

生物学的影響を考慮した新たな CT 被ばく線量評価指標の検討

北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

○谷口 広夢 小林 穂乃香 関口 綾乃 成田 明里咲 真田 哲也
 渋谷 幸喜 佐々木 恒平

■ 背景・目的 ■

CT 検査では被ばく線量の指標として CT Dose Index (CTDI) が用いられている。しかし、近年の放射線生物学において、同じ 1 Gy であっても放射線のエネルギーによって細胞への影響が大きく異なることが知られている。本研究では、CT スライス面内の生物学的影響を考慮した新たな線量指標の開発を目的とする。

■ 方法 ■

始めに、CTDI ファントム表面からの距離を変化させ、二次電子エネルギー分布を計算した。計算には汎用放射線輸送コード Electron Gamma Shower version 5 (EGS 5 1.0.401) を用いた。次に、汎用放射線輸送計算コード Geant 4-DNA package (ver.10.3.2) を使用し、微視的な線量指標を計算した。ここで、入射電子数は各点の吸収線量が等しくなるよう調整した。最後に、同様のコードを用いて、各点での二次電子エネルギー分布の違いによる生物学的影響を推定した。生物学的影響は DNA 二本鎖切断 (DSB) の数とし、得られた生物学的影響で重み付けした吸収線量を“生物線量”と定義した。

■ 結果・考察 ■

文献から得た微視的な線量指標と DSB 数の関係と比較し、上記に基づいて得られた生物線量は妥当な値であった。本研究で開発した CT 被ばく線量評価指標により、同一線量条件での生物学的な被ばく影響について新たな知見が得られた。

DECT と Smart metal artifact reduction を使用した 金属アーチファクト低減効果の比較

札幌麻生脳神経外科病院 放射線科

○松井 克之 浜口 直子 益塚 俊秀 星 達也 浜口 明巧 小寺 秀一

■ 目的 ■

Dual energy CT (DECT) の仮想単色 X 線画像 (VMI) と金属アーチファクト低減アルゴリズムである MAR (smart metal artifact reduction) のアーチファクト低減効果について比較すること。

■ 方法 ■

CT 装置は GE 社製 Revolution GSI を使用した。ダークバンド (DB)、ストリークアーチファクト (ST)、ブルーミング (BL) を評価するために、チタン合金製のネジとチタンケーシングをスライス面に対し垂直に配置して、周囲を水で満たしたファントムを作成した。

自作ファントムを DECT、また管電圧 80 kV, 100 kV, 120 kV, 140 kV で撮影し、各管電圧設定の MAR 画像と、VMI を再構成した。得られた画像から DB, ST 低減効果の比較を行い、BL に対しては直径実測値 (5.42 mm) との比較を行った。

臨床例については、頸椎、腰椎の術後症例に対し、金属アーチファクト低減の比較を行った。

■ 結果 ■

ファントム検討において、DB, ST 共に MAR 画像で低減効果が高い傾向を示した。

また、BL は DECT の方が実測値に近い値を示した。

臨床画像は DB, ST 共に MAR 画像で低減効果が高く周辺の描出能も DECT に比べて良い傾向を示した。

■ 考察 ■

ファントム検討において DB, ST の低減効果に差が出たのは、金属アーチファクト処理方法による影響が大きい。

演題番号3

CT-I

座長 札幌心臓血管クリニック 佐々木 康二

数値解析による大動脈解離（上行置換）後の性状評価

国立大学法人 旭川医科大学 外科学講座（心臓大血管）
○横山 博一

■ はじめに ■

当科では急性A型大動脈解離（AADA）に対してはエントリー閉鎖を目的とした上行大動脈置換ないしはHemi-arch置換術を基本術式としている。しかし、弓部大動脈以遠に解離腔の残存を認めることも多く、遠隔期に解離性大動脈瘤として大動脈の拡大を来し、手術介入を余儀なくされることもある。今回我々はAADAに対する上行大動脈置換術後に遠位弓部大動脈以遠に開存解離腔残存を認めた症例につき、今回CT画像を流体力学的に解析し、真腔および偽腔内の乱流およびそれに伴う血管壁にかかるストレスの評価を行った。

■ 方法 ■

当科大学病院で発症した急性A型大動脈解離（AADA）の上行大動脈置換ないしはHemi-arch置換術後に於いてそれらのCT画像（3D像）から流線，せん断応力を作成した。作成手順は画像ビューワーにてSR像を構築し，STL出力変換後OpenFOAM（オープンソース）にてメッシュ作成，Para Viewにて可視化を行い流線，せん断応力を検証した。

■ 結果 ■

数値解析によって上行大動脈置換ないしはHemi-arch置換術後の血流を評価することが可能であった。血管内に流線の「ひずみ」，渦流がみられ，また偽腔内においても一部同様な画像所見を得た。大動脈解離の原因が高血圧と関係していることはよく知られているが今回検討を行った数値解析は「血行力学的な負荷」という新たな術後評価方法と思われる。

演題番号4

CT-I

座長 札幌心臓血管クリニック 佐々木 康二

ノンヘリカルスキャンにおけるウィンドミルアーチファクトに関する基礎的検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部
○高西 慶矢 山口 仰 山下 道明

■ 目的 ■

我々は以前にノンヘリカルスキャンにおいて発生するウィンドミルアーチファクトに対してCircumferential profile（C-Profile）による解析手法に関する報告を行った。しかしノンヘリカルスキャンにおいても，オフセットすることによりウィンドミルアーチファクトに類似したアーチファクトが発生する。本研究では，ノンヘリカルスキャンにおいて発生するアーチファクトに対し，C-Profileを用いた定量評価を試みた。

■ 方法 ■

CT装置はAquilion Oneを使用した。マイクロコインファントムをスキャンし，収集した画像上のアーチファクトに対しFFTを行った。これよりアーチファクトの周波数成分に関する解析を行った。またその結果からアーチファクトの特性に対して検討を行った。

■ 結果・考察 ■

ノンヘリカルスキャンにおいてZ軸方向のみオフセットした場合，アーチファクトは発生しなかった。X軸及びY軸方向にオフセットした場合，方向や距離により異なる傾向のアーチファクトが発生した。発生したアーチファクトに対してC-Profileを用いて周波数解析を行うことにより定量評価が可能となった。

演題番号5

CT-I

座長 札幌心臓血管クリニック 佐々木 康二

冠動脈 CTA における静止心位相自動検索システムの評価

JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 医療技術部 放射線技術科
○津元 崇弘 三浦 貴智

■ 目的 ■

従来、冠動脈 CTA は撮影後に静止心位相を撮影者が探す作業を行う。Revolution CT (GE 社製) には、自動で静止心位相を探し出すシステムである Smart Phase が搭載され、本検討はその評価を行う事を目的とする。

■ 方法 ■

撮影された 120 例の冠動脈 CTA より心拍 65 bpm 未満では 65~85% を 2% 間隔で、65 bpm 以上では 65~85% に加えて 35~50% も 2% 間隔で再構成し、技師が選択した心位相と自動で選択された心位相との一致率を算出した。さらに motion artifact について技師 2 名による視覚評価を行い、技師選択のものと同等またはそれより良好であれば自動選択成功とし成功率を算出した。視覚評価は、3 段階の基準画像を作成し RCA, LAD, LCX をそれぞれ点数で評価した。検討項目は心拍数、最大心横径、DFOV とした。

■ 結果 ■

成功率は全体で 96.7%、70 bpm 以上では一致率、成功率ともに 100% であった。さらに最大心横径が 15 cm 未満では成功率が 100% であったが 15 cm 以上では 89.7% に減少した。DFOV は 18 cm に狭めると、成功率は 90.8% に減少した。

■ 結語 ■

本検討より自動検索された心位相は信頼できるが、DFOV に影響するため心臓の大きさに応じた FOV を設定する必要があると考えられる。

演題番号6

CT-II

座長 北海道大学病院 山口 仰

CT Colonography における撮影技師別の腸管拡張度の比較

JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 医療技術部 放射線技術科

○三浦 貴智 津元 崇弘 伊達 大輔 田口 知明 吉田 修

■ 目的 ■

CTC における大腸の拡張不良の要因の一つに撮影技師の技量が影響していると考え、その成否を確認すべく撮影技師別に腸管拡張度の比較検討を行った。

■ 方法 ■

2013 年 3 月から 2017 年 1 月までの撮影件数が多い 3 名の技師が撮影した CTC 症例 157 例を対象とし、注腸類似像を技師 5 名で視覚評価し腸管拡張度の比較検討を行った。視覚評価は全大腸 5 部位についてそれぞれの拡張度合を 4 段階の腸管拡張スコアを用いて評価した。検討項目は一つ目に、撮影技師以外の腸管拡張度への影響が考えられる、鎮痙剤の種類と有無についての比較を撮影技師固定にて行い、二つ目に撮影技師別の評価、三つ目に、二つ目の検討にてもっともスコアの高い技師による教育を受けた技師 2 名も同様に評価を行った。

