

15:40 ~ 16:10 第1会場(ホールルーム ウェスト)

災害・骨密度

座長 松澤 博明

## 1 災害対応傷病者情報管理システムによる撮影トリアーゼ機能の有用性について

\*魚澤里奈<sup>1</sup>, 西健太<sup>1</sup>, 櫻山和幸<sup>1</sup>, 船橋正夫<sup>1</sup>

(1. 大阪急性期・総合医療センター)

### 【背景】

災害時にはニーズとリソースの不均衡が生じる。これは放射線検査においても同様であり、限られた人員・機器で多数傷病者の撮影を実施しなければならない。そのような状況下において、技師側だけの適切な撮影優先順位の決定は困難である。

当センターでは多数傷病者受入時の傷病者管理に災害対応傷病者情報管理システム(以下3SPiders)を使用しており、ICタグを用いてトリアーゼやバイタルサインの他、画像検査依頼も出来るシステムとなっている。システム構築にあたり、バイタルサイン等を基に撮影優先順位が決定される撮影トリアーゼ機能を搭載したので報告する。

### 【目的】

3SPidersを用いた撮影トリアーゼ機能の有用性を検討すること。

### 【対象・方法】

当院診療放射線技師10名に対し、氏名、年齢、性別、傷病名、バイタルサイン、トリアーゼ区分が記載された10症例の画像検査依頼を1例ずつ1分毎に提示し、各時相での優先順位を決定させた。同様に、3SPidersを用いて優先順位を決定させ、両者での比較検討を行った。

### 【結果・考察】

経験年数が高い技師は短い技師に比べ、バイタルサインから判断していた。経験年数に関係なくトリアーゼ区分は判断に影響した。また、依頼数が多くなるにつれ3SPidersと異なる結果がみられた。

3SPidersは依頼発生から、受取までに平均55秒、最長1分47秒の時間差が生じた。

3SPidersを用いることで、依頼受取まで多少の時間を要すが、許容できる時間差であり、知識及び経験に左右されることなく適切な撮影優先順位決定が可能になると考えられる。

### 【結語】

限られた人員、資機材で多数傷病者の撮影を実施するためには、撮影優先順位決定が不可欠であり、3SPidersを用いた撮影トリアーゼ機能は有用である。

## 2 体厚とX線量が骨密度結果に与える影響

\*塚本岳夫<sup>1</sup>, 土井司<sup>1</sup>, 石本悠<sup>1</sup>, 大島明子<sup>1</sup>

(1. 社会医療法人 高清会 高井病院)

### 【目的】

当院のDXA式骨密度測定装置では算出したBMIから体厚を推測し、自動的に適切なX線量を選択しているが、3段階しかなくその境界部分や体厚を間違えて推測した場合に正しく測定されているのかが不明であった。そこで、体厚とX線量との関係が骨密度計測にどのように影響を及ぼしているのかを検討した。

### 【方法】

腰椎ファントム(Hologic DXA Quality Control Phantom)に人体軟部組織を模した水透過ファントム(ポリエチレン製)を重ね、体厚を再現し、骨密度測定装置(PRODIGY)で骨密度(Bone Mineral Density以下BMD)を測定した。水透過ファントムの厚さは、高体厚(30cm)、標準体厚(13, 20, 25cm)、低体厚(10cm)と変化させ、それぞれを高線量(76kV, 3.0mA, 99sec)、標準線量(76 kV, 3.0mA, 47sec)、低線量(76kV, 0.750mA, 47sec)で撮影した。

### 【結果】

各体厚における最適な線量での最大誤差は6%だった。高体厚と低体厚において線量の増減による標準線量からの誤差は大きくなる傾向があった。また、標準体厚でも20cmでは線量変化による誤差は少なかったが、25cm、13cmでの境界体厚では誤差が大きくなる傾向があった。また、低体厚10cmでは線量が増加するほど、最適線量のBMDよりも低くなった。

### 3 X線骨密度測定装置の違いが測定値に与える影響について

\*佐賀友香<sup>1</sup>, 松浦義弘<sup>1</sup>, 櫻山和幸<sup>1</sup>

(1. 大阪急性期・総合医療センター)

#### 【目的】

3つのX線骨密度測定装置において腰椎ファントムを用い、機種の違いが骨密度測定値に与える影響について検討した。

#### 【方法】

測定には以下の3つのX線骨密度測定装置を使用した。

1. 日立アロカメディカル DCS-900FX
2. Hologic QDR Discovery W
3. Hologic Horizon A

測定対象には骨塩量(g)既知の腰椎ファントム(HOLOGIC社製)を使用し、臨床で使用している標準条件で撮影と解析を行った。次に、体厚の違いによる影響を検討するため、同様の撮影条件のもと、腰椎ファントムにアクリル板を付加した状態で撮影し、解析を行った。さらに、体厚と拡大率の違いが与える影響を検討するため、腰椎ファントムの下にアクリル板を付加した状態で撮影し、解析を行った。これらを上記の3つの装置で行い、測定結果の比較、検討を行った。

