

一般研究発表「MRI①」

09:00 ~ 09:50

座長 上田 亮 (慶應義塾大学病院)

伊藤 隆一 (東京慈恵会医科大学附属病院)

1 Cine MRI左室短軸像を用いた左室駆出率算出において解析範囲がデータに与える影響

佐藤由希子, 伊佐理嘉

博慈会記念総合病院 放射線技術部

【目的】左室駆出率は、心疾患患者の診断や治療方法を定める指標の1つである。Cine Magnetic Resonance Imaging (Cine MRI) 左室短軸像を用いた心機能解析において、解析者が心内膜と心外膜をトレースする必要がある。Society for Cardiovascular Magnetic Resonance よりトレース方法が提示されているが、心基部のトレースは多角形になることがある。しかしながら、解析ソフトは円形に近くなければ計測できないものがあり、心基部のトレースに問題がある。また、解析範囲により左室駆出率は変動する。そこで、異なる3つの手法で心臓MRI検査による左室駆出率を円形のトレースで算出し、最適な左室短軸像の解析範囲を、心臓超音波検査にて計測した値と比較した。

【方法】当院倫理委員会の承認を得た上で、1.5T-MRI装置を用いて撮像したCine MRI左室短軸像を用いて後向き研究した。撮像シーケンスはSteady-state free precessionを用いた。心機能解析時に円形で心内膜と心外膜をトレースし、左室短軸像の選択範囲を変えた。選択範囲は、心基部を全て選択、心基部僧帽弁レベルで左心室のみの時相を選択、心基部以外のスライスを選択とした。左室駆出率はSimpson法を用いて求め、心臓MRI検査の前後40日以内に行った心臓超音波検査の左室駆出率と比較した。

【結果】左室駆出率の平均値は、心基部を全て選択した場合に $37.57 \pm 16.24\%$ 、心基部僧帽弁レベルで左心室のみの時相を選択した場合に $46.06 \pm 17.04\%$ 、心基部以外のスライスを選択した場合に $40.88 \pm 17.45\%$ 、心臓超音波検査は $48.06 \pm 16.13\%$ であった。

【結論】円形で心内膜と心外膜をトレースした時の最適な左室短軸像の解析範囲は、心基部僧帽弁レベルで左心室のみの時相を選択した場合であることが示唆された。

2 Balanced SSFPのフリップ角と撮像断面によって受けるinflow効果の検討

武藤 未来, 糸 一矢, 小笹 雅也, 海野 泰

独立行政法人 東京都健康長寿医療センター

【目的】頭痛を呈する代表的な疾患である脳動脈解離の画像診断は、分解能が高いことが求められる。そのため脳動脈解離の診断の一つに分解能の良いBalanced SSFPを用いることが多い。Balanced SSFPは動脈瘤形成を含めた動脈外径拡大の検出を目的とするため、血管内腔が均一に低信号である必要がある。今回は後方循環の好発部位である椎骨動脈に着目し、フリップ角と撮像断面によってBalanced SSFPでの血管内腔の信号がどのように変化するか検討した。

【方法】使用装置はPhilips社製Ingenia Elition 3.0T (R5, 7, 12)、コイルはdS Head 32chを使用した。インフォームドコンセントを行い、倫理委員会の承認を得た健康者ボランティア5名に対して、フリップ角を 20° から 80° まで変化させ、横断面と冠状断面での信号強度を測定した。信号強度の変化は、CNRの相対値と視覚評価を用いた。

【結果】横断面ではCNR・視覚評価ともに、フリップ角が高いほど血管内腔の信号強度は高くなった。しかし冠状断面では、フリップ角が低くなるほど血管内腔の信号強度は高くなった。通常、フリップ角は高いほど血液と自由水の信号が高くなるが、冠状断面で撮像したところフリップ角が低くなるほど信号が高くなるという結果が得られた。

【結論(考察)】Balanced SSFPは、GRE法を使用しているためinflow効果が生まれ、一般的にフリップ角が高いほど血管内が高信号になるとされている。しかしフリップ角が高いほど低信号となった冠状断面では、TEが長くなり血管内のinflow効果より位相分散が大きくなったことが原因であると考えられる。加えて、フリップ角の高いRFパルスが繰り返し印加され、飽和効果が起こりやすくなっていたことも低信号となった要因に挙げられる。今回の検証から、冠状断面ではフリップ角は 60° 以上が至適と考えられた。

3 運動負荷による下腿骨格筋のT2*変化と筋力との関係

宇多葉月¹⁾, 渋川周平¹⁾, 飛山義憲²⁾, 臼井桂介¹⁾, 坂本肇¹⁾, 京極伸介¹⁾

¹⁾順天堂大学保健医療学部診療放射線学科

²⁾順天堂大学保健医療学部理学療法学科

【目的】下腿骨格筋に運動負荷を与えることでMRIの持つ定量値(T1値、T2値、T2*値)が変化することが知られている。しかしながら、その筋肉量や筋力との関係は明らか

かになっていない。本研究の目的は運動負荷に伴う骨格筋の T2* 値変化に着目し、その他のパラメータとの関係を検証することである。

【方法】 使用装置は Canon 社製 EXCELART Vantage 1.5T である。対象は健康ボランティア 16 名（女性 9 名, 20 ~ 22 歳、平均 21 歳）とした。なお、本研究は順天堂大学保健医療学部における倫理委員会にて承認されている（承認番号 21-010）。検査を行う前にウォータールー利き足テストを行い、利き足を確認した。次にハンドエルゴメーターを使用し利き足の最大筋力を調べた。MRI は T2* map を dynamic scan とし合計 75 回スキャンした。この時 5 回目の撮像から 18 回目まで背屈運動を繰り返し、前脛骨筋をターゲットに運動負荷を行った。その後は安静を維持し、撮像を続けた。得られた画像から両下腿の前脛骨筋について T2* 値を計測し、左右の下腿を比較するため Mann-Whitney U test を行った。また、利き足の前脛骨筋面積を調べ、その筋力、T2* 値変化との相関係数を求めた。

【結果・考察】 左右の前脛骨筋を比較すると運動負荷側では T2* map の変化が観察され、T2* 値が高くなることが判明した ($p < 0.05$)。また、運動負荷後に元に戻る様子が観察された。これらの T2* 値の増加は血流増加に伴うオキシヘモグロビンの増加に起因すると考えられた。一方、T2* 値と筋力及び前脛骨筋面積に有意な相関は認められず ($p > 0.05$)、血流変化と最大筋力の関連性は低いと考えられた。

【結論】 背屈運動負荷により前脛骨筋の T2* 値増加が起こるが、その変化量は筋力や面積とは関連性が低いことが示唆された。

4 自作流体ファントムを用いた segmented TOF 撮像における segment 数と信号強度の特性についての基礎実験

清水 亮佑, 伊藤 隆一, 夏井坂 智希, 北川 久, 野口 景司, 平川 英滋

【目的】 当院では装置バージョンアップに伴い、新たに segmented time-of-flight (以下、segmented TOF) が使用可能となった。segmented TOF では 1 回の saturation pulse (以下、sat pulse) に対して segment 数分の励起パル

スを印可することができる。本研究は、自作流体ファントムを用いて segment 数を変化させ、血流と脳実質の信号強度を計測し、segmented TOF の特性を明らかにすることである。

【方法】 装置は SIEMENS 社製 MAGNETOM Vida XT 3.0T、コイルは 20ch Head/Neck Coil、画像処理は VINCENT を使用した。血流を模擬した流体ファントムと、脳実質（灰白質/白質）の模擬ファントムを作成し、segment 数を 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 に変化させて撮像した。Sat pulse 側から流入する血流を静脈、その反対側を動脈とした。血流と脳実質の信号強度をスラブの下部、中間部、上部の 3 点を測定し、変化率を (各 segment 数 - segment:1) / segment:1 にて求めた。

【結果】 Segment の増加により流体ファントムにおける信号強度は動脈で低下、静脈で増加、脳実質ファントムにおける灰白質部、白質部はともに低下した。動脈と静脈は上部で最も変化率が大きく、動脈は 28.2%、静脈は 390.8% となった。灰白質部、白質部は各測定点での変化率の差はほとんどなく、最大で 43.4% となった。

