

1 HIRE 法と FLAIR 法の比較検討

千嶋 昭夫

メディカルスキニング 銀座

鈴鹿医療科学大学 修士課程1年

【目的】 HIRE(high intensity reduction)法は高輝度抑制の略であり、頭部ではCSFの信号のみが抑制された画像を得る事ができる¹。今回は、頭部領域におけるHIRE法の適切なシーケンスを検討し、HIRE法がFLAIR法の代替となるかを検討する。

【方法】 難消化性デキストリン・蒸留水・生理食塩水を使用し白質、灰白質、CSFを模擬したファントムを作成²。これらを用いてHIRE法の至適条件を検討した。CSFだけをsubtractionで抑制するためにsecond TEは設定上限値(500ms)を使用した。First TEは60~100msまで変化させ、白質・灰白質のコントラストが大きくなる値、second TEは重み付けを1倍~2倍まで変化させCSFの信号が0となる境界値を検討した。上記ファントムをFLAIR法で撮像し、白質、灰白質の信号値を計測しHIRE法と比較した。

【結果】 HIRE法の至適条件を検討した結果、白質・灰白質のコントラストがもっとも大きくなったのはFirst TEが100msの時、second TEの重み付けは1.33倍以上でCSFの信号が0となった。上記ファントムをFLAIR法で撮像した結果、白質・灰白質のコントラストは、HIRE法の白質・灰白質のコントラストとほぼ同等となった。

【考察・結論】 本研究の結果、HIRE法は脳脊髄液周辺を含めた病変検索目的として使用する場合、FLAIR法と同等の感度が予想された。本研究の限界点は、ファントム実験であり、実際の人体の画像での検討を行っていないことである。今後はボランティアや臨床画像での検討を重ね、HIRE法の臨床的有用性を検討する必要がある。今回の研究により、T2コントラストを維持しながら、脳脊髄液の信号を抑制できるHIRE法のシーケン

スを確立でき、FLAIR法の代替となることが予想される。

【参考文献】

1 Marco E, Michael D., Hawighorst, J. Debus, G. van Kaick, Assessment of Cerebral Gliomas by a New Dark Fluid Sequence, High Intensity REduction (HIRE): A Preliminary Study. JOURNAL OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING 11:506-517 (2000)

2 山城晶弘、神谷直紀、大塚 薫、駒津和浩、伊東洋一、久保田展聡、小林正人. 難消化性デキストリンおよび水溶性カルシウムを用いた 生体臓器 T1 値, T2 値近似ファントムの作成. 日本放射線技術学会雑誌, 69 巻 (2013) 2 号

2 エコーシェアリング型 3D GRE-T₁WI の臨床使用へ向けての基礎検討

塩田 翔一、沢邊 啓二、渡辺 哲也、畠 正真、石丸 幸喜、松尾 浩一

東京慈恵会医科大学附属病院

【目的】 当院において2017年2月より3T-MRI装置を新規導入した。それに伴い、従来の3Dダイナミック撮像法に、エコーシェアリング型の信号収集を取り入れた高い時間分解能を有するシーケンスであるTWIST-VIBEが使用可能となった。本検討は当院にて撮像可能となった

TWIST-VIBEの臨床への使用に向けて従来の3D GRE-T₁WIであるVIBEとのコントラストの比較検討をファントム実験にて行った。

【方法】 装置はSIEMENS社製MAGNETOM Skyra3T VE11Cを使用した。MRIファントム(90-401型)をアイソセンタに設置し、従来のVIBEとTWIST-VIBEにてフリップアングル(以下FA)、繰り返し時間(以下TR)を変化させた際のCNRをそれぞれ調べた。尚、撮像の際は上記パラメータ以外の条件は可能な範囲で同一のものとした。

【結果・考察】 FAを変化させたときのCNRの

変化はどちらのシーケンスも FA 増大とともに向上する傾向を示した。また、TR を変化させたときの CNR の変化はどちらのシーケンスも TR 延長にともない減少する傾向を示した。FA、TR とともに同様の变化を示した理由としては、コントラストを決定する k 空間中心領域のデータサンプリング法がどちらのシーケンスにおいても同様であるためと考えられる。

【結論】 エコーシェアリング型のシーケンスである TWIST-VIBE を用いても従来のリニア型のシーケンスである VIBE と同等のコントラストを有する画像の撮像が可能であることが示唆された。

3 T₁強調 Variable Flip Angle 3D-TSE において Driven Equilibrium Pulse が T₁コントラストに与える影響について

小林 愛理、沢邊 啓二、小山ちはる、渡辺 哲也、
畠 正真、石丸 幸喜、松尾 浩一

東京慈恵会医科大学附属病院

【目的】 当院にて Driven Equilibrium Pulse (RESTORE) は従来 T₂ コントラスト向上や撮像時間短縮のために T₂ 強調 2D-TSE の MR hydrography などに用いられている。ただし、RESTORE は 3D-TSE である SPACE において T₁ Variable Flip Angle Mode (T₁ Var.) の設定に限り、従来と異なる挙動を示す。これにより T₁ コントラスト向上が期待できるが、その検討を行った報告はない。そこで頸部プラークイメージを想定し SPACE の RESTORE が T₁ コントラストに与える影響について検討した。

【方法】 装置は SIEMENS 社製 Skyra 3T VE11C、ファントムは日興ファインズ社製 90-401 型を使用した。T₁Var. の SPACE にて RESTORE の有無で、TR300~800ms の範囲で変化させて撮像し、筋肉およびプラークと仮定した試料のコントラスト比 (PMR : Plaque Muscle Ratio) をそれぞれ求めた。また Echo train duration (ETD) 71~257 の範囲で同様

に実験した。

【結果・考察】 長い TR、短い ETD ほど RESTORE は PMR 向上に寄与した。これは長い TR では ETD 後に縦磁化回復が大きくなったことが要因と考えられる。また短い ETD では縦磁化回復に加え、横磁化の位相分散が減少し、より大きな残存横磁化が得られたことが要因と考えられる。

【結論】 今回の条件下にて RESTORE を用いることで T₁ コントラスト向上が認められた。

4 3T 装置における 3D VRFA-TSE STIR の TR 変化による適正 TI 値についての基礎検討

佐々木春香、沢邊 啓二、村田 弓香、渡辺 哲也、
畠 正真、石丸 幸喜、松尾 浩一

東京慈恵会医科大学附属病院

【目的】 1.5T 装置における 2D-STIR の適正 TI 値は TR2000ms 以上ではほぼ一定となるが、短い TR では大きく変化する。ただし、3T 装置における 2D VRFA-TSE (SPACE) では組織の T₁ 値延長や 2D 法と比べ echo 収集方法が異なることから、STIR で適正 TI 値となる最短 TR は延長する可能性がある。そこで、SIEMENS 社製 MAGNETOM Skyra 3T VE11C を用いて SPACE-STIR の TR を変化した際の適正 TI 値を各 Flip Angle (FA) Mode にて検討した。

【方法】 日興ファインズ社製 90-401 型を用い、SPACE-STIR の FA Mode : T₂var として TR600~10000ms で TI 値を 140~240ms まで変化させ撮像した。脂肪を模擬した試料 (T₁ 値 : 331.3ms) と B.G. の信号強度比の最低値を null point としてそれぞれ求めた。上記方法を PDvar、Constant の場合も同様に行った。

【結果・考察】 null point は TR1200ms 以下で TI 値 150~200ms、TR2000ms 以上は TI 値 210~230ms で安定した。これは TR を測定試料の T₁ 値よりも十分長くした事で縦磁化の回復がプラトーとなったためと考えられる。また、FA

Mode 変化では全て同様の傾向を示した。これは FA 変調方法の違いが Echo Train Duration 最終段階での縦磁化の状態に大差を生じないためと考えられる。

【結論】 本研究の条件下において SPACE-STIR の null point は TR2000ms 以上で TI 値 220ms 前後となり安定した。

5 パーキンソン病における Hoehn&Yahr 重症度を用いた神経メラニン画像の評価

大友 淳、佐藤由起子、八木 亮輔、菊池 好子
東京都立神経病院

【目的】 パーキンソン病 (Parkinson disease : PD) は、進行性神経変性疾患である。解剖学的にも黒質緻密部の変性や脱落による神経メラニン含有量の低下は認識されたことであり、MRI における画像化の報告が存在する。当院でもパーキンソン症候群の鑑別診断のため、神経メラニン画像 (neuro melanin imaging : NMI) を撮像している。PD の進行度を示す指標として Hoehn&Yahr 重症度が用いられ、NMI との関連について検討する。

