

1 MRIにおけるT1値の温度依存性に関する基礎的検討

樋口駿太郎, 小島 慎也, 平田 政己, 谷垣 光司,
田中 功, 町田 治彦
東京女子医科大学東医療センター

【目的】 スピン格子緩和時間 (T1 値) には温度依存性がある。温度変化によって T1 値が変化した場合、同一条件にて撮像しても信号強度の変化が生じコントラストが異なることが報告されている。MRI ガイド下にて凍結療法・温熱療法が行われており、治療部位の温度が体温から逸脱してしまうため、通常の撮像条件下では治療領域の描出が困難である。本研究では、そのような状況下における最適な条件を求める前段階として、温度変化と T1 値の関係について再度検証を行った。

【方法】 1.5T-MRI 装置を用いて、異なる温度のキウイフルーツを撮像した。約 -10 から 80℃ まで温度を変化させたキウイを用意した。冷却には冷凍・冷蔵庫を用い、加熱には電子レンジを使用した。温度を一定に保つために発泡スチロール内にキウイを設置し、その周囲をキウイと同一温度の保冷剤または水が入った袋で固定した。撮像前後にキウイの温度を測定し、その平均値を求めた。撮像シーケンスは SE (spin echo) 法を使用し、撮像条件は TE : 17ms, フリップアングル : 90°, T1 値測定用に 2 種類の TR を用い、それぞれ 500ms と 3000ms とした。得られた画像から T1 値を計測し、T1 値の温度依存性を検討した。

【結果】 キウイの温度が上昇すると T1 値が延長し、温度と T1 値は正の相関が認められた。また、キウイの温度が高いほど T1 値の測定値のばらつきが大きくなった。

【結論(考察)】 T1 値には温度依存性があり、本検討は先行研究と同様の結果となった。さらに、冷凍・冷蔵温度下 (約 -10 から 5℃) においても同様に正の相関が得られた。今回の結果より、体温から逸脱した温度において、測定された T1 値を用いて目的とするコントラストを得る為に TR や TE 等の条件を調整すべきであることが示唆された。

2 CHESSE 法における脂肪抑制パルスの強度の違いが与える脂肪抑制効果についての検討

湯山 恭平, 塚田 亮太, 大滝 正子, 樋口 壮典,
北川 久, 野口 景司, 飯高 晃治, 馬場 康史
東京慈恵会医科大学附属第三病院

【目的】 周波数選択的脂肪抑制法のひとつである CHESSE 法は、脂肪を含む疾患の鑑別や造影後の脂肪抑制 T1 WI に利用されている。SIEMENS 社製 MRI 装置の CHESSE 法を原理とした脂肪抑制法には 2 つのモードがあり、脂肪抑制パルスのフリップ角 (FA) が最適化される strong と、110° 固定の weak を選択して設定することができる。今回、2 種類の脂肪抑制パルスの脂肪抑制効果について比

較し、パラメータとの関係性について検討したので報告する。

【方法】 使用装置は SIEMENS 社製 MAGNETOM Symphony A Tim 1.5T, コイルは Head coil を使用した。生理食塩水とサラダ油の試料を入れた MRI 性能評価ファントムを、CHESSE 法の strong と weak の脂肪抑制パルスを用いて、TR と Turbo Factor (TF) を変化させて撮像した。使用シーケンスは T1 WI-TSE 法, T2 WI-TSE 法, HASTE 法とし、それぞれ脂肪抑制率を算出した。

【結果】 T1 WI-TSE 法ではいずれの TR においても weak と比較して strong の脂肪抑制率が高かったが、T2 WI-TSE 法と HASTE 法では TR 変化による脂肪抑制率に差は生じなかった。

T1 WI-TSE 法ではいずれの TF においても weak と比較して strong の脂肪抑制率が高かったが、T2 WI-TSE 法では TF 変化による脂肪抑制率に差は生じなかった。HASTE 法では TF が変更できないため対象外とした。

【考察】 CHESSE 法において脂肪信号を 95% 抑制するためには、脂肪抑制パルスの FA が 80~101° の範囲にある必要がある¹⁾。TR が短い場合、strong の FA が 80~101° の範囲で最適化され、脂肪抑制効果に差が生じたが、TR が長くなると脂肪抑制時間を保つために FA を 100~110° に設定しなければならない。TR が長い場合は strong の最適角度が weak の 110° に近づいたため、同等の脂肪抑制効果を示したと考えられる。

T1 WI-TSE 法と T2 WI-TSE 法のいずれも、strong と weak において TF 変化に起因した挙動の変化はみられなかった。これは、TR が一定のため上記の考察と同様に、TR が短い T1 WI-TSE 法では脂肪抑制パルスの FA が最適化されたため strong が高く、TR が長い T2 WI-TSE 法では strong の FA が weak と同等であったため、差が生じなかったと考えられる。

1) 荒木力：“脂肪と蛋白質”，決定版 MRI 完全解説。第二版，東京，304-355，2014。

3 コイル素子径が異なる 2 種類の体幹部用コイルの SNR, g-factor の比較検討

小川 匡史, 鍛冶 尚利, 岩山 愛
日本医科大学付属病院

【目的】 Ultraflex Large 18 channel (Ultraflex) coil は感度領域が広く、四肢以外に体幹部など使用頻度が高い。体幹部の撮像では Ultraflex coil と Spine coil の組み合わせ以外に Body 18 channel (Body18) coil と Spine coil の組み合わせもあり、当院では症例によって使い分けている。各々のコイルの組み合わせを適正に使用するために、基礎的な検討を行った。

【方法】 使用装置は Siemens 社製 1.5T MRI 装置 Magne-

tom Solaであり、使用コイルはUltraflex coilとBody18 coil, Spine coilである。直径27cmの球体ファントムを使用し reduction factor を1～5まで変化させて撮像を行い、SNRとg factorを測定した。測定は差分法を使用し、横断面、矢状断面、冠状断面、それぞれについて行った。各断面において位相エンコード方向を変更させて同様の測定を行った。

【結果】 Ultraflex coil使用時のSNRはBody18 coilに比べ、横断面で約1.2倍、矢状断面で約1.1倍、冠状断面で約1.25倍高かった。横断面におけるg factorはUltraflex coilの方が低くなり、またUltraflex coilでは位相エンコード方向による違いも見られなかった。しかし、冠状断面と矢状断面では両コイルともに位相エンコードをHF方向に設定した場合に、reduction factorの増加に伴い著しくg factorが増加し、位相エンコードの方向による違いが見られた。

【結論】 Ultraflex coilとSpine coilの組み合わせによる撮像では、body 18ch coilよりg factorが低くなり高いSNRが得られるが、撮像断面と位相エンコード方向の設定によってその程度は異なる。

4 パラレルイメージングを併用した3D GRE法のacceleration factor及びコイル配列の影響の検討

辻 良憲, 高橋 順士, 多賀谷菜穂美, 田沼 靖貴,
鈴木 佳澄, 薩来 康, 西山 佳織

国家公務員共済組合連合会 虎の門病院 分院放射線部

【目的】 パラレルイメージングは、空間分解能を保持したまま撮像時間を短縮する手法の一つである。トレードオフとしてacceleration factorを高く設定するとSNRの低下やアーチファクトが出現する欠点がある。当院では、Gd-EOB-DTPA検査のDynamic撮像においてControlled aliasing in parallel imaging results in higher acceleration (CAIPIRINHA)を併用して撮像時間の短縮を行なっている。GeneRalized Autocalibrating Partially Parallel Acquisition (GRAPPA)に比べacceleration factorを高く設定してもパラレルイメージングによるアーチファクトが低減でき呼吸停止時間が短くなり有用である。臨床撮像時は患者のポジショニングが重要なのは間違いないが、コイル配列との関係は検討されていない。そこで今回、画像における適切なacceleration factorの組み方及びコイル配列について検討を行った。

【方法】 使用装置はSiemens社製Magnetom Avant Dot 1.5Tを使用した。使用コイルはBody MatrixコイルとSpineコイルを使用した。3D-GRE法としてVolume Interpolated Breath-hold Examination (Vibe)を使用し、パラレルイメージングはCAIPIRINHAにて検討を行った。評価項目は腹部の撮像領域を想定し、ファントムを撮像した。撮像範囲の中心スライス及び上端、下端スライスの

SNRを算出し比較、そしてg-factor mapの比較を行った。この時、それぞれにおいてacceleration factor及びコイル配列を変更して評価した。また、コントラスト測定ファントムを撮像し、コントラスト比を比較した。

【結果】 CAIPIRINHAはSNRの低下具合は異なるが、適切なacceleration factorの選択方法も異なった。スライス方向にacceleration factorを多く入れたほうがよく、またコイル配列もacceleration factorが小さいときは問題ないが、大きくするとスライス方向に多く配列することでSNRの低下は抑える傾向にあった。g-factor mapの結果も同様で、acceleration factorが大きいとより顕著に大きくなるが、それでも使用コイルを増やすことで減少させる傾向にはあった。

【結語】 パラレルイメージング使用時はacceleration factorによってそれに適したコイル配列によってg-factorの上昇を抑えることができる。

5 微量の脂肪検出を目的としたMRI脂肪画像の画像表示条件の最適化

鈴木 康平, 福澤 圭, 三浦 則仁, 山寺 由華,
川西 啓太, 工藤 香菜, 吉原 千治, 田野 政勝
国家公務員共済組合連合会 虎の門病院 放射線部

【目的】 DIXON法の計算画像である脂肪画像は組織の脂肪沈着の評価などに使用されるが、window level (WL) やwindow width (WW)などの画像表示条件の不適切な設定によって、脂肪沈着を過小または過大に評価する可能性がある。肝臓における微量の脂肪検出のための最適な画像表示条件の決定を目的にファントムを用いて検討した。

【方法】 使用装置はMagnetom Sempra 1.5T (シーメンス社製)。脂肪を模擬したファントムとしてサラダ油、脂肪なしのファントムとしてスポーツ飲料、5%の脂肪を含む軽度脂肪肝ファントム、および0%~40%まで10%ずつ脂肪含有量が異なるバイアルファントムを使用した。臨床で使用しているGRE-DIXON法にてこれらのファントムを撮像し、皮下脂肪を想定したサラダ油の信号値(SI_{oil})をもとに、WLを $SI_{oil} \times (0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5)$ 、WWを各 $WL \times (2, 2.25, 2.5, 2.75, 3)$ と変化させた画像表示プリセットを作成し放射線技師5名(経験年数2~15年)による視覚評価を行った。まず5%脂肪肝ファントムとスポーツ飲料のプリセットを変更した画像をランダムに提示し、各プリセットにおける微量の脂肪検出の感度と特異度を評価した。次に、段階的に脂肪量を変えたバイアルの判別のしやすさについて、各プリセットを順位付けで評価し平均順位を比較した。

【結果】 微量脂肪の検出は、WLが高い値になるほど感度が低下する傾向にあり、最適なWLは $SI_{oil} \times 0.5$ の時であり感度95%、特異度100%であった。段階的な脂肪量の変

化の識別能は、微量脂肪検出の感度の高かった WL:SI_{oil} × 0.5~0.75の範囲においては、WL×2.25から2.5のプリセットで識別能の平均順位が2.1位と高く、診断に適した画像表示条件であることが分かった。

【まとめ】 肝臓における微量の脂肪検出のための最適な脂肪画像の画像表示条件はファントムにおいては WL:SI_{oil} × 0.5, WW:WL×2.25~2.5であり、生体においては SI_{oil} の代わりに皮下脂肪の信号値を使用することで診断に適した画像表示を再現できると考える。今後臨床画像による評価や装置間の差についても検討を行う予定である。