#### 【結果】

同一の腰椎ファントムを用いて測定したにも関わらず、3つの装置の骨塩量の測定結果はそれぞれ異なっていた。さらに、アクリル板を付加した場合は、付加していない状態での測定時よりも骨塩量は減少する傾向にあった。

#### 【考察】

体厚が増えるに従って骨塩量が減少する傾向にあったのは、体厚の増加による線量不足が要因として考えられる。また、3つの装置間の測定値の差は、それぞれの装置で使用しているエネルギーの差やメーカー間での校正方法の差などが要因として考えられる。以上のことから、装置間で測定値に違いが生じてしまうため、今後装置の更新を行う際や他施設で経過フォローを行う際には、換算式を用いるなど工夫する必要があると考える。

16:20 ~ 17:30

第1会場(ボールルーム ウェスト)

MRI (高磁場)

座長 佐川 肇

### 4 超高磁場7T-MRIを用いた高血圧症モデルラットの経時的な心機能評価

\*羽鳥翔平<sup>1</sup>, 齋藤茂芳<sup>2,3</sup>, 大木明子<sup>2,3</sup>,  
樋口隆弘<sup>4</sup>, 福地一樹<sup>2</sup>

1. 大阪大学医学部保健学科放射線技術科学専攻
2. 大阪大学医学系研究科保健学専攻医用物理工学講座,
3. 国立循環器病研究センター画像診断医学部,
4. 岡山大学医歯薬学総合研究科

#### 【背景・目的】

ダールラットは高塩分食負荷高血圧症モデルとして確立された系統であり、ヒトの高血圧性心不全モデルとして用いられている。本研究ではダールラットに8週齢より高塩分食塩食を給餌し収縮不全モデルとして、超高磁場7T-MRIにより心機能を経時的に評価した。

【方法・対象】心機能評価には、連続的に撮影したMRI画像からRetrospectiveに心拍と呼吸波形を作成し、その波形を画像再構成に用いるIntragate-MRIという方法を使用した。8週齢のダールラットに8%高塩分負荷を2ヵ月間行い、収縮不全モデルを作成した。コントロールラット6匹、8%塩分負荷ラット6匹の左室短軸画像を撮影し、左室駆出率、左室容積、心筋壁厚を算出した。また、血圧測定装置を用いて心拍数、血圧を算出した。MRI撮影と心拍、血圧測定は、高食塩食負荷1ヵ月後、2ヵ月後で測定を行った。

#### 【結果】

左室駆出率は負荷2ヵ月後でコントロール群に比べ8%負荷群で有意に低下していた( $p<0.05$ )。収縮末期容積は、2ヵ月後では同週齢のコントロール群と比較し8%負荷群で有意に増加していたが( $p<0.05$ )、拡張末期容積は有意差が見られなかった。収縮期壁厚に有意な変化は見られなかったが、拡張期壁厚は一部有意差を伴って増加傾向が見られた。血圧は負荷1ヵ月後、2ヵ月後ともに、コントロール群に比べ8%負荷群は有意に増加していた( $p<0.001$ )。

#### 【結論】

ダールラットを用いた収縮不全モデルでは、左室駆出率および収縮末期容積の低下は負荷2ヵ月後から観察された。7T-MRIにより食塩感受性ラットの心機能変化を早期に検出することが可能である。

## 5 SPIOおよびUSPIOを用いたヒト臍帯由来間葉系幹細胞のin vivoイメージング

\*大木明子<sup>1,2</sup>, 有原成美<sup>3</sup>, 澤谷令香<sup>3</sup>, 齋藤茂芳<sup>1,2</sup>

- (1. 国立循環器病研究センター画像診断医学部,
2. 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻医用物理学講座,
3. 大阪大学医学部保健学科放射線技術科学専攻)

### 【目的】

ヒト臍帯組織由来間葉系幹細胞(mesenchymal stem cell: MSC)をSuperparamagnetic Iron Oxide (SPIO)及びUSPIO (Ultrasmall Superparamagnetic Iron Oxide)で標識し, 前臨床7T-MRIを用いて標識細胞ファントムと新生児ラット脳内で画像化および評価を行った。

### 【方法】

MSCを37℃, 5%CO<sub>2</sub>下で培養した。SPIO造影剤であるResovistまたはUSPIO造影剤であるMolday IONを最終濃度50, 100μg/mLで培地に添加し, 24時間培養した。0.25×10<sup>6</sup>, 0.5×10<sup>6</sup>, 1.0×10<sup>6</sup>, 2.0×10<sup>6</sup> cellsをアガロースゲルに固定してファントムを作製し, 7T-MRIを用いてT2強調画像, T2マップ, 磁化率強調画像を撮影した。動物実験では生後8日目のWistarラットを対象とした。麻酔下でラット頭部を固定し, ResovistまたはMolday IONで標識したMSC(3.0×10<sup>5</sup>cells/3.0μL PBS)を左脳内に投与し, 移植の1日後と7日後にMRI撮像を行った。

