

## 第36回東京支部秋期学術大会

一般研究発表抄録

日時：令和元年 11月2日（土）

場所：首都大学東京 荒川キャンパス、

「第2会場（大視聴覚室）」

9：00～10：30 一般研究発表「CT」

座長：横田 卓也（CT撮影技術研究班）

座長：小林 隆幸（CT撮影技術研究班）

### 9. CT造影情報管理システムを用いた造影剤注入圧リミット設定に関する研究

○青野裕樹, 浅野 翔太, 岡野由香里, 長澤伸行, 林利廣, 井野賢司, 白木尚, 阿部修

東京大学医学部附属病院放射線部

【背景】当院ではCT造影情報管理システムであるCEエビデンスシステム（根本杏林堂）を用いて、検査毎に造影情報を記録している。この記録された造影情報を管理・分析することでより安全性の高く・再現性のある検査を行うことが可能となる。【目的】造影CT検査では造影剤皮下漏れのリスク管理のため、造影剤注入圧にリミットを設定して造影剤注入を行っており、適切な注入圧リミットを設定することが望まれる。そこで本研究ではCT造影情報管理システムにより記録された造影情報を集計・分析することで当院の撮影プロトコル毎の造影剤注入圧を把握し、適切な注入圧リミットに関して検討を行った。【方法】CT造影情報管理システムにより記録された造影情報（撮影プロトコル・造影剤種類・注入速度等）をRIS（Radiology Information System）内に実装されている機能を用いて抽出した。またインジェクターの造影剤注入結果のデータベースより造影剤注入圧に関する情報を抽出した。これら抽出したデータの集計を行い、撮影プロトコル毎に造影剤最大注入圧を算出し、撮影プロトコル、造影剤の種類毎に比較した。【結果】造影1相撮影（注入速度：1.61 ml/sec）で平均の最大注入圧は造影剤イオヘキソール（ヨード濃度：350 mg/ml）使用で  $4.53 \pm 0.25$  kg/cm<sup>2</sup>、イオパミドール（ヨード濃度：370 mg/ml）使用で  $3.90 \pm 0.39$  kg/cm<sup>2</sup> となった。肝臓ダイナミック撮影（注入速度：3.21 ml/sec）で平均の最大注入圧は造影剤イオヘキソール使用で  $9.57 \pm 0.58$  kg/cm<sup>2</sup>、イオパミドール使用で  $8.18 \pm 0.40$  kg/cm<sup>2</sup> となった。撮影プロトコル毎に最大注入圧は同程度の値を示した。同じ撮影プロトコルにおいて造影剤の種類により最大注入圧に差が出たが、造影剤の粘稠度の違い等によるものと考えられる。【結論】CT造影情報管理システムにより記録された造影情報を用いることで撮影プロトコル毎の造影剤注入圧を把握でき、適切な注入圧リミットを設定するために有用な情報を得ることができた。

ットを設定するために有用な情報を得ることができた。

### 10. CT造影情報管理システムとRISを用いた造影データ設定に関する研究

○浅野翔太, 青野祐樹, 井野賢司, 長澤信行, 林利廣, 白木尚, 佐藤次郎, 阿部修

東京大学医学部附属病院放射線部

【背景】再現性のある造影CT検査を行うには、撮影のプロトコルや造影剤の種類や量、造影剤注入条件、患者の状態の記録と管理は重要であり。また、エビデンスのある造影情報の記録と管理には情報システムの構築が重要である。【目的】本研究では、RISとCT造影情報管理システムのMWM・MPPS連携を用いた、造影データの把握方法の確認や、有用性について調査した。また、得られた情報が次回造影CT検査へのフィードバックや研究などに、有用性があるか検討した。【方法】当院のRISとCT造影情報管理システムで行われている、MWM・MPPS連携より得られた情報を、RISに実装されている機能を用いてデータ出力した。のち、得られた造影情報とインジェクター情報を用いて解析を行った。【結果】撮影台帳より抽出を行った情報より、当院での造影剤使用ルールと抽出した情報の大部分の一致が確認できた。プロトコル毎に患者の状態に応じて、異なる造影剤の使用量であった。

MWM・MPPSより、実際にインジェクターより注入された造影剤の種類、造影剤の量と速度RISに入力されたプロトコル、患者情報、インジェクションエラー、高圧注入について把握する事が出来た。【考察】MWM・MPPSより、エビデンスのある造影剤の種類を把握また、実際にインジェクターより注入された造影剤の量と速度を把握でき、プロトコル毎にインジェクションエラー、造影量減量、透析患者群について分析することが可能であった。