6 異なる MRI 装置における至適撮影範囲の検討

堀越 響, 川崎 英生, 佐藤 秀二, 芳士戸治義
順天堂大学医学部附属順天堂医院

【目的】 MRI 検査の有用性や利便性から、撮影範囲の広い検査依頼が増加している。近年、全身を対象とした撮影も普及している。MRI 検査では静磁場の影響などにより、撮影中心から体軸方向に離れるほど画像に歪みが発生することが知られている。当院では同一メーカー、同一磁場でもマグネットのボア径やその長さの異なる機器を所有している。体軸方向の撮影範囲は目視にて決定していたが、今回歪みの影響と適正な撮影範囲について検討を行ったので報告する。

【方法】 使用装置はSIEMENS社製 3 T Skyra及びPrismaである。各装置の磁場中心に ACR ファントムを設置し Z 軸方向に 8 mm ずつ 200mm まで寝台を移動し撮影を行った。2D FSE にて撮影を行い、歪み補正として 2D distortion correction をあり、なしにてそれぞれ測定を行った。

撮影した画像の直径、格子径の測定を行い、体軸方向の歪みの影響は格子数計数にて行った。

【結果】 両装置とも磁場中心から Z 軸方向に離れるにつれ直径、格子径、格子数はすべて減少した。

Prisma では歪み補正なしの場合、磁場中心より 200mm の画像で直径、格子径共に 80% 程度に低下した。歪み補正ありの場合、磁場中心より 200mm の画像で直径、格子径共に 95% 以上保たれていた。格子数は磁場中心より 168mm 離れた画像より歪みが顕著となった。

Skyra では歪み補正なしの場合、磁場中心より 180mm 離れた画像で直径、格子径共に 75% 程度に低下した。歪み補正ありの場合、磁場中心より 180mm の画像で直径、格子径共に 95% 以上保たれていた。格子数は 136mm 離れた画像より歪みの影響が顕著となった。

【考察】 今回、同一の磁場強度であるがボアの直径や長さの異なる装置での歪みを検討した。臨床では歪み補正を利用しているが補正は完全ではなく、また、ボア形状により補正される程度が異なっていることが確認された。比較した Skyra はボア径が大きく短いため、静磁場の均一な範

囲が Prisma に比べ小さいと考える。今回の結果より Prisma では体軸方向の歪みを考慮し至適範囲を磁場中心から上下 160mm, Skyra は 130mm までとした。

7 ナビゲーション用 MRI 画像におけるアイソセンタ位置の歪みに関する検討

佐藤 陽花, 川崎 英生, 佐藤 秀二, 芳士戸治義
順天堂大学医学部附属順天堂医院

【目的】 近年、脳腫瘍等の術前に MRI の 3D 画像がナビゲーションシステムに利用されている。MRI 画像は、磁場の均一性や撮像シーケンス等により歪みが生じることが知られているが、歪みによるナビゲーションへの影響が考えられる。そこで、本研究ではナビゲーションで用いる画像がアイソセンタから体軸方向に離れた場合の画像の歪みについて検証を行なった。

【方法】 使用装置は SIEMENS 社製 3 T Skyra。撮像シーケンスは 3D-MPRAGE 使用し矢状断にて撮影を行なった。ACR ファントムをアイソセンタから頭部方向に 10mm ずつ 120mm まで移動させ撮影した。ファントムを水平断、冠状断、矢状断に配置しそれぞれの断面で歪みの検討を行なった。また、歪み補正なしの画像と 2D 補正、3D 補正をかけた画像の補正精度についても比較した。比較方法は、得られた画像のファントム直径及び格子径を測定し比較した。

【結果】 水平断、冠状断、矢状断いずれもアイソセンタから離れるほど画像の歪みが大きくなった。水平断と比較して、冠状断、矢状断の方が歪みの影響が大きかった。

歪み補正なしの画像において、水平断でアイソセンタから 120mm 離れた場合では、直径、格子径共に約 90% 画像が縮小した。2D 歪み補正では、直径 95%、格子径 90% の縮小となった。一方で、3D 歪み補正では直径 99%、格子径 98% とほぼ縮小のない画像であった。

【結論(考察)】 今回の検討で、アイソセンタから離れることによる画像に歪みを確認した。ナビゲーションデータの整合性を考慮すると、2D 補正では補正しきれない場合があるため 3D 歪み補正は必須と考える。今回、使用した装置はボア径が大きくボアも短い構造をしており、アイソセンタから離れた場所では歪みの影響が顕著に表れ結果に反映したと思われる。ボア形状による歪みの影響を考慮したシーケンスパラメータの設定が重要である。

8 3D Variable Refocusing Flip Angle-TSE 法における third-arm artifact の特性について

高橋なづき, 北川 久, 夏井坂智希, 伊藤 隆一,
飯田紀世一, 平川 英滋

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 今回 refocusing pulse sequence である 3D Variable Refocusing Flip Angle-TSE (以下 SPACE) 法のパ

ラメータが及ぼす third-arm artifact (遊走アーチファクト) の挙動特性について調べたので報告する。

【方法】 ファントムに third-arm artifact を発生させる磁性体を置き refocusing pulse モード (constant/T2 WIvar), gradient モード, RF モード, turbo-factor, blood suppression の各パラメータを変更してその影響を測定した。測定方法はスライスライン毎の SD と mean 値から変動係数 (以下 CV) を算出した。CV が 1 に近い程 third-arm artifact が出現していると仮定しアーチファクトの範囲を測定した。今回使用した磁性体はホチキスの芯 (KOKUYOUS-TAPLE 製 No SL-10N) とし使用装置は MAGNETOM Skyra3.0T である。

【結果】 constant モードではどのパラメータでもスライスライン40枚付近で CV が 0.1 となりアーチファクトのない結果であった。また T2 WIvar モードでは turbo-factor と gradient モード, blood suppression を変化させたときスライスライン40枚付近で CV が 0.1 となり constant モードと同じ傾向が得られた。しかし RF モードでは normal ではスライスライン40枚付近で CV が 0.1 になったのに対し fast ではスライスラインが 35 枚, low SAR ではスライスライン45枚付近で CV が 0.1 と変化が見られた。

【考察】 third-arm artifact の出現については土橋¹⁾が述べているように傾斜磁場強度の変更によって変化する。本研究も third-arm artifact の出現は傾斜磁場強度を変更可能な RF モードによって変化したと考えられる。

【結論】 今回検討した refocusing pulse sequence シーケンスにおける third-arm artifact (磁性体が存在する位置から離れたスライスに現れる異常信号) の挙動特性は傾斜磁場強度を変化させることができる RF モードで大きく変化した。

【参考文献】 1) 磁性体による高信号 artifact (遊走性金属 artifact) の除去, 土橋俊男, 藤田功, 岩崎淳 他, 日放技学誌, 58(3), 406-412

9 自作肝腫瘍ファントムを用いた DWI-MPG の印加方法の違いが画質や ADC 値に及ぼす影響

田中 雅之, 北川 久, 夏井坂智希, 伊藤 隆一, 飯田紀世一, 平川 英滋

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 拡散強調画像 (DWI) は, 臨床において腫瘍の検出や診断に大いに貢献することは広く知られている。肝臓 MRI 検査においても DWI は, 腫瘍の検出・腫瘍の良悪性診断・質的診断などにおいて広く活用されており, 造影剤を用いた T1 強調画像と合わせて肝病変を画像化するための標準的なプロトコルとして定着してきている。通常, DWI は MPG (motion probing gradient) を 3 軸別印加で撮像を行うことが多いが, 近年この MPG パルスの印加

方法の種類が増えており選択の余地が広がってきている。しかし, これらの様々な印加方法に着目した検討は多くない。そこで, 肝腫瘍を模擬したファントムを作成し, MPG 印加方法の違いが画質や ADC 値にどれほど影響を与えるのか検討を行った。

【方法】 装置は MAGNETOM Skyra 3.0T MRI (Siemens), 20ch Head/Neck Coil を使用した。画像解析には Fiji を用いた。肝血管腫・肝嚢胞・肝細胞癌を模擬したファントムをそれぞれ作成し, DWI を b 値 800, 1000, 2000 [s/mm²] それぞれの場合において MPG 印加方法を Orthogonal, 3 scan-Trace, 4 scan-Trace, 3 D-diagonal に変化させて撮像した。また, 同様の条件で MPG 印加極性を Bipolar と Monopolar に変化させて撮像も行なった。得られた画像から Fiji を用いて, 信号強度 (SI), 信号強度比 (SNR), ADC (apparent diffusion coefficient) 値を算出し比較した。

【結果】 MPG 印加方法を変化させた時の SI・SNR・ADC 値それぞれにおいて有意差は見られなかった (P>0.05)。また, Bipolar と Monopolar に MPG の印加極性を変化させた場合においても有意差は見られなかった (P>0.05)。

【結論】 本検討では最短 TE で撮像を行なったが, いずれの条件においても Orthogonal よりも 3 scan-Trace, 4 scan-Trace, 3D-diagonal の方が TE は短く設定することが可能であった。これは 1 軸あたりに必要な MPG パルスの大きさが小さく, 印加時間を短縮することが可能なためである。以上より, ファントム検討の範疇では MPG 印加方法や印加極性が画質や ADC 値に有意な影響を及ぼさないことが示唆された。

10 自由呼吸下 MRI 画像を用いた肝臓形態変化の新しい評価法の考案

角田 朋美, 吉丸 大輔, 荒木 洋一, 松田 知郁, 岡本 淳一, 川口 尚希, 齋藤 和博, 村田 勝俊
東京医科大学病院

【目的】 肝臓 MRI では Gd-EOB-DTPA 造影検査や DWI, MR エラストグラフィなど様々な手法を用い, 多角的に病期や病態を評価している。これら指標は細胞レベルでの変性を捉えており, 画像としてのコントラストや硬度という指標で示される。この肝臓病理組織の変性は, 呼吸に伴う肝臓形態の動きにも影響を与え, さらに肝病態によってもその動きの変化量や質に差が出ると我々は考えた。そのため, 肝形態の変化を捉えることが, 病態や病期のさらなる診断情報の一助になることが期待できる。

そこで今回, 肝臓 MRI において自由呼吸下で肝臓を撮像し, 後処理にて呼吸位相を 12 分割した。その後, 各位相の肝形態の変化を調べ, 肝臓の動きの変化量や質を調査し, 本手法の有用性と可能性を評価した。

【対象及び方法】 装置は Siemens 社製 3 TMRI 装置 MAGNETOM Vida を使用した。本研究に同意を得られた患者 10 症例を対象とした。Gd-EOB-DTPA 造影 20 分後 CS 併用 3D Spoiled gradient echo 法 (work in progress) で self navigation 法を用いて自由呼吸下で撮像した。後処理にて、呼吸位相を 12 分割し、それぞれの位相における前後・左右・頭尾方向の肝臓の長さと呼びによる腹部の動きを計測した。計測に用いたスライスには肝門脈右前枝・後枝分岐部、L3 最上部、横隔膜の最上部とした。基準点は横隔膜の最高点、画像端、肝臓の最も背側・最も左とした。これらを比較し呼吸による腹部全体の動きと肝臓の形態変化を評価した。

【結果】 腹部全体の動きは横隔膜による頭尾方向の変化がいちばん大きく、前後・左右方向は僅かだった。これに対し肝臓の長さは前後方向が最も変化が大きく、頭尾方向の変化が最も小さかった。

【結語】 呼吸位相ごとに分割した画像から、呼吸に伴う肝臓の形態変化を評価することができた。本手法による動きの情報は、肝病態診断への 1 つの情報として期待できる。