### 【結果】

ファントム実験においてResovist標識MSCでは細胞数の増加と濃度の増加に伴ってT2値が減少した。ラット脳内では移植1日後にResovistまたはMolday ION標識MSCの投与部位で信号が低下した。7日後にも信号低下域を認め, 脳内でのMSCの残存が観察された。

### 【結論】

作製したSPIOおよびUSPIO標識MSCを生体内で可視化することができ, MRIを用いた細胞追跡への応用可能性が示唆された。

## 6 7T-MRIを用いた心筋組織性状イメージングの検討

\*有原成美<sup>1</sup>, 白石泰宏<sup>2</sup>, 澤谷令香<sup>1</sup>, 大木明子<sup>3,4</sup>, 齋藤茂芳<sup>3,4</sup>

- (1. 大阪大学医学部保健学科放射線技術科学専攻,
2. 愛媛大学医学部附属病院診療支援部診療放射線技術部門,
3. 国立循環器病研究センター画像診断医学部,
4. 大阪大学医学系研究科保健学専攻医用物理学講座)

### 【目的】

心臓MRIの基本的な撮像法であるCine-MRIを用いた心形態・心機能解析は確立されており, 臨床において広く利用されている。T1マッピングやT2マッピングなどを用いた心筋緩和時間測定による心筋組織性状評価が注目を集めており, 超音波イメージングで行われてきた心筋のストレイン解析もMRIを用いて可能となっている。我々は前臨床用高磁場7T-MRIを用いて, 心臓Cine-MRIによる心機能解析に加え, T1マッピングおよびT2\*マッピングによる心筋の緩和時間測定, タギングMRIを用いた心筋ストレイン解析等の複数の心筋組織性状評価の基礎的検討を行った。

### 【方法】

実験には7T-MRI(ブルカー社)を使用し, 対象は8週齢の雄SDラットを用いた。MRI撮影はイソフルラン2%麻酔下で温水による体温維持を行い, 小動物用生体情報モニタリング装置により心拍および呼吸をモニタリングし, 同期撮影に用いた。短軸像のCine-MRI, IRパルスを印加したFISPを用いたT1マッピング法, GREを用いたT2\*マッピング法, SPAMMを用いたタギングMRIの4種類の画像を撮影した。取得した画像から左室駆出率, 心筋のT1値およびT2\*値を算出し, タギングMRIから心筋ストレイン解析を行いcircumferential strain (Ecc)とradial strain(Err)の2つのストレイン値を算出した(Ziostation 2)。

### 【結果】

7T-MRIを用いた心電・呼吸同期下でのラット心臓MRIを実施し, 左室駆出率, 心筋T1およびT2\*緩和時間, 心筋ストレイン値の複数の定量値の測定と算出が可能となった。

## 7 7T-MRIを用いた抑制性神経伝達物質の検出と画像化

\*澤谷令香<sup>1</sup>, 有原成美<sup>1</sup>, 大木明子<sup>2,3</sup>, 高橋佑典<sup>4</sup>,  
齋藤茂芳<sup>2,3</sup>

- (1. 大阪大学医学部保健学科放射線技術科学専攻,
2. 国立循環器病研究センター画像診断医学部,
3. 大阪大学医学系研究科保健学専攻医用物理学講座,
4. 大阪大学医学系研究科循環器内科学講座)

### 【目的】

神経伝達物質は脳の情報伝達に重要な役割を担っており興奮性の神経伝達物質としてグルタミン酸, 抑制性として $\gamma$ -アミノ酪酸(GABA)が代表的である. MEGA-PRESSと呼ばれる周波数選択的パルスのGABAの信号編集技術を用いることで生体内の微量物質であるGABAの測定が可能である. 前臨床用7T-MRIを用いてMEGA-PRESSとCESTイメージングを用いてGABAの検出と画像化を行った.

### 【方法】

7T-MRI(ブルカー社)を使用した. 測定サンプルとしてGABAを生理食塩水で希釈し10mM, 25mM, 50mMの3種類の溶液および同じ濃度のクレアチンサンプルを作成し, GABAとクレアチンの混合溶液を準備した. 各溶液に対しMEGA-PRESS (信号編集パルスon=4.7ppmおよび1.9ppm, 信号編集パルスoff=4.7ppmおよび7.5ppm)を用いてスペクトル測定を行った. GABA-CESTイメージングでは磁化移動パルスを3 $\mu$ Tに設定し, B0補正にはWASSR法, B1補正にはマルチフリップアングル法を用いたB1マッピングを使用し, 各サンプルのMTR値を算出した. 生体の測定では8週齢の雄SDラットを用いて, 脳のMEGA-PRESSとGABA-CESTイメージングを実施した.