### 11. 観察対象のコントラスト雑音比と画像の解像特性を考慮したCT画像再構成法の選択

○山口奈津美, 杉澤浩一, 南島一也, 塚田諒, 益田翔太, 山崎彰久, 渡部敏男

慶應義塾大学病院 放射線技術室

【目的】CT検査では、雑音を低減させる目的で逐次近似応用画像再構成法（hybrid iterative reconstruction: hIR）が広く用いられている。しかしながらIR画像の解像特性は線量、コントラスト、およびIR強度に依存して変動することが報告されている[1]。今回、我々は線量とコントラストを加味するコントラスト雑音比（contrast to noise ratio: CNR）に着目し、観察対象のCNRと

解像特性の関係から画像再構成法の選択が可能と仮定した。本研究の目的は、CNR と各画像再構成法の解像特性との関係を調べ、CNR の値に応じた適切な画像再構成法の選択を提案することである。

【方法】径 200 mm の円柱容器内に 3 種類のロッド（軟部組織等価物質、アクリル、およびポリオキシメチレン）を挿入し自作ファントムとした。ファントム内に水、0.2 g/mL、および 0.4 g/mL ショ糖水を充填した。線量は CTDI<sub>w</sub> :1.0、および 10 mGy とし、このファントムから 18 種類の CNR を算出できる。画像再構成法は filtered back projection (FBP), adaptive statistical iterative reconstruction V (ASIRV)30%, および 90%とした。CT 装置は Revolution CT (GE healthcare)である。各 CNR における task transfer function (TTF)から 10%, および 50%TTF を算出し、CNR との相関を出した。【結果】10% TTF と CNR の決定係数(R<sup>2</sup>)は FBP, ASIRV30%, および 90%で、それぞれ 0.2 ( $P=0.6602$ ), 0.8 ( $P<0.01$ ), および 0.9 ( $P<0.001$ )であり、50%TTF での R<sup>2</sup>は、それぞれ 0.1 ( $P=0.1187$ ), 0.7 ( $P<0.001$ ), および 0.9 ( $p<0.001$ )であり、FBP の解像特性は CNR に依存せず、hIR では依存傾向を示した。また、hIR の強度が増すにつれ、その依存性も増大した。10%TTF での FBP と ASIRV30%の交点の CNR 値（カットオフ値）は 6.5、ASIRV30%と 90%の交点では 24.0 であった。【結語】CNR と各画像再構成法の解像特性の関係から、観察対象の CNR が 6.0 以下であれば FBP を、24 以上であれば ASIRV90%を選択することで最大減解像特性を活かした画像再構成処理が可能となり、臨床上有用と示唆された。[1] Richard S, Husarik DB, Yadava G, Murphy SN, Samei E. Towards task-based assessment of CT performance: System and object MTF across different reconstruction algorithms. Med Phys 2012; 39: 4115–22.

12. Tin filter を用いた表面被ばく線量低減の試み  
○布施智也<sup>1)</sup>,香取薫<sup>1)</sup>,内藤貴章<sup>1)</sup>,薄井 裕美<sup>1)</sup>,平野高望<sup>1)</sup>,守屋克之<sup>1)</sup>,佐藤久弥<sup>1,2)</sup>,加藤京一<sup>2,3)</sup>

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

【背景】CT 検査において重要臓器の被ばく線量を低減させることは重要である。2011 年に ICRP により水晶体の等価線量限度が、これまでの 150 [mSv/年]から 50 [mSv/年]かつ、100 [mSv/5 年]を超えないよう勧告された。また、視覚障害性白内障のしきい線量は 8 [Gy]から 0.5 [Gy]に大きく引き下げられたことから、水晶体の被ばく線量低減は重要である。近年 CT の被ばく低減技術として、