【考察】 Segment 数の増加に伴い、動脈の信号強度は単位時間あたりに受ける励起パルス数が増えることで縦磁化の大きさが減少し、上部で変化率が最大となった。静脈は sat pulse の間隔が延長することで信号強度が増加した。また、脳実質は定常状態における縦磁化の大きさが減少し信号強度が低下したと考える。

5 異なる静磁場強度装置における Section Select

Gradient Reversal 法併用 Readout segmented-EPI の画像特性

湯山恭平¹⁾, 塚田亮太¹⁾, 井坂杏奈²⁾, 北川久²⁾, 馬場康史¹⁾

¹⁾ 東京慈恵会医科大学附属第三病院

²⁾ 東京慈恵会医科大学附属病院

【目的】 第 50 回日本放射線技術学会秋季学術大会にて報告した先行研究より、1.5T-MRI 装置において Single shot-SE-EPI 法と比較し、Readout Segmentation Of Long Variable Echo-trains (RESOLVE) を使用した DWI は、Section Select Gradient Reversal (SSGR) 法の脂肪抑制効果があることが示唆された。RESOLVE は Readout 方向にセグメントを分け、Multi shot にすることで位相ずれによる画像の歪みを低減する技術だが、セグメント数の違い

によるSSGR法の影響は明らかではない。また、SSGR法の特性上、3.0T-MRI装置で効果が高いが、3.0T-MRI装置は磁場不均一の影響を受けやすく、脂肪抑制不良による画像の不均一が生じるといった問題がある。そこで本研究では、1.5T-MRI装置と3.0T-MRI装置において、RESOLVEのセグメント数の違いと磁場の均一性が、SSGR法を併用したDWIの脂肪抑制効果へ及ぼす画像特性を明らかにすることを目的とし検討を行った。

【方法】 使用装置はSIEMENS社製MAGNETOM Avanto fit Upgrade 1.5TとMAGNETOM Vida XT 3.0T、コイルはHead Neck coilを使用し、精製水と植物性油を封入した自作ファントムを撮像した。脂肪抑制法はSPAIR法とSTIR+CHESS法とし、それぞれSSGR法の有無とRESOLVEのセグメント数を変化させた。また、ファントムは磁場中心(センター)とコイル端(オフセンター)に配置した2通りで撮像した。得られたデータより脂肪抑制率、CNR (contrast noise ratio)、ADC値を算出した。

【結果】 脂肪抑制率はすべての組み合わせでプラトーであり、SSGR法ありの3.0T-MRI装置が最も高かった。また、センターとオフセンターの違いによる挙動の変化は見られなかった。CNRはすべてセグメント数3で高く、セグメント数が増加するとともに低下した。ADC値は、SSGRの有無とセグメント数の違いによる変化は見られなかった。

【結論】 1.5T-MRI装置と3.0T-MRI装置ともに、RESOLVEのセグメント数と磁場の均一性に関わらず、SSGR法を使用することで高い脂肪抑制効果を得られることが示唆された。

一般研究発表「一般撮影・血管撮影・その他」

09:55 ~ 10:45

座長：町田 利彦 (慶應義塾大学病院)

間壁 直樹 (湘南大磯病院)

6 アントンセン氏I法における補助具の有用性について

牧野孝治¹⁾、勝又翔太¹⁾、関明宏¹⁾、藤澤宏信¹⁾、中島潤也^{1,3)}、
崔昌五¹⁾、佐藤久弥^{2,4)}、加藤京一^{3,4)}

¹⁾昭和大学江東豊洲病院 放射線技術部

²⁾昭和大学藤が丘病院 放射線技術部

³⁾昭和大学保健医療学部 大学院保健医療学研究科 ⁴⁾学校

法人昭和大学 統括放射線技術部

【背景】 アントンセン氏I法は、踵を45度に挙上し、X線を頭尾方向20度で入射する撮影法であるが、疾患のある患者においては体位保持が困難な場合があり、ポジショニング時間も長く患者負担も大きい。また、目的となる足根洞や距踵関節が明瞭に描出されないことを経験する。

【目的】 アントンセン氏I法における補助具を開発し、描

出能及び撮影時間について評価し、補助具の有用性を検討した。

【方法】 1. 50名の足部CTデータより、後距踵関節と中距踵関節が直線的に描出され、その中間に足根洞が描出される角度を算出し、踵の外旋角度及びX線入射角度を計測した。2. 方法1で算出した最適角度より、スタイロフォームとアクリル板を用いて座位で撮影可能かつX線を垂直に入射して撮影できる補助具を作成した。3. 同意が得られた患者20名にて、補助具未使用群と補助具使用群でアントンセン撮影を行い、撮影時間を比較した。4. 技師歴1~33年目の診療放射線技師10名を対象とし、足根洞、中距踵関節、後距踵関節の描出能について視覚評価し、補助具未使用群と補助具使用群で比較した。

【結果】 1. 最適角度は踵の外旋角度が45度、X線入射角度が頭尾14度であった。2. 作成した補助具を用いたテスト撮影において障害陰影は見られなかった。3. 補助具使用群では補助具未使用群と比較し、撮影時間が15%短縮した。4. 補助具使用群では足根洞、中距踵関節、後距踵関節が描出されていない画像はなく、補助具未使用群と比較し、描出能が8%向上した。

【結論】 開発したアントンセン氏I法用補助具は、描出能を担保しつつ、撮影時間の短縮が図られ有用であった。

7 X線TV室における緊急シャントPTAを想定した空間線量測定

大山夏樹、村上裕俊、細田直樹、須藤至

三井記念病院 放射線検査部

【目的】 当院では血管撮影室の更新に伴い一定期間装置が使用不可となり、この期間中の緊急シャントPTAをX線TV装置で施行することとなった。しかし、当院のX線TV装置には血管撮影装置にあるような鉛スカート等の装置附属の防護具はなく、術者の被ばくが問題となる。そこで、L字型手台にプロテクターを付けた自作防護具やキャスター付き防護具等が術者の被ばく低減に有用であるか検討した。

【方法】 X線TV装置(Ultimax-i、キヤノンメディカルシステムズ)の寝台に水等価ファントム20cmと上肢に見たてた自作ファントムを配置した。防護具の組み合わせは、a:防護具なし、b:キャスター付き防護板のみ、c:自作防護具とキャスター付きプロテクター、d:bとc、の4通りとした。測定は管球をP-A方向とし、術者立ち位置における高さ80cm、120cm、160cmの3点の空間線量を測定した。電離箱式サーベイメータを使用し、透視60秒間における積算値(μ Sv)、10秒の撮影を3回行った平均値(μ Sv)を比較した。

【結果】 いずれの高さにおいてもaは線量が高く、120cm

が最も高かった(透視:8.2 μ Sv, 撮影:4.97 μ Sv). aと比較し, bは160cmで大きく低下し, cは120cm, 80cmで大きく低下した. dはいずれの高さにおいても線量が低く, 80cmでは透視・撮影ともに0 μ Svであった.

【考察】いずれも120cmの線量が高く, ファントムからの散乱線の影響を考える. この防護には自作防護具とキャスター付きプロテクターが有効で, 7割程度の線量低減を認めた. 80cmにおいては検出できない程度にまで低減した. キャスター付き防護板は160cmの線量低減に効果的であった.

【結語】装置に防護具が実装されていない装置において, 自作防護具とキャスター付き防護具を使用することで術者の被ばく低減に有用であるといえる.

8 感情認識 AI を用いた患者接遇の検討

下畑里紗, 佐藤花音, 茂木美濤, 加野詩音, 山崎沙羅, 矢野琴美, 綾戸ゆづ, 五十嵐日葵

帝京大学 医療技術学部 診療放射線学科

【目的】音声感情認識 AI を用いて聞き手の感情を分析することで, 患者に対する最適な声のかけ方を検討する.

【方法】胸部撮影を想定し, 呼び入れから検査の説明までのセリフを決定した. セリフを以下に示す.