### 【結果】

MEGA-PRESSの結果ではGABAの溶液濃度に応じた信号強度の変化が観察でき, クレアチンからの信号と分離することが可能であった. またGABA-CESTイメージングにより溶液濃度に応じたMTR値の変化を画像化でき, ラット頭部撮影への適用も可能となった.

## 8 複数固定標本のマイクロイメージングを可能とするソレノイド型コイルの開発

\*齋藤茂芳<sup>1,2</sup>, 川畑義彦<sup>3</sup>, 高橋孝一郎<sup>4</sup>, 荒木力太<sup>4</sup>,  
吉岡芳親<sup>2,5</sup>

- (1. 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻医用物理学講座,
2. 情報通信研究機構・大阪大学脳情報通信融合研究センター,
3. 高島製作所株式会社,
4. ブルカージャパン株式会社バイオスピン事業部,
5. 大阪大学大学院生命機能研究科生体機能イメージング講座)

### 【目的】

マウスやラットなどは臓器の発生や疾病の研究モデルとして広く利用されている. 従来行われている組織切片を使った病理学的評価は, 観察可能な変化を特定するには多くのサンプルの切片作成が必要であり, この手法では時間や手間がかかる. 特に全身に表現型が出るような胎生期薬物投与モデルや放射線曝露モデル, 遺伝子改変モデルでは全身臓器の観察が必要であるため, 広い領域で組織切片を補完する手法が望まれている. 前臨床用7T-MRIを用いて固定標本のより広い領域でのマイクロイメージングを可能とするコイル開発を行い, 撮影条件の検討を行った.

### 【方法】

7T-MRI装置はBruker社Pharma Scan 70/16を使用し, 3D-GREによるT1強調画像の撮像条件を検討した. ラット・マウスの複数の臓器や個体を対象とし, ホルマリン固定後, ガドリニウム造影剤浸透下で撮影を行った. コイルは複数の臓器標本やマウス成体でも使用できる大きさとし, 50 $\mu$ m程度の解像度までの撮像を検討した.

### 【結果】

コイルは縦51mm横25mm高さ40mm程度の長方体のソレノイド型の形状で作製された. このコイルにより, FOVは51.2mm $\times$ 51.2mm $\times$ 25.6mm, マトリックスは512 $\times$ 512 $\times$ 512での撮影が可能となった. 面内zero-filled-interpolationを利用し再構成を行い平面分解能50 $\mu$ m, スライス厚50 $\mu$ m, FOV全体で十分なS/Nの画像が得られた. アーチファクトはFA45°がFA90°に比較し低下した.

### 【結論】

開発したソレノイド型コイルにより適切な撮影技術を用いることで高分解能画像の取得が可能となった.

## 9 11.7T- MRIによる老化促進モデルマウスの脳代謝物変化の検出及び系統間比較

\*米田巨希<sup>1</sup>, 齋藤茂芳<sup>1,2</sup>, 泉早紀<sup>3</sup>, 福地一樹<sup>1</sup>, 吉岡芳親<sup>3</sup>

- (1. 大阪大学医学系研究科保健学専攻医用物理工学講座,
2. 国立循環器病研究センター画像診断医学部,
3. 大阪大学生命機能研究科)

### 【目的】

SAM系統マウスは老化促進モデルとして幅広く利用されている。このうち記憶・学習障害を呈する系統はSAMP8(P8)とSAMP10(P10)であり、認知症を発症する系統として使用されている。先行研究ではP10と正常コントロールマウスであるSAMR1(R1)におけるMRS測定による生体内代謝物の検出は行われているが、P8における先行研究は無い。本研究はP8, P10, R1の3系統のMRSデータを測定し、複数のSAMマウスにおける脳代謝物の系統間比較を行った。

### 【方法】

MRI装置は垂直型11.7T-MRIを使用し、対象はP8 (n=9), P10(n=9)およびR1 (n=9)を用い2か月齢, 3か月齢, 4か月齢, 6か月齢, 9か月齢でMRS測定を行った。その後、LCModelを用いて各代謝物質のCr比を求めた。

### 【結果】

P8とR1においてGPC+PChでは2か月齢から9か月齢まで測定した全ての期間において高値を示した(p<0.05)。また、NAA+NAAGでは2か月齢, Insでは3か月齢のそれぞれでP8はR1より高値を示した(p<0.05)。P8とP10においてNAA+NAAGにおいて3か月齢, Glu+Glnでは4か月齢と6か月齢, Insでは2か月齢と4か月齢のそれぞれでP8はP10より低値を示した(p<0.05)。

