

# 第 79 回 東京支部春期学術大会 一般演題 抄録集

一般撮影

9:00~9:20 第1会場

座長 東京女子医科大学病院 森田 康介

## 1. 間接変換方式 FPD における経年変化を考慮した撮影条件設定の基礎的検討

○吉田 宗一郎<sup>1)</sup>, 多田 真也<sup>1)</sup>, 佐藤 涼太郎<sup>1)</sup>, 三原 祥恭<sup>1)</sup>, 坂田 健太郎<sup>1)</sup>, 今江 禄一<sup>1)</sup>, 林 利廣<sup>1)</sup>

1) 東京大学医学部附属病院 放射線部

### 【目的】

間接変換方式 Flat-Panel Detector (FPD) の臨床導入から 10 年以上が経過し、経年変化が FPD の性能へ及ぼす影響について検討する必要がある。しかしその研究報告は調べた限りでは存在しない。本研究では、臨床導入からの使用期間が異なる FPD を用いて使用期間の違いが画質に与える影響を調査し、経年変化に応じた撮影条件設定の必要性を検討した。

### 【方法】

FPD は約 10 年の導入年差のある CALNEO C 1417 Wireless (FUJIFILM 社) 2 台を対象とした。X 線管球は BENE0-Fx (FUJIFILM 社)、グリッドは MS X-Ray GRID (三田屋製作所社) を使用した。撮影条件は 70kV, 3.2mAs, SID100cm とし、上下 5cm ずつの亚克力板で挟んだ CDRAD ファントム (Artinis Medical Systems 社) を各 30 回撮影した。得られた各画像について CDRAD Analyser (Artinis Medical Systems 社) を使用し Image Quality Figure Inverse (IQFinv) の算出および、ImageJ を使用し Contrast-to-noise ratio (CNR) を算出しそれぞれ比較した。各指標の比較には平均値を用い、統計学的検定は Welch の t 検定 ( $p < 0.05$ ) を使用した。

### 【結果】

得られた IQFinv と CNR の平均値および標準偏差は、使用期間が長い FPD は  $4.52 \pm 0.279$  および  $5.22 \pm 0.219$ 、短い FPD は  $4.27 \pm 0.243$  および  $5.57 \pm 0.161$  であった。

【結論】導入年差における FPD の経年変化による影響は IQFinv 及び CNR において明確には認められず、使用期間を考慮した撮影条件設定は必ずしも必要でないことが示唆された。

## 2. 人工膝関節単顆置換術後の正面撮影における回旋・屈曲・伸展を模した ray-summation 画像の有用性の検討

○片野 健太<sup>1)</sup>, 坂田 健太郎<sup>1)</sup>, 工藤 誠<sup>1)</sup>, 酒井 啓太郎<sup>1)</sup>, 七尾 円<sup>1)</sup>, 今江 禄一<sup>1)</sup>, 林 利廣<sup>1)</sup>

1) 東京大学医学部附属病院 放射線部

### 【目的】

人工膝関節単顆置換術 (Unicompartmental Knee Arthroplasty 以下:UKA) 後の X 線撮影では、骨折や病的骨透亮像を伴う緩みの評価のために再現性の高い画像が求められる一方、適切なポジショニングが難しく、撮影回数の増加が課題となる。本研究では、UKA 術後の正面撮影において撮影回数低減を目的とした回旋・屈曲・伸展を模した ray-summation 画像から作成した撮影補助シート (以下:撮影補助シート) を作成し、その有用性を検討する。

### 【方法】

対象は 2024 年 1 月～2025 年 2 月の UKA 術後 115 膝 (男/女:31/84, 平均年齢 73.2±14.8 歳) とした。UKA サンプル (Smith & Nephew JOURNY II UK 左内側置換用) を高密度発泡スチロール内に設置し、膝関節を模したファントムを作成した。そのファントムを CT 装置で撮影し、再構成したデータを基に左側をモデルとした撮影補助シートを設計・導入した。撮影補助シート導入前後の撮影回数を比較し、1.平均撮影枚数の変化 (Wilcoxon の符号付順位和検定,  $P<0.05$ ), 2.左右の撮影枚数の差 (Wilcoxon の順位和検定,  $P<0.05$ ) を評価した。撮影に携わった診療放射線技師は 25 名 (経験年数 1 年未満～20 年以上) であった。

#### 【結果】

1.平均撮影枚数は、シート導入後に約 0.9 枚 ( $P=0.03$ ) 減少し、2.左右の撮影枚数の差に有意差は認められなかった ( $P=0.30$ )。

#### 【結論】

撮影補助シートの導入により、UKA 術後の正面撮影における撮影回数の低減が可能であり、左側をモデルとした撮影補助シートは右側撮影にも有用であった。したがって、UKA 術後の正面撮影において撮影補助シートの導入は撮影回数の低減に寄与し、効率的で再現性のある X 線撮影の実施に貢献する。

## その他・核医学

9:30～10:10 第1会場

座長 医療情報研究班 小林 邦典  
国立国際医療センター 栗原 恵一

### 3. 診療放射線技師と教員の作業効率を目的とした成績表自動作成システムの開発

○津野 隼人<sup>1)</sup>, 小杉 璃々子<sup>1)</sup>, 佐々木 瑠杏<sup>1)</sup>

1) 群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部 診療放射線学科

#### 【背景】

作業が煩雑になると作業時間が延長しヒューマンエラーが発生する要因となる。これまでに看護師を対象とした自動化システムの導入やワークフローの改善が検討されてきたが、これらを同時に行った研究はなく、さらに診療放射線技師と教員を対象とした検討もなかった。本研究の目的は、診療放射線技師と教員の共通業務に着目し、自動化システムを開発するとともに、ワークフローの改善を試みることであり、さらに、新しいワークフローの導入による作業時間の短縮と生産性の向上を評価することである。

#### 【方法】

共通業務の一例に臨床実習の成績表作成を対象とした。Excel のファイル名とタブ名がセルに自動取得される関数の組み合わせを考案し、特定の条件に合致するセルを自動参照するシステムを開発した。このシステムを用いたワークフロー (NEW 法) と手作業によるワークフロー (OLD 法) の作業時間をそれぞれ 3 回測定し、Wilcoxon 符号順位検定で評価した。総作業時間に対する生産数の相対値から生産性を計算した。さらに作業の様子をビデオ録画しタイピングエラーの発生回数をヒューマンエラーとして解析した。

【結果】NEW 法と OLD 法の作業時間はそれぞれ 6.4 分±1.7 分、57 分±3.5 分で、統計的な差が認められた。OLD 法では手作業に 50 分を要したが、NEW 法では 1.5 分に短縮されたことで、生産性が約 8 倍向上した。NEW 法はヒューマンエラーが発生せず、OLD 法は作業開始後 45 分前後で最大 11 回のエラーが記録された。本システムのみではヒューマンエラーの検出機能に限界がある。

#### 【結論】

開発した自動化システムは、Microsoft を活用しており、導入の心理的なハードルが低く、追加の経済的コストも発生しない利点がある。自動化システムとワークフローを同時に導入することで、作業時間の短縮、生産性の向上、ヒューマンエラーの削減に有効であることが示された。

#### 4. Fourier Convolutional Neural Network を用いた胃管チューブ先端自動検出の試みについて

○岡田 圭伍<sup>1,2)</sup>

1) 横浜市立大学大学院 データサイエンス研究科

2) 昭和大学横浜市北部病院 放射線技術部

##### 【背景・目的】

近年、認知症を含む後期高齢者化が進み、胃管挿入の件数が増えている。胃管先端確認として胃内注入音の聴取、胃内容物の吸引があるが、位置を特定するのは難しく、全症例で X 線画像による確認が行われる程重要視されている。しかし、日本医療安全機構の調査では、X 線画像上で胃管先端が肺野にあるにもかかわらず、医師による見過ごしがあり、栄養投与され重大な医療事故に繋がるケースがあったと報告されている。ここで医療事故防止を目的とした、胃管先端の確認を Fourier Convolutional Neural Network (FCNN) モデルで自動検出するシステムを構築できないか検討した。

