

MRI-1(高磁場)

座長 佐川 肇(京都大学医学部附属病院)

坂東 大輔(大津市民病院)

1. 逆 Z スペクトル解析を用いた Cr-CEST イメージングの生体適用

*澤谷令香¹ 有原成美¹ 辻慶歩¹ 大西隆太郎¹

上田淳平² 齋藤茂芳¹

(¹大阪大学医学系研究科 保健学専攻生体物理工学講座

²大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門)

【目的】

従来, CEST imaging では MT 効果, spill over 効果, T1 などの影響を受け CEST 効果の特異性が低下するという問題があった. 本来の CEST 信号以外の影響を排除するために, 逆 Z スペクトル解析を用いた CEST imaging を行った. 前臨床用 7T-MRI を用いてファントムとマウスを対象とした Cr-CEST imaging を実施し, 新規 CEST 撮像法の有用性を検討した.

【方法】

クレアチンを生理食塩水で希釈し 10, 25, 50mM とした3種類の溶液および 50mM のクレアチン溶液にアガロースを加え 0.2, 0.4, 0.6%とした 3 種類の溶液を使用した. 生体の測定では 7 週齢の C57BL/6JmsSlc マウス 5 匹を用い, 精巣を撮像対象とした. MT パルスをファントムでは 1, 2, 3 μ T, 生体では 1.2, 2.4 μ T とし, B0 補正には Wsstr 法を用いた. MTR 値を算出し, 1.8ppm のオフセット周波数において MTR_{asym} マップを作成した. 逆 Z スペクトル解析により MTR-REX と AREX を算出し, 得られた画像と MTR 値を比較した.

【結果】

濃度を変えたクレアチンファントムにおいて, 補正後の MTR 値は全ての濃度で減少した. アガロースを添加したクレアチンファントムでは全ての濃度において MTR 値が近い値となった. マウスの精巣の撮像では, 補正前と補正後の MTR 値が精巣で(0.10 \pm 0.008, 0.22 \pm 0.02), 精巣上部の皮膚で(-0.09 \pm 0.03, -0.29 \pm 0.07)となり補正により MTR 値の差が大きくなった. 画像上においてもコントラストの上昇が確認できた. 新規 CEST imaging 法により, C

EST 効果の特異性の上昇が示され, 生体に適用することが出来た.

2. 生理的信号変動に起因する MR 画像の SNR の過小評価: 7T および 3T による検証

*西山大輔¹ 土師知己¹ 西本博則¹ 島田育廣¹

上口貴志^{1,2}

(¹情報通信研究機構未来ICT研究所 脳情報通信融合研究センター

²大阪大学大学院 生命機能研究科)

【目的】

MR 臨床画像の信号ノイズ比(SNR)評価法として差分マップ法と連続撮像法が提案されており, 前者は差分画像での空間的信号変動から, また後者は各画素での時間的信号変動からノイズを測定することで, 被写体構造の影響を受けない SNR 評価が可能である. しかし, いずれの方法も異なる時刻に撮像された画像からノイズを測定するため, 生命活動に伴う信号変動(生理的ノイズ)が評価結果に影響を与えうるが, そのことは十分に認知されていない. そこで本研究では, 7T および 3T 装置を用いて生理的ノイズが各 SNR 評価法に与える影響を明らかにする.

【方法】

使用装置は Siemens 社製 7T および 3T 装置で, コイルは 32ch 頭部用である. 同意を得た被験者 4 名に対し, GRE-EPI にて全脳の安静時画像を TR3 秒にて連続 100 回撮像した. 得られたデータに対して体動, 歪み, および信号ドリフト補正を加えたものを評価対象画像とし, 差分マップ法および連続撮像法にて白質および灰白質の SNR を評価した. このとき, 差分マップ法では隣接する時相間で差分画像を作成した. 対照として均一ファントムでも SNR 評価を行った.

【結果】

ファントムでは, 3T に比べて 7T で高い SNR が得られ, 評価法による差は認められなかった. 一方, ヒトではいずれの評価法でも 3T に比べて 7T で SNR は総じて低く, この傾向は連続撮像法において, また表層灰白質において顕著であった. これは, いずれの方法でも生理的ノイズによる SNR の過小評価が起きていることを示す結果であり, また表層灰白質では, 神経活動に伴う BOLD 効果で

生理的ノイズが増強されることを示唆するものであった。

3. 7T-MRI を用いた肝性脳症モデルにおける脳肝臓器連関解析

*有原成美¹ 澤谷令香¹ 辻慶歩¹ 大西隆太郎¹ 石川大介² 上田淳平³ 齋藤茂芳^{1,4}

(¹大阪大学医学系研究科保健学専攻 生体物理工学講座

²近畿大学病院 中央放射線部

³大阪大学医学部附属病院 放射線部

⁴国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部)

【目的】

肝障害では分解されなかったアンモニアが脳に蓄積し、肝性脳症を引き起こすとされている。本研究ではチオアセトアミド(TAA)投与肝性脳症モデルを用いて、投与後 3 日目、10 日目のラットの肝臓の T1rho 値と T2 値の計測を行い、肝障害を評価し、さらに脳 MRS による脳内物質の定量評価を同時期に行い、脳と肝臓の臓器連関について解析した。

【方法】

急性肝炎モデルとして Wistar ラットに体重 100g あたり 150mg (軽症モデル)と 200mg (重症モデル)の二種類の TAA を 2 回腹腔内投与した。投与 3 日目、10 日目に 7T-MRI を用いて呼吸同期下で肝臓の T1rho 定量画像と T2 定量画像を取得し、比較検討した。また脳 MRS を撮影し、コントロールと肝性脳症モデルの脳内物質の含有量を比較した。

【結果】

正常マウス肝臓の T1rho 値は 25.7 ± 0.7 ms、投与 3 日後の値は重症モデルで 37.4 ± 0.9 ms、軽症モデルで 35.2 ± 0.2 ms であり、TAA 投与群はどちらも有意な上昇を示したが、投与 10 日後にコントロールと同等の値まで回復した。正常マウス肝臓の T2 値は 23.7 ± 1.2 ms、投与 3 日後の値は重症モデルで 33.1 ± 3.7 ms、軽症モデルで 30.5 ± 1.8 ms であり有意に上昇したが、投与 10 日後にはコントロールと同等の値まで回復した。脳 MRS では、正常モデルの脳内グルタミンの値は 3.2 ± 0.5 mM、重症モデルの投与 3 日目においてグルタミンの値は 5.3 ± 0.9 mM であり大幅な上昇を示し、軽症モデルでは 3.5 ± 0.2 mM となり上昇傾向を示した。肝臓の T1rho 値と T2 値の延長および脳内グルタミンの値は相関しており肝障害の程度を反映して

いるため、7T-MRI は臓器連関解析に有用であることが示唆された。

4. 7T-MRI を用いた化学交換飽和移動 APT イメージングおよび拡散 MRI による神経膠芽腫モデルの経時的な病態評価

*大西隆太郎¹ 有原成美¹ 澤谷令香¹ 辻慶歩¹ 上田淳平² 齋藤茂芳^{1,3}

(¹大阪大学医学系研究科保健学専攻 生体物理工学講座

²大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

³国立循環器病研究センター 先端医療技術開発部)

【目的】

脳腫瘍の悪性度評価に Amide proton transfer (APT) イメージングの magnetization transfer ratio asymmetry (MTR) や拡散 MRI の ADC が活用されている。本研究では、腫瘍の病態を経時的に MTR 値、ADC 値で評価するため、神経膠芽腫モデルに対して移植後 7 日目、14 日目に T2WI、APT-CEST、拡散 MRI を行った。

【方法】

7 週齢雄性 Wistar ラットに、麻酔下でグリオーマ由来細胞株 C6 を右脳に移植し、神経膠芽腫モデルを作成した。移植後 7 日目、14 日目に 7T-MRI を使用し、T2WI、APT イメージング、拡散 MRI ($b=1000, 2000$ sec/mm²) の撮影を行った。APT イメージングの MTR 高信号領域、低信号領域を同定し、同領域の T2WI 信号強度比、ADC を測定した。算出した値は、統計学的に比較検討した。

【結果】

APT イメージングにおいて、腫瘍辺縁部で MTR 高信号、腫瘍中心部で低信号を示した。T2WI 信号強度比も同様に、辺縁部で高値、中心部で低値を示した。一方 ADC では、7 日目に辺縁部で高信号、中心部で低信号を示したが、14 日目では中心部の ADC が辺縁部より高い値となり、中心部の壊死領域が確認された。さらに 14 日目に壊死領域が辺縁部と比べて MTR 低値(中心部 0.02 ± 0.02 、辺縁部 0.06 ± 0.01)となることから、壊死が化学交換に影響を与える可能性が示唆された。

MRI-2(磁化率)

座長 茶谷 友輔(滋賀県立総合病院)

高津 安男(徳島文理大学)

5. げっ歯類を対象とした定量的磁化率マッピングによる脳微細構造評価

*白川千晶¹ 辻慶歩² 上田淳平³ 齋藤茂芳¹

(¹大阪大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻

²大阪大学医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座

³大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門)

【目的】

前臨床研究においてマウスやラットなどのげっ歯類は人の病態を反映するモデルとして広く用いられている。中枢神経疾患モデルの評価として高磁場MRIの有用性は高く、その中でも定量的磁化率マッピング(Quantitative Susceptibility Mapping : QSM)は、3D Gradient Echo で取得した強度画像および位相画像から逆問題解法により物質の磁化率を定量化できる手法である。本研究では、サイズの違う2種類のコイルを用いてマウスおよびラットの脳を対象としたQSMによる脳微細構造評価を行った。

【方法】

7週齢のWistarラット6匹、7週齢のC57BL/6マウス6匹を対象とした。前臨床用7T-MRIを使用して、QSMおよび磁化率強調画像(SWI), T2WIを取得した。それぞれの撮影条件は、QSM(TR/TE=100/4ms, 15分4秒), SWI(TR/TE=750/18ms, 7分30秒), T2WI(TR/TE=2800/33ms, 6分54秒), マウスは内径23mmコイル, ラットは40mmコイルで撮影を行った。QSMの画像再構成には、MATLABを使用し、MEDI(Morphology Enabled Dipole Inversion)法を適用した。画像解析として、海馬、大脳皮質、白質、嗅球、眼球、小脳などの脳の脳微細構造評価をQSM, SWI, T2WIのそれぞれで比較を行った。

【結果】

マウスの脳を対象としたイメージングでは面内分解能85 μ m, スライス厚0.35mm, ラットは面内分解能120 μ m, 0.5mmスライス厚でQSMの画像化が可能であった。QSMを用いることで、マウス・ラットの脳の微細な解剖学的構造の同定が可能となった。

6. 定量的磁化率マッピングを用いた脳出血モデルにおける既存技術との比較

*辻慶歩¹ 白川千晶² 有原成美¹ 大西隆太郎¹ 澤谷令香¹ 上田淳平³ 齋藤茂芳¹

(¹大阪大学医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座

²大阪大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻

³大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門)

【目的】

定量的磁化率マッピング(Quantitative Susceptibility Mapping : QSM)は、3D Gradient Echo で取得した強度画像および位相画像から逆問題解法により物質の定量的な磁化率差を表すマップを求める方法である。これまでいくつかの疾患に対する臨床応用が行われているが、前臨床研究において脳出血モデルを経時的に評価した研究はあまり見られない。本研究では、脳出血モデルラットを作成し、脳出血部位のMRI評価におけるQSMと既存撮影法を経時的に比較した。

【方法】

8-12週齢のWistarラット6匹の脳内にコラゲナーゼを注入し、脳出血モデルを作成した。7T-MRIを使用して、QSMおよび磁化率強調画像(Susceptibility Weighted Imaging : SWI), T1WI, T2WIを術後0日, 1日, 7日に取得した。画像解析として、脳出血部位の磁化率[ppm]または信号値, および面積[mm²]を統計的に比較した。

【結果】

磁化率または信号値の変化として、磁化率の値は経時的に単調に減少し(0日:0.29 \pm 0.07[ppm], 1日:0.12 \pm 0.04[ppm], 7日:0.07 \pm 0.03[ppm]), その他の撮像法では0日から1日では有意な信号増加を示したが、1日から7日では有意な信号変化を示さなかった。面積評価では、全ての撮像法で0日から1日にかけて有意な増加を示し、1日から7日の評価においては有意な減少がみられた。脳出血モデルラットを用いた前臨床研究においても、QSMでの脳出血の経時的評価により、既存技術では見られなかった様々な病期での病態評価を行える可能性が示唆された。

7. View Angle Tilting(VAT)法におけるBLADE法併用の有無による磁化率アーチファクト低減効果の

比較

*高月将希 城本航 榎卓也 萩原祐 岡崎貴大 津上唯佳 工藤瑞輝 藤井舞奈

(兵庫医科大学病院 放射線技術部)

【目的】

View Angle Tilting(VAT)法は磁化率アーチファクトの低減を可能にする撮像法であり、体動補正シーケンスである BLADE 法との併用が可能である。本研究では、VAT 法について BLADE 法併用の有無による磁化率アーチファクト低減効果を比較検討した。

【方法】

SIEMENS 社製 MAGNETOM Avanto fit 1.5T-MRI 装置および 16ch body matrix coil を使用した。自作ファントムとして直径 15cm の円柱容器に生理食塩水を満たし、ファントム中心に脊椎固定術に使用するスクリューをアガロースで固めた。T2WI-TSE シーケンスに VAT 法を使用し、受信 BW(50~1028Hz/pixel)、VAT 使用強度(off~100%)を変化させ BLADE 法併用の有無で撮像した。撮像画像を ImageJ により二値化処理を行い、無信号化した領域を磁化率アーチファクトと定義し、無信号域の面積を粒子解析により自動測定した。

