 50cm, 100cm, 120cm)と TEE 担当医右肩部とした。なおカートは TEE 担当医が手技に支障のない高さに調整・使用をお願いした。

【結果】 空間線量率測定では TEE 担当医が立つ位置の高さ 100cm(48.0 μ Sv/min)で最も高く、次いで高さ 50cm(40.0 μ Sv/min), 高さ 150cm(12.6 μ Sv/min)であった。またカートを使用した散乱線測定では同位置の空間線量率測定に比べ、線量計の高さ 100cm ではカート高 90cm(9.8 μ Sv/min)で 80%低減、カート高 130cm(0.5 μ Sv/min)で 99%低減した。線量計の高さ 150cm ではカート高 90cm(4.7 μ Sv/min)で 63%低減、カート高 130cm(4.2 μ Sv/min)で

67%低減した。

術中の実測ではカート外側 3 点の測定点の高さが低いほど散乱線は高い傾向にあった。また、中央値で TEE 担当医右肩部(30.7 μ Sv)ではカート外側 120cm の測定点(414.2 μ Sv)と比べ、92%低い値となった。

【結語】 TAVI において TEE 担当医の放射線防護は必須であり、使用する防護カートは高い方がより被ばく低減効果を得られる。今研究により高さ可変式放射線防護カートは TAVI における TEE 担当医の被ばく低減に有用であることが示唆された。

11月20日(日) 11:20~12:10 第4会場

【セッション17】放射線治療 治療計画 CT・他

座長:新潟県立中央病院 大坂 暁胤

76 放射線治療計画 CT における管電圧可変に対応した画像再構成技術の検討

-造影剤による影響-

山田 諒也¹, 野島 佑太¹, 岡 哲也¹

1)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】 放射線治療計画における線量計算には、組織ごとの電子密度と CT 値の関係を表した CT 値-電子密度変換テーブルが用いられる。近年、Siemens 社より管電圧を可変しても組織ごとの CT 値を一定に保つ事ができる画像再構成技術として Direct Density[®]が導入された。Direct Density[®]は計算アルゴリズムの仕様上、人体組織を CT 値をもとに水と骨に分離している。しかし、組織の CT 値は造影される事で変化する。そこで、Direct Density[®]を用いる事で造影後の組織に対しても一定の CT 値を得る事が可能であれば、低電圧撮影によりコントラストを増強するとともに従来通りの線量計算も可能になると考えられる。

本研究では、造影剤を含んだ組織に対して Direct Density[®]が有効であるか検討を行った。

【方法】 使用機器は、Siemens 社製の CT 装置 SOMATOM go.Sim と CIRS 社製の電子密度ファントムを用いて測定を行った。電子密度ファントムの中央に、2,5,10,15 mgI/mL のヨード造影剤を希釈した水溶液(以下、造影剤希釈水)を封入したものを配置し、管電圧を可変(70,80,100,120,140 kV)して撮影を行った。得られた画像を、治療計画で用いる再構成関数 Qr44 と Direct Density[®]で用いる再構成関数 Sd40 でそれぞれ再構成を行った。画像の中心および前後 3 スライスで ROI を設定し CT 値を計測した。Direct Density[®]を用いた際の管電圧可変による影響および造影剤濃度による影響について、Qr44 と Sd40 における造影剤希釈水の CT 値の変化を比較することで評価した。

【結果】 Qr44 では、造影剤希釈水の CT 値は管電圧ごとに大きく変化した。

一方、Sd40 では、5,10,15 mgI/mL の造影剤希釈水において管電圧による CT 値のばらつきは少なかった。2 mgI/mL 造影剤希釈水は Qr44 と同様の傾向を示した。また、Qr44, Sd40 ともに造影剤濃度が高くなると CT 値は高くなった。