##### 【方法】

- 1) 胃管先端の目的で撮影された X 線画像 100 枚を無作為に抽出し、教師用、テスト用、確認用に分配し、セグメントを行う。
- 2) 教師用データとして胃管先端、肺野、椎体、胃にセグメントを行い、FCNN モデルにて学習回数 100 回で自動検出システムを構築する。
- 3) 構築されたシステムを確認するために、確認用の画像を用いて精度確認を行う。その際モデルの精度を測るために、不確からしさと確からしさについて算出する。

##### 【結果・考察】

教師用としてセグメントした胃管先端、肺野、椎体、胃の検出精度は 90%以上を超えた。その際学習回数は 20 回から確からしさ、不確からしさの値に変化が見られなくなり、解析時間短縮を加味し 20 回でモデルを再構築した。確認用の画像を用いて検証したところ、すべてのセグメントで 90%以上の精度を担保し、確からしさ  $0.90 \pm 0.20$ 、不確からしさ  $0.10 \pm 0.12$  と精度の高いシステムを構築することができた。しかし今回は、単独でのセグメントを算出したため、胃管先端の自動検出は精度良く算出できたが、胃管先端が胃の中にあるかどうかの判定には至っていない。今後複雑なプログラミングコードを駆使し改善に努める必要があると考える。

##### 【結論】

今回の研究により、FCNN モデルを用いた胃管先端の自動検出システムは高い精度で構築できることが示された。

#### 5. 画像診断検査時の自己申告体重はどこまで信頼できるか？

○小野 滉平<sup>1)</sup>、小久保 忠<sup>1)</sup>、北村 拓也<sup>1)</sup>、石井 亘友<sup>1)</sup>、岩村 太郎<sup>1)</sup>、鈴木 博<sup>1)</sup>

1) 東邦大学医療センター大森病院 中央放射線部

##### 【目的】

CT, MRI, 核医学などの画像診断検査では、検査薬剤や撮像条件が体重に基づいて調整される場合がある。実測体重と異なる申告体重の使用は、診断精度の低下や不要な被ばくにつながる可能性があり、正確な体重情報が求められる。しかし、臨床現場では検査効率の観点から申告体重が使用される場面も少なくない。そこで、申告体重と実測体重の誤差を分析し、申告体重の信頼性を検討した。

##### 【方法】

2023 年 4 月から 2024 年 12 月までに FDG-PET 検査を実施した 3,142 例のうち、15 歳未満で体重測定が出来なかった症例を除外した 3,118 例（男性 1,793 例、女性 1,326 例）を対象とした。FDG-PET 検査時の自己申告体重と実測体重の相関を算出し、その一致性を評価した。また、性差、体重、年齢別に分類し、それぞれの誤差傾向について解析を行った。

### 【結果・考察】

申告体重と実測体重の相関係数は男女共に  $r=0.9$  以上と高く、統計的に有意な強い相関が認められた。一方で、誤差の平均は男性で  $-2.06\text{kg}\pm 4.03$ 、女性で  $-1.53\text{kg}\pm 3.19$  と、いずれも 5%程度の過少申告の傾向が見られた。体重別の解析では、男女共に体重が増加するほど誤差及び標準偏差が大きくなる傾向が認められたが、誤差の割合は体重の増加に関わらず約 5%であった。年齢別の解析では、男性は高齢になるにつれて誤差と標準偏差が増加する傾向があったが、女性は年齢による明確な変化は見られなかった。これらの結果より、女性の方が年齢問わず体重への意識が高く、自身の体重を正確に把握している可能性があると考えられる。

### 【結論】

申告体重は実測体重と高い相関を示し、一定の信頼性を持つ指標だと考えられる。しかし、5%程度の過小申告傾向があるため、その誤差を考慮する必要がある。

## 6. 空間分解能補正法を組み込んだ圧縮センシング画像再構成法の基礎的検討

○深見 光葉<sup>1)</sup>、橋本雄幸<sup>1,2)</sup>、山本 智朗<sup>1,2)</sup>

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 診療放射線分野

### 【目的】

圧縮センシング画像再構成法（CS-IR 法）を使用した場合、均一性は向上するものの空間分解能が劣化すると報告されている。そこで、CS-IR 法に空間分解能補正法を組み込み込んだ画像再構成方法（CS-IR-RR 法）を使用することで、空間分解能を改善することが可能ではないかと考えた。しかし、CS-IR-RR 法を使用した場合の画質評価はされていない。本研究では従来法である OS-EM 法、CS-IR 法と CS-IR-RR 法を比較した場合の均一性と空間分解能を評価した。

### 【方法】

SPECT/CT 装置は Infinia8 Hawkeye4(GE healthcare 社製)を使用し、Tc-99m を封入したラインソースファントムと円柱ファントムを撮像した。画像再構成法はすべて自作プログラムで OM-SE 法、CS-IR 法、CS-IR-RR 法を使用した。空間分解能補正法には点広がり関数を使用した。均一性は円柱ファントム画像の変動係数、空間分解能はラインソースファントム画像の full width at half maximum (FWHM)を算出し評価した。

### 【結果】

変動係数は OS-EM 法で 0.59、CS-IR 法で 0.22、CS-IR-RR 法で 0.24 となり圧縮センシングを用いることで低値を示した。ファントム中心での FWHM（水平方向）は OSEM 法で 13.6 mm、CS-IR 法で 14.2 mm、CS-IR-RR 法で 7.9 mm、FWHM（垂直方向）は OSEM 法で 13.3 mm、CS-IR 法で 13.4 mm、CS-IR-RR 法で 9.2 mm となり空間分解能補正を組み込むことで低値を示した。

### 【結論】

CS-IR-RR 法は、均一性を低下させずに空間分解能を改善することが可能であり、OSEM 法および CS-IR 法と比較して優れた画像再構成法であると考えられる。

座長 東京医科大学病院 林 直弥  
東京大学医学部附属病院 上山 毅

## 7. 信号雑音比がアルツハイマー型認知症の診断支援解析に与える影響

○渡邊 弘喜<sup>1)</sup>, 高津 安男<sup>1,2)</sup>, 高野 一輝<sup>2)</sup>, 原田 翔平<sup>1,3)</sup>

1) 藤田医科大学大学院

2) 藤田医科大学 医療科学部

3) 藤田医科大学病院 放射線部

### 【目的】

MRI を用いたアルツハイマー型認知症の診断支援ツールである Voxel-based Specific Regional Analysis System for Alzheimer's Disease (VSRAD) は, 2012 年より SPM2 から SPM8 へと解析法が改良され, DARTEL (Diffeomorphic Anatomical Registration Through Exponentiated Lie algebra) アルゴリズムにより高精度な脳構造抽出が可能となった。VSRAD advance における Signal-to-Noise Ratio (SNR) の低下が解析結果に与える影響については検討がされていない。本研究では, Alzheimer's disease (AD) および Mild Cognitive Impairment (MCI) 患者を対象に, SNR 変動が Z スコアに与える影響を検討した。

### 【方法】

公開データより 54~86 歳の AD および MCI 各 39 名を抽出し, MATLAB を用いてライス分布に基づくノイズを付加した。SNR 低下率により A (0-20%), B (20-40%), C (40%-) に分類し, Z スコア変化量を Kruskal-Wallis 検定と Steel-Dwass 法で解析した。AD・MCI 間は Mann-Whitney U 検定を用いた (有意水準 5%)。

