

一般研究発表「MRI・核医学」

9:00～9:50

座長 上田 亮 (慶應義塾大学病院)

松木 直也 (東邦大学医療センター大橋病院)

1 大うつ病における海馬・扁桃体の体積評価

土屋 郁弥¹⁾, 渋谷 周平¹⁾, 小池 進介^{1,2)}

1) 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

2) 東京大学総合文化研究科 進化認知科学研究センター

【目的】 大うつ病は患者の生活に大きな悪影響を及ぼす一般的な精神疾患である。この様な精神疾患では皮質下領域における異常が報告されている。一方、本邦ではMRIを用いた脳画像研究ではBAAD (Brain Anatomical Analysis using Diffeomorphic deformation)と呼ばれるVBM (voxel-based morphometry) のアルゴリズムに基づいたソフトが無償提供されている。そこで我々は大うつ病における海馬と扁桃体に着目し、BAADによる体積解析が疾患鑑別に有用か検証することを目的とした。

【方法】 対象は大うつ病28名 (平均年齢 34 ± 11 歳)、健常群29名 (平均年齢 41 ± 10 歳) である。本研究は東京大学における倫理委員会にて承認されている。全ての被験者は3.0T MRIにて3D T1WIを取得した。T1WIはDICOM画像から全てNifti画像へ変換をおこない、BAADにて脳画像解析を行った。取得した解析結果において左右の海馬前部、海馬後部、扁桃体に着目し体積を計測した。得られた体積についてWilcoxon rank sum testによる統計解析を行った。また、脳体積は加齢による変化が知られているため、年齢を共変量としてANCOVAによる比較も行った。統計解析はRを用いて行った。

【結果・考察】 大うつ病群と健常群を比較すると各体積計測に有意差は認められなかった。一方、大うつ病群と健常群には年齢差があることからANCOVAによる解析を行ったが、この結果から左の海馬後部、右の海馬前部に有意な差が認められた。これはFreeSurferで解析した大規模研究であるENIGMA MDD studyの結果と一致しなかったが、先行研究では海馬を分割せずに解析していたため相違が生じたと考えられる。これらの結果より海馬を分割し、年齢を考慮した解析を行うことでMDDを鑑別できる可能性が示唆された。

【結論】 大うつ病群と健常群の左の海馬後部、右の海馬前部には年齢を考慮した場合、差があることが判明した。

2 異なる静磁場強度において multi-shot EPI シーケンスの各種 MPG パルスの印加方法の違いが及ぼす画質への影響

山本 温樹¹⁾, 伊藤 隆一¹⁾, 植木 悠介¹⁾, 長野 伸也¹⁾, 北川 久¹⁾, 野口 景司¹⁾, 平川 英滋¹⁾

東京慈恵会医科大学附属病院

【目的】 拡散強調画像の画像歪みの低減方法として multi-shot EPI (readout segmentation of long variable echotrails:RESOLVE) シーケンスが多く臨床に用いられている。また拡散強調画像を得るためには運動検出傾斜磁場 (Motion Probing Gradient:MPG) を両極性に印加する必要があるが、現在 MPG パルスの印加方法にも多くの種類がある。そこで今回、異なる静磁場強度において RESOLVE シーケンスの各種 MPG パルスの印加方法の違いが及ぼす画質への影響を明らかにすべく基礎実験を行った。

【方法】 使用装置は MAGNETOM Vida 3.0T (SIEMENS 社) と MAGNETOM Avanto fit 1.5T (SIEMENS 社)、使用コイルは Head/Neck20ch Coil、ファントムは生理食塩水の温度を 0°C (ADC 値が悪性腫瘍の理論値 $1.1 (\times 10^3 \text{mm}^2/\text{s})$) にしたアイスファントムを使用した。MPG の種類として Orthogonal/3scan-Trace/4scan-trace/3D-Diagonal。TR は 4000ms、TE は最短とした。Segment: 3/5/7/9、b factor: 0/1000 とした。BW はセグメントごとに固定とした。評価方法として差分マップ法を用いた SNR 測定を行った。各値の測定スライススライスはスライス中心 ± 3 の 3 枚のファントム内各 5 カ所に ROI を囲み平均値を測定値とした。

【結果】 3.0T 装置において SNR は良い順に 3D-Diagonal > 4scan-trace > 3scan-Trace > Orthogonal と 3D-Diagonal が最も高値を示した。ADC 値は各印加方法において値に変化は見られなかった。また Segment を 3/5/7/9 と変化させた結果、SNR は良い順に $9 > 7 > 5 > 3$ となり ADC 値に変化はなかった。1.5T 装置においても SNR、ADC 値ともに 3.0T 装置とほとんど差が見られなかった。

【結論】 本検討では multi-shot EPI シーケンスにおける MPG 印加方法の違いによる画質への影響について知ることができた。

【考察】 SNR の結果から、4scan-trace/3D-Diagonal は最短 TE であるため位相分散が少なく SNR が高値となったと考えられる。また、SNR は渦電流の影響を受けたと考えられ、渦電流への対策が優れた印加方法の順となった。Segment の違いによる SNR の変化は、Segment 数を増やすことで echo space が短縮され、位相分散が小さくなり SNR が向上するためであると考えられる。

3 骨髄高信号病変検出を想定した STIR と T2-DIXON 法の比較

奥 汰玖真¹⁾, 福澤 圭¹⁾, 阿部 凌那¹⁾,
鈴木 康平¹⁾, 吉原 千治¹⁾, 田野 政勝¹⁾

国家公務員共済組合連合会 虎の門病院 放射線部

【目的】 骨髄の MRI では、脂肪抑制併用 T2 強調画像によって脂肪信号を抑制し、浮腫や転移性病変などの T2 延長病変とのコントラストを強調する撮像が多用される。撮像手法としては STIR 法と DIXON 法などがあるが、両者の比較に関しては骨病変の検出に対して視覚的に比較したものはあるが、組織の脂肪含有用別の比較などは行われていない。そこで、両手法の T2 延長信号の検出精度を明らかにするために脂肪含有量を段階的に変更したファントムにおいて検討した。