11 頭部 MRI における Single Shot FLAIR 法の撮像条件の検討

酒向 優, 小菅 正嗣, 新井 健史, 中村 公行,
石井 靖人

東京都立大塚病院 診療放射線科

【目的】 FLAIR 画像は病変検出能が高く、頭部 MRI 検査には必要不可欠である。しかし、原理上、撮像時間が長く動きに対して鋭敏でモーションアーチファクトが出現しやすい。特に状態の悪い患者に対し画質の担保ができないこともある。近年、高速撮像法の一つである Single Shot (SSh) 法を用いた動きに頑健な FLAIR 画像の有用性が報告されている。しかし、装置により IR パルス厚の設定方法や印加方法の違いがあるため、最適な SSh FLAIR の撮像条件も異なる。本研究では、当院装置の SSh FLAIR 画像の臨床利用に向けて最適な撮像条件の検討を目的とした。

【方法】 同意を得た健常ボランティア 8 名の頭部を従来法と 5 パターンの SSh 法で撮像した。本研究は、当院の倫理委員会の承認を得ている。従来法条件：TR=9000ms, TE=114ms, TI=2527ms, ETL=27, GRAPPA=2, concatenation (concate)=2, ST=1:30。SSh FLAIR 条件：TR=10000ms, TE=131ms, TI=2600ms, ETL=157, GRAPPA=3, concatenate=4 (ダミースキャン有・無) / 5/10/20, ST=1:11/48s/57s/1:46/3:23。Siemens 社製 3 T 装置を使用し、スライスは 20 枚とした。各画像に対し尾状核の SNR・白質と灰白質の CNR を算出し比較した。

【結果】 concatenate が高いほど SNR は増加し CNR は低下し

た。CNR は従来法が最も高く、NR は SSh 法の concatenate=10, 20 が従来法よりも高い結果となった。MT 効果やクロストークの影響が考えられる。CSF 等の水抑制効果を見ると、SSh 法では 1 励起目で取得するスライスにおいて水抑制不良が目立った。しかし、ダミースキャンを併用した撮像では改善されていた。1 励起目の信号の縦磁化を定常状態にする工夫が有用と考えられる。ただし、どの SSh 法においても従来法と比べて CSF の消え残りが目立つ結果となった。

【結論】 ダミースキャンを併用した concatenate=4 の条件が最適であった。しかし、従来法と比較すると CSF が目立つ傾向にあるため、注意が必要である。

12 心電拍動ファントムを用いた頭部 4D FLOW MRI 撮像条件の初期検討

川鍋 柊太¹⁾, 阿部 雅志¹⁾, 池亀 敏¹⁾,
小檜山奈津留¹⁾, 高山 理奈¹⁾, 小林 宏之¹⁾,
嶺 貴彦²⁾

1) 日本医科大学千葉北総病院 放射線センター

2) 放射線科

【目的】 近年 4D FLOW MRI の報告が多くされており、当院においても 300 症例程度の実績がある。その大多数が胸腹部血管であり、頭蓋内でも応用していくこととなった。そこで、頭蓋内血管をターゲットにしたパラメータ変更での傾向を把握する。

【使用機器】 Discovery MR750 3.0T (GE healthcare)
SYNAPSE VINCENT (富士フィルムメディカル)
PULSATING FLOW PUMP ALPHA FLOW EC-2
(FUYO CORPORATION)
LOGIQ P6 (GE healthcare)

【方法】 脳動脈を模したシリコン製自作血管を 1% 寒天にて間隙を満たした状態で心電拍動ファントムに接続し、40% グリセリン溶液を BPM60 固定で還流させながら 4D phase contrast 撮像をした。同一部位に対して超音波装置を用いて撮影した。検討項目として、模擬血管 4.5mm に対し Slice thickness を 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.6, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0mm と変更した。また、VENC を 20, 40, 60, 80 cm/sec で変化させ撮像した。

得られたデータより、速度ノイズ (VNR) と速度実測値 (平均流量, 正負流量, 標準偏差, 最大値, 最小値) を測定し超音波での計測値と比較した。

【結果】 VENC を高く設定すると、Phase contrast MRI における Magnitude Image の SNR が低下し VNR が高くなった。また、VENC20 の際に速度情報の折り返りが発生した。Slice thickness を変化した場合、血管径に近い厚いスライスでは極端に平均流量, 正負流量, 最大最小流量が低下した。0.8 から 1.2mm にて超音波からのデータと相関が

みられた。

【考察】 検討より、Slice thickness を変更すると得られる 4D FLOW MRI の定量値に変化がみられた。血管径の 20% を境に Slice thickness で定量値が安定したが、小さくするほど撮像枚数が多くなり撮像時間が延長するので頭部領域では 1.0mm 固定が望ましいと考える。VENC の設定はなるべく正しい値を入力したいので 2D PC にて測定してから決定するべきである。

13 Golden-angle と radial sampling による自由呼吸下肝臓ダイナミック MRI における呼吸変動が画質に与える影響の検討

大木 まみ¹⁾、福澤 圭¹⁾、鈴木 秀郷¹⁾、藪山田美穂¹⁾、吉原 千治¹⁾、田野 政勝¹⁾、斉藤 聡²⁾

- 1) 国家公務員共済組合連合会虎の門病院 放射線部
- 2) 国家公務員共済組合連合会虎の門病院 肝臓センター

【目的】 Golden-angle radial sparse parallel: GRASP は自由呼吸下において呼吸停止と同等の画質で肝臓ダイナミック MRI が取得できる手法であるが、自由呼吸下のダイナミック撮像中に呼吸パターンが変動する症例をしばしば経験する。GRASP における呼吸パターンの変動と画質への影響を検証することで画質改善が可能か検討した。

【方法】 検討については当院倫理委員会の承認を得た。使用装置は Magnetom Vida 3.0T (シーメンス社製) で、2021年2月から5月までの期間に GRASP での肝臓ダイナミック MRI を行った連続100症例に対して、ダイナミック中の呼吸モニターの波形を動画にて保存した。Injection 前、Injection 後 10s、20s、30s、40s、60s における連続10秒間の呼吸波形について、呼吸パターンの変動の有無の視覚評価と、呼吸間隔 (Duration) の平均値および SD の測定をおこなった。撮像中は特に音声ガイドなどは行わず完全自由呼吸下でダイナミックを撮像した。ダイナミック画像の肝臓辺縁の形態について放射線技師 1 名、肝臓内科医師 1 名による視覚評価を行い 5:呼吸停止と同等、4:呼吸停止とほぼ同等、3:やや形態が不整だが読影可能、2:評価困難な時相がある、1:読影不能の 5 段階で評価し、4と5を画質良好群、3以下を画質不良群と定義して、2群間で各種定量値を比較した。

【結果】 対象全症例の視覚スコアの平均は 4.03 ± 0.76 であり、ほとんどの症例で自由呼吸下においても読影可能な画像が取得可能であった。呼吸パターンの比較では GRASP 撮像中に変動があった群は、変動が無かった群に比べて有意に画質不良の発生率が高くなった (オッズ比 2.92)。Injection 後の Duration は画質良好群 46.4 ± 3.5 、画質不良群 54.6 ± 9.3 となり、呼吸パターン変動による SD の上昇が画質不良の発生と関係していた。

【結論】 GRASP における自由呼吸下肝臓ダイナミック

MRI では、呼吸パターンの変動が頻回に起こった場合に、肝臓の形態が描出不良となる傾向があるため、事前の説明などで注意する必要がある。また、これらの影響に頑強なプロトコルのさらなる検討が必要である。

14 深層学習を用いた急性期脳梗塞の予後予測評価

角田 将弥¹⁾、本寺 哲一¹⁾、浦田 尚吾¹⁾、安田 光慶^{1,2)}、渡邊 裕之^{1,2)}、佐藤 久弥^{2,3)}、加藤 京一^{2,4)}

- 1) 昭和大学病院 放射線技術部
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 昭和大学藤が丘病院 放射線技術部
- 4) 学校法人昭和大学 統括放射線技術部

【目的】 近年、人工知能の発展はめざましい。医療分野においても、画像診断や予後予測に人工知能が活用されている。医療における予後予測は、治療した場合どのくらい改善するのか、いつ退院できるかなど治療方針の決定において重要な因子となる。人工知能を活用した予後予測では膠芽腫の生存曲線を求める研究などが行われているが、急性期脳梗塞の予後予測の研究は行われていない。そこで、急性期脳梗塞の拡散強調画像 (DWI) に深層学習を利用して、予後予測が可能か検討した。

【方法】 使用するデータは当院で急性期脳梗塞と診断され、治療を行った 100 症例の DWI (b 値: 0 s/mm², b 値: 1000 s/mm², ADC map) を教師画像とした。深層学習のネットワークには Residual neural network (ResNet), Convolutional neural network (CNN), Neural network (NN) を用いて、National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) の改善の有無が予測できるようにそれぞれネットワークを学習させた。学習後、急性期脳梗塞 30 症例を対象としてそれぞれのネットワークで予後予測を行い比較した。

【結果】 CNN, ResNet, NN において、ResNet が最も高い予測結果であった。DWI と NIHSS を併用した ResNet による解析の結果、ADC map を用いた予後予測で 70% の正解率であり、最も良い結果が得られた。他の画像では b 値: 0 s/mm² で 50% の正解率、b 値: 1000 s/mm² で 60% の正解率であった。

【考察】 ネットワークの比較では CNN および NN と異なり、ResNet は残差接続を使用しており、画像の特徴量を的確に学習することができたことで高い予測結果を示したと考える。ResNet と NIHSS を併用した解析では、ADC map が最も高い正解率であった。これは、ADC map は T2 値の影響がなく、拡散制限を示す指標であり、急性期脳梗塞の診断を的確に行える画像であるという特徴から脳梗塞の予後予測に最も相関があったと考えられる。

【まとめ】 急性期脳梗塞の症例において、DWI の ADC map に深層学習を利用することで予後予測が可能であることが示唆された。

15 Ultra Short TE 撮像法を応用した MRA 撮像条件の基礎検討

伊藤 隆一, 井坂 杏奈, 大滝 正子, 夏井坂智希,
北川 久, 飯田紀世一, 平川 英滋
東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 Pointwise Encording Time Reduction with Radial Acquisition-MRA (以下 PETRA-MRA) について, 自作流体ファントムを作成して撮像条件の基礎検討を行った。

【使用機器】 SIEMENS 社製 MAGNETOM Vida XT 3.0 T, 自作流体ファントム

【方法】 基本条件を TR : 3.5ms, Segment : 20, Radial View : 35000 とし, Saturation Pulse (以下 SAT-Pulse) 幅は 50mm, 位置は流体ファントムの近位側かつ撮像範囲に隣接させ, 以下の条件を可変し撮像した。(1)Segment : 2, 10, 20, 40, 80, 100, (2)Radial View : 10000, 20000, 30000, 35000, 40000, 50000, (3)TR (ms) : 3.5, 5, 6.5, 8, 10, (4)SAT-Pulse 幅 (mm) : 25, 50, 75, 100, 125, 150. 得られた画像から信号強度のプロファイル曲線を算出した。

【結果】 基本条件より得られたプロファイル曲線は近位側の始点が最大信号値となり指数関数的な勾配で遠位にかけて低下していく形状となった。これと比較すると(1)Segment の増加に伴いプロファイル曲線は形状を維持し減少した。(2)Radial View の増減によるプロファイル曲線の変化はほとんどなかった。(3)TR を延長するとプロファイル曲線の近位側に有意な変化が現れた。(4)SAT-Pulse 幅を大きくするとプロファイル曲線は形状を維持し増加した。