【方法】 装置は 3T-MRI (GE 社製 DiscoveryMR750) を使用し、健常者ボランティア 25 名及び PD と診断された患者 25 名を対象とした。本研究は当施設倫理委員会の承認を受け、同意を得て実施したものである。画像解析には ImageJ を使用した。NMI を平滑化処理し二値化処理を行い、得られた高コントラスト域 (NRC : neuromelanin-related contrast) を黒質半定量面積とした。中脳水道周囲にみられる高コントラスト以外をノイズとして捉え、NRC 算出のための閾値とした。NRC を用い健常者群、PD 群を比較した。

【結果】 PD 群では健常者群と比較し、NRC の有意な低下がみられた。PD 群を Hoehn&Yahr 重症度で分類すると、重症度が進行するほど NRC の低下がみられた。罹患期間及び進行するに伴い、

減少傾向がみられた。

【考察】 病理学的にも PD の進行に伴い、黒質の神経メラニン含有細胞が減少することが知られ、本研究においても近似した結果が得られた。これにより算出した NRC は、黒質緻密部を表していることが示唆される。PD における認知機能や幻覚、幻視等の非運動症状との関係も報告されており、今後はそれについての関連も検討していく。

6 拡散強調画像の静音化に関する基礎検討

秋葉保奈美、荒川 裕貴、中村 公行、田村 龍平、藤井 菊夫、橋本 佳祐、佐伯 佳美、奥村 昭雄
東京都立駒込病院

【目的】 MRI 撮像時に発生する騒音は聴力障害をきたす可能性もあり、撮像時には可能な限り騒音低減を図る必要がある。近年、騒音を低減する技術として傾斜磁場の変動が少なくなるよう、印可方法を最適化するアルゴリズム (Quiet) が用いられるようになり、当施設でも使用可能となった。そこで、特に騒音が大きい拡散強調画像 (DWI) において、Quiet を用いた際の音圧レベル変化と画像特性について検討を行った。

【方法】 使用機器は MAGNETOM Skyra VE11 (Siemens Healthcare Japan)、body/spine matrix coil、ファントム (日興ファインズ 90-401 型)、簡易騒音計、画像解析は ImageJ を用いた。T2 強調画像 (基準画像)、従来法の Single shot EPI 法を用いた DWI (nDWI、Echo space:0.94-1.5[ms]) と Quiet DWI (qDWI、Echo space:0.52-1.5[ms]) を撮像した。音圧レベル最大値の測定と、基準画像に対する DWI の歪みを差分面積から求めた。なお、qDWI のデータ収集には readout segmented EPI 法が用いられているため、segment 数の変更も行った。

【結果と考察】 Echo space が大きくなると音圧レベルは減少した。これは、傾斜磁場の変動が徐々に緩やかになったためである。また、nDWI に比べて qDWI の方が音圧レベルは小さな値となった。

これは、傾斜磁場の印可が最適化されたためである。そして、Echo spaceが大きくなると歪みが大きくなった。これは、位相分散が大きくなったためである。以上より、qDWIにおいてnDWIより小さいEcho spaceを用いた場合でも騒音、歪みともに低減した画像が得られることが示唆された。

7 DWIBS 検査における撮像方向の基礎的検討

西村 柊子¹⁾ 勝又 翔太¹⁾ 高橋 俊行¹⁾²⁾ 高須 大輔¹⁾ 安田 光慶¹⁾²⁾ 崔 昌五¹⁾ 佐藤久弥¹⁾³⁾ 加藤京一²⁾⁴⁾

- 1) 昭和大学江東豊洲病院 放射線室
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 昭和大学病院 放射線室
- 4) 学校法人昭和大学 統括放射線技術部

【目的】近年、癌における転移巣検索や治療の効果判定において、背景信号を抑制した全身拡散強調画像(Diffusion-weighted Whole Body With Background Body Signal Suppression 以下DWIBS)が撮像されている。この撮像は、通常Ax方向で撮像し、MPRおよびMIPで表示するのが一般的である。しかし、Ax方向で全身撮像を行うため、撮像枚数が多くなり、撮像時間も長くなる欠点がある。今回我々は、撮像方向をCor、Sagに変更することにより、撮像時間を短縮でき、画質の劣化が少なくなる撮像が可能か検討する。

【方法】①ファントムによる検討 硫酸ニッケル水溶液ファントムを用い、DWIBSにおけるCor、Sag方向の撮像を行い、得られた画像を用い、歪みやアーチファクトの検討を行った。②健常ボランティアにおける検討 研究に同意を得られたボランティア(当院倫理委員会承認済み)10名を同様のシーケンスで撮像し、歪みとアーチファクトの検討を行った。使用装置は、AVANTO1.5T シーメンス社製MRI装置、画像処理にVINCENTを用いた。撮像シーケンスはAxに用いているEPIDWIを使用し、撮像パラメータを変化させ撮像を行った。

【結果および考察】撮像方向をCorおよびSagにしたことで、撮像時間の短縮および画像歪みが小さくなった。これはSag撮像において、AP方向でのRectangular FOVを用いることで、小さなEPIファクタで撮像可能となり、歪みを小さく撮像できたためと考えられた。

【結論】DWIBSの撮像方向を、AP方向からCor、Sag方向に変更することで、歪みの影響を抑えつつ、撮像時間を3/4程度に短縮することが可能であった。

8 膀胱腫瘍に対するcDWIのアプローチ

松田 悠暉
メディカルスキニング 東京

【目的】当院では膀胱腫瘍の場合b値50.800.1000などに設定して撮影を行っている。患者さんによっては尿の信号が落ち切らず膀胱内の腫瘍の同定が困難となる場合がある。このような場合通常であればb値1500等の画像を追加撮像する。この場合、追加で2分程度撮像時間が延長する為患者さんには大きな負担となる。後処理が可能な画像処理ソフトMac対応のOsirixにmedlToolsのcomputed DWI(以下cDWI)ソフトをプラグインして画像を作成し、実際に撮影したDWIとでCNRを比較した。また、放射線科読影医と共に画像を比較した。

【対象】2013-2017年当院でMRI検査を行った画像40件を無作為に選択した。動きによるアーチファクトが多かった3件は対象から除外した。なお、本研究は当院の倫理委員会の承諾を得て行った。

【方法】OsirixでcDWIを作成しCNRを比較しT検定により、有意差があるかどうか比較した。また、実際に撮影したDWIをスコア100として当院の放射線科医によってcDWIをスコア化した。

【結果】実際に撮影したDWI画像とcDWI画像を比較した結果、b値1500では有意に差が見られなかった。b値2000では、cDWIの方が明らか

に CNR が上昇し有意に差が見られた。(P<0.01) また、cDWI の画像をスコア化した結果、平均で 71.4 であった。中には撮影した DWI よりもスコアが良いものも有った。

【考察】 本研究結果は、プラグインソフトを使用した為である。本ソフトには、cDWI でノイズの原因となる低 ADC 値を除外する機能がある為ノイズが抑制され最良の DWI 画像が作成できると考えられる。また、CNR も有意に上昇している事からあらゆる条件においても読影に有用な画像作成しうる事が示唆された。撮影時間、患者の負担を最小限に抑えることが可能である。今後より良い cDWI 画像を得るための最適条件や b 値を検討していく必要がある。

9 短時間 Arterial Spin Labeling (ASL)を用いた脳腫瘍血流状態把握に関する検討

時森 貴央、福澤 圭、依田 彰吾、鈴木、秀郷 吉原 千治、田野 政勝

国家共済組合連合会虎の門病院

【目的】 Arterial Spin Labeling (ASL)を用いた脳腫瘍の MRI 画像は、腫瘍の血流状態を把握するのに有用との報告がある。当院では検査時間の短縮のために、約 1 分で撮像可能な single slice の短時間 ASL(以下 rapid ASL)を撮像している。今回、rapid ASL が腫瘍の血流状態をどの程度反映できているか、実際の造影 T1 強調画像を基準に比較検討した。

【方法】 本研究は、後向き研究として当院倫理委員会の承認を得た。対象は脳腫瘍の診断および治療後の経過観察のために造影 MRI 検査が行われ、手術もしくは生検によって組織型が明らかになった 20 名。使用装置は Ingenia3.0T (PHILIPS)、コイルは dS-head Coil (16ch)を用いた。rapid ASL は、pCASL single phase ASL をベースに以下の撮像条件を用いた。FOV240mm, Matrix 128×128, TR3572ms, TE16ms, Post Labeling Delay(PLD)1700ms, slice thickness10mm,

aquisition time 1m12s。撮像断面は FLAIR および拡散強調画像を参照し、腫瘍の中心を通る 1 スライスで造影剤注入前に撮像した。ガドリニウム造影剤注入 3 分以降に撮像した造影 T1 強調画像と rapid ASL を視覚的に比較し、ASL の高信号域と造影 T1 強調の造影域のサイズから、ASL 優位、造影 T1 優位、同等の 3 グループに分類した。