77 放射線治療計画 CT における管電圧可変に対応した画像再構成技術の検討

-金属アーチファクトによる影響-

野島 佑太¹, 山田 諒也¹, 岡 哲也¹

1)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】放射線治療計画における線量計算には組織ごとの電子密度と CT 値の関係を表した CT 値-電子密度変換テーブルを用いられる。近年, Siemens 社より管電圧を可変しても組織ごとの CT 値を一定に保つことができる再構成技術として Direct Density[®]が導入された。Direct Density[®]では計算アルゴリズム上, 人体組織に対してのみ有効であり, 歯科金属や体内マーカーなど金属部分には対応していない。そのため, 金属部分では管電圧が異なる場合には CT 値は一定とならない。同様に, 金属アーチファクトの影響も管電圧によって異なるため金属周囲の組織では CT 値が変化することが想定される。

本研究では, 金属アーチファクトを含んだ周囲の組織に対して, Direct Density[®]を用いることで一定の CT 値が得られるか検討を行った。また, 金属除去アルゴリズムである iMAR の併用についても検討した。

【方法】 CT 装置は Siemens 社製 SOMATOM go.Sim を用いた。電子密度ファントムは CIRS 社製ファントムの頭頸部を想定した中心部のみを用いた。

電子密度ファントムの中央に水等価物質または鉄を挿入し, 周囲には人体組織を模擬した 8 種類の物質を挿入した。

金属の有無でそれぞれ管電圧を変化(70,80,100,120,140 kV)させて撮影を行った。再構成条件は Direct Density[®]で用いる関数 Sd40 と Sd40 に iMAR を併用したものとした。得られた画像の中心および前後 3 スライスで各物質に対し ROI を設定し CT 値を計測し, 管電圧を変化させた時の CT 値-電子密度変換テーブルをそれぞれ作成した。

金属なしと金属アーチファクトを含んだ時の CT 値-電子密度変換テーブルを比較することで, 金属周囲の組織に対する Direct Density[®]の有用性を評価した。

【結果】 Direct Density[®]を用いることで金属アーチファクトを含んだ周囲の物質の CT 値は一定の値となった。しかし, 肺等価物質では金属なしに比べ CT 値は高くなった。iMAR を併用することで肺等価物質においても金属なしの CT 値と類似する結果となった。

金属周囲の組織において iMAR を併用することにより Direct Density[®]が有用であることが示唆された。

78 治療計画 CT 装置のプロセススペースによる CT 値の許容限度および

介入限度の評価

上村 直史¹, 棚邊 哲史², 桑原 亮太¹, 栗林 俊輝¹, 井開 章博¹,

金子 隼汰¹, 高頭 浩正¹, 川口 弦³

1)魚沼基幹病院 放射線技術科 2)新潟大学医歯学総合病院 放射線治療科

3)魚沼基幹病院 放射線治療科

【目的】治療計画 CT 装置(以下,計画 CT)の品質管理において,米国医学物理学会のタスクグループ 66 レポートでは,水以外の材質における CT 値の許容値は記されていない。本研究では,プロセススペースによる水以外の材質の CT 値に対する許容限度および介入限度を評価する。

【方法】2020/5/22 から 2021/5/21 の 1 年間,計画 CT(SOMATOM Definition AS Open, Siemens 社製)を用いて,週 1 回の頻度で CT 評価用ファントム Catphan504(The Phantom Laboratory 社製)を撮影した。以下の条件(120 kVp,160 ref.mAs,1.0 sec/rot, Pitch 0.6)で撮影し,スライス厚 3 mm,Bf39 カーネル,SAFIRE 強度 1 にて画像再構成した。画像を RIT113 Complete Version 6.3(Radiological Imaging Technology 社製)へ転送後, Catphan504 の CTP404 モジュール内の各材質(Air,Polystyrene,Background,LDPE,PMP,Teflon,Delrin,Acrylic)の CT 値を算出した。1 年間の CT 値データを用いて Sanghangthum らが提案したプロセス(PMB,2013)にて各材質の CT 値の許容限度および介入限度を算出した。なお,算出過程で必要になるプロセス品質レベル定数は 7 に設定した。2021/5/28 以降も同様の過程で CT 値変化を観察した。