【結果】

BLADE 法併用の有無によらず、受信 BW が 50Hz/pixel において最も無信号域が大きく、その後減少する傾向であったが 500Hz/pixel 以上では磁化率アーチファクト低減効果はあまり見られなかった。BLADE 法併用の有無によらず VAT 使用強度を上げるほど無信号域が小さくなった。VAT 使用強度が同じ場合、BLADE 法を併用すると無信号域が約 1.2 倍大きくなった。BLADE 法併用時の磁化率アーチファクトの影響を非併用時と同程度にするには VAT 使用強度を 10~20% 上げる必要がある。

8. 人工膝関節部分置換術後の膝関節 MRI での基礎的パラメータによる磁化率アーチファクト低減シーケンスの検討

*三島綱太 森田一 竹内悠介 高田博紀 樋口幸三 山田友也

(社会医療法人愛仁会高槻病院 技術部放射線診断科)

【目的】

当院では人工膝関節部分置換術(以下 UKA)後に脛骨

顆部の不顕性骨折の評価目的で膝関節 MRI 指示を受けるが磁化率アーチファクトの影響が大きく改善が必要であった。よって磁化率アーチファクトを低減した T1 強調画像を提供するために基礎的なパラメータの検証を行った。

【方法】

容器に UKA インプラントを吊るし周りをマヨネーズで埋めた自作ファントムを作成して SIEMENS 社製 MAGNETOM Aera 1.5T で膝専用コイルを用いて検証した。位相エンコード方向は脛骨側のアーチファクトが小さかった L→R に設定した。基本となるパラメータからバンド幅、分解能を各 4 段階、スライス厚、RF 強度、GRAPPA を各 3 段階変化させた。評価は imageJ を用いて 2 値化処理を行い高信号部分と低信号部分を抽出し面積の合計(mm²)をアーチファクトの大きさとした。

【結果】

バンド幅が広いほどアーチファクトは低下し 504Hz では 100Hz と比較し 40% 低下した。分解能が高いほどアーチファクトは低下し 448 では 256 と比較し 15% 低下した。スライス厚が薄いほどアーチファクトは低下し 2mm では 5mm と比較し 21% 低下した。RF 強度は normal がアーチファクトは低く lowSAR と比較し 23% 低下した。GRAPPA の加速因子によるアーチファクトの変化はなかった。

これらを基に決定したアーチファクト低減シーケンスは従来シーケンスと比較してアーチファクトが 34% 低下した。

【結論】

位相エンコード方向、バンド幅、分解能の設定を工夫する事により目的部位の磁化率アーチファクトを低減する事が出来た。

MRI-3(撮像技術・物理評価)

座長 中村 智洋(公立甲賀病院)

山城 尊靖(箕面市立病院)

9. 1.5T MRI における時短 MRA の最適撮像条件の検討

*茂森祐平 澤龍貴 井本剛志 山元卓 武田宣明
(大津赤十字病院 放射線科部)

【目的】

急性期脳梗塞に対して、カテーテルを用いた脳血管治療やアルテプラザー(rt-PA)静注療法が普及し、治療までの時間の短縮が望まれる。MRAを1 chunkで撮像することで、撮像時間の短縮が図れるが、MOTSA(multiple overlapping thin-slab angiography)法を使用したMRAと比較すると末梢血管の描出が不良になる。そこで本研究は、撮像条件を変化させ、得られた画像の視覚評価を行い最適なパラメータを検討する。

【方法】

MRI装置はAchiva 1.5T(Philips社製)、受信コイルはSENSE-Headコイルを用いた。撮像条件はFA(Flip Angle)・Tone pulseを変化させ、健常ボランティア撮像を行い、画像を取得した。BAとVA、M1、M2に区分分けし、原画像とMIP画像を各診療科医師と診療放射線技師が3段階の視覚評価を行った。

【結果】

総合評価は、FA=14 deg, Tone pulse =12 degが最も良好な結果を示した。BAとVAはTone pulseを小さくするほど描出が悪くなり、スコアが低下した。M1は大きな差は見られなかったが、M2はFAが小さく、Tone pulseが小さいほど描出が良くなり、スコアが高くなった。

10. Ultra short TEを用いたレトロスペクティブ心臓Cineイメージング法の検討

*鈴木佑奈¹ 大西隆太郎² 有原成美² 上田淳平³
齋藤茂芳²

¹大阪大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻

²大阪大学医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座

³大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

【目的】

Ultra short echo time(UTE)MRIはecho time(TE)を極端に短縮させることで、従来の撮像法では描出されなかった組織や病態変化を観察できる撮像法である。UTEを心臓イメージングに応用することで、心筋組織病変の描出能の向上やアーチファクトの低減が期待できる。さらに画像から心周期を再構成する Inragate という手法を併用することによって、心電図のモニタリングをせず、高い再現性を有した新たな心臓Cineイメージング法へ展開できる。本研究では前臨床用高磁場7T-MRIを用いて、UTEを用いた Inragate を用いたレトロスペクティブ心臓Cineイメージング法の基礎的検討を行った。

【方法】

実験には7T-MRIを使用し、対象は8週齢のC57BL/6マウス6匹を用いた。MRI撮影はイソフルラン2%麻酔下で温水による体温維持を行い、小動物用生体モニタリング装置により呼吸をモニタリングした。短軸像のUTE-Inragate(TR/TE=7ms/0.51ms, 196×196, FOV=40mm×40mm, 10 frames, 5分23秒)およびFLASH-Inragate(TR/TE=7ms/3.1ms, 196×196, FOV=40mm×40mm, 10 frames, 5分10秒)の二種類のCine-MRIを撮影した。取得した画像から左室駆出率、心筋と心腔内のコントラスト比、アーチファクトの有無、肺血管の描出能について比較検討した。

【結果】

二つの撮影法において左室駆出率および心筋と心腔内のコントラスト比に有意な差は確認されなかった。一方で、UTE-Inragateにおいてフローアーチファクトは減少し、さらに肺血管の描出が可能であった。

11. 眼科領域を対象とした前臨床マルチモダリティイメージングの検討

*和多田百花¹ 澤谷令香² 上田淳平³ 近江雅人²
齋藤茂芳²

¹大阪大学医学部 保健学科 放射線技術科学専攻

²大阪大学医学系研究科 保健学専攻 生体物理工学講座

³大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門)

【目的】

齧歯類は基本的に人間の眼と同じ構造をもっているため、眼科領域の前臨床研究においてモデル動物として利用されている。網膜は10層構造からなる約0.2mmの透明な

膜組織である。本研究では 7T-MRI および OCT を用いて正常ラットの眼科領域のイメージングを行い、組織染色の画像と比較することで、各モダリティにおいて描出される眼の構造を比較検討した。

【方法】

前臨床用 7T-MRI(ブルカー)を用いて 13 週齢 Fischer ラット 4 匹を対象とした MR 撮像を行った。OCT は偏光感受型 PS-OCT(ソーラボ)を用いた。イソフルラン麻酔下で T2 強調画像を取得後、ガドリニウム造影剤 0.2ml を尾静脈より投与し造影 T1 強調画像を取得した。MRI の撮像条件は TR/TE=3000ms/42ms(T2WI), 430/8.4ms(T1WI), NEX=8(T2WI), 25(T1WI), FOV=22.4mm×22.4mm, 分解能=58 μ m×58 μ m である。MR 撮像後に眼球を摘出し、eye-cup を作製した。eye-cup の OCT 撮影および組織染色を行った。OCT 装置の深さ方向の分解能は 5.5 μ m で、FOV=3mm×3.5mm, 分解能=2.34 μ m×3.47 μ m, 組織染色には HE 染色を使用した。

【結果】

T2WI にて角膜、水晶体、硝子体など眼球を構成する組織および視神経を鮮明に描出することができた。造影剤投与後の T1WI では血管が豊富である脈絡膜に強い造影効果を示した。OCT および組織染色において網膜の層構造を描出することができた。一方で、網膜の層構造の分離は MRI では困難であり、高分解能撮像法や眼科領域用のコイル開発などの必要性があると言える。

12. Quadrature Head コイルの Off-center における物理的評価について

*茂森祐平 澤龍貴 井本剛志 山元卓 武田宣明
(大津赤十字病院 放射線科部)

【目的】

頭部 MRI 検査の際に、患者の亀背が強いとやむを得ずコイルの高さを上げて撮像することがある。そこで本研究は、受信コイルの位置を磁場中心より高さ方向に変化させた際の SNR(Signal to Noise Ratio), 均一性, 歪みの評価を行った。

【方法】

MRI 装置は Achiva 1.5T(Philips 社製), 受信コイルは Quadrature Head コイルを用いた。測定条件は, NEMA 法に準じて測定を行った。寝台にコイルを置いた位

置を基準とし、コイルの下にアクリル板を置き、コイルの高さを段階的に変化させ画像を取得した。撮像断面は横断面のみを取得した。

【結果】

SNR は高さが 60 mm を超えると有意に低下した。均一性は 高さが 15 mm を超えると有意に低下した。歪みは画像の AP・RL 方向とも高さによって大きな差は見られず、歪み率は 5%未満であった。また位相方向を反転させても同様の結果となった。

【考察・結論】

受信コイルの位置を磁場中心より高さ方向に変化させることで、SNR, 均一性は有意に低下することが示唆された。今後の課題として、臨床画像の影響や、パラレルイメージングを使用した場合の影響について検討する必要がある。

13. 物理的評価を用いた息止め 3DMRCP 法と呼吸同期 3DMRCP 法で得られた画像の信号強度

*鷹野潤寛 岡本猛 松山良太
(京都第二赤十字病院 放射線科)

【背景】

現在当院では CS 技術が使えるようになり、MRCP を撮像する際には息止め 3DMRCP(BH_3DMRCP)画像を取得している。しかしながら、過去の呼吸同期 3DMRCP(RT_3DMRCP)画像と比較すると、多くの場合が BH_3DMRCP 画像の膵管の方が細く描出された。呼吸同期時のばらつきによるボケが原因で実際よりも太く描出されていると考えていたが、この比較は元々 2 つのデータが同等と仮定したときの考察なので、2 つのデータが同等であるのかを調べることにした。

【目的】

RT_3DMRCP と BH_3DMRCP を用いて内径が既知のものを撮像し、得られた信号から距離を計測することでどちらが真の値に近似しているのかを調べる。また、シーケンスによる信号の特性の有無を調べる。

【方法】

内径が既知の点滴チューブを用いたファントムを作成する。従来の RT_3DMRCP と CS を用いた BH_3DMRCP を撮像し、それぞれの画像の信号の物理的評価を行う。今回は呼吸を無視するので呼吸同期、息止めの設定は OFF にして連続撮像をする。得られた画像の信号を解析し、

それぞれの信号が示す内径を算出する.

【結果・考察】

RT_3DMRCP, BH_3DMRCP で得られた内径の距離は同等の数値を示した. しかし, 信号の特性が見られ, BH_3DMRCPの方が, 高信号域帯が狭かった. つまり, WLやWWの設定で太さに変化する. 以上の事から, BH_3DMRCPで得られた画像は, 臨床検査時にMIP処理を行った際, WLやWW, バックグラウンドの高信号に影響を受けて, 実際よりも細く腓管を描出していると考ええる. 呼吸同期が完全に一致している場合, RT_3DMRCPが示す腓管を太さは, 実際の腓管の太さと同等であると考えられる.

放射線治療-1(呼吸停止・線量測定)

座長 平田 誠(東近江市蒲生医療センター)

五十野 優(大阪国際がんセンター)

14. 左全乳房深吸気息止め照射における再現性検証ソフトの開発

*春國知貴¹ 壽賀正城² 宮地真弓¹ 二ノ丸雄也¹

澤田憲三¹ 田代康介¹ 射場智美¹ 上田治¹

(¹兵庫県立尼崎総合医療センター 放射線部

²兵庫県立粒子線医療センター 放射線物理科)

【目的】

Deep inspiration breath hold(以下DIBH)照射において, 当院における現行の照射手法の再現性を検証するため, DICOM dataを用いた呼吸性移動対策検証ソフトを開発し, 有用性を検証する.

【方法】

当院ではVarian RPM systemを用いたDIBH照射を行っており, 照射中にはEPIDにてシネ画像を取得している. 現在は距離測定ツールを用いて, EPID画像からアイソセンタ上の肺が照射される幅(以下CLD), アイソセンタ上の皮膚面までの照射野の幅(以下CSD)を測定し, 再現性を検証している(以下従来法). 今回, EPID画像から, 一定タイミングの画像を抽出し, 体幹部と肺野を輪郭描出して座標をプロットし, CLD, CSDを自動で算出するソフトを作成した. 42.4Gy/16frの寡分割照射の5症例について従来法と本ソフトで算出したCLD, CSDを比較した.

【結果】

本ソフトと従来法の相関係数はCLD:0.929, CSD:0.900と強い正の相関がある.

また, 全frにおける標準偏差は本ソフト(CL D, CSD) = (1.659, 1.818) mm, 従来法(CL D, CSD) = (1.655, 1.820) mmとなっており, 再現性の検出能に差はない.

【考察】

本ソフトは自動解析にて, 経時的変化もプロット図やCLD, CSDで確認でき, 再現性の高い放射線治療の提供にも利用できる.