【方法】 使用装置は Magnetom Aera 1.5T (SIEMENS), head coil を使用した。撮像条件は FOV 200mm, Slice 厚 3mm, pixel size 0.6×0.6mm を基本とし、両手法ともに臨床で用いているものをベースに検討を行った。ファントムはサラダ油と乳化剤によって脂肪量を 10～40% まで段階的に変化させたものを作成し、ゼリー飲料や食用ジュレによって T2 延長病変を模擬したものを作成した。椎体を想定した正方形のプラスチック容器 5 つのうち、4 つを脂肪ファントム、1 つを T2 延長病変として直線的に配置し両手法で撮像した。得られた画像を放射線科医 1 名と放射線技師 2 名で視覚評価し、T2 延長病変検出精度を比較した。視覚評価結果の研究利用について観察者から同意を得た。

【結果】 脂肪含有量が高いファントムほど、T2 延長病変の検出精度が高く両手法の一致率が高くなった。一方で脂肪含有量が低いファントムにおいては T2-DIXON 法で脂肪ファントムの信号が落ちきらず、T2 延長病変とのコントラストが STIR よりも劣る結果となった。ただし、STIR では淡い T2 延長病変の検出において観察者間でのばらつきが大きくなり、SNR が低いことが要因と考えられた。

【結論】 骨髄の脂肪抑制併用 T2 強調画像による T2 延長病変の検出において STIR 法と T2-DIXON 法を比較した。両手法は対象組織の脂肪含有量によって画質が必ずしも一致しないことが明らかとなった。撮像対象や SNR などの条件を考慮した手法選択や、フォローアップの際は同一シーケンスで撮像するなどの工夫が必要であることが示唆された。

4 運動負荷による下腿骨格筋の T2* 変化が性差に及ぼす影響

上治 悠溪¹⁾, 渋川 周平¹⁾, 飛山 義憲²⁾,
臼井 桂介¹⁾, 坂本 肇¹⁾, 京極 伸介¹⁾

1) 順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

2) 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

【目的】 下腿骨格筋に運動負荷を与えることで MRI の持つ定量値である T2* 値が変化することが知られている。一方、骨格筋肉量や筋力は男女間に違いがあることが判明している。しかし、T2* 値が性差に及ぼす影響は未だ明らかになっていない。本研究の目的は性差における運動負荷に伴う骨格筋の T2* 値変化の相違を検証することである。

【方法】 使用装置は Canon 社製 EXCELART Vantage 1.5T である。対象は健常ボランティア 29 名 (男性:17 名, 女性:12 名, 平均年齢 21.12 ± 0.53 歳) である。本研究は順天堂大学保健医療学部における倫理委員会にて承認されている (承認番号 21-010)。検査を行う前にウォータールー利き足テストを行い、利き足を確認した。次にハンドエルゴメーターを使用し利き足の最大筋力を調べた。MRI は T2* map を dynamic scan とし合計 75 回スキャンした。この時 5 回目の撮像から 18 回目まで背屈運動を繰り返し、前脛骨筋をターゲットに運動負荷を行った。その後は安静を維持し、撮像を続けた。得られた画像から利き足の前脛骨筋について T2* 値を計測し、T2* 値の最大変化量を求めた。また、利き足の前脛骨筋断面積を計測した。得られた T2* 値の最大変化量、筋力、筋断面積について男女間での Mann-Whitney U test による統計検定を行った。

【結果】 利き足の前脛骨筋における筋力測定結果の平均値は女性 146N, 男性 218N となり、男女間で筋力に有意差が認められた ($p < 0.001$)。筋断面積測定結果の平均値は女性 904mm², 男性 1149mm² であり、女性よりも男性で有意に大きい結果となった ($p < 0.001$)。一方、最大変化率の平均は女性で 9.71msec, 男性で 10.2msec となり、有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。T2* 値の変化は運動負荷による筋線維の細胞外液腔の水分量増加、血液中のオキシヘモグロビン量の増加に起因すると考えられるが、これらは男女間に差が無いため T2* 値の変化に差が無かったものと考えられる。

【結論】 背屈運動負荷により前脛骨筋の T2* 値増加が起こるが、その変化率は性差による差はないことが示唆された。

5 心外集積マスキング処理のノイズ除去フィルタが欠損スコアに与える影響

深見 光葉¹⁾, 松友 紀和^{1,2)}, 山本 智朗^{1,2)}

1) 杏林大学保健学部診療放射線技術学科

2) 杏林大学大学院保健学研究科診療放射線分野

【目的】 ^{99m}Tc 心筋血流 SPECT では、肝臓や胆のうなど心外集積からのアーチファクトが問題となる。CardioMUSk 法 (MUS 法) は画像上の心外集積を除去する新しい処理法で、マスキング処理後にノイズ除去フィルタを適用することで心外集積からのアーチファクトを軽減できる。しかし、従来とは処理方法が異なるため、診断指標に影響を与える可能性がある。本研究では、MUS 法に用いるノイズ除去フィルタのパラメータが欠損スコアに与える影響を検証した。

【方法】 SPECT/CT 装置は Infinia8 Hawkeye4 (GE healthcare 社製) で、ファントムに心筋と肝臓の集積比が 1:2 となるように ^{99m}Tc を封入した HL 型心臓肝臓ファントムを使用した。心筋と肝臓の距離を変化させて SPECT/CT 撮像を行い、FBP 法と減弱・散乱・コリメータ開口補正法を使用した OSEM 法で画像再構成を行った。従来法、MUS 法ともにノイズ除去フィルタにはバターワースフィルタを使用し、遮断周波数を 0.3 から 0.7cycles/cm まで変化した。評価は両法から得られた欠損スコアで行った。