- 1 「帝京さん, 帝京花子さんいらっしゃいますか.」
- 2 「本人確認のため, お名前と生年月日をおっしゃっていただけますか.」
- 3 「今日は胸の写真を1枚撮影します.」

次に, 患者役5名と技師役1名に分かれて実験を行った. 実験では, 技師役が上に示したセリフを声の高さ・大きさ・速さを変えて計7パターンの声かけを, 話し方の条件は患者役には明かさず以下の順番で行った.

①小さい②速い③高い④大きい⑤低い⑥遅い⑦普通(普段通りの話し方)その後, 患者役にそれぞれの話し方についてどのような感情を抱いたかアンケートを取り, 比較した. また, AIによる感情分析を行った. なお, 本研究の倫理審査は申請中である.

【結果】患者役のアンケート結果から条件④の大きな声で声かけをした場合は全ての患者役が「平穩」以外の「驚き」, 「怒り」, 「恐怖/悲しみ」を感じたことがわかった. 一方で, 条件⑦の普段通りの話し方で声かけをした場合は全ての患者役が「平穩」を感じたことがわかった. AIを用いた分析ではセリフ3を速く読んだ場合のみ「平

穩」「ネガティブ」を示し, それ以外の条件では「平穩」「ポジティブ」を示した.

【考察】結果から, 普段通りの話し方から声の高さ・大きさ・速さを変えた場合は「平穩」を感じる人と「恐怖/悲しみ」「怒り・驚き」を感じる人とで分かれた. このことから, 患者への声かけは全ての人に同様な条件で行うよりも, 性別や年齢によって変えながら行うことで患者に対する印象をより良いものにできると考えられる.

9 FPD 搭載 X 線透視診断装置におけるグリッド有無による被ばく線量の測定: 新生児全身ファントムによる比較研究

境紀行, 田部井勝行, 佐々木克剛, 小川菜美絵, 竹中重治, 青木淳, 今江禄一, 岩永秀幸

東京大学医学部附属病院 放射線部

【目的】X線透視は様々な診療目的に使用されており有用である. 患者・術者の被ばく線量の低減は重要な課題である. 近年の Flat Panel Detector (FPD) 搭載 X 線透視診断装置(以下, FPD 透視装置)はグリッドの着脱が可能であり, 体厚の薄い小児患者ではグリッドを外すことによる被ばく線量の低減が期待される. そこで, 新生児全身ファントムを用いて, FPD 透視装置において, グリッド有/無の被ばく線量を測定して比較検討することを目的とした. 【方法】新生児全身ファントムの腹部表面に線量計を設置し, FPD 透視装置にて, グリッド有/無の条件下で5分間連続 X 線透視, および20枚の連続撮影をそれぞれ行い, 各々の条件下における新生児全身ファントムの入射皮膚線量の測定を行った. 照射野は腹部~骨盤に絞った. 各々の条件下にて6回連続で線量測定を行い平均値と標準偏差を算出した. また, 各々の条件下における透視・撮影条件(管電圧, 管電流, 照射時間)を記録した. グリッド有/無による入射皮膚線量をウィルコクソン符号付順位検定にて比較した($P < 0.05$).

【結果】5分間連続 X 線透視による腹部の入射皮膚線量の平均値と標準偏差はグリッド有/無でそれぞれ $1.98 \pm 0.14 \text{ mGy}$, $1.23 \pm 0.07 \text{ mGy}$ であり有意差を認めた ($P = 0.03$). グリッド有/無の透視条件(管電圧, 管電流)はそれぞれ 64 kVp , 0.3 mA と 60 kVp , 0.2 mA だった. 20枚の連続撮影による腹部の入射皮膚線量の平均値と標準偏差はグリッド有/無でそれぞれ $4.13 \pm 0.16 \text{ mGy}$, $2.43 \pm 0.12 \text{ mGy}$ であり有意差を認めた ($P = 0.03$). グリッド有/無の撮影条件(管電圧, 管電流, 照射時間)はそれぞれ 57 kVp , 200 mA , 16 ms と 55 kVp , 200 mA , 10 ms だった.

【考察】グリッドを外した分だけ透視・撮影条件が低くなり、入射皮膚線量を有意に低減できたと考えられる。本研究の結果より、透視で36%程度、撮影で41%程度の線量低減が期待される。

【結論】FPD透視装置において、グリッドを外すことで新生児全身ファントムの腹部～骨盤の入射皮膚線量を有意に低減できる。

10 FPD搭載X線透視診断装置における逐次近似再構成法の有無による被ばく線量の測定：新生児全身ファントムによる比較研究

境紀行, 田部井勝行, 佐々木克剛, 小川菜美絵, 竹中重治, 青木淳, 今江禄一, 岩永秀幸

東京大学医学部附属病院 放射線部

【目的】X線透視は様々な診療目的に使用されており有用である。患者・術者の被ばく線量の低減は重要な課題であり、特に、小児患者の放射線リスクは無視してはならないという報告がある。近年のFlat Panel Detector (FPD) 搭載X線透視診断装置（以下、FPD透視装置）は撮影画像に対して逐次近似再構成法が可能であり、撮影時の被ばく線量を低減できる可能性がある。そこで、新生児全身ファントムを用いて、FPD透視装置において、逐次近似再構成法の有/無による被ばく線量をそれぞれ測定して比較することを目的とした。

【方法】新生児全身ファントムの腹部表面に線量計を設置した。FPD透視装置にて、逐次近似再構成法が有/無の条件下で20枚の連続撮影を行い、各々の条件下における新生児全身ファントムの入射皮膚線量の測定を行った。照射野は腹部～骨盤に絞り、各々の条件下にて6回連続で線量測定を行い平均値と標準偏差を算出した。逐次近似再構成法の有/無による入射皮膚線量をウィルコクソン符号付順位検定にて比較した ($P < 0.05$)。

【結果】20枚連続撮影による腹部の入射皮膚線量の平均値±標準偏差は逐次近似再構成法の有/無でそれぞれ 1.36 ± 0.06 mGy, 4.13 ± 0.16 mGy であり有意差を認めた ($P = 0.03$)。

【考察】FPD透視装置において、逐次近似再構成法を適用することによって、撮影時の線量を有意に低減できたと考えられる。本研究の結果より、67%程度の線量低減が期待される。今後、画質評価の検討が必要と考えられる。

【結論】FPD透視装置において逐次近似再構成法を適用することで、新生児全身ファントムの腹部～骨盤の撮影時における入射皮膚線量を有意に低減できる。

一般研究発表「CT①」

10:50 ~ 11:50

座長 鷲塚 冬記（東邦大学医療センター大森病院）
小林 隆幸（北里大学北里研究所病院）

11 高精細CTを用いた異なる撮影モードにおける新たな指標によるノイズ評価

菅野麻美, 小林弘明, 鷲塚冬記, 中野秀治, 武田稔之

東邦大学医療センター大森病院 中央放射線部

【目的】CT画像の信号検出能に関わる要因の一つに画像ノイズが挙げられる。CT画像上のノイズは、一般的にNoise SD (SD) やNoise Power Spectrum (NPS) で評価されている。しかし、SDでは画像の粒状性を踏まえた評価は困難であり、NPSでは単一の評価値が得られず比較が難しいことが指摘されている。このような中、近年、「見かけのノイズ」という新たな指標が提案された。この指標は、単一の評価値が得られるだけでなく、画像の粒状性を踏まえた評価が可能であると報告されている。そこで本研究では、高精細CT装置で得られたCT画像を対象に見かけのノイズ評価を行い、その有用性を検討した。

【方法】CT評価用ファントム (Catphan CTP 503) を被写体とし、これを高精細CT装置 (Aquilion Precision) でスキャンした。三種類の撮影モード (通常: NR、高精細: HR、超高精細: SHR) を使用し、設定SD値が一定となる線量で撮影した。そして、逐次近似応用再構成法によるノイズ低減処理を施した後、マトリクスサイズ512-pixelの解析対象画像を取得した上で、見かけのノイズ評価を行った。比較のため、従来のSDとNPSによる評価も行った。