■ 結果 ■

鎮痙剤については、ブチルスコポラミン臭化物使用時のスコアが有意に高値を示し、グルカゴンと鎮痙剤未使用時では有意差は認められなかった。撮影技師別では、ある技師のスコアが有意に高くなり、その技師の教育を受けた 2 名の技師のスコアも同様に有意に高くなった。

■ 結論 ■

CTC における腸管拡張度は撮影技師の技量に左右することが示唆され、質の高い CTC の撮影には十分な教育と知識が必要であると考えられた。今後、撮影のマニュアル化や技術指導強化を行い、技師の撮影技術が向上することで、撮影技師に依らない質の高い検査を提供できるようになると考えられる。

心筋 Perfusion CT 検査における撮影開始時間の検討

社会医療法人 北海道循環器病院 診療放射線科

○前田 佑介 寺田 陸夢 長瀬 篤司 菅原 宏昌

■ 背景・目的 ■

心筋 Perfusion CT 検査における撮影開始時間については、造影剤投与 10 秒後とする固定法が一般に用いられている。しかしながら、造影剤の到達が遅く、撮影タイミングを外してしまう症例を当院において経験した。今回、心筋 Perfusion CT 検査における造影剤の到達時間に影響を及ぼす因子について検討を行った。

■ 方法 ■

対象は 2017 年 5 月より心筋 Perfusion CT 検査を施行した 30 例とした。CT 装置は Revolution CT (GE 社製)、自動注入器は Stellant DX (日本 MEDRAD 社製) を使用した。撮影方法は右肘静脈より造影剤を 26.0 mgI/kg/s の注入速度にて 10 秒間注入し、約 20 秒間の dynamic 撮影を行った。冠動脈起始部となる上行大動脈に ROI を設定し、CT 値が 100 HU 以上となったタイミングを造影剤の到達時間とした。性別、体重、年齢、心拍数、心エコーより得られる左室駆出率、心拍出量について検討した。

■ 結果 ■

造影剤の到達時間は性別間に有意差を認めず、体重、年齢、左室駆出率及び心拍出量において相関を認めなかった。心拍数については負の相関を認めた ($r = -0.54$)。

■ 結論 ■

心筋 Perfusion CT 検査の撮像開始時間の設定については心拍数を考慮する必要がある。

体輪郭一部欠損画像から算出した SSDE (Size-specific Dose Estimates) への新たな補正方法の提案

株式会社ジェイマックスシステム マーケティング部

○箱石 卓 斎藤 紀行 石塚 勝樹

札幌医科大学附属病院 放射線部

溝延 数房

■ 背景・目的 ■

患者の体格等により体輪郭の一部が欠損した場合の SSDE の補正方法として Truncated Percentage (TP) という指標を用いた方法が Anam らによって報告された。TP は体輪郭に対する欠損の程度を表すものであるがこの算出には四角形の FOV が必要であり、一般的に用いられている円形の FOV で撮影された画像から算出する事が出来ない。そこで、今回実臨床画像の欠損を想定した TP の算出方法を新たに考案し、SSDE の補正精度について検証を行った。

■ 方法 ■

対象は胸腹部単純 CT 30 症例。対象スライスには胸部 30 スライス(水等価厚: 15.4 cm~28.9 cm)、腹部 30 スライス(水等価厚: 17.6 cm~34.0 cm)とした。TP は全体の体輪郭の長さに対する、欠損部を直線で結んだ長さの割合として算出した。1 pixel 単位で縮小可能な仮 FOV を作成し、欠損画像と非欠損画像の水等価厚の比 (k) を求めた (TP: 0~70%)。TP に対する k の関係を多項式近似により算出し、欠損した画像の SSDE に対し補正を行った。胸部、腹部、胸腹部各々にて補正し非欠損画像における SSDE との誤差を求めた。

■ 結果・結論 ■

非欠損画像から求めた SSDE と欠損画像に対して補正を加えた SSDE における誤差は最大でも胸部: 7.1%、腹部: 9.7%、胸腹部: 12.7%となり、本補正方法の有用性が示唆された。

演題番号9

CT-II

座長 北海道大学病院 山口 仰

異なる Workstation による非剛体補正精度について

札幌医科大学附属病院 放射線部

○大橋 芳也 千葉 彩佳 沼澤 香夏子 今井 達也 早坂 駿 大森 剛
原田 耕平

■ 背景・目的 ■

腹部領域に用いられているマルチフュージョン3 DCT は、ミスレジストレーションが問題となるが、非剛体補正により正確な位置情報を描出可能である。しかしその挙動は各社ソフトウェアに依存し、その精度の違いについては明らかでない。本研究の目的は、異なる Workstation (WS) による非剛体補正精度について明らかにすることである。

■ 対象 ■

腹部血管3 DCT が施行された88例。

■ 使用機器 ■

WS: Ziostation2 (Ziosoft), Vincent (Fujifilm)。

■ 方法 ■

早期動脈相と門脈相において非剛体補正を行い、体軸方向の位置ずれを計測した。計測点は肝、脾、膵、左右腎上縁の最大位置ずれ点とした。

■ 結果 ■

各計測点における補正後の位置ずれ距離は、肝 3.1 [1.3/7.9] mm (Ziostation2 以下Z) 0.2 [0/0.6] mm (Vincent 以下V), 脾 2.2 [1.1/3.6] mm (Z) 2.8 [0.6/5.3] mm (V), 膵 0.7 [0/2.9] mm (Z) 0 [0/0] mm (V), 右腎 2.5 [1.7/4.0] mm (Z) 0 [0/0] mm (V), 左腎 2.4 [1.2/4.6] mm (Z) 0 [0/0] mm (V)。

■ 結論 ■

WSの違いにより非剛体補正精度は異なる。

演題番号10

CT-III・核医学

座長 札幌医科大学附属病院 浅沼 治/株式会社ジェイマックスシステム 箱石 卓

Ra-223 イメージングにおける収集条件の基礎的検討

旭川医科大学病院 放射線部

○鈴木 達也 宇野 貴寛 三上 友希 佐藤 順一

■ 目的 ■

Ra-223 イメージングにおける当院での適切な収集条件を検討する。

■ 方法 ■

装置は Millennium VG, Workstation は Xeleris 3.05 を使用した。立方体容器をバックグラウンド相当の Ra-223 溶液で満たし (background: BG), 容器内に放射能の異なる Ra-223 溶液を封入した3つのバイアルを配置し自作ファントムとして使用した。バイアル内の放射能は BG に対して2倍, 5倍, 10倍となるように調整した。このファントムを LEHR, ME, HE の各コリメータに対して 82 keV \pm 15% (a), 154 keV \pm 7.5% (b), 270 keV \pm 5.0% (c) のエネルギーウィンドウで収集を行い、得られた画像を加算処理し4通り (aのみ, a+b, a+c, a+b+c) の画像を作成した。作成した画像のバイアル部のカウントの比較, バイアル部と BG とのコントラスト比の比較を行った。

■ 結果 ■

バイアル部のカウントは LEHR>HE>ME となり, 収集エネルギーウィンドウ数が増えるほど増加した。コントラスト比は ME>HE>LEHR となり, 82 keV \pm 15% のエネルギーウィンドウのみで収集した場合が最も高くなった。

■ 結論 ■

当院での Ra-223 イメージングは, ME コリメータを使用し 82 keV \pm 15% のエネルギーウィンドウで収集することで散乱線の影響を抑え適切に撮像できることが示唆された。

演題番号 11 CT-III・核医学 座長 札幌医科大学附属病院 浅沼 治/株式会社ジェイマックスシステム 箱石 卓

Dual Energy CT を用いた NAFLD の診断

手稲溪仁会病院 診療技術部
○板谷 春佑 由野 博之 神山 哲也

■ 背景・目的 ■

近年肝疾患において肝炎ウィルスが関与しない非アルコール性脂肪性肝疾患：NAFLDが増加している。近年病理学では5%以上の肝細胞に脂肪滴を認めるものを脂肪変性と定義している。第71回秋季大会にてDual Energy CTにおける40 keV Monochromatic ImageのCT値(MI-CT値)が肝生検の脂肪量と相関を示すことを報告した。今回は脂肪量5%および10%のcut offを設定し、早期脂肪肝の診断が可能か検討した。

■ 方法 ■

対象は2014年10月～2016年4月に肝生検およびDual Energy CTを撮影した54名。右葉・左葉各3点にROIを設定し40 keVのMI-CT値を計測した。得られたMI-CT値と脂肪量について、ROC曲線を用いてcut offを脂肪量5%・10%に設定し、感度・特異度を算出した。

■ 結果 ■

MI-CT値と肝生検の脂肪量は、脂肪量5%においてAUC-ROC 0.901, cut off値69 HU, 感度87.5%, 特異度83%であり、脂肪量10%において、AUC-ROC 0.760, cut off値63 HU, 感度69.2%, 特異度80%であった。