### 【結果】

約 80%の画像で Z スコア上昇が見られた。全体および群別に A~C 間で有意差を認め ( $p<0.01$ ), A および B 群では AD と MCI 間にも有意差を認めた ( $p<0.01$ )。MCI 群は AD 群より Z スコア変化が大きかった。

### 【結論】

VSRAD 解析において SNR は Z スコアに有意な影響を与え, 特に MCI は SNR 低下の影響を受けやすいことが示唆された。

## 8. MRI 検査における貼付剤安全確認の多重的アプローチの検討

○山田 歩実<sup>1)</sup>, 高橋 順士<sup>1)</sup>, 福澤 圭<sup>1)</sup>, 多賀谷 奈穂美<sup>1)</sup>, 田沼 靖貴<sup>1)</sup>, 鈴木 康平<sup>1)</sup>

1) 虎の門病院 放射線部

### 【目的】

MRI 検査において, 体外や体内金属の有無を事前に確認することは極めて重要であるが, これらは一般的に問診による安全確認によって行われる。当施設では過去に, 問診時に患者からの申告がなかったことに起因して, 持続血糖測定器や貼付剤を装着したまま MRI 検査を実施してしまうインシデントを経験した。この対策として, MRI 禁忌貼付剤に関する患者向けのパンフレットを作成し, 視覚的に注意喚起する運用を開始した。本研究ではその有効性について検討した。

### 【方法】

医薬品検索システム（NEXTANT, メディエ社）を用い、当施設の薬剤師の協力のもと、自施設で処方されている貼付剤の品目数を調査した。次に、それらの中から MRI 検査において禁忌とされる製剤を抽出し、該当する品目について患者が視覚的に理解しやすいよう情報を整理したパンフレットを作成した。作成したパンフレットは、検査直前の安全確認時にチェックリストと併用する形で運用した。

#### 【結果】

医薬品検索システムを用いた調査により、本邦で使用されている貼付剤は 179 品目あり、そのうち当施設で処方されているものは 23 品目であった。さらに、MRI 検査において禁忌となる貼付剤は 10 品目であった。これらの禁忌貼付剤を対象としたパンフレットを作成し、安全チェック時に併用した結果、パンフレットの導入により、問診に加えて視覚的な確認手段が加わることで、患者およびスタッフ双方による確認体制の強化が図られた。

#### 【考察】

MRI 検査前の問診による安全確認に、視覚的に注意喚起するパンフレットを導入したことで、安全確認のフローの見直しが行われた。本研究の結果をもとに、今後は、必要に応じて金属探知機との併用も考えるなど、問診だけに依存しない多重的な安全確認のフローを構築し、より安全な MRI 検査運用につなげていきたい。

## 9. MRI 検査時の安全確認におけるハンディ型磁性体探知機の動作特性の評価

○奥 汰玖真<sup>1)</sup>, 高橋 順士<sup>1)</sup>

1) 虎の門病院 放射線部

#### 【目的】

MRI 検査では、磁性体や金属類の持ち込みを防ぐことが安全確保の上で重要である。当院では従来、問診やチェックリストによる確認を行っていたが、新たにハンディ型磁性体探知機（以下、ハンディ型機器）を導入した。今回、安全確認の見直しを目的にその検出性能や動作特性の評価を行ったので報告する。

#### 【方法】

使用したハンディ型機器は、CEIA 社製 PD240CH を用いた。測定対象物は、過去に当施設で問診で発見できず磁性体持ち込みのインシデントが発生したものと、クリップ（大小異なる 3 種類）、ヘアピン、ステープラーの針、エレキバン、使い捨てカイロを対象とした。ハンディ型機器の探知機能を評価するため、床面から十分に離れた位置でプラスチック製の台の上に測定対象物を一つずつ置き、測定対象物からハンディ型機器を 1 cm～10 cm まで離して水平方向に動かし、検出可能距離を評価した。また、MRI 検査前の安全確認への活用方法を検討した。

#### 【結果】

検出可能距離は、使い捨てカイロ 10 cm、クリップ大～小で 8～5 cm、ヘアピン 7 cm、エレキバンおよびステープラー針は 1 cm であった。MRI 検査前の問診やチェックリストによる確認でこれらを検出できなかった場合でも、ハンディ型機器を併用することで検出可能であることが確認できた。また、今回把握できた検出可能距離を考慮すると、患者の頭から順番に身体に近接しながら探知する必要があることがわかった。

#### 【結論】

MRI 検査において小型物品は目視では確認が困難な場合が多く、患者本人も申告を忘れてしまうこともあり持ち込みによるトラブルが起こりやすい。これらの発見にハンディ型機器は有用であり、問診やチェックリスト、パンフレットと併せてハンディ型機器を活用し、多面的な安全確認を継続していきたい。

## 10. MR conditional デバイス患者の撮像条件に関する MR equipment output conditioning の役割

○奥 汰玖真<sup>1)</sup>, 高橋 順士<sup>1)</sup>, 多賀谷 奈穂美<sup>1)</sup>

1) 虎の門病院 放射線部

### 【目的】

2025 年 2 月に改正された JIS Z4951 : 2025 では, 操作者が MR 検査の特定の出力に条件を指定できる機能である MR equipment output conditioning (以下, MROC) が導入された. 今回, 当院で更新された装置に MROC が実装されたので, MR conditional デバイス患者の撮像における動作特性と撮像条件への影響を検討した.

### 【方法】

使用装置はシーメンス社製 Magnetom Sola 1.5T で, MROC 機能として myExam Implant Suite を使用した. 頭部ルーチン検査 (位置決め画像, DWI, MRA, FLAIR, T2WI, T1WI, T2\*WI) において, MROC による規制値設定時の動作を確認した. さらに, 仙骨神経刺激システム (メドトロニック社製) 装着患者を想定し, SAR (0.5 W/kg 以下) および B1+rms (3.0  $\mu$ T 以下) の設定による撮像条件と時間の違いを比較検討した.

### 【結果】

MROC 設定時, 制限値未満では通常通り撮像が開始されたが, 超過時には警告画面が表示され, RF 出力を下げる設定変更が求められた. 仙骨神経刺激システムを想定した場合, SAR 0.5 W/kg 以下の設定では位置決め画像, FLAIR, T2WI, T1WI, T2\*WI に条件変更が必要で, 撮像時間は 12 分 53 秒から 24 分 39 秒に延長された. B1+rms 3.0  $\mu$ T 以下の設定では, 位置決め画像と T1WI の条件変更が必要で, 撮像時間は 15 分 9 秒であった.

### 【結論】

MROC の導入により, MR conditional デバイス患者に対して出力制限を考慮した安全な撮像が可能となった. 一方で, 条件により画質低下やアーチファクトの出現も懸念されるため, 安全性と画質のバランスを考慮した設定が重要である.

## MRI②

16:10~17:00 第1会場

座長 キヤノンメディカルシステムズ株式会社 矢野 竜太郎  
東京慈恵会医科大学 吉丸 大輔

## 11. Complex Signal Average を用いた拡散強調画像の有用性検討

○山田 裕貴<sup>1)</sup>, 鈴木 雄一<sup>1)</sup>, 佐藤 良<sup>1)</sup>, 林 利廣<sup>1)</sup>

1) 東京大学医学部附属病院 放射線部

### 【目的】

拡散強調画像 (DWI) では従来, 複数収集した画像を Magnitude 画像として平均する Magnitude Image Average によりノイズ低減を図っていたが近年 Complex Signal Average が使用可能となり, より高いノイズ低減効果が期待されている. そこで, 我々は, 健常ボランティアを対象に両手法で腕神経叢を対象として撮像した DWI による, 腕神経叢と筋肉組織の信号差とコントラスト比 (CR) を比較検討することを目的とした.