【結果】 心肝距離 0cm (遮断周波数 0.5cycles/cm) の欠損スコアは、FBP 法で 22 (MUS 法), 11 (従来法), OSEM 法で 19 (MUS 法), 25 (従来法) と MUS 法と従来法に差が生じた。一方、心肝距離 2cm の場合、MUS 法と従来法の欠損スコアに大きな差は生じなかった。MUS 法の遮断周波数を変化させた場合、欠損スコアは FBP で 15 から 22, OSEM で 19 から 25 と FBP 法で変化が大きくなった。

【結論】 心臓と肝臓が隣接している場合、MUS 法を使用することで欠損スコアは大きく変化した。MUS 法を臨床応用する際には、十分な検証を行った上で使用する必要がある。

一般研究発表「CT ②」

10:00 ~ 10:50

座長 鷲塚 冬記 (東邦大学医療センター大森病院)

横田 卓也 (順天堂大学医学部附属順天堂医院)

6 二層検出器スペクトラル CT におけるヨード密度値と電子密度値の関係性の評価

三澤 慎也¹⁾, 鈴木 政史¹⁾, 松崎 千晶¹⁾,

池上 耕生¹⁾, 望月 純二¹⁾

みなみ野循環器病院 放射線技術部

【目的】 二層検出器 CT (DLCT) は、120kV 又は 140kV で撮影時にヨード密度画像 (IDI) 及び電子密度画像 (EDI)

を作成でき、計測値を用いることで定量的な評価が可能である。それらの計測精度は解析結果に影響を与える重要な因子であり、両者の関係性及び管電圧別の特性を把握することは重要であると考えられる。本研究の目的は、DLCT において異なる管電圧で撮影した際のヨード密度値 (ID) 及び電子密度値 (ED) の関係性を評価することである。

【方法】 高精度ビペットを用いて精製水にてヨード造影剤を希釈し、ID の計算値 (真値) が 2.5, 5.0, 7.5, 10.0mg/ml となる希釈造影剤を作成し、シリンジに封入した。各 ID のシリンジを IQon Spectral CT (PHILIPS) を用いて 120kV 及び 140kV にて撮影し、IDI, EDI 及び仮想単色 X 線画像 (VMI) を 40keV から 200keV まで作成した。検討項目は① ID の測定及び真値との比較, ② ED (水を 100%EDW とした場合の相対値) の測定及び ID との関係性の評価, ③各 VMI の CT 値の測定とし、それぞれの管電圧で比較した。

【結果】 ID は 140kV で真値により近い値となり、120kV と比較し ID が高くなる傾向を示した。ED は ID が高くなるほど線形に上昇し、120kV でより高値を示した。ID と ED の関係を線形近似した式は 120kV で $y=0.3545x+100.45$, 140kV で $y=0.2422x+100.16$ となり、切片の値 (ID が 0 の場合の ED) は 140kV の方が水の ED に近い値となった。また全ての ID において低エネルギー VMI では 140kV, 高エネルギー VMI では 120kV で撮影した場合に CT 値が高くなった。

【考察】 120kV と比較し 140kV の撮影ではビームハードニングの影響が小さいため、ID 及び ED が真値に近くなったと考える。ED は原子番号と比例関係にあり、ID が大きくなるほど実効原子番号が高くなるため、ED も上昇したと考える。また低エネルギー VMI では主に光電効果に影響を与える ID が、高エネルギー VMI では主にコンプトン散乱に影響を与える ED が強く反映され、それぞれの密度値が高値となる管電圧で CT 値が高くなったと考える。

【結語】 ID と ED の関係性が明らかとなり、定量的評価を行う際は 140kV で撮影した方が精度の高い解析が可能であることが示唆された。

7 経皮的左心耳閉鎖術の術後フォロー CT における最適な再構成条件について

大山 夏樹, 村上 裕俊, 細田 直樹, 増田 祥代,

赤城 輝哉, 薄井 武人

三井記念病院 放射線検査部

【目的】 経皮的左心耳閉鎖術 (Left Atrial Appendage Closure : LAAC) は、非弁膜症性心房細動の患者のうち、長期間の抗凝固薬の服用ができない患者に対して脳卒中リスクを低減するカテーテル手技であり、抗凝固薬の代替

治療である。定期的な術後評価が推奨されており、当院ではデバイスの偏位、左心耳の血栓化、デバイス径等をCTで評価している。今回、LAACの術後評価に最適な再構成条件を検討したので報告する。

【方法】 LAACのデバイスはWATCHMAN 2.0™ (Boston Scientific社)、CT装置はAquilion ONE NATURE Edition (キヤノンメディカルシステムズ社)、ファントムはCatphan CTP500型 (TOYO MEDIC社)を使用した。はじめに、再構成条件の物理評価としてAIDR、AiCE、FIRSTにおけるMTF、NPS、CNRを比較した。次にLAACデバイスによる金属アーチファクトの評価を行った。金属アーチファクト低減再構成 (SEMAR) の有無を管電圧100kV、120kVで撮影した画像でそれぞれのデバイス径、ストラットのプロファイル、半値幅を評価した。

【結果】 再構成条件の物理評価では、AiCEが最も良好な値を示した。金属アーチファクトの比較では、デバイス径、デバイスストラットのプロファイルともにSEMARの有無、管電圧に関わらず同等の値を示し大きな変化はなかった。半値幅は、SEMARを使用したほうが大きな値を示した。

【結論】 金属アーチファクトが術後の評価に与える影響は大きくないことがわかった。半値幅の結果より、SEMARによるアーチファクト低減効果は期待できないことがわかった。今回の検討より、WATCHMAN2.0™の術後評価に適した再構成条件はAiCEであり、SEMARは使用しない方が望ましいことがわかった。

8 大動脈解離疑いの救急CTにおける自動画像認識技術を用いた作業効率化の有用性

原島 豊和¹⁾、村松 駿²⁾、中田 翔太¹⁾、黒田 峰雪¹⁾、栗原 亜季¹⁾

- 1) 市立青梅総合医療センター
- 2) シーメンスヘルスケア

【目的】 救急診療においてComputed Tomography (CT)は、速く救急医に画像提供する必要がある。自動画像認識技術ALPHA (Automatic Landmarking and Parsing of Human Anatomy) Technologyは、CT画像から解剖学的構造を識別し、multi planar reformat (MPR) 作成可能な技術である。本研究は、ALPHA Technologyを臨床導入するために、マニュアル作業との画像作成時間および精度を比較することで、救急診療におけるALPHA Technologyの有用性を明らかにすることである。