■ 結語 ■

Dual Energy CTのMI-CT値を用いた肝脂肪の存在診断は、脂肪量5%以上の症例において検出可能であると考えられ、NAFLDの脂肪量における早期診断に有用であることが示唆された。

演題番号 12 CT-III・核医学 座長 札幌医科大学附属病院 浅沼 治/株式会社ジェイマックスシステム 箱石 卓

ポーラストラッキング法を用いた肺動脈分離1相撮影の試み

札幌医科大学附属病院 放射線部
○小倉 圭史 吉川 健太 蝶野 大樹 三角 昌吾 本間 修一 谷内 美香
金子 慈

■ はじめに ■

肺癌術前3D-CTAは肺動静脈解剖の把握が重要である。多時相撮影による肺動静脈分離撮影を行っていたが、撮影中の呼吸停止不良や被ばくの増加などが問題となった。そこで、造影方法を工夫し1相撮影による肺動静脈分離撮影を試みたので報告する。

■ 方法 ■

2017年1月より肺がんに対する区域切除術目的に当院にて術前3D-CTAを施行した28例(男:女:14:14例, 年齢69.9±9.1歳)を対象とした。撮影は160列Helicalモードにて心電図同期撮影を行い、撮影条件は管電圧:100 kV, 管電流:AEC(SD10@5 mm)とした。造影剤注入はフラクショナルドーズ:25.9 mgI/kg/secとし、混合注入(造影剤:生食=7:3, 12秒), 造影剤(6秒), 生食(4秒)の順に注入した。撮影タイミングは左心房のCT値が150 HUに到達後撮影を行った。得られた画像より、肺動脈基幹部(PA), 肺静脈として左心房部(PV), 上大静脈(SVC)にてCT値を測定した。

■ 結果 ■

得られたCT値はPA:598.6±175.7 HU, PV:418.8±72.5 HU, SVC:913.2±591.6 HUであった。PAとPVの差の平均は179.8 HUであった。

■ まとめ ■

造影剤注入方法を工夫することで簡便な肺動脈分離1相撮影の可能性が示唆された。

冠動脈 CT 検査にて経験した未破裂 Valsalva 洞動脈瘤の 2 例

札幌医科大学附属病院 放射線部

○金子 慈 小倉 圭史 中西 光広 蝶野 大樹 三角 昌吾 吉川 健太
 枝幸国民健康保険病院
 江原 謙介

■ はじめに ■

Coronary CT Angiography (CCTA) は冠動脈疾患に対する診断ツールとして普及し、同時に冠動脈以外の形態異常も偶発的に発見されることが増えてきた。当院の CCTA 検査にて Valsalva 洞動脈瘤を伴う稀な症例を 2 例経験したので文献的考察を含めて報告する。

■ 症例および所見 ■

症例①：74 歳男性、心エコーにて Valsalva 洞拡大を指摘され、精査目的に CCTA を施行。右 Valsalva 洞に動脈瘤 (60.0 mm) および大動脈弁閉鎖不全症を認めた。手術適応となり上行大動脈置換術および人工弁置換術を施行した。

症例②：67 歳女性、数年前から労作時の胸苦を自覚し、狭心症疑いで CCTA を施行。左冠動脈に石灰化およびプラークを認めたが有意狭窄は認めなかった。しかし、右 Valsalva 洞に憩室状に突出した未破裂動脈瘤 (6.8×10.9 mm) および大動脈二尖弁を偶発的に認めた。動脈瘤形状から手術適応となりパッチ閉鎖術を施行した。

■ まとめ ■

Valsalva 洞動脈瘤は大動脈弁閉鎖不全や心室中隔欠損を合併することが多く、破裂により重篤な心不全をきたすため、迅速で正確な診断が望まれる。本症例のように動脈瘤や弁の解剖学的・機能的情報を一度に取得できる CCTA の有用性は高く、適切な情報を得るには撮影法や 3 次元画像を含む再構成法の検討が必要である。

陰性造影剤として二酸化炭素を用いた CT enteroclysis に関する検討

北海道消化器科病院 放射線科

○高林 健 後藤 秀樹 大浦 聡悟 野島 智 安達 政一 中村 吉志

■ 背景・目的 ■

小腸病変に対して施行される CT enteroclysis は、一般的に陰性造影剤として水や腸管洗浄剤等で小腸を拡張させるため、大腸 CT のように半自動的に腸管の経路を作成することは困難である。しかし、ガスを用いて拡張させることで経路作成が可能となり病変部までの距離を計測することも可能になる。今回、炭酸ガス自動送気装置を用いて二酸化炭素を送気し、小腸を拡張させて施行した CT enteroclysis に関して、十二指腸球部から病変部までの距離、および内視鏡類似像で観察可能な小腸の距離について後方視的に検討した。

■ 対象 ■

2016 年 9 月から 2017 年 7 月までに他検査にて十二指腸、小腸に腫瘍性病変を認めた 6 症例を対象とした。

■ 検討方法 ■

大腸解析用アプリケーションの自動経路作成機能を使用し、十二指腸球部に留置したカテーテル先端から経路作成を行い、病変部までの距離および観察可能な小腸の距離を計測した。

■ 結果 ■

二酸化炭素の送気量は平均 1845 ± 471 mL であった。また全症例で偶発症は認めなかった。6 症例中 5 症例で病変部より肛門側の小腸まで拡張し観察可能であった。十二指腸球部から病変部までの距離は平均 16 cm であった。また、観察可能な小腸の距離は平均 263 cm であった。

■ 結語 ■

二酸化炭素を用いた CT enteroclysis は腫瘍性病変の局在診断を行う場合などに有用な方法と思われる。

演題番号 15

MR-I

座長 JA 北海道厚生連 倶知安厚生病院 小見山 聡史

Computed DWI の基礎的検討

社会医療法人孝仁会 釧路孝仁会記念病院 診療放射線科

○橋本 大 君島 誠 辻村 良平 上山 裕貴 古川 研治 山本 綱記

■ 目的 ■

AZE virtual Place 新の導入に伴い、Computed DWI (cDWI) の作成が可能となった。そこで、当院の DWI 検査における運用法を模索した。

■ 方法 ■

当院で頻度が多い頭部、前立腺でのプロトコルを用い、オリーブオイル、中性洗剤、水と中性洗剤の混合物を使用したファントムで信号強度、コントラスト比を計測した。また、研究の趣旨を承諾した健常ボランティアにて頭部、前立腺の b 値 100, 500, 1000, 2000 s/mm² を撮像し、作成した cDWI と実際に撮像した DWI (trueDWI) を視覚的に比較した。

■ 結果 ■

ファントムで cDWI は trueDWI より低い信号強度となり、コントラスト比は大きくなる傾向が得られた。また、trueDWI を低 b 値にする程、高 b 値の cDWI で高輝度ノイズが増加した。健常ボランティアでは頭部、前立腺共に 100 s/mm² の cDWI は trueDWI との乖離が大きく実用化は難しかった。頭部では 500 s/mm² で 2000 s/mm² の作成も問題ないが、前立腺は高輝度ノイズの影響が大きく 1000 s/mm² 以上が必要だった。

■ 結論 ■

コントラスト比の大きい cDWI は病変検出に有用である。2000 s/mm² 程の高い b 値を求めるには、従来通り 1000 s/mm² のプロトコルで撮像し、病変の鑑別が難しい場合に追加で cDWI を作成する運用が良いと考えられる。

演題番号 16

MR-I

座長 JA 北海道厚生連 倶知安厚生病院 小見山 聡史

3 TMRI 装置における B1 補正を用いた T1 値測定精度の基礎的検討

国立大学法人 旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○森 直人 中川 貞裕 森谷 俊春 中田 隆文 岩田 邦弘

■ 目的 ■

3 T 装置で T1 値を測定することは、1.5 T 装置よりも RF 磁場の強度分布が体内で不均一になることにより測定精度に誤差を生じる可能性がある。本研究では、被写体に合わせて送信 RF パルスを最適化する B1 補正を用いて、面内の T1 値の測定精度をファントム実験で基礎検討することを目的とした。

■ 方法 ■

Discovery750w (GE 社製)、大、小球体ファントム (GE 社製)、MRI ファントム (日興ファインズ工業株式会社)、自作ファントムを使用した。B1 補正あり、無しでそれぞれのファントムを、SPGR シーケンスで撮像し、IR を真値として測定精度を評価した。

■ 結果 ■

小ファントムでは B1 補正無しの方が測定精度が高く、大ファントムでは、B1 補正を入れると測定精度が高くなった。MRI ファントムでは、B1 補正ありと無しで同等、自作ファントムでは B1 補正ありの方が測定精度が高かった。

■ 考察 ■

球体ファントムでは RF が干渉する要素が無いいため、B1 補正無しでも測定精度が高かったと考えられる。MRI ファントムでは面内で RF が干渉、反射、屈折するが、影響が小さいため B1 補正がなくても測定精度が高かったと考えられる。自作ファントムでは面内でより RF が干渉、反射、屈折するため、B1 補正を入れることによって RF パルスが最適化され、B1 補正無しよりも測定精度が高かったと考えられる。