【結果】全撮影モードで、見かけのノイズは従来のSDよりも高い値を示し、特にNRではより高い値を示した。さらに、見かけのノイズ評価では、NRがSHRよりも高い値を示したのに対し、従来のSDによる評価ではNRが低値を示した。また、NPSにおいては、NRのみNPS_{peak}およびNPS_{fav}が低い値を示した。

【考察】見かけのノイズでは、ノイズ低減処理によって生じる粒状性の乱れを考慮する事が可能であると考えられる。撮影モード間で設定SDが一定であるにも関わらず、NRの見かけのノイズ値が高値となった理由として、NPSの結果から分かるように、低周波成分のノイズ量が多いことに起因すると考えられる。本検討の結果から、ノイズの構成周波数が大きく異なる画像を比較する際に、見かけのノイズを用いることで、画像の粒状性を考慮した単一な値での評価が可能となることが示唆された。

12 SSDEを用いた小児心臓CT検査における施設内線量管理手法の検討

城間祐花, 庄司友和, 井坂杏奈, 和田浩祈, 塩田翔一, 中川大輔,

平川英滋

東京慈恵会医科大学附属病院 放射線部

【目的】DRLs2020において、小児CT検査は頭部、胸部、腹部の部位で報告がされており、区分には年齢、体重、線量指標にはCTDI_{volume}やDLPが用いられているが、心臓領域についてはまだ報告がされていない。近年では、The American Association of Physicists in Medicine (以下AAPM)が考案したsize-specific dose estimate (以下SSDE)での評価も検討されている。本研究では、小児心臓CT検査のローカルDRLを導き出すために、SSDEの手法を導入し適切な線量管理について検討する。

【方法】当院にて2020年4月～2023年1月までに撮影された、0歳～13歳までの患児の線量情報と心臓CT画像を用い解析を行った。解析法にはAAPM report204, 220それぞれの算出方法により、心臓と肝臓スライス断面でのCTDI_{volume}, SSDEを求めた。なお解析ソフトはVINCENT (富士フィルム)を用いた。

【結果】心臓および肝臓断面において、CTDI_{volume}, SSDE双方で最も相関係数が高かったのは、Lateral方向の被写体幅としたときであった(R²=0.889)。次いで、体重、AP方向の被写体厚の順に相関係数は高かった。

【結論】現在、日本のDRLsは年齢と体重で区分されているが、今後SSDEを用いた線量管理を行うには、被写体幅などの体格指標も導入することも必要だと考える。

13 撮影条件が material decomposition の解析精度に与える影響

宮坂純基, 富田尚樹, 関根蓮

日本医科大学千葉北総病院 放射線センター

【目的】急性期脳梗塞の患者に対する血栓回収療法は、ペナンプラ領域を救済することを目的として有効性が高いが、合併症として血管の損傷に伴う脳出血を伴うことがある。従来のCTでは出血と造影剤を区別することが困難でしたが、Dual Energy CTを用いた仮想単純画像(VNC: Virtual non-contrast)は、これらの問題を解決する手段として広く認知されている。血栓回収療法後の出血と造影剤を区別するための検査に対して、撮影線量の最適化を目的とし、撮影線量が解析精度に与える影響を検討した。

【方法】使用機器はCANON社製Aquilion ONE、画像処理ワークステーションはCANON社製Vitrea、日興ファインズ工業株式会社製のMRIファントムを使用した。ヨード造影剤と蒸留水を使って希釈造影剤を作成し、封入した。希釈造影剤は、1.0, 3.0, 5.0, 10.0mgI/mlの4種類を作成した。撮影条件は、管電圧80kVと135kVの組み合わせを用いて、Rotation timeは1.0sとした。volume CT dose index (CTDI_{vol})はそれぞれ21.5mGy, 36mGy,

50.5mGyとした。VitreaにてVNCを作成し、Image-Jを用いて試料内のCT値を計測した。

【結果】今回作成した試料は、ヨード造影剤と蒸留水で作成しているため、理論上、VNCのCT値は0HUになる。VNCのCT値は、CTDI_{vol} 21.5mGyで8.03±0.99HU, CTDI_{vol} 36mGyで6.54±0.92HU, CTDI_{vol} 50.5mGyで5.65±1.04HUだった。線量が高いほど、理論値からのズレは小さくなった。ヨード濃度別にVNCのCT値を比較すると、ヨード濃度が高くなるにつれて理論値に近くなった。また、すべての条件下で、VNCのCT値はプラスの値を示した。統計解析の結果、撮影線量とVNCのCT値に有意な差が認められた。

【結論】撮影線量とヨード濃度が、VNCの造影剤除去精度に関係していることが確認できた。

【考察】撮影線量とVNCのCT値の間には有意差が認められた。しかし、今回設定した線量では、平均値の比較で最大3HU程度の差が生じる程度のため、臨床への影響は少ないと考えられる。よって、血栓回収後のCT検査では通常時のような低コントラスト分解能が必要でないことから、撮影条件の最適化の余地があると考えられる。

14 造影CT検査にて院内緊急コールを行った副作用症例の解析

浅井恋, 佐藤英幸, 稲毛秀一, 横田卓也, 工藤晃, 范睿恒, 川本圭晋, 木暮陽介

順天堂大学医学部附属順天堂医院

【目的】CT検査で使用するヨード造影剤には副作用発症のリスクがある。当院で造影剤投与時に重篤な副作用を発症した患者について調査し、造影検査および副作用発生時における適切な対応を検討する。

【方法】対象患者は、2021年4月から2022年10月の期間において造影剤投与時に重篤な副作用を発症し院内緊急コールを行った症例6例とした。RISおよび電子カルテより、患者背景や検査詳細、検査開始時から副作用による症状の改善までの流れ、その後のCT検査時にどのような対応を行ったかを調査した。

【結果】6例のうち4例で過去に問題なく使用していた製剤で今回の副作用が生じていた。造影剤投与から初期症状発症までの時間は平均2.5分であり、投与後短時間で初期症状(嘔吐、意識低下、呼吸困難、血圧低下など)が発症していた。院内緊急コールは、初期症状発症後平均2.1分と早急に対応できていた。また、全症例で初期症状発症か

ら平均 1.8 分でアナフィラキシー治療の第 1 選択薬であるアドレナリンの投与, 高流量酸素投与を行っていた. 患者背景としては, 6 例中 2 例が心疾患および透析患者であり, 3 例が糖尿病を有していた. CT 室で応急処置後, 全症例で ICU へ移動となり入院していた. 6 例のうち 5 例が次の日に退院および本来の病棟に戻っていた. 以降 CT 検査を行ったのは 6 例のうち 2 例であり, いずれも単純検査であった.

【結論】造影剤使用時は, 過去に使用していた製剤でも重篤な副作用を発症し得ることを理解しておくことが大切である. また, 造影剤投与から検査終了まで注意深く患者の観察をすることが大切だといえる. アナフィラキシーを疑った場合, 直ちにアドレナリンを筋肉注射することが求められるが, 気道浮腫などの窒息の危険がある症状を認めた場合には高流量の酸素投与が重要となる. 重篤な副作用を発症した患者には単純 CT 検査や他検査で対応することで, 患者負担を軽減することも求められる.

15 テスト信号を用いた心電図同期撮影の新たな活用方法

坂口正剛, 福田幸太郎

東京女子医科大学八千代医療センター

【目的】当院の乳幼児胸部 CT 撮影では, 面検出機を用いて撮影を行っている. 呼吸停止下での撮影は困難であるため, 可能な限り早い速度で撮影するが, 体動によるアーチファクトが出現する. そのため, 再構成方法を変え, 最も体動が少ない画像を選び画像提供している. 再構成の種類は, Full 再構成, 体動補正された Full 再構成, Half 再構成がある. この Half 再構成は, データ半分を用いて再構成されるが, 任意で前後のデータを選び再構成することはできない. そこで我々は, 任意の位相を選択できる心電図同期再構成の活用を検討した. 心電図同期撮影, 及び非同期撮影にて, 撮影条件や CTDI を同じにし, 水ファントム (18cm ϕ) を用いてノイズの評価を行った.