【方法】 対象は、大動脈解離疑いで撮影された40症例である (倫理委員会の承認を得ている)。放射線技師4名による大動脈弓部に沿ったoblique MPRを作成する時間と、ALPHA Technologyによる作成時間を比較した。さらに、放射線技師が決定したoblique MPRの角度を基準として、

ALPHA Technologyが決定した角度との誤差を算出し、ALPHA Technologyの精度を検証した。

【結果】 ALPHA Technologyによるoblique MPRの作成時間は、放射線技師による作成時間よりも有意に短かった ($p < 0.05$)。ALPHA Technologyが決定したoblique MPRの角度は、放射線技師が決定した角度とほとんど差はなかった。

【結論】 ALPHA Technologyは、大動脈解離疑いのoblique MPR作成において、作成時間を短縮しながらも放射線技師と同等の精度である。したがって、救急診療において画像提供時間が早まることから臨床導入できる可能性がある。

9 Dual energy CTより作成する肺野条件画像の基礎的検討

岩本 達志¹⁾、齋 洋平¹⁾、吉野 修斗¹⁾、磯 弘之¹⁾、大平 康徳¹⁾、岩崎 健¹⁾、田村 晃一¹⁾

公立阿伎留医療センター

【目的】 Dual Energy (DE) より得られる仮想単色 X 線画像 (Virtual monoenergetic image: VMI) には造影剤減量などの有用性があると多くの報告がされている。今後更なるルーチン化への拡大が期待される。一方でDEとSingle Energy (SE) では使用制限もあり、一部画像再構成関数に制限がある。本検討ではSEから得られる肺野条件画像と同等な画質をDEでも得られるようにするためVMI肺野条件における基礎検討を行った。

【方法】 CT装置はRevolution Apex Elite (GE社製)を使用した。SE及びDEは同等なCTDIvolになるよう管電流を調整し、各再構成条件に対する画質検討を行った。検討画像はfiltered back projection (FBP) 100kVpをコントロール画像と設定し、比較画像をVMI60keV、65keV、70keVのFBP画像とした。使用関数はコントロール100kVpをLung関数、比較VMI画像をBone関数、Bone Plus関数、standard関数とした。画像強調フィルターはBone関数、Bone Plus関数は、なし、edge1、edge2とし、standard関数はLungとした。それぞれの画像に対し、linear edge法によるtask transfer function (TTF)、およびnoise power spectrum (NPS)を測定した。また、TTF2/NPSよりsystem performance (SP)を算出した。

【結果】 解像特性は、VMI standard関数、Lungフィルターの組合せが、SEと同程度となった。VMIのエネルギーによる変化は認めなかった。ノイズ特性は、VMI standard関数、Lungフィルターの組合せ、Bone Plus関数、edge1、edge2、の組合せにおいてSEと近い形状を示した。VMI60keVではSEと比較し、多くの空間周波数で高値を示したが、VMI70keV standard関数、Lungフィルターでは全ての空間周波数で低値を示した。SPはVMI70keV

standard 関数, Lung フィルターが最も高い値を示した。

【考察】 VMI70keV standard 関数, Lung フィルターの組合せの使用により, SE と比較し解像特性を維持し, ノイズ特性の形状も保つことができた。DE と SE の画質特性は異なるが, 胸部肺野領域においては, 使用する関数, 画像強調フィルターによって DE でも, SE と同等の画質を担保出来ると思われる。

【結論】 VMI 70keV 関数 standard, 画像強調フィルター Lung の使用により, 従来の SE100kVp 肺野条件画像と同等の画質を提供できる事が証明された。

10 頭部 Helical CT における DECT の有用性について

五味明日香¹⁾, 長濱 立樹¹⁾, 藤村 耕平¹⁾,
南里 博克¹⁾

東京医科大学八王子医療センター

【目的】 頭部 CT は近年, 装置の進歩に伴い Helical でも撮影が行われるようになり, 3D を必要とする外傷などの撮影では, 特に Helical 撮影は有用である。しかし, 装置によっては Helical に起因する頭蓋底領域の Artifact が顕著となる症例を経験しており, 装置間での頭部 Helical 撮影の精度が問題視された。一方, Dual Energy CT (以下 DECT) の Virtual Monochromatic Image (以下 VMI) は Beam Hardening (以下 BH) の影響が少ないことが知られている。そこで今回 Single Energy CT (以下 SECT) と DECT による VMI の比較を行い, 頭部 Helical CT における DECT の有用性を評価した。

【方法】 CT 装置は Revolution Frontier (GE healthcare) と Revolution Apex (GE healthcare) を使用した。Frontier では 120kVp, Apex では 120kVp と DECT の 70keV を用い, 各撮影で SD3 となるような撮影条件に設定した。頭部ファントム PB-1 (京都科学社) を撮影し, 橋スライス, 小脳スライスに円形の関心領域を置き, 標準偏差を Artifact Index (以下 AI) とした。また Catphan CTP600 (Phantom Laboratory 社) にて CNR を計測し, 水ファントム (GE healthcare 19cm ϕ) で NPS を取得したのち CNR₁₀ を算出した。

【結果】 AI は小脳レベル, 橋レベル共に Apex (120kVp) > Frontier (120kVp) > Apex (70keV) の順に低値を示した。また NPS では各撮影による差がなく, CNR と CNR₁₀ の値にも大きな差は見られなかった。

【考察】 本検討により, 各撮影において低コントラスト検出能に大きな差はなかったが, AI は変化していた。これは DECT による BH 補正の精度が SECT よりも高いことが要因と考えられる。そのため頭部 CT の Helical 撮影では DECT を使用することにより, 画質を損なうことなく Artifact を抑えた撮影が可能になると示唆された。