【結果・考察】 ASL 優位、造影 T1 優位、同等の内訳はそれぞれ 8%,50%,42%となった。造影 T1 優位のグループでは、rapid ASL 画像における高信号域がほとんど描出されない症例があり、術後の血管新生阻害剤の使用などによる画像コントラストの修飾を造影 T1 よりも顕著に受ける可能性が考えられた。また、サイズの小さな腫瘍や後方循環で還流される小脳の腫瘍も rapid ASL の高信号域が造影 T1 より小さくなる傾向があり、分解能や PLD の設定に注意が必要であった。一方で、ASL 優位もしくは同等のグループでは、ASL で術後の再発部位のみが高信号に描出されるケースや、悪性の腫瘍において、浮腫と腫瘍の鑑別が可能なケースなどがあり、造影 T1 強調画像の補足情報として有用であった。rapid ASL による腫瘍の血流状態の把握は、簡便に血流情報が得られ、造影 T1 強調画像の補足として有用な場合があるが、ピットフォールの多い手法であり、臨床での使用には注意が必要である。

10 3D-STIR 法での TE の変化による腕神経叢の描出

木越竜太

メディカルスキニング

【目的】 腕神経叢とは脊髄神経から分岐し、鎖骨、上腕、前腕へとつながる神経であり複雑な神経分布をしいる。腕神経叢の撮影時は複雑な分布をしいる神経を細かく描出しなくてはならない。STIR 法は反転パルス照射したのち脂肪の null point で励起パルスを印加することで脂肪の信号を抑制する。しかし一般的に SNR が悪く、それを

補うために分解能が犠牲になることも多い。そこで本実験では3D-SPACE STIR-T2WI法においてTE値を変えることで組織間のコントラストをつけ、腕神経叢の描出を明確にする。

【方法】 本研究では以下の通りの実験を行った。

① 適切なTE値の測定

シーメンス社製 MAGNETOM Avant fit(1.5T)を用い、当院倫理委員会の許可を得た健常ボランティアを被検者とし、腕神経叢を Head-Neck coil と Body coil で Head first にて撮影した。

3D-SPACE STIR-T2WI法を用い、撮影シーケンスは以下の通りであった。

TR と TI はそれぞれ 3000 msec, 180 msec。Slice は 0.90 mm とし、Slice oversampling 25 %, Phase oversampling 20 % とした。Resolution に関しては Base resolution 256 , Phase resolution 100 %, Slice resolution 50 % であり Voxel size 1.2*1.2*0.9 mm とした。上記の値は一定とし、STIR法でのTE値を110から275 [msec]まで変化させた。得られた画像の Signal、CNR をそれぞれ測定した。

【結果】 TE値を増やしていくことで筋肉部分の信号は低下し、腕神経叢の CNR は上昇した。TE=200 [msec]前後の時に最大となり、TEがそれ以上になると CNR は減少した。

【考察】 TEを増やすことにより水と脂肪のT2緩和時間の差が顕著になり、筋肉等の背景の信号が低下し腕神経叢の CNR が上昇したと考えられる。しかしTEが大きすぎるとT2緩和の差が少なくなり CNR が低下したと考えられる。

【結論】 腕神経叢の3D-SPACE STIR-T2WI法での描出はTE=200 [msec]前後が最も腕神経叢が見やすく適切であると言える。また、本研究では実際に腕神経叢に所見のある被検者の撮影はできなかった。したがって実際に腕神経叢損傷などの症例に対して臨床上の意義を確認することを今後の課題とする。

11 MRI 検査における金属アーチファクト抑制技術を用いた基礎的検討

津久井 綾、栗山 和、齋藤 亮、北川 久、柴田 公望

東京慈恵会医科大学附属柏病院

【目的】 MRI 検査において体内金属が存在する場合、磁場の均一性が低下し、共鳴周波数のずれから金属アーチファクトが発生する。対処法にはマトリクスを小さく、バンド幅を広く設定する方法があるが、SN比が低下するなどの欠点がある。このような背景の中、SIEMENS社から金属アーチファクト抑制技術の view-angle tilting (VAT) 法に加え、スライス方向の位置ずれ補正を行う slice encoding for metal artifact correction (SEMAC) 法が開発された。そこで本研究ではVAT法、SEMAC法における各種パラメーターを変更した際の金属アーチファクト低減効果とブローリングについて検証した。

【方法】 金属アーチファクト低減効果の検討のために自作ファントムを用い、SIEMENS社製 Skyra3.0Tを用いてVAT法、SEMAC法それぞれの値を変化させ撮像した画像のアーチファクト部の面積を求めた。また、ブローリングを検討するために楕円ファントムを作成し、半値幅を計測した。

【結果】VATの値が大きいくほど面積が小さくなり、金属アーチファクトを抑制できたが、画像のブローリングが大きくなった。SEMACの値が大きいくほど金属アーチファクトを抑制できたが、撮影時間が延長した。

【考察】 VAT法を用いることによるブローリングは、値を大きくするほどスライス方向へのエンコードの角度が大きくなるため、読み取りにブローリングが生じると考えられた。SEMAC法のスライスエンコード数を増やすと、信号読み取り数が増えるため撮影時間の延長に繋がると考えられた。

【結論】 VAT法、SEMAC法の使用は金属アーチファクト低減に効果があるが、これらのパラメー

ターを使用、変更することは欠点があり、パラメーターを変更した際の特性を考えて使用する事が重要である。

12 Dual energy 撮影における腎嚢胞

pseudo-enhancement 抑制効果: 散乱線除去グリッドと仮想単色 X 線 CT 画像の影響

泉澤 美希、杉澤 浩一、榊原 由季、塚田 諒、山崎 彰久、布川 嘉信、渡部 敏男

慶應義塾大学病院

【背景・目的】 Computed tomography (CT) 画像上、鑑別難に陥ることがある腎嚢胞の pseudo-enhancement effect (PE) [1]の抑制に対し、仮想単色 X 線 CT 画像 (virtual monochromatic spectral CT image: VMS)が有用という報告がなされている[2,3]。また PE の原因には beam-hardening の他に散乱線の影響も示唆される報告[3,4]も存在する。そこで散乱線除去グリッドと VMS を併用することで、より一層の抑制効果が得られると仮定した。本研究の目的は腎嚢胞 PE 抑制に対するグリッド使用下における VMS の有用性を検討することである。

【方法】 腎臓を模擬した径 55 mmの円柱内に、径 15 mmの模擬腎嚢胞を挿入し、その周囲に、180 Hounsfield Unit (HU) [2]に希釈した造影剤を充填し腎実質相の嚢胞を、および水を充填し非造影の腎嚢胞を模擬した。これらを楕円柱 (320×170 mm) 内に固定、水を充填し被写体を考慮した。この自作腎嚢胞 PE ファントムを single energy (120kVp)および dual energy (VMS)で撮影し、模擬腎実質相領域の CT 値にて 120kVp 相当の VMS photon energy の同定を行い、Beam 幅 40 および 80 mm に対する模擬腎実質相嚢胞領域の CT 値をそれぞれ計測した。撮影条件は helical scan (pitch factor: 1.375)、scan field of view: large、slice thickness: 1.25 mm、volume CT dose index: 9.0 mGy 一定、および image reconstruction: filtered back projection (kernel: standard) とした。Scan

回数は 10 回とし、統計解析には t 検定を用いた。なお、CT scanner は散乱線除去 3D グリッド搭載の Revolution CT (GE) である。

【結果】 120kV と同等な VMS photon energy は 74 keV であった。Beam 幅 40mm における模擬腎実質相嚢胞領域の CT 値は 120 kVp と 74 keV-VMS で、それぞれ 1.3, 0.5 HU ($p=0.072$)、および beam 幅 80 mm では、それぞれ 1.1, 0.9 HU ($p=0.795$)であった。

【結語】 散乱線除去グリッド下における VMS の腎嚢胞 PE 抑制効果を検討した。散乱線除去グリッド下での VMS の PE 抑制は有意差が認められなかったものの、より 0 HU に近づくことが本研究から導きだされた。臨床上、散乱線グリッドのみの仕様でも十分有用であることが示唆された。

[1] Bosniak MA. Radiology 1986; 185 (1): 1-10.

[2] Yamada Y, et al. Medicine 2015; 94 (15): 1-8.

[3] Sugisawa K, et al. Japanese Journal of Radiological Technology 2017; 73 (8): 636-645.