【考察】 Segment は SAT-Pulse の印加数に相当することから血流信号値への影響も大きいと考える。Radial View は血流信号値への影響は少ないが画像の描出能に寄与しているため低減させる際は注意が必要と考える。SAT-Pulse 幅は適宜大きくするべきであるが SAR 等も考慮し最適な SAT-Pulse 幅を設定することが重要である。

【結語】 PETRA-MRA における各種パラメーターが画質へ及ぼす影響について把握することができた。

16 自作流体ファントムを用いた TWIST-VIBE による非造影 MRA の実用化に向けたパラメータの基礎検討

近藤 祐輔, 伊藤 隆一, 夏井坂智希, 北川 久,
飯田紀世一, 平川 英滋
東京慈恵会医科大学附属病院

【目的】 Time-resolved angiography With Interleaved Stochastic Trajectories-Volumetric Interpolated Breath-hold Examination (以下 TWIST-VIBE) に関して, 自作流体ファントムを用いて非造影 MRA の実用化に向けたパラメータの基礎検討を行なった。

【使用機器】 SIEMENS 社製 MAGNETOM Vida XT 3.0

T, 自作流体ファントム

【方法】 基本条件は TR : 8.5ms, Flip Angle (以下 FA) : 9°, Saturation Pulse (以下 SAT-Pulse) 幅は 50mm, SAT-Pulse の位置は流体ファントムより遠位の撮像範囲外に配置した。TWIST-VIBE では k-space を画像コントラストに寄与する中心部と辺縁部に分けて充填する。その中心部 (以下 A region) : 20%, 周辺部 (以下 B region) : 33% とし以下の条件を変化させ 1 回の撮像あたり 3 phase ずつ撮像を行なった。(1)FA : 8, 9, 10, 11, 12° と変化させ信号強度を測定した。(2)画像シェアリングの比率を A region : 50, 40, 30, 20, 10, 4%, B region : 50, 33, 25, 20, 10% と変化させ, 合計で 30 通りの組み合わせで k-space を充填し得られる信号強度, 信号雑音比 (SNR) を算出した。

【結果】 (1)浅い FA では流体ファントムよりも遠位で信号強度が弱くなった。FA を大きくしていくと 12° 付近で信号強度はプラトーとなり流体ファントムよりも近位, 遠位の場所で共に同程度の信号強度が得られた。(2)画像シェアリングの比率を変化させ, 信号強度, SNR を測定すると信号強度, SNR ともに変化はほとんどなかった。

【考察】 TR を最短に設定しても, FA を大きくすることで流体ファントムよりも遠位での信号強度は低下しなかったと考える。また, 1 phase あたりの信号強度, SNR が十分であるため画像シェアリングの割合が一番少ない組み合わせであっても最大の組み合わせと同程度の結果が得られたと考える。画像シェアリングの A region における割合は特に撮像時間とトレードオフの関係であるため, 設定の際には 1 phase 当たりの信号強度が十分であれば最小割合で最大割合と同じ画像が得られると考える。

【結語】 TWIST-VIBE における非造影 MRA の実用化に向けてのパラメータ検討ができた。

17 Radial scan を用いた金属アーチファクト低減法の検討

三浦 涼馬, 宿谷 俊郎, 大橋 一範, 山浦 聡,
飯島 哲士

獨協医科大学埼玉医療センター

【背景・目的】 近年, 様々なインプラント等の金属医療用器具を装着した患者の MRI 検査が増えており, MRI 検査における金属アーチファクトの画像への影響が重要な課題となっている。View Angle Tilting (VAT) は信号収集時に周波数方向傾斜磁場と共にスライス方向傾斜磁場も印加することで金属アーチファクトによる周波数方向への歪みを低減する。しかし, 専用のアプリケーションが必要となるため, 今回その代替案として turbo spin echo (TSE) と Radial scan を組み合わせた Multi Vane (MV) による金属アーチファクト低減法を検討した。

【方法】 PHILIPS Ingenia CX 3.0Tを用い、自作ファントムをTSE, VAT, Multi Vaneの3通りで撮像し、MVはMulti Vane percentageとBand Width (BW)を変えて撮像した。得られた画像よりSNR(差分マップ法)を比較し、プロファイルカーブより磁化率の影響について比較検討した。

【結果】 Multi Vane percentageが増加するとSNRは向上したが撮像時間が増加し、BWが増加するとSNRは低下した。Multi Vane percentageが増加すると磁化率アーチファクトが分散した。さらに、BWと共に上昇させるほど磁化率アーチファクトはより低減した。

【考察】 MVにおいてMulti Vane percentageを増やすとK空間中心部へより複数回充填することでSNRは向上していく。さらに、積算効果によりアーチファクトが分散し歪みが低減する。BWを広げることでサンプリング時間が短くなり、位相分散する前にデータ収集することが可能であるため、アーチファクト低減効果があると考えられる。一方でサンプリング時間は短くなることでSNRは低下する。至適撮像条件によって金属アーチファクト低減効果を得られることが示唆された。

18 AI搭載Deep Learningカメラを用いたポジショニング時間の検討

山下 豪¹⁾, 橋高 大介^{1,2)}, 平井 良明¹⁾, 大澤 三和¹⁾, 佐藤 久弥^{1,2)}, 加藤 京一^{2,3)}

- 1) 昭和大学藤が丘病院 放射線技術部
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 学校法人昭和大学 統括放射線技術部

【背景】 当院に新規導入されたCT装置は、AI搭載Deep Learningカメラ(以下DLカメラ)が搭載されている。DLカメラは、体幹部の撮影においてDLカメラを用いたオートポジショニング(以下AI法)が可能である。しかし、DLカメラを用いたAI法の精度やポジショニング時間の検討はなされていない。

【目的】 本研究は、体幹部CT撮影においてDLカメラを用いたAI法と従来のマニュアルポジショニング(以下従来法)について、ポジショニングから撮影開始までの時間を測定しDLカメラの有用性を検討した。

【方法】 体幹部CT撮影においてポジショニングからスキャン開始までの時間を測定し、従来法とAI法を比較した。従来法とAI法のポジショニングの手順を定義し、一行ごとに時間を測定した。ポジショニングにおいて経験値に左右される部分を技師の要因、装置に起因する部分を装置的要因に分類し比較を行った。経験年数は3群に分類し、従来法とAI法において経験年数の違いがポジショニング時間に影響するか統計解析を行った。

【結果】 ポジショニング時間は、従来法で33.3sec±5.2sec、

AI法で24.6sec±3.3secとなり、有意にAI法のポジショニング時間が短かった(p=0.0001)。経験年数を3群に分けた解析において技師の要因は、従来法で3群間に有意差はなく、AI法で3群間に有意差を認めた。また、装置的要因は、従来法およびAI法ともに3群間に有意差を認めなかった。よって、AI法は技師の要因におけるポジショニング時間に有意差を認めたことから、経験に左右されるポジショニング時間がDLカメラを用いたAI法は、ポジショニング時間を短縮することができると考えられる。

【結論】 体幹部CT撮影においてDLカメラを用いたAI法は、従来法と比較してポジショニングから撮影開始までの時間が有意に短く、DRカメラの有用性が示唆された。

19 被写体厚が二層検出器スペクトラルCTのヨード値計測に与える影響

古賀 千晶¹⁾, 望月 純二¹⁾, 三澤 慎也¹⁾, 池上 耕生¹⁾, 杉澤 浩一^{1,2)}

1) みなみ野循環器病院 放射線科

2) あかつきクリニック/イーメディカル東京

【目的】 二層検出器スペクトラルCT(spectral detector CT:SDCT)から得られるヨード値は、組織の造影効果の判定に利用されており、計測精度は診断に影響を与える。SDCTは、120kV又は140kVの単一管電圧により撮影でき、目的に応じた設定が可能である。今回、異なる管電圧で被写体厚の変化がヨード値計測に与える影響について検討した。

【方法】 CTはIQon Spectral CTを使用し、ファントムはMercury 4.0 Phantomを用いて、iodin 10mg/mlを検討対象とした。撮影条件は管電圧120kVと140kVでCTDI_{vol}を25mGyで固定し、ファントム径16, 21, 26, 31, 36cmを撮影した。計測はiodine densityを用いてヨード値を計測した。

【結果】 120kVでの計測値はファントム径16, 21, 26, 31, 36cmにて、それぞれ9.1, 9.0, 8.5, 7.9, 8.0であった。また140kVでは、それぞれ9.7, 9.4, 8.9, 8.2, 8.1であった。管電圧による差は、それぞれ0.6, 0.4, 0.3, 0.3, 0.1とファントム径が大きくなるほど小さくなった。

【考察】 計測値は両管電圧ともに真値より低い値となったが、ファントム径が小さいほど真値に近い値となった。また、140kVの方がすべてのファントム径で真値に近い値となった。しかしながら、ファントム径が大きくなるほど計測値の差は小さくなり、36cmでは同程度の値を示した。これはビームハードニングの影響が考えられ、被写体サイズが大きくなるほど誤差が生じたと考える。また、140kVでは被写体サイズが小さい場合は120kVよりも精度は高いが、被写体が大きくなるとビームハードニングの影響が大きくなったと考える。

【結論】 SDCT でヨード値を計測する際は、ビームハードニングによる影響を考慮し管電圧を選択することと被写体サイズによる誤差を考慮することが求められる。

20 X線CT装置における楕円形ファントムを用いたSSDEの管電圧依存性についての検討

中川 捺貴, 根岸 徹, 片瀬 知樹, 長谷川真帆,
二階堂 満, 石井 恒己, 宮前 裕太
東京都立大学健康福祉学部放射線学科

【目的】 X線CT検査における被ばく線量の指標にはCTDI_{vol}が用いられている。しかし、CTDI_{vol}は16cm, 32cmのPMMAファントムを用いた吸収線量値であり、被写体サイズを正確に反映していないため、吸収線量の過大評価、過小評価につながっている。そこで患者サイズに応じた被ばく線量を得るために、Size-Specific Dose Estimates (SSDE)が米国物理学会 (AAPM)よりReport No204および220によって提案された。このSSDEは、CTDI_{vol}に被写体サイズに応じた変換係数を乗じることにより求めることが可能である。また、変換係数の報告とともに管電圧依存性があることも報告されている。そこで6つの楕円形ファントムを用いてSSDEの管電圧依存性について検討した。

【方法】 X線CT装置はAquilion One (Canon)を使用した。6つの楕円形ファントム(長軸×短軸〈有効直径〉で表すと32.0cm×22.5cm〈26.8cm〉, 29cm×19cm〈23.5cm〉, 25cm×16cm〈20cm〉, 20cm×14cm〈16.7cm〉, 16.5cm×12cm〈14.1cm〉, 14cm×10cm〈11.8cm〉)と32cmのPMMAファントムを使用した。線量計はRADCAL社製9015型、検出部10×5-10.3CTを使用した。管電圧を80, 100, 120, 135kVと変化させてCTDI_{vol}を測定した。この測定値をSSDEとみなし、CTコンソール上に表示されるCTDI_{vol}からSSDEに変換するための変換係数を求めた。管電流は300mA固定とした場合、およびSD値を12.63としAECを使用した場合について測定を行った。

【結果】 管電流固定とした場合は、楕円形ファントムの有効直径が大きくなるにつれて管電圧による変換係数の変動が大きくなった。AECを使用した場合は、有効直径に関わらず変換係数の変動が小さかった。