一般研究発表「CT ①」

9:00 ~ 9:50

座長 福井 利佳 (東京女子医科大学附属足立医療センター)
三浦 茂樹 (慶應義塾大学病院)

11 ダブルサンプリング技術の有無による空間分解能特性の比較検討

小林 弘明¹⁾, 鷲塚 冬記¹⁾, 菅野 麻美¹⁾,
西脇 晶哉¹⁾, 中野 秀治¹⁾

東邦大学医療センター大森病院

【目的】 CT 装置においては検出器素子の縮小や小焦点の採用, ダブルサンプリング技術によって空間分解能の向上が実現されている。本研究では, 同一の検出器幅を持つ異なる CT 装置において, ダブルサンプリング技術の有無に基づく空間分解能特性を比較することを目的とする。

【方法】 CT 評価用ファントムを被写体とし, SOMATOM Definition Edge (以下, Edge) と SOMATOM go. Top (以下, go.Top) (SIEMENS 社) で撮影を行った。撮影条件は, 2 装置間で CTDIvol が同一になるよう設定し, 異なる管球回転時間 (0.33s/rot, 0.5s/rot, 1.0s/rot) で, pitch factor (以下, PF) を変化させ撮影した。FBP 画像上で XY 平面, Z 軸方向の TTF を測定し比較した。

【結果】 両装置共に, PF が上昇しても, XY/Z 軸 TTF に変化は見られなかった。0.33, 0.5s/rot では, XY 平面における TTF は両装置間に差は見られないが, Z 軸方向の TTF は Edge で僅かに高値を示した。一方, 1.0s/rot では, XY/Z 軸 TTF は共に Edge が優れた結果となった。

【考察】 Edge の Z 軸 TTF が 0.33, 0.5s/rot で僅かに向上した理由として, Z 軸方向のダブルサンプリング技術が寄与したと考えられるが, 従来装置に比べ, 両装置ともに検出器の検出効率が向上したため, その差は僅かであった。1.0s/rot において XY 平面, Z 軸方向 TTF が Edge で向上した理由として, 0.6s/rot 以上では面内の flying focal spot (以下, FFS) が有効になるため, XY 平面の TTF 向上が Z 軸方向の TTF 向上に寄与したと考えられる。本検討において面内の FFS が有効になるような管球回転時間では, ダブルサンプリング技術による空間分解能の向上の効果が高いことが示される。

12 異なる撮影モードにおける低コントラスト検出能の比較

西脇 晶哉¹⁾, 菅野 麻美¹⁾, 小林 弘明¹⁾,
鷲塚 冬記¹⁾, 中野 秀治¹⁾

東邦大学医療センター大森病院

【目的】 高分解能画像を取得可能な高精細 CT では, normal resolution モード (NR) と high resolution モード (HR), super high resolution モード (SHR) で撮影可能である。

NRで撮影した画像に対し、HR、SHRで撮影した画像は分解能が向上する一方、ノイズ増加が懸念される。また、撮影モードが変化することでノイズの周波数特性に変化が生じることが推定される。これらノイズ増加や周波数特性の変化は低コントラスト検出能の低下を招く可能性がある。低コントラスト検出能評価はCNRで行われてきたが、周波数情報を反映は難しく、主観的評価と一致しない報告もあり、近年、CNR_{LO}やdetectability index (d')といった周波数情報を加味した評価指数が存在する。本検討では各撮影モードにおける低コントラスト検出能についてCNR、CNR_{LO}、d'を用い比較検討する。

【方法】 高精細CT Aquilion Precision (キヤノンメディカルシステムズ社)を用いて、NR、HR、SHRでCatphan503を撮影した。取得した画像よりCTP404アクリルモジュールを解析対象とし、SD、CNR、CNR_{LO}、d'を求め比較した。

【結果】 SDはHR、SHRに比べNRで低値、CNRはHR、SHRに比べNRで高値を示した。CNR_{LO}はNR、HR、SHRで同等の値を示し、d'はNRにくらべHR、SHRで高値を示した。

【結論】 CNR_{LO}、d'は、画像ノイズの周波数特性の変化に応じた値を示し、低コントラスト検出能の評価において有用である。d'は、解像特性も考慮され、より視覚的な変化を加味した値となることが示唆された。また、FBPによる線形画像再構成においても撮影モードが異なることで、画像ノイズの周波数特性に変化が生じるため、再構成方法選択時に考慮が必要である。

13 コントラストの違いが各再構成技術の体軸方向空間分解能へ与える影響

川本 圭晋, 佐藤 英幸, 稲毛 秀一, 横田 卓也,
工藤 晃, 矢口 駿, 木暮 陽介
順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線部

【目的】 臨床では、curved planer reconstruction (CPR)を活用することもあるため、面内分解能やノイズ低減効果に加え、体軸分解能も重要である。体軸分解能向上技術としてsuper resolution (SR)モードがある。CTの再構成技術によっては、コントラストの違いが面内分解能に影響を与えることは知られているが、体軸分解能への影響は明らかではない。そこで、コントラストの違いが各再構成技術の体軸分解能に与える影響を調べた。

【方法】 Aquilion ONE PRISM Edition (Canon)を用いて、Mercuryファントムを撮影した。SRモード有無でmodel based iterative reconstruction (MBIR), deep learning reconstruction (DLR), super resolution deep learning based image reconstruction (SR-DLR)で再構成した。高・中・低コントラスト ($\Delta 1000\text{HU}$, $\Delta 400\text{HU}$, $\Delta 100\text{HU}$)のロッドで、体軸方向のtask transfer function (TTF_Z)

を評価した。また、櫛状ファントムを撮影し、視覚的な評価に加えノイズ量を求めた。

【結果】 SRモード有無に関わらず、TTF_{Z50%}は高・中コントラストでMBIR>SR-DLR>DLR、低コントラストでMBIR>DLR>SR-DLRとなった。ノイズ量は、MBIRと比較しSR-DLRの方が小さかった。