### 【結論】

P8にて継時的に脳代謝物濃度を評価することで、細胞膜代謝や神経細胞密度などに関連する脳代謝変化の観察が可能であった。また、P10との比較では複数の代謝物質で有意な差が認められた。P8とP10の促進老化における脳代謝変化の差異を定量化できる可能性が示唆された。

## 10 11.7T-MRIを用いた下肢骨格筋虚血CrCESTイメージング

\*高橋佑典<sup>1</sup>, 齋藤茂芳<sup>2,3</sup>, 木岡秀隆<sup>1</sup>, 荒木力太<sup>4</sup>, 高島成二<sup>5</sup>, 坂田泰史<sup>1</sup>, 吉岡芳親<sup>6,7</sup>

- (1. 大阪大学大学院医学系研究科循環器内科学講座,
2. 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻医用物理工学講座,
3. 国立循環器病研究センター画像診断医学部,
4. ブルカージャパン株式会社バイオスピン事業部,
5. 大阪大学大学院生命機能研究科医化学講座,
6. 大阪大学大学院生命機能研究科生体機能イメージング講座,
7. 情報通信研究機構・大阪大学脳情報通信融合研究センター)

### 【目的】

Creatine chemical exchange saturation transfer (CrCEST) イメージングはMRIを用いたクレアチン(Cr)分子イメージング法であり生体内のCr濃度を測定することができる。本研究ではマウス下肢虚血モデルを用いることで、マウス骨格筋におけるCrCESTイメージングを確立することを目的とした。

### 【方法】

健常マウスの左下肢をゴムバンドで圧迫し下肢虚血モデルを作成した。虚血作成2時間後にBruker社製11.7 T MRI装置にてCrCEST撮像を行った。CrCEST撮像は飽和パルス印加したRapid Acquisition with Relaxation Enhancementを用いた。飽和パルスは持続時間500ms, 強度5.1  $\mu$ Tに設定した。1.8ppmにおけるMTR<sub>asym</sub> mapをCrCEST画像とした。磁場の不均一の改善目的に、マウスの両下肢を水溶性ゼリーで満たしてCEST撮像を行い、撮像後にも磁場補正を行った。B0補正にはWASSR法, B1補正にはマルチフリップアングル法を用いたB1マッピングを使用した。

### 【結果】

健常マウス, 弱い圧迫, 強い圧迫の3種類の下肢虚血モデルにおいてCrCESTイメージングに成功した。虚血肢で正常肢に比べMTR値が有意に上昇した。正常肢に対する虚血肢のMTRの比は虚血の程度と相関して上昇し、虚血の解除によって正常化することを確認した。以上より、Cr分子イメージングとして妥当なCrCEST評価系をマウス下肢骨格筋で確立しえた。

## 11 線形補間処理を用いない超解像手法の検討

\*佐藤亜唯<sup>1</sup>, 松井大易<sup>1</sup>, 有田圭吾<sup>1</sup>, 木村大輔<sup>1</sup>,  
竹森大智<sup>1</sup>, 片山豊<sup>1</sup>, 東田満治<sup>1</sup>, 市田隆雄<sup>1</sup>

(1. 大阪市立大学医学部附属病院)

### 【目的】

近年、線形補間処理に比べて高性能な高解像度化処理として超解像処理が一般的に用いられている。しかし、超解像処理には直接的なアップサンプリング能力がないため初期拡大に線形補間処理を用いている。そのため、超解像処理を適用後の画像に望まない平滑化処理が発生する。本研究ではその影響を避けるため、初期拡大に線形補間処理を用いない新たな超解像処理の手法を提案し、従来の手法と物理的指標にて比較し評価し、提案手法の有用性を検証する。

### 【方法】

白質と灰白質が区分された IB-10 型脳ファントム(京都科学社製)にそれぞれの T1 値を表現した溶液を注入して脳の模擬ファントムを作成した。撮像には3.0T magnetic resonance imaging (MRI) 装置 Ingenia (PHILIPS 社製)を用いた。比較用の高解像度画像とする目標画像を512×512画素、超解像処理を行って高解像度化する対象画像を256×256画素とし、Spin Echo法による T1強調画像にて取得した。対象画像を従来手法と提案手法にて超解像処理を行い、目標画像との差異を実空間において peak signal to noise ratio (PSNR)、周波数空間において power spectrum density (PSD)を用いて比較した。

### 【結果】

対象画像に2種類の超解像を適用した際の PSNR 値は、提案手法が従来手法に比べて良好な値を示した。PSDの形状は、提案手法が従来手法に比べて目標画像により類似した形状を示す結果となった。

### 【結語】

本研究で提案した初期拡大に線形補間処理を用いない超解像処理は、望まない平滑化効果の少ない高解像度画像の再構築が可能であることが示唆された。

## 12 脳梗塞精査で発見された左心室緻密化障害の心エコー、CECT、CMRの比較検討

\*森田光樹<sup>1</sup>, 山本征哉<sup>1</sup>, 小野充保<sup>1</sup>, 北山好<sup>1</sup>,  
田中茂子<sup>1</sup>