楕円形ファントムでは、どちらの場合においても有効直径が大きくなるにつれてAAPMが提唱する変換係数よりも小さくなった。

【結論】 管電流を固定した場合、楕円形ファントムの有効直径が大きくなるにつれて管電圧依存性がみられ、AECを使用した場合は管電圧依存性が小さくなった。

21 楕円形水ファントムにおけるDeep Learning-based Reconstructionを用いたX線CT画像のノイズ特性評価

片瀬 知樹, 根岸 徹, 宮前 裕太, 長谷川真帆,
中川 捺貴, 二階堂 満, 石井 恒己
東京都立大学 健康福祉学部 放射線学科

【目的】 X線CT装置においてDeep Learning-based Reconstruction (DLR)は、円形の水ファントムにおいて優れたノイズ低減効果を示すことが報告されており被ばくの低減が期待されている。しかしDLRは教師データとして人体画像を使用するため、円形ファントムではノイズ除去効果が十分に発揮できない可能性がある。本研究では実臨床をより想定するために、人体の形状に近い楕円形の水ファントムと従来の円形ファントムを使用し、DLRのノイズ特性について比較した。

【方法】 円形のcatphan 500 (CTP 486 module)および楕円形のアクリル製水ファントム(長軸:320mm, 短軸:225mm, 奥行:240mm)を撮影し、Noise power spectrum (NPS)を測定した。X線CT装置はAquilion ONE SPEC-TRAL Edition (Canon Medical Systems)を使用し、管電圧120kV一定、管電流50, 100, 200, 300mAと変化させ、それぞれ10回撮影を行った。画像再構成法はFiltered back projection (FBP), Hybrid iterative reconstruction (HIR), DLRを使用した。またDLRについてはDLR Body (DLR B)とDLR Body Sharp (DLR BS)の2種類のパラメータを使用した。これらの画像に対してRegion of interest (ROI)をおき、NPSをradial frequency法にて解析した。

【結果】 catphanおよび楕円形水ファントムにおいてDLRのNPS値が他の再構成法よりも小さい値を示した。ノイズ低減効果は空間周波数域によって効果の高い再構成法が異なり、低周波数域ではDLR BS, 高周波数域ではDLR Bが優れた結果となった。また楕円形ファントムでは、管電流が低下するに従いノイズ低減効果が大きく増加する傾向がみられた。円形ファントムでは低周波数域におけるHIRとDLR Bに大きな差はみられなかったが、楕円形ファントムではDLR Bのノイズ低減効果が増加した。Average frequencyは両ファントムにおいてFBP>DLR BS>HIR>DLR Bであった。

【結論】 DLRのノイズ低減効果が円形および楕円形ファントムにおいて有用であることが示された。特に楕円形ファントムにおいてDLRのノイズ低減効果が顕著となり、撮影線量の低減に有用であることが示唆された。

22 複数装置間のコーンビーム CT 画像の画質評価

神 芳行, 濱田 祐介, 川内 覚, 佐久間秀之,
依田 彰吾, 阿部 凌那, 田野 政勝

国家公務員共済組合連合会虎の門病院 放射線部

【目的】 脳血管撮影においてコーンビーム CT (CBCT) は、脳実質の評価や頭蓋内ステントや穿通枝の評価など幅広い用途で撮影が行われている。当院では、CBCT 撮影が可能な装置が複数存在し、それぞれメーカーや機種が異なっている。各装置の CBCT 画像の特性を理解することは、臨床で撮影を行う上で重要なことであると考え、本研究では、各装置の CBCT 画像の物理評価をファントムを用いて行ったので報告を行う。

【方法】 使用装置は 3 台の血管撮影装置 (A 装置: Azurion 7 B20/15, B 装置: Artis Zee ceiling, C 装置: Artis Pheno) と画像評価用ファントムには Catphan ファントムを使用した。評価プロトコルは、各装置で撮影可能である脳実質を撮影対象としているプログラムとした。評価項目は、空間分解能 (高コントラスト分解能), 低コントラスト分解能, ノイズ特性とした。

【結果】 各評価項目において、装置間での差を確認することができた。空間分解能は、B 装置と C 装置は同程度であり、A 装置ではわずかに低下していた。脳実質の評価において重要な低コントラスト分解能に関しては、B 装置が優れており、ノイズ特性は A 装置において最も良好な結果となった。

【考察】 装置間の各評価項目の違いは、検出器や X 線管、撮影パラメーター、幾何学的条件を反映したものと思われる。臨床的には、各装置で使用するシチュエーションが異なるため、それぞれ画像の特性を理解した上で、撮影を行う必要があると考える。今後は、撮影条件の違いや装置間の患者被ばく線量についても詳細に検討が必要であると考え。

23 3D-rotational angiography における付加フィルタの違いが血管描出能に与える影響

阿部 凌那¹⁾, 濱田 祐介¹⁾, 川内 覚¹⁾, 佐久間秀之¹⁾,
依田 彰吾¹⁾, 鶴田和太郎²⁾, 田野 政勝¹⁾

1) 国家公務員共済組合連合会虎の門病院 放射線部

2) 国家公務員共済組合連合会虎の門病院 脳神経血管内治療科

【目的】 脳血管撮影において回転撮影 (3D-rotational angiography: 3D-RA) は、血管の立体的な構造を把握する上で極めて重要な撮影となっている。画像には、主幹動脈のみならず穿通枝や末梢血管も含め高い空間分解能が求められている。今回、我々は血管の描出能向上を目的として 3D-RA に設定されている付加フィルタの変更を行った。そこで本研究では付加フィルタ変更に伴う血管描出能の変化、及び被ばく線量についてファントムを用いて検討した。

【方法】 使用装置は Philips ヘルスケア製血管撮影装置 Azurion 7 B20/15, ファントムには頭部ファントムと自作の模擬血管ファントムを使用した。3D-RA の付加フィルタは従来設定の 0.4mm Cu+1.0mm Al と今回新たに設定した 0.1mm Cu+1.0mm Al の 2 種類を使用した。検討項目として、1. X 線管電圧の測定, 2. 模擬血管ファントムを用いた血管描出能の比較: 血管径の変化と X 線ビーム束に対する血管走行の角度の変化が画像に与える影響, 3. 頭部ファントムを用いた被ばく線量の測定を行った。

【結果】 付加フィルタ 0.1mm Cu+1.0mm Al 使用時は、0.4mm Cu+1.0mm Al 使用時と比べ X 線の管電圧はおよそ 5 kV 低くなっていた。付加フィルタ 0.1mm Cu+1.0mm Al 使用時の方が血管描出能は向上し、特に径の小さい模擬血管において顕著であった。しかし、ビーム束と模擬血管が平行になる時は血管の描出能が低下した。被ばく線量は付加フィルタ 0.1mm Cu+1.0mm Al 使用時は、皮膚や水晶体の線量の増加が認められた。

【考察】 新たに採用した付加フィルタは、従来と比べ厚さが薄くなるため X 線の管電圧の低下を確認することができた。これにより造影剤とのコントラストが付き、模擬血管の描出能の向上に寄与したと考えられる。一方で、管電圧の低下により皮膚や水晶体といった体表臓器の被ばく線量の増加につながる結果となった。このように、3D-RA の付加フィルタの変化がもたらす特性を理解した上で、撮影部位や目的に応じて付加フィルタの設定を変更することが重要であると考えられる。

24 マンモグラフィーにおける PMMA ファントムを用いた再撮影線量の検討

川田 浩紀, 池谷 由樹, 鈴木 博, 島田 豊,
大久保卓史

東邦大学医療センター大森病院

【背景・目的】 当院に新たに導入されたマンモグラフィー装置には、S 値などの撮影時の放射線量に相当する感度値が存在しない。その為、撮影時にモニターで撮影条件の確認を行っているが、再撮影が必要な線量の判断が難しくなっている。

今回、PMMA ファントムを用いてファントム厚を変化させ、再撮影線量を検討した。

【方法】 1. PMMA ファントムを 10~50mm まで 10mm ずつ変化させ、Full Auto の撮影条件で撮影を行い、基準撮影線量を求めた。

2. DMQC 3D ファントムと PMMA ファントム (厚さを 10~50mm まで 10mm ずつ変化) を使用し、基準撮影線量から線量を変化させ CNR, SCTF (%), 低吸収モジュールを測定し、管理基準値と比較した。

3. CDMAM ファントムと PMMA ファントム (厚さを

10～50mmまで10mmずつ変化)を使用し、基準撮影線量から線量を変化させ IQF Inv を比較した。

【結果】 1. 撮影基準線量は、PMMA ファントム厚10mmで0.55mGy, 20mmで0.78mGy, 30mmで1.11mGy, 40mmで1.44mGy, 50mmで1.97mGyとなった。

2. DMQC 3D ファントムでは各厚さの全ての線量で、CNR・SCTF (%)は精中機構推奨値の範囲内となったが、低吸収モジュールのCNRで変化した。低吸収モジュールのCNRが推奨値より低くなったのは、PMMA ファントム厚10mmで0.44mGy, 20mmで0.63mGy, 30mmで0.97mGy, 40mmで1.15mGy, 50mmで1.64mGy以下となった。

3. CDMAM ファントムは、DMQC 3D ファントムと同様の線量で IQF Inv・C-D 曲線が基準撮影線量と比較して、大きく低下した。

【結語】 再撮影が必要になる線量は、PMMA ファントム厚10mmで0.44mGy, 20mmで0.63mGy, 30mmで0.97mGy, 40mmで1.15mGy, 50mmで1.64mGy以下となった。再撮影線量が基準撮影線量より平均で約15%低い線量となったのは、FPD装置の自動露出機構の線量設定によるものと思われる。実際の乳房の撮影線量は、乳房厚と乳腺密度によって変化する為注意が必要だが、今回のPMMAファントムでの再撮影線量は自動露出機構を使用するのが難しいマニュアル撮影において有効であり、再撮影を検討する際の指標にできると考えられる。

25 NICU ポータブル撮影の FPD システム導入における カテーテル先端の視認性の向上についての検討

篠原 瑛理, 成田 悠, 茨木 裕美, 四釜 静帆,
檉田 伸治, 矢野 晋平, 光武 秀悦, 西郷 洋子
帝京大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】 当院では新生児集中治療室 (NICU) のポータブル撮影において、従来はイメージングプレートを用いたシステム (以下 CR とする) を使用してきた。しかし、医師からカテーテル挿入後の留置位置の確認を目的とする画像で、カテーテル先端の視認性が悪いとの指摘を受け、新たにフラットパネルディテクター (以下 FPD とする) を用いたシステムを導入した。そこで今回はカテーテル先端の視認性に着目し、従来の CR と新しく導入した FPD で、視認性がどの程度向上したか比較検討した。

【方法】 新生児全身ファントムに PI カテーテルを貼り付け、CR と FPD で撮影した。従来の CR 使用時の撮影条件 (55kV/2.5mAs/SID100cm) を基準条件とし、FPD のみ mAs 値を段階的に変化させて複数の画像を取得した。各画像に対し臨床で使用される通常の画像処理を行い、画像サーバーに保存した。診療放射線技師23名にて医師が通常使用する電子カルテ付属の汎用モニターで視覚評価を行い、

正規化順位法で解析した。観察者には学術研究で使用する
ことについてインフォームドコンセントを行い同意を得た。

【結果】 正規化順位法で解析したところ、距離尺度は基準条件において CR が-0.63, FPD が0.85, l.s.d. が0.23となった。また、基準条件で撮影した CR の距離尺度が-0.63に対し、基準条件の半分の mAs 値で撮影した FPD の距離尺度は-0.04となった。

【結論(考察)】 FPD 導入により従来の CR より撮影条件を半減してもカテーテル先端の視認性が向上していることが確認できた。よって、従来より低い撮影条件で医療行為の安全性をより担保できる可能性が示唆された。今後はカテーテル先端の視認性以外の項目にも着目し、当院での新生児撮影の至適条件を検討していきたい。