DIBH照射はまだ歴史が浅く, 心疾患の関連や晩期有害事象の指標となっているLungV20(20Gy以上照射される肺体積の全肺体積に対する割合)%やCLDの評価をレトロスペクティブに研究をする上で, 質の良いデータ

が必要となる。検証ソフトはその先駆けとして有用と考える。

【結語】

DIBH 照射の解析が行えるソフトを開発した。

15. 左乳房深吸気息止め照射システムにおける治療精度の評価

*高田太輔¹ 三宅俊輔¹ 辰巳雅人¹ 宮路華奈¹ 土井康平¹ 伊東宏之² 片見征生¹ 四俣敬¹

¹大和高田市立病院 放射線技術科

²大和高田市立病院 医学物理室

【背景・目的】

左乳房温存術後の放射線治療では心疾患のリスクが上昇するとの報告がある。近年では心臓線量を低減する目的で、深吸気息止め照射法(DIBH:Deep Inspiration Breath Hold)が多くの施設で行われている。今回、2020年4月より当院独自の呼吸性移動対策システムを用いた左乳房 DIBH の実施症例について、治療精度を評価した。

【方法】

計画 CT 時、ウレタンブロックを腹部に置き、投光器の水平レーザーをブロックに当てる。自由呼吸下と深吸気息止め時の高さをブロックに印す。照射時、ブロックに印された深吸気息止め時の線と投光器のレーザーを自身で合わせる。対象は 2020 年度に実施した 36~78 歳(中央値: 56 歳)の 20 症例。リニアックは True Beam ver.2.5 (Varian) , 放射線治療計画装置は Eclipse ver.13.6 (Varian)を使用した。照射方法は Field in Field を用いた接線照射とし、1 回の息止め時間は 10 秒程度になるように分割した。患者セットアップ後に撮影した治療開始時の照合画像と DRR のズレ量を計測し、セットアップエラーを評価した。次に、画像照合後に撮影した照射前の照合画像と DRR のズレ量を計測し、IGRT 精度を評価した。回転方向を除くズレ量から、3D における評価を行った。

【結果】

治療開始時のセットアップエラーの中央値(四分位範囲)は 2.8 mm(2.2-3.6)、照射前の IGRT 精度は 2.0 mm (1.7-2.6)であった。

【結論】

患者間のバラツキはみられたが、本システムの治療精度は良好であった。今後症例数を増やし、さらなる検討を行

いたい。

16. Oリング型リニアックにおける呼吸停止照射の妥当性の検討

*西垣外尚弘 雑賀貴大 松本賢治 南部秀和

(近畿大学病院 中央放射線部)

【目的】

当院では肺癌の高精度放射線治療において呼吸性移動の大きな患者に対し、Abches (APEX medical 社製)を用いた呼吸停止照射が積極的に行われている。放射線治療装置 Halcyon (Varian Medical Systems 社製)においても呼吸停止照射を行っており、複数回の Beam Hold が与える線量分布への影響が懸念される。今回、オープン照射野における Beam Hold(以下 BH)および Beam Stop(以下 BS)による線量変化および、3次元半導体検出器(ArcCHECK (Sun Nuclear 社製), 以下 AC)を用いた VMAT 線量分布への影響について検証したので報告する。

【方法】

標準水ファントムを用いた校正条件にて線量測定を行い、それぞれ通常照射、BH 照射、BS 照射での照射線量の変化を検証した。また VMAT プランにおいて臨床を想定した BH 照射が行われた場合とそうでない場合を AC におけるガンマ解析により比較しパス率の違いを検証した。

【結果】

標準水ファントムを用いた照射線量の変化では、5回平均にて 200MU あたり

通常照射 36.10(nC)、BH 照射 36.12(nC)、BS 照射 36.14(nC)と通常照射に比べ BH 照射および BS 照射が僅かに高くなる傾向が見られた。しかし、ガンマ解析による VMAT 検証では、パス率に違いは確認されなかった。

【考察】

照射線量の検証では、BH および BS の頻度が上がるほど線量が高くなる傾向が見られ、その影響は BH より BS の方が顕著であった。しかし臨床的には 1Arc につき 3 回程度と頻回に BH する必要がなく、また MLC により照射野が開いていないタイミングと重なる事もあるため、パス率に変化が見られなかったと考えられる。

【結論】

Halcyon における呼吸停止照射は、線量分布に対する BH の影響が無く安全に治療を施行することが可能である。

17. 放射線治療における新規電離箱線量計の導入に向けた性能評価

吉川幸佑 野間和夫 杉山淳子 柳勇也 東前翔馬
木田哲生

(滋賀医科大学医学部附属病院 放射線部)

【目的】

当院では放射線治療における線量校正等を行う際、TN30013(PTW 社製)を使用している。今後、当院では FC-65G(IBA 社製)を採用予定である。既に海外では販売使用されているが、国内での評価はされていないため、両線量計の比較評価を行った。

【方法】

放射線治療装置は TrueBeam(Varian 社製)、電離箱は TN30013、FC-65G、電位計は RAMTEC SMART(東洋メディック社製)を使用した。これらを使用し、4, 6, 8, 10 MVX 線に加え、6, 10 MVFFF(flattening filter free) X 線における印加電圧±50, 100, 150, 200, 300, 400 V の電荷量を取得し、各補正係数、Jaffe plot を算出した。また、印加電圧-300 V における 10cm 深での水吸収線量を測定した。

【結果】

線量計の違いにより水吸収線量校正定数 $N_{d,w}$ と線質変換係数 k_Q に差はあるが、その他の各補正係数に顕著な差はみられなかった。Jaffe plot については、各エネルギー、両極性において直線性を示したが、印加電圧±50, 400 V では、近似直線より低い値を示した。水吸収線量の測定値に差はみられなかった。

【考察・結論】

両線量計の各エネルギーにおける水吸収線量の測定値に差はみられず、問題なく使用できることが示唆された。

18. 電離箱線量計の印加電圧によるイオン再結合補正係数の変化

*河淵聡¹ 高倉亨¹ 佐々木幹治² 田嶋綾乃¹ 上原愛樹¹ 廣瀬知世¹ 木村仁人¹ 生島仁史²

(¹医療法人徳洲会宇治徳洲会病院 放射線治療科

²徳島大学大学院医歯薬学研究部)

【目的】

イオン再結合補正係数 k_s は 1 パルスあたりに線量計に集められる電荷密度 Dose Per Pulse (DPP)に依存する。この DPP は同一の X 線のエネルギーであっても測定

深や遮蔽物などにより変化する。しかし条件ごとに k_s を求めることは困難であるため標準的な測定条件で求めた k_s を統一して使用するが多い。そこで線量計の印加電圧が可能な限り高くイオン再結合を抑えられる最適印加電圧を求め、この最適印加電圧により測定条件による k_s の変化の抑制できるか検討した。

【方法】

電離箱線量計は TN 30013 (PTW 社)、治療装置は TrueBeamSTx (Varian 社)とした。まず事前検証として最適印加電圧を求めるため印加電圧 100 V からの Jaffe Plots を作成し、100 V からの相関係数が 0.990 以上の最大印加電圧を最適印加電圧とした。次に印加電圧 200 V, 300 V, 400 V そして事前検証で求めた最適印加電圧の 4 つの印加電圧値において低融点鉛板による入射 X 線の遮蔽がないときとあるときの k_s をそれぞれ二点電圧法により算出し印加電圧間で k_s の変化を比較した。

【結果】

最適印加電圧の k_s は遮蔽がないときは 1.0027 ± 0.005 、あるときは 1.0010 ± 0.002 となった。これは両者とも他の 3 つの印加電圧値と比較して最もイオン再結合補正係数が小さくなった。また遮蔽の有無により生じる k_s の変化率も 0.0017 ± 0.007 となり、他の印加電圧よりも k_s の変化が低かった。

【結語】

Farmer 型の電離箱線量計において最適印加電圧による測定は DPP による k_s の変化を抑制させるため有効な方法であることが示された

19. 6x-FFF ビームにおける実測と様々な手計算との差異の比較

*木村仁人 河淵聡 田嶋綾乃 上原愛樹 廣瀬知世
高倉亨

(医療法人徳洲会宇治徳洲会病院 放射線治療科)

【目的】

FFF(Flattening Filter Free)ビームは平坦な線量分布を示す WFF(With Flattening Filter)ビームと異なり凸型の線量分布を示す。そのため非対称な照射野になると WFF ビームのように MU 計算すると実測との差異が大きくなる。そこで、どのような計算方法であれば差異が大きく、または小さくなるのかを考えた。本研究の目的は FFF ビームの様々な計算方法による投与線量と実測による投与

線量の差異を示すことである。

【方法】

使用機器は Varian 社製の TrueBeam STx で線質は FFF の 6MV-X 線である。コリメーター散乱係数(Sc)の測定は東洋メディック社製のミニファントムを用い、ファントム散乱係数(Sp)は全散乱係数(Scp)を計測し $Sp=Scp/Sc$ の式で算出した。非対称照射野の設定は照射野サイズを 15cm x 15cm とし、左側、頭側、左頭側に 2.5cm, 5cm 移動させ、計測した。MU 計算の方法として \sqrt{A} 法, A/P 法, クラークソン法と照射野を 1/4 に分割し分割した照射野ごとに \sqrt{A} 法, A/P 法, クラークソン法を用いて算出し、実測との差異を比較した。

【結果・考察】

どの計算方法でも通常通り計算するよりも照射野を 1/4 に分割したほうが実測に近い値になることがわかった。これは非対称照射野の場合 FFF の線量分布が凸型なので照射野を 1/4 に分割し、細かく計算したほうがより実際の電離量に近くなるためだと考えられる。しかし、照射野を大きく移動させた場合、差異が大きくなる傾向があった。これは jaw からの後方散乱の影響によるものと考えられる。

【結論】

今回の結果から照射野を 1/4 に分割し投与線量を算出すると通常の計算方法に比べて差異が小さくなった。しかし大きく照射野が移動したときに誤差が大きくなる傾向があったため、我々は back scatter の影響も踏まえて更に計算精度を高めていく予定である。

放射線治療-2(治療計画・その他)

座長 田邊 啓太(市立長浜病院)

武井 良樹(近畿大学奈良病院)

20. 放射線治療計画用 CT の FOV 設定による固定具の欠損が吸収線量の減弱に与える影響

* 立川 昂 柳 勇也 藤居 紗暉子 杉山 淳子 野間 和夫 木田 哲生

(滋賀医科大学医学部附属病院 放射線部)

【目的】

治療計画 CT(Computed Tomography)において FOV(Field of View)外に固定具が欠損したとき、標的の吸収線量に与える影響を評価することを目的とした。

【方法】

LINAC は TrueBeam(Varian), 治療計画装置は Eclipse Ver13.6(Varian)を使用した。頸部用天板 Type-S(Civco)上に円柱ファントムと Farmer 形電離箱線量計 TN30013(PTW)を設置し、ガントリ角度は 0°から 180°までの 5°毎とし、4 および 6 MV の X 線で各角度 100 MU 照射し吸収線量を測定した。また、実測条件を再現し計画用 CT 撮影を行い、CT 画像の FOV を 25 から 65 cm まで 5 cm 毎に再構成し、その計算値も評価した。

【結果】

実測では、両線質ともにガントリ角度 120°で最大の減弱を示し、減弱率は固定具のない状態に比較し、4, 6 MV で各々 11.8%, 10.1%であった。また、計算値は、固定具を全て含めた FOV 65 cm で各々 9.6%, 8.3%であり、FOV 40 cm 以下では明らかな減弱は観察されなかった。

【考察】

固定具に対して入射線が軸射となる角度で顕著な減弱を示した。治療計画装置で固定具を含めて計算しても実測値より減弱は少なく、線量が若干過小となる可能性が示唆された。また、固定具が欠損する場合には減弱が評価できず、線量が著しく過小となることが示された。固定具を使用した照射の角度の選択及び CT 計画時の固定具の欠損には十分な注意が必要である。

【結論】

治療計画 CT の FOV 設定による固定具の欠損が吸収線量の減弱に与える影響について評価した。

21. 金属アーチファクト低減処理による放射線治療計画用 CT 画像の改善に関する基礎的検討

*上田幸弘 竹内康 蔦原効平 山崎良 森本明 北村一司 辻昭夫 岩井啓介

(公益財団法人天理よろづ相談所病院 放射線部)

【目的】

放射線治療計画において CT 画像の金属アーチファクトは輪郭抽出精度を低下させ、特に頸部では義歯の影響は大きい事を経験する。今回 Canon 製 Aquilion Prime SP に搭載された金属アーチファクト低減処理 SEMAR (Single Energy Metal Artifact Reduction)を用いてその効果と頸部での輪郭抽出精度に関する検討を行った。

【方法】

①CT 付属の円柱状水ファントムの外周に釘(0, 2, 4, 8 本)を貼付して CT 撮像し、各々 SEMAR 有無の画像を作成して Artifact Index (AI)及び AI 低減率を算出し比較した。②中央にアクリル球、及び義歯を模して歯列状に鉄製ネジ(0, 2, 4, 8, 12 本)を配列した自作頸部ファントムを撮像し、SEMAR 有無の画像を作成した。治療計画装置 Varian 製 Eclipse ver11 にて体輪郭とアクリル球の輪郭を自動抽出し、ネジ 0 本を基準に Dice 係数を算出して類似度を比較した。