(1. 若草第一病院)

### 【目的】

左心室緻密化障害の心エコー、CECT、CMR、LGE、T2BB、T1 mapping、ECVの比較検討

### 【方法】

LVNC診断基準を基に、得られたデータを比較し、それぞれ検討する。

### 【結果】

エコーの結果より緻密化障害層(NC)と緻密化層(C)との比は拡張期NC/C=4.1と2 (paterick2012)を超え、カラードプラーで血流が緻密化障害層に入り込む所見が得られた。心臓CTAでは、元画像で左心室壁に網目状の構造が見られ厚いNCが見られた。MRIのシネ撮影で拡張末期にNC/Cは4.9で、2.3を超えていた。Native T1 mappingではT1の延長(当院での心筋のT1値の正常値は990-1100ms)を認め、前壁1090ms、後壁1098ms、側壁1313ms、中隔1138ms、特に側壁の値が高い値となった。T2BBでもLGEと同じ範囲から一部中隔側にも高信号が見られた。ECVは前壁0.39、後壁0.4、側壁0.6、中隔0.3であり、ECVの正常範囲が21.8～28.8%であるのに対して全体的にECV値が高くなっており、特に側壁で高い値となった。また、遅延造影では一部の緻密化障害層を除くT2BBよりは狭い範囲で造影効果が見られた。

### 【考察】

T1マッピングは造影剤を用いず、びまん性の心筋障害を描出出来る。従来遅延造影は予後評価に有用とされてきたが、T1マッピングは治療効果が期待できる病態にも有用と考えられている。心臓CTAでは、NCとCは濃度差がなく厚さを計測することは難しいが正常心筋に対してLVNC患者の顕著な肉柱形成を観察できることが報告されており、普段心臓CTAでは冠状動脈に注意が向いてしまうが元画像を観察することで発見されていないLVNC患者の早期発見につながる可能性があり重要だと考える。

### 13 Compressed Sensingを併用したConventional Spin Echo法の物理検証

\*田中佑佳<sup>1</sup>, 京谷勉輔<sup>1</sup>, 曾宮雄一郎<sup>1</sup>, 堀井慎太郎<sup>1</sup>,  
島田隆史<sup>1</sup>, 野田知寛<sup>1</sup>

(1. 神戸大学医学部附属病院)

#### 【背景および目的】

Compressed Sensing(CS)は, MRIの新たな高速撮像技術のひとつとしてインパクトを与えた. 現在, T2強調画像は, 撮像時間の観点からFast Spin Echo (FSE)法で撮像されているが, Conventional Spin Echo (SE)法の方が優れた組織コントラストを有しているのは既知である. 今回, SE法にCSを併用することにより撮像時間を短縮することが可能になったため, FSE法とCS-SE法の画質及び撮像時間について基礎検討を行った.

#### 【方法】

装置はPhilips社製3.0T, 受信コイルはds-head coilを用いた. ファントムはqMRI マルチパラメトリックイメージング標準ファントムを用いた. 撮像条件はTR 4000ms, TE 100ms, Flip Angle 90°でT2コントラストが得られる条件でFSE法及びCS factor (2~7)を変化させたSE法をそれぞれ撮像した. 得られた画像より, T2値の異なる試料に関心領域(ROI)を設定し比較した. 画像コントラストはConventional SE法のROI値を基準にして検証を行った.

#### 【結果】

SE法にCS factorを高く設定するにつれ, コントラストの低下が認められた. 特にT2値の短い試料について明らかに低下する傾向であった. ( $p < 0.05$ ) また, アーチファクトも増加傾向であった. CS factor3 SE法とFSE法の比較では, CS-SE法の方がT2値の短いコントラストに弱いという結果であった.

#### 【結語】

SE法にCSを併用することによって撮像時間の短縮は可能であるが, T2値の短いコントラストが低下するため, SE法本来の優れた点が失われている可能性がある.

13:30 ~ 14:30 第3会場(ミッドタウン ウェスト)  
放射線治療(粒子線・トモセラピー)

座長 井上 裕之, 片平 慶

### 14 当院の陽子線治療装置における新たなDaily QA手法の検討と検証

\*辻博之<sup>1</sup>, 吉岡耕司<sup>1</sup>, 山田遼作<sup>1</sup>, 田畑洋二<sup>1</sup>

(1. 高井病院)

#### 【目的】

二次元検出器を用いて時間短縮が可能なDailyQA手法を新たに考案し, 飛程(R90), 半値幅(FWHM), 平坦度(Flatness), 対称性(Symmetry)の4項目で従来のQA手法との比較および傾向の検討を行う.