【方法】非同期の撮影条件は, 管電圧 120kV, 管電流 100mA, 管球回転速度 0.275 秒, CTDI 5.9mGy で 5 回ずつ水ファントムを撮影した. 心電図同期では, 心電図のテスト信号を発生させ心電図同期撮影ができるよう設定した. 心位相 70% を中心に 275msec 分を撮影するように設定し, 他の撮影条件は非同期撮影と同条件で撮影した. 解析画像は, Full と Half にて FBP, AiDR3D(Weak, Mild, Standard, Strong), AiDR3DEnhanced(eMild, eStandard,

eStrong) を再構成した. 解析は, SD 値と NPS を調査した. SD 値はファントム中心と周囲 4 点の平均 SD 値を求め, NPS は Radial Frequency 法にて調査した. 統計解析は, Wilcoxon の順位和検定を用いて心電図同期と非同期の有意差を求めた.

【結果】FBP では SD 値と NPS の両方において非同期撮影と心電図同期撮影に有意差は認められなかった. AiDR3D, AiDR3DEnhanced 再構成において, 低周波領域では有意な差を認めなかったが, 高周波領域では心電図同期撮影が非同期撮影と比較して, SD 値と NPS 共に低い値を示した. これらは Full, Half 共に同じ傾向を示した.

【結論】撮影条件や CTDI を同じ条件にした場合, 非同期撮影より心電図同期撮影の方が低ノイズの画像を得ることが出来ると考えられる. そのため心電図同期撮影は, 従来の非同期撮影の代わりに使用することが出来る可能性があり, 乳幼児胸部 CT 撮影の新たな選択肢となりうる.

16 体幹部ヘリカルスキャンを想定したストリークアーチファクトの評価

Gumbel 法と Subtraction-Gumbel 法の比較

塚原光, 西村恭紀, 東海芽生, 堀米俊彦, 橋本弘幸

東京女子医科大学病院

【背景・目的】CT 画像上のストリークアーチファクト (SA) は, Gumbel 法で定量評価できることが知られているが, 先行研究の多くは CT 値が均一な領域での評価に留まる. 不均一な領域における SA ありと SA なしの画像を差分し, Gumbel 法を適用することで不均一な領域の SA を推定する方法が考案されている (Subtraction-Gumbel 法). しかし, この手法を詳細に検討した報告はほとんど存在せず, 未だ議論の余地がある. 本研究では体幹部ヘリカルスキャンを想定し, SA の評価を楕円水ファントムを用いて Gumbel 法と Subtraction-Gumbel 法で比較・検討することを目的とした.

【方法】CT 装置は Aquilion PrimeSP (キャノン社製) を用いた. 撮影条件は 120kV, 5mAs とし, 軌道同期ヘリカルスキャンで画像収集した. 楕円水ファントムの中心に CT 値 400 程度の脊椎を模したシリンジを固定し SA なしの画像を撮影した. また, 左右に CT 値 600 程度の腕を模したシリンジを 1 本ずつ配置し SA ありの画像を撮影した. SA ありの画像 (SA あり) と, SA ありから SA なしを差分した画像 (差分画像) のそれぞれ同じ位置に 50 \times 100pixels の ROI を置いた. その後, 位置パラメータ (β), 尺度パラメータ (γ) を求め, Gumbel 法と Subtraction-Gumbel 法の比較をした.

【結果】CT 値の不均一な領域において SA あり画像ではプロットは直線的ではなく Gumbel 法の適応は困難であった. 一方, 差分画像ではプロットは直線的となり, Gumbel

法が適応可能であった。CT 値の均一な領域 (ROI1, 2) においては SA あり・差分画像ともに Gumbel 法の適応となった。ROI1, 2 での B はそれぞれ (ROI1; 376.8 vs 517, ROI2; 344 vs 483.5) となった。

【結論】 CT 値の不均一な領域において Gumbel 法の適応は困難であったが、Subtraction-Gumbel 法では適応可能であり、被写体内の CT 値変化に関わらず、ストリークアーチファクトの評価が可能であった。

一般研究発表「核医学・治療」

15:30 ~ 15:50

座長：我妻 慧 (北里大学)

水野 将人 (杏林大学医学部付属病院)

17 骨 SPECT imaging におけるハーフスキャンの有用性

松友紀和^{1),2)}, 深見光葉¹⁾, 山本智朗^{1),2)}

¹⁾杏林大学 保健学部 診療放射線技術学科

²⁾杏林大学 大学院保健学研究科診療放射線学分野

【目的】 Single photon emission computed tomography (SPECT) は放射性医薬品の分布を三次元的に捉えることができるため、骨シンチグラフィにおいてもその有用性が報告されている。しかし、骨 SPECT はあくまでも全身撮像に対する追加撮像であり、撮像時間に制限がある。本研究では、骨 SPECT の撮像時間短縮を目的にハーフスキャン (180 度収集) の妥当性と有用性を検証した。

【方法】 骨 SPECT 評価用ファントムをベースに作成したデジタルファントムに対して、収集範囲が 360 度, 270 度, 180 度, 90 度となるように投影データを作成した。270 度収集は右前 45 度から左前 45 度, 180 度収集は右側から左側, 90 度収集は右後 45 度から左後 45 度とし、いずれも背側 (脊椎) をカバーする範囲とした。作成した投影データに対して、ordered subset expectation maximization 法による画像再構成を行い、full width at half maximum (FWHM) とバックグラウンド均一性 (%CV)、模擬病変のリカバリ係数を評価した。

【結果】 360 度収集の FWHM は 22.5 ± 0.1 mm で 90 度収集の FWHM は 29.1 ± 3.4 mm と最も高い値を示した。180 度収集の FWHM は 23.8 ± 2.7 mm と 360 度収集に比較して差はみられなかったものの変動が大きくみられた。%CV は収集範囲が狭くなるに従って高値を示したが (360 収集; $16.2 \pm 0.6\%$, 270 度収集; $19.1 \pm 3.4\%$, 180 度収集; $20.5 \pm 6.3\%$, 90 度収集; $28.5 \pm 8.2\%$)、リカバリ係数に明らかな違いは認められなかった。

【結論】 180 度収集は均一性に劣るが、空間分解能や描出能の観点からは骨 SPECT に適応可能であり、撮像時間短

縮に対する有用性が示された。

18 IGRT におけるリモートシステムの有用性の検討

橘美優, 倉林恵梨, 田村裕毅, 金好貴志, 久保圭一郎, 武田稔之
東邦大学医療センター大森病院

【背景】 2022 年に改訂された画像誘導放射線治療

(IGRT) のガイドラインによると、「最終的な位置照合結果の判断は医師によって行われる必要がある」と記載されている。そのため当院では IGRT を実施するにあたって診療放射線技師が画像照合を行った後、医師は操作室にある画像照合装置の前まで来て確認をしていた。昨年 2 月に ConeBeamCT (CBCT) が撮影可能な装置が導入され、IGRT の件数も大幅に増加するため治療枠の圧迫や医師の通常業務に支障が出ると考えられた。そのため KVM リモートシステム (ブラックボックス社製) を導入する事にし、画像計画装置と治療計画室、診察室の端末をそれぞれリモート接続することで、医師が遠隔で画像確認を行えるようにした。このリモートシステム導入によって照合確認に費やす時間をどの程度短縮できるか、また照合時間の短縮による臨床的価値の有用性を調べた。

【方法】 リモートシステムを使用した場合と使用しない場合で IGRT を行っている各 50 例に対して、診療放射線技師が画像照合を行い医師が照合確認を始めるまでの時間を測定した。

【結果】 リモートシステムを使用した場合の照合確認までの平均所要時間は 17.48 ± 11.29 秒であった。一方、リモートシステムを使用しなかった場合の平均所要時間は 48.88 ± 31.84 秒であった。結果より、リモートシステムを使用することで 1 症例あたり平均 31.4 秒短くなった。

【考察】 画像照合から照射までの所要時間が短くなることで IGRT を行う件数が増えても、今まで通りの時間枠で押すことなく治療を行えた。また閉所恐怖症や疼痛がある方の負担軽減や駆風浣腸を施行するかの判断もスムーズに行え、医師と診療放射線技師でダブルチェックができるなど治療の効率が上がることが考えられる。