【結果】

①AI の比較では SEMAR 無が全て 25 以上であったのに対し、SEMAR 有は最大でも 5.6 となり、AI 低減率も全て 85%以上となった。②類似度の比較では SEMAR 有の方が高く、ネジの本数が増える程 SEMAR 無との差が大きくなった。Dice 係数は体輪郭の SEMAR 有が 0.99 以上と高かった。それに対してアクリル球では、SEMAR 有でもネジの本数が増える程低下し、12 本では約 0.92 となった。

【考察】

SEMAR によりアーチファクトは著明に低減し輪郭抽出を改善させると考える。しかしアーチファクトが多いと完全には消去できず、頸部ファントムの様にアーチファクトに対しその他の部分の容量が小さい場合の低減効果は低くなった。これは処理過程でアーチファクトを除去した際残ったデータ量が少ないためと推測する。

【結語】

SEMAR は治療計画用 CT 画像の金属アーチファクト低減に有用である。

22. 放射線治療計画 CT における被ばく線量管理と評価

*上村拓幹 橋渡貴司 高倉一馬

(大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門)

【目的】

本国では医療被ばく研究情報ネットワークが策定した診断参考レベル (DRLs) に基づいた線量管理が普及しつつある。しかし、放射線治療計画 CT は診断 CT と撮影目的が異なるため、DRLs と比べ被ばく線量が高いことが想定されるが、本国において前者の CT 撮影の実態を反映した参考値は存在しない。本研究では放射線治療計画 CT の被ばく線量と DRLs を比較し、治療部門における DRLs の有用性について検討・考察した。

【方法】

被ばく線量調査の対象患者は本院で放射線治療計画目的に 2020 年 5 月 11 日～2021 年 4 月 30 日の期間に CT 撮影を施行した標準体格の成人患者 304 名とした。対象部位は頭部、胸部、腹部、骨盤部とした。CT 装置は Aquilion ONE (Canon 社製)、X 線被ばく線量管理システムは Radimetrics (Bayer 社製) を用いた。全ての CT プロトコルにおいて管電圧は 120 kV 固定、管電流は自動露出機構を使用して SD 値を頭部で 5、体幹部で 12 に設定し、10～550 mA の範囲で変化させた。本研究では各部位の CTDIvol および DLP の中央値を算出し、DRLs 2020 と比較した。なお、全てのプロトコルにおいて、1 回の CT 撮影を「n = 1」として集計した。

【結果】

頭部の CTDIvol は 91.1 mGy、胸部、腹部、骨盤部の CTDIvol はそれぞれ 37.3, 41.3, 29.7 mGy であり、DRLs 2020 と比べ 1.2～2.9 倍高い値を示した。また、DLP に関しては治療計画 CT が広範囲撮影であるため、1.5～3.3 倍高い値であった。治療部門における DRLs の活用は課題もあるが、診断 CT との線量差を把握でき、線量管理において有用であることが示唆された。

23. 適応放射線治療 (ART) のためのマージ CT 画像を用いた非剛体レジストレーション (DIR)

*柴田真佑里 佐野圭佑 岡田亘 中村憲治 酒井優佑 田ノ岡征雄

(宝塚市立病院 医療技術部 放射線治療室)

【目的】

放射線治療中の腫瘍縮小や体型変化に伴い治療計画を

修正する適応放射線治療 (ART: Adaptive Radiotherapy) において、標的や各臓器の正確な積算線量評価は重要であり、計画 CT 画像と日々の照合画像とのマージ CT 画像の利用が試みられている。本研究では 2 種の治療計画支援ソフトウェアで作成されたマージ CT 画像が非剛体レジストレーション (DIR: Deformable Image Registration) に及ぼす影響について評価した。

【方法】

当院の肺癌患者で、腫瘍縮小がみられ再計画を実施した 11 名を対象とした。2 種の治療計画支援ソフトウェア MI Mmaestro (ver.7.1.2) (MIM Software 社製) および PreciseART (ver.3.1.0) (Accuray 社製) で DIR を実行、再計画 CT (reCT) 撮影日の照合 MVCT 画像と計画 CT 画像とのマージ CT 画像の作成ならびに輪郭プロパゲーションを実施した。得られたマージ CT 画像をそれぞれ mCT および pCT とした。手動で作成した reCT 上の計画標的体積 (PTV) および肺 (Whole Lung) 輪郭を基準とし、各マージ CT 上に作成された輪郭体積の乖離率 (%) および類似度をダイス係数 (DSC) で算出し有意差検定を行った。

【結果】

mCT および pCT における PTV の平均乖離率は $10.5 \pm 9.3\%$, $18.2 \pm 15.6\%$ ($p=0.003$), 平均 DSC は 0.88 ± 0.06 , 0.87 ± 0.06 ($p=0.023$) であり reCT との一致度は mCT で有意に高かった。一方、Whole Lung 体積の平均乖離率は、 $6.6 \pm 7.7\%$, $7.6 \pm 7.0\%$ ($p=0.245$), 平均 DSC は 0.91 ± 0.06 , 0.90 ± 0.06 ($p=0.210$) であり、一致度に有意差は見られなかった。剛体マージである pCT に対し mCT では、変形マージと画質向上処理により PTV における DIR 精度が向上した。

24. 放射線治療における説明動画の有用性

*小宮山里帆 大平新吾 正岡祥 上田ひかり 五十野優 上田悦弘 宮崎正義 小西浩司
(大阪国際がんセンター 放射線腫瘍科)

【目的】

手術や化学療法と比較して放射線治療は認知度が低いため、患者は放射線治療を受けることに対して不安を感じる。放射線治療前の紙媒体による口頭での説明は、マンパワーを必要とするも治療の全貌を患者へ伝えづらい。本研究では、放射線治療に関する説明動画が患者にもた

らす効果をアンケート調査した。

【方法】

動画の内容は CT 撮影 (目的, 固定具, 皮膚マーク), 治療計画 (腫瘍描出, 検証, カンファレンス), 実際の治療 (位置照合, 照射), 診察 (目的, 説明事項) とした。2021 年 4 月から 5 月の期間に、初診後、放射線治療に関する動画 (約 8 分) を視聴した患者 102 例を対象とした。評価項目は性別, 年齢, 放射線治療に対する印象, 動画について (放射線治療への理解度, 不安軽減度, 紙媒体との比較, 治療の意思決定への効果), ホームページ閲覧の有無とした。

【結果】

男女比は女性 54 例, 男性 48 例であり, 年齢は 50 歳未満 21 例:50~69 歳 47 例:70 歳以上 34 例であった。放射線治療が不安と答えた患者 32 例のうち不安が解消されたと回答したのは 17 例 (55%) であった。また, 理解が深まったと答えたのは 86 例 (84%), 紙媒体による説明よりも動画の方がわかりやすいと答えたのは 82 例 (81%) であった。さらに受診する前に動画を見ることができれば治療の意思決定に役立つと答えたのは 88 例 (86%) であった。受診前に病院ホームページを見たことあると答えたのは 51 例 (50%) であり, 年齢の内訳は 50 歳未満 10 例:50~69 歳 22 例:70 歳以上 19 例であった。

【結語】

動画による説明は患者の放射線治療に対する不安軽減, 理解度向上, 意思決定支援となることが示唆された。

核医学

座長 長谷川 聖二(岸和田徳洲会病院)
井本 晃(国立循環器研究センター)

25. 核医学診断領域における多機能線量計算ソフトウェアを用いた線量管理の試み

*脇田幸延¹ 山永隆史¹ 片山豊¹ 永野琢朗¹ 東山
滋明² 河邊讓治² 市田隆雄¹

¹大阪市立大学医学部附属病院 中央放射線部

²大阪市立大学医学部附属病院 核医学科)

【目的】

2020年4月に医療法施行規則が改定され、「放射線防護の最適化に係る診断参考レベル 2020 (Diagnostic Reference Levels 2020 : DRLs 2020)」が公表された。核医学診断領域では患者への実投与量による線量管理が求められるようになり、更に日本核医学会は「小児核医学検査適正施行のコンセンサスガイドライン 2020」を公表した。以上のような趨勢の中、我々は放射性医薬品の実投与量の計算を簡便に行い、DRLs2020との比較を行うことのできる線量計算ソフトウェアを開発し、臨床での線量管理に活用してきた。今回新たに、小児検査の投与量適正化に適う線量計算ソフトウェアの機能拡充を行い、臨床での多角的な線量管理を目指した。

【方法】

ソフトウェアの開発には、プログラミング言語 Visual Basic for Applications : VBA を用いた。実投与量計算機能、自施設の投与量と DRLs 2020 の値を比較できる機能、小児核医学検査の適正投与量を算出する機能を実装した。

【結果】これまで自施設で用いていた線量計算ソフトウェアの機能に加えて、新たに小児核医学検査の適正投与量を算出する機能を開発し、実装した。このソフトウェアは Radiology Information System:RIS での線量記録を簡便に行い得た。また、容易に機能を拡充することができ、多角的な線量管理が可能となった。

【結論】

核医学診断領域において Excel VBA を用いた線量計算ソフトウェアを臨床に導入することで、簡便な実投与量計算、自施設の投与量評価、小児検査の投与量適正化を実現し、円滑で多角的な線量管理が可能となる。

26. ¹⁸F-FDG-PET/CT を用いた再構成条件の違いによる SUV の検討

*西園将来 井口治巳 小橋一雅 足達美香 大橋昂
平 木田哲生

(滋賀医科大学医学部附属病院)

【目的】

PET/CT では減弱補正や Fusion に用いるため低線量で CT 撮影を行っている。低線量で撮影するため、GE 独自の画像再構成関数(以下 Q.AC)や逐次近似応用再構成法(以下 ASiR)を用いている。CT の撮影条件・再構成条件を変更した場合、CT 値と SUV がどのように変化するか検討する。

【方法】

PET/CT 装置(Discovery710 GE)を用いて NEMA I EC Body ファントムを撮像した。ファントムはホット球と B. G.の比を 4:1 として撮像をした。CT の撮影条件は管電圧(80, 100, 120 kVp)、管電流(10, 20, 40, 60, 100 mA)を変化させ、再構成条件は標準関数(以下 Std), Q.AC, ASiR(強度 20, 50, 80%)とした。測定は 22 mm ホット球に ROI を設定し、CT 値と SUV max を評価した。

【結果】

Std と ASiR は、撮影条件に限らず、CT 値と SUV max で同じ傾向であった。

Q.AC は、管電圧 80 kVp の場合、管電流に関わらず CT 値に差がなかった。しかし、SUV max は管電流が上がるにつれて低くなった。また、管電圧 120 kVp の場合、管電流に関わらず CT 値と SUV max の値に大きな差はなかった。

【結論】

再構成条件を比較した場合、Std と ASiR は同じ傾向を示した。

Q.AC はビームハードニング補正により、ASiR よりもアーチファクト除去に適していた。よって、低線量でもアーチファクトを低減できる Q.AC が SUV の評価には適している。また、CT 値と SUV max に変動がない 120kVp が最適であると考えられる。

27. PET/MR における異なる核種の画質評価

*大友沙織 光元勝彦 梶迫正明 板垣孝治 志水陽
一

(京都大学医学部附属病院放射線部)

【目的】

当院では ^{18}F -FDG を使用した検査のほか、神経内分泌腫瘍の診断に有用とされる ^{68}Ga -DOTATOC-PET 検査も施行している。本研究では PET/MR を使用し、 ^{18}F と ^{68}Ga の 2 核種間における画質指標の差異について検討する。

【方法】

装置は GE 社製の SIGNA PET/MR を使用した。ファントムは 10-37 mm の hot 球 6 つを装着した NEMA IEC Body Phantom に ^{18}F 溶液と ^{68}Ga 溶液を封入したものをそれぞれ用いた。信号対バックグラウンド(BG)比は 4:1(BG 濃度 2.65 kBq/ml)とした。画像再構成は臨床で使用している条件とし、OSEM+PSF+TOF 補正, Gaussian filter 4mm, subset は 16, iteration は 2 で行った。収集時間 3 分の画像を再構成し、 $\phi 10\text{mm}$ hot 球の%コントラスト(Q H, 10mm), %バックグラウンド変動性(N 10 mm), ノイズに対する信号の強さ Q H, 10 mm / N 10 mm(CNR)を用いて評価した。さらに収集時間 30 分の画像から、リカバリ係数(RC)を算出した。

【結果】

Q H, 10 mm は ^{18}F が 28.2%, ^{68}Ga が 24.3%であり, N 10mm は ^{18}F が 5.5%, ^{68}Ga が 6.1%, CNR は ^{18}F が 5.2, ^{68}Ga が 4.1 であった。また, 10 mm hot 球における RC は ^{18}F が 59.9%, ^{68}Ga が 53.7%となった。

【結論】

^{18}F に比べ ^{68}Ga ではノイズ値が高く、リカバリ係数は低く、やや画質低下が示唆された。今後は ^{68}Ga での最適な再構成条件や収集時間の再考が必要である。

28. 半導体 PET/CT 装置における寝台連続移動法とステップアンドシュート法の比較

*岩尾華奈 佐々木秀隆 神谷貴史 中村仁美 藤埜浩一

(大阪大学医学部附属病院)

【目的】

高分解能半導体 PET/CT である Biograph Vision 600 (Siemens Healthineers) は寝台連続移動 (CBM) 法を用いた全身動態画像の収集が可能である。CBM 法の寝台移動速度と画質の関係については報告が少ない。本研究では、微小球体ファントムを用いて様々な収集速度の CBM 法と、ステップアンドシュート (SS) 法の画質を