### 【方法】

対象は, 健常ボランティア 6 名, 使用装置は, Canon 社製 3T (Vantage Centurian) で Head Neck Coil を使用した. ImageJ

を用いて ROI を設定し、信号強度から信号差と CR を計算した。統計解析はウィルコクソンの符号順位検定を用いた ( $p < 0.05$ )。また、腕神経叢と筋肉領域の信号比を CR と定義した。

#### 【結果】

信号差は Magnitude Image Average:  $514.6 \pm 159.6$ , Complex Signal Average:  $634.8 \pm 194.5$  及び CR はそれぞれ  $2.46 \pm 0.26$ ,  $5.24 \pm 1.29$  を示し、いずれも Complex Signal Average で有意な上昇が認められた ( $p < 0.05$ )。

#### 【結論】

Complex Signal Average は、Magnitude Image Average と比較して、信号差と CR を有意に向上させ、視認性の改善に加え、ノイズ低減効果も含めた画質改善が期待される手法である可能性が示唆された。

#### 【考察】

今回は、筋肉領域を基準とした CR を評価指標としたが、腕神経叢と筋肉領域の CR が改善された。これは、ノイズの影響が抑制され視認性が改善された可能性を示唆している。今後、病変のある症例を対象とした有用性の検証を行いたい。

## 12. 深層学習ベースの高分解能化再構成処理の物理・視覚評価による有用性の検討

○山田 裕貴<sup>1)</sup>, 鈴木 雄一<sup>1)</sup>, 佐藤 良<sup>1)</sup>, 林 利廣<sup>1)</sup>

1) 東京大学医学部附属病院 放射線部

#### 【目的】

深層学習ベースの高分解能化再構成処理は、ノイズ低減と高分解能化を後処理で行う技術である。そこで、我々は、画質評価ファントムを用い、空間分解能と視覚的分離能に与える影響を検討することを目的とした。

#### 【方法】

京都科学製 PH-31 性能評価ファントムを用い、使用装置は、Canon 社製 3T (Vantage Centurian), 及び Philips 社製 3T (Ingenia 3.0TCX) を使用した。マトリクスサイズ 128, 256, 384 で撮像し、SwiftMR (AIRS Medical 社) により再構成処理を行った。物理評価は、2 mm 孔に対し 3 スライスで FWHM を計測した。視覚評価は、2 mm, 1 mm, 0.75 mm 孔を対象に 5 名の 4 段階スコアで評価した。有意差検定は paired t-test 及びマンホイットニーの U 検定で行った ( $p < 0.05$ )。

#### 【結果】

視覚評価では、処理後に有意な差または有意な傾向を示す条件が複数認められた。物理評価では処理後画像の FWHM が孔径以上となる条件もあった。

#### 【結論】

再構成処理によって、視覚的分離能が改善される傾向が示された。物理評価において FWHM が孔径以上になる条件もみられ、視覚評価と相関が認められない条件もあった。

#### 【考察】

視覚評価スコアは多くの場合処理後ほど良化する傾向にあったが、低空間分解能となる条件で、特に、視覚評価の結果が良好となった。これは、再構成処理のエッジ強調やコントラストの改善が、穴の境界を認識しやすくした為と考えられる。物理評価において、FWHM が実際の孔径よりも大きくなる条件もあった。これは、再構成処理によるエッジ強調やノイズ低減が信号-プロファイルに影響を与え、FWHM の測定精度に影響した可能性がある。今後は、FWHM だけでなく、他の物理的指標を併用する必要性が示唆された。

### 13. Grase 法を用いた拡散強調画像の歪みと撮像効率のファントム評価

○山田 裕貴<sup>1)</sup>, 鈴木 雄一<sup>1)</sup>, 佐藤 良<sup>1)</sup>, 林 利廣<sup>1)</sup>

1) 東京大学医学部附属病院 放射線部

#### 【目的】

拡散強調画像 (DWI) は、脊髄梗塞や腫瘍病変の検出に有用だが、EPI 法を用いた sagittal・coronal 断面では磁場の不均一の影響により幾何学的歪みが生じやすい。マルチショット DWI は歪みの軽減効果が高いが、今回検討する装置では使用不可である。そこで、Grase-DWI の有用性を歪み率と撮像時間について、ファントムで検証することを目的とした。

#### 【方法】

ファントムは、京都科学製 PH-31 ファントム、使用装置は、Philips 社製 3T (Ingenia 3.0T CX)、コイルは spine coil と body coil を使用した。各手法で sagittal 断面の DWI を撮像し、TSE 型の T2WI を基準とした。各手法の画像における中心の穴から各 8 方向の穴までの距離を ImageJ にて計測し、各手法の画像と T2WI の距離の差を算出した。また、撮像時間も比較した。統計解析はウィルコクソンの符号順位検定を用いた ( $p < 0.05$ )。

#### 【結果】

中心からの平均距離差は、TSE 法:  $1.04 \pm 0.66$ , Grase 法:  $0.89 \pm 0.59$ , EPI 法:  $2.76 \pm 1.56$  で、Grase 法は EPI 法より有意に距離差が小さく、TSE 法と有意差は認められなかった ( $p > 0.05$ )。撮像時間は、TSE 法: 4:08, Grase 法: 3:20, EPI 法: 1:48 であった。

#### 【結論】

Grase-DWI は、EPI-DWI に比べて有意に歪みが少なく、撮像時間は、TSE-DWI より短かった。Grase-DWI は、歪みと効率のバランスに優れた撮像法であり、有用性が高いことが示唆された。

#### 【考察】

今回の検討はファントム画像のみに基づいた評価であり、実際の臨床画像におけるノイズや解剖学的構造の影響を含んではいない。今後は、臨床画像における歪み評価や診断能との関連性の検討が必要と考える。

### 14. 日本人脳 MRI における 2D 画像からの MPRAGE 推定の精度評価

○井関 理南子<sup>1)</sup>, 吉丸 大輔<sup>2,3)</sup>, 洪川 周平<sup>2,4)</sup>, 荒木 洋一<sup>1)</sup>, 林 直弥<sup>1)</sup>, 清水 聡一郎<sup>5)</sup>, 齋藤 和博<sup>2)</sup>

1) 東京医科大学病院 放射線部

2) 東京医科大学 放射線医学分野

3) 東京慈恵会医科大学 再生医学研究部

4) 順天堂大学 保健医療学部 診療放射線学科

5) 東京医科大学 高齢診療科

#### 【目的】

認知症診断の脳構造評価に有用な高解像度 3D-T1 強調画像 Magnetization Prepared Rapid Gradient Echo (MPRAGE) は、撮像時間の制約上、全ての脳 MRI 検査では撮像されていない。本研究では、2D 画像から MPRAGE を推定する AI 技術の日本人脳 MRI データへの適応性を評価するため、FLAIR および DWI の b0 画像から推定された MPRAGE と実撮像 MPRAGE の脳領域体積を比較、評価した。

#### 【方法】

当院で脳 MRI 検査を受けた患者 204 名の FLAIR および DWI の b0 画像から, FreeSurfer 内の Synthetic Super-Resolution で推定 MPRAGE 画像を生成した. 推定 MPRAGE と実撮像 MPRAGE から計 34 領域の脳体積を算出し, 両画像の各脳領域体積の相関係数・平均絶対誤差率 (MAPE) を算出した. 本研究は, 当院倫理委員会の承認を得て実施した.

#### 【結果】

推定 MPRAGE と実撮像 MPRAGE の脳領域体積間の平均相関係数は, 側頭葉 (FLAIR:  $r = 0.634$ , b0:  $r = 0.574$ ), 頭頂葉 (FLAIR:  $r = 0.637$ , b0:  $r = 0.561$ ), 前頭葉 (FLAIR:  $r = 0.545$ , b0:  $r = 0.460$ ) でいずれも FLAIR 由来が高い相関を示した. MAPE では, 特に嗅内皮質において FLAIR 由来 (19.89%) が b0 由来 (32.91%) より誤差が小さかった.