Tin(Sn) filter を用いた撮影技術が注目されている。

【目的】顔面領域の撮影において、Tin(Sn) filter が CTDI<sub>vol</sub> 及び水晶体の表面被ばく線量の低減に有効か検討を行った。【方法】Tin(Sn) filter を用いない撮影方法を従来法として、Tin(Sn) filter 使用時と従来法の CNR が同等となる撮影条件を求めた。CNR の測定には Gammex ファントムを用いて Tin(Sn) filter を使用する撮影の [mAs] 値のみを変化させ求めた。Tin(Sn) filter 使用時と従来法について CNR が一定の撮影条件で CTDI<sub>vol</sub> をそれぞれ求めた。値は 3 回測定の平均値を算出した。また、頭部ファントムと TLD を用いて水晶体位置における表面被ばく線量を測定した。値は 3 回測定の平均とし左右それぞれ算出し、表面被ばく線量とした。【結果】CNR が同等となった撮影条件は Tin(Sn) filter 使用時が 180 [mAs]、従来法が 80 [mAs]となった。CTDI<sub>vol</sub> は Tin(Sn) filter 使用時が 1.83 [mGy]、従来法が 23.6 [mGy]であった。また頭部ファントムの水晶体位置における表面被ばく線量は Tin(Sn) filter 使用時が 1.49 [mSv]、従来法が 12.8 [mSv]となった。【考察】Tin(Sn) filter を使用することでエネルギースペクトルの帯域幅が狭くなり X 線光子の利用効率が高くなるため、CTDI<sub>vol</sub> の低減が行えたと考えられる。また、Tin(Sn) filter により表面の被ばくに大きく関与する低エネルギー光子が少ないため CTDI<sub>vol</sub> および水晶体の被ばく線量低減が低減できたと考えられる。【結論】Tin(Sn) filter を用いた場合 CTDI<sub>vol</sub> は従来法と比較し 84%低減し、水晶体の表面被ばく線量は 88%低減した。

13. 320 列面検出器 CT を用いたチルトボリュームスキャンにおける画質の評価

○田中 綾一<sup>1)</sup>,鈴木 克直<sup>1)</sup>,松本 渉<sup>1)</sup>,中井 雄一<sup>1)</sup>,野田 主税<sup>1,2)</sup>,佐藤 久弥<sup>2,3)</sup>,加藤 京一<sup>2,4)</sup>

- 1) 昭和大学横浜市北部病院 放射線技術部
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 昭和大学病院 放射線技術部
- 4) 学校法人 昭和大学 統括放射線技術部

【目的】近年の X 線 CT 装置は、撮影時間の高速化に伴い、時間分解能が向上している。そのため、検査への協力が得られにくい小児への対応は有効的である。また、小児は放射線感受性が高いという特性があり、検査時の被ばく低減に十分注意する必要がある。特に頭部 CT 検査では動きによるアーチファクト抑制と水晶体の被ばく低減が課題となる。そこで本研究では、この課題に対して、対応可能なボリュームスキャンにチルトを掛けた撮影（チルトボリュームスキャン）を行い、その時に生じる画質への影響をチルトなしのボリュームスキャンと比較したので報告する。【方法】1. 円柱水

ファントムをチルト角 - 10°~10° (5°毎) で撮影し、得られた画像の中心と辺縁の SD 及び NPS を測定した。2. 中心にワイヤーを設置した自作ファントムをチルト角 - 10°~10° (5°毎) で撮影し、ワイヤー部分の MTF を各角度で測定した。3. Catphan ファントムをチルト角-10°~10° (5°毎) で撮影し、ビームの中心及び辺縁の CT 値及び CNR を各角度で測定した。また各角度の画像において、視覚評価を行った。【結果】SD 及び NPS はチルト角による変化は見られなかったが、陽極側で SD が上昇した。MTF においても同様にチルト角による影響は見られなかった。CT 値及び CNR は、チルト角による変化は見られなかったが、ビームの陽極側で CT 値が高くなる傾向を示した。また視覚評価においては陽極側で変化が見られた。

【考察】陽極側で SD が上昇した理由としてヒール効果により陽極側の入射線量が低くなったためだと考えられる。ビームの陽極側は陰極側と比較し CT 値が変化した。これはビームハードニングの影響が考えられる。【結論】チルトボリュームスキャンは、チルトなしのボリュームスキャンと比較し同等な画質が得られた。

14. Dual Energy CT を用いた心電図同期撮影による画質評価～時間分解能の評価も含めて～  
○濱田 裕貴<sup>1)</sup>, 中井 雄一<sup>2)</sup>, 橋高大介<sup>1)</sup>, 佐藤久弥<sup>1)</sup>  
<sup>3)</sup>, 加藤京一<sup>3) 4)</sup>

- 1) 昭和大学横浜市北部病院 放射線技術部
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 昭和大学病院 放射線技術部
- 4) 学校法人 昭和大学 統括放射線技術部