[4] Sai V, et al. Clin. Imaging 2013; 37 (3): 520-525.

13 超高精細 CT における装置を用いたトリミング画像の画質評価

大内 渉、宮崎 紘樹、石原 敏裕、長澤 宏文、宮前 裕太、麻生 智彦

国立がん研究センター中央病院

秋葉 憲彦、中谷義一郎

日本医療科学大学

【背景】 超高精細 CT 装置 (Aquilion Precision; Canon medical systems) は、マトリクス数 1024*1024、2048*2048 による再構成が可能である。また、マトリクス数 1024*1024 のピクセルサイズを保持しつつ、image data からマトリクス数 512*512 の画像を切り出す機能 (トリミング) が搭載されている。トリミングを用いる事で、raw data を読み込まず、簡便に拡大画像を取得できる。

【目的】 トリミング画像と拡大再構成画像を比較

し、画質特性について検討した。

【方法】 1024*1024、reconstruction field of view (R-FOV); 160、500 mm から得られた display field of view (D-FOV); 80、250 mm のトリミング画像と、ピクセルサイズが理論的に同様である 512*512、R-FOV; 80、250 mm の拡大再構成画像を取得し、画質を比較検討した。①解像特性を評価するため、edge phantom (Δ 300 HU) を使用し、edge response function (ERF) から変調度伝達関数 (task transfer function: TTF) を求めた。②ノイズ特性を評価するため Catphan500 modules: CTP422 (The Phantom Laboratory 社製) を撮影し、radial frequency 法により noise power spectrum (NPS) を求めた。なお撮影条件は 120 kV、310 mA、0.5 sec/rot、0.25 mm*160 列、1792ch、pitch factor: 0.569、焦点サイズ: S1 (0.6*0.6 mm)、scan field of view (S-FOV): 500 mm、再構成スライス厚 / 間隔: 1.0 mm / 1.0 mm、再構成関数: FC13 (標準関数) とした。

【結果】 ①両画像の D-FOV 80 mm における 50% TTF に有意な差は無いが、D-FOV 250 mm でトリミング画像は拡大再構成画像と比較して 50% TTF が 11% 向上した。また、トリミング画像において D-FOV が変化しても 50% TTF に変化はみられなかった。②トリミング画像は拡大再構成画像に比べて各周波数帯域において NPS が高く、高周波帯域になるにしたがい NPS の差が大きくなった。

【結論】 D-FOV が同じ場合、トリミング画像は拡大再構成画像と比較して解像特性が良く、ノイズ特性は劣った。また、トリミング画像において臨床にて使用想定される R-FOV 以下ではピクセルサイズが分解能の限界に近く、今回の評価範囲ではほとんど変化しなかった。細かい血管を描出する際など臨床において解像特性が求められる場合は拡大再構成よりもトリミングを用いることで解像特性が担保され、有益な画像が得られると考える。

14 CT 検査における局所被ばく低減機構の AEC ファントムを用いた出力評価

鈴木 柚香、太田 丞二、入江 亮介、榊田 喜正
千葉大学附属病院

【緒言】 CT 検査において、放射線被ばくの最適化を行わなくてはならない。その有効な手段として、Automatic Exposure Control(以下、AEC)の使用が強く推奨されている。AEC の一つである局所被ばく低減機構は、被写体の前面側を照射するときに出力を低減し、前面側にある乳腺や水晶体などの臓器の被ばくを低減させる機構である。この機構は、背面側で出力を増加する方式と背面側の出力を変えない方式の 2 種類ある。背面側の出力を増加させる方式では、最大 45% 程度の出力低減が可能と報告されている。一方、背面の出力が変わらない方式は、詳細な報告がされていない。局所被ばく低減機構の出力評価は、被ばくの最適化を行う上で必要不可欠である。本研究の目的は、背面側の出力が変わらない方式の局所被ばく低減機構における、被写体サイズによる影響と制御範囲について検討することである。

【方法】 本研究では、X 線 CT 装置(Aquilion ONE Ver7.0, 東芝メディカル社製)に搭載されている局所被ばく低減機構 (以下、OEM) を使用した。X 線出力の測定は電離箱線量計(指示部 :9096, 検出部 : 10X6-0.6CT, Radical Corporation 社製)を用いた。被写体は、CT-AEC 円錐型ファントム(京都科学社製)を使用した。撮影条件は、当院の胸部単純 CT 撮影と同様にした。被写体サイズの検討では、16, 20, 24, 28, 32cm のファントム径に対し出力測定を行った。制御範囲の検討では、ファントムの 12 時方向を 0° とし、X 線管の回転角度に対して -90, -60, -30, 0, 30, 60, 90° に測定点を移動させ出力測定を行った。それぞれの測定において OEM を on と off で測定した。

【結果】 被写体サイズの検討では、ファントム径

24, 28, 32cm において約 30%出力低減した。24cm よりもファントム径が小さくなると、OEM の効果は減少した。制御範囲の検討では、0° で約 30% 出力低減し、測定点の角度が大きくなると OEM の効果は減少した。

【結論】 本研究で用いた局所被ばく低減機構は、最大で約 30%の出力低減であった。

15 逐次近似画像再構成法における線質硬化の影響

関根 弘峻、益田 翔太、南島 一也、杉澤 浩一、山崎 彰久、渡部 敏男

慶應義塾大学病院

【目的】 線質硬化の影響を受けやすい頭部領域では線質硬化補正 (beam hardening correction : BHC) が含まれる逐次近似再構成法 (forward projected model-based iterative reconstruction solution : FIRST) Brain が有用と考える。しかしながら、先行研究において FIRST Brain の詳細な報告はなされていない。今回、線質硬化が起こる条件下での画質の評価を行い FIRST Brain の有用性の検討を目的とした。

【方法】 直径 200mm の水ファントムの周囲に CT 値、約 1100 (Hounsfield Unit : HU) の吸収体 (頭蓋骨を模擬) を装着し、自作ファントムとした。管電圧 120kVp、volume CT dose index (CTDI vol) を 70mGy で撮影した。検討項目は CT 値、均一性 (中心と辺縁の CT 値の差分) および中心、辺縁における radial noise power spectrum (NPS) とし、比較対象は FBP (FC21) を基準とした、FIRST Brain (F-Brain) および FIRST Body Standard (F-Body) である。有意差検定には多重比較補正を行った t 検定を用いた。CT scanner は Aquilion ONE GENESIS Edition (Canon medical systems) とした。

【結果】 CT 値は FC21、F-Brain および F-Body で、それぞれ 14.8, 12.2、および 20.8HU で、均一性は、それぞれ 4.7, 4.3、および 7.7HU であ

った。各対象における中心と辺縁の NPS は同等であった。FC21 と比較した F-Brain および F-Body のノイズ量は抑制、周波数特性は変化した。また F-Body と比較した F-Brain のノイズ量は変化した。周波数特性は変化しなかった。また CT 値および NPS において F-Brain と FC21、F-Body を比較した有意差は、いずれにおいても $P < 0.05$ となった。

【結論】 線質硬化が起こる状況下において、F-Brain は FBP と比較し均一性は同等なものの、CT 値の改善やノイズ量を抑制する傾向があることが本研究で導き出された。臨床上、頭部領域のみならず、線質硬化が起こりうる部位においても有用性が示唆された。

16 SiPM-PET 装置における ^{18}F 標識アミロイド PET イメージングの撮像時間の検討:ファントム実験

我妻 慧¹⁾、三輪 建太²⁾、坂田 宗之¹⁾、織田 圭一^{1,3)}、石井 賢二¹⁾

1) 東京都健康長寿医療センター研究所

2) 国際医療福祉大学

3) 北海道科学大学

【目的】 本研究は silicon photomultiplier (SiPM) -PET 装置における ^{18}F 標識アミロイド PET イメージング (^{18}F -florbetapir および ^{18}F -flutemetamol) の撮像時間をファントム実験より検討した。

【方法】 ホフマンファントムと円筒ファントムに 20 MBq の ^{18}F 溶液を満たし、Discovery MI (GE Healthcare 社) を用いてリストモードで 30 分間撮像した。それぞれの臨床撮像条件に合わせて ^{18}F -florbetapir を 370 MBq 投与後 50 分から 5、10、20 分撮像、 ^{18}F -flutemetamol を 185 MBq 投与後 90 分から 15、20、30 分撮像に相当する時間を計測データから抽出した。Iteration : 4, subset : 16、マトリクスサイズ 128×128、2.0 mm/pixel に設定し、Gaussian フィルタを無し、3、4、5 mm と変化させて画像再構成した。ホフマンファント