#### 【考察】

既存 AI モデルは日本人脳データにおいても, FLAIR および b0 画像から MPRAGE 画像を推定可能であり, 特に FLAIR 由来では, 相関係数・MAPE において優位性が認められた. 診断目的での使用には, 領域ごとの特性を考慮した慎重な適用が必要と考えられる.

### 15. MRI Bone image の最適撮像条件の基礎的検討 — 頸髄損傷への応用を目指して —

○関根 蓮<sup>1)</sup>, 小檜山 奈津留<sup>1)</sup>, 池亀 敏<sup>1)</sup>, 阿部 雅志<sup>1)</sup>, 池田 慎平<sup>2)</sup>, 高岡 慎市<sup>1)</sup>, 嶺 貴彦<sup>3)</sup>

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 救命救急科

3) 日本医科大学千葉北総病院 放射線科

#### 【目的】

近年, MRI において T1 強調画像等で描出困難な皮質骨や骨折線の評価を可能とする Bone image が注目されている. 通常, 頸髄損傷疑いの救急患者は脊髄評価のため MRI が撮像されるが, 骨の詳細な評価には CT が選択される. Bone image によって MRI での骨評価が可能となれば, 脊髄や靭帯, 軟部組織と同時に骨折の評価ができ, 速やかな診断支援や被ばく低減にもつながる. そこで本研究では, Bone image の最適な撮像条件の基礎的検討を行う.

#### 【方法】

MAGNETOM Altea-1.5T で, 豚の背骨を PVA で充填した自作ファントムを 3D VIBE シーケンスで撮像した. Flip Angle (FA), Repetition Time (TR), Base Resolution (BR), Phase Resolution (PR), Slice Resolution (SR) を可変し, コントラストと空間分解能を評価した. 画像解析に ImageJ を用いて, FA と TR を可変し皮質骨, 海綿骨, 筋肉の SNR と CNR を算出した. BR, PR, SR はプロファイルカーブやエッジ部分の FWHM を CT と比較した.

#### 【結果】

FA=9~15°で SNR と CNR が高く, FA=12°で皮質骨-海綿骨の CNR が最大となった. TR=22msec で CNR が最も高かった. BR は 352 以上でプロファイルカーブと FWHM が CT に近似した. PR では 75%以上で CT に近いプロファイルカーブが得られ, HF 方向の FWHM は 100%で最小となった. SR による変化は小さかった.

#### 【結論】

コントラストと空間分解能の評価から, Bone image の最適撮像条件は FA=12°, TR=22msec, BR=352 以上, PR=75%以上, SR=50%であることが示唆された.

座長

帝京大学 小林 隆幸

順天堂大学医学部附属順天堂医院 横田 卓也

## 16. 自殺目的に使用される恐れがある市販劇物の胃内容物の CT 値の検討

○山本 智朗<sup>1,2)</sup>, 畠山 沙璃亜<sup>1)</sup>, 深見 光葉<sup>1)</sup>

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 診療放射線分野

### 【目的】

近年 Autopsy imaging (Ai)が普及し、法医学関連の撮影も増加している。自殺は身の回りにあるものや、市販薬や農薬など簡単に入手出来るもので可能である。Ai-CT 画像では胃の内容物が高 CT 値を示す場合もあり、大量の錠剤や劇物の CT 値を知ることは死因推定に役立つ可能性がある。本研究では、錠剤や劇物の CT 値が胃液と混在した場合にどのような変化があるかを評価した。

### 【方法】

X線 CT 装置は Aquilion Prime SPi (キヤノン) を使用した。経口摂取された異物としてパラコート系農薬のプログロックス (シンジェンタ ジャパン) と展着剤のクサリノー (日本農薬), 塩素系漂白剤としてキッチンハイター (花王) を用いた。大量の錠剤摂取を想定し、プセプラス 200 (プラセボ製薬) を用いた。比較対象としてうがい薬 (マツモトキョシ) とうどんを用いた。胃液は人口胃液の FaSSGF (ナミキ商事) を空腹時に調整した。これらを自作ファントムに封入し、管電圧 120 kV, 管電流 Volume EC, スライス厚 0.5 mm, スキャン速度 0.5 sec にて撮影した。

### 【結果】

原液の農薬とうがい薬の CT 値はそれぞれ約 300 HU と約 220 HU と高い値を示した。漂白剤も約 100 HU と高い CT 値を示した。胃液は約 8 HU であり、展着剤は約 -8 HU と低い値を示した。同量の胃液と混在させると CT 値は半分の値となったが、展着剤は約 2 HU となった。胃液中の錠剤は時間とともに CT 値は低下したが、うどんはほとんど変化しなかった。

### 【結論】

農薬などの劇薬は高い CT 値を示すと推定されたので、単純 CT によって胃の内容物の推定に利用できる可能性がある。

### 【考察】

農薬の種類は多いので、他の劇物でも検討する必要がある。また Dual Energy CT の利用によって鑑別が出来る可能性もあるので、今後の検討課題としたい。

## 17. CTDI 測定法における変遷の比較

○田中 栄地<sup>1)</sup>, 伊藤 凜<sup>1)</sup>, 鈴木 彩加<sup>1)</sup>, 鈴木 琉璃<sup>1)</sup>, 渡邊 楓音<sup>1)</sup>, 齋藤 祐樹<sup>1)</sup>, 小山 菜緒<sup>2)</sup>

1) 帝京大学 医療技術学部 診療放射線学科

2) 帝京大学医学部付属病院 放射線科

### 【目的】

Computed Tomography(CT) に表示される CTDI<sub>100</sub> は、Edition (以下、Ed) 2.0, Ed 3.0, Ed 3.1 と変遷を遂げている。これまでに発表された Ed 3.1 までの間で、CTDI<sub>w</sub> における過大評価や過小評価が問題視されてきた。そこで、本研究では Ed 3.1 まで

のCTDI<sub>100</sub>を測定し、CTDI<sub>W</sub>を算出することで、これまでの変遷を比較・検討した。

#### 【方法】

X線CT装置にはAquilion ONE (Canon Medical Systems) を使用し、電離箱式CTDI検出器 (Raysafe) および腹部用32 cm CTDIファントム (Raysafe) を用いた。照射条件は120 kV, 200 mAs, スライス数は1とし、ビーム幅を2, 6, 10, 16 cmに変更して、ファントム中心および辺縁でCTDI<sub>100</sub>を測定・演算した。次に、Ed 3.1で使用されるCTDI<sub>free air</sub>は、CTDIファントムを使用せず、同様の照射条件で測定・演算を行った。これらの結果に基づき、各Editionに対応するCTDI<sub>W</sub>を算出した。

#### 【結果】

ビーム幅を変化させた場合のCTDI<sub>W</sub>は、Ed 2.0では1.67~0.89 mGy, Ed 3.0では1.67~1.42 mGy, Ed 3.1では1.67~0.71 mGyであった。Ed 3.1のスライス厚10 cmを基準とした場合、Ed 2.0ではスライス厚が10 cmを超えるとCTDI<sub>W</sub>は過小評価となり、Ed 3.0では同様の条件下で過大評価となっていた。

#### 【結論】

CTDI<sub>100</sub>を求める式のEditionによる違いが、CTDI<sub>W</sub>の変遷に与える影響を比較・検証することができた。CTDI<sub>100</sub>はCTDI<sub>W</sub>, CTDI<sub>vol</sub>, およびDLPと密接に関連しており、診断参考レベル (DRL) の推進においても重要な指標である。

