

演題番号 1 CT 座長 華岡青洲記念病院 谷越 哲也 / 手稲溪仁会病院 板谷 春佑

超高精細 CT の large focus における面内空間分解能の比較

札幌医科大学附属病院

○早坂 駿 大橋 芳也 田仲 健朗 虻川 雅基
小野 志穂 越後 雷蔵 原田 耕平

■ 背景 ■

超高精細 CT の焦点サイズは、large focus (L0~L3) と small focus (S1, S2) の 6 種類のサイズに細分化され、焦点サイズ毎に最大出力線量が決まっている。当院の大腸 3D 検査では large focus を用いて検査を行っているが、L0~L3 の面内空間分解能を比較検討した文献は散見されない。本研究の目的は、焦点サイズ L0~L3 の面内空間分解能を算出し、比較検討を行うことである。

■ 方法 ■

CT 装置は Aquillion Precision (Canon) を使用した。約 300 HU の希釈造影剤を封入したロッドを楕円ファントム (200×300 mm) 内に配置し、L0 (1.6×1.4 mm), L1 (1.0×1.4 mm), L2 (0.8×1.3 mm), L3 (0.6×1.3 mm) の焦点サイズでそれぞれ 30 回ずつ撮影した。再構成条件は当院の大腸 3D 検査に準じ、再構成関数 FC14, 逐次近似応用再構成 AIDR 3D eStandard とした。各条件にて得られた 30 枚の画像をそれぞれ加算平均し、円形エッジ法にて面内の task transfer function (TTF) を算出し、比較検討した。

■ 結果 ■

超高精細 CT の焦点サイズ L0, L1, L2, L3 の 5% TTF は、それぞれ 0.79, 0.80, 0.81, 0.84 であり、L0~L3 の面内空間分解能は僅かであった。

演題番号 2 CT 座長 華岡青洲記念病院 谷越 哲也 / 手稲溪仁会病院 板谷 春佑

回転速度の違いによる Organ Effective Modulation (OEM) の応答性

札幌医科大学附属病院

○次木 嵩人 吉川 健太 大橋 芳也 早川 耕平

■ 背景・目的 ■

Organ Effective Modulation (OEM) は、被写体前面の線量低減を可能にする管電流変調機能である。しかし、回転速度を変化させた場合、管電流変調機能が追従可能であるかは明らかとなっていない。本研究の目的は、回転速度を変化させた場合、OEM が追従可能であるかを評価することである。

■ 方法 ■

CT 装置は Aquillion Prime (キヤノン)、ファントムはアクリル円柱ファントム (京都化学)、線量計は蛍光ガラス線量計 (千代田テクノル) を用いた。撮影条件は、管電圧 120 kV, 管電流 300 mA, 回転速度を 0.35, 0.5, 0.75, 1.0 sec/rot とした。線量計をファントムの前面 (0°)~左右側面 (-120°~120°) にかけて 15°毎に合計 17 カ所貼り付け、各測定点の OEMon および OEMoff の吸収線量を 5 回測定し、さらに各回転速度における 30% 線量低減領域を求め、比較した。

■ 結果・結論 ■

回転速度 0.35, 0.5, 0.75, 1.0 sec/rot における 30% 線量低減領域は、それぞれ -45°~0°, -15°~30°, -75°~45°, -45°~60°であった。OEM は回転速度が速くなると線量低減領域が狭小化し、0.35 sec/rot では、管電流変調機能が追従できない可能性がある。

胸腰椎圧迫骨折における Dual Energy CT を用いた 物質弁別画像の有用性

手稲溪仁会病院

○中島 広貴 板谷 春佑 由野 博之 神山 哲也

手稲溪仁会病院 整形外科 脊椎センター

飯田 尚裕 古川 裕和

■ 背景・目的 ■

椎体の圧迫骨折診断は単純撮影や computed tomography (CT) で診断困難な場合が多く確定診断には magnetic resonance imaging (MRI) を施行されるが, dual energy CT (DECT) の物質弁別画像 Virtual Non Calcium ; VNCa 画像を用いて診断可能との報告がある. VNCa 画像は人体の水成分を強調しカルシウム成分を除去して得られる水密度画像であり, 単純撮影や CT で描出できなかった病変を描出することができる. そこで本研究は胸腰椎圧迫骨折において, DECT を用いた物質弁別画像の有用性を検討した.

■ 方法 ■

対象は圧迫骨折を疑いで DECT 検査を施行した 34 名, 254 椎体である. 評価は患者毎の確定臨床診断を用いて, 通常の CT 画像単独での評価を行い感度, 特異度, 陽性的中率, 陰性的中率を算出した. 次に VNCa 画像と通常の CT 画像を併用し同様に評価を行なった. 評価者は 3 名とし確定臨床診断の結果はブラインドで評価した.

■ 結果 ■

CT 画像単独での結果は感度 0.71, 特異度 0.97, 陽性的中率 0.77, 陰性的中率 0.95 となった. VNCa 画像と CT 画像を併用した結果では感度 0.91, 特異度 0.97, 陽性的中率 0.82, 陰性的中率 0.99 となり, VNCa 画像を併用すると有意に感度が上昇した. DECT を用いた物質弁別画像は圧迫骨折診断の一助になることが示された.