ムの画像よりコントラスト(%contrast>55%)を、円筒ファントムの画像よりノイズ(CV<15%)と均一性(SD<0.0249)を算出し、基準値と比較して評価した。

【結果】 両薬剤を想定した全ての撮像時間の4 mm以下のフィルタの場合コントラストの基準を満たした。撮像時間を変更してもコントラストに変化はなかった。ノイズの基準を満たすためにはフィルタ無しの¹⁸F-florbetapirで20分以上の撮像時間、または両薬剤で3 mm以上のフィルタが必要であった。均一性の基準は全ての条件で満たした。

【結論】 コントラストは撮像時間に依存せず、フィルタサイズが主に影響を与えた。本条件のフィルタサイズは3または4 mmが妥当であった。ノイズと均一性から、撮像時間は¹⁸F-florbetapirは5分以上、¹⁸F-flutemetamolは15分以上としたが、臨床画像の視覚評価と定量評価が必要である。

17 DSA装置における撮影から画像表示までの遅延時間の検討

富田 尚樹、阿部 雅志、藤井 美華

日本医科大学千葉北総病院

【目的】 DSA装置による高解像度フラットパネルによる画像表示や3D撮影は、血管内治療において欠かせないが、撮影からモニターへの画像表示までに演算処理による遅延時間がある。特に、塞栓術においては塞栓物質のリアルタイムに近い観察ができることが求められ、撮影から画像表示までの遅延時間を把握することが必要である。今回は、複数のDSA装置及び撮影条件下における画像表示の遅延時間を計測し、比較検討した。

【方法】 DSA装置はPhilips、GE Healthcare、Siemens、東芝メディカルシステムズの装置を使用した。造影剤をインジェクターから自作ファントム内に流し、ハイスピードカメラにて造影剤の流れる様子とDSA装置の画像モニターを同時に撮影した。また、時間計測用タイマーも同時に撮影

し、モニターに造影剤が映し出された時間から造影剤がファントム内での同じ位置に達した時間を引いたものを遅延時間とした。

【結果】 各DSA装置においてフレームレート3FPSの撮影では0.3秒前後の遅延が発生した。Philips社のClarityがONの状態ではオートピクセルシフトが行われる為0.81秒の遅延時間となるが、OFFにすると0.26秒となった。同じフレームレート下ではインチサイズが大きい撮影条件において遅延時間が長くなった。

【結論】 インチサイズによる遅延時間の変化は収集マトリクスが関係し、8インチ以下よりマトリクスサイズは約半分となり、収集データ量が少ない為に処理速度が短くなったと考えられる。また、画像データ収集におけるX-ray window timeが異なると、遅延時間が変化すると考えられる。DSA装置において、撮影から画像表示までアルゴリズムによる画像処理が行われる為リアルタイムでは表示されず、装置の画像表示の遅延時間を十分に把握する必要があり、特にNBCAを用いた塞栓術においてはリアルタイムな挙動の観察が重要である。診療放射線技師がDSA装置における画像表示の遅延時間を把握し、臨床に適した撮影条件を設定することで、安全性の高い検査・手技を行う一助となると考えられる。

18 自己回帰モデルによるノイズ解析のアプローチ - Digital radiography system -

望月 安雄、阿部 慎司、門間 正彦

茨城県立医療大学

【目的】 X線画像のノイズ解析はWiener spectrum(WS)で行われ、Digital radiography system(DR)では、WSを二次元フーリエ変換(2DFFT)法で計算して評価することが多い。しかし、Fourier transform(FT)は、計算に2のべき乗の有限dataが必要で、DRではsamplingする画素サイズで最少の空間周波数や周波数間隔が決定される等の制約が生じる。今回、統計ソフトR

の自己回帰モデル(auto-regressive mode : AR)の spectrum 推定(ar.spec)を用い、DR のノイズ特性を解析した。AR は直接 FT 法と異なり、計算の data 長や周波数間隔を任意に設定できる(WS_{ar})。比較のために、2DFFT で WS_{2DFFT} も計算した。

【方法と使用機器】 AR での spectrum 推定は、係数 (a_1, \dots, a_m) と白色雑音の分散(σ^2)を与えれば計算できる。ar.spec での係数と分散の推定は、Yule-Walker 法や最少二乗法、Burg. 等から Brug を選択し、実装されている赤池の情報量基準(AIC)で最適な次数(Lag)を求めた。 WS_{2DFFT} の計算は、計算範囲の 256×256 ピクセル画像をルジャンドル多項式でトレンド補正して 1 セグメント

(Segment:SEG)とした。WS 値は 試料 1 画像で 64 SEG を計算し、5 画像で計 320 SEG によって取得した。ノイズ測定の試料画像は、computed radiography(CR)の撮影条件を標準感度の S/F 系でフィルム濃度が肺野部と吸収が同等なアクリル板用い、CR 装置は Konica Rejus 170 で取得した。撮影条件は、焦点-輝尽性蛍光体プレート間距離を 200cm、管電圧を 120kV、管電流を 200mA に固定し、撮影時間によって調整した。

【結果】 Vertical 方向で画素 1 列の仮想スリット長 256 のピクセル値を露光量変換して計算した結果、 WS_{ar} は少ない data で変動がない滑らかな spectrum が得られた。WS 値は最少空間周波数と近傍で WS_{2DFFT} は $2.15 \text{ E-}05 \text{ cycles/mm}$ 、 WS_{ar} は $1.87 \text{ E-}05 \text{ cycles/mm}$ で差は $0.28 \text{ E-}05$ と僅かだった。また、 WS_{ar} では spectrum と同時に分散も求められ、AIC の最尤推定値の 4 次での Root mean square (RMS)値は約 $6(\times 10^{-3})$ であった。

【結論】 AR の Lag が 4 次で得られた WS 値は、 0.1 cycles/mm や Nyquist frequency 近傍での値は、2DFFT 法と大きな差異はなかった。しかし、両者の spectrum の形状は大きく異なった。これは AR の式から得られる spectrum が、ローレンツ型になることによる影響と考えられる。

19 奥尻島における空間線量率調査

徳田明日香、井上一雅、福士政広

首都大学東京

【目的】 北海道奥尻島の天然放射性核種を測定対象として、2017 年 9 月 4 日、5 日に走行サーベイ法および定点測定法を用いて島内の空間線量率を調査した。

【方法】 測定は走行サーベイ法と定点測定法を用いた。走行サーベイ法では、3-in×3-in 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、島内走行 (30km/h) し 30 秒毎に車内計数率[cps]を測定した。定点測定法では、島内 16 地点で車内 2 分、車外 10 分間測定した。車内と車外の平均計数率の相関関係より車体の遮蔽補正係数、全線量率と車外計数率との相関関係より線量換算係数を求め、車内計数率各係数を乗じ、車外の空間線量率を算出した。人体への影響を評価するために走行サーベイ法で得た島内の平均空間線量率 [nGyh^{-1}] から式 1 より年間実効線量率 [mSvy^{-1}] を算出した。

$$H[\text{mSvy}^{-1}] = \text{DCF} \times D_{\text{out}} \times (f \times T_{\text{in}} + T_{\text{out}}) \times 365 \times 10^{-6}$$

(式 1)

また、24 時間屋外で生活したと仮定し大地および大気中からの年間実効線量 [mSv] を求めた。

【結果】 全ての空間線量率の平均値を求めた結果、奥尻島の平均空間線量率は $56[\text{nGyh}^{-1}]$ 、北部は $68[\text{nGyh}^{-1}]$ 、南部は $51[\text{nGyh}^{-1}]$ となり、北部は南部より 33% 高い線量率となった。最大空間線量率 $127[\text{nGyh}^{-1}]$ は北西部の勝瀨山付近であり、最小空間線量率 $18[\text{nGyh}^{-1}]$ は南西部のホヤ石川源流域付近であった。式 1 より得た年間実効線量率は $0.185[\text{mSvy}^{-1}]$ であり、年間実効線量は $0.37[\text{mSv}]$ であった。

【考察・結論】 勝瀨山付近が最大線量となったのは、測定地点にパーライト採掘場があり、パーライトに ^{40}K やウラン系列などの天然放射性核種が多く含まれているためと考えられる。ホヤ石川源流域付近が最小線量となったのはホヤ石川源流付近が玄武岩質 (天然核種の少ない岩石) の地層で覆われた地

域であるためと考えられる。外部放射線のみを考慮した奥尻島の実効線量 $0.37[\text{mSv}]$ は日本の大地および大気中からの γ 線による実効線量 $0.29[\text{mSv}]$ と比較して 26% 高値を示した。しかし人体への影響を考慮した奥尻島の年間実効線量率は、 $0.185[\text{mSvy}^{-1}]$ であり、公衆被ばくの線量限度 $1[\text{mSv}]$ より 82% 低い値であるため、人体への影響はないことがわかった。