一般研究発表「MRI②」

15:55 ~ 16:45

座長：北川 久 (東京慈恵会医科大学附属病院)

19 Multi-slab を用いた脳血管 4D FLOW MRI における ファントムによる撮像条件検討

川鍋 柊太¹⁾, 阿部 雅志¹⁾, 池亀 敏¹⁾, 小檜 山奈津留¹⁾, 小林 宏之¹⁾, 嶺 貴彦²⁾

¹⁾日本医科大学千葉北総病院 放射線センター

²⁾日本医科大学千葉北総病院 放射線科

【目的】 脳血管領域の 4D FLOW MRI において、内頸動脈狭窄や脳動脈瘤における血流動態の評価が可能となる。脳血管領域における multi-slab 撮像が 4D FLOW 解析に与える影響を検討する。

【方法】 脳血管を模した血管ファントムを、PVA にて間隙を満たした状態で心電拍動ポンプに接続し、回路内に 40%グリセリン溶液を BPM60 で還流させ、撮像範囲を C4-M2 を想定した 8cm とし 4D FLOW 撮像をした。また、比較として同一部位に対して超音波装置を用いて流速測定を行った。検討項目として、slab 数を 1, 3 と変更した。Multi-slab については overlap を 20, 25, 33, 50% と変更した。また、flip angle (FA) を 5, 10, 15, 20, 30, 40° と変化させた。得られたデータより信号雑音比 (SNR)、速度ノイズ比 (VNR) と速度実測値 (平均流速、標準偏差、最大値、最小値) を測定し、超音波での計測値と比較した。

【結果】 Multi-slab で撮像を行った場合、overlap が小さいほど、slab 移行部における SNR, VNR が低下し、流速測定において血管径が過小評価された。FA を変化させた場合、15° から 20° 程度の高い FA において SNR, VNR が向上したが、slab 末端になるにつれて共に低下した。また、速度実測値については、slab 端や移行部を除いて超音波による計測値と相関がみられた。

【結論】 Slab 数や FA を変更すると、撮像範囲における SNR, VNR に変化がみられた。3 slab で高い FA を使用することで SNR, VNR が向上したが、overlap が 25% 以下では slab 移行部における信号低下が目立った。Multi-slab とすることで撮像時間が増加するため、撮像範囲や検査時間等を考慮して条件設定を行う必要がある。今回の基礎検討から、脳血管領域での multi-slab 併用の 4D FLOW 撮像では single slab と比較し、飽和効果の影響による信号低下を抑制する可能性を示唆した

20 塩化マンガン (II) 四水和物と PVA (Polyvinyl Alcohol) を用いた生体組織近似ファントム作成の検討

小檜 山奈津留¹⁾, 松本 剛²⁾, 川鍋 柊太¹⁾, 阿部 雅志¹⁾, 加藤 丈司¹⁾, 小林 宏之¹⁾

¹⁾日本医科大学千葉北総病院 放射線センター

²⁾日本医科大学付属病院 放射線科

【目的】 現在、倫理的観点から研究発表だけではなく、撮像条件の調整においてもボランティア撮像を行うことは、倫理委員会の承認や十分なインフォームド・コンセントが必要である。そのため、生体組織に近似させた自作ファントム作成の重要性が高まっている。通常、生体組織に近似したファントムを作成する場合、緩和剤としてガドリニウムを使用することが多い。また緩和時間を短縮させるためにゼラチンやスクロースを利用するケースが報告されている。しかし、ガドリニウムは生体組織の近似値としては T2 値が比較的長いこと。医療機関以外においては、供給困難である問題などがある。次に、ゼラチンは高温多湿な環境に弱くアミノ酸を主成分とすること。スクロースは糖類であるため、溶液中に黴などの変性を生じる可能性が高い。そこで、今回は、常磁性体であり、より短い緩和時間を示す塩化マンガン (II) 四水和物および合成高分子の PVA (Polyvinyl Alcohol) を用いて、生体組織に近似した T1 および T2 値となる長期的に使用可能なファントムを作成するための基礎検討を行った。

【方法】 撮像装置は、GE 社製 SIGNA HDx 1.5T, Coil : QD-HEAD-Coil である。試料は、PVA-110、純度 99.0% 以上の塩化マンガン (II) 四水和物 ($MnCl_2 \cdot 4H_2O$)、ガドリニウム造影剤 (Gd-HP-DO3A) を用いた。撮像条件は、Matrix=256×256, FOV=20cm, Slice thickness=8.0mm, BW=31.25kHz. T1 値の測定は、Inversion Recovery (IR) 法 [TI: 50~3500ms], T2 値は Spin Echo (SE) 法 [TE: 20~300ms] で行い、ImageJ にて解析した。

【結果】 PVA 75~90wt% の T1 値: 669~1218ms, T2 値: 74~216ms. 0.018~0.073mM 塩化マンガン (II) 四水和物と PVA 混合液の T1 値: 627~404ms, T2 値: 135~75ms. 0.1~0.3mM ガドリニウムと PVA 混合液の T1 値: 759~500ms, T2 値: 710~135ms. また 1 年後の変化率は 5~20% 程度であった。

【結論】 塩化マンガン (II) 四水和物と PVA の濃度を可変することにより、長期的に使用可能な生体組織に近似したファントムを作成できることが示唆された。

21 ダミーパルスを使用した 3D Phase Contrast 法での 頸胸部血管の描出

池亀 敏¹⁾, 阿部 雅志¹⁾, 川鍋 柊太¹⁾, 小檜 山奈津留¹⁾, 嶺 貴彦²⁾

¹⁾日本医科大学千葉北総病院 放射線センター

²⁾日本医科大学千葉北総病院 放射線科

【目的】 当院では頸胸部血管領域の撮像は心電図同期 3D Phase Contrast 法 (以下 3D PC 法) の Inhance 3D Velocity を用いて撮像している。今回、頸胸部血管を患者の心電図を用いず、ダミーパルスによる 3D PC 法での撮

像が可能かを検討してみた。

【方法】頸部血管を模した血管ファントムを、PVAにて間隙を満たした状態で心電拍動ポンプに接続し、回路内に血液と同等の物性に調整した40%グリセリン溶液をBPM60で還流させ、総頸動脈起始部と想定し3D PC法にて撮像をした。この拍動ファントムに対して心電図同期なし、心電図同期あり（BPM60）、拍動ファントムと同期しないダミーパルス（BPM60, 120）の4パターンに変更し、得られた画像を放射線科医師、放射線技師、計5名により視覚評価を行なった。5名の評価者は個別で行い、観察条件（観察環境や観察時間など）を制限せずに行なった。評価ポイントは、血管ファントム内部の描出能、拍動によるアーチファクトの影響を含めた血管ファントム全体の描出能とした。5名の評価者がそれぞれの画像に点数をつけ、最終データは5名の評価者全員のスコアの平均値±標準偏差で表した。得られたデータはMann-Whitney's U testにて統計学的検定を行い、危険率5%未満を有意差ありと判定した。

【結果】血管ファントム内部の画像評価は全パターンにて診断に影響がないほどの描出能であった。血管ファントム全体の評価は、心電図同期をしない撮像にて若干評価が低い結果となった。

【結論】結果より頸胸部血管を患者の心電図を用いず、ダミーパルスによる3D PC法で撮像することは可能であった。臨床においては、拍動の影響も少なく、撮像時間が短縮できるBPM120のダミーパルスによる撮像が有用であることがわかった。

22 MR Elastographyの2D及び3D撮像における、撮像条件の変化に伴う弾性率変化の比較

林直弥^{1,2)}、吉丸大輔^{3,4)}、荒木洋一¹⁾、渋谷周平^{3,5)}、河本 敦夫¹⁾、川口尚希¹⁾、村田勝俊⁶⁾、齋藤和博³⁾

¹⁾東京医科大学病院 放射線部

²⁾京都立大学 人間健康科学研究科 放射線科学域

³⁾東京医科大学 放射線医学分野

⁴⁾東京慈恵会医科大学 再生医学研究部

⁵⁾順天堂大学保健医療学部 診療放射線学科

⁶⁾シーメンスヘルスケア株式会社 MR リサーチ&コラボレーション部

【目的】定量的に硬さを評価する技術として、Magnetic Resonance Elastography (MRE) がある。現在、MREには2Dと3D撮像があり、3D撮像ではロバストな測定値が取得可能とされ、より詳細な肝硬度の評価が期待されている。そのため従来法との定量値の挙動比較は極めて重要である。そこで、撮像条件の変化に伴う、2D-MREと3D-