陽圧換気を伴わず縦隔気腫および皮下気腫を発症した COVID-19 の一例

札幌医科大学附属病院

○坂本 大貴 蝶野 大樹 大橋 芳也 虻川 雅基 小倉 圭史

人工呼吸器を用いた陽圧換気を伴わない COVID-19 陽性患者が, 経過観察中に縦隔気腫および皮下気腫を発症した症例を経験したので文献的考察を含めて報告する. COVID-19 陽性患者は肺炎の有無により重症度分類が異なる. 胸部 CT は肺炎の評価に有用であるため, COVID-19 陽性患者に対して入院時に胸部 CT を撮影する. 症例は 70 歳代男性. 糖尿病の既往歴あり. 発症から倦怠感, 軽度発熱, 食欲不振が持続し, 発症 3 日後に陽性が確認された. 発症 8 日後に SpO₂ が 85~88% と低下が見られたため当院入院となった. 入院時の体温は 37.2℃であった. 胸部 CT 画像では両肺下葉に広範囲の網状影を伴うすりガラス影を認めた. その後, 肺炎は増悪傾向を示していた. 入院 12 日目に再び CT を撮影したところ, 肺炎は改善傾向がみられたが, これまでに見られなかった縦隔気腫および皮下気腫を認めた. 入院 23 日目に抗原検査にて陰性が確認された. 入院 25 日目には, 気腫は消失しており, 肺炎の改善も見られた. 酸素化も安静時で SpO₂ は 94% 以上と改善していたため, 患者は転院搬送となった. COVID-19 陽性患者において, 人工呼吸器を用いた陽圧換気を伴わない気腫や気胸等を発症する割合は 0.72% と稀であるが, その発症は重症化の可能性を示唆すると報告されているため, 注意深い観察が必要である.

演題番号 5

CT

座長 華岡青洲記念病院 谷越 哲也 / 手稲溪仁会病院 板谷 春佑

異なる心電図同期再構成法を用いた大動脈弁輪計測の信頼性に関する検討

札幌医科大学附属病院

○越後 雷蔵 小倉 圭史 大橋 芳也 三角 昌吾 吉川 健太 虻川 雅基

■ 背景 ■

経カテーテル的大動脈弁置換術 (Transcatheter Aortic Valve Implantation : TAVI) 術前の大動脈弁複合体評価には心電図同期下心臓 CT が有用である。その再構成法には非分割式ハーフ (ハーフ) 再構成と分割式ハーフ (セグメント) 再構成があるが、それぞれの再構成について大動脈弁輪計測に対する信頼性を評価した報告は散見されない。本研究の目的は、大動脈弁輪計測について異なる心電図同期再構成法における検者間信頼性および互換性を評価することである。

■ 方法 ■

対象は 2020 年 9 月 1 日～2021 年 3 月 1 日に 320 列 CT で TAVI 術前心臓 CT を施行した 11 例とした。ハーフ、セグメント再構成データを用いて循環器内科医師 1 名、診療放射線技師 2 名で大動脈弁輪面積を計測し、検者間信頼性は級内相関係数、互換性は Bland-Altman 分析にて評価を行なった。

■ 結果・結論 ■

級内相関係数はハーフ、セグメント再構成それぞれ 0.959, 0.975 と高値であり、いずれも検者間信頼性は担保されていると考える。Bland-Altman 分析では系統誤差はみられなかった (95% 信頼区間: 14.3～-3.4 [mm²]) が、最小可検変化量の 95% 信頼区間は 49.0 [mm²] であった。したがって、互換には注意が必要である。

演題番号 6

CT

座長 華岡青洲記念病院 谷越 哲也 / 手稲溪仁会病院 板谷 春佑

構造連成解析によるステントグラフトのラジアルフォース評価の初期検討

旭川医科大学
○横山 博一
延山会西成病院
菊池 勝浩
北海道循環器病院
工藤 環

北海道大学大学院工学研究院
佐々木克彦 武田 量
AIS 北海道
李 辰宇 高嶋 英巖

大動脈瘤、大動脈解離等に対するステントグラフト治療 (ステントグラフト内挿術) は近年広く行われるようになってきている。またこれらの適応について CT による術前検査も一般的であり、大動脈の形状評価は挿入するステントサイズの決定項目といわれている。一方挿入術後にエンドリークやマイグレーション等の合併症を時に経験することがあり、定期的な術後患者フォローは必須である。

今回我々は、展開前のステントグラフトを模擬血管に挿入して CT 撮影を行い、得られた CT データを元にシミュレーションからステントグラフトの形状位置による、デプロイメントの変位量の違いを経験したので、文献考察も含め報告する。

■ 目的 ■

ステントグラフトのメッシュ位置の違いによる変位量からラジアルフォースを比較する

■ 方法 ■

展開前のステントデータを解析ソフトにてステントグラフトのメッシュ位置による構造連成解析を行い、変位量を想定する

■ 結果 ■

ステントグラフト位置 (端部) と (中央) で変位量の違いを得た。
これらからコンフォーマビリティの影響を考察する

大腿骨ファントム画像を対象としたグリッドと仮想グリッド併用の有用性

NTT 東日本札幌病院

○阿部 真也

川原 大典

北海道大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻

名雲 溪太

■ 目的 ■

大腿骨ファントムを用いたグリッドと仮想グリッド（以下 VG）併用の評価

■ 方法 ■

アクリル 16 cm と 24 cm に対しグリッド 6 : 1 を使用し Pb disk 法で散乱線含有率を求めた。SID150 cm, 管電圧 70 kV, 到達線量が 1 mR となるようそれぞれ設定した。アクリル 24 cm に VG を併用し, アクリル 16 cm の散乱線含有率と同等となる VG 比を求めた。次にアクリル 16 cm と 24 cm の到達線量と同等になるよう大腿骨ファントムにアクリルをそれぞれ 4 cm（以下大腿骨 A）, 12 cm（以下大腿骨 B）付加し撮影, 大腿骨 B に求めた VG 比を適用した。取得した画像に対しノイズ抑制処理（以下 FNC）on/off 画像を作成し, ImageJ を用いて Contrast および CNR の測定を行った。