【結果】各材質における平均 CT 値(許容限度,介入限度)[HU]は

Air:-978.2(2.0,2.5),Polystyrene:-29.8(2.9,3.5),

Background:98.9(2.9,3.3), LDPE:-87.0(3.1,5.2),

PMP:-174.9(2.9,3.7), Teflon:926.3(5.1,10.7), Delrin:347.3(3.5,4.0),

Acrylic:120.0(1.3,1.9)であった。各々の限度算出後の取得データについては全て

の材質において介入限度内であった。

【結論】当院の計画 CT における各材質の CT 値の許容限度および介入限度を決定した。算出した介入限度を超える材質はなく,CT 装置は長期的に安定していると考えられる。

79 板ファントムを用いた CBCT の撮影条件最適化の検討

宮岡 裕一¹, 岡 善隆¹, 長澤 陽介¹

1)福島県立医科大学附属病院 放射線部

【背景】画像誘導放射線治療における撮影法の一つである CBCT は,画像照合に用いることのできる情報量が多く有用な方法であるが,平面撮影と比較し被ばく線量が多くなるデメリットがある。CT には位置決め画像をもとに,患者の体格に応じて撮影条件を調整する自動露出機構(AEC)が搭載されており,撮影条件の最適化が行われるが,CBCT はその機能を有していない。放射線治療では治療前に計画用の CT 撮影が行われ,その際に被ばく線量の指標となる CTDI_{vol}が記録される。本研究では板ファントムを用いて,CT 撮影時の CTDI_{vol}を指標とし,患者の体格に応じた CBCT の撮影条件の最適化が行えるか検討を行った。

【目的】板ファントムを用いて CBCT の撮影条件の最適化が行えるか検討した。

【方法】板ファントム(30 cm×30 cm のタフウォーター)の厚みを 10・12・14・16・18・20 cm と変化させ, GE 社製 CT の Optima580W で撮影を行った。撮影条

件は 120 kV でスライス厚は 2.5 mm, AEC の設定 SD は 9 とし, 各厚みに対する CTDI_{vol} を調べた. 次に上記の厚みの板ファントムに対し, Varian 社製 TrueBeamSTx の CBCT を用いて撮影を行った. 撮影条件は 120 kV・Fullscan で mAs 値を変化させ, 目標とした SD20 となる画質が得られる撮影条件を調べた. 各厚みの板ファントムに対し, SD20 が得られる CT の CTDI_{vol} と CBCT の mAs 値, 両者の関係式を算出した. 算出した関係式を用いて 2 種類の骨盤ファントムを CBCT で撮影し, 目標とした SD20 に近い値が得られるかを評価した. SD の測定部は, ファントムの均一な部分を 20 mm×20 mm の ROI で測定した.

【結果】算出した CTDI_{vol} と mAs 値の関係式における, 直線近似の決定係数は 0.9963 となった. また, 2 種類の骨盤ファントムの SD は, 20.29 と 18.89 であり良好な結果が得られた.

【結語】CT 撮影時の CTDI_{vol} を指標とすることで, 体格に応じた CBCT の撮影条件の最適化を行える可能性がある. 本手法は特別なツールを必要とせず, 板ファントムは所有する施設が多いため多くの施設で CBCT の最適化が実行可能と考える.