比較した。

【方法】

NEMA IEC body phantom (球体:4, 5, 6, 8, 10, 37 mm 径)を用い、ホット球とバックグラウンド (BG) の比は 8:1, BG 濃度が 2.65 kBq/ml となるように ^{18}F 溶液を封入した。寝台移動速度は 1.1~17.5 mm/sec と変化させ、球体断面の統計量が SS 法の統計量と同等になるよう収集回数を加算した。再構成法は OSEM+TOF+PSF とし、Gaussian filter の半値幅は 3 mm とした。画像解析ソフトウェアは PMOD ver. 3.6 (PMOD Technologies LLC) を使用し、各ホット球の SUV を CBM 法と SS 法で比較した。また、ホット球と同一断面に 10 mm 径の関心領域を 12 個配置し BG 変動係数を算出した。

【結果】

6 mm ホット球の SUV は SS 法で 2.57 ± 0.14 , CBM 法の最大速度 17.5 mm/sec で 2.66 ± 0.16 であった。BG 変動係数は SS 法で 8.38 ± 0.57 %, CBM 法で 8.40 ± 0.44 %とほぼ同等であった。

【結論】

CBM 法は寝台移動速度を変化させても SS 法と同等の画質で収集することが可能であった。

29. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ^{201}Tl の定量評価に向けた基礎的検討

*中川裕貴 足達美香 西園将来 小橋一雅 井口治巳 木田哲生

(滋賀医科大学医学部附属病院)

【目的】

骨 SPECT の定量解析ソフトを用いて $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl の定量評価を目的に、減弱補正、収集時間の違いによって SUV にどのような影響があるか検討した。

【方法】

NEMA IEC body ファントムを用いて、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ はホット球とバックグラウンド (BG) 比が 3:1, 4:1, 6:1, 8:1, ^{201}Tl はホット球と BG 比が 4:1 になるよう核種を封入し、GE 社製 SPECT/CT 装置 Discovery NM/CT670 を用いて撮像を行った。収集角度は 6° , 収集時間は 1View あたり 5 秒から 5 秒ごとに 30 秒までと 60 秒で収集した。再構成条件は SPECT/CT の CT を用いた減弱補正 (CTAC) と減弱補正なしの 2 種類で行い、SUV を日本メジフィジクス株式会社社製定量解析ソフト GI-BONE で求めた。

【結果】

今回 37mm ホット球のみ検討を行った。CTAC では収集時間が短いと ^{99m}Tc の濃度比 8:1, 6:1 と ^{201}Tl は SUV が真値と比べて高くなる傾向があり、収集時間が ^{99m}Tc は 15 秒、 ^{201}Tl は 20 秒で真値とほぼ同じ SUV を示した。 ^{99m}Tc の濃度比 4:1, 3:1 は収集時間に関わらず SUV は真値とほぼ同じだった。減弱補正なしでは CTAC の SUV と比較して ^{99m}Tc では約 5 分の 1, ^{201}Tl では約 10 分の 1 の値を示し、SUV の変動は CTAC と同様だった。

【結論】

^{99m}Tc , ^{201}Tl ともに減弱補正、収集時間によって多少の差はあるものの、安定して SUV が得られた。そのため減弱補正なしでも CTAC と同様の SUV に変換できる可能性があることが示唆された。

30. 小児脳血流シンチグラフィにおけるヘッドレストの最適材質の検討

*足達美香 井口治巳 小橋一雅 西園将来 中川裕貴 大橋昂平 木田哲生
(滋賀医科大学医学部附属病院)

【目的】

当院では、小児脳血流シンチグラフィ撮像時に成人用ヘッドレストを使用しており、小脳が撮像範囲に入らないことを経験していた。また小脳を欠かすことができない場合は wide タイプの天板を使用し、回転半径を大きくして撮像している。そこで小脳が欠けず、回転半径も小さくできる、小児用のヘッドレストを作成するため 5 種類の中から最適な材質を検討した。

【方法】

5 種類の材質は、ABS 樹脂、ポリカーボネート、ポリプロピレン、ポリエチレン、塩化ビニルである。それらと成人用 GE 社製ヘッドレスト(以下 GEhead), wide タイプの GE 社製天板(以下 GEwide)の 7 種類に対し、 $^{99m}\text{TcO}_4$ を用いて SPECT/CT 装置(GE 社製 Discovery NM/CT670)で検討を行った。検討項目は、天板による減弱、円柱ファントムを用いた変動係数、脳ファントムを用いた Profile, Hoffman ファントムを用いた%コントラスト・視覚評価である。

【結果】

天板による減弱は、GEhead が約 4%で最も少なく、次いでポリプロピレン、ポリエチレン、ABS 樹脂は約 5%で同等であった。変動係数、%コントラストの結果はどちらも GEh

ead が最も優れ、次いで ABS 樹脂であった。Profile は材質による大きな違いがなかった。視覚評価は、GEhead と ABS 樹脂、塩化ビニルに関しては有意差がなく、GEwide は劣る結果となった。

【結語】

5 種類の材質の中で物理評価は ABS 樹脂が優れており、視覚評価は GEhead と ABS 樹脂、塩化ビニルでは有意差がなかった。そのため 5 種類の中では ABS 樹脂が最適であると判断した。

31. 画像再構成条件が ^{99m}Tc -SPECT 定量精度に与える影響

*小川沙季 光元勝彦

(京都大学医学部附属病院 放射線部)

【目的】

近年 SPECT 検査にて Standardized Uptake Value (SUV)算出が可能となったが、その定量精度は再構成条件による影響が大きい。本研究では再構成条件の違いが SPECT 定量精度に及ぼす影響を評価した。

【方法】

SPECT/CT 装置は GE 社製の Discovery NM/CT 860, ファントムは HOT 球(10-37 mm)とバックグラウンド(BG)比が 6:1 になるよう ^{99m}Tc を封入した NEMA IEC BODY Phantom を用いた。撮像は step and shoot 法で収集時間 7 分、ボクセルサイズ 4.42mm にて 10 回行った。再構成は OSEM 法を用い CT 減弱補正、散乱補正 DEW 法を全ての条件で行った。iteration 数(2-4)、及び前処理フィルタ(Butterworth filter:0.48 cm/cycle):BW の有無を変化させ、BG の平均 SUV:SUV_{BG}, HOT 球の SUV_{mean} とその変動係数(CV)を計測した。

【結果】

SUV_{BG} はいずれの再構成条件でも 1.1 であった。17mm Hot 球にて SUV_{mean} は、iteration 数が小さく BW 有りの場合にて低値となった。CV は iteration 数が大きくなるほど増加したが、BW 有り画像では減少傾向であった。17-37mmHOT 球にて、iteration2 かつ BW 有り画像でのみ CV は 10%以内となった。

【結語】

SUV_{BG} は再構成条件の影響を受けず一定の値をとった。iteration 数が小さく、BW を用いて画像再構成を行うと H

OT 球の SUV は低値となり、一方 CV は減少傾向を示した。

放射線防護

座長 倉本 卓(神戸常盤大学)

安樂 摩美(京都大学医学部附属病院)

32. 胃がん X 線検診における基準撮影法 I と基準 A-2 法の実効線量の比較

*川口桃太郎 岩田和也 角田郁弥 二谷笙太 新田寛人 山路美咲 山本兼右
(大阪物療大学 保健医療学部 診療放射線技術学科)

【目的】

胃がん X 線検診において、従来から撮影している基準撮影法 I と以前の基準である間接撮影法の基準 A-2 法(基準 A-2 法と略す)をマーゲンファントムで実効線量を算出し比較する。

【方法】

基準撮影法 I と基準 A-2 法の面積線量を測定するために撮影線量を 3 回測定し、平均値を算出する。透視線量の測定として 1 分から 6 分、1 分ごとに 3 回測定し、平均値を算出する。測定した面積線量の結果を、モンテカルロシミュレーションソフト PCXMC dose calculations. Ver.2.0.1.3 (STUK 社)を用いて実効線量を算出し比較する。基準撮影法 I は、高濃度低粘性硫酸バリウム粉末造影剤 210w/v% (132mL) で、二重造影法の「背臥位二重造影像」「背臥位二重造影第一斜位像」「背臥位二重造影第二斜位像」「腹臥位二重造影正面位(頭低位)」「腹臥位二重造影第一斜位像」「右側臥位二重造影像」「背臥位二重造影第二斜位像(振り分け)」「立位二重造影第一斜位像」の 8 枚法で撮影する。基準 A-2 法は、低濃度硫酸バリウム粉末造影剤 100w/v% (190mL) で「腹臥位胃粘膜像」「腹臥位充満像」「背臥位二重造影正面像」「背臥位二重造影第一斜位像」「背臥位二重造影第二斜位像」「半臥位二重造影第二斜位像(上部)」「立位充満像」の 7 枚法で撮影する。

【結果】

基準撮影法 I の実効線量は、透視で 4.61 mSv、撮影で 0.42 mSv、合計線量は 5.03 mSv であった。基準 A-2 法の実効線量は、透視で 3.91 mSv、撮影で 0.32 mSv、合計線量は 4.23 mSv であった。

【結論】

実効線量の比較で、基準撮影法 I の方が基準 A-2 法よりも高かったが、有意差はなかった。

33. 放射線防護衣の新たな管理方法の構築とその有用性

*小林淳 松本一真 光家千恵美 萩原芳明 駒居柚哉 和田悠哉 中嶋大輔 琴浦規子
(兵庫医科大学病院 放射線技術部)

【背景】

放射線防護衣の管理は様式が統一されていない。今回、医療用画像管理システム(Picture Archiving Communications System:PACS)の更新に伴い、読影システムを用いた放射線防護衣を一元管理する方法を構築した。

【目的】

PACSを用いた防護衣管理の有用性を評価する。

【方法】

1. 防護衣にIDを発行した。2. TV装置・アンギオ装置の透視やCT装置の位置決め画像を用いて点検を行い、撮影した画像をPACSに送信した。なお、PACSに送信する画像は、防護衣管理のための検査種を新たに作成し、臨床画像と混在しないようにした。3. 読影システムで点検結果のレポートを作成した。レポート作成時は破損部位を示すための防護衣シェーマや文章の雛形を用意して作成者間の表記揺れ防止や効率に配慮した。4. 防護衣管理担当者5人に点検方法、所要時間、管理方法についてのアンケートを行った。

【結果・考察】

CT装置を用いた場合、時間が短く済むがシワと傷の区別がつきにくかった。透視を用いた場合、時間と労力はかかるが細かく観察できた。防護衣一着の点検は、透視・撮影に平均3分(最長10分、最短1分)、所見記入に平均6分(最長10分、最短1分)を要した。有所見の場合にレポート作成に時間がかかった。所見記入や表記揺れが生じる点については慣れが必要であった。管理方法については肯定的な意見を得た。今後読影システムで管理し続けていくことで防護衣の経時変化が確認可能と考える。

【結語】

防護衣の管理方法を構築し、その有用性と利便性を評価できた。

34. X線管一検出器間距離の拡大と付加フィルタを用いた効果的な被ばく低減効果の検証

*市田隆生 阪井裕治 高尾由範 帛田雄介 佐々木将平 有田圭吾 西山知宏 市田隆雄

(大阪市立大学医学部附属病院 中央放射線部)

【目的】

IVRでの患者/術者の被ばく低減にはフィルタの付加が有用とされる。他方、我々は、X線管一検出器間距離(SID)の拡大でも患者/術者の被ばく低減が可能であるとの考察をもっている。今回、オーバーテーブル型X線透視装置を用いたIVRにおける効果的な被ばく低減方法として、双方を組み合わせた手法の有効性を検証したので報告する。

【方法】

X線透視装置DHF-158VⅡ(日立メディコ)を用いた。SIDを120/130cm、銅フィルタを0/0.1/0.2/0.3mmと変化させ、患者照射基準点での透視線量率(線量率)の測定と画質評価を行った。線量率の測定には、Accu Gold 2(Radcal社製)とPMMA(20cm)を用いた。画質評価はPMMA(10cm)の間にCDradファントム(Artinis Medical Systems社製)を挟み撮影し得られた試料よりIQFinvを算出した。

【結果】

SIDを10cm拡大することで線量率(mGy/min)は10.4から9.0〜13.1%低減した。また、銅フィルタ(0/0.1/0.2/0.3mm)の付加により線量率は、SID120cm時、10.4/6.8/5.2/4.3 mGy/min、SID130cm時、9.0/6.0/4.7/3.9 mGy/minと変化した。銅フィルタ(0/0.1/0.2/0.3mm)の付加によりIQFinvの値は、SID120cm時、4.9/4.6/4.3/4.4、SID130cm時、4.8/4.5/4.4/4.5となった。

【結論】

オーバーテーブル型X線透視装置を用いたIVRでは、付加フィルタを挿入することに加え、SIDを拡大することで、効果的に患者/術者の被ばくを低減できる可能性が示唆された。

35. 心臓カテーテル検査における術者の水晶体被ばく低減のための追加防護具の検討

*小西高史 奥田孝直 日野泰平 田邊文衛 北宗高 西岡宏之 黒田大悟 錦成郎
(天理よろづ相談所病院・放射線部)

【目的】

水晶体等価線量限度の引き下げを受け、防護方法を再検討した結果、心臓カテーテル検査は透視時間・撮影回数が多く、術者によっては水晶体被ばくが線量限度を超

える可能性が浮上した。特に術者に X 線管球が近い角度となる LAO 系での散乱線の遮蔽が求められることから、今回我々は自作防護具を作成し、その効果について検証した。