■ 結果 ■

散乱線含有率は VG 比 3 : 1 で同等となった。Contrast は大腿骨 B の方が高かった。CNR は FNCoff 時で大腿骨 A, on 時で B が高かった。

■ 考察 ■

VG によって低周波成分が除去され Contrast が高くなるが, 相対的に高周波成分が目立つため FNCoff 時の大腿骨 B で CNR が低くなった。また, on 時はノイズ抑制が強くなり大腿骨 B が A よりも CNR が改善したと考えられる。

■ 結語 ■

被写体厚の増加に対し VG を併用することで Contrast, CNR は改善された。よって, グリッドと VG の併用は有用である。

実グリッドとデジタル散乱線補正処理併用時の物理特性

北海道大学 医学部 保健学科

○名雲 溪太 葛西 悠平

NTT 東日本札幌病院

阿部 真也 川原 大典

北海道社会事業協会帯広病院

小笠原一洋

福島県立医科大学, 北海道大学大学院保健科学研究院

山品 博子

■ はじめに ■

デジタル散乱線補正処理技術（仮想グリッド, VG）は, ポータブル撮影における臨床的有用性が示されてきた。本研究では, 骨盤領域撮影時の実グリッド（RG）と VG の併用における散乱線含有率と画質を評価することとした。

■ 方法 ■

管電圧は 95-120 kV まで 5 kV 刻み, 照射野 70 cm × 75 cm, SID150 cm, アクリルファントム厚 24 cm とした。RG は, なし（-）, 6 : 1（RG6）, 10 : 1（RG10）を選択し, VG は, なし（-）, 1 : 1（VG1）, 3 : 1（VG3）, 5 : 1（VG5）, 7 : 1（VG7）, 10 : 1（VG10）を選択し, 各組合せにおける散乱 X 線含有率を鉛ディスク法で測定した。画質は CDRAD ファントムを用い Image Quality Factor inversion（IQFInv）で評価した。統計的有意差検定には Tukey 法を用いた。

■ 結果および考察 ■

すべての管電圧で RG の併用により, VG 比が大きいほど散乱線含有率は減少し, IQFInv は上昇傾向を示した。95-105 kV では RG10 に VG5 を, 120 kV では RG6 に VG5 を加えることで IQFInv は有意に上昇した。120 kV のとき, RG6 + VG5 の IQFInv は RG10 のみの IQFInv よりも高い値を示した。

■ 結論 ■

120 kV で, 高格子比 RG 単独より, 格子比を下げて VG を併用することで画質改善可能だった。

MRI に特化した CNN (convolutional neural network) の開発

北海道大学大学院保健科学院

○真鍋 圭佑 山田 宝生 浅見 祐輔

北海道大学大学院保健科学研究所

杉森 博行

■ 目的 ■

一般的に知られている画像分類 CNN は医用画像に対して最適化されていない。本研究では既存 CNN を最適化させることで MR 画像分類に特化した CNN を構築することを目的とした。

■ 方法 ■

対象は頭部 MR 画像 (ADC, DWI, FLAIR, GdT1WI, MRA, T1WI, T2starWI, T2WI) 8 種類であり, 1 クラスあたり 1 万枚を用意し, 学習用と評価用で 8 : 2 に分割した。最適化する既存画像分類 CNN は 8 層で構成された AlexNet とした。コンボリューション層とマックスプーリング層のフィルタサイズを可変させ, それらを組み合わせることで学習を行った。作成された画像分類モデルごとに overall accuracy を求めた。比較対象の CNN として 50 層で構成された ResNet を用いた。

■ 結果 ■

コンボリューション層のフィルタサイズを 1 層目 (9, 9), 2 層目 (5, 5), 3~5 層目 (3, 3), マックスプーリング層のフィルタサイズを (7, 7) に変更したモデルの overall accuracy が 99.2% となり, ResNet (99.5%) とほぼ同等となった。学習時間は作成した AlexNet が 174 分, ResNet が 550 分と大きく短縮された。

■ 結語 ■

既存 CNN のコンボリューション層とマックスプーリング層のフィルタサイズを調整することで, 短時間で学習できる CNN を構築できた。

Semantic segmentation (SS) 技術における
Data augmentation (DA) の手法と効果の検証

北海道大学大学院保健科学院

○浅見 祐輔 山田 宝生 真鍋 圭佑

北海道大学大学院保健科学研究所

杉森 博行

■ 背景・目的 ■

医用画像を用いた Deep learning 研究において, 学習に十分な画像収集が問題となる場合があり, 汎化性能の低下や過学習を回避するために DA が一般的に行われている。DA には回転, 拡大縮小, 色調変更, 反転など種類が豊富にあり, SS 技術の筋肉への適用においてどの方法が有用であるかの報告は少ない。本研究では下腿筋の SS 技術適用においてどの DA 手法が精度向上に寄与しているかを検証することを目的とした。

■ 方法 ■

下腿の T1 強調横断像 27 人分を対象とし, 下腿三頭筋を内側腓腹筋, 外側腓腹筋, ヒラメ筋に分けて関心領域 (ROI) を定義した。ネットワークモデルには Deeplab v3 plus を用いた。DA の方法として回転, 拡大縮小, コントラスト変更, せん断の 4 種類を用い, 各手法における精度寄与を検証するため様々な組み合わせで学習し複数のモデルを作成した。検出精度評価はテスト画像を用いて dice similarity coefficient (DSC) を算出し, 比較を行った。

■ 結果 ■

回転を含んだモデルの DSC が高い傾向にあった。また, DA の種類を増やすほど DSC が向上する傾向にあったが, 4 種類すべてを組み合わせたモデルが最高の DSC にはならなかった。下腿筋において回転が最も精度向上に寄与していることが示唆された。DA で学習枚数を増加させるほど精度向上が見込めるが, 向上する枚数には限界があると推察される。