## 18. 下肢末梢動脈疾患に対するCT - Angio 画像を用いた筋肉評価の有用性

○岩田 悠輝<sup>1)</sup>, 高橋 拓也<sup>1)</sup>, 中井 雄一<sup>1,2)</sup>, 安田 光慶<sup>1,2)</sup>, 石崎 兼司<sup>3)</sup>

1) 昭和医科大学藤が丘病院 放射線技術部

2) 昭和医科大学保健医療学部 リハビリテーション学科

3) 昭和医科大学病院 事務部

#### 【目的】

下肢閉塞性動脈硬化症 (lower extremity arterial disease: LEAD) は、動脈狭窄や閉塞により下肢虚血を引き起こし、病態の進行度によって治療方針が異なる。CT-Angio 画像(CTA)では血管形態の評価が主であり、筋肉の変化といった虚血の実質的な影響を定量的に評価する手法は確立されていない。本研究では、CTA から得られる筋肉のCT値および断面積に着目し、動脈狭窄の有無との関連性を検討した。

#### 【方法】

2023年1月~12月に撮影されたLEAD診断目的の下肢CTA100症例 (50名の両下肢) を対象とした。画像はGE社製CT装置で撮影され、画像処理ソフトを用いて解析を行った。膝蓋骨下縁、下腿中央、脛骨腓骨下端の3部位において、筋肉をROIで囲み、CT値の閾値を-10~100HUに設定してCT値および筋肉断面積を測定した。さらに、対象を総腸骨動脈から大腿動脈にかけて狭窄を認める群と認めない群に分類し、Wilcoxonの順位和検定により統計的比較を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

#### 【結果および考察】

筋肉CT値は全部位において有意差は認められなかったが、筋肉断面積は下腿中央 ( $p = 0.049$ ), 脛骨腓骨下端 ( $p = 0.041$ ) で狭窄群にて有意な減少を認めた。筋肉に供給される酸素と栄養素 (グルコース、脂肪酸) が不足、筋肉細胞内のミトコンドリアの機能低下によりATPの産生が減少し、筋肉量が減少したと考えられる。また、間欠性跛行により患者が運動を避けたためと考えられる。

#### 【結論】

CTA から得られる筋肉CT値に狭窄との関連はみられなかったが、断面積は虚血の影響を反映している可能性があり、LEADの補助的評価指標として有用であると考えられた。

## 19. 再構成画像に基づく Dual energy CT 解析における定量精度の向上に関する研究

### －基準物質対質量減弱係数の校正による検討－

○大口 航乃介<sup>1)</sup>, 遠藤 祐太<sup>2)</sup>, 坂本 岳士<sup>2)</sup>, 小池 貴久<sup>1,2)</sup>

1) 杏林大学大学院 保健学研究科

2) 杏林大学 保健学部 診療放射線技術学科

#### 【目的】

Dual energy CT (DECT) における基準物質画像解析は、線質硬化の補正が可能な投影データに基づく解析で行われている。再構成画像に基づく解析では、二つのエネルギーで撮影された同一断面画像で解析可能であるため、収集方式の制限が少ない一方、定量精度は劣ることが報告されている。そこで、再構成画像を用いた DECT 解析における基準物質画像の定量精度向上を本研究の目的とした。

#### 【方法】

基準物質画像解析に必要な二つのエネルギーにおける基準物質対の質量減弱係数の決定に、基準物質密度が既知のファントムにより質量減弱係数を校正する方法を提案した。基準物質対としてヨードと水を選択した。データ取得には 80 列の X 線 CT 装置を使用した。校正用ファントムとして、希釈濃度の異なる 7 つのヨード造影剤水溶液を作成した。80kV と 135kV での DECT スキャンを行い、得られた各エネルギー画像における各ヨード濃度の領域に関心領域を設定し、得られた平均 CT 値と、ヨード濃度から算出される理論 CT 値に対して最小二乗法を用いて未知である基準物質対の各エネルギーにおける校正質量減弱係数を取得した。校正質量減弱係数を使用した提案法ならびに、各管電圧における実効エネルギーでの質量減弱係数を使用した従来法により解析されたヨード密度画像の定量精度を理論値と比較した。

#### 【結果】

提案法により得られた校正質量減弱係数は、実効エネルギーでの値と比較して、ヨードでは低下し、水ではわずかに上昇した。基準物質画像の定量解析の結果、理論密度値に対するヨード密度値の最大誤差率は従来法では -24.1%、提案法では 8.1%であった。

#### 【結論】

提案法により、基準物質画像の定量精度が向上した。再構成画像に基づく解析の定量精度を向上することで、データ収集による制約を受けず、定量精度の高い DECT 技術を利用可能となることが期待される。

## 20. Dual energy 撮影における空間分解能を重視した再構成条件の検討

○三澤 慎也<sup>1)</sup>, 望月 純二<sup>1)</sup>, 鈴木 政史<sup>1)</sup>, 松崎 千晶<sup>1)</sup>, 池上 耕生<sup>1)</sup>

1) みなみ野循環器病院 放射線技術部

#### 【目的】

Dual energy (DE) 撮影は、様々な画像を取得できる利点を有する一方で、Single energy (SE) 撮影と比較して画像特性が変化する可能性がある。特に空間分解能の低下は重要な課題である。本研究は DE 撮影において、肺野の観察を目的とした際の最適な再構成画像を明らかにすることを目的とした。

#### 【方法】

CT 装置は Revolution Apex Elite (GE ヘルスケア) ,ファントムは Catphan (Phantom laboratory) を用いた。検討対象は、120kV (SE) および Fast kV switching (FKS) 方式の DE 撮影で得られる仮想単色 X 線画像 (VMI) 70keV, 120kV-

Like(kVL),および 140kV 画像とし,高周波強調関数にて再構成した.測定項目は Task transfer function (TTF) ,Noise power spectrum (NPS) ,および Normalized NPS (nNPS) とした.

【結果】

TTF は SE と比較し,VMI および kVL において顕著に低下した.一方,140kV 画像は SE に近い値を示し,10%TTF も維持されていた.NPS は 140kV で高値を示したが,nNPS は SE と同等であった.VMI および kVL においては,低周波側へのピークシフトを認めた.

【考察】

140kV 画像は,FKS 方式における高電圧側のデータのみで再構成されており,データ量が減少するためノイズは増加するが,SE と類似した画像特性を示したと考える.VMI および kVL は,低電圧側のデータも含めて様々な画像処理が施されているため画像特性が変化し,特に空間分解能の低下が顕著であった.

【結語】

FKS 方式の DE 撮影において,140kV 画像はノイズ特性を維持しつつ空間分解能の担保が可能であり,肺野の観察に最適な画像となることが示唆された.

## 21. 深層学習ベース仮想単色エネルギー画像再構成に関する基礎検討

○鈴木 政史<sup>1,2)</sup>, 望月 純二<sup>1)</sup>, 三澤 慎也<sup>1)</sup>, 山下 真未<sup>2)</sup>, 子安 英樹<sup>2)</sup>

1) みなみ野循環器病院 放射線技術部

2) 子安脳神経外科クリニック

【目的】

深層学習を用いた仮想単色エネルギー画像再構成(True Enhance DL:TEDL)は,シングルエネルギー120kV 画像から仮想単色 X 線画像(VMI)50keV 相当の画像再構成が可能であり,造影コントラストの向上が期待される.本研究の目的は,造影 CT における TEDL による CT 値の変化を評価することである.

【方法】

Revolution Ascend Elite(GE ヘルスケア社製)を用い,CT 値が 50~500HU の希釈造影剤を封入した容器を水ファントム内に配置し,120kV で撮影した.加えて,臨床画像の下行大動脈を評価対象とし,4 種類の TEDL モデル(CTA,Arterial,Venous,Delayed)による CT 値変化を検討した.