【方法】

大きさの異なる 2 類の防護具(0.5mmPb 当量)を作成した。防護具の配置は、A:右腕全体を覆うように長方形シートを配置(左橈骨動脈、大腿動脈穿刺を想定)、B:A を足側に 50cm スライドして配置、C:B に右上腕を覆う長方形シートを追加した配置(B、C は右橈骨動脈穿刺後を想定)の 2 パターンとした。装置は血管造影装置(SIEMENS)を使用した。ファントムは胸部想定のアクリル 15cm と腹部想定 MixDp 20cm を組み合わせた。

冠動脈造影で使用する 2 方向(LAO 40°, LAO 40° Caudal 30°, LAO 40° Cranial 30°)で、術者の水晶体を想定した位置でサーベイメータを用いて散乱線量を測定した。

【結果・考察】

LAO 40°, LAO 40° Caudal 30°, LAO 40° Cranial 30°の散乱線減少率(%)はそれぞれ A:76.7, 82.3, 63.9, B:36.7, 8.2, 42.9, C:78.7, 86.9, 59.7 となった。LAO 40° Caudal 30° での X 線管球の位置は右上腕の近くにあるため、配置 B のように右上腕に防護シートがないと散乱線減少の効果が見込めないが、配置 C のように右上腕に防護シートを追加することで配置 A に相当する散乱線減少率が得られた。右腕全体を覆う自作防護具は LAO 系の散乱線を低減することができた。

IVR

座長 林 拓磨(滋賀県立総合病院)

榎本 公明(大阪国際がんセンター)

36. 三次元画像解析を用いた左冠動脈起始部の最適な造影角度の検討

*井本剛志 三浦康平 藤戸寛次 中西明 武田宣明
(大津赤十字病院 放射線科部)

【目的】

心臓 CT を利用して左冠動脈にカテーテルを挿入する際の最適な造影角度を検討する。

【方法】

2019 年 5 月から 2020 年 6 月の間で心臓 CT と冠動脈造影の両方を実施した患者データ(94 症例)を、3D ワークステーション VINCENT(富士フイルム社)と 3DCAD ソフト Fusion360(Autodesk 社)を使用して左冠動脈入口部の位置(後方起枝角度)を計測した。また、管球を正面、LAO45°, LAO30°— cranial30°, LAO45° - cranial30°の 4 方向で観察したときの左冠動脈入口部とバルサルバ洞から上行大動脈にかけての輪郭との距離を比較した。

【結果】

後方起枝角度は男性よりも女性の方が有意に大きかった。後方起枝角度が大きくなるほど管球を LAO または LAO - cranial に振った方が、左冠動脈入口部とバルサルバ洞から上行大動脈にかけての輪郭との距離は短くなる傾向にあった。

37. IVR 部門における自由記述を利用した被ばく線量管理システムの集計精度

*中村創一 上田淳平 日高国幸

(大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

【背景・目的】

IVR 部門では IVR 手技・疾患名が多岐にわたるため、プロトコルでの線量管理は物理的に限界がある。Japan DRLs 2020(以下、DRLs)では手技別、疾患別に値が設定されたこともあり、線量管理は細分化して行うことが必要である。当院の線量管理システムは検査毎に自由記述でコメント追加できる機能とその検索ができる機能を有している。本研究では、自由記述でコメント追加した場合(タグ法)の線量管理の集計精度について調査した。

【方法】

当院の血管撮影装置(Philips AlluraClarity FD20/20)で2020年9月に施行した手技(計74例)を対象とし、タグ法を行うため検査コメントをIVR担当の放射線技師1名にて入力した。線量管理システムはRadimetrics(Bayer社製)である。入力項目は部位、血管/非血管、手技、その他(手技略語、臓器、疾患など検査に関する代表的な用語)とした。ただし、DRLsに準拠するため、頭頸部領域では術前(pre)、術後(post)、疾患の記入などいくつかのルールを設けた。タグ法で行った線量管理システムでの項目毎の集計数と、RIS撮影録からの手動による集計数を比較し集計精度を調べた。

【結果】

DRLsの嚢状動脈瘤(術前)、嚢状動脈瘤(IVR)の項目でタグ法と手動による集計数は完全に一致し、両者に誤差はなかった。中心静脈栄養用カテーテル挿入術では両者に約5%の誤差があり、集計数に不一致が見られた。

【考察・結論】

タグ法の集計数の誤差は許容範囲内であることが分かった。また、タグ法ではIVR分野における多種多様な手技の線量管理の細分化が将来的に可能になることが示された。

38. IVR-CTシステムにおける線量管理のためのCT撮影プロトコルの適切な選択率に関する調査

*上田淳平 中村創一 日高国幸

(大阪大学医学部附属病院)

【背景・目的】

CTの線量管理では検査目的に沿ったプロトコル毎に管理することが合理的である。IVR-CTシステムのCT(以下:IVR-CT)でも検査/治療目的に沿ったプロトコル毎に線量管理することが望ましい。IVRは多岐にわたるため、すべての検査/治療毎にCT撮影プロトコルを設定することは困難である。実際には必要最低限のプロトコルで運用するのが実用的であるが、この場合、既存のプロトコルの目的外利用が混在することになる。適切な被ばく線量の管理のためには、これらを明確にし、把握することが重要である。そこで、本研究ではIVR-CT撮影プロトコルがその目的通りに適切に選択されているかについて調査した。

【方法】

当院の各プロトコルの使用頻度と、撮影内容がプロトコル

の目的に合致しているか、また目的外の場合の内容に着目し、分類を行い集計した。対象は2020年1月から12月の間に当院でIVR-CTシステムでCTを施行した検査・治療とした。集計には線量管理サーバRadimetrics(Bayer社製)を用いた。

【結果】

対象期間中のIVR-CT件数は381件であった。最頻度はCTガイド下腎生検用プロトコルで36%(138件)であった。この内、腎生検目的での使用は31%(43件)、腎以外のCTガイド下生検が12%(17件)、また生検以外の目的のCTガイド下ドレナージが23%(31件)、チューブ位置や出血の確認の単純CT撮影で29%(40件)であった。その他が5%(7件)であった。

【結論】

最頻度のプロトコルでは、その目的以外での使用が7割と大きいことが分かった。本研究では、既存のプロトコルの目的外使用の割合を明確し、把握することができた。

39. IVR-CTでCTAを用いたMIP表示方法による血管計測の精度向上に関する検討

*一森樹 西山知宏 梶田雄介 高尾由範 有田圭吾
阪井裕治 市田隆雄

(大阪市立大学医学部附属病院 中央放射線部)

【目的】

IVRではデバイス選択を目的とした計測でIVR-CTにて撮影した動脈造影下CTAのデータを使用する例がある。装置には自動MIP表示機能が備わっているが、その画像表示には誤差や不確かさが含まれる。だが適切な閾値設定(特にWL)により解決できるとされている。そこで今回、対象のCT値を手動計測し反映させるMIP表示法(Manual-MIP)を用いることで、自動MIP表示法(Auto-MIP)より血管計測の精度向上が可能であるか検討した。

【方法】

IVR-CT装置はSOMATOM definition AS+(Siemens Healthcare)を用いた。内径4mmの円筒形容器を希釈造影剤で満たした自作ファントムをCTDIファントムの中心に設置し、撮影を行った。希釈割合は2倍(2900HU相当)、4倍(1700HU相当)、8倍(860HU相当)、16倍(400HU相当)とした。Manual-MIPは計測者間のROIの設定による計測値のばらつきを低減するため、横断面上でファントム内腔部に設置したROIの中央値をWLの

基準値とした。WL は 5 段階(-40・-20・0・+20・+40%)で表示した。各試料の直径を診療放射線技師 5 名で計測し、平均値を試料の計測値とした。

【結果】

計測結果は Auto-MIP では 2 倍希釈:4.77 mm, 4 倍希釈:4.63 mm, 8 倍希釈:4.89 mm, 16 倍希釈:4.95 mm であった。Manual-MIP では+40%において, 2 倍希釈:4.06 mm, 4 倍希釈:4.17 mm, 8 倍希釈:4.18 mm, 16 倍希釈:4.04 mm であった。希釈割合によらず Auto-MIP では 15%以上の過大評価となったが, Manual-MIP では+40%で真値により近づいた。

【結論】

造影剤の希釈割合によらず適切な画像濃度に調整することで, 血管計測の精度を向上させることが可能である。

CT

座長 岡田 裕貴(淡海ふれあい病院)

遠地 志太(大阪大学医学部附属病院)

40. 肝臓ダイナミック CT における撮影タイミングと心胸郭比(CTR)の関係について

*鳥居正聖 澤龍貴 山極航輝 西川翔耶 山元卓 武田宣明

(大津赤十字病院)

【目的】

肝臓ダイナミック検査を時間固定法で撮影を行う場合, 心機能など被験者のパラメータにより造影剤到達時間が変化することがある。そこで, 肝臓ダイナミック CT の動脈後期相において, ボーラストラッキング法を用いた撮影開始時間と, CT 位置決め画像の心胸郭比(Cardio Thoracic Ratio:CTR)の関係を比較し, ボーラストラッキング法を使用する CTR の基準について検討する。

【方法】

CT装置はAquilion PRIME TSX-303A(Canon社製)で, インジェクタはデュアルショット GX7(根元杏林堂社製)を使用した。撮影条件は GALACTIC に準じてボーラストラッキング法を用いて撮影した。撮影開始時間と位置決め画像の CTR を測定し, その相関を求めた。また, 位置決め画像の CTR を 4 群に分け, 撮影開始時間の平均値を求めた。

【結果】

ボーラストラッキング法を用いた撮影開始時間と, 位置決め画像の CTR に相関は認められなかった。また, CTR が高くなるほど撮影開始時間は延長したが, 有意差はみられなかった。

41. 小数の画像から簡単な三次元形状の復元

*上田健太郎¹ 片山豊² 日浦慎作³

(¹古河電気工業株式会社 研究開発本部

²大阪市立大学医学部附属病院 中央放射線部

³兵庫県立大学大学院工学研究科 電子情報工学専攻)

【背景および目的】

近年, Computer Vision (CV) 領域では, 二次元画像から三次元形状を復元する試みが多数行われている。人工知能 (Artificial Intelligence) 技術を用いることで,

一方向の画像から背面を含めた三次元形状を復元することが可能となっている。一方、放射線画像領域では、Computed Tomography (CT) や Magnetic Resonance Imaging (MRI) 等、三次元データを取得できる装置が診療に一般的に利用されているため、投影像から三次元形状を復元するような研究は多く行われていない。

本邦では医療被ばくが多いことが問題となっている。少数の放射線画像から三次元形状を復元することで被ばく線量の低減につながる可能性があり、本研究に一定の意義はあると考える。

本稿では、教師データを必要としない CV 技術を用いて三次元形状の復元を行うとき、どの程度の複雑な形状が復元できるかの基礎検討として既知の構造物を用い、投影像から三次元形状を試みる。

【方法】

単純な形状から複雑な形状までの三次元データから、放射線検査を模し直交方向からの投影像を作成した。作成した投影像から元の三次元形状の復元を試みた。

【結果・結論】

今回の試行において結果として既知の構造物からの復元ではあるが一致率の高い三次元の復元を行うことができた。教師データや AI を用いず、単純な CV 技術を用いているため、極端に複雑な形状の復元は行えないが、大凡の形状復元が可能となることが示唆された。

42. 当院における被ばく線量管理方法の構築

*松本圭織 増田慎吾 梅木拓哉 田原大世 中前光弘

(りんくう総合医療センター 放射線技術科)

【背景・目的】

医療法施行規則の一部改正により、当院でも 2020 年度より放射線管理システム(以下、管理システム)を導入した。

管理システムは、各装置からの RDSR を取得して管理を行うが、検査画像も取得し DICOM の情報からより精密な管理ができる。しかし当院の PACS は RDSR の取得が非対応であった。本研究では、異なるデータの取得方法を検討し、被ばくの線量管理システムを構築することを目的とした。

【方法】

医療法施行規則の一部改正を元に今回対象検査は、CT (キヤノンメディカル社製 5 台)・血管撮影(フィリップス社

製 2 台, キヤノンメディカル社製 1 台), 核医学(キヤノンメディカル社製)の各検査とし、線量管理システム(Radimetrics; バイエル薬品社製)への接続方法を検討した。

【結果・考察】

まず、Radimetrics 導入時に PACS(富士フイルムソリューションズ製)及び CT 装置を接続し、他の装置は機種更新時に接続した。CT、血管撮影に関しては、RDSR を Radimetrics で直接取得し、検査画像に関しては、CT が装置から、血管撮影が PACS から取得した。

核医学検査は、装置自体からの RDSR 出力ができず、検査画像もセカンダリーキャプチャ画像が主流で DICOM 情報を保有しておらず、RIS(放射線部門システム)での検査実施記録を用いて、患者への投与核種及び減衰計算を行った投与量を記録し管理することとした。

【結語】

現状の環境では、PACS の入れ替えが必須である。今後は、対象検査が一般撮影や TV 検査へと拡大することを考慮したシステム設計が必要である。

43. CT 装置間の物理特性を考慮した線量管理システムの活用について

*林達也 西田崇 宮原哲也

(大阪急性期・総合医療センター 医療技術部放射線部門)

【目的】

線量管理システムを活用した被ばく線量の最適化は、診断参考レベル(以下、DRL)と自施設の中央値を比較している。そのため被ばく線量が DRL の基準値を下回る場合、画質が担保されているか、線量管理システムでは評価できない。そこで、各装置の System Performance 関数(以下 SP 関数)を用いて、装置間比較における線量管理システムの活用法を検討した。

【方法】

1. Aquilion 64(以下、64), Aquilion PRIME(以下、PRIME), Aquilion PRIME SP(以下、PRIME SP)(キヤノンメディカル社)を使用した頭部 CT 検査の CTDIvol を調べた。

2. 物理特性を評価するために装置ごとにワイヤー法で MTF を測定した。

3. ノイズ測定及び Noise Power Spectrum (以下、NPS)測定のために、CTDIvol を 94.1mGy (PRIME の中央

値), 77mGy(DRLs2020)に設定し, Catphan 600(Phantom Laboratory 社)を用いて NPS(SD)を算出した. 4, MTF 二乗/NPS より SP 関数を求めた. 今回使用したデータは全て FBP を使用した.