【結論】 コントラスト差が小さい時、SR-DLRの体軸分解能に影響を与えた。しかし、ノイズ低減効果を考慮するとSR-DLRが最も優れるため、体軸分解能改善のためにSRモード併用が有用である。

14 画像再構成条件による helical pitch と画像ノイズの関係の定量評価

横田 彩加¹⁾, 益田 翔太¹⁾, 南島 一也¹⁾,
山崎 彰久¹⁾

慶應義塾大学病院

【目的】 本研究の目的は、臨床の診断タスクに応じて使用している各種画像再構成方法において、helical pitchと画像ノイズの関係を定量評価し、臨床での至適撮影条件を決定する指標を検討することである。

【方法】 本研究では、Revolution Apex (GE Healthcare社製)を使用した。使用したファントムは、成人上腹部を模擬した320mmφの楕円型水ファントムである。まず、axial scanとhelical scan (pitch=0.508, 0.992, 1.375および1.531)を用いてそれぞれ5回撮影した。撮影条件は、CTDIvolが平均13.62mGyとなるように設定した。使用した画像再構成法は、filter back projection (FBP), hybrid iterative reconstruction (HIR), およびdeep learning image reconstruction (DLIR)である。解析にはImage J (NIH)を使用した。取得した画像の中心にregion of interest (ROI)を配置し、standard deviation (SD)値を測定し、5回測定の平均SD値を各条件の画像ノイズとした。Axial scanより得られた画像ノイズ (noise ax)に対するhelical scanより得られた画像ノイズ (noise hel)の比率 (noise hel/ax)を計算し、helical pitchと画像ノイズの関係を評価した。

【結果】 すべての再構成条件において、noise hel/axは、helical pitchが0.992の時に最も高値であった。Noise hel/axは、helical pitchを0.508から0.992に変化させると増加し、helical pitchを0.992から1.375, 1.531に変化させると減少に転じる傾向を示した。この傾向は、どの画像再構成法でも同じであった。また、画像再構成法について、noise hel/axは、DLIR, HIR, FBPの順に高値であった。

【結論】 Wide-coverage CTを用いて撮影した画像ノイズは、再構成条件に関わらず、helical pitchに応じて変化する傾向を示した。また、helical pitchを変化させた場合の

画像ノイズ変化率は再構成条件によって異なる。そのため、臨床で撮影パラメータを設定する際には、診断タスクに求められる画質に合わせて helical pitch と再構成法を決定する必要があると考えられる。

15 四肢整形領域 CT 撮影における再構成方法の比較

堀川 海都¹⁾, 村上 克己¹⁾, 大塩 洋平¹⁾, 遠藤 和之¹⁾, 内山 祥平¹⁾, 白倉 響¹⁾
東海大学医学部付属八王子病院

【目的】 CT では現在様々な再構成方法が選択できるようになっており、臨床ではそれぞれの再構成方法によって特徴があり使い分けをする必要がある。特に整形領域の骨条件では空間分解能やアンダーシュートの有無などの特徴が顕著に現れる領域である。そこで我々は四肢整形領域を想定し、再構成法による画質の違いを比較したので報告する。

【方法】 まず物理評価として、性能評価ファントムである TOS ファントムを撮影し、Hybrid IR (以下 HIR), Model Based Iteration Reconstruction (以下 MBIR), Deep Learning Reconstruction (以下 DLR) で再構成を行い、テフロン (900HU) ロッドにて Task Transfer Function (TTF), 均一部分にて NPS (Noise Power Spectrum) の測定を行った。なお、TTF は 2 つの線量で測定を行った。次に視覚評価として模擬四肢ファントムを撮影し、皮質骨・海綿骨をそれぞれ観察した場合に分けて評価を行った。

【結果】 初めに高線量撮影時の HIR・DLR・MBIR の TTF を比較すると低～中周波数領域において HIR>DLR>MBIR という結果が得られ、中～高周波数領域では MBIR \geq DLR>HIR となった。

次に低線量撮影時の TTF を比較すると高線量時の TTF と同じような挙動を示したが、DLR に着目すると TTF の劣化が小さかった。

また NPS を比較すると DLR が全周波数領域においてノイズ量が少なく、MBIR では中～高周波数領域においてノイズ量が多い結果となった。視覚評価については皮質・海綿骨の両方の評価で MBIR のスコアが 1 番高くなった。

【結論】 HIR ではアンダーシュートがあり海綿骨などの微細な構造の観察には影響があることが確認できた。それに対し MBIR はアンダーシュートが少なく微細構造の描出に適していると考えられる。また、低線量撮影の場合には DLR が最も線量による劣化が少ないため適していることが示唆された。

一般研究発表「血管撮影・防護計測」

10:00～11:00

座長 西郷 洋子 (帝京大学医学部附属病院)
和田 浩祈 (東京慈恵会医科大学附属病院)

16 異なるメーカーの血管撮影装置における金属アーチファクト低減再構成の比較について

光崎 純基, 村上 裕俊, 細田 直樹, 増田 祥代, 赤城 輝哉, 須藤 至, 薄井 武人
三井記念病院 放射線検査部

【目的】 脳血管内治療で留置した Coil や Onyx は頭部コーンビーム CT (CBCT) 撮影にて、金属アーチファクトを発生させる。当院で導入した血管撮影装置 Alphenix (CANON 社製), Azurion (Philips 社製) は金属アーチファクト低減アプリケーション (Metal Artifact Reduction: MAR) が使用できる。臨床で異なるメーカーの装置が混在するため、両者の MAR の効果を把握することは重要であると考え、比較・検討した。

【方法】 両装置の頭部 CBCT プロトコルを対象とした、CTDI ファントム単体で撮影したノイズ画像と、CTDI ファントムの中央にコイルと Onyx をそれぞれ設置し撮影したアーチファクト画像を取得した。得られた画像に MAR 処理を施し、金属アーチファクト低減画像を作成した。ImageJ を用いて標準偏差 (SD) を測定し、相対アーチファクトインデックス (Alr) を算出した。また、スムーズな再構成条件を使用した場合の Alr も算出した。さらに、デバイスの半値幅を測定した。