呼吸性移動長可変時の 3 D-radial scan (Star VIBE) の画質検討

市立函館病院 中央放射線部

○畠山 遼兵 宇野 弘幸 佐々木 絢加 高見 光咲 青木 裕美
狩野 麻名美 真壁 武司

■ 目的 ■

k空間を Radial に充填することで動きの影響を軽減可能な 3D-T1WI (Star VIBE) が導入された。Star-VIBE は腹部領域で自然呼吸下でも従来法 (VIBE) に匹敵する画質とされているが、対象臓器の体軸方向の呼吸性移動長の影響は検討されていない。本研究は、呼吸性移動長変化時の画質評価を目的とする。

■ 方法 ■

3.0 T MRI 装置で MRI JIS ファントム 95-1108 Z, 画像調整用硫酸銅ボトルファントムを撮像した。呼吸性移動を模擬するためファントムを体軸方向に 0-40 mm まで 10 mm (± 5 mm) 毎に移動長を可変し、15 回/min の往復運動で収集を行った。各移動長で Radialview 数 (64, 128, 256, 402, 768) を可変した。評価は、SNR, ファントムのピン部分を用いた視覚評価とした。

■ 結果 ■

移動長, Radialview 数による SNR の変化は認めなかった。視覚評価は、移動長の増加, Radialview 数の低下に伴いアーチファクト増加を認め、Radial view 数を増加する事で画質は改善されたが 128 と 256 では逆の結果となった。

■ 結論 ■

呼吸性移動長が 2 mm 未満では Radialview 数は matrix size $\times \pi/2$ 程度, 2 mm 以上では Radialview 数を matrix size の 3 倍程度にすることで面内情報を担保した画像取得が可能であった。

3 T MRI における Fast Dixon 法の撮像条件の検討

中村記念病院 放射線診断科

○中居 智弥 土門 伸也 山田 和弘 眞田 秀典

中村記念病院 放射線科

尾野 英俊

中村記念病院 脳神経外科

中村 博彦

■ 目的 ■

Fast Dixon 法は 1 回の TR で opposed-in phase を収集でき撮像時間の短縮や体動の影響の軽減が可能であるが、撮像条件に制限が生じ、従来の Dixon 法と比べて広い BandWidth (BW) の使用、分解能を維持できない等の特徴がある。そこで Fast Dixon 法の撮像条件を検討したので報告する。

■ 方法 ■

使用装置は SIEMENS 3 T MAGNETOM Skyra. BW を 781~930 Hz/pix と変化させて自作ファントム (精製水と油を封入した容器を寒天で固定) を撮像し、脂肪信号抑制効果を算出、Chemical shift artifact の有無を評価した。次に性能評価ファントムを撮像し、BW と Asymmetric Echo (AE) の強度を変化させ分解能を測定した。また、AE strong の設定のみ Base Resolution (BR) を 256 と 320 に変更できるため検討項目に追加した。

■ 結果・結論 ■

脂肪信号抑制効果は Dixon 法と差異はなく、ファントムで artifact は確認されなかった。BW, AE の変化で分解能に大きな違いはなかったが、Phase 方向に比べて Readout 方向の分解能が低下した。分解能は AE strong, BR 320 の設定で大きく改善したため、上記の設定で Fast Dixon 法により撮像時間を短縮しつつ分解能を維持できると考えられる。

乳腺 DWI における computed DWI の基礎的検討

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○中田 隆文 岩田 邦弘 中川 貞裕 森谷 俊春 森 直人

旭川医科大学病院 放射線医学講座

石戸谷 俊太 藤本 弥臣

■ 背景・目的 ■

Computed DWI (cDWI) は2つの実測 b 値から任意の b 値の DWI を計算により求める方法で、近年その有用性が多く報告されている。本研究では乳腺 DWI において低 b 値画像を用いて cDWI により作成した高 b 値画像と実際に撮像した高 b 値画像 (actual DWI : aDWI) との画像特性と病変描出能を比較する。

■ 方法 ■

撮像装置は Discovery MR 750, 対象は 2017 年 1 月から当院で術前乳腺 DWI を撮像した連続 58 症例とし、当施設倫理委員会の承認を得た。ワークステーション (SYNAPSE VINCENT) を用い、1) b=0 と 500, 2) b=0 と 1000 の DWI より 2 種の cDWI (cDWI1, cDWI2 : b=1500) を作成した。それらの cDWI において画像特性として病変-背景乳腺における CNR の測定、および放射線科読影医 2 名による病変描出能の 4 段階視覚評価を行い、同様の解析を行った aDWI (b=1500) と比較を行った。

■ 結果・考察 ■

CNR の平均値は cDWI1, cDWI2, aDWI でそれぞれ 23.5, 30.8, 32.3 となった。視覚評価のスコア (平均値) は cDWI1 < cDWI2 < aDWI の順であったが aDWI のスコアに対し cDWI2 に有意差は生じず非劣性が確認された。cDWI2 は b=1500 の aDWI の代替として臨床応用できる可能性が示された。

velocity encoding の設定が Qp/Qs に与える影響

社会医療法人孝仁会北海道大野記念病院 画像診断部

○山田 佑介 坂田 洋輔 宇佐美 篤 本間 仁

社会医療法人孝仁会釧路孝仁会記念病院

山本 綱記

■ 背景 ■

心房中隔欠損症 (ASD) の治療方針の決定には肺体血流量比 (Qp/Qs) が重要であり、MRI では、Phase Contrast (PC) 法を用いることにより非侵襲的に Qp/Qs を測定できるが、VENC の設定についての報告は少ない。

■ 目的 ■

本研究の目的は PC 法において VENC の設定が Qp/Qs に与える影響を検証することである。

■ 方法 ■

MRI 装置は Siemens 社製 MAGNETOM Aera を使用した。対象は施設内倫理委員会の承認を得て、研究の趣旨に同意の得られた健常ボランティア 5 名とした。主肺動脈の VENC は最大流速平均の 1.33 倍に固定し、上行大動脈の VENC は 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 (cm/s) と変化させて Qp/Qs を算出した。同様に、上行大動脈の VENC は最大流速平均の 1.33 倍に固定し、主肺動脈の VENC は 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 (cm/s) と変化させて Qp/Qs を算出し両者を比較した。

■ 結果・考察 ■

上行大動脈の VENC を固定した場合、主肺動脈の VENC が高くなるにつれ Qp/Qs は 1 を下回った。

実際の流速より大きすぎる VENC の設定は流速測定感度を低下させるが、この影響は上行大動脈に比べ流速の低い主肺動脈で顕著となり Stroke Volume を過小評価したためと考える。

MOLLI法を用いたT1値測定に関する検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○平野 裕也 藤原 太郎 平山 博之 堀江 達則 石坂 欣也
北海道大学大学院保健科学研究所 医用生体理工学分野
杉森 博行

■ 背景・目的 ■

T1値を得るための撮像法の1つにMOLLI法がある。本研究では、MOLLI法のReadoutのFlip angle (FA)がT1値測定に与える影響について比較することを目的とした。

■ 方法 ■

Philips社製Achieva 3.0T TX-series, 日興ファインズ社製91-401型ファントムを使用した。IR-SE法, 従来のLook-Locker (LL)法, MOLLI法 (FA: 10~90°)により撮像し, IR-SE法およびLL法はMATLABを用いてT1 mapを作成した。ファントム内の含水率の異なるPVAゲル (75, 77, 79%), Gd3+イオンの混入量が異なるPVAゲル (0.1, 0.2, 0.3 mmol), サラダ油, 中性洗剤, 蒸留水の計9カ所にROIをそれぞれ設定し, T1値を計測した。IR-SE法で得られたT1値を真値として, LL法およびMOLLI法との相関を直線回帰で評価した。

■ 結果 ■

LL法との相関解析では, 線形回帰式の傾きaおよび相関係数rは, a=0.86, r=0.99となった。MOLLI法とはFA=90°で撮像した際にa=0.80, r=0.99となり最も良好な相関関係が認められた。

■ 結語 ■

MOLLI法のReadoutのFAは測定T1値に影響し, FAを高くすることでIR-SE法での値と近い値を示した。

高速T2値計測は標準計測法になり得るか？

北海道公立大学法人 札幌医科大学附属病院 放射線部

○中西 光広 吉川 健太 蝶野 大樹 小倉 圭史 三角 昌吾 本間 修一
大森 剛

■ 目的 ■

Gradient And Spin Echo (GRASE)による高速T2値計測はmulti echo SE (SE)によるT2値計測と比較し互換性があり標準計測法になり得るか検証すること。

■ 方法 ■

装置はIngenia1.5T (PHILIPS)を使用し, 対象はガドリニウム造影剤を経口補水液で希釈し凝固剤としてジェランガムを添加した自作ファントムとした。撮像条件はGRASE, SEともにTR 1500 ms, TE 15~150 ms (10 echo), voxel size 1.1×1.1×5 mm, 加算回数2としGRASEはEPI factor (EPI)を3, 5, 7と変化させ撮像した。各EPIでT2値を計測しSEで計測したT2値と相関分析および, Bland-Altman plotを作成し比較した。