80 頭部ファントムを用いたヘリカル式強度変調放射線治療装置における kVCT の位置照合精度の検討

多田 農美¹, 捧 俊和¹, 梅津 修¹, 殿内 秀人¹, 上村 瞳¹, 平田 雅幸¹, 井上 学¹

1) 新潟県立がんセンター新潟病院 中央放射線部

【目的】当院のヘリカル式強度変調放射線治療装置 (ACCURAY 社製 Radixact) はバージョンアップに伴い, 従来の MV を用いたファンビーム CT (以下; MVCT) に加え, 任意条件での kV を用いたファンビーム CT (以下; kVCT) が撮影可能となった. MVCT では治療と同一線源を用いている為, 照合系座標中心と照射系座標中心が一致するが, kVCT は管球とディテクタが Linac に対して直交している為, 照合系座標中心と照射系座標中心が一致していない. その為, 構造に起因する誤差並びに撮影条件に起因する誤差の発生が予想される. 本検討では頭部ファントムを用いて MVCT と kVCT の位置照合精度の比較および撮影条件による位置照合精度の評価を行った.

【方法】頭部ファントムに対して固定具を作成後, 治療計画用 CT でファントムを撮影した. 治療計画装置 (ACCURAY 社製 Precision) にてアイソセンターをファントム中心に設定したプランを作成した. 作成したプランを Radixact に転送し, MVCT を撮影・照合することによって基準位置とした. 平行移動成分 ±20 mm, 回転移動成分 ±2° の間でランダムな組み合わせを計 20 通り作成し, ファントムを基準位置から移動させ MVCT と kVCT の撮影を行った. 撮影条件は MVCT 1 条件, kVCT は管電圧 120 kV, スライス厚 1.2 mm で固定とし, 管電流 80 mA, 125 mA, 160 mA, View 数は 480, 600 と変化させた 6 条件, 計 7 条件を用いた. 得られた画像を Radixact 上で自動位置照合を行い, 6 軸位置検出量を算出した. MVCT と kVCT の位置照合精度比較には, Pearson の相関分析, Bland-Altman 解析および t 検定を行った. kVCT の管電流を変化させた比較には Kruskal-Wallis の順位検定, View 数を変化させた比較には Wilcoxon の符号付順位検定を用い

各々に対し統計学的解析を行った.

【結果】Pearson の相関分析は強い正の相関が認められた. Bland-Altman 解析では固定誤差が散見されたが, t 検定では有意差は認められなかった. 管電流を変化させる比較には有意差は認められなかったが, view 数を変化させる比較では有意差が認められた.

11月20日(日) 13:30~14:20 第4会場

【セッション18】放射線治療 位置精度

座長: 由利組合総合病院 菅原 康紘

81 Log ファイルに基づいたロボット型リニアックの照射位置情報の妥当性

川村 拓矢¹, 滝澤 健司¹, 中村 沙愛¹, 宇都宮 悟², 丸山 克也¹, 恩田 清³

1) 新潟潟外科病院 放射線治療科 2) 新潟大学大学院 保健学研究科

3) 新潟潟外科病院 脳外科

【目的】サイバーナイフ M6 の照射位置精度の解析は log ファイルの解析で簡便且つ迅速に行うことが可能である. しかしながら, 我々の知る限りでは log ファイルに基づいた照射位置情報の信頼性は明らかになっていない. そこで本研究の目的は, 従来用いられてきたフィルムを用いた照射位置の検証結果との比較を行うことで, log ファイルに基づいたサイバーナイフ M6 の照射位置情報の妥当性を示すことである.

【方法】サイバーナイフ M6 の照射位置を基準となる位置から頭尾, 腹背, 左右方向の各軸について, log ファイルを基に決めた移動量として 0.10~1.00 mm の範囲内で 0.10 mm 間隔で移動して, EBT3 フィルムを挟んだ照射位置精度検証用の専用ファントムに照射を行った. コリメータは直径 35 mm の円形照射野を用いて, 420MU の照射を行った. その後スキャンしたフィルム画像に対して, 専用の解析ソフトウェアを用いて, 照射野の移動量を算出した. Log ファイルから得られた照射野の移動量とフィルムから得られた照射野の移動量に対して Pearson の相関係数と回帰直線, Root mean squared error (RMSE) を求めた. また同じ測定条件でフィルムのみを入れ変えて 10 回連続で繰り返しの照射を行い, フィルム検証により解析した照射位置精度の再現性を評価した.