深層学習を用いた心臓核医学画像の散乱補正の基礎的検討

北海道科学大学大学院 保健医療学研究科医療技術学専攻

○西村 健

北海道科学大学保健医療学部診療放射線学科

菊池 明泰

北海道科学大学保健医療学部診療放射線学科

谷川 琢海

■ 緒言 ■

SPECT 画像による定量解析は客観的評価を可能とするが、核医学特有の散乱や減弱による影響で解析値に影響を及ぼす。それらを補正するために様々な補正法の研究が行われてきた。しかし、従来の補正法ではガンマカメラのエネルギー分解能が低いため、正確な補正ができず定量性が低下することがあった。

■ 目的 ■

本研究では近年用いられている深層学習の技術を応用し、散乱補正画像を予測し生成した。新たな手法で散乱補正が可能かを検討することを目的とする。

■ 方法 ■

画像生成のため深層学習の Cycle-GAN を使用した。心筋ファントムを使用し、散乱線の少ない心筋血流画像を教師データとし、対となる散乱線が含まれた画像について収集条件を変え、幾つか収集を行った。これらのデータをもとに散乱補正システムを構築した。生成された画像について Circumferential-Curve で評価を行った。なお血流画像には下壁領域に欠損を設定し、カウント分布がどの程度変化したか検討した。

■ 結果 ■

今回生成した画像では欠損部分でのカウント分布が 15% 程向上した。収集条件を変化させても同程度の結果が得られた。その結果、散乱線が少ない画像と同程度のカウント分布の画像を得られた。

■ 考察 ■

本検討では、ファントムによる散乱線が少ない教師データを用いたことが良い結果を得た要因と推測される。今後は臨床データを用いて検討を行いたい。

SSIM を用いた PET 画像に対する再構成条件の最適化

北海道大学 医学部 保健学科 放射線技術科学専攻

○葛西 悠平 名雲 溪太

北海道大学病院 医療技術部

孫田 恵一

北海道大学大学院保健科学研究院, 北海道大学病院医学物理部

吉村 高明

Philips Healthcare

PJ Maniawski

北海道大学病院 核医学診療科

平田 健司

福島県立医科大学, 北海道大学大学院保健科学研究院

山品 博子

■ はじめに ■

PET 画像の逐次近似再構成法は、収集されるカウント数により画質が大きく依存するため、放射性薬剤の投与量や収集時間を考慮した画像再構成パラメータを調整する必要がある。この探索には、NMSE 法が多く用いられるが、視覚的評価の結果と乖離があると言われている。本研究では、画像の構造的な類似度を評価する指標である SSIM を用い、NMSE 法と比較検討した。

■ 方法 ■

標準的な 18F-FDG の投与量を想定したホフマン 3D 脳ファントムの PET 画像を利用した。収集時間 12 時間を参照画像とし、600, 300, 200, 150, 120, 60 秒の収集時間の画像について、Iteration 数を 1-10 で 1 刻み、subset 数は 5, 10, 15 を選択し、各組合せの画像に対して NMSE および SSIM を算出し、最適な iteration 数と subset 数の組み合わせ ($i \times s$) を探索した。

■ 結果と考察 ■

収集時間 600, 300, 200, 150, 120, 60 秒における $i \times s$ は、NMSE では $i8 \times s10$, $i10 \times s5$, $i9 \times s5$, $i8 \times s5$, $i8 \times s5$, $i5 \times s5$, SSIM では $i4 \times s15$, $i9 \times s5$, $i8 \times s5$, $i7 \times s5$, $i6 \times s5$, $i5 \times s5$ となり、NMSE の方が更新回数 ($=i \times s$) は大きい傾向であった。今後、視覚評価を加え、再構成条件の最適化のための物理指標を検討していく。

演題番号 13

放射線治療

座長 日本医療大学 阿部 匡史

呼吸同期放射線治療における超音波装置を用いた臓器追尾プログラムの開発

北海道科学大学大学院 保健医療学研究科
○池本 晴哉 熊澤 誠志 八重樫祐司

■ 背景と目的 ■

近年、放射線治療では呼吸性移動を伴うターゲットに対して呼吸同期照射が可能となっている。その方法としては、体内に挿入した金マーカーを X 線透視で追尾する方法や赤外線反射マーカーと赤外線カメラを利用して呼吸位相を得る方法などが挙げられる。しかし、前者は患者への侵襲と被ばくを伴い、後者は体表の動きの変化と臓器の移動量のズレが問題となる場合がある。現在、われわれは被ばくが無くかつ臓器位置をリアルタイムに確認できる超音波に着目し、その呼吸同期照射への応用の可能性について研究を行っている。本研究の目的は超音波による臓器追尾プログラムを開発することである。

■ 方法 ■

超音波用人体ファントムを用いて画像を取得し、オプティカルフローと Lucas-Kanade 法を用いて臓器追尾プログラムの開発を行った。プログラム言語は Python 3.7, OpenCV モジュールを用いた。システムフローは、最初に追尾する肝臓辺縁をマウスで複数点指定し、その後、そのポイントをオプティカルフローアルゴリズムで追尾するプログラム構成とした。また、呼吸同期照射を想定して常に基準位置からの臓器の移動距離を監視し、終末呼吸相を同定するシステムの実現を目指した。