#### 【方法】

二次元検出器(IBA)とタフウォータファントム(京都科学)を用いた. 使用するエネルギーは190MeV, Spread Out Bragg peak (SOBP)の幅が7cmのRidge Filterを用いた. コリメータは10×10cmを使用した. R90の算出法としてSOBP中心に二次元検出器面が来るようにタフウォータファントムを上積みし60MU照射した. SOBP中心, R95付近とR10付近を位置も測定しこの2点をSOBP中心での値に対して正規化し, 直線近似式からR90を算出する. 他の3項目に関してはSOBP中心の値で比較した. 両QA方法の結果の比較および実施者間の傾向を検討するために二元配置分散分析法を用いた.

#### 【結果】

従来の手法と新たな手法でR90, FWHM, Flatness, Symmetryを比較したところ, 両者の測定値に大きな差は見られなかった. 二次元分散分析の結果, 新たなQA手法では実施者の影響が見られたが許容値内であった.

## 15 炭素イオン線の物理線量測定において蛍光ガラス線量計における種々の問題点の検討

\*橋田明憲<sup>1</sup>, 松本光弘<sup>2</sup>, 矢能稔啓<sup>3</sup>, 中嶋啓貴<sup>1</sup>, 湛増真菜<sup>1</sup>

- (1. 大阪大学医学部保健学科,
2. 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻,
3. 兵庫県立粒子線センター)

### 【目的】

本邦においては炭素イオン線治療施設が6箇所稼働している。そこで、照射装置の出力確認を第三者機関が行う第三者評価プログラムが重要である。我々も過去にX線(基準深吸収線量, 定位照射, IMRT), 電子線, 陽子線に関して郵送調査を実施し, その有用性を確認している。今回炭素イオン線についても同様の手法を用い, 郵送調査の有用性の検討しているが, GD(Glass Dosimeter)のRPL(Radio-PhotoLuminescence)効率はLETに反比例の関係, その補正が必要である。そのため, LET値の推測近似式およびRPL効率の推定近似式を構築し, 物理線量を推察した。

### 【方法】

兵庫県立粒子線センターのご協力の下に, ガラス線量計用ファーマー線量計形ファントム, ガラス線量計(GD-302M)20本入り2箱, 測定記録用紙, 返送用レターパックを同封しレターパックにて郵送した。エネルギーは通常使用している2ビーム(320, 375MeV/u)にて照射を依頼した。照射条件は水ファントムを使用し, 線量直線性(320MeV/u, SOBP60mm), およびSOBP30, 60, 100mmにおいてSOBP中心に物理線量1Gyの照射を依頼した。

### 【結果】

今回我々が作成したLET値の推測近似式およびRPL効率の推定近似式を用いて, 線量直進性は, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0Gyにおける規定値とGD値との平均誤差は3.4%, 相関係数0.9999であった。320, 375MeV/uともに, SOBP30, 60, 100mmにおけるSOBP中心線量での物理線量1GyとGD値から得られた推定線量は概ね10%程度で一致した。炭素イオン線におけるGDの測定不確かさは未知ではあるが, 標準計測法12に記載されている平行平板形の相対拡張不確かさは6.0%なので, 十分な計測精度であると思われる。

## 16 蛍光ガラス線量計を用いた前立腺に対する陽子線治療とトモセラピー治療における重要臓器線量の比較検討

\*中嶋啓貴<sup>1</sup>, 湛増真菜<sup>1</sup>, 橋田明憲<sup>1</sup>, 松本光弘<sup>2</sup>, 櫻井勇介<sup>3</sup>

- (1. 大阪大学医学部保健学科放射線技術科学専攻,
2. 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻,
3. 医療法人伯鳳会大阪陽子線クリニック)

### 【目的】

先行研究において, ガラス線量計(以下, GD)を用いたリニアック(X線, 電子線, IMRT)陽子線における中心線吸収線量の評価を行った。医学の発展により, 様々な放射線治療が行われているが, それに伴う正常組織への影響は無視できない。新しい照射技術である陽子線とトモセラピー(以下, Tomo)について正常組織の吸収線量の把握は重要である。今回陽子線装置(ブロードビーム法, スキャニング法, それぞれ以下, BRD, SCN)とTomo装置を使用する機会を得たので, 前立腺模擬ファントム(自作)を作製し, 陽子線とX線の正常組織の吸収線量の比較検討を行った。

### 【方法】

大阪陽子線クリニックのご協力の下, 陽子線治療装置(MELTHEA V, 日立製作所), トモセラピー装置(TomoHDシステム, ACCURAY)を用いて前立腺癌への治療を対象に各評価点における吸収線量をGDにより実測した。陽子線はBRD, SCN, X線はTomoの3種類の装置, 方法で照射した。前立腺, 膀胱, 直腸, 骨頭(左右)部の位置にGDを挿入し, 前立腺に2Gyの計画で照射し, 上記5点の吸収線量を実測した。自作ファントムはタフウォータ(TW)製で, 各評価点も同様にTW製の角棒タイプとし, 骨頭(左右)部のみタフボーン製とした。各角棒ファントム内にGDを3本配置し同一の照射法につき計3回ずつ照射した。