【結果】同じ測定条件におけるフィルム検証の 10 回連続測定の標準偏差は頭尾, 腹背, 左右方向の各軸について 0.049, 0.055, 0.063 mm であり, フィルム検証により解析した照射位置精度の再現性は高かった. log ファイルから得られた照射野の移動量とフィルムから得られた照射野の移動量に対する Pearson の相関係数は頭尾, 腹背, 左右方向の各軸について 0.998, 0.997, 0.995 であり, 強い正の相関を示した. 同様に回帰直線の傾きは 0.998, 1.012, 0.976, RMSE は 0.024, 0.029, 0.038 mm であり, 双方から得られた照射野の移動量は高い精度で一致していた.

【結語】Log ファイルから得られた照射野の移動量とフィルムから得られた照射野の移動量の相関は高く, 両者は高い精度で一致していたことから, log ファイルに基づいたサイバーナイフ M6 の照射位置情報の妥当性が示された.

82 座位による頭頸部 BNCT における照射位置精度の解析

山崎 雄平¹, 小森 慎也¹, 本柳 智章², 竹内 瑛彦¹, 加藤 亮平¹, 成田 優輝²,
加藤 貴弘³, 廣瀬 勝己⁴, 佐藤 まり子⁴, 高井 良尋⁴,

1)南東北 BNCT 研究センター 放射線治療品質管理室

2)南東北 BNCT 研究センター 診療放射線科

3)福島県立医科大学 保健科学部 4)南東北 BNCT 研究センター 放射線治療科

【目的】 頭頸部癌に対するホウ素中性子捕捉療法(BNCT)では、腫瘍に十分な熱中性子束を照射するために、コリメータと患者を出来る限り近接させる目的で、座位による治療が選択されることがある。固定具作成を座位で行った場合、そのままの体位で計画用 CT を撮影することは現状では困難であるため、計画用 CT は治療時の体位を再現した腹臥位で撮影される。しかし、腹臥位と座位における患者体位の再現性はどの程度か明らかにされていない。そこで本研究では、計画 CT から再構成した DRR 画像と治療直前に撮影された 2 次元 X 線画像を照合し、その再現性を評価した。

【方法】 対象は、当院で座位にて BNCT を施行した頭頸部癌患者 14 例とした。当院では腹臥位と座位で同一姿勢を再現できるように専用プレートとシェル、吸引バッグを用いた独自の患者固定方法を採用している。腹臥位で撮影された計画用 CT を基に計画装置上で再構成された DRR 画像と、治療直前に座位にて撮影された 2 次元 X 線画像との左右および頭尾方向の誤差を評価した。画像移動量の定量化を図るために、汎用プログラミング言語 Python 3.6 で開発した in-house のソフトウェアを使用した。

【結果】 両画像の位置照合は、腫瘍局在に応じた周辺骨構造を指標に実施した。左右および頭尾方向の絶対誤差はそれぞれ平均値 2.0 mm±1.3 mm, 2.3 mm±1.6 mm であり、2 次元空間ベクトル量では 3.3 mm ± 1.6 mm であった。頭尾方向において誤差がやや大きく、治療直前画像の方が尾側に誤差が生じやすい傾向にあった。

【考察】 現状ではシステムの構造上、計画用 CT を座位で撮影できないため、腹臥位にて体位を再現させる以外には選択肢がない。当初、このタスクは困難を伴うものと考えられたが、独自の工夫を積み重ねた結果、おおむね 5 mm 以内と比較的良好な再現性が得られていることが確認できた。Komori らの先行研究の結果から、このことは腫瘍線量、正常組織線量への影響は 5% 以内に抑制されていると推測することができる。一方、現実には照合画像取得の限界から、半定量的評価に留まっているのが実情であり、さらなる検討も必要と考えられた。