■ 結果 ■

開発したプログラムにより、超音波装置を使用して肝臓辺縁の追尾が可能であった。今後の呼吸同期照射への応用の可能性が示唆された。

演題番号 14

放射線治療

座長 日本医療大学 阿部 匡史

HyperArc における定位放射線治療中の固定精度に関する検討

北海道大学病院 放射線部門
○山田 亮太 南雲 淳也 平野 裕也 堀田 賢治 若林 倭
北海道大学病院 放射線治療科
森 崇 青山 英史

■ 目的・背景 ■

当院では多発転移性脳腫瘍に対する定位放射線治療 (SRT) において HyperArc (HA) を導入した。HA は複数の GTV に対して SRT を施行するため、強固な専用の固定具を用い、治療中の動きの抑制が重要になる。そこで本研究では、HA を用いた SRT 中の固定精度に関して検討した。

■ 方法 ■

対象は当院で HA による SRT を実施した 8 名とした。固定具は Encompass (Q-fix 社) を用い、個々にバイトブロックを伴った専用の固定具を作成した。評価は治療時に撮影した治療開始直前と治療終了後の Cone-Beam CT (CBCT) 画像と治療計画 CT 画像との画像照合結果から補正した、それぞれのカウチ変動量の差分を治療中の患者の動きとして算出した。

■ 結果 ■

治療中の患者の動きの平均は、LR: 0.06 mm, SI: -0.15 mm, AP: -0.06 mm, Yaw: 0.14°, Pitch: 0.13°, Roll: 0.01°であった。またアイソセンタの 3次元の動きの平均は 0.43 mm で、最大はバイトブロック装着不良だった患者で 0.94 mm であった。

■ 結論 ■

当院での HA を用いた SRT の際に、強固な固定具の使用により、治療中の 6 軸各方向の動きも全て 1 mm, 1°以下に抑えることができた。またバイトブロック装着不良の場合に動きが大きくなったことから、バイトブロックによる治療中の動きの抑制も示唆された。

放射線治療における高線量 CBCT の被ばくに関する検討

北海道大学病院 放射線部

○一字 佑太 山田 亮太 堀田 賢治 若林 倭
平野 裕也 田村 弘詞 南雲 淳也

■ 背景・目的 ■

当院では定位放射線治療等において高線量での CBCT 画像による軟部組織を含めた位置照合を行う機会が増えている。デフォルト条件における CTDI の測定は行ってきたが、高線量条件での測定は行ってはならず表示値との差は把握していない。そのため高線量 CBCT での CTDI の測定を行い検討した。

■ 方法 ■

装置は Varian 社製 TrueBeam, 使用機器はトーレック社製 CTDI ファントム, Fluke Biomedical 社製 raysafeX2. 撮影条件は 1) : Thorax 条件, 2) : Head 条件, 3) : 管電圧 100 keV, Half fan. mAs 値は低線量条件として 1), 3) で 90 mAs, 2) では 100 mAs, 高線量条件として 1), 3) で 810 mA, 2) では 800 mAs とした。1) においてはファントムサイズ 16 cm と 32 cm で測定した。

■ 結果 ■

条件 1) では低線量条件では表示値との差は +0.73 mGy, 高線量条件で +1.67 mGy の差となり, その他の条件においても高線量条件で差が大きくなった。また, 装置表示値と比較して mAs 値に対する CTDI の増加率が異なった。

■ 結論 ■

mAs 値に対する CTDI の増加率に差が見られ, 各条件において高線量になるほど装置の表示値と測定値の差は広がった。よって過小または過大評価につながる可能性もあり高線量による CBCT を撮影する際には, 施設毎の検証が望ましい。

人型ファントムを用いたトモセラピー megavoltage-CT の被ばく線量評価

札幌医科大学附属病院 放射線部

○後藤 謙斗 斎藤 航 次木 嵩人 加藤 駿平
大森 剛 小笠原華代 清水目一成

■ 背景・目的 ■

IGRT は正確な位置照合のために, 毎回治療時の位置決めで使用される。しかし, 使用頻度の増加に伴い, 正常組織の線量増加が懸念される。米国医学物理学会から IGRT の被ばく線量管理に関して報告されており, その線量評価は重要である。本研究の目的は人型ファントムを用いてトモセラピー megavoltage-CT の線量を計測し評価を行うことである。

■ 使用機器・方法 ■

蛍光ガラス線量計 GD-302M (千代田テクノル社) を ATOM ファントム (CIRS 社) の頭頸部に 20 個, 胸部に 30 個, 骨盤部に 30 個, ガフクロミックフィルム (EBT3, Ashland 社) を各部位に一枚ずつ挿入した。撮影範囲はガラス線量計を挿入した位置を中心に体軸方向 10 cm とした。各部位についてピッチを FINE, NORMAL, COARCE でそれぞれ撮影した。ガラス線量計は 4 MV-X 線で校正し線量を算出した。フィルムは 6 MV-X 線で特性曲線を作成し解析を行った。

■ 結果・結論 ■

ガラス線量計では FINE, NORMAL, COARCE で各々, 頭頸部は最大 4.13 cGy, 2.21 cGy, 1.55 cGy, 胸部は 3.45 cGy, 1.78 cGy, 1.30 cGy, 骨盤部は 3.23 cGy, 1.83 cGy, 1.37 cGy であった。フィルムで解析した線量は, ガラス線量計と同等の結果を示した。

演題番号 17

放射線治療

座長 日本医療大学 阿部 匡史

小照射野電子線の PDD および OCR の評価

札幌医科大学附属病院 放射線部

○大森 剛 齋藤 航 佐藤 崇史 小笠原華代 清水目一成

■ 背景・目的 ■

電子線において、小照射野では荷電粒子平衡が成立せず、平坦な領域が極めて狭い。また、荷電粒子のエネルギースペクトルも通常の照射野内とは異なる。今回の目的は小照射野における電子線の深部線量特性を評価することである。