■ 結果 ■

GRASE EPI 3, 5, 7で計測したT2値とSEで計測したT2値の相関係数は, いずれもr=0.999 (p<0.0001)。Bland-Altman plotはEPI3でbias=0.9 ms, LoA95=0.5~1.3 ms, EPI5でbias=0.5 ms, LoA95=-0.1~1.0 ms, EPI7でbias=0.6 ms, LoA95=0.1~1.1 msとなった。

■ 結語 ■

GRASEによる高速T2値計測は標準計測法になり得ることが示唆された。

標準脳 MRI 画像を用いた多発性硬化症の新規病変検出法の検討

国立病院機構北海道医療センター 放射線科

○村田 潤平 福田 晋久 荻子 仁泰

国立病院機構北海道がんセンター

木村 傑

国立病院機構北海道医療センター神経内科

新野 正明

■ 目的 ■

当院では、多発性硬化症の新規病変を特定するため、定期的に脳 MRI 検査を行っている。検査日の異なる MRI 画像を比較する場合、スライス面の角度や位置が一致しないことや一枚ずつ比較する必要があることから、病変の見逃しや読影に時間がかかることが問題である。そこで今回、検査日の異なる FLAIR 画像を用いて病変部のカラーマップ画像を作成し、新規病変の検出能を検討した。

■ 方法 ■

対象は当院に通院中の多発性硬化症患者のうち、脳 MRI 画像により新規病変があると診断された3名とした。撮像装置は Philips の Achieva (1.5 T) を使用した。対象について、病変が増えた前後の FLAIR 画像をそれぞれ標準脳に変換してサブトラクション処理をした。得られた画素値の増減カラーマップ画像と病変が増えた後の標準脳の FLAIR 画像とのフュージョン画像で、新規病変の有無の視覚評価(観察者5名)を行った。また、従来の FLAIR 画像を見比べる方法でも視覚評価を行い、両者の新規病変の検出能を ROC 解析で比較した。

■ 結果 ■

ROC 解析において、作成したフュージョン画像による平均 AUC は 0.97、従来の方法による平均 AUC は 0.84 となり、前者の検出能は両側の t 検定で有意に高かった ($P < 0.001$)。サブトラクション処理したカラーマップ画像を用いることで、画素値が変化し部位を正確に特定でき検出能が有意に向上した。

Synthetic MRI (MAGIC) におけるスキャンパラメータが T1 値、T2 値に与える影響

中村記念南病院 診療放射線科

○土門 伸也 上野 昌之 志賀 智己

■ 背景・目的 ■

Synthetic MRI (MAGIC) は一度のスキャンで T1 値、T2 値、プロトン密度を同時に測定することができ、多彩なコントラスト強調像を作成できる。今回はスキャンパラメータを変更した時に T1 値、T2 値といった定量値にどのような影響が及ぶのか検討した。

■ 方法 ■

装置は GE 社製 3.0T Signa Pioneer, ファントムはマヨネーズ, Gd 希釈水溶液 (0.5 mmol/l, 0.25 mmol/l, 0.1 mmol/l, 0.05 mmol/l) を寒天の濃度を変えて, T1 値, T2 値を調整した。Inversion Recovery (IR) 法, Spin Echo (SE) 法で求めた T1 値, T2 値を真値として, MAGIC でスキャンパラメータを変化させた時の T1 値, T2 値と比較した。変化させたスキャンパラメータは Echo Train Length (ETL) = 10, 12, 14, 16 と Bandwidth = ±19.23, 25.31, 31.25, 35.71, 41.67, 50 kHz とした。

■ 結果・結論 ■

T1 値はスキャンパラメータの変更で大きな変化はなかった。T2 値は ETL, Bandwidth の値が増えるほど延長し、真値との誤差が大きくなった。Bandwidth が狭いと脂肪のケミカルシフトが顕著であった。スキャンパラメータの変更は MAGIC の定量値に影響を与え、T2 値により影響を与えた。

貼付剤による RF heating ～位置依存性の検証～

北海道大学病院 医療技術部 放射線部
 ○石坂 欣也 堀江 達則
 北海道大学病院 放射線診断科
 工藤 與亮

■ 背景・目的 ■

近年 MRI 検査では、アートメイクや貼付剤など RF を原因とする熱傷事例が報告されているが、これらの事象は必ず生じているわけではなく、注意喚起を行いながら実際に検査している場合も多い。我々は RF による発熱に関して様々な要因が関連しているのではないかと推測する。今回、導電性物質を支持体としている貼付剤を用いて、ガントリーとの位置関係が RF 発熱に与える影響を検証した。

■ 方法 ■

MRI 装置は日立社製 3 T、温度計は光ファイバー式温度計、被写体は人体等価ファントム表面に貼付剤（ニコチネル TTS 20）を貼り付けたものを使用した。温度計のセンサー部をファントムと貼付剤の間に配置。撮像は高速スピネコーを使用し、10 分間温度変化がみられない状態を確認後、30 分間連続で RF を照射した。アイソセンター周囲には食塩水を配置し、SAR が一定となるように調整した。センサー部がアイソセンターに設置した時を 0 cm とし、そこからファントムを Z 軸方向に 10 cm、20 cm、30 cm、40 cm 移動。それぞれ RF off 時（10 分）、RF on 時（30 分）の温度を 10 秒毎に計測した。

■ 結果・考察 ■

RF off 時と RF on 時の最大温度変化量は 0 cm 1.0°C、10 cm 0.7°C、20 cm 0.5°C、30 cm 0.2°C、40 cm 0.0°Cであった。これは Z 軸方向の RF 照射範囲に大きく影響したと考える。

拡散強調画像（DWI）におけるシリコンアーチファクトの検証

北海道勤労者医療協会中央病院 放射線部
 ○小松 伸好 太田 詞也

■ はじめに ■

乳腺 MR 検査の際に、拡散強調画像（DWI）でシリコンインプラントの信号が化学シフトアーチファクトとなる場合がある。1.5 T において、水とシリコンの周波数のピークは約 250 Hz 離れている。拡散強調画像（DWI）では、共鳴周波数帯域差がある組織は信号が抑制されなければ位相方向に化学シフトアーチファクトが発生する。

■ 目的 ■

DWI におけるシリコンアーチファクトの特性と、脂肪抑制法の違いがシリコンアーチファクトへ与える影響を検討した。

■ 使用機器 ■

GE 社製 1.5 T. 8 ch NV Array Coil.

■ 方法 ■

シリコン（T1 値 686 ms）、ラード（T1 値 233 ms）、経口補水液を封入した自作ファントムを用い、DWI で SSRF（水選択励起）、CHESS+SSRF、SPECIAL+SSRF、STIR+SSRF、CHESS のみ、SPECIAL のみ、STIR のみを撮像した。シリコンとラードのコントラストを計測し比較した。

■ 結果・考察 ■

CHESS のみ、SPECIAL のみ、STIR のみではシリコンの信号が残り化学シフトアーチファクトが目立ったが、SSRF を併用した場合、シリコンの信号強度はラードとほぼ同等まで抑制された。水とシリコンの共鳴周波数差は約 3.9 ppm で、逆位相が約 2 ms、同位相が約 4 ms となり、脂肪と近いいため SSRF を併用した場合に信号が抑制されたと考えられる。

DNA 損傷シミュレーションによる臓器線量評価法の検討

北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

○小林 穂乃香 谷口 広夢 成田 明里咲 関口 綾乃 真田 哲也
渋谷 幸喜 佐々木 恒平

■ 背景・目的 ■

被ばく線量の指標として等価線量および実効線量がある。これらは人体への放射線影響を評価する指標として広く用いられている。しかし、臨床の現場においては吸収線量ベースの被ばく指標が主に使用されており、直接生物学的な影響を評価することが困難である。本研究では体内臓器別に生物影響を考慮した被ばく線量を推定する方法を開発した。

■ 方法 ■

最初に、CTDI ファントムの表面からの距離を変化させ、二次電子エネルギー分布を計算した。計算には汎用放射線輸送コード Electron Gamma Shower version 5 (EGS5 1.0.401) を用いた。次に、汎用放射線輸送計算コード Geant4-DNA package (ver.10.3.2) を使用し、各点での二次電子エネルギー分布の違いによる生物学的影響を推定した。生物学的影響は DNA 二本鎖切断 (DSB) の数とし、得られた生物学的影響で重み付けした吸収線量を“生物線量”と定義した。得られた生物線量と表面からの深さの関係を、3D Work station から取得したデモ CT 画像に生物線量をマッピングした。さらに、臓器別に生物線量を計算した。

■ 結果・考察 ■

上記の方法で推定した体内臓器毎の生物線量を、体内臓器毎の実効線量の文献値と比較・検討した。本研究で開発した手法は生物影響を直接評価できる可能性を秘めたものである。