26 新人教育における膝側面ポジショニング判定支援機能 の有用性の検討

篠塚 香緒, 森田 康介, 谷畑 誠司, 吉田 彩子,
岡崎 美紀

東京女子医科大学病院 中央放射線部

【背景】 2021年4月にコニカミノルタ社製の膝側面ポジショニング判定支援機能 (以下 S-RS) が導入された。S-RS は大腿骨の内外顆の最大ズレ量を自動計測する機能で、ズレ量を A (良好) B (許容) C (再撮) とランク分類し、技師間の再撮影判断基準の差、不要な再撮影の削減、再撮影判断時間の短縮を目的としている。近年、当院一般撮影・透視部門は技師歴3年未満が半数を占め、あいまいな判断での再撮影の増加、検査時間の増加が生じていた。また S-RS は最大ズレ量の表示はするが、ズレ位置の表示がないため、ズレ量の大きさと画像合否基準に相違が生じることがあった。

【目的】 S-RS の導入による技師歴3年未満の合格判断基準、再撮影判断時間を検討したので報告する。

【方法】 技師歴3年未満の10名を対象に、S-RS 使用時と未使用時の1. 合格と判断した画像のズレ量、2. 再撮影判断時間、3. 表示されたズレ量と画像の相違について評価した。なお再撮影判断時間は照射後、再撮影を行うか判断するまでの時間とした。

【結果】 S-RS 使用時と未使用時の1. 合格と判断した画像のズレ量は未使用時の方が少ない傾向となった。2. 再撮影判断時間は使用時の方が短くなる傾向となった。3. 大腿骨の内外顆の前壁側膝蓋骨先端下と後壁内転筋結節側のどちらかが大きくズレた場合、表示されたズレ量と合格判断基準に相違が生じた。

【考察】 S-RS 未使用時はズレ量の表示がないため、目視においてズレ量が0mmに近くなることを求め、診断に影響がない画像も再撮影している傾向がある。また再撮影判断時間が長くなり、検査効率の低下に繋がる。ズレ量と合格

判断基準に差が生じる可能性があるため、ズレ量・画像相互の確認をすることが重要である。また最初の撮影で7mm以上のズレがある場合、再撮影率が増える傾向があるため、習熟度の高い技師の指示を仰ぐ必要がある。

【結論】 新人教育にS-RSを用いることで、あいまいな判断での再撮影の減少、検査時間の短縮の可能性が示唆された。

27 膝関節側面完全伸展位撮影における検討

小林 智哉¹⁾、高橋 拓也¹⁾、篠崎 千早¹⁾、橘高 大介^{1,2)}、大澤 三和¹⁾、佐藤 久弥^{1,2)}、加藤 京—^{2,3)}

1) 昭和大学藤が丘病院 放射線技術部

2) 昭和大学大学院 保健医療学研究所

3) 学校法人昭和大学 統括放射線技術部

【背景】 当院では人工膝関節全置換術(TKA)術前に膝関節側面完全伸展位撮影を行う。膝関節側面完全伸展位は、術前の前十字靭帯、後十字靭帯の緩みを評価し、術後TKA挿入患者の膝関節伸展位での下腿骨前方、後方の不安定性を予測することができる。大腿骨に対する下腿骨の前後のズレを正確に計測するため大腿骨内外顆後縁が一致したX線画像の提供が求められているが、伸展位で大腿骨内外顆を触知するのは困難であり、再撮影率が高い現状である。

【目的】 膝関節側面完全伸展位撮影に対する撮影補助具を作成し再撮影率の低減を検討した。

【方法】 TKA術前に膝関節CT撮影を行っている症例を後方視的に収集した。膝関節CT画像から3D画像を作成し、下腿挙上角度、外旋補正角度を算出した。補正角度は、収集した症例の標準偏差内である症例を対象に算出した。算出した補正角度をもとに、三角関数を用いて補助具を作成した。作成した補助具を使用してTKA術前の膝関節側面完全伸展位を撮影し、再撮影率を調査した。

【結果】 下腿挙上の補正角度の平均角度は、 $12.2^{\circ} \pm 2.8^{\circ}$ 、外旋補正角度の平均角度は、 $7.9^{\circ} \pm 1.8^{\circ}$ であった。よって、作成した補助具は、膝関節が伸展位で内外顆が一致するように下腿挙上方向に 12° 、外旋方向に 8° の補正角度をつけた補助具を作成した。作成した補助具の有無における再撮影率を比較した結果、17%の再撮影率が低減した。しかし、補助具を使用した場合においても再撮影となった症例があった。これは、算出した下腿挙上角度および外旋補正角度は、皮下組織の厚みを考慮せず、補正角度を算出したため、膝関節の内外顆が一致しなかったと考えられる。

【結論】 膝関節側面完全伸展位撮影に対する撮影補助具を作成し、再撮影率を低減することができ、補助具の有用性が示唆された。

28 水再生センターにおける人為起源ガドリウム濃度の実態調査

坂田 愛実¹⁾、井上 一雅¹⁾、楚山 翔¹⁾、高畠 賢¹⁾、福士 政広^{1,2)}

1) 東京都立大学大学院、2) つくば国際大学

【目的】 東京都23区内の13施設における下水中のGd濃度を誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)により定量し、人為的要因に起因するGd濃度を明らかにした。

【方法】 水再生センターにおいて、流入水、第一沈殿池流出水および放流水を採水し、メンブレンフィルター等で前処理を行った後にICP-MSを用いて分析を行いGd濃度の定量を行った。

【結果】 13施設のGd濃度(中央値)は、流入水で81ppt(43-362ppt)、第一沈殿池流出水で117ppt(55-695ppt)、放流水で113ppt(38-804ppt)であり、工程が進むにつれGdを除く種々の元素や不純物が沈殿除去され、処理水量の減少による一種の濃縮が生じていると考えられた。希土類元素の存在パターン解析では、Gdのバックグラウンド濃度に対する試料中のGd濃度(Gd/Gd^*)が全試料において $Gd/Gd^* > 1.2$ を示し、人為的な介入によりGd濃度が上昇したと考えられた。

【結論】 東京都23区内の東京都水再生センターに流入する下水中に人為的な介入による高濃度なGdが確認でき、希土類元素の存在パターン解析によりMRI検査で利用されているGd造影剤に起因した結果であると考えられた。また、現代の下水処理においてGdが沈殿除去されずに河川等に放流されていることを確認した。

29 東京都23区外水再生センターにおけるガドリニウム濃度調査

内田 亜希¹⁾、井上 一雅¹⁾、坂田 愛実¹⁾、高畠 賢¹⁾、福士 政広^{1,2)}

1) 東京都立大学、2) つくば国際大学

【目的】 東京都23区外の水再生センターの流入水、第一沈殿池流出水および放流水を採水し、試料に含まれるガドリニウム濃度を誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)で定量分析を行い、環境への放出量および処理過程におけるガドリニウム濃度の変化について検討を行った。

【方法】 東京都23区外の水再生センター12箇所にて採水を行い、メンブレンフィルターを用いて濾過処理を行った。その後、ICP-MSを用いてガドリニウム濃度(ppt)の定量を行った。

【結果】 東京都23区外の水再生センターにおける流入水、第一沈殿池流出水および放流水に含まれるガドリニウム濃度の平均値(範囲)は、63.15ppt(7.30-169.97ppt)、82.91ppt(31.62-149.17ppt)および140.51ppt(22.73-595.82ppt)であった。調査を行ったほぼ全て水再生センターに

において下水処理が進むにつれてガドリニウム濃度が上昇した。キレート構造を持ったガドリニウムは水溶性であるため下水処理過程の中で沈殿することがないため、ガドリニウムの含有量が変化せず水の体積が処理過程で減少することで濃度が上昇したと考えられた。各水再生センターにおける下水処理量に着目した検討では、下水処理量が少ないほど放流水中のガドリニウムが希釈されずに高濃度を示した。本調査結果は、諸外国で報告されている結果と同程度またはそれ以上の濃度であり、希土類元素パターン解析においてこれらの異常値は人為的なものである可能性が示唆された。

【結論】 東京都23区外の水再生センターにおいて、下水処理過程にあるガドリニウム濃度の変化について検討を行った。ガドリニウムは現在の下水処理では除去されず環境中に放流されていることが明らかとなった。

30 東京都葛飾区的环境放射線量の経年変化

八木 瑞穂¹⁾、井上 一雅¹⁾、高島 賢¹⁾、福士 政広^{1,2)}

1) 東京都立大学, 2) つくば国際大学

【目的】 福島第一原子力発電所事故により東京都23区北東部に位置する葛飾区内の空間線量率が急激に上昇した。本研究は、事故後に定期的に実施している区内の環境放射線量調査結果を含め2020年3月に実施した調査結果を報告する。

【方法】 東京都葛飾区全域において走行サーベイ法および定点測定法を用いて空気吸収線量率 (nGy/h) を算出した。走行サーベイ法では、NaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータを車内中央部に地上面より1mの位置に設置し、区内を走行しながら30秒毎に車内における計数率 (cps) を測定した。同時にGPSを用いて測定地点の緯度および経度を記録した。定点測定法では、区内13地点において、車内で2分間、車外で10分間、30秒ごとに計数率 (cps) を測定した。これらの計測により得られた車内外計数率の相関関係から車体による遮蔽の影響を補正した。

【結果】 走行サーベイにより算出された葛飾区内の平均空気吸収線量率は、 $58 \pm 10 \text{ nGy/h}$ ($33\text{-}99 \text{ nGy/h}$) であった。本測定を開始した2015年の調査結果に対して11%の減少率であった。応答行列法により算出した人工放射性核種に起因した平均空気吸収線量率は、2015年で $25 \pm 11 \text{ nGy/h}$ ($15\text{-}51 \text{ nGy/h}$)、2020年で $13 \pm 8 \text{ nGy/h}$ ($4\text{-}31 \text{ nGy/h}$) であり、減少率は49%であった。

【結論】 東京都葛飾区内の空気吸収線量率は、風化の影響を受けて物理的半減期よりも早く減少していることが明らかとなった。経年変化を検討した結果、事故後7年が経過した2018年以降の調査において人工放射性核種由来の空間線量率は短半減期核種である ^{134}Cs の空間線量率の寄与率が低くなり、減少率は低下傾向を示した。今後の葛飾区内

の空間線量率は、長半減期核種である ^{137}Cs に依存して変化することが予想され、継続的な調査が必要である。

31 福島第一原子力発電所事故後における伊豆大島の土壤中放射能濃度の推移

大橋 智洋¹⁾、井上 一雅¹⁾、増子 智美¹⁾、高島 賢¹⁾、福士 政広^{1,2)}

1) 東京都立大学, 2) つくば国際大学

【目的】 伊豆大島では、2011年に発生した福島第一原子力発電所事故後より継続した放射性セシウムの濃度調査を実施している。本研究では、2020年に実施した調査結果を踏まえ、過去10年間の放射性セシウム濃度の推移を報告する。

【方法】 2020年8月29日から8月31日までの3日間で、島内25地点において土壌を採取した。採取した土壌は篩を用いて小石や落葉などを取り除き、粒径2mm以下の大きさに整え、プラスチック容器に詰めた。その後、採取した土壌を乾燥させ、高純度Ge半導体検出器を用いてエネルギースペクトルを測定した。測定時間は、試料につき30,000秒に設定した。得られたエネルギースペクトルから核種分析を行い、 ^{134}Cs ($E_{\gamma}=605\text{keV}$, 796keV) と ^{137}Cs ($E_{\gamma}=662\text{keV}$) の放射能濃度を測定した。なお、土壌採取に際しては、大島町役場の許可を得て実施した。