■ 使用機器・方法 ■

リニアックは Synergy (Elekta 社) を使用し、電子線エネルギーは 4, 6, 9, 12, 15 MeV, 照射野サイズは $6 \times 6 \text{ cm}^2$ と低融点鉛で自作した直径 4, 3, 2, 1 cm (円形) のカットアウトを使用した。3次元走査式水ファントム (Blue Phantom2, IBA 社) にて microDiamond (PTW60019, PTW 社) を走査し深部線量百分率 (PDD) および水中 1 cm 深の cross line 方向の軸外線量比 (OCR) を取得した。PDD から d_{max} , $d_{50\%}$ を、OCR からペナンブラ領域 (ビームプロファイルの 20-80%) を算出し評価を行った。

■ 結果 ■

PDD について、4 MeV では $6 \times 6 \text{ cm}^2$, 4, 3, 2, 1 cm 円での d_{max} はそれぞれ 8.9, 8.9, 8.9, 6.9, 3.9 mm であった。15 MeV の d_{max} はそれぞれ 22.8, 15.8, 17.8, 11.8, 5.8 mm であった。OCR は照射野サイズによらずエネルギーが高いほどペナンブラ領域が小さくなる傾向があった。

演題番号 18

MRI-I

座長 旭川厚生病院 小見山聡史

圧縮センシング併用 3D MRI における CS factor が空間分解能に与える影響

札幌医科大学附属病院 放射線部

○植村 美穂 中西 光広 赤塚 吉紘 今村 壘
長濱 宏史 沼澤香夏子 高島 弘幸

■ 背景・目的 ■

3D MRI における圧縮センシング (CS) は、位相 (y) およびスライス (z) 方向に適用され、大幅な時間短縮が可能となる。しかし、CS factor が y および z 方向の空間分解能に与える影響は明らかではない。本研究の目的は、CS factor の増加に伴う y および z 方向の空間分解能を比較することである。

■ 方法 ■

アガーを充填したガラス瓶自作ファントムを用い、CS factor を 1 から 10 まで変化させ 3D T1 強調横断像を得た。横断像および再構成した冠状断像においてアガーからガラス瓶の信号強度の傾きを計測し、CS factor の増加に伴う空間分解能を比較した。

■ 結果 ■

CS factor の増加に伴い、傾きは減少した。y 方向では CS factor 1 (8.34 ± 0.38) と比較し、CS factor 8 (7.47 ± 0.74) から有意差を認めた ($p < 0.05$)。z 方向では CS factor 1 (4.01 ± 0.23) と比較し、CS factor 2 (2.80 ± 0.17) から有意差を認めた ($p < 0.05$)。

■ 結論 ■

CS を併用した 3D T1 強調像では、CS factor の増加に伴い、z 方向の空間分解能が先に劣化することが示唆され、多断面再構成画像での評価の際には注意すべきである。

数値流体力学 (computational fluid dynamics : CFD) による 血流動態解析の精度検証 ～拍動流による模擬血管ファントムを用いた流体実験～

日本医療大学 保健医療学部診療放射線学科
○多羽田将史 福山 篤司 杉本 芳則

■ 目的 ■

数値流体力学 (computational fluid dynamics : CFD) は、医療分野において血流シミュレーションによる動脈瘤の血流解析に応用されている。本研究では、模擬血管ファントムを用いた CFD による血流動態解析の精度を検証していくことを目的とする。

■ 方法 ■

CFD 解析を行うためのシステムは、Windows 上に Linux の環境を作り、CFD 解析を行う OpenFOAM を導入し、Helyx OS を使い、条件設定を行った。模擬血管の作成は 3D モデリングソフトである Blender を用いて作成した。模擬血管は直径 7 mm、長さ 40 mm の円柱状である。血液はニュートン流体で非圧縮性とし、流体の物性値を密度 1050 kg/m³、粘性係数 3.7×10⁻³ Pa・s に設定した。解析結果は Paraview を用いて可視化した。

精度の比較対象として、拍動流における 3D cine PC MR 撮像で得られた空間的平均流速と最大流速の値を用いた。

■ 結果 ■

3D cine PC MR の波形には拡張期の部分に、大きな波形が見られたが、CFD 解析した波形では緩やかな波形であり違いが見られた。

流速波形の違いは、3D cine PC MR で用いた模擬血管が人体の血管よりも硬いため、収縮期で圧力がかかった時に血管が膨らまず、圧力が逃げず反射波が出たと考える。この結果から CFD は血流動態解析に十分な精度を持つといえる。

頸動脈プラーク QSM の画質 (artifact) 改善のための撮影技術

北海道大学病院 医療技術部放射線部門
○川崎 智博 石坂 欣也
北海道大学病院 放射線診断科
池辺 洋平 工藤 與亮

柏葉脳神経外科病院
原田 邦明
富士フィルムヘルスケア株式会社
白勢 竜二 佐藤 良太

■ 背景・目的 ■

定量的磁化率マッピング (QSM) は、頸動脈硬化性プラークにおいて、これまでの MRI では困難であった詳細なプラーク成分の評価が期待される。しかしながら頸部の撮像では、体動や血流によるアーチファクトが懸念される。今回我々は、QSM 撮像において、撮像条件によりアーチファクトの抑制が可能か検討した。

■ 方法 ■

装置は、3TMRI を使用し、対象は同意の得られた健常ボランティア 10 名とした。QSM の撮像条件は、TE=16.1 ms、ΔTE=4.6 ms の 6 エコー、頸動脈分岐を横断像にて撮像した。検討項目は 1. MPG の有無、2. 位相エンコード方向とサチュレーションパルス (SAT) の有無について検討した。評価方法は、強度画像 (第 1 エコー) を用いて、頸動脈分岐部の内頸動脈と胸鎖乳突筋のコントラスト比 (CR) およびアーチファクトに関して放射線科医師 1 名による 4 段階の視覚評価を行った。QSM 画像においてもアーチファクトに関する視覚評価を行った。