低酸素細胞の放射線抵抗性の解明に向けた
モンテカルロシミュレーション (I. 直接効果)

北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

○関口 綾乃 成田 明里咲 小林 穂乃香 谷口 広夢 真田 哲也
八重樫 祐司 佐々木 恒平

■ 背景・目的 ■

がん細胞は低酸素状態になることで放射線抵抗性を獲得する。これは酸素効果と呼ばれ、近年放射線治療の効果を下げる要因として問題視されている。低 LET 放射線である X 線で酸素効果は顕著に大きく、この結果、放射線治療効果は約 1/3 まで低下する。X 線による放射線治療の効果は、直接効果(物理的効果)、間接効果(化学的効果)、細胞感受性(生物学的効果)の合算であると考えられることができる。本研究では、低酸素細胞の放射線抵抗性の解明に向けて、体表からの深さと DNA 二本鎖切断 (DSB) 数の関係について検討した。

■ 方法 ■

まず、汎用放射線輸送コードである PHITS (ver.2.9.1) を用いて、水中深さを変化させて二次電子のエネルギー分布を計算した。次に、深さ毎に得られた二次電子を Geant4-DNA package (ver.10.3.2) に入力し、lineal energy (yD) を計算した。最後に、同様のコードを用いて、各点での DSB 数を推定し、lineal energy との関係を検討した。ここで、入射電子数は予め計算した各点の吸収線量に応じて調整した。

■ 結果・考察 ■

得られた lineal energy と DSB 数の関係は、文献と比較して妥当な結果であった。得られた結果は、低酸素細胞における直接効果の影響について定量的に推定する可能性を示唆した。

低酸素細胞の放射線抵抗性の解明に向けた モンテカルロシミュレーション (II. 間接効果)

北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科

○成田 明里咲 関口 綾乃 谷口 広夢 小林 穂乃香 真田 哲也
八重樫 祐司 佐々木 恒平

■ 背景・目的 ■

放射線が水分子を電離・励起することで発生するフリーラジカルは DNA 分子を損傷する“間接効果”は、X線による放射線治療において大きな役割を担っている。放射線による DNA 損傷効果は、直接効果、間接効果、生物的效果の合算であると考えられることができるため、直接効果と間接効果が明らかとなれば生物的效果の割合を見積もることができると考えた。本研究ではフリーラジカルの生成量と DNA 二本鎖切断数は比例すると仮定し、体表からの深さとラジカル生成量の関係について検討した。

■ 方法 ■

まず、汎用放射線輸送コードである PHITS (ver.2.9.1) を用いて、水中深さを変化させて二次電子のエネルギー分布を計算した。次に、深さ毎に得られた二次電子を Geant4-DNA package (ver.10.3.2) に入力し、線エネルギー付与 (LET) を計算した。最後に、同様のコードを用いて、各点でのラジカル生成量を推定し、LET との関係を検討した。

■ 結果・考察 ■

得られた LET とフリーラジカル生成量の関係は、文献と比較して妥当な結果であった。得られた結果から、低酸素細胞における間接効果の影響を推定する手法としての有用性が示唆された。関口らの研究と併せて、低酸素細胞の放射線抵抗性のメカニズム解明に向けて新たな知見が得られた。

光子線・電子線による微視的線量付与の モンテカルロシミュレーション解析

北海道大学 医学部保健学科

○谷内 淑恵

札幌医科大学教育研究機器センター

吉井 勇治

北海道大学大学院保健科学院

松谷 悠佑

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

■ 背景・目的 ■

ICRP は光子線・電子線の放射線加重係数 w_R を一意に 1.0 と定義しているが、放射線の生体組織への影響は、細胞内に発生する二次電子の局所的電離密度に依存することが知られている。そこで本研究では、電子線飛跡に沿った微視的エネルギー付与のサンプリングによって光子線・電子線の線質を評価することとした。

■ 方法 ■

自作の電子輸送計算コード (WLTrack) を用いて単色電子線 (0.1~1000 keV) の飛跡を計算した。次に格子状に配置したサンプリング球 (ϕ 1.0 μm) を通過する飛跡全てのエネルギー付与を採取し、線量平均線エネルギー y_D (keV/ μm) を算出した。光子線 (60 Co γ 線, 6 MVX 線, 200 kVpX 線) に関しても、発生二次電子から y_D を計算した。結果を単色電子線の文献値および X線 $\cdot\gamma$ 線の TEPC 実測値と比較し、精度検証を行った。

■ 結果と考察 ■

単色電子線の y_D 値は、先行研究の Famulari らの計算値により約 47.9% 高い数値となった。それに対して X 線の y_D 値 (WLTrack, TEPC) は、 ^{60}Co が (2.22 \pm 0.02, 2.34 \pm 0.03), 6 MV が (2.23 \pm 0.02, 2.36 \pm 0.04), 200 kVp が (4.44 \pm 0.04, 4.51 \pm 0.05) となり、よい一致を示した。当日は細胞実験の結果も交えて議論する予定である。

X線誘発 DNA 二本鎖切断の空間分布に対する in vitro 実験とモデル解析

北海道大学 医学部保健学科

○大島 洋輔

北海道大学大学院保健科学院

森 諒輔 松谷 悠佑

札幌医科大学教育研究機器センター

吉井 勇治

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

■ はじめに ■

放射線照射後に誘発する核内 DNA 二本鎖切断 (DSB) は細胞死を誘発する損傷として知られている。本研究では、X線照射に関する in vitro 細胞実験ならびにモデル解析によって、DSB の空間分布等を調べた。

■ 方法 ■

CHO-K1 細胞に X 線を照射し、抗 γ -H2AX 抗体を用いた免疫蛍光染色法における foci の大きさと空間座標の実測から、DSB を評価した。使用 X 線は 100 kVp, 200 kVp, 250 kVp, 6MV linac, 吸収線量は 1.0 Gy とした。また 200 kVp (基準放射線) については、0.3 及び 3.0 Gy の照射も行い線量依存性を確認した。foci の面積と二点間距離は、画像解析ソフト ImageJ で計測された。さらに細胞核内 foci の二点間距離分布を再現するモデルを作成し、実測値と比較した。

■ 結果と考察 ■

照射 X 線の線量やエネルギーに依存して、foci サイズと foci 間距離に相違が見られた。線量を変化させた場合、foci の面積が $0.1 \mu\text{m}^2$ である比率は control, 0.3 Gy, 1.0 Gy, 3.0 Gy に対し 15%, 15%, 9%, 9% となった。また 100 kVp, 200 kVp, 250 kVp, 6 MV linac における比率は 10%, 9%, 9%, 12% だった。モデルで再現した foci の距離分布は、実測値によく一致しポアソン分布に類似していることがわかった。

デュアルエネルギーCT を用いた金属アーチファクト低減効果が 放射線治療計画に与える影響について

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○佐々木 駿 林 秀樹 山田 裕樹 柳澤 享 深尾 和憲 吉田 瑛

■ 背景・目的 ■

金属アーチファクトを伴った CT 画像は、放射線治療計画において標的やリスク臓器の描出および線量計算に影響を及ぼす。デュアルエネルギーCT (DECT) を用いて得られた仮想単色 X 線画像は、従来からのシングルエネルギーCT (SECT) と比較し、金属アーチファクトを低減できることが知られている。今回我々は、金属アーチファクトを低減した仮想単色 X 線画像が放射線治療計画に与える影響について検討を行った。

■ 方法 ■

Al, Ti, Cu の金属を挿入した電子密度ファントムを、GSI (GE 社) を用い SECT, DECT の撮影を行った。SECT 画像と、DECT での仮想単色 X 線画像 (60~140 keV) から金属アーチファクトの低減率を算出した。また、低減率の最も高かった仮想単色 X 線画像について CT-ED 曲線を作成し、Eclipse に登録した。評価は電子密度ファントムの IC に 2 Gy を処方し、実測して比較検討を行った。

■ 結果・結論 ■

130 keV の仮想単色 X 線画像が最も高い金属アーチファクトの低減率を示した。実測結果は、SECT 画像と 130 keV の仮想単色 X 線画像で Al (2.08 Gy, 2.04 Gy), Ti (2.26 Gy, 2.02 Gy), Cu (2.32 Gy, 2.38 Gy) となった。Al, Ti の 130 keV の仮想単色 X 線画像は、SECT 画像と比較し精度の高い線量計算ができ、放射線治療計画において有用であった。

CBCT の画像における血管自動抽出機能の認識能に関する検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○亀田 拓人 濱口 裕行 坂本 悠輔 佐藤 泰彦 浅野 有加里 青池 拓哉
後藤 啓司

■ 目的 ■

Embolization Guidance とは、CBCT で撮像した画像上で目的とする血管の近位部と遠位部を指定すると、その間の血管経路を自動的に抽出する機能である。本機能は動脈塞栓術を行う際のガイディングとして利用されているが、血管を認識する能力に関しては明確になっていないのが現状である。そこで本機能を有効に活用するため、血管の認識能について検討を行った。