【結果】

各 TEDL モデルにおいて 100HU 以下では顕著な変化はみられなかったが,150HU では各モデル間で CT 値上昇の傾向が異なり,特に Arterial モデルでは他のモデルと比較して CT 値の上昇が乏しかった.また CTA および Arterial モデルでは 300-500HU で顕著な CT 値上昇が認められた.臨床画像においても下行大動脈の CT 値は,各 TEDL モデルにおけるファントムと同様の上昇傾向を示した.

【考察】

TEDL において,CT 値が 100HU 以下の領域では軟部組織に相当するため,明確な CT 値上昇はみられなかった. Arterial モデルが,150HU において他モデルとは異なる挙動を示したのは,動脈相において病変と周囲組織とのコントラストを強調するための特性によるものと考えられる.さらに,ファントム画像と臨床画像で同様の上昇傾向が確認されたことから,TEDL は 120kV 画像の CT 値に依存しつつ,VMI50keV 相当の画像を再構成することが示唆された.

【結語】

TEDL の最適な活用には撮影目的に応じたモデル選択が重要である.

座長 がん研有明病院 伊藤 康  
東京慈恵会医科大学附属柏病院 末永 良太

## 22. 2 系統の回路をもつ電位計を対象とした電位計感度係数の感度比較の有効性の検討

○佐々木瑠杏<sup>1)</sup>, 佐々木浩二<sup>2)</sup>, 津野隼人<sup>1,3)</sup>, 西航平<sup>4)</sup>, 牛川多恵<sup>4)</sup>, 後藤太作<sup>4)</sup>, 川島康弘<sup>3)</sup>, 小杉璃々子<sup>1)</sup>, 五十嵐博<sup>2)</sup>

1) 群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部 診療放射線学科

2) 群馬県立県民健康科学大学大学院 診療放射線学研究所

3) 前橋赤十字病院 放射線治療科

4) JR 東京総合病院 放射線科

### 【背景】

水吸収線量の計測には電離箱と電位計が用いられる。電位計の感度比較は品質管理項目の一つであり、リニアックを使用せずに電位計感度係数を測定でき、精度と作業効率が高い方法が既に報告されている。近年、2 系統の回路（区別するために第 1 回路、第 2 回路とする）を持つ電位計が普及しているが、これまでに第 2 回路の電位計感度係数の計算方法は検討されていない。本研究では第 1 回路を基準として第 2 回路の感度係数を算出する方法を検討し、精度を評価したので報告する。

### 【方法】

RAMTEC Pro の第 1 回路を基準とした上で、RAMTEC Duo と Super Max を試験電位計として、電流源 SCG002 に接続した。RAMTEC Pro の最小入力電流  $Q_{min}$ 、最大入力電流  $Q_{max}$ 、 $Q_{max}$  の半値  $Q_{0.5}$  の 3 点の電荷量の測定結果の平均から感度比  $\bar{r}_{elec}$  を計算した。これを第 1 回路の電位計校正定数に乗じて第 2 回路の電位計感度係数を計算した。各電位計が校正機関により与えられた  $k_{elec}$  を基準とした相対誤差を計算した。校正機関による各電位計の校正証明書に掲載されている不確かさと比較することで計測精度を評価した。

### 【結果】

RAMTEC Pro の第 2 回路の電位計感度係数は 1.0004、相対誤差 +0.033% であった。RAMTEC Duo の電位計感度係数はそれぞれ第 1 回路では 1.0014、第 2 回路では 1.0013、相対誤差はそれぞれ +0.085%、+0.073% だった。Super Max の電位計感度係数はそれぞれ第 1 回路で 0.9985、第 2 回路で 0.9980、相対誤差はそれぞれ -0.011%、-0.079% であった。いずれも校正証明書記載の拡張不確かさ 0.15% 未満であった。

### 【結論】

この研究により第 1 回路を基準にして第 2 回路の電位計感度係数を高い精度で計測することが可能である。2 系統の回路を持つ電位計は、第 1 回路を基準にすることで第 2 回路の電位計感度係数を高い精度で求めることができることが示された。

## 23. 乳房温存手術後への接線照射における簡易的なセットアップエラーの評価法の開発

○小杉璃々子<sup>1)</sup>, 津野隼人<sup>1,3)</sup>, 佐々木浩二<sup>2)</sup>, 清原浩樹<sup>3)</sup>, 吉松幸彦<sup>3)</sup>, 川島康弘<sup>3)</sup>, 佐々木瑠杏<sup>1)</sup>

1) 群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部 診療放射線学科

2) 群馬県立県民健康科学大学大学院 診療放射線学研究所

3) 前橋赤十字病院 放射線治療科

### 【背景】

乳房温存手術後の放射線治療では再発率を下げるために接線照射が行われる。通常皮膚マーカと体内構造の一致を 2D 画像照合に

より定期的に確認するが、画像照合を省略した場合のセットアップエラー（偶発誤差と系統誤差）を、画像照合を用いずに定量的に確認する方法は確立されていない。本研究では照射座標に基づいて簡易的にセットアップエラーを評価できる可能性を検討した。

#### 【方法】

2024年1月から10月までに乳房温存手術後に照射した患者30人を対象とした後ろ向き研究である。倫理審査を得ている。照射毎の画像照合後の患者位置座標（照射座標）と変位量を放射線治療データ管理システムより取得した。照射座標と位置変位がそれぞれ正規分布をしているかどうかをシャピロウィルク検定で確認し、直線性と相関性を、決定係数  $R^2$  およびスピアマンの順位相関係数を用いて評価（有意水準は5%）した。

#### 【結果】

照射座標と位置変位は正規分布に従わなかった ( $p < 0.05$ )。決定係数は0.51と中程度の直線性が確認された。また、相関係数は0.541 ( $p < 0.05$ )で中程度の正の相関が確認された。モデル間でばらつきがあり、基準座標から照射座標への位置変位のベクトルと画像照合による位置補正のベクトルの向きが一致していたことから、画像照合を行わずとも照射座標を用いることでセットアップエラーが偶発誤差か系統誤差かを予測できることが示された。自施設のセットアップエラーを解析し、患者群95%が包含される位置変位を許容値に設定することにより画像照合を省略でき、作業効率と画像照合による被ばく低減が期待される。ベクトルの大きさが完全に一致しないことは研究限界である。

#### 【結論】

照射座標と画像照合の位置変位に着目し、画像照合を省略したセットアップエラーを偶発誤差か系統誤差かどうかを切り分ける簡易的な方法を開発した。この方法はどの施設でも画像照合を省略してセットアップエラーを定量的に評価できるため有効性が高い。

## 24. 個人情報保護の強化を目的とした共通鍵暗号方式による深部線量関数の暗号化の試み

### ～PDDを対象とした線量分布暗号化の可能性の検討～

○津野 隼人<sup>1)</sup>, 松林 史泰<sup>2)</sup>

1) 群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部

2) がん研究会有明病院 放射線治療科

#### 【背景】

強度変調放射線治療（IMRT）は腫瘍に高い線量を投与しながら正常組織の被ばく線量を抑えることができる照射技術である。2023年日本放射線腫瘍学会の構造調査によると国内で放射線治療を実施している施設の約70施設がIMRTを実施しておらず、その6割は医師不足が理由である。COVID-19の遠隔診療と個人情報保護の堅牢性確保にCT画像を暗号化する有効性が報告された。これとは別に表計算ソフトを用いた共通鍵暗号の新しいシステムが2025年4月にJSRTに論文公開された。このシステムは個人情報を保護しながらデータをメール送信できる方法である。これまで遠隔治療計画を目的として線量分布を暗号化されていない。我々は線量分布を暗号化することで患者の個人情報の堅牢性をより確保しつつ遠隔の治療計画を立案の支援ができると考えた。研究の目的は深部線量関数の線量百分率（PDD）を暗号化しその前後の類似性を評価することである。