83 体表面位置照合システムにおけるドリフトの検証

筑島 徳政¹, 大坂 暁胤¹, 児玉 朋三¹

1)新潟県立中央病院 放射線科

【背景】 当院では放射線治療のポジショニングに体表面位置照合システム Catalyst を使用している。Catalyst は対象にパターンを持つ光を照射してカメラで読み取ることで三次元的に位置情報を取得でき、リアルタイムに参照画像と比較して

ポジショニングを行える。本システムはカメラを用いて位置を検出するため、電源入力後のカメラの温度条件による信号の揺らぎ(ドリフト)が発生する。通常 Catalyst はリニアックと別電源のため常時通電しているが、定期停電の際には一時的にカメラに通電されなくなり、再通電から一定時間はドリフトの影響を受ける。毎日の始業点検の際の daily QA プログラムで得た値を使ってシステムが補正を行うため、この時にドリフトの影響が作用した場合、その後のポジショニングに悪影響を及ぼすと考えられる。

【目的】 再通電からドリフトが収束し、取得値が安定するまでの時間を検証した。

【方法】 長時間通電され、十分にカメラが温まっている状態でファントムを設置し、daily QA のキャリブレーション値を取得した。12 時間以上電源を切断し、十分にカメラが放熱した状態で再通電し、直後から 5 分おきに値を取得した。また、光パターンを投影しているプロジェクターのレンズの発熱がドリフトに影響するか確認するため、値の取得時のみ投影した場合と、通電後から連続的に投影した場合で実験を行った。

【結果】 長時間運用時と通電直後は取得値に最大 1.2mm の差が生じ、徐々に値が近づきながら 1 時間後にスペックの測定再現性内に収まった。3 方向分の同機材のうち、足元側カメラで値の変化が大きかった。プロジェクターの投影条件に対し、値が収束する時間に有意な差は見られなかった。

【考察】 体表面画像誘導放射線治療について記載されている TG-302 では、カメラのドリフトについては annually の試験項目として挙げられており、1 時間以上空けることが推奨されていることから本結果と合致している。足元側カメラは他 2 台と違い、位置修正用の光も投影しているため、比較して経年の消耗が大きく、安定までに時間を要したと考えられる。また、プロジェクターの投影による発熱がカメラに与える影響は軽微と考えられる。当院ではポジショニングの際に Catalyst を使い、マーカーレスで行う例もあるため、再通電時の立ち上げには十分注意したい。

84 脳定位放射線治療における GTV 体積と位置誤差が放射線治療計画の線量分布パラメータに及ぼす影響

井開 章博¹, 棚邊 哲史², 上村 直史¹, 桑原 亮太¹, 栗林 俊輝¹,
金子 隼汰¹, 阿部 一樹¹, 高頭 浩正¹, 川口 弦³

1)魚沼基幹病院 放射線技術科 2)新潟大学医歯学総合病院 放射線治療科

3)魚沼基幹病院 放射線治療科

【目的】 脳定位放射線治療(SRT)において、GTV 体積および位置誤差が線量分布パラメータに及ぼす影響を評価する。

【方法】 2019 年 6 月から 2022 年 3 月の期間に転移性脳腫瘍に対して 4 分割 SRT(GTV D95%=100%, 最頻値 32Gy)が行われた 56 症例を対象とした。GTV 体積を 0.1 cc 以上 1.0 cc 未満(平均値 0.54 cc), 1 cc 以上 2 cc 未満(平均値 1.5 cc), 2 cc 以上 5 cc 未満(平均値 3.1 cc), 5 cc 以上 15 cc 未満(平均値 9.3 cc), 15 cc 以上 30 cc 未満(平均値 20.3 cc)の 5 グループに分類し、治療計画装置 Eclipse ver. 13.6(Varian Medical Systems)を用いてアイソセン