【結果】 ^{134}Cs と ^{137}Cs の平均放射能濃度は、 ^{134}Cs で $2 \pm 2 \text{ Bq/kg}$ 、 ^{137}Cs で $34 \pm 42 \text{ Bq/kg}$ であった。福島第一原子力発電所の事故が発生した2011年の測定データと2020年の測定データを比較すると、 ^{134}Cs で約98%、 ^{137}Cs で約75%の減少を示した。昨年2019年と2020年の放射能濃度を比較した場合、 ^{134}Cs で約40%、 ^{137}Cs で約14%の減少を示した。

【結論】 伊豆大島の土壤中放射能濃度の推移を検討したところ、物理的半減期より明らかに早い減衰を示した。伊豆大島は台風等の通り道であり、年間降水量が本土と比較して多いことから風化の影響が大きいことが要因であると考えられた。

32 伊豆大島における空間線量率調査と福島第一原子力発電所事故後の推移

増子 智美¹⁾、大橋 智洋¹⁾、井上 一雅¹⁾、高島 賢¹⁾、福士 政広^{1,2)}

1) 東京都立大学, 2) つくば国際大学

【目的】 福島第一原子力発電所事故より約9年半が経過した伊豆大島において、島内全域の空間線量率の調査を行い、過去の調査結果と比較検討することで環境放射線の変化を検討した。

【方法】 2020年8月29日から3日間にわたり、自動車を用いた走行サーベイ法および島内25地点における定点測定法により空間線量率を計測した。走行サーベイ法では、NaI (Tl) シンチレーションスペクトロメータを車内に設置し、

島内を時速40km程度で走行しながら30秒毎に車内における計数率を測定した。加えて、島内25地点において、車内外で2分間に計数率を測定し、車内外計数率の相間関係から車体による遮蔽の影響を補正した。加えて、車外で10分間の計測の行い、エネルギースペクトルを取得して天然および人工放射性核種由来の空間線量率に分離した。

【結果】 2020年8月に実施した調査結果では、島内全域の平均空間線量率は 14 ± 4 nGy/hであった。また、定点測定法により得られた天然および人工放射性核種由来の平均空間線量率は、それぞれ 10 ± 3 nGy/h、 5 ± 3 nGy/hであった。本結果をもとに算出した島内の実効線量は0.09mSv/yであった。

【考察】 伊豆大島における平均空間線量率は福島原発事故後の測定値から次第に減少しており、2020年の調査結果は2011年の調査結果の約39%にまで低下した。放射性セシウム ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) の減少の推移から算出した環境半減期は約3年と推測され、物理的減衰よりも早い速度で減少していることを確認した。

33 千葉県東葛地区における人工放射性核種由来の放射線量の推移

楚山 翔¹⁾、井上 一雅¹⁾、清水 秀雄²⁾、窪岡 大²⁾、高島 賢¹⁾、福士 政広^{1,2)}

1) 東京都立大学大学院、2) つくば国際大学

【目的】 福島第一原子力発電所の事故により、環境中に多量の人工放射性核種が拡散され、千葉県北西部に位置する東葛地区では事故以前と比較して著しい空間線量率の上昇を観測した。所属研究室では、2015年に東葛地区全域において環境調査を実施している。本研究では、2020年に調査した結果と対比させることで、空間線量率の推移および沈着した人工放射性核種の動態について検討したので報告する。

【方法】 本研究では走行サーベイ法および定点測定法により調査を実施した。得られた空間線量率より、地区内の線量マップを作成した。また、得られたエネルギースペクトルより天然および人工放射性核種由来の空間線量率に分離して検討を行った。

【結果】 走行サーベイ法によって得られた2020年の平均空間線量率は 53 ± 11 nGy/hであった。定点測定法によって得られた平均空間線量率は 53 ± 13 nGy/hであった。また、得られた天然および人工放射性核種由来の平均空間線量率はそれぞれ、 43 ± 10 nGy/h、 11 ± 9 nGy/hであった。

【考察】 2020年の平均空間線量率は、2015年と比較して22%減少していた。しかしながら、事故以前と比較すると1.9倍高い空間線量率である。得られた空間線量率分布より主要な幹線道路に沿って高線量率を観測した。走行サーベイは主としてアスファルト上で実施しており、アスファ

ルト舗装の種類により線量率が異なった可能性が示唆された。人工放射性核種由来の平均空間線量率は、2015年に対して51%減少していた。この減衰は物理的減衰と比較して速い傾向であり、雨や風などの風化作用による影響が大きいと考えられた。

【結語】 2015年の測定結果と比較した結果、空間線量率の分布に関しては大きな変化は見られなかったが、空間線量率は物理的減衰のみよりも速い傾向を示した。

34 OSL線量計のフェーディング特性の評価

石井 恒己、根岸 徹、中村登紀子、二階堂 満、片瀬 知樹、中川 捺貴、長谷川真帆
東京都立大学

【背景】 Landauer社で小型のoptically stimulated luminescence (OSL)線量計(nanoDot線量計)が開発され、主にIVRにおける水晶体被ばくや散乱線測定などに用いられている。OSL線量計の素子は格子欠陥を持つ酸化アルミニウムであり、線量情報を蓄積する性質を有している。OSL線量計は緑色LEDの光で励起すると青色ルミネセンス光を発する。この光量が線量に比例するため吸収線量を測定できる。また、繰り返し測定が可能である。しかし、フェーディングによって蓄積された線量情報が失われてしまうことが考えられるため、本研究では、連続読取をする際の励起光によって起きるフェーディングと、保管環境下におけるフェーディングの影響について評価を行った。

【方法】 連続読取によるフェーディングでは、1mGy、10mGy、100mGy照射した素子を測定器で100回読取を行った。次に、保管環境下におけるフェーディングの影響の評価では、素子5個ずつを10mGy照射し、ケース内に装填した状態で、暗箱保管、明室保管、およびシャウカステンで露光した。測定はそれぞれ照射直後と60分ごとに240分まで行った。

【結果と考察】 連続読取では100mGyで88.1%、10mGyで63.8%、1mGyで63.7%まで低下した。これは、蓄積線量の少ない素子には強い励起光、多い素子では弱い励起光を使用するため、強い励起光を使用した場合は0.38%/回、弱い励起光を使用した場合は0.07%/回フェーディングしていた。次に、連続読取の影響を考慮し、暗箱内でフェーディングでは240分で95.4%、明室でのフェーディングは95.8%、シャウカステンの前では94.0%まで低下した。この結果から保管する際の周辺光の影響はほとんどないが、強い光を当てるとケース内に装填していても軽微な影響があることがわかった。これらより、測定精度を向上させるために読取回数を増やす場合でも変動係数を考慮し、4から5回にするべきと考える。さらに保管方法としては強い光源の近くを避けて保管することが望ましい。

35 可視光領域における OSL 線量計のアニーリング特性の評価

石井 恒己, 根岸 徹, 中村登紀子, 二階堂 満,
片瀬 知樹, 中川 捺貴, 長谷川真帆
東京都立大学

【目的】 Landauer 社で小型の optically stimulated luminescence (OSL) 線量計 (nanoDot 線量計) が開発され, 主に IVR における水晶体被ばくや散乱線測定などに用いられている. この線量計は素子の大きさが $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 2\text{mm}$ と非常に小さく, 金属フィルタを持たないため X 線画像の障害陰影になりにくいという特長を持っている. しかし, この nanoDot 線量計を繰り返し使用するためにはアニーリングを行い, 蓄積された情報を消去するため, アニーターが必要となる. 本研究では, 病院や診療所に設置されているシャウカステンを用いたアニーリングと光源の波長を変調させたアニーリングを行い, より効率的にアニーリングを行う方法を検討した.

【方法】 シャウカステンを用いたアニーリングでは, 1mGy , 10mGy , 20mGy 照射した素子各 5 個をチャック付きポリ袋に入れてシャウカステンに吊り下げた. これらの素子を照射直後とアニーリング開始から 2, 5, 10, 20, 30, 60, 120 分後に測定した. 次に, 光源の波長を変調させたアニーリングでは, ピーク波長 630nm (赤), 525nm (緑), 450nm (青), および白色光を用いて, 10mGy を照射した素子 5 個を投光器の上に並べ, 照射直後とアニーリング開始から 2, 5, 10, 20, 30, 60 分後に測定した.

【結果・考察】 シャウカステンを用いたアニーリングでは, 20mGy を照射した素子で 60 分で 1.1% , 120 分ではほぼバックグラウンドと同等かそれ以下まで減衰し, 線量が多いほどアニーリングに時間を要した. 次に, 光源の波長を変調させるアニーリングでは, 赤色光は 60 分で 2.7% , 緑色光は 20 分で 0.76% , 青色光は 5 分で 0.39% , 白色光は 5 分で 0.32% まで減衰した. また, 同じ輝度の白色光でも蛍光灯を光源としているシャウカステンより三原色を光源としている投光器のほうがより効率的に消去可能となった.

【結語】 これらの結果から, 青色光もしくは三原色を光源とする白色光によるアニーリングが最も効率的に線量情報を消去でき, 短時間で再測定が可能となることが示唆された.

36 骨シンチグラフィにおける SUV の評価

村橋 啓太, 高坂 祐輝, 舘 真人, 森 一晃,
丸野 廣大

国家公務員共済組合連合会虎の門病院 放射線部

【目的】 当院で使用している SPECT-CT は, 解析プログラム xSPECT BONE を使用して骨シンチグラフィの Standardized uptake value (以下 SUV) が算出できる.

しかし, 先行研究によって SUV は装置や再構成条件によって異なることが報告されており, 自施設の SUV を把握することは重要であった. そこで本研究では, SPECT-CT 画像を用いて正常集積部位および異常集積部位における SUV の評価を行った.

【方法】 使用装置は Symbia Intevo 2 (SIEMENS 社製), 画像解析ワークステーションとして VoxBase (ジェイマックシステム社製) を用いた. 対象は, 主として前立腺癌骨転移鑑別目的で骨シンチグラフィ検査を施行した 87 例 (71.36 ± 10.32 歳). 核医学専門医の読影に基づき, 正常骨部位/退行性変性/骨転移部位 ($n = 33/30/24$) に分類した. 放射性医薬品には $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMDP を使用し, 投与後約 4 時間で全身像と SPECT-CT の撮像を行った. SPECT の収集条件は Matrix: 256×256 , pixel size: 2.4mm , 収集時間: $10\text{sec}/\text{view}$, view 数: 60, 拡大率: 1.0 とした. 画像再構成条件は, OSCGM 法を用いて Parameter Setting を Best とし, 3D Gaussian フィルターを FWHM 5.0mm とした. SUV の算出方法は VoxBase 上にて集積部位に球体 VOI を設定し, 算出される SUVmax を用いた. また, 読影にて正常範囲となった男性 18 名・女性 15 名については, 各部位別 (C5/Th2/Th6/L3/胸骨柄/第 6 肋骨/右腸骨稜/右大腿骨頸部) に VOI を設定し, 各々の SUVmax および男女差も評価した.

【結果】 SUVmax は正常骨の部位別 (C5/Th2/Th6/L3/胸骨柄/第 6 肋骨/右腸骨稜/右大腿骨頸部) では男性が $11.01 \pm 2.10/8.12 \pm 1.70/8.44 \pm 1.83/8.00 \pm 2.10/6.64 \pm 1.79/4.37 \pm 0.96/6.08 \pm 1.85/4.36 \pm 0.97$, 女性が $8.54 \pm 1.98/6.95 \pm 1.14/6.79 \pm 1.23/6.86 \pm 1.40/5.33 \pm 1.24/3.64 \pm 0.89/5.71 \pm 1.69/3.94 \pm 0.51$ となった. また退行性変性部位は 17.04 ± 5.47 , 骨転移部位では 32.77 ± 23.52 であった.