#### 【方法】

TrueBeamの6 MVX線を用いた。表計算ソフトにより、PDDをRSA暗号で暗号化した。暗号化の計算方法は津野らの方法を利用した。実測PDDを平文とし、暗号化したPDDとの類似度を評価した。評価にはDice係数、Jaccard係数、Simpson係数を用いた。

#### 【結果】

Excel で PDD を暗号化することができ、Dice 係数、Jaccard 係数、Simpson 係数はそれぞれ 0.057, 0.030, 0.057 であった。平文と暗号文の類似度は低く別の PDD であることが示された。素因数分解をすることで復元できることが確認された。個人情報保護しながらメール送信できると考えられる。

#### 【結論】

この研究により治療計画の線量分布を暗号化できることが示された。線量分布を暗号化できれば医師が不足している病院は遠隔で治療計画の技術支援を安全に受けやすく IMRT の普及促進の支援となることが期待される。

## 25. kV 画像誘導放射線システムによる水晶体被ばく線量の評価

○佐原 萌加<sup>1)</sup>, 中井 健裕<sup>1)</sup>, 水野 将人<sup>1)</sup>, 高木 正人<sup>1)</sup>, 久田 桐子<sup>1)</sup>, 丸山 靖<sup>1)</sup>, 山下 晃司<sup>1)</sup>, 中西 章仁<sup>1)</sup>

1) 杏林大学医学部付属病院 放射線部

#### 【目的】

近年、画像誘導放射線治療の普及により高精度な放射線治療が実施可能となっている。ConeBeam CT (CBCT) や床置き型 kV 画像照合システムである Brainlab 社製 Exactrac (以下, Exac) を用いた治療直前の画像照合は、治療の精度を担保する上で極めて重要である。一方、X 線画像を用いた照合では追加の被ばくを生じるため、それを管理することは安全な治療の実施において不可欠である。当院における頭部の治療では CBCT と Exac を併用しており、特に水晶体の被ばく線量は適切な治療計画を立案する上で重要な評価項目であるが、両者を比較した報告は我々が知る限りまだない。本研究の目的は当院で使用している CBCT と Exac による水晶体への被ばく線量を測定し、評価することである。

#### 【方法】

CBCT では Elekta 社製 Versa HD XVI を使用し、頭部ファントムの両眼にガラス線量計を GT 方向で設置した。撮影条件は①ガントリ 180°→180.1° (120kV, F1, 40mA, 25msec) ②ガントリ 20°→180°および③340°→180° (100kV, F0, 10mA, 10msec) とした。Exac ではガラス線量計を管球に対して垂直に設置し、撮影条件は④Low (100kV, 6.3mAs) ⑤High (100kV, 10mAs) とした。測定は各 3 回ずつ行った。

#### 【結果】

CBCT の水晶体被ばく線量は両眼の平均がそれぞれ①18.5mGy, ②1.22mGy, ③0.45mGy だった。Exac は④0.015mGy, ⑤0.023mGy といずれも CBCT と比較すると低い値となった。

#### 【結論】

当院で使用している CBCT と Exac による水晶体被ばく線量を把握することができた。今後は当院の被ばく線量管理への導入を検討する。

## 26. 前立腺がん放射線治療における蓄尿管理シートの有用性の検討

○久田 桐子<sup>1)</sup>, 水野 将人<sup>1)</sup>, 中井 健裕<sup>1)</sup>, 佐原 萌加<sup>1)</sup>, 松本 紗貴<sup>1)</sup>, 高木 正人<sup>1)</sup>, 山下 晃司<sup>1)</sup>, 中西 章仁<sup>1)</sup>

1) 杏林大学医学部付属病院 放射線部

#### 【目的】

前立腺がん放射線治療の有害事象には直腸障害や放射性膀胱炎が挙げられる。これらの放射線障害を抑制するためには臓器体積あたりの線量抑制が効果的であり、そのためには治療計画時と照射時における解剖学的位置の再現性が求められる。しかし、膀胱は伸縮性

のある臓器であり、体積を一定に保つことは難しい。放射線治療計画ガイドライン 2024 において再現性を高めるための具体的な手法は明記されておらず、施設独自で定めている。そこで当院では、治療時の膀胱体積を一定に保つことを目的に、治療前の最終排尿時間、飲水量等を患者が記載する蓄尿管理シートを導入し、蓄尿条件の管理を行った。本研究では蓄尿管理シート導入前後の膀胱体積を比較し、その有用性を検討した。

#### 【方法】

前立腺がんに対して強度変調回転照射を実施した蓄尿管理シート導入前の患者を A 群、導入後の患者を B 群とした。A, B 群それぞれ治療時に撮像した Cone Beam CT (CBCT) をもとに、診療放射線技師 1 名が治療計画装置を用いて膀胱を描出し、体積を取得した。その後、治療開始時に撮像した CBCT の膀胱体積を基準とした相対値を算出した。A, B 群間の膀胱体積の再現性を相対値で比較し、蓄尿管理シート導入による変化を評価した。本研究は杏林大学医学部の倫理委員会から承認を受けて実施している。

#### 【結果】

蓄尿管理シート導入前の A 群の膀胱体積の相対値と比較し、導入後の B 群のほうがより 1 に近い値を示した。また、腸管ガスや便が残存している場合、膀胱体積再現性に影響を与えることが分かった。

#### 【結論】

蓄尿管理シートの導入により膀胱体積の安定化が図られ、再現性の高い治療が実現可能であることが示唆された。

## 27. ラジオクロミックフィルムが Flattening Filter Free ビームの絶対線量検証の未来を変えるとき

○志田 晃一<sup>1)</sup>, 大隅 千鶴<sup>2)</sup>, 吉田 匡宏<sup>1)</sup>, 藤井 貴央<sup>1)</sup>, 五味 達哉<sup>1)</sup>

1) 東邦大学医療センター大橋病院 放射線科

2) 東邦大学医療センター大橋病院 放射線部

#### 【目的】

ラジオクロミックフィルム (RCF) は、従来、線量分布検証に広く利用され、その空間分解能は誕生から 30 年以上経った現在も他の検出器の追随を許さない。しかしながら、様々な要因から「相対線量」を検証するツールとしての認識が強い。当施設では、通常の治療ビームにおいて正規化を必要とせずに線量分布を評価可能な「絶対線量分布検証法」を確立してきた。今回、RCF を用いて Flattening Filter Free (FFF) ビームにおける小照射野を絶対線量として評価することで、通常の検出器では評価が困難といわれる FFF の小照射野絶対検証の未来を覗いたので報告する。

#### 【方法】

当施設の TrueBeam (Varian) で出力可能な 6MV-FFF および 10MV-FFF X 線の 5cm×5 cm から 1 cm×1 cm までの照射野を作成し、タフウォーターファントム(京都科学) の深さ 10cm に挟んだ RCF EBT4 (Ashland) へ 500MU ずつ照射した。スキャナー ES-20000G (Epson) を用いて読み込み、DD-System (R-TECH) にて吸収線量へと変換した。治療計画装置 Eclipse (Varian) にて計算した線量分布と、吸収線量に変換したフィルムの値を DD-System にて比較した。

#### 【結果】

EBT4 を用いて算出・導出された線量は、3%/1mm, threshold 10%の条件で全て  $\gamma$ -パス率 95%以上、中心における絶対線量差は全て  $\pm 3\%$  以内の結果を得た。

#### 【結論】

当施設における RCF 用いた FFF ビームの線量検証法は、絶対線量及び線量分布検証をフィルムのみで包括でき、かつ空間分解能においては他のツールの一步先を行く、古くも新しい「innovative」な手法となる可能性を秘めている。