【目的】近年、循環器領域において Dual energy CT(以下、DECT)を用いた心臓 CT 検査は、従来の検査に加えて、ヨードマップ解析による心筋バイアビリティの評価や仮想単色 X 線画像を用いた造影剤量の低減等が可能となり、臨床応用されはじめている。しかし、心臓 CT 検査に DECT を用いた画質評価を含めた物理特性の報告は少ない。そこで本研究では心電図同期下の DECT 撮影で得られた画像と従来行っていた心電図同期下の Single energy CT(以下、SECT)撮影で得られた画像の画質及び時間分解能の比較及び検討を行った。

【方法】CT 値 350HU の自作ファントムを作成し、DECT および SECT の撮影で画質評価を行った。次に、CT 評価用ファントム Catphan を用いて DECT および SECT の撮影における、低コントラスト検出能、高コントラスト分解能の視覚的評価および MTF の比較を行った。また、心臓動態ファントムを用いて、HR50~140 まで変化させ DECT および SECT の撮影で模擬冠動脈の動きのブレを視覚的に評価しスコア化した。最後に、temporal

sensitivity profile (以下、TSP) による時間分解能の物理評価を行った。【結果】CT 値および CNR において DECT は SECT より高い値を示した。ノイズ特性、低コントラスト検出能、高コントラスト分解能、MTF の比較において両者は同等の結果となった。模擬冠動脈の動きに対するスコア評価は、HR の上昇に伴いスコアの低下を認めたが、各 HR における両者のスコアは同等の値であった。また、TSP による時間分解能は両者とも理論値と同等の値であった。【結論】DECT は、SECT に比べ CT 値を高く示し、それに伴い CNR は高くなる傾向にあったが、その他の画質評価において両者は同等であった。以上のことから、これらの物理特性を理解した上で、DECT の利点を活用しつつ、SECT と使い分けを行う必要性が示唆された。

15. DECT において被写体厚の変化がスペクトラル HU 曲線に与える影響について

○松本 渉<sup>1)</sup>, 中井 雄一<sup>1)</sup>, 渋谷 優佑<sup>1)</sup>, 野田 主税<sup>1,2)</sup>, 佐藤 久弥<sup>2,3)</sup>, 加藤 京一<sup>2,4)</sup>

- 1) 昭和大学横浜市北部病院 放射線技術部
- 2) 昭和大学大学院 保健医療学研究科
- 3) 昭和大学病院 放射線技術部
- 4) 学校法人 昭和大学 統括放射線技術部

【目的】近年、Dual Energy CT (以下 DECT) の臨床応用が注目されており、その技術の 1 つに仮想単色 X 線画像 (Virtual Monochromatic Xray Image:VMI) の作成がある。撮影した 2 種類の管電圧のデータから任意のエネルギーに相当する仮想的な単色 X 線画像の作成が可能であり、臨床においては金属などの高吸収 X 線に起因するアーチファクトの軽減や低コントラスト分解能の向上に応用され、その有用性においては数多くの報告が行われている。しかしながら、臨床において組織のスペクトラル HU 曲線の形態が大きく変化する症例を経験する。そこで本研究では 2 つの X 線管を装備した DECT において、被写体厚の変化がスペクトラル HU 曲線に与える影響について自作ファントムを用い検討を行った。【方法】1.自作円柱水ファントムの中心に模擬ファントム(肝臓・骨)を封入し、DECT 撮影を行った。2.得られた画像データから VMI を作成し、スペクトラル HU 曲線を描いた。3.方法 1,2 の手順をファントム径 (10cm,20cm,30cm)・管電圧(80kV,Sn140kV・100kV,Sn140kV)とそれぞれ変化をさせて測定を行い比較・検討を行った。【結果】肝臓ファントムにおいて、ファントム径が大きくなるほどスペクトラル HU 曲線に大きく変化が生じた。また、同一ファントム径では管電圧の変化によってスペクトラル HU 曲線が変化した。骨ファントムにおいては、ファントム径・管電圧によって大きな変

化は見られなかった。【考察】ファントム径が大きくなるとビームハードニング効果の影響を強く受け画像ノイズ等が変化し、スペクトラル HU 曲線の形態に影響を及ぼしたと考えられる。また、肝臓のような低コントラスト領域では、見かけ上大きな差としてみられるため注意が必要と考えられる。【結論】被写体厚の変化は、スペクトラル HU 曲線の形態に変化を与えることが示唆された。