【結果】 Coil に関しては、再構成関数に依存せず、MAR を使用することで両装置ともに一貫して Alr が約 85% 低減した。Onyx においては、再構成関数には依存しないものの、Azurion が約 87%, Alphenix が約 30% の低減となり差が出た。また、半値幅の測定では MAR 処理前後で大きな差はなかった。

【結論】 Coil を使用した場合、両装置で MAR 処理による金属アーチファクト低減が同程度であることが確認できた。一方、Onyx においては装置による違いが顕著であり、これは両装置で塞栓物質の信号値に対する MAR の閾値が異なることが考えられる。臨床で異なる装置を用いる場合は、両装置における MAR の特性を把握し、装置の使い分けを検討することも必要であることが示唆される。

17 収集軌道の異なるコーンビーム CT における画質特性の比較

桐原 駿¹⁾, 村上 裕俊¹⁾, 細田 直樹¹⁾,
薄井 武人¹⁾, 赤城 輝哉¹⁾, 光崎 純基¹⁾,
大山 夏樹¹⁾, 増田 祥代¹⁾

社会福祉法人 三井記念病院

【目的】 当院におけるアンギオ装置のコーンビーム CT (CBCT) の収集軌道は, C アームを寝台と並行にする Propeller と直交させる Roll (RAO90° → LAO90°) がある. Propeller には, 左右対称な軌道の Close (RAO105° → LAO105°) と患者右側を軌道し寝台を左にオフセンター配置できる Open (LAO40° → RAO170°) がある. この 3 軌道 (Close・Open・Roll) の CBCT の画質特性を把握することを目的とした.

【方法】 Azurion 7 M20 (PHILIPS 社), Catphan700 (TOYO MEDIC), CTDI ファントム (TOYO MEDIC), ペンシル型電離箱 (Radcal 社 10 × 6 - 3CT 型) を用い, 以下の測定を 3 軌道の CBCT で行った. (1) Catphan を 90° おきに回転 (0°, 90°, 180°, 270°) させて撮像し MTF を測定した. (2) Catphan を撮像し NPS を測定した. (3) CTDI ファントム・CT 用ペンシル型電離箱を用いて吸収線量を測定した. 測定点は center 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° の 9 点とした. (4) Catphan を撮像し SD を測定した. 測定点は (3) と同様に 9 点とした.

【結果】 (1) MTF は差がなかった. ファントムを回転させても 3 軌道で差はなかった. (2) NPS は差がなかった. (3) 吸収線量は各収集軌道の管球軌道に含まれる測定点で高値を示し面内ではばらつきが見られた. center では差は見られなかった. (4) SD は 3 軌道とも面内で大きなばらつきは見られなかったが, roll の SD はやや高い傾向が見られた.

【結論】 収集軌道の異なる CBCT の画質特性が把握できた. Roll の SD がやや高い傾向が見られ, 210° 収集の Close・Open に対し 180° 収集の Roll では補完データの不足による影響がうかがえる.

18 頭部用放射線防護具が水晶体被ばくを与える影響

長友 琴未, 井坂 杏奈, 阿部由希子, 平川 英滋
東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】 近年, 様々な放射線防護具が開発されており, 当院では放射線防護メガネの他に, 頭部用放射線防護具 (以下, 防護キャップ) を着用する術者も散見される. これまで, 防護メガネを使用した際の水晶体防護効果については検討されているが, 防護キャップを併用した際の水晶体被ばくについての報告はない. 今回, 防護キャップが水晶体被ばく線量に与える影響について検討を行った.

【方法】 血管撮影装置の寝台の上に, 被写体を模擬したアク

リルファントムを配置した. 術者にはランドファントムを使用し, 水晶体位置が床から 155cm, アイソセンタより 50cm 右側で 50cm 足側になるよう配置した. 線量計は蛍光ガラス線量計 (千代田テクノル) を使用し, 左水晶体と防護メガネの外側に貼付した. 防護メガネ装着時の防護キャップ (0.5mm Pb) の有無による水晶体線量, 防護キャップの位置の違いによる水晶体線量を比較した. 防護メガネは 2 種類 (0.07mm Pb, 0.5mm Pb) で検討を行った.

【結果】 防護メガネ (0.07mm Pb, 0.5mm Pb) による水晶体線量低減率は, 防護キャップなしの場合で 63.7%, 85.9% であった. 防護キャップありの場合, 68.1%, 86.3% であった. 防護キャップを深く装着した場合は, 浅く装着した場合と比較して水晶体線量低減率は約 3% 高くなった. 頭部を広く防護することにより頭部から受ける散乱線の減少につながり, 水晶体線量がわずかに減少したと考えられる.

【結論】 防護キャップと防護メガネを併用した場合, 防護メガネ単独の場合と比較して, わずかに水晶体線量が低減される可能性が示唆された.

19 漏洩 X 線量測定と不変性試験の同時測定の検討

富岡 玲花, 庄司 友和, 高田 瑞希, 伊藤 博明,
飯田紀世一

東京慈恵会医科大学葛飾医療センター放射線部

【目的】 CT 業務で実施しなければならない線量測定には, JIS Z 4716「X 線診療室の漏洩 X 線量測定」と JIS Z 4752-3-5「医用画像部門における品質維持の評価及び日常試験方法: 不変性試験」などが挙げられる. また, 電離放射線障害防止規則では水晶体線量限度の見直しや 2020 年の医療法改正に伴う放射線機器の精度管理が義務付けられ, それぞれの規定に従って装置及び線量管理を行わなければならないが, この項目を実施するには多くの人と時間が必要である. しかし, これらの測定方法や撮影条件は明確にされておらず, 現場に見合った条件下で実施可能であると考えた. 本実験の目的は, CT 業務に関連する各測定を同時に実施することが可能か検証し, 同時測定の有用性を明らかにすることである.