【結論】 当院における正常骨部位の SUV を把握することができた. 正常骨部位における SUVmax は各部位で異なり, 男女間においても差が生じた. また, 定性画像ではなく SUV を用いて評価することは, 退行性変性や骨転移部位との鑑別に有用であった.

37 2 核種同時収集心筋 Gated SPECT における左右心室の心機能解析精度

工藤 唯子, 石井 巨友, 横瀬 鎮, 北村 拓也,
関口 幸二, 小久保 忠, 岩村 太郎, 大久保卓史
東邦大学医療センター大森病院 中央放射線部

【目的】 $^{201}\text{TlCl}$ と ^{123}I -BMIPP の 2 核種同時収集心筋 Gated SPECT (2 核種心筋 G-SPECT) における心機能解析は, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製剤に比べ一般的でなく, 各施設条件での解析精度の確認が必要である. また近年, 心機能解析ソフトウェア (QGS) で可能となった右室の解析精度に関する報告は少ない. そ

こで、QGSの左右心室の解析精度をMRIと比較し検証した。

【方法】 対象は、2核種心筋G-SPECTと心臓MRIを同時期に施行した20例とした。検討①：QGSの自動輪郭抽出が適切か左右の心室について視覚評価した。検討②：適切な輪郭が得られた症例のみを用いて、核種ごと、および左右心室の心機能指標（EDV, ESV, EF）をMRIの心機能解析結果と比較した。

【結果・考察】 検討①：QGSの輪郭は左室で全例、右室の²⁰¹Tlで8例、¹²³Iで10例が適切と判断され、RI集積率が低い右室の輪郭抽出精度は低下した。検討②：左室における各指標のQGSとMRIとの相関は、いずれも $r=0.90$ 前後と高く、有意な相関を認めた($p<0.05$)。右室では、²⁰¹TlでESV ($r=0.71$)のみ、¹²³IでEDV ($r=0.65$)、ESV ($r=0.73$)、EF ($r=0.83$)の全指標で有意な相関を認めた($p<0.05$)。右室で²⁰¹Tlの解析精度が低下したのは、¹²³Iの散乱線による画質低下が原因だと考えられた。

【結論】 2核種心筋G-SPECTにおけるQGSの心機能解析精度は、左室は両核種とも良好に保たれるが、右室は¹²³Iの輪郭抽出が適切と判断された場合のみ担保できる事が示唆された。

38 SiPM-PET/CT装置の体軸方向視野による¹¹C-メチオニン脳PET画像の低コントラストおよび微小病変への影響

甘楽 楓^{1,2,3)}、我妻 慧^{3,4)}、横塚 記代²⁾、上高 祐人³⁾、三輪 建太⁵⁾、谷本 克之¹⁾、西井 龍一⁶⁾、石井 賢二³⁾

- 1) QST病院 診療放射線技術室
- 2) 帝京大学大学院 医療技術学研究所
- 3) 東京都健康長寿医療センター研究所 神経画像研究チーム
- 4) 北里大学 医療衛生学部
- 5) 福島県立医科大学 保健科学部
- 6) 量子医科学研究所 分子イメージング診断治療研究部

【目的】 ¹¹C-メチオニン脳腫瘍PETイメージングにおいて、低グレード神経膠腫は低コントラストの集積を示し、体軸方向視野(AFOV)が20cmの高感度かつ高分解能のSilicon photomultiplier (SiPM) -PET/CT装置を使用しても7.5mm以下の小病変の描出が困難であった。そこで本研究では、さらに感度が向上したAFOV-25cmのSiPM-PET/CT装置を用いて、低コントラストかつ微小病変の検出能の向上を試みた。

【方法】 Brain Tumorファントムのバックグラウンド(BG)に2.65kBq/mLの¹⁸F溶液を満たし、BGとホット球の比は2とした。収集時間は¹¹C-メチオニン撮像の20、10分収集相当の時間で収集し、AFOV-20および25cmのDis-

covery MI (GE Healthcare)を用いて撮像した。画像再構成法はBayesian penalized likelihood (BPL) + TOFとし、256×256マトリクス、1.0mm/pixelを共通条件、BPLのβ値(0-1000)を変更して画像再構成した。物理的評価としてノイズ(coefficient of variation:CV)、%コントラスト、検出能を算出した。CVが10%未満の画像に対して7.5mm球が視認できるか視覚評価した。

【結果】 高いβ値にするほどCVは減少した。10mm球以下では低いβ値ほど高い%コントラストを示した。10mm球の%コントラストはAFOV-20cmの方が高い値を示したが、7.5mm球ではAFOV-25cmの方が高い値を示した。AFOV-25cm、20分収集、β100で7.5mm球の検出能が最も高い7.9を示した。20分収集をすれば、AFOV-20cmのβ100とAFOV-25cmのβ300以下のとき7.5mm球が視認可能であった。

【結論】 ¹¹C-メチオニンPETにおける低コントラスト病変において、20分収集を行い、AFOV-20cmではβ100、AFOV-25cmではβ300以下で画像再構成することで7.5mm球まで視認可能であった。体軸方向視野25cmを用いることで微小集積の検出能を向上させ、広い範囲のβ値で7.5mm球の視認ができた。

39 Si-PM搭載PETにおけるタウPETイメージングの至適撮像条件に関するファントム検証

野坂 広樹、櫻井 実、長谷 康二、金谷 浩司、青山 里愛、平松 未帆、直井 悠花
日本医科大学健診医療センター

【目的】 半導体シリコンフォトマルチプライヤー(Si-PM)搭載のPET装置は、Time of flight (TOF)時間分解能の向上と検出器ブロックの小型化によって、従来のPET装置と比較して高感度で高分解能な画像を得ることが可能になった。今回は当院におけるSi-PM搭載PET装置を用いたタウPETイメージングの至適撮像条件についてファントムを用いて検討したので報告する。

【方法】 SiPM搭載PET装置はBiograph Vision 450(SIEMENS社製)を使用した。直径160mmの円筒型ファントムと脳実質を模擬したホフマン3Dファントムを使用し、撮影開始時の放射能濃度が2.0kBq/mLと4.7MBq/mLになるように¹⁸F溶液で満たし20分間の撮影を行った。Iteration数を1から10まで変化させた場合と、Gaussian filter(GF)を0mmから2.5mmまで0.5mm間隔で変化させた場合の画像を作成し比較した。画像再構成条件はマトリクスサイズ440、スライス厚2mm、Subset5とした。円筒型ファントム画像の体軸方向に複数の関心領域を設定し、各スライスに対する相対誤差の標準偏差(SD)と、中心スライスにおける変動計数(CV)を求めて比較した。ホフマン3Dファントム画像は灰白質と白質に関心領域を設定し、%コント

ラスト(%CR)を求めて比較した。また、TOF 補正と Point spread function (PSF) 補正の有無による影響も検討した。

【結果】 GF の値が大きくなるほど SD と CV は低下した。同一 GF における比較では、Iteration 数が大きくなるほど CV は増加したが、SD は Iteration 数が 6 程度で収束した。%CR は GF の値によって多少の差がみられたが、Iteration 数が大きいほど増加し、Iteration 数が 6 程度で収束する傾向に差は見られなかった。PSF 補正を行った場合、%CR の収束が TOF 補正のみの結果よりも早く、Iteration 数が 4 程度で収束したが、傾向については同様であった。

【結論(考察)】 タウ PET イメージングにおいて病変の局在を把握し、その広がりや診断することは重要であり、Si-PM 搭載 PET 装置で高コントラストな画像を用いることで病変の局在診断が可能になると考えられる。

40 RIS データを用いた核医学検査の線量記録と線量管理

小林 幸男, 佐藤友美子, 時岡 敦夫
公立学校共済組合関東中央病院放射線科

【背景・目的】 2020年4月より施行された医療法施行規則の一部改正で、核医学検査の線量記録と線量管理が義務化された。現在、線量管理には多くの専用ソフトがあり、それぞれにおいて、線量最適化をサポートする機能を有している。しかし、その導入には費用の面で問題がある。一方、RIS (Radiology Information System) は、多くの施設で運用されており、検査情報に加えて患者情報を CSV 形式で出力することが可能である。今回、この RIS データを使い、市販の表計算ソフトを用いた核医学検査の線量記録と線量管理を行う方法について検討した。

【方法】 線量記録は、患者情報および検査情報を当院で使用している RIS により出力し、検査予定時間を RI 投与時間と想定し、検定量から計算により投与量を求めた。検定量と投与後に残留する量に対しての補正を行い、放射性医薬品ごとに実患者投与量を推定する式を求め、表計算シートに実患者投与量推定式を組み込み、RIS から出力した患者毎の検査種と核種、投与時間を計算シートにコピーすることにより、患者毎の線量記録の形式で出力した。線量管理は、一定期間収集した線量記録を検査種毎に分類し、DRL2020と比較した。なお、本研究は当施設の医療倫理委員会の承認を受けている。

【結果】 作成した計算シートに RIS から出力したデータを用いて、簡便に線量記録を出力することができた。線量管理については、当院で2020年4月から2021年3月までに行なった核医学検査に対して行い、DRL2020との比較に加

え、患者情報についても詳細に分析が可能であった。

【考察】 提案した管理方法は、基本的に手入力がなく RIS からの出力データを表計算シートにペーストするだけであるため、日常業務での負担は少ない。この線量記録を一定期間収集することで、DRL との比較だけでなく、患者情報を含めた検査種毎の詳細な線量情報の分析が可能となり、核医学検査において適切な線量管理を行うためのデータベースとして有用と考えた。

41 ラジオクロミックフィルムを用いた線量評価における照射後待機時間短縮の検討

佐藤 勇作, 田村 裕毅, 金好 貴志, 久保圭一郎,
武田 稔之, 大久保卓史

東邦大学医療センター大森病院

【目的】 当院では IMRT の線量評価の一つとしてラジオクロミックフィルム (以下、フィルム) を使用している。フィルムに放射線を照射すると線量に依存し黒化するため、濃度特性曲線を得ることで線量評価が可能である。放射線照射から画素値取得のスキャンまでの待機時間はメーカー推奨3時間であり、線量評価をする場合、長い待機時間が発生してしまう。そこで測定精度を担保しつつ、照射後の経時的な濃度変化が安定し始める時間を求めることで待機時間短縮が可能か検討した。

【方法】 フィルム (EBT 3) に Elekta 社製リニアック (Synergy) を用いて照射し、スキャナは EPSON 社製の ES10000 G、画像解析ソフトは DD システムを使用した。水等価ファントム10cm (SSD90cm) と後方散乱体の間にフィルムを設置し、照射野10cm×10cmで200cGy 曝射した。その後、フィルムの経時的な濃度変化を5分ごとに測定した。次に Field by Field 法を用いて0~400cGy の範囲でフィルムに照射し、各線量のフィルムにおいて待機時間3時間と濃度変化が安定し始める時間の濃度特性曲線をそれぞれ作成し、測定誤差の比較を行なった。

【結果・考察】 曝射後のフィルムの濃度は15分付近で特異的な変化が認められた。待機時間15分での濃度特性曲線の測定誤差は推奨である3時間の測定誤差と同程度であり、最大で2.8%であった。短い待機時間での測定は画素値の相対誤差を大きくする可能性があるが、照射後待機時間を正確に計測することで全フィルムの待機時間を一定とし、スキャン位置による変動がなくなるようにしたことが測定値の画素値変動を減らす因子であると考えられる。

【結論】 推奨時間より短い15分の待機時間でも、画素値変動に関わる因子を考慮して測定することにより、推奨時間と同程度の精度で線量評価が可能なが示唆された。