20 福島第一原子力発電所事故後の周辺河川における核分裂生成物質の動態調査

長屋 桃華、井上 一雅、福士 政宏

首都大学東京

【目的】 福島第一原子力発電所 (F1) 周辺を流れる河川水を試料とし、F1 での事故の影響による残留放射性核種の同定とその濃度を求め、河川水の汚染状況について調査する。

【方法】 本研究では、福島第一原子力発電所付近を流れる請戸川、高瀬川、前田川、熊川および富岡川から河川水を採取した。採取地点は 22 地点とした。採取した試料はミリポアフィルターでの濾過処理と硝酸処理を施し、放射線医学総合研究所設置の誘導プラズマ質量分析器 (ICP - MS) を用いて多元素分析を行った。

【結果】 今回の ICP-MS による多元素分析では、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs は検出されなかった。また、 ^{88}Sr 、 ^{133}Cs 、 ^{238}U の 3 核種について、前田川河口において他の 21 地点と比較して高い濃度が検出された。

【考察】 F1 における事故によって大気中に飛散したとされる ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs は検出されなかった。 ^{131}I の半減期は約 8 日であるため、既に減衰していると考えられる。また、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の半減期はそれぞれ 2.06 年と 30 年である。 ^{134}Cs は β 線を放出して約 100% が ^{134}Ba に壊変するが、今回採取した河川水からは ^{134}Ba も検出されなかったためほぼ存在しないと考えられる。また、 ^{137}Cs は 94.4% が $^{137\text{m}}\text{Ba}$ を経て ^{137}Ba に壊変する。 ^{137}Cs は検出されなかったため河川水中にはほぼ存在しないことが判明した。今回の測定で ^{137}Ba 以外の元素はいずれも検出され

なかったことを考慮すると、検出された ^{137}Ba は ^{137}Cs の一部が放射性壊変したことによって生成された可能性が高いと考えられる。よって ^{131}I および ^{134}Cs は大気中に飛散したのち、降雨等により河川に落下し既に減衰、あるいは海洋に流出したものと考えられる。また ^{137}Cs の多くは海洋に流出し河川水中には存在しないが、その一部はすでに ^{137}Ba に放射性壊変を起こし現在も河川水中に存在すると考えられる。前田川河口で採取した河川水から検出された ^{238}U について、その他 21 地点と比較して 100~1000 倍程度の高値を示した。採取地点が河口付近であることから、採取した河川水に海水が混入していた可能性が考えられる。

21 土壌中の放射性セシウム濃度深度分布調査

柴田 友子、井上 一雅、福士 政宏

首都大学東京

【目的】 従来法であるスクレーパープレート法と開発段階にある放射能深度分布測定器を用いた方法を用いて、福島県双葉郡双葉町において土壌中の放射性セシウム濃度 (^{134}Cs + ^{137}Cs) の深度分布調査を実施し、放射能深度分布測定器の実用化に向けた検討を行った。この放射能深度分布測定器は、エネルギースペクトルの計測により核種分別が可能である。

【方法】 福島県双葉郡双葉町の 4 地点において深度分布調査を行った。スクレーパープレート法では、スクレーパープレートを用いて土壌を採取し、高純度 Ge 半導体検出器 (GMX10P、ORTEC、USA) を用いてエネルギースペクトルを計測した。得られたエネルギースペクトルから核種解析を行い、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の放射能濃度を得た。放射能深度分布測定器を用いた調査では、現地において穴をあけて検出器部を土壌に挿入して計測した。

【結果】 高純度 Ge 半導体検出器から得られた結果は、調査地点の地質に依存して土壌表面および地表面より 2~3 cm の深度で放射性セシウムの濃度が最も高値を示した。放射能深度分布測定器では、地表面からのセシウム濃度の減少においては、スクレー

パープレート法で急激、放射能深度分布測定器では緩やかな傾向であった。また、スクレーパープレート法において放射性セシウムがほとんど検出されない深部においても放射能が検出され、今後の検討課題を明らかにできた。

【結論】 開発段階の放射能深度分布測定器は、最大放射性セシウム濃度の深度の特定には有用であるが、周辺深度からの影響を受けた結果となった。放射能深度分布測定器の実用化に向けて、周辺深度からの影響を考慮する必要はあるものの、最大放射性セシウム濃度を示す深度は両者の方法においてほぼ合致しており、既存のスクレーパープレート法を用いた調査を補うものとして有用性を確認できた。

22 東京西部の多摩川水系における希土類元素ガドリニウム濃度の調査

市村 賢、井上 一雅、福士 正広

首都大学東京

【目的】 近年、先進国を中心として河川に含まれる希土類元素ガドリニウムの濃度が、他の希土類元素と比較して顕著に高いことが報告されている。この原因として、MRI 検査用ガドリニウム造影剤が人体から尿として排泄された後、下水処理場で完全に除去されずに河川へ排出されることが原因であると考えられている。本研究では、東京西部の多摩川水系におけるガドリニウムの濃度の調査を目的とし、多摩川における環境汚染状況を調査した。

【方法】 2017年8月29日から30日の2日間にわたり、多摩川および多摩川に流入する乞田川、大栗川、浅川、南浅川、北浅川、秋川、平井川の任意の21地点において、採水器を用いて250 mL採水した。採水した水は、試料に含まれる主成分の分離や微量成分の濃縮のため前処理を行った後、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所に設置されているICP-MSを用いてガドリニウム濃度(ppb)の定量を行った。

【結果】 多摩川におけるガドリニウム濃度は、上

流域の青梅市で0.00091 ppbであったのに対し、中流域の昭島市では0.00415 ppb、府中市で0.03512 ppbであり、中流域で上昇傾向が見られた。また、大栗川の上流でも0.00546 ppbの高濃度のガドリニウムが検出された。

【結論】 多摩川において、高濃度のガドリニウムが検出された要因として、下水処理施設による排水が考えられる。ガドリニウム濃度値の上昇が見られた昭島市の採水点の上流には多摩川上流水再生センターが位置しており、管轄している処理区における人口は439,000人、面積は9,349 ha、MRI保有台数は9台である。昭島市から府中市にかけては八王子水再生センター、錦町水再生センター、浅川水再生センター、北多摩二号水再生センターが設置されており、合計で人口は849,000人、面積は8,228 ha、MRI保有台数は36台になる。したがって、人口やMRI保有台数の多い地域でガドリニウム濃度値が顕著に上昇したと考えられた。

23 東京都東部地域における多摩川水系のガドリニウム濃度調査

西河 泰斗、市村 賢、井上 一雅、福士 政広

首都大学東京

【目的】 東京都東部地域における多摩川水系を流れる環境水を一定距離ごとに採水し、試料に含まれるMRI造影剤が起源と考えられるガドリニウムの濃度を誘導結合プラズマ質量分析計にて定量分析を行い、環境水に含まれるガドリニウムの濃度および分布状況を明らかにすることを目的とした。

【方法】 東京都東部地域と神奈川県川崎市の一部を流れる多摩川水系に属する17地点において、採水器を用いて250 mLを採水した。採水した試料は、十分に洗浄したポリエチレン製容器に入れて学内実験室に持ち帰り、その後、孔径0.45 μmのメンブレンフィルターを用いて、試料の濾過作業(浮遊粒子、微生物等の除去)を行った。さらに、

硝酸を加えて酸性化し、ホットプレートを用いて加熱することで、主成分の分離や濃縮などの前処理を行った後、ICP-MS ボトルに移して標準溶液を加え、測定誤差を抑える処理をした後、ICP-MS により定量分析を行った。

【結果】 ガドリニウムの決定濃度値は、世田谷区で採水した地点で 0.11247 ppb の高濃度ガドリニウムを検出した。これは、過去に報告されているバックグラウンド (0.00063 ppb) の 252 倍の高い値であった。その他の採水地点においてもバックグラウンドの 31~178 倍の高い濃度を検出した。

【考察】 ガドリニウム濃度が最も高い値を示した採水地点の上流には東部下水処理場があり、それより上流の地点ではバックグラウンド程度の濃度が検出されている。そのため、高濃度のガドリニウムは東部下水処理場から放流されている処理水に含まれている可能性が考えられた。加えて、現代の下水処理方法ではガドリニウムを除去できていない可能性が示唆された。本水処理場が管轄している地区は三鷹市の一部のみであるが、MRI 造影検査を実施している医療機関が多く点在する。そのため、ガドリニウムの濃度は下水処理施設が管轄する地域における人口や医療機関数に依存していることが考えられた。