■ 方法 ■

水を満たした容器に模擬血管としてストローを配置したファントムを作成した。希釈した造影剤を模擬血管内に濃度を変えて注入し、模擬血管の径、模擬血管のファントム内位置、模擬血管の CBCT 回転軸に対する角度、容器内の水の CT 値を変えて撮像を行った。そして得られた画像における模擬血管の認識の可否について調べるとともに、各画像の模擬血管内のデジタル値と周囲のデジタル値及び画像 SD 値から CNR を算出し、CNR の値と認識能について検討を行った。

■ 結果 ■

模擬血管の径が小さくなるにつれて認識能は低下した。模擬血管のファントム内位置に関しては、周辺部分に比べて中心部分で認識能は低下し、CBCT の回転方向に対して平行に配置されたものの方が垂直に配置されたものに比べて認識能は低下した。また、容器内の水の CT 値を変えても認識能に大きな差は見られなかった。

造影剤注入時間の変化における CBCT の画像の評価

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○浅野 有加里 亀田 拓人 濱口 裕行 坂本 悠輔 佐藤 泰彦 青池 拓哉
後藤 啓司

■ 目的 ■

血管造影下 CBCT の撮像において、血管の正確な形状再現のためには撮像中の全ての時間において血管内に造影剤が満たされている必要がある。しかし生体においては撮像時間中血管が常に同じ濃度で造影されているとは限らず、また造影剤減量を目的として注入時間を短くすることによって撮像中に血管内の濃度が変化し、血管からアーチファクトが発生して正確な形状再現ができない可能性がある。そこで CBCT の撮像中に血管内濃度が変化する時の血管内濃度や血管形状及びアーチファクトに関して、注入時間を変えて検討を行った。

■ 方法 ■

水で満たした容器の中央部分に模擬血管としてストローを配置したファントムを作成し、ストロー内を水で満たした状態で CBCT の撮像中に造影剤の注入を行った。注入時間は撮像時間の 100% から 25% まで変化させて希釈した造影剤を注入して画像を得た。そして注入時間ごとの得られた画像の模擬血管内に ROI を設定してデジタル値を測定するとともに、アーチファクトの評価のため得られた画像の模擬血管内のデジタル値とその周囲のデジタル値及び画像 SD 値から CNR を算出した。

■ 結果 ■

注入時間が短くなるにつれて模擬血管内のデジタル値は低い値となった。また血管形状及び画像アーチファクトにおいても、注入時間が短くなるにつれて CNR が低い値すなわちアーチファクトの多い画像となった。

前脛骨動脈に対する血管内治療に石灰化強調モード (DA) が有用であった 1 症例

社会医療法人社団カレスサッポロ時計台記念病院 放射線科

○岡 尚求 小坂 直樹 水守 伸明 片山 真人 佐藤 礼奈 山口 翔

当施設では、末梢血管疾患 (PAD) のスクリーニング、血管内治療 (EVT) 術前画像診断として、下肢動脈エコー、造影 CT および、下肢動脈の非造影 MRA 検査を主として行い、閉塞血管を描出治療の際のロードマップとして役立てている。当院でのアンギオ装置 X 線循環器診断システム Infinix Celeve-i RiteEdition では通常 DA を調整した石灰化強調 DA がある。今回、前脛骨動脈に対する血管内治療に石灰化強調 DA が有用であった 1 症例を報告する。症例は 70 代男性、安静時下肢痛、右第 2 趾潰瘍形成を主訴とし血管内治療目的に当院入院。入院時超音波検査では右膝窩動脈から膝下動脈閉塞。初回血管内治療では膝窩動脈から腓骨動脈を治療し、今回は前脛骨動脈を目的とした。両方向性ワイヤリングの為 distal puncture, エコーガイド、石灰化強調 DA を併用しワイヤー通過した。この際に閉塞した前脛骨動脈が石灰化強調 DA により鮮明に表示された。エコーガイドによる血管描出困難な石灰化症例には石灰化強調 DA を併用することで血管内治療に有用である。

脳神経外科領域の医療資源に対する患者アクセス

北海道大学 医学部保健学科

○水口 比呂

北海道大学大学院保健科学院

小林 永一 藤原 健祐

北海道大学大学院保健科学研究所

石川 智基 小笠原 克彦

■ 背景・目的 ■

人口の減少や都市部集中等の人口構造変化に対して、各都道府県は医療提供体制を最適化する必要がある。特に、救急医療分野において、現場から医療機関への搬送時間が患者予後に影響するため、アクセスについて検討することは重要である。これまで、患者からみた医療機関へのアクセスについての分析はされているが、医師や診断装置等の医療資源を加えた視点からの検討は十分ではない。そこで本研究では、救急医療分野のうち脳神経外科を対象に、医師と診断装置からみた患者アクセスについて分析を試みた。

■ 方法 ■

対象を北海道医療機能情報システムに登録された北海道の脳血管造影装置、脳神経外科学会専門医 (以下、専門医) とした。分析には地理情報システム ArcGIS ver.10.2 を使用し、道路交通データと救急車走行データから、現場から医療機関への搬送にそれぞれ 5, 10, 15 分以内で到達可能な範囲を求め人口カバー率を算出した。

■ 結果 ■

脳血管造影装置の人口カバー率は 5 分, 10 分, 15 分でそれぞれ 50.4%, 72.8%, 79.4% であった。同様に、専門医の人口カバー率はそれぞれ 55.2%, 73.3%, 79.1% であった。

ISM (Interpretive Structural Modeling) 法による 遠隔医療の普及を阻害する要因の構造化

北海道大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻
○清水 大暉
北海道科学大学保健医療学部
谷川 琢海

旭川医科大学病院経営企画部
谷 祐児
北海道大学大学院保健科学研究院
辻 真太朗 小笠原 克彦

■ 背景と目的 ■

2015年の厚生労働省の通達により遠隔医療を適応できる対象範囲が明確となり、利用拡大に向けて注目を浴びている。しかし遠隔医療を普及させるには法制度以外にも様々な阻害要因があり、その解決には要因間の構造を明らかにする必要がある。そこで本研究では遠隔医療の普及を阻んでいる要因の構造を明らかにすることを目的とし、複数の要因間の関係を構造化した。

■ 対象と方法 ■

本研究では医療機関で医療情報業務経験のある4名により Brainstorming 及び KJ 法を行い遠隔医療の普及を阻害する要因を抽出した。次に階層図で可視化する ISM (Interpretive Structural Modeling) 法により、阻害要因を一対比較することで隣接行列を作成し、そこから可到達行列を計算しその要因の構造図を求めた。

■ 結果 ■

Brainstorming 及び KJ 法により「誤診リスク」、「医師負担」、「責任分界点」等23の阻害要因を得た。ISMによる構造化では、遠隔医療の阻害要因を8階層に分けられた。要因間の関係の数は、多いものから例を挙げると「設備の使いやすさ」が他の10要因に、「法律の未整備」「高い導入コスト」・「臨床的／社会的研究不足」が他の8要因に関係があることが明らかとなった。

畳み込みニューラルネットワークを用いたX線画像の 識別における撮影部位の違いによる識別率の検討

北海道大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻
○越後 雷蔵
北海道大学大学院保健科学院
山田 晋太郎

北海道医療センター
福田 晋久
北海道大学大学院保健科学研究院
辻 真太朗 小笠原 克彦

■ 背景 ■

近年、畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network) による医用画像の自動識別に注目が集まっているが、撮影部位の違いによる識別率の検討は為されていない。そこで、本研究では CNN を用いた X 線画像の識別精度向上を目指し、異なる部位の X 線画像を対象として識別率と確信度を求め、検討を行った。

■ 方法 ■

対象は、倫理委員会の承認済みの X 線画像 3,936 枚 (Waters 法, 副鼻腔正面, 膝関節正面 (左右), 肘関節正面 (左右), 胸部正面 (男女, 20 代及び 60 代)) を画像拡張し, CNN 学習用 12,000 枚, テスト用 3,000 枚とした。CNN は NEC 社製の RAPID を使用し, 各画像の識別率と確信度を求めて(1)撮影法 (Waters 法と副鼻腔正面), (2)画像 (肘と膝) の左右, (3)年齢・性別 (胸部画像) による影響を検討した。

■ 結果・考察 ■

識別率と確信度は, Waters 法・副鼻腔正面 1.00, 1.00, 左右膝関節 1.00, 1.00, 肘関節 (左 0.993, 1.00, 右 1.00, 0.998), 胸部 20 代 (女 0.980, 0.997, 男 0.963, 0.989), 胸部 60 代 (女 0.990, 0.990, 男 0.980, 0.992) であった。識別率と確信度より年齢・性別は撮影方法や画像の左右より特徴の判別が難しいことが考えられる。