【結果】

CTDIvol は 64, PRIME, PRIME SP の順で 86.4mGy(SD3.6), 94.1mGy(SD3.5), 68.4mGy(SD4.0)であった. 77mGy 付近に設定した場合, 全て SD4.0 程度であるが, 撮影管電流は 64 が 260mA, PRIME が 240mA, PRIME SP が 350mA となり, PRIME SP が最も高かった. SP 関数は同一の CTDIvol で比較すると全て同じ程度であった.

44. 線量管理システムを用いた他施設を含む CT 装置間における患者被ばく線量の評価

*宮原哲也 西田崇

(大阪急性期・総合医療センター 医療技術部 放射線部門)

【目的】

DRLs 2020 が改訂され, 検査部位・内容に応じた線量値が新たに設定された. しかし, これらの線量値は, 装置ごとの設定がなく, 装置間による影響は含まれていない. X 線 CT 撮影における標準化～GALACTIC～(改訂 2 版)が発刊されるなど, 撮影条件の標準化は進んでいるが, CT 装置の性能は, 著しく向上しており, 装置間による被ばく線量の差異が考えられる. 本研究は, 線量管理システムを用いて, CT 装置間による患者被ばく線量の差異を明らかにする.

【方法】

①当センターの CT 装置, Aquilion 64(以下 64)Aquilion PRIME(以下 PRIME)Aquilion PRIME SP(以下 PRIME SP)(キヤノンメディカル社)で, 頭部・腹部の単純 CT 検査を施行した標準体格の被検者 100 名ずつの CTDIvol を線量管理システムにて出力した. 各装置の各部位における中央値を算出し, 装置間及び DRLs 2020 の線量値(以下 DRL 値)と比較した. ②当センターと同一装置を使用している他施設(64/ PRIME/ PRIME SP の順, 頭部 CT:12 施設/4 施設/6 施設, 腹部 CT:13 施設/4 施設/7 施設)の中央値を各装置及び各部位で出力し, 各施設の中央値と DRL 値を比較した.

【結果】

①頭部 CT の中央値[mGy]は, 64/ PRIME/ PRIME SP の順に, 86.4/94.1/57.4 であった. 腹部 CT では, 22.1/17.7/10.2 であった. また, 頭部で PRIME SP, 腹部で PRIME・PRIME SP が DRL 値を下回った. ②頭部 CT では, 64/ PRIME/ PRIME SP の順に, 4 施設/3 施設/6 施設が, 腹部 CT では, 1 施設/4 施設/7 施設が DRL 値を下回った.

一般撮影・乳房撮影

座長 桑原 奈津美(京都医療科学大学)

奈良澤 昌伸(大阪市立大学医学部附属病院)

45. 異なる薄膜トランジスタを搭載した FPD の物理評価

*林康祐¹ 伊泉哲太¹ 玉井利¹ 田和慶悟² 榎本善文¹ 樫山和幸¹

¹大阪急性期・総合医療センター 医療技術部放射線部門

²大阪母子医療センター 放射線部門)

【背景】

当院では、ガラス基板の薄膜トランジスタ(TFT)を搭載したカセット型 FPD, CALNEO Smart C47(CALNEO Smart) (富士フイルム株式会社)を使用していた。今回、新たにフィルム基板の TFT を搭載した、カセット型 FPD CALNEO Flow C47(CALNEO Flow) (富士フイルム株式会社)が導入された。

【目的】

CALNEO Flow と CALNEO Smart の物理評価を比較し、X 線量の低減が可能か調べた。

【方法】

1. RQA-5 の撮影条件で Presampled MTF と NNPS を求めた。Presampled MTF の測定はエッジ法、NNPS の測定は二次元フーリエ変換法を用いて解析を行った。また、得られた結果から DQE を求め、CALNEO Flow と CALNEO Smart を比較した。2. アクリル板 9 cm と 10 cm の間に 1 cm のバーガーファントムを挟んだ、計 20 cm のファントムを用意し、CALNEO Flow と CALNEO Smart で撮影した。撮影条件は 80 kV, SID : 120 cm とし、CALNEO Smart では 10 mAs, CALNEO Flow では、10 から 7.1 mAs と管電流時間積を変更し、それぞれ 10 回撮影を行った。得られた画像より CNR を算出し、有意差を求めた。

【結果】

1. Presampled MTF は、両者で同等の値となった。NNPS は、CALNEO Flow が良い値となり、DQE も高い値を示した。2. CALNEO Flow は X 線量が減少するとともに CNR の結果は悪くなった。CALNEO Smart の結果と比較すると 9 mAs と 8 mAs で有意差がなく、同等の値となった。

46. 乳幼児胸部単純撮影における水晶体被ばくを考慮した最適介助位置の検討

*杉江恵太 鹿島啓佑 中田学

(京都大学医学部附属病院 放射線部)

【目的】

乳幼児の X 線検査ではスタッフによる撮影介助を行う機会が多い。本研究では、乳幼児撮影における 3 次元的な空間線量を測定し、介助者の水晶体被ばくが低減される最適な介助位置を検討する。

【方法】

空間線量は新生児ファントム(京都科学)を寝台(高さ 56 cm)に設置、X 線撮影装置(X'sy Pro; 島津製作所)を用い、撮影条件 60 kV, 160 mA, 10 msec, SID 120 cm (グリッドなし)で計測した。測定器には OSL 線量計(nanoDot; 長瀬ランダウア)を用い、介助者水晶体を想定した寝台からの高さ 44, 64 cm に配置した。測定距離は照射野中心から 20, 30, 40 cm, 測定点は X 線管球の陽極側を 90°として時計周りに周囲 8 方向とした。線量計の検出下限があるため、10 回撮影したときの空間線量を 10 で除し、バックグラウンドを減算した値を 1 回撮影の空間線量とした。読み取りは 3 回行い、日を変えて 3 回実測し、平均値を算出した。また、散乱線分布の影響を調べるためファントムの頭尾方向を入れ替えて同様な測定を行った。

【結果】

空間線量が有意に低値となる測定位置は確認できなかった。また、大きく高値となる測定位置もなかった。ファントムの頭尾を入れ替えた場合も結果はほぼ同等であった。空間線量がやや高値となったのは、測定高 44 cm, 距離 20 cm の場合、45°方向で、平均値は $0.6 \pm 0.1 \mu\text{Gy}$, 測定高 64 cm, 距離 20 cm の場合、0, 45°方向で、 $0.5 \pm 0.1 \mu\text{Gy}$ となった。

【結論】

乳幼児胸部単純撮影における空間線量分布の全体像を把握した。撮影介助者の水晶体被ばくを低減する有意な最適位置は限定できず、どの測定位置もほぼ同等な値となった。測定位置を追加した再検討が必要である。

47. 小児副鼻腔 Waters 撮影における最適角度の検討

*羽倉暢希 谷川基務 廣瀬慎一郎 松澤博明

(大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部)

門)

【背景・目的】

当院では成人の副鼻腔 Waters 撮影においてドイツ水平線(ABL)と受像面のなす角度が 45°となるように撮影している。一方小児は成人と同条件で撮影すると顎を下げる方向に修正する傾向がある。そこで小児副鼻腔 Waters 撮影において年齢別の傾向を把握するため、CT 画像を用いて最適角度の検討を行った。

【方法】

2, 4, 6, 8, 10 歳と成人各 10 人を対象とし、当院で診療目的に撮影された頭頸部 CT 画像を使用した。画像再構成には富士フイルムメディカル社製 SYNAPSE VINCENT を用い、Volume Rendering(VR), Ray Summation(RS)画像を作成し評価した。評価手順として①VR の側面像より ABL を決定する。②ABL が水平となる角度を基準とする。③正面に向け RS 表示にする。④その位置から顎を上げる方向に 1°ずつ回転させ最適角度を決定する。以上の順で経験年数3年以上の技師6名が評価した。なお評価基準として錐体骨が上顎洞下端に重ならず、直下に投影される角度を最適とした。また本研究では ABL が受像面と直交する角度を基準とし、その位置から顎を上げる方向に回転させた角度を比較した。

【結果】

最適角度の平均値は 2 歳:23.9°, 4 歳:28.5°, 6 歳:33.5°, 8 歳:33.6°, 10 歳:35.5°, 成人:40.3°となった。

【考察】

2歳の最適角度は成人と比べ約 17°浅く、成人と大きな違いがあった。また 2 歳と 6 歳の間では約 10°, 6 歳と 10 歳の間では約 2°の差がみられた。これは幼児期の急激な成長及び小児期の緩やかな成長に伴う頭部の大きさの変化を表していると考えられる。さらに本結果から、成人と同等の最適角度になるのは 10 歳以降であると推定される。

48. 乳房撮影装置における半導体線量計での日常的な線質評価の検討

*藤居紗暉子 杉山淳子 井口治巳 西原明日香 足達美香 瀬野ころ 木田哲生

(滋賀医科大学医学部附属病院 放射線部)

【目的】

乳房撮影装置では、始業時に濃度差等の評価を行い、

半価層測定は 1 年毎の品質管理項目である。本研究では濃度差に影響する半価層を半導体線量計(以下、半導体)で測定し、日常的な線質評価が可能か検討する。

【方法】

乳房撮影装置は富士フイルムメディカル社製 AMULET Innovality, 半導体は Radcal 社製 ACCU-GOLD+ A GMS-DM+ (以下、半導体A)と Unfors RaySafe 社製 RaySafe X2 MAM Sensor(以下、半導体B), 電離箱式線量計(以下、電離箱)は adcal 社製 ACCU-GOLD+ 10X6-6M を使用した。条件は、28 kV 63 mAs W/Rh とした。まず、管球角度を変えて測定し、半導体の方向依存性を調べた。次に、電離箱と半導体の半価層の比較と、始業時の半導体での半価層測定による変動の確認を行った。

【結果】

半導体は方向依存性があった。また、半価層は半導体Aが 0.531 ± 0.001 mm, 半導体Bが 0.529 ± 0.001 mm, 電離箱は 0.497 ± 0.001 mm となり、半導体と電離箱は有意差があった。日々の測定は、半導体Aが 0.530 ± 0.0006 mm, 半導体Bで 0.529 ± 0.002 mm となり、変動は小さかった。

【考察】

半導体は方向依存性があり、注意が必要である。また、半導体と電離箱の半価層には有意差があり、品質管理は電離箱での測定が必要である。半導体で測定した半価層は変動が小さく、基準との乖離で日常的な線質評価が可能であると考えられる。

【結論】

半導体での半価層測定で、簡易的に日常的な線質評価が可能である。

49. 乳房トモシンセシスの合成 2D 画像における低コントラスト分解能の検討

*瀬野ころ 西原明日香 足達美香 井口治巳 杉山淳子 藤居紗暉子 木田哲生

(滋賀医科大学医学部附属病院 放射線部)

【背景・目的】

三次元撮影技術であるトモシンセシスは、情報量が多く有用である。しかし、乳房全体の情報や左右比較が難しいことから 2D 画像の追加が必須であり、被曝が増加する。そこで、トモシンセシスから作成される合成 2D 画像と通常の

2D 画像の低コントラスト分解能を比較し、合成 2D 画像の有用性を検討する。

【方法】

乳房撮影装置は AMULET Innovality(富士フイルムメディカル社)を使用した。CDMAM ファントム(アクロバイオ株式会社)の上下に 20 mm 厚 PMMA ファントムを挟んで配置し、3 段階に線量を変化させトモシンセシスと 2D の撮影を行った。また、トモシンセシスは短時間撮影・低被曝の ST-Mode、高画質・高分解能の HR-Mode を使用した。そして、合成 2D 画像と 2D 画像の C-D 曲線、IQFinv(Image Quality Figure inverse)、平均乳腺線量を測定した。

【結果】

合成 2D 画像の C-D 曲線は、2D 画像と比較し顕著に上方に位置する結果となった。また、合成 2D 画像の IQFinv は 2D 画像と比較すると有意に低値を示した。平均乳腺線量は HR-Mode で最も高く、ST-Mode と 2D 撮影ではやや 2D 撮影の方が高かった。

【結論】

合成 2D 画像は低コントラスト分解能において 2D 画像に及ばなかったが、トモシンセシス画像と併用、更なる改良により 2D 画像が不要となる可能性がある。

量を変化させて CDMAM ファントムによる解析と CNR を測定した。ファントム位置による検出能の違いを調べるため、CDMAM ファントムを FPD から 10~50mm の 5 段階に変化させ、解析ソフトにて IQF inverse を算出した。撮影線量は、2D の AEC 使用時の条件を基準に 1~4 倍まで変化させた。2D はグリッド(+), DBT はグリッド(-)で振り角 $\pm 25^\circ$ 、計 25 回のパルス照射で撮影し、解析には臨床画像処理後データを使用した。