24 乳房用簡易形線量計における管電圧特性に関する検討

齋藤 真由、小倉 泉、吉澤 佑華、小林 司、根岸 徹

首都大学東京

山崎綾乃、市川重司

公立福生病院

【目的】 私達は、第 34 回東京支部秋季学術大会において乳房用簡易形線量計の管電圧補正法について報告した。今回、三機種 of 乳房用 X 線装置のターゲットと付加フィルタについて、Mo/ Mo と Mo/ Rh の組み合わせに対し、電離箱線量計と簡易形線量計を用いて出力線量を測定し、その精度に

ついて検討した。

【方法】 乳房用 X 線装置([A]MGU-100B:東芝、[B]MGU-1000D: 東芝、[C]MAMMOMAT 3000Nova:シーメンス)を用いて、胸壁から 6 cm、患者支持台から高さ 4 cm の位置に電離箱線量計 (Accu-Pro : Radcal 社)および乳房用簡易形線量計 (MSM-3 MDKVC) をそれぞれ設置し、線量(空気カーマ)[mGy]および照射時間[ms]を測定した。管電圧は Mo フィルタでは 26~32 kV(2 kV 毎)、Rh フィルタでは 28~34 kV(2 kV 毎)、管電流時間積は 40 mAs とした。なお、簡易形線量計における Mo フィルタについては管電圧補正機能の有無について、比較・検討を行った。

【結果】 電離箱線量計による Mo フィルタの測定では、管電圧の変化に対し[B]装置と[C]装置の線量は同様の傾向を示した。これに対し[A]装置では、26~32 kV で 1.48~1.44 倍となった。Rh フィルタでも同様の傾向が見られ、28~34 kV で 1.43~1.40 倍となった。簡易形線量計においても管電圧の変化に対する傾向は同様であり、電離箱線量計での 28 kV(Mo/Mo)の線量を基準とした簡易形線量計の相対値は、Mo フィルタで三機種とも 0.97~1.05、Rh フィルタで三機種とも 1.04~1.11 となった。また、Mo フィルタにおいて管電圧補正機能を用いると、26, 28, 30, 32 kV で三機種とも 0.99~1.01 に改善できた。

【考察】 電離箱線量計の測定では、[A]装置は[B][C]装置に比べて 1.4 倍の値を示したが、これは撮影距離や付加フィルタの厚さおよび取り付け角度の違いによるものと考えられる。

簡易形線量計では、Mo フィルタでは管電圧補正機能を用いることで、Rh フィルタでは管電圧ごとに校正定数を乗ずることで、精度の高い測定が可能となる。

今後、測定機種や様々なターゲットと付加フィルタの組み合わせを増やし、その精度について検討する予定である。

25 乳房用簡易形線量計による半価層の精度に関する検討

吉澤 佑華、小倉 泉、齋藤 真由、小林 司、根岸 徹

首都大学東京

山崎 綾乃、市川 重司

公立福生病院

【目的】 私達は第71回東京支部春期学術大会において乳房用簡易形線量計を用いた半価層の測定精度について報告した。今回、三機種 of 乳房用 X 線装置のターゲットと付加フィルタについて、Mo/Mo と Mo/Rh の組み合わせに対し、電離箱線量計と簡易形線量計を用いて半価層を測定し、その精度について検討した。

【方法】 乳房用 X 線装置([A]MGU-100B:東芝、[B]MGU-1000D: 東芝、[C] MAMMOMAT 3000Nova:シーメンス)を用いて、胸壁から 6 cm、患者支持台から高さ 4 cm の位置に電離箱線量計 (Accu-Pro: Radcal 社) および乳房用簡易形線量計 (MSM-3 MDKVC) をそれぞれ設置し、X 線管焦点から [A]装置は 220 mm、[B]装置は 260 mm、[C]装置は 250 mm の位置に圧迫板と鉛絞りマスクを配置し、Al フィルタ法にて半価層を測定した。管電圧は Mo フィルタでは 26~32 kV(2 kV 毎)、Rh フィルタでは 28~34 kV(2 kV 毎)、管電流時間積は 40 mAs とした。

【結果】 電離箱線量計による Mo フィルタの半価層は、28 kV において大きい順に [B]装置で 0.361[mmAl]、[C]装置で 0.352 [mmAl]、[A]装置で 0.335[mmAl]となった。大きさの順は他の管電圧においても同様であった。Rh フィルタでは、[B]装置と [C]装置でほぼ同じ値を示し、28 kV で 0.412[mmAl]であった。[A]装置では 28 kV で 0.385[mmAl] となり、28~34 kV において 0.022~0.027[mmAl]小さい値を示した。簡易形線量計による Mo フィルタの半価層は 28 kV において大きい順に [B]装置で 0.410[mmAl]、[A]装置で 0.397[mmAl]、[C]装置で 0.385[mmAl]となった。

Rh フィルタの半価層は 28 kV において大きい順に [B]装置で 0.460[mmAl]、[A]装置で 0.448[mmAl]、[C]装置で 0.438[mmAl]となった。

【考察】 半価層は管電圧、ターゲット、付加フィルタが同一でも、フィルタ厚、フィルタ取り付け角度、管電圧波形等に影響されると考える。

ここで、簡易形線量計による半価層 x [mm] と電離箱線量計の半価層 y [mm] の関係を求めると、 $y=ax+b$ の一次式で近似できる。この近似式は乳房用 X 線装置およびフィルタにより異なるため、それぞれ近似式を求め、精度管理に用いることが望ましい。今後、測定機種を増やし、乳房用簡易形線量計による半価層の測定精度について検討する予定である。

26 胸部ポータブル画像における末梢静脈挿入式中心静脈カテーテルの視認性向上を目的としたノイズ抑制処理の検討

阿部 泰之、富里 謙一、菊池 一郎、丸山 智之

日本医科大学千葉北総病院

【背景】 末梢静脈挿入式中心静脈カテーテル (peripherally inserted central catheter: PICC) は末梢の細い血管から挿入する必要があるため、当院では 4.5 Fr サイズの PICC を使用している。この PICC は X 線の吸収が少なく、体厚の厚い患者や上肺野に強い炎症など認める患者などでは、当院外科医師や放射線技師からも、胸部ポータブル画像において PICC の視認性が悪いと指摘が挙がっていた。PICC の視認性低下の原因として患者の体厚からの散乱線によるノイズの増加が考えられた。

【目的】 胸部ポータブル画像における PICC の視認性向上のため、CR CONSOLE(富士フィルムメディカル株式会社)によるノイズ抑制処理の基礎的検討を行った。

【方法】 胸部ポータブル装置による撮影は当院のルーチンであるグリッド比 3:1、70 kV、3.2 mAs として、腫瘍陰影を模擬した試料と PICC

を張った肺野ファントムに対して撮影を行った。ノイズ抑制処理は、周波数帯域は A、C、F タイプ、濃度依存はメーカー推奨の A タイプ、ノイズ抑制の強調度を 0、0.5、1 とし、それぞれの組み合わせに対して画像を作成した。評価項目は胸部画像としての粒状性、コントラスト、腫瘍陰影の評価および腋窩静脈、鎖骨下静脈、上大静脈における PICC の視認性を 5 段階評価による視覚評価によって行った。

【結果】 PICC の視認性は低周波数帯域の抑制が強いタイプが良い傾向であった。ノイズ抑制の強調度が高いほど、PICC の視認性は良い傾向であった。しかし、ノイズ抑制の強調度が高いほど、胸部画像としての粒状性とコントラストは悪い傾向となった。

【考察】 臨床では PICC 先端確認のオーダーでも同時に肺野の状態確認が必要なこともある。目的が先端確認のみであれば低周波数側のノイズ抑制と、ノイズ強調度を高くすれば PICC の視認性が良いと考えられる。肺野内の確認が必要であれば、ノイズ強調度を高くしすぎないことが良いと考えられる。

【結論】 肺野ファントムを使用した視覚評価によって、PICC の視認性向上に最適なノイズ抑制処理を検討できた。

27 体厚が胸部 X 線写真の骨減弱処理に与える影響の検討

藤井勇樹、堀内悠平、森田康介

東京女子医科大学病院 中央放射線部

島田豊

東京女子医科大学東医療センター 放射線科

遠藤健二、坂井修二

東京女子医科大学病院 画像診断・核医学科

【背景・目的】 胸部 X 線写真の読影補助としてソフトウェアによる骨減弱(Bone Suppression: BS)処理がある。我々は過去に BS 処理が撮影条件(電圧、mAs 値)によって影響を受けない事を報告