MREの弾性率の変化を比較した。

【方法】自作ファントムを作成し、2Dと3Dについて振動のAmplitude、スライス厚を変化させ、弾性率を測定した。撮像条件は、SE-EPI, TR/TE = 1200 ms/47.0 ms (2D), 2500 ms/41.0 ms (3D), Average = 1, FOV = 400 x 400 mm², Matrix = 100 x 100とした。撮像には3T MAGNETOM Skyra (SIEMENS) を使用した。3D-MREのシーケンスは、SIEMENS社のWork in Progressである。

【結果】2D, 3Dいずれも、Amplitudeが高いほど弾性率が高くなる傾向にあったが、3Dの方が至適Amplitude付近での弾性率がプラトーとなり変動係数も小さかった (2D: 0.015, 3D: 0.007)。また、両者ともにスライス厚を厚くしていくと弾性率がプラトーになったが、3Dの方が変動係数が小さかった (2D: 0.018, 3D: 0.010)。どちらの検討においても、3Dの方が弾性率は低くなり先行研究と合致した。また関心領域内の弾性率のSDは3Dの方が小さかった。

【結論】変動係数が小さく、信頼区間の安定性もある3D-MREの方が、撮像条件が変化しても再現性の高い弾性率測定ができる可能性がある。

23 画像所見のない小児患者の正常例起用への検討

反り目慧美¹⁾、齋藤慶斗¹⁾、吉丸大輔²⁾、濱田雄貴¹⁾

¹⁾東京女子医科大学八千代医療センター

²⁾東京慈恵会医科大学

【目的】

頭痛は、脳腫瘍、脳炎、クモ膜下出血など頭部疾患の症状として出る頭痛（二次性頭痛）と、疾患が無く、頭痛発作を繰り返すことが問題である慢性頭痛症（一次性頭痛）に大別される。我々は頭痛を主訴にMRIを撮像し、結果画像所見がなく、かつ臨床的に疾患を疑われていない症例を複数経験した。一般に、画像研究において画像所見また基礎疾患の無い症例をコントロールとすることがある、本症例のような頭痛を主訴とする場合、どの程度微細構造、また代謝性の変化が起きているかの予測は難しい。そこで、拡散テンソル (DTI) データから得られる詳細な拡散情報を用い、頭痛を主訴とし、画像所見や基礎疾患の無い症例に対し、大脳白質、灰白質の変化を調査した。

【方法】倫理委員会承認の下、頭痛を主訴とし小児神経脳疾患を疑って頭部MRIを撮像した7歳から15歳の内、画像所見が無く基礎疾患を持たない22症例を対象とした。装置はPhilips社製Ingenia 3.0T CX MRIを使用し、DTIおよび3D T1強調画像を撮像した。得られたDTIデータからFractional Anisotropy (FA), Axial Diffusivity (AD), Mean Diffusivity (MD), Radial Diffusivity (RD) を算出した。また構造データとして3DT1強調画像を用

い、それぞれ灰白質と白質領域を抽出し、DTI データから得られた各インデックスの変化を評価した。統計解析には Spearman の相関係数を用いた。使用したソフトウェアは FSL, MRtrix, JMPpro16 である。

【結果・考察】 灰白質、白質共に FA は年齢と共にやや増加傾向であった ($p=0.23$, $p>0.05$)。また、AD, RD は年齢と共に僅かに減少傾向であった。白質の MD では有意差が認められた ($p=0.42$, $p<0.05$)。これらはすでに報告されている正常例の年齢変化に伴う値の変化と同様であった。しかし、有意な相関が得られず、また、偏差が大きかったため、必ずしも正常例として扱えるとは言えない。

【結論】 年齢に伴う各インデックスの変化は過去の報告と近い傾向であったが、有意な相関を得ることができなかったため、正常例として扱うことには注意が必要である。

一般研究発表「CT②」

16:50 ~ 17:40

座長：長澤宏文（国立がん研究センター中央病院）

小林 隆幸（北里大学北里研究所病院）

24 被写体厚が Photon-counting CT における仮想単色 X 線画像の HU 曲線に与える影響

木村未来¹⁾, 望月純二²⁾, 鷺塚冬記³⁾, 遠藤和之⁴⁾, 石坂友¹⁾, 西村直人⁵⁾,

¹⁾メディカルスキャニング 東京

²⁾みなみ野循環器病院

³⁾東邦大学医療センター大森病院

⁴⁾東海大学医学部付属八王子病院

⁵⁾メディカルスキャニング 武蔵小金井

【目的】 従来の dual energy CT では、被写体の厚さが大きくなると、beam hardening 効果 (BH) により造影剤の CT 値が低下することが報告されている。しかし、photon-counting CT (PCCT) では、その挙動は明らかにされていない。本研究の目的は、PCCT から得られた仮想単色 X 線画像 (VMI) に対し、被写体厚とヨードにおける HU 曲線の関係を検討することである。

【方法】 CT 装置は PCCT (NAEOTOM Alpha: Siemens) を使用した。撮影条件は管電圧を 120kV, 25mGy とし、再構成条件はスライス厚/間隔=1mm/1mm, 再構成関数 Br44, 逐次近似強度は 0 で再構成した。ファントムは Mercury 4.0 AEC Phantom (SunNuclear) を使用し、検討対象はヨード rod (120IV: 245HU) とした。得られた VMI 画像 (40-190keV) から、ヨード rod における HU 曲線を作成し、各被写体厚 (16, 21, 26, 31, および 36cm) について、CT 値及び SD の変化を測定した。

【結果】 すべての被写体厚で、ヨード rod の CT 値はエネルギーが低くなるほど上昇し 40keV で最大となった。被写体厚に対するヨードの CT 値の変化は、すべてのエネルギーにおいて被写体厚 36cm が最も高値を示した。また、被写体厚 16cm と 36cm との差はすべてのエネルギーにおいて 10HU 未満であり、エネルギーが低いほど差が小さかった。SD は被写体厚が大きいほど高値を示し、エネルギーが低いほど上昇した。

【結論】 PCCT から得られる VMI のヨード CT 値と被写体厚との関係はほぼ一定の値となり、体厚による BH の影響を受けにくいことが示唆された。しかし、被写体厚が大きくなるほど SD は上昇することに注意する必要があると考える。

25 Photon-counting CT における寝台移動速度が仮想単色 X 線画像に与える影響

渡邊美南海¹⁾, 望月純二²⁾, 鷺塚冬記³⁾, 遠藤和之⁴⁾, 石坂友⁵⁾, 西村直人⁶⁾

¹⁾メディカルスキャニング池袋

²⁾みなみ野循環器病院

³⁾東邦大学医療センター大森病院

⁴⁾東海大学医学部付属八王子病院

⁵⁾メディカルスキャニング東京

⁶⁾メディカルスキャニング 武蔵小金井

【目的】 Photon-counting CT (PCCT) では、従来の Dual source CT 同様に Flash Spiral モードによる高速撮影が可能である。高速撮影はモーションアーチファクト低減などの利点があるが、画質に与える影響を考慮する必要がある。本研究の目的は、PCCT における寝台移動速度が仮想単色 X 線画像 (VMI) に与える影響を評価することである。

【方法】 内部にヨード rod (120kV : 240 HU) を装着した Mercury 4.0AEC Phantom (SunNuclear) を PCCT (NAEOTOM Alpha :SIEMENS) にて、管電圧 : 120kVp, CT-AEC (IQ level 120mAs) で撮影した。再構成条件は、スライス厚/間隔=5mm /5mm, 再構成関数 Br44 とした。

pitch factor (PF) を通常撮影モード (0.8), Flash Spiral モード (1.6, 2.4, 3.2) と変化させたときの、被写体厚 (16, 21, 26, 31, 36cm) における、仮想単色 X 線画像