16. 異なる CT における Dual energy CT を用いたダークバンドアーチファクトの低減について  
○栗島昇平,佐藤英幸,安藤雅大,宮本茉依子,渡邊将彦,岩佐亜紀,植松正裕  
江戸川病院 放射線科

【目的】上肢挙上が困難な患者に対し、下垂した状態で検査を行う事があるが、CT 値が低下するダークバンドが発生してしまう。ダークバンドは CT における画像診断に影響を及ぼす可能性があり低減が必要である。Fast kv switching 方式の dual energy CT では高吸収体から発生する beam hardening (BH) を低減するという報告がある。そこで今回、DECT におけるダークバンド低減の検証を行った。【方法】水ファントムの両側 2 箇所を高吸収体を配置したファントムを使用した。Discovery CT 750HD (HDCT)と Revolution CT (REVCT)を使用し、それぞれ single energy CT(SE)と dual energy CT (DE)での撮影を行った。撮影条件は CTDI が 10mGy となるように設定した。画質評価はアーチファクト画像、ノンアーチファクト画像を用意し、それぞれ同じ箇所 2 点に ROI を置き CT 値の Standard deviation(SD)を測定し、AI (Artifact index) を算出した。【結果】AI は HDCT-SE :9.9, HDCT-DE :8.3, REVCT-SE :5.6, REVCT-DE :7.4 であった。【考察】HDCT では DE の方が AI は低値を示した。これは、SE では水のみで補正を行うのに対し、DE では水とヨードの 2 物質により補正が行われ、DE の方が正確に BH 補正を行われていると考える。REVCT では SE の方が AI は低値を示した。これは、MMAR(Multi Material Artifact Reduction)という新たな SE での BH 補正が有効に効いていることで SE のほうが低値を示したのだと考える。【結語】HDCT では DE の方がダークバンドの低減には有用であり、REVCT においては SE の方が有用であった。

17. 逐次近似応用再構成法を用いた頭部 subtraction CTA における末梢血管の描出能評価  
○高橋拓也<sup>1</sup>,川崎奨太<sup>2</sup>,小林佳史<sup>2</sup>,本寺哲一<sup>2</sup>,高橋俊行<sup>2,3</sup>, 崔昌五<sup>2</sup>,佐藤久弥<sup>3,4</sup>,加藤京一<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup> 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院 放射線技術室

<sup>2</sup> 昭和大学藤が丘病院 放射線技術部

<sup>3</sup> 昭和大学大学院 保健医療学研究科

<sup>4</sup> 昭和大学病院 放射線技術部

<sup>5</sup> 学校法人 昭和大学 統括放射線技術部,

【目的】頭部 subtraction CTA は、骨に囲まれた血管の描出に有用である。当院では、逐次近似応用再構成法（以下、ASiR）を用いた頭部 subtraction CTA における描出能に関してマスク像は ASiR の割合が高いほど有用であることを経験した。そして、令和元年関東甲信越診療放射線技師学術大会にて、至適撮影条件として 80kV, 50mA, ASiR ; 100%を導出したことを発表した。しかし、末梢血管の評価が検討課題となっていた。本研究では ASiR を用いた頭部 subtraction CTA における末梢血管の描出能を評価し、マスク像の至適撮影条件を検討した。【方法】1. 管電圧、管電流の違いによる subtraction 後の血管径を評価するため、血管径 2mm, 3mm の自作ファントムを用いてマスク像(50, 150mA : 80, 100, 120kV), ライブ像(CT 値 200HU, 300HU : 300mA 120kV)を撮影した。マスク画像は、ライブ画像と subtraction 処理を行い、4 段階にて比較、検討した。また、FWHM の比較、検討も行った。2. 方法 1 の画像を VR 処理後、視覚評価を行った。評価者は、CT 経験年数 5 年以上の診療放射線技師 10 名とし、5 段階で評価した。【結果】1. 各条件下において、ASiR の割合が大きくなるほど模擬血管径の辺縁は sharp に描出された。また、ASiR の割合が大きいくほど、FWHM の値は変動しなかった。2. 視覚評価は 80kV, 150mA, ASiR ; 100%で通常条件と同等であった。また、先行研究で導出した撮影条件では低評価だった。【結論】頭部 subtraction CTA における末梢血管の描出は、ASiR の割合が高いほど有用であった。マスク像の至適撮影条件として 80 kV, 150mA, ASiR ; 100%を導出した。