ター座標の x,y,z 方向に各々0.5 mm, 1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm の位置誤差を付加した治療計画を作成した。線量計算は計算アルゴリズム AcurosXB ver.13.6 を使用した。グループごとに GTV D98%, GTV-V100% (100%線量が入らない GTV 体積), 正常脳 V22.2Gy の DVH パラメータを算出し、位置誤差がない治療計画を基準とした各パラメータの変化量を評価した。

【結果】 GTV 体積が小さいほど位置誤差による D98%の低下率は大きく、GTV 体積が大きいほど位置誤差による GTV-V100%と正常脳 V22.2Gy の変化量は大きくなった。位置誤差 1 mm の GTV D98%の低下率は GTV 体積が小さいグループ順にそれぞれ、-6.1 %, -5.8 %, -5.0 %, -3.6 %, -3.2 %, GTV-V100%の変化量はそれぞれ、0.09 cc, 0.17 cc, 0.27 cc, 0.50 cc, 0.72 cc, 正常脳 V22.2Gy の変化量はそれぞれ、0.01 cc, 0.05 cc, 0.08 cc, 0.12 cc, 0.23 cc であった。

【結論】 GTV 体積が小さい場合は GTV D98%の低下によって、GTV 体積が大きい場合は 100%線量が入らない体積の増加によって位置誤差による腫瘍制御率の低下率が大きくなる。また、GTV 体積が大きい場合は位置誤差による正常脳 V22.2Gy の増加率も大きく、脳壊死リスクも増加する可能性がある。

85 前立腺癌に対する寡分割照射において前立腺の位置変位が投与線量に与える影響

長澤 陽介¹, 宮岡 裕一¹, 岡 善隆¹

1) 福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】 近年、前立腺癌に対する寡分割照射の有効性を示す報告が散見されるが、寡分割照射では治療期間を短縮できる一方で、患者の体動や臓器運動の影響が通常分割照射より顕著になることが懸念される。そこで本研究では、前立腺の位置変位が通常分割照射 78 Gy/39 fr と寡分割照射 60 Gy/20fr の投与線量に与える影響を評価した。

【方法】 オープンアクセスの前立腺癌患者 12 症例を対象として、Eclipse ver15.6 を用いて治療計画を立案した。前立腺+精嚢基部を CTV とし、等方的に 5 mm のマージンを付加して PTV とした。処方線量は PTV D95%に対して 60 Gy/20fr とし、照射法は VMAT を用いた。同一の治療計画の 1 回線量および回数を変更して、78 Gy/39fr の治療計画を作成した。治療計画装置から輪郭および線量分布を DICOM 形式で出力し、MATLAB で作成したプログラムに入力した。本プログラムでは、モンテカルロシミュレーションにより前立腺のランダムな位置変位を再現し、照射毎の位置変位を加味した累積線量分布を作成した。得られた DVH から CTV D99%を算出し、位置変位の有無による D99%の変化量を求め、通常分割群と寡分割群で比較した。前立腺変位の系統誤差(および偶発誤差)は、先行研究を基に腹背/左右/頭足方向において 1.3(2.6)/0.6(1.4)/1.5(2.4) mm としてモデル化し、試行回数は各症例で 500 回とした。なお、寡分割群では生物学的等価線量の換算式 (α/β 値=1.5 Gy)を用いて 2 Gy 分割等価線量に換算して評価した。

【結果・考察】 D99%の変化量における中央値(最小値~最大値)は、通常分割群/寡分割群において 0.12(-9.22~1.52)/0.11(-9.13~1.57)Gy となった。また、

D99%における線量低下が総線量の 5%を超えたケースが、全試行回数のうち、通常分割群では 1.3%、寡分割群では 2.0%で認められた。寡分割群では前立腺の位置変位が投与線量に与える影響は有意に大きくなったが($p < 0.05$)、その臨床的な影響は僅かであると考えられる。ただし、本研究では前立腺の回転や変形等は考慮していないこと、さらに実臨床においては α/β 値に代表される生物学的な不確かさや治療時間の延長等の諸問題が存在することにも留意が必要である。