【結果】

2D では CDMAM ファントムの位置による IQF inverse に差はなかったが、合成 2D では 10mm 位置における IQF inverse が低くなり、位置によって差がみられた。2D、合成 2D とも撮影線量が増加するにつれて IQF inverse と CNR は高くなったが、2D と比較して合成 2D は低値を示し、4 倍線量においても AEC 撮影線量の 2D の値には及ばなかった。合成 2D の低コントラスト分解能は 2D と比較して低く、FPD からの位置によって変化した。

50. マンモグラフィ 2D と合成 2D の撮影線量における画質の基礎的検討

*山形梨華 中村悦子 藤田知子 中村満 中川英雄
菊池圭祐 藤川慶太 琴浦規子
(兵庫医科大学病院)

【目的】

乳房撮影において、複数の角度から撮影した画像を再構成し任意の断層像を構築する、Digital Breast Tomosynthesis (DBT) が普及している。そして、撮影線量を低減させるために、DBT で得られた断層像を合成し、疑似的に 2D 画像を構築する合成 2D が臨床的に検討されているが、合成 2D と従来の 2D において物理的評価の比較をした報告はまだ少ない。本研究は、当院の乳房撮影装置において、撮影線量による 2D、合成 2D の低コントラスト分解能を比較検討することを目的とした。

【方法】

SIEMENS 社製 MAMMOMAT Revelation を使用し、PMMA 厚 50mm において 2D と合成 2D の撮影線

Artificial Intelligence

座長 大野 歩果(大阪国際がんセンター)
三阪 知史(近畿大学奈良病院)

51. FSE の T2 強調画像における Deep Learning を用いた画像再構成の画質評価

*仲宗根進也 垂脇博之 小山佳寛
(大阪大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

【目的】

Deep Learning(DL)の技術が MR 画像に応用されるようになり、ノイズ低減を有用な効果の一つとして使用されている。従来のノイズ低減処理では構造的劣化を伴うが、DL を使用した画像再構成では撮像時間を変更することなく、ノイズ低減された構造的変化が小さい画像が期待できる。そこで本研究では FSE の T2 強調画像において DL 再構成のノイズ低減効果と構造的変化について画質評価を行った。

【方法】

MRI 装置は SIGNA Architect 3.0T(GE ヘルスケア社製)、体幹部用コイルを使用した。まずファントムの均一部を、FOV=240mm, 3mm スライス厚にて、DL の強度を Low, Medium, High の 3 段階に変化させて、ピクセルサイズを 0.5, 0.6, 0.8, 1.0mm 正方形となるように設定し、FSE の T2 強調画像を撮像した。得られた画像から SNR を測定した。次に DL 再構成による構造的変化を評価するために、ファントムの空間分解能が評価できる高解像度テストプレートを同条件で撮像し、構造的類似性 (Structural similarity index:SSIM 値)の評価を行った。

【結果】

SNR の評価において、ピクセルサイズが大きい画像より従来ノイズが増加するピクセルサイズが小さい画像のほうが、DL の強度に依存せず DL 再構成のノイズ低減効果が高かった。また DL 強度が High の画像では DL を使用しない画像の最大で約 3.5 倍の SNR となった。構造的変化の評価では、どの DL 強度、ピクセルサイズにおいても SSIM 値が 0.9 以上と高い値を示し、構造的変化は小さかった。

【結語】

FSE の T2 強調画像において、DL 再構成を使用すると構造的変化が小さく SNR が向上することが評価できた。

52. MR における深層学習を用いた画像再構成画像の画質評価~視覚評価による基礎的検討~

*小東亮介 常玄大輔 池本達彦 人西健太 中前光弘
(りんくう総合医療センター 放射線技術科)

【背景および目的】

当院では 4 月に導入した MRI 装置に、深層学習(Deep Learning:以下 DL)を用いた画像再構成技術が搭載されている。従来の k 空間フィルタは、高周波ノイズやトラッキングアーチファクトを低減させるために用いられているが、見かけ上の空間分解能を低下させ、画像がぼける欠点があった。DL による再構成技術は、従来の k 空間フィルタを利用しておらず、空間分解能を維持したままノイズを軽減できる特徴を有している。本研究では、DL を用いた画像再構成画像の画質を視覚評価によって評価した。

【方法】

MRI 装置は、シグナ Pioneer3.0T(GE ヘルスケア・ジャパン社製) Version.29[AIR Recon DL 搭載]で、ACR ファントム(京都科学社製)を用いた。撮像条件は、TR 2000 ms, TE 15 ms, スライス厚 10mm, Matrix は 192×192, 256×256, 512×512 と変化させた。得られた画像は、ノイズ除去あり・なしで差分法により SNR[$Sp/(Ns/\sqrt{2})$]を測定した。続いて、DL あり、なしで得られた画像を対象に、先鋭度について視覚評価を行なった。観察者は MRI 検査に携わっている経験 3 年以上の診療放射線技師 10 名とした。

【結果】

SNR は、DL なしと比べ、DL ありが約 2 倍高かった。視覚評価では、同じマトリクス数の場合、DL ありが、なしに比べて先鋭度の評価が高かった。

【結語】

DL を用いた画像再構成法は、従来の画像再構成に比べて、先鋭性が改善されることが、ファントム画像による視覚評価によって明らかになった。

53. マルチタスク学習を用いた CT 画像のアーチファクトに対する検出と修復を同時に行うシステムの作成

*嶋田一輝 出田真一郎 奥迫謙治 市田隆雄
(大阪市立大学医学部附属病院)

【背景】

CT 検査では X 線検出器や X 線管球の不具合などからアーチファクトが発生する場合があります。また、CT 検査は 1 度に数百枚の画像を取得するためその中からアーチファクトを含む画像を特定することは容易ではない。そこで本研究の目的はニューラルネットワークを用いて CT 画像のアーチファクトを検出し修復するシステムをマルチタスク学習により作成することとした。

【方法】

CT 画像はアメリカ国立衛生研究所が提供している画像を使用した。学習データは CT 画像に順投影を行うことでサイノグラムを取得し、出力値をランダムにホワイトノイズに置き換えてリング状、ストリーク状、シャワー状のアーチファクトを発生させ、アーチファクトを含む画像と正常画像を合計 30,000 枚用意した。修復のシステムには U-Net を使用し encode 部にアーチファクト検出のための全結合層を接続することで検出と画像修復を行うマルチタスクシステムを作成した。エポック数は 200 回とし検出と修復の誤差値が最小になるまで学習を行った。評価方法としてアーチファクトを含む画像と正常画像のテストデータ 3,000 枚に対しアーチファクト検出の正答率と正常画像に対する修復画像の Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) を算出した。

【結果】

テストデータに対する本システムのアーチファクト検出の正答率は 95.8% だった。正常画像に対するアーチファクトを含む画像の PSNR は平均値 27.9 dB に対し、本システムより作成した修復画像の PSNR は平均値 42.0 dB であり検出と修復ともに高い値を示した。

【結論】

マルチタスク学習により CT 画像のアーチファクトを検出し修復を行うシステムの作成が可能である。

【目的】

骨シンチグラフィ上の骨転移部分と外傷部分は共に RI の高集積を示し、鑑別が必要である。これらの鑑別のために正面像に加えて斜位像の収集や、他検査を追加する場合がある。提案する鑑別補助システムは正面像のみから分類可能であり、これらの鑑別診断の一助となる可能性があると考えられる。本研究では初期検討として、深層畳み込みニューラルネットワーク(DCNN)を使用して RI 集積部位の鑑別可能かを検討した。

【方法】

提案システムは事前学習済みネットワークを転移学習して構築した。本システムは骨シンチグラフィ正面像上の RI 集積部分を骨転移と外傷による集積の 2 クラスに分類するものである。本研究では Tc-99m-HMDP を使用して得られた骨シンチグラフィを使用した。トレーニングデータセットを使用して DCNN を学習し、RI 集積を鑑別する分類器とした。学習した DCNN の評価にはテストデータセットを使用した。すべての症例がテストデータになるように 10 分割交差検証を行った。入力画像が分類精度へ与える影響を検討するために、胸部全体が含まれるデータセットと、RI 集積部分のみ抽出したデータセットそれぞれに対して DCNN の学習とテストを行った。

【結果・考察】

胸部全体が含まれるデータセットで学習した DCNN は、良好な結果を示した。RI 集積部分のみ抽出したデータセットで学習した DCNN は、胸部全体が含まれるデータセットで学習した DCNN よりも低い分類精度を示した。DCNN は RI 集積部分の形状だけではなく、画像上の分布も判断に使用している可能性が考えられる。以上のことから、提案システムは RI 集積部位の鑑別を支援し、より正確な診断と患者負担軽減に寄与する可能性が示唆された。

54. 骨シンチグラフィ上の RI 集積部位を対象とした鑑別補助システムの初期検討

* 太田雪乃¹ 東山滋明² 片山豊³ 宇都宮あかね¹ 市田隆雄³

(¹ 大阪市立大学医学部附属病院 先端予防医療部 MedCity21

² 大阪市立大学大学院 医学研究科 核医学科

³ 大阪市立大学医学部附属病院 中央放射線部)

55. 放射線治療のための深層学習による GTV 入力に基づいた頭頸部癌 CTV セグメンテーション

* 木原彩花¹ 小池優平² 武川英樹² 姉帯優介² 中村聡明² 谷川昇² 小泉雅彦¹

(¹ 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻 生体物理工学講座

² 関西医科大学 放射線科学講座)

【目的】

頭頸部癌の放射線治療では GTV の位置に基づき、周囲の予防領域を含めた CTV を描出し、腫瘍の位置や大きさによって CTV の輪郭が大きく変わる。また、CTV 輪郭描出には時間を要し、医師間によるばらつきも存在する。そこで本研究では、深層学習の入力データに GTV を用いた CTV 予測モデルを構築した。さらに、GTV を入力に加えないモデルと比較し、予測精度の評価を行った。

【方法】

医療画像のオープンデータベースである TCIA (The Cancer Imaging Archive) に含まれる中咽頭癌患者 270 症例を用い、250 症例を訓練用データ、20 症例をテストデータとして無作為に分割した。データに含まれる高・中・低リスク CTV のうち低リスク CTV を予測対象とし、GTV・CTV の輪郭からバイナリラベル画像を作成した。3 次元 U-Net の入力に CT 画像と GTV を用いて CTV を予測するモデル (CT+GTV) を作成した。比較対象として、CT のみを入力としたモデルも同様に学習させた。テストデータ 20 症例の CTV を 2 つのモデルによりそれぞれ予測し、正解ラベルを用いて、ダイス係数と平均ハウスドルフ距離を算出した。

【結果】

本研究のモデルにおいて、CTV 予測に要した時間はどちらも 1 秒未満であった。テストデータ 20 症例のダイス係数は CT+GTV, CT の各モデルでそれぞれ、 0.796 ± 0.034 , 0.750 ± 0.064 であった。平均ハウスドルフ距離は同様に 3.0 ± 0.5 mm, 3.5 ± 0.8 mm であり、CT+GTV のモデルは CT のみを入力したモデルより有意に予測精度が向上した。CTV セグメンテーション精度の向上により治療計画での描出負担とばらつきを低減させる可能性がある。

56. 胸部動態撮影における新しいソフトウェアを使用した肺野の自動認識精度の検証

*福田涼香 山崎良 岡本健太郎 黒田大悟 錦成郎
(天理よろづ相談所病院 放射線部)

【目的】

当院では Interstitial Pneumonia (IP) の患者を対象に胸部動態 X 線撮影を行っている。撮影終了後、自動で処理された解析結果が提示される仕組みだが、従来の肺野面積測定的位置形状検出は、信号が変化する複数の点のみで判断していたので精度が悪く、手動で測定し直す

頻度が高かった。今回導入された改良型は、信号変化だけでなく最適な肺野形状のサンプルとマッチングすることで肺野輪郭の特定を行うことから、肺野形状と横隔膜の位置形状検出精度の向上が期待される。そこで我々は最大吸気時と最大呼気時の肺野面積について自動検出精度を従来法と改良型で比較検討した。

【方法】

島津社製 X 線管球 (RAD speed Pro) と コニカミノルタ社製フラットパネル (AeroDR fine) を使用し、2019 年 6 月～2020 年 1 月に当院で撮影された 100 例を対象に、コニカミノルタ社製ワークステーション KINOSIS のソフトウェアの更新前後でレトロスペクティブに自動解析を行った。最大吸気時・最大呼気時の自動検出された肺野画像を用いて自動認識の成功率を求め比較検討した。

【結果】

肺野自動認識の成功率は右肺については両者で大きな差は見られなかった (吸気: $85 \rightarrow 83\%$, 呼気: $82 \rightarrow 87\%$)。左肺では改良型の呼気時において大幅に改善された ($49 \rightarrow 78\%$)。左肺での胃泡による誤認識は最大吸気・最大呼気ともに改良型で大幅に減少した (吸気: $16 \rightarrow 1\%$, 呼気: $19 \rightarrow 3\%$)。

【考察】

左肺の自動認識結果が大幅に改善された理由は胃泡による誤認識が減少したことによる。IP の下肺野優位症例は下肺野の信号が上昇するため従来型では境界点をうまくとらえられなかったと推察する。

【結語】

改良型の解析ソフトウェアでは特に左肺において肺野面積の自動認識精度が向上し、医師に提供する前の肺野認識結果の修正の時間短縮も見込める。