■ 結果 ■

1. MPG の有無では、有とすることで CR、視覚評価ともに有意に高い結果となった。2. 位相方向を R-L、SAT 有とすることで CR、視覚評価が最も高い結果となった。また、強度画像でのアーチファクトが、QSM 画像にも反映される結果となった。

■ 結論 ■

QSM による頸動脈撮像は、撮像条件を工夫することにより、体動および血流アーチファクトの抑制が可能であった。

演題番号 21

MRI-I

座長 旭川厚生病院 小見山聡史

Deep Learning を用いた心撮像断面自動推定手法の検討

北海道大学大学院保健科学院 保健科学専攻生体量子科学群
○薄井 康輔 杉森 博行

■ 背景 ■

心臓 MRI は心形状の多様性や断面設定の多さなどから撮影基準断面決定までのプロセスが複雑である。本研究では Deep Learning 技術を用いて、四腔像と左二腔像撮像時の断面設定線を自動推定する手法を開発し、評価した。

■ 方法 ■

対象は心臓 MRI 施行 20 名のデータであり、15 名分を教師データ、5 名分をテストデータとした。断面設定可否を判断する Classification モデルと、左・右心室を認識する Semantic Segmentation モデルの作成・複合化に加え、各 Segmentation より重心を算出した。この重心を結ぶ自動描出線分及びその垂線と心臓 MRI 検査に十分な経験を持つ診療放射線技師が手動で引いた断面設定線の角度誤差を教師データより算出し、テストデータにおける自動描出線分及び垂線の補正を行い、誤差を評価した。

■ 結果 ■

教師データより得た誤差の平均値は、自動描出線分と四腔像断面設定線で 20.8°、垂線と左二腔像断面設定線では -4.5°であった。補正後のテストデータにおける誤差の平均値は、自動描出線分と四腔像断面設定線では -3.2°、垂線と左二腔像断面設定線では 4.3°であった。

■ 結論 ■

本撮像断面推定手法は四腔像及び左二腔像撮像時の断面設定線を平均 5°未達の誤差で自動描出可能であり、他断面や容量解析等への応用可能性が示唆された。

演題番号 22

MRI-I

座長 旭川厚生病院 小見山聡史

急性期脳梗塞 MRI における T2 * 強調画像の最適な撮像法はどちらか？ ～GRE 法と multi shot GRE-EPI 法の比較～

函館脳神経外科病院 診療支援科 放射線課

○吉田 孝則

函館脳神経外科病院 脳神経外科

山崎 貴明 森脇 寛 高田 英和 鎌田 拓海 一ノ関雅明

■ 目的 ■

静注血栓溶解 (rt-PA) 療法 適正治療指針 第三版では、MRI を用いて出血の除外と早期虚血性変化の有無の確認を、迅速、的確に行うことを求めている。出血の除外は、T2 * 強調画像が有用であり、GRE 法にて撮像しているが、より高速に撮像可能な multi shot GRE-EPI 法を用いて撮像する方法もある。しかし、歪みが問題となってくる可能性がある。本研究の目的は、両者の撮像法を比較し、どちらの撮像法が急性期脳梗塞 MRI に最適であるかを検討した。

■ 方法 ■

撮像方法は GRE 法と multi shot GRE-EPI 法 (EPI factor3~25)。①健常ボランティア 3 名を対象として SNR を測定した。②歪み測定用ファントムを対象として歪みを測定した。③脳出血の診断をされ頭部 MRI を施行した患者 2 名を対象とし、脳外科医による出血の見えやすさの視覚評価を一対比較法にて行った。

■ 結果 ■

①SNR は GRE 法が高く、multi shot GRE-EPI 法の EPI factor を可変しても同一であった。②歪みは、multi shot GRE-EPI 法の EPI factor の増加に伴って大きくなった。③一対比較法による視覚評価は、有意差はなかった。

■ 結論 ■

multi shot GRE-EPI 法 (EPI factor25) (撮像時間：10 秒) が最適である。

呼吸同期の有無による圧縮センシング併用 4D Flow MRI の撮像時間および大動脈血流定量値の比較

札幌医科大学附属病院 放射線部

○沼澤香夏子 中西 光広 赤塚 吉紘 今村 壘
植村 美穂 鈴木 瑞穂 高島 弘幸

■ 背景・目的 ■

4D Flow MRI の撮像は呼吸同期併用が推奨されている。しかし、SENSE 併用時の呼吸同期の有無による定量値には差がないという報告もあり、一定の見解が得られていない。本研究の目的は、圧縮センシング併用 4D Flow MRI で呼吸同期の有無における撮像時間および大動脈血流の定量値を比較することである。

■ 方法 ■

健常ボランティア 11 名の呼吸同期有および無の 4D Flow MRI を撮像し、実際の撮像時間を計測した。大動脈基部から胸部下行大動脈の 6 カ所において、Stroke Volume (SV) [ml] を算出した。呼吸同期有および無による SV の級内相関係数 ICC の算出および Bland-Altman 分析を行った。呼吸同期の有無による撮像時間の差異については t 検定を行った。

■ 結果 ■

撮像時間は、同期有で 10.6 ± 2.7 min、無で 8.5 ± 1.7 min、同期無が有意に短かった ($p=0.02$)。同期有および無の SV はそれぞれ、 63.7 ± 17.5 ml、 60.3 ± 16.8 ml で、ICC は 0.82 (95% CI : 0.72~0.89) であった。Bland-Altman 分析において、差の平均値は 3.4 ± 10.4 ml (95% CI : 0.83~5.93) で加算誤差を認めた。