【方法】 3つのファントム (A: CTDI ファントム (直径 32cm), B: 胸腹部用水ファントム, C: QA ファントム) を用いて CT 室内の散乱線量を測定した. CT 装置は Optima (GE), 散乱線測定には電離箱式サーベイメータ (ALOKA) を使用した. 測定回数は各ファントムで 3 回ずつ行い, 測定点は CT 室出入口付近の床面, 床から 1m の高さ, 天井とした. また, ファントムから発生する散乱線を 2 次利用し, 個人用半導体線量計の点検も行った.

【結果】 CT 室の床から 1m の高さにおける散乱線量は (A: 6.7 μ Sv, B: 7.1 μ Sv, C: 7.1 μ Sv) であった. また, アイソセンタから 1m の距離に配置した個人用半導体線量計の

測定値は $160 \pm 2 \mu\text{Sv}$ で安定して測定することができた。

【考察】 測定した散乱線量に大きな差がなかったことから、CTDI 測定用ファントムを用いることにより漏洩 X 線量測定と不変性試験の CTDI 測定が同時に測定可能であることが分かった。また、アイソセンタから 1m の距離に配置した個人用半導体線量計の測定値も安定して測定することができたことから、経年劣化などの点検作業も行うことができたと考えられる。

【結語】 同時測定は現実的かつ合理的であり、多くの有用性があった。

20 OSL 線量計を用いた移動型術中イメージングシステムの散乱線分布の測定

丹羽輝久子¹⁾, 坂田健太郎¹⁾, 佐藤涼太郎¹⁾, 齋藤 拓也¹⁾, 佐々木克剛¹⁾, 内城 信吾¹⁾, 田部井勝行¹⁾, 岩永 秀幸¹⁾

東京大学医学部附属病院 放射線部

【目的】 移動型術中イメージングシステム (以下、O アーム) は高精細な断層画像が取得可能であり、特に術中 CT 画像は手術室などでその利活用が期待されている。一方、手術に関与するスタッフの被ばく管理のためには、O アームを使用した際に発生する散乱線の空間線量分布を把握することは重要である。本研究では、O アームで CT 撮影を行った際に発生する散乱線の空間線量分布を Optically stimulated luminescence (OSL) 線量計を用いて測定することを目的とした。

【方法】 O アームは Medtronic 社製、OSL 線量計は nanoDot (長瀬ランダウア社製)、電離箱式サーベイメータは ICS-1323 (日立製作所製)、被写体としてアクリル製の CTDI 測定用ファントム 32cmφ、分布図の作成はフリーソフト Graph-R (伊藤徹作) を用いた。OSL 線量計の設置はジャンゲルジム法を用い、O アームの周囲に一定間隔で OSL 線量計を配置した。照射条件は整形外科が通常使用する CT 撮影プロトコルに準じて、管電圧は 120kV、管電流は 80mA、撮影時間は 4sec とし、20 回撮影を行った。床面から 100cm、150cm の高さにおける空間線量を測定した。また、床面からの高さ 100cm においては一部の測定点で電離箱式サーベイメータによる測定も同時に行った。得られたデータをもとに散乱線分布図を作成した。

【結果】 測定結果は、いずれの高さにおいてもアイソセンタから離れるにつれ線量は低くなり、先行データと類似した傾向を示す分布図を作成することができた。床面からの高さ 100cm においては、電離箱式サーベイメータを使用した測定結果とも一致した分布が得られた。

【結論】 OSL 線量計を用いることで、O アームを使用した時に発生する散乱線の空間線量分布を把握することが可

能であった。本手法は電離箱式サーベイメータを使用した方法と比較して、測定者が被ばくすることなく測定可能であるという観点から有用な測定方法であると考えられる。

21 心臓血管系 IVR に従事する看護師における被ばく行動解析の初期検討

山田 歩実^{1,2)}, 藤沢 昌輝^{2,3)}, 加藤 聖規^{2,4)}, 芳賀 喜裕^{2,4)}, 加賀 勇治⁴⁾, 川内 覚^{1,2)}, 田野 政勝^{1,2)}, 千田 浩一^{2,3)}

- 1) 国家公務員共済組合連合会 虎の門病院 放射線部
- 2) 東北大学大学院医学系研究科 放射線検査学分野
- 3) 東北大学災害科学国際研究所 災害放射線医学分野
- 4) 仙台厚生病院 放射線部

【目的】 日本では令和 3 年 4 月より ICRP2011 年勧告に準じ、水晶体等価線量限度の引き下げに関する法律が施行された。IVR に従事する看護師においても、眼の水晶体線量を正確に評価し、被ばく低減することは重要である。本研究は、心臓血管系 IVR に従事する看護師において被ばく時の原因となる行動を評価するために、リアルタイム線量計等を用いて行動解析を行った初期検討である。

【方法】 本研究ではリアルタイム線量計 (Ray Safe i3: Unfors Raysafe) を使用した。リアルタイム線量計を心臓血管系 IVR に従事する看護師の水晶体近傍、および頸部に装着し、1 手技ごとに行動を記録したビデオ動画とリアルタイム線量計の線量値を比較し解析を行なった。

【結果】 看護師において水晶体線量・および頸部線量で最大線量率を記録したのは、防護を行っていない状態での透視・撮影が主であった。防護板を正しく使用している時の撮影では、防護できていない時と比較し大幅に被ばく低減されている事が明らかになった。また、水晶体線量と頸部線量で差が生じた症例では、防護板裏の看護師の挙動により差が生じていた。

【考察・結論】 看護師は防護板から離れているときの撮影・透視により被ばくしていた。医師と異なり、看護師は必要時以外は X 線管・寝台から離れる事が可能であるため、X 線が出ているタイミングを看護師自身が把握し、透視・撮影時は可能な限り X 線管・寝台から離れる等の対策が可能である。水晶体・頸部線量の差は看護師の防護板裏の挙動により生じていた。防護板を正しく使用し、全身が防護されているかの確認が必要である。本研究は、初期検討であるため引き続き検討を行うことで、看護師における被ばくの原因が明らかになり、更なる被ばく低減に貢献すると考えられる。