透析患者における骨密度検査の検討

釧路孝仁会記念病院 診療放射線科

○清水 拓哉 古川 研治 山本 綱記

■ 目的 ■

透析患者などに対して DEX 法を使用して骨密度検査を行っている。息止めが不十分な患者や、透析患者の腸内にある石灰化により骨密度の結果に影響を与えることがある。息止めが不十分による腹部の体動や、腸内にある石灰化が骨密度検査の結果に与える影響を検討したので報告する。

■ 方法 ■

1. QA ファントムの上部に腸管ガスを模擬した自作模擬ファントムを作成し、骨密度の計測を行った。
2. 自作模擬ファントムに糞石と同程度の CT 値を持つ造影剤希釈したファントムを L 4 椎体上に乗せ、骨密度の計測を行った。
3. 自作模擬ファントムの上部を動かし、腹部の体動を模擬して骨密度の計測を行った。

■ 結果 ■

1. 有意差はなく空気の有無での平均値の変化率は $\pm 1.23\%$ となった。
2. L 2-L 3 では大きな変化はないが、L 4 にて骨密度の結果は上昇した。
3. 骨密度の結果が体動なしに比べ高値を示し、数値にバラツキが見られた。

■ 考察 ■

腸管ガスが椎体上に存在しても変化率 1.23% と誤差の範囲内と言われており、骨密度の結果に影響されないと考える。息止め不良による体動では椎体部分に位置情報のムラや誤認識したデータが写るため、数値のバラツキが見られたと考えられる。

■ 結語 ■

腸管の石灰化は椎体に重なる場合、正確な骨密度を測ることが出来ないため、その部分は除外して骨密度の計測を行う。腹部の体動は骨密度の結果に影響があるため、息止めは重要である。

演題番号40 X線撮影・乳房画像 座長 北海道大学病院 小田 まこと, KKR 札幌医療センター 阿部 裕子

階層分析法を用いた内外斜位方向撮影における 大胸筋の描出法の分析

北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科
○吉田 朱里 山内 美加子 谷川原 綾子 北海道対がん協会 札幌がん検診センター
北海道大学病院 放射線部 黒藤 邦夫
小田 まこと

■ 目的 ■

マンモグラフィ撮影技術は、診療放射線技師（以下、技師）の経験や勘に依存するため、技術習得には多くの時間を要する。我々は、撮影プロセスと臨床画像評価の関係を同定することで、教育支援や撮影技術の向上に繋がると考えている。そこで本研究は、意思決定法である階層分析法を用いて、大胸筋の描出能を向上させる撮影技術の同定を試みた。

■ 方法 ■

調査協力を受諾したマンモグラフィ検査に従事している臨床経験10年以上の技師6名を対象にアンケート調査を実施した。大胸筋が過度もしくは不十分に描出されている場合の改善策として、参考書より抽出した大胸筋描出に係る6つのプロセスの中から、一対比較法により改善を要するプロセスを選択する質問紙を作成した。質問紙の整合度が0.15以下である回答を分析対象とし、階層分析法により各プロセスの重要度を算出した。

■ 結果・考察 ■

大胸筋が過度に描出されている場合は、「腋窩深部と乳房支持器の角を合わせる」の重要度が0.411と最も高く、「リラックスさせる」が0.049と最も低かった。一方、不十分な場合は「ディテクタの角度を変える」が0.369と最も高く、次いで「リラックスさせる」が0.202と高い値を示した。重要度が高い傾向にあるプロセスは大胸筋描出能の向上に寄与する因子となると考えられる。この重要度は最適な改善案の選択に役立つと考えられ、技術向上と教育支援の一助になると考える。

演題番号41 X線撮影・乳房画像 座長 北海道大学病院 小田 まこと, KKR 札幌医療センター 阿部 裕子

前向き推論によるマンモグラフィカテゴリー判定支援ツールの 開発

北海道科学大学 保健医療学部 診療放射線学科
○山内 美加子 吉田 朱里 谷川原 綾子

■ 目的 ■

マンモグラムから腫瘍、石灰化を自動検出する研究が盛んに行われている。抽出された所見を基に自動カテゴリー判定が可能となれば、読影支援や業務の効率化に貢献できると考える。そこで、本研究では、腫瘍、石灰化を対象とした自動カテゴリー判定支援ツールを開発した。

■ 方法 ■

「マンモグラフィ典型症例画像データベース（社団法人日本放射線技術学会）」（以下、データベース）より、腫瘍27例、石灰化33例を使用した。本ツールを、人工知能の一手法である前向き推論を用いて作成した。前向き推論とは、事前に作成されたルール（条件）と観測データ（事実）を照合させて結論を得る手法である。条件をBI-RADSのカテゴリー判定アルゴリズム、事実をデータベースに登録されている画像所見とした。この所見を本ツールに入力し、得られた結論とデータベースに登録されているカテゴリーを比較し、腫瘍と石灰化に分けて正解率を算出した。正解率は、 $(\text{正しく判定された症例数} / \text{全症例数}) \times 100$ と定義した。

■ 結果・考察 ■

正解率について、腫瘍は85.2%、石灰化は90.9%であった。正しいカテゴリーが表示される傾向が見られたのは、腫瘍では境界不明瞭、石灰化では微細線状であった。一方、誤った傾向を示した所見は、腫瘍では境界明瞭平滑、石灰化では微細円形石灰化であった。精度向上の為には、背景乳腺濃度を考慮してシステムを改良する必要があると考えられた。

演題番号42 X線撮影・乳房画像 座長 北海道大学病院 小田 まこと, KKR 札幌医療センター 阿部 裕子

乳房画像診断における医師と診療放射線技師の カテゴリ分類の一致度

北海道大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻 北海道大学 大学院保健科学研究所
○小賀坂 有紗 土田 汐里 山品 博子 辻 真太郎 小笠原 克彦
さっぽろ麻生乳腺甲状腺クリニック
堀田 浩

■ 背景 ■

乳癌は女性の罹患率の1位を占めており、マンモグラフィ検診において見逃しを避けるために高い読影力が求められている。近年、診療放射線技師（以下、技師）の業務として医師読影の補助が認められ、技師の読影は非常に重要であるが、技師の読影力に関する調査報告は少ない。そこで本研究は、技師の読影精度を検討するために、マンモグラフィに新しい画像診断法として注目されているトモシンセシスの画像を加え、医師と技師のカテゴリ分類の差異を統計学的に明らかにすることを試みた。

■ 方法 ■

対象は市内乳腺クリニックで撮影されたマンモグラフィおよびトモシンセシスで203画像とし、読影は乳腺専門医2名、診療放射線技師3名とした。技師はマンモグラフィのみ(MLOのみとMLO+CC)の場合とマンモグラフィ(MLO+CC)にトモシンセシスの読影を追加した場合の3種類の読影方法に対して、医師はマンモグラフィとトモシンセシスどちらも読影した総合判定とし、それぞれ5段階によるカテゴリ分類を試みた。このカテゴリ分類に対してk係数と重み付けk係数により医師と技師のカテゴリ分類の一致度を算出した。

■ 結果 ■

技師の読影がMLOのみの場合のk係数は0.49、重み付けk係数は0.94、MLO+CCの場合のk係数は0.61、重み付けk係数は0.96、MLO+CC+トモシンセシスの場合のk係数は0.86、重み付けk係数は0.98であった。

演題番号43 X線撮影・乳房画像 座長 北海道大学病院 小田 まこと, KKR 札幌医療センター 阿部 裕子

デジタル乳房トモシンセシスにおいて照射方法の違いが 平均乳腺線量に与える影響

市立函館病院 中央放射線部
○青木 祐美 佐々木 絢加 齋藤 菜摘 狩野 麻名美 高見 光咲
瀧 亜矢 真壁 武司

■ 背景と目的 ■

EUREFでは、デジタル乳房トモシンセシス(DBT)における平均乳腺線量(AGD)の測定は空気入射カメラを固定照射で測定し、角度補正を行う方法を提案している。本研究では、通常検査に用いている回転照射と、EUREFで推奨している固定照射での測定を行い、照射方法の違いがAGDに与える影響を明らかにする。

■ 方法 ■

Siemens社のMammomat Inspiration(振り角:±25度, W/Rh)を用いて、PMMAファントム20~70mmでのAGDを測定した。空気入射カメラの測定は、回転照射と固定照射で行った。固定照射は、管球を0度に固定したままDBTと同じ照射ができる静止モードを用いた。また、AGDを計算するために必要な半価層の測定は、DBTでのパルス照射と従来の2Dでの測定(連続照射)を行い比較した。AGDの算出にはDanceの式を用いた。固定照射でのAGDの算出には、EUREFで提示されている角度補正T値を含んだDanceの式を用いた。

■ 結果 ■

補正した固定照射と回転照射でのAGDには、ほとんど差がみられなかった。半価層は、いずれの管電圧においてもパルス照射の方が連続照射より平均0.06mm厚くなった。

■ 結論 ■

回転照射と固定照射では測定値にほとんど差がみられず、照射方法による影響はなかった。