■ 結論 ■

呼吸同期無では撮像時間が短縮されるが、SV は僅かに過小評価される。

Parallel Imaging 技術を用いた 3D cine PC MR 撮像法における血流動態解析の精度検証 ～ヒトの心拍を模擬した拍動流におけるファントム実験～

日本医療大学 保健医療学部診療放射線学科

○小原 拓也 福山 篤司
名古屋大学脳とこころの研究センター／名古屋大学大学院医学系研究科総合保健学専攻
磯田 治夫 小山 修司 杉本 芳則

■ 背景・目的 ■

3D cine PC MR 撮像法は、3 方向に VENC を印加するため、撮像時間が延長し被検者の負担が増大する。この問題点を改善するために PI 技術を用いることで撮像時間の短縮が可能となる。本研究の目的は PI 技術を併用した 3D cine PC MR 法における PAT factor の変化が流速測定および血流動態解析の精度に及ぼす影響について明らかにすることである。

■ 方法 ■

MR 装置は Siemens 社製 Verio 3T を用い、模擬血管ファントムは血管を模擬した内径 8 mm のアクリルパイプと小菱八面体構造をした容器で構成され、模擬血管をガントリーの Z 軸方向に対して上向きに 45° 、左向きに 45° に傾けて設置した。疑似血液は拍動流で流し、PAT factor を 2, 3, 4 と変化させて撮像を行った。血流動態の解析は R'tech 社製 FLOVA を用いて、一心拍における空間的平均流速と最大流速、壁剪断応力を算出した。

■ 結果 ■

空間的平均流速と最大流速の結果は、peak 流速や流速波形に大きな違いは認められなかった。WSS にも大きな違いは認められなかったが、偏りが生じた。WSS の偏りは 3 方向に VENC を印加した際、Trigger Time にズレが生じ流速ベクトルが傾いたためだと考えられる。血流動態解析の精度に課題はあるが、PAT factor を変化した際の 3D cine PC MR 法は流速測定として十分な精度を有することが示唆された。

演題番号 25

MRI-Ⅱ

座長 北海道大学病院 青池 拓哉

乳腺 Dynamic 造影 MRI 超早期相における gadoterate meglumin と gadobutrol での病変検出能の比較

北海道勤労者医療協会中央病院 放射線部
○小松 伸好 土谷 桂右

■ 緒 言 ■

当院では、2017年3月より、MRI用造影剤として従来使用していた gadoterate meglumine から gadobutrol への使用に切りかえた。gadobutrol は r1 値が高く 2 倍のモル濃度を有するため、投与量を半分とし、投与速度を遅くして用いている。乳腺 Dynamic 造影 MRI では、閉経前の女性において月経周期により早期相でも正常乳腺が散在性に造影されることがある。そのため超早期相を撮像している。超早期相は早いタイミングで撮像されるため、投与速度が遅いと病変検出能が低下することが懸念された。

■ 目 的 ■

超早期相において gadoterate meglumine と gadobutrol での病変検出能を比較した。

■ 方 法 ■

閉経前年齢で悪性の病理所見が得られた症例を対象とした。超早期相画像で病変内と正常乳腺内に ROI を設定し、コントラスト比を算出した。

■ 結 果 ■

gadoterate meglumine 使用群の中央値 103.7、gadobutrol 使用群の中央値 41.5、 $p < 0.01$ で、gadobutrol 使用群のほうが有意に低い値となった。

■ 考 察 ■

gadobutrol は r1 値が高く T1 短縮効果が高いが、従来造影剤の半分の容量を低速で注入したことにより、time intensity curve の立ち上がりが遅くなり、超早期相では病変造影効果が低くなったと考えられる。

演題番号 26

MRI-Ⅱ

座長 北海道大学病院 青池 拓哉

胸骨骨折否定目的で行った MRI で肋軟骨損傷と診断された 1 例

札幌医科大学附属病院 放射線部

○赤塚 吉紘 中西 光広 植村 美穂 今村 壘 早川 耕平 高島 弘幸

■ はじめに ■

骨折が疑われた場合の初回の画像検査は、単純 X 線撮影や CT が一般的である。今回我々は、胸骨骨折が疑われ、初回の画像検査として MRI を行った 1 例を経験したので報告する。

■ 症 例 ■

30 歳代女性。競技中に右側臥位で転倒したところに、相手選手が左側上半身に乘るような形で接触し、受傷。翌日、疼痛は軽減したが、胸骨骨折否定目的に MRI が依頼された。MRI は Philips 社製 Ingenia 1.5T 装置 (R5.4) で、dStream Torso coil を用い、仰臥位にて検査を行った。STIR 冠状断像にて、胸骨に信号変化を認めなかったものの、縦隔内から前胸部にかけて信号の上昇を認めた。同部位の T2 強調横断像の脂肪抑制ありとなしを撮像し、左第 2 肋軟骨損傷が疑われた。さらに、3D GRE 法の T1 強調脂肪抑制画像において、肋軟骨が高信号、その周囲組織が低信号として、離断部が明瞭に描出され、肋軟骨損傷と診断された。

■ 考 察 ■

肋軟骨損傷は、高エネルギー外傷や胸部鈍的外傷、さらには、激しい咳が原因で発生し、特に深呼吸時に疼痛が出現すると報告されている。一方で、MRI を用いた画像診断の報告は少ない。外傷後の胸部痛、特に深呼吸時痛の精査で MRI を行う場合は、肋軟骨損傷も視野に入れ、3D GRE 法の T1 強調脂肪抑制画像の撮像を考慮すべきである。