した。今回、我々は体厚が BS 処理の骨減弱に与える影響を検討したので報告する。

【使用機器】 胸部 BoneSuppression 処理ソフトウェア (コニカミノルタ)

【方法】

- ① 胸部ファントムの体厚を 20cm、23cm、26cm に変更し、同条件(距離 180cm、管電圧 120KV、自動輝度制御)で X 線撮影し、それぞれ BS 処理を施した。BS 処理前と処理後で、骨陰影が存在する肺野の信号値を計測し、骨減弱率を算出した。また、同時に Dual Energy Subtraction(DS)撮影も行い、DS 処理による骨減弱率との比較を行った。
- ② CT で正常肺である事を確認した患者、連続 30 例の胸部 X 線画像に BS 処理を施し、同様に骨減弱率を算出した。それぞれの患者の胸部 X 線写真側面像を用いて、体厚を計測し、骨減弱率との相関関係を検討した。なお東京女子医科大学病院、倫理委員会で承認されている 2014 年 1 月 1 日から 2016 年 12 月 31 日までの間に、東京女子医科大学病院で胸部 X 線撮影が実施された呼吸器内科および呼吸器外科受診の患者を対象とした。

【結果】

- ① 骨減弱率は体厚の増加により、BS処理で0.3、0.27、0.27、DS処理で0.47、0.46、0.37であった。体厚の増加はBS処理に殆ど影響がなかったが、DS処理ではやや影響があった。
- ② 臨床画像では体厚と骨減弱率の間に有意な相関関係は得られなかった。

【結論・考察】 BS 処理による骨減弱は体厚の影響を受けづらいことが分かった。BS 処理は形状などから骨と認識した信号のみを減弱するため、体厚増加による透過性低下による影響を受けづらいためと考えられた。

28 グリッド画像と散乱線補正処理画像における類似度の検討

望月 聖也、鳥居 純、石原 敏裕、井原 完有、麻生 智彦

国立がん研究センター中央病院

【背景】 散乱線補正処理 (Intelligent Grid: 以下 IG) は FPD を用いた胸部単純 X 線撮影において、グリッドを使用せず撮影した画像のコントラストを改善し、グリッド使用時と同等のコントラストを得ることができる。しかし、IG は画像生成過程において非線形処理を含んでおり IG 画像の処理強度の設定によりグリッド画像と視覚的差異が生じる場合がある。

【目的】 本研究では胸部単純 X 線画像におけるグリッド画像と IG の処理強度を変化させた IG 画像の類似度について比較検討を行った。

【方法】 X 線撮影装置 (RAD-SpeedPro: 島津社製) および間接変換型 FPD (AeroDR Fine: KONICA MINOLTA 社製) を用いて、胸部ファントムを被写体とし収束型グリッド (グリッド比: 6:1 三田屋製作所社製) を使用した画像とグリッドを使用せず IG を施した画像を取得した。撮影条件は管電圧: 90kV、管電流時間積: 2mAs、撮影距離: 100cm とした。IG 画像は補正処理強度を -3 から +3 まで変化させた 7 種類のをそれぞれ取得した。またグリッド画像と IG 画像において画像の類似度を視覚的に評価するため、診療放射線技師 10 名 (経験年数: 1~10 年目) により正規化順位法を用い評価を行った。評価基準としてグリッド画像との類似度の高い順に順位づけを行った。得られた順位から距離尺度を算出し、画像間の有意差を求めた。

【結果】 定量評価による NMSE は処理強度 ±0 のとき 0.103 となり他の画像と比較しグリッド画像に類似度が近い値となった。

正規化順位法による順位は +3 < -3 < -2 < -1 < +2 < ±0 < +1 となった。また処理強度 ±0 - 処理強度 +1 間において有意差は認めなかった。

(*l.s.d.*(5%) = 0.55)

【結論】 胸部単純 X 線画像における IG 画像は、

処理強度を ±0 に設定したときグリッド画像との類似度が高くなった。今後は IG 画像の処理強度間における物理特性について評価を行う。

29 DICOM header の収集効果がもたらす有効性 (当院における一般撮影及び CT 検査の線量指標の収集経験について)

及川 朋子、新井 知大、持木 和哉、篠崎 雅史、谷 島 義信

国立国際医療研究センター病院

【目的】 一般撮影及び Computed Tomography (CT) 検査では Exposure Index (EI; IEC 62494-1), CT Dose Index (CTDI; IEC 60601 2-44) による線量評価指標が定義された。2012 年には、被写体サイズを考慮した線量指標である Size-Specific Dose Estimation (SSDE) の有効性についても報告された。しかし、各指標の定義/単位は異なり、単純な比較は容易でない。本研究では EI、CTDI 及び稼働実績を探索的に収集し、その有効性について言及する。

【方法】 本研究は、国立研究開発法人 国立国際医療研究センター 倫理委員会によって、研究遂行に関する承認を受けたものである。(承認番号: NCGM-G-002362-00)平成 28 年 4 月 1 日から平成 29 年 3 月 31 日の期間に、当院で人間ドックを受診し、胸部一般撮影 (2R) 及び低線量胸部単純 CT 検査を施行した受診者 65 名を調査対象とした。健診データベースから得られる身長と体重から算出した Body Mass Index (BMI)、mAs 値、EI、Deviation Index (DI)、CTDI について回帰分析による相関係数 R を算出した。胸部一般撮影の 2R 画像より患者幅を計測し得られた Conversion Factor を一般撮影の mAs 値から推定される CTDI に乗じて $SSDE_{(calc. Xp)}$ とした。また、CT 画像より AAPM Report No. 204 に準拠し SSDE を算出し $SSDE_{(calc. Xp)}$ との回帰分析による相関係数 R を算出した。

【結果】 胸部 2R における EI、DI の平均値は

PA: 178 ± 22.93 、 -0.04 ± 0.57 、LAT: 167 ± 32.66 、 -0.07 ± 0.79 であった。BMIと一般撮影PA、LATのmAsの回帰分析によって算出された各相関係数は $R=0.810$ 、 0.754 、CTDIとの相関係数は $R=0.863$ であった。また一般撮影PAのmAsとCTDIの相関係数は $R=0.895$ であった。SSDE_(calc. x_p)とSSDEとの回帰式はslope: 1.008 、intercept: 0.495 、 $R=0.760$ であった。

【結論】 各種検査の生体及び線量情報の収集は、平均的な施設水準を知るだけでなく被写体毎の誤差要因を統計的に明確にし、スタッフ間への教育の術となった。また、BMI、一般撮影の撮影線量を基盤としたCT被ばく線量(SSDE)の事前提供の可能性についても示唆された。

30 脊椎全長撮影における散乱線除去処理の動作を考慮した物理特性評価およびグリッド比率について

細川 諄、原 良介、三浦 茂樹、井場 稔、岡部 幸司、渡部 敏男

慶應義塾大学病院

【背景・目的】 当院では2016年11月にワンショット長尺撮影対応 FPD CALNEO GLを導入した。第45回秋季大会で、脊椎全長撮影を前提とした散乱線除去処理(VG)の性能評価、及び適正 Grid比の基礎検討について発表した。先の検討ではRQA5の線質で物理特性を評価したが、VGの特性上、臨床と同じ線質での評価が必要と考えた。そこで臨床条件による物理特性を評価してRGと同等なVGのGrid比(VG比)を検討した。

【方法】 当院の脊椎全長撮影の撮影条件、測定環境で測定した。VGの特性上、厚さ10cmの散乱体により散乱線を含有した状態でMTF、NNPS、NEQを算出した。また、秋季学術大会で検討した視覚評価との比較も考察に加えた。

【結果】 MTFではVG比8:1が最良の結果となった。NNPSでは2cycles/mmを境界値として、低周波数領域ではRG、高周波数領域ではVG比

4:1が最良の結果となった。その上で、求めたNEQにおいては低周波数領域でVG比4:1、高周波数領域でVG比6:1と8:1でRGと同等の結果を得られた。また先の検討における視覚評価ではVG比が高い程、視認性の指標となるIQF_{inv}が向上し、同比率にあたる8:1でRGに最も近い値を示す結果であった。

【考察】 NEQ上、低周波数領域ではRG、高周波数領域ではVG比4:1が最良の結果であると考えられた。高周波数領域でVG比4:1が最良となったのは、NNPSにおいて高周波数領域でVG比4:1が最良であった為と考えられる。今回の検討背景から、脊椎の輪郭評価に影響する高周波数領域の傾向に注目した場合、VG8:1がRG8:1に近似しているのではないかと考えた。

【結語】 本検討の脊椎アライメントの評価を目的とした撮影では、脊椎の輪郭評価が重要となるため、高周波数領域でRGと同等なVG比8:1が適切だと考える。