(VMI) のヨード CT 値および standard division (SD) を計測し、各被写体の HU 曲線を作成した。

【結果】通常撮影モードでは、各被写体厚による CT 値の変化は小さかった。しかし、高速撮影の Flash Spiral モードでは、最大被写体厚 36cm において高 PF ほど CT 値の低下がみられた (通常撮影モードに比して約 8%)。また HU 曲線の比較では、低 keV、かつ被写体厚が大きいほど CT 値が低下した。SD においても、低 keV、かつ被写体厚が大きいほど上昇する傾向を示した。

【考察】PCCT で極端に早い寝台移動速度を利用する場合、VM I70keV における解析制度は担保されているが、40keV などの低 keV 領域では、被写体厚が厚いほど、著しい SD の上昇が起こるため、適切な寝台移動速度の選択が必要である。

26 Photon-counting CT における撮像方向の違いによる CT-AEC の評価

指田結香¹⁾、鷲塚冬記²⁾、望月純二³⁾、遠藤和之⁴⁾、石坂友¹⁾、西村直人⁵⁾

¹⁾メディカルスキャニング 東京

²⁾東邦大学医療センター大森病院

³⁾みなみ野循環器病院

⁴⁾海大学医学部附属八王子病院

⁵⁾メディカルスキャニング 武蔵小金井

【目的】現在、CT 撮影では自動露出機構 (CT-AEC) が広く利用されているが、Söderberg らの報告にもあるように撮像方向の違いにより CT-AEC による管電流変調の挙動が変化することが知られている。しかしながら、この挙動は、photon-counting CT (PCCT) では未知である。本研究の目的は、PCCT での撮像方向の違いが CT-AEC の管電流変調に与える影響を評価することである。

【方法】Mercury 4.0 AEC ファントム (Sun Nuclear 社) を、PCCT (NAEOTOM Alpha :SIEMENS) にて、管電圧 : 120kVp、CT-AEC (IQ level 120mAs) で撮影した。再構成条件は、スライス厚/間隔 : 5 mm/5 mm、再構成関数 Br44 とした。撮像方向を頭尾、および尾頭方向とし、pitch factor (PF) を通常撮影モード (0.8) 、Flash Spiral モード (1.6, 2.4, 3.2) と変化させたときの、仮想単

色 X 線画像 (VMI) の standard division (SD) を計測し、各ロケーションにおける mA 情報を抽出し比較検討した。

【結果】撮像方向を変化させても通常撮影モードでは被写体厚毎の SD、mA 共に大きな変化は見られなかった。また、高速撮影の Flash Spiral モードにおいても mA の変化は同様であったが、PF=3.2 を利用した場合のみ、撮像方向による mA にわずかな変化が見られた。SD に関しては、撮像方向による違いは少ないものの Flash Spiral モードにおいて高い傾向となった。

【考察】PCCT では撮像方向の違いによる管電流変調変化はわずかであり SD がほぼ一定であったことから、CT-AEC の精度が従来 CT に比べ向上していると考えられる。しかしながら、Flash Spiral モードにおいて極端に大きな PF を選択する場合、撮像方向の違いにより管電流変調が変化することが考えられ、ノイズの上昇に注意が必要である。

27 超解像 Deep Learning Reconstruction における FOV 依存性についての検討

水津利仁、太田慎之介、川鍋柊太、小林宏之

日本医科大学千葉北総病院 放射線センター

【目的】これまでの CT 装置のカットオフ周波数はおおよそ 1.3cycles/mm であり、再構成 field of view (以下 FOV) を 200mm 以下に拡大しても、その画像の空間分解能は改善されなかった。しかし、近年開発された Deep Learning Reconstruction (以下 DLR) は、非線形処理であることが既に知られており、FOV 依存性についてもこれまでと違うのかどうかを評価することにした。

【方法】CT 装置は、Aquilion ONE を使用し、水ファントムと自作模擬血管ファントムを用いた。撮影条件はそれぞれ一定とし、再構成法に FBP、逐次近似法である FIRST、DLR として AiCE、PIQE を使用した。それぞれの再構成法で、FOV を 70, 100, 150, 200, 250mm に設定し、それぞれの画像特性を比較検討した。空間分解能には Task based modulation transfer function (以下 TTF)、ノイズ特性として noise power spectrum (以下 NPS) を測定した。また、模擬微小石灰化ファントムを自作して、その CT 値を測定した。

【結果】FBP では、FOV を 200mm 以下に拡大しても TTF が向上することは無かった。逐次近似法である FIRST でも、FOV150mm 以下で TTF は向上しなかった。DLR である AiCE では FOV70mm、PIQE では FOV100mm で、その TTF は最大となった。NPS では、そ

の変化が FIRST, AiCE, PIQE とも FBP とは異なる挙動を示した。また、模擬微小石灰化の CT 値は、FBP と FIRST では FOV の違いによる変化はほとんどなかったが、AiCE と PIQE では明らかな違いが表れた。

【結論】 DLR は FBP とは異なり、FOV200 以下の拡大再構成を使うことで、その空間分解能は向上し、更なる臨床的価値を高められる可能性がある。

28 低管電圧撮影と Deep Learning-based

Reconstruction を併用することによる撮影線量低減の検討

片瀬知樹¹⁾, 根岸徹¹⁾, 宮前裕太^{1),2)}

¹⁾ 東京都立大学大学院

²⁾ 国立がん研究センター中央病院

【目的】 X 線 CT 検査において低管電圧撮影は造影剤量減量や被ばく線量の低減ができる可能性があるという報告がある。しかし低管電圧撮影は画像ノイズが増加する課題がある。本研究ではノイズ低減に有用とされる Deep Learning-based Reconstruction (DLR) を低管電圧撮影と併用することにより画質特性を維持しながら撮影線量を低減可能か検討した。

【方法】 X 線 CT 装置は Aquilion ONE SPECTRAL Edition (Canon Medical Systems) を使用した。管電圧 120 kV, CT-Automatic Exposure Control (AEC) を指標 Standard Deviation (SD) 12 で使用し、再構成関数を FBP とした条件を基準条件とした。再構成関数を hybrid-IR (HIR), DLR の 2 通り使用し、管電圧 100 kV, 設定 SD を 12, 14, 16, 18 とした画像を取得したのち、ノイズ特性として Noise Power Spectrum (NPS) および解像特性として Task Transfer Function (TTF) を測定した。これらの画質特性から基準条件と合致する設定 SD を推定し、撮影時の CTDIvol を比較した。

【結果】 ノイズ特性について、DLR はどの設定 SD において基準よりも良い結果となった。HIR は周波数域によって設定 SD による変化が見られた。NPS の Area Under the Curve は FBP: 42.51, HIR において SD12: 29.25, SD14: 36.62, SD16: 43.40, SD18: 47.22 とおよそ SD16 が基準と同等の結果となった。解像特性について、HIR はどの設定 SD において基準よりも解像特性が悪化した。DLR は SD12 と SD14 がおよそ基準に近く、50% TTF の値は FBP: 0.378 cycles/mm, DLR において SD12: 0.391 cycles/mm, SD14: 0.365 cycles/mm となった。そこで臨床画像において 1 mm 以下の分解能を欲しているとし、空間周波数 0.625 cycles/mm の TTF の値を比較すると FBP: 0.212, DLR において SD12: 0.189, SD14: 0.218 と

SD14 が基準と同等の結果となった。これらの結果より 100 kV の低管電圧において基準と同等の画質条件は DLR において設定 SD14 であった。FBP (SD12) と DLR (SD14) において平均管電流はそれぞれ 170 mA, 220 mA であったため、管電流を固定して撮影した CTDIvol の表示値を比較したところ、FBP: 12.60 mGy, DLR: 9.70 mGy と約 23%低減した。

【結論】 本研究における基準画像では、HIR と低管電圧撮影との併用は解像特性の点から有用性は確認できなかった。DLR と低管電圧撮影との併用は、画質特性を担保しながら撮影線量をおよそ 23%低減できる可能性が示唆された。