### 【結果】

膀胱位置の吸収線量はTomoが陽子線に比べて約10倍高くなった。直腸ではSCNとTomoの吸収線量が近い値だがBRDは他の2種と比較して約20%高い値になった。左右の骨頭では陽子線2種がTomoと比較して約1.8倍の吸収線量となった。

## 17 検出器サイノグラムを用いた新たな治療前患者QAの基礎的検討

\*佐野圭佑<sup>1</sup>, 岡田亘<sup>1</sup>, 柴田真佑里<sup>1</sup>, 中村憲治<sup>1</sup>,  
酒井優佑<sup>1</sup>, 田ノ岡征雄<sup>1</sup>

(1. 宝塚市立病院 医療技術部)

### 【目的】

Tomotherapy Radixact (Accuray) では内蔵された検出器により, 照射ビームのサイノグラムが取得可能である. また, 付属の解析ソフトDelivery Analysis (DA) は, このサイノグラムを用いて, MLCのLeaf Open Time (LOT) を測定し, それに基づいた線量分布を再計算することが可能である. 本研究は, 患者QAにおけるDAの臨床使用に向けた基礎検討を目的とし, プランパラメータがプラン精度に与える影響を評価した.

### 【方法】

治療計画装置は, Accuray Precisionを使用し, 前立腺プランにおいて, DAを用いて検出器サイノグラムの解析を行った. 初めに, ガンマ解析を用いてDAでのLOT測定結果とプランとの比較を行った. 次に, 投与線量に与える影響の評価として, DVHを用いてPTV及び直腸, 膀胱における各線量指標について, プランとの線量差を求めた. 最後に, プランパラメータ毎にプランとの線量差を比較し, プランパラメータがプラン精度に与える影響を調べた.

### 【結果】

ガンマ解析で評価した結果, PTVにおいて, 3%/3mmで平均95.8%, 直腸, 膀胱でそれぞれ99.9%, 99.0%であった. また, DVHによる評価では, PTVのD95で平均0.86%の線量差が見られた. 次に, プランパラメータによる比較では, Gantry Periodにおいて, 値が一定範囲から乖離が大きくなるほど, プランとの線量差が大きくなる傾向が見られた.

### 【結論】

DAを用いた治療前患者QAは, MLCリーフ毎のエラーを評価することが可能であり, プランパラメータによるプラン精度に与える影響の評価に有用であった.

## 18 乳房切除後放射線療法における熱可塑性樹脂を用いたボラス効果の検討

\*酒井優佑<sup>1</sup>, 岡田亘<sup>1</sup>, 佐野圭佑<sup>1</sup>, 中村憲治<sup>1</sup>,  
柴田真佑里<sup>1</sup>, 田ノ岡征雄<sup>1</sup>

(1. 宝塚市立病院)

### 【目的】

乳房切除後照射では, ビルドアップによる表面線量の増加を目的としてボラス材を使用する. しかし, 体表面の凹凸やボラス材の密着度合により毎回の照射で位置再現性を担保することが難しい. そこで, 固定具として用いられる熱可塑性樹脂 (サーモプラスチック) によるビルドアップ効果を利用することで, サーモプラスチックがボラス材として代用可能かを検討した.

### 【方法】

治療装置はTomotherapy Radixact (Accuray), 線量測定にはEXRADIN A1SLイオンチェンバ (Standard Imaging) とGAFCHROMIC EBT 3 (Ashland), ボラス材はBolx I (Qfix), サーモプラスチックはAquaplast RT (Qfix) を用いた. ボラス材とサーモプラスチックの等価性を評価するため, 6 MV-X線をSCD85cm, 基準照射野 5 cm × 10 cmにて水等価ファントムへ照射した. ファントム上にボラス材 (5, 10mm) またはサーモプラスチック (1, 2, 3枚) を設置し, 5 cm深はチェンバを, ファントム表面はフィルムを用いてそれぞれの線量を測定した. さらに, 位置再現性の評価のため, IGRT用画像においてボラス材またはサーモプラスチックと体表面の間の空気層体積をそれぞれ6症例, 各症例5フラクション測定した. マンホイットニーのU検定により, フラクション毎の体積変動を解析した.

### 【結果】

ボラス材とサーモプラスチックの厚みに対する5 cm深の線量変化は同様な傾向を示した. また, 10mmボラス材とサーモプラスチック3枚 (9.6 mm) 使用時のファントム表面における線量差は4.2%であった. さらに, フラクション毎の空気層体積の変動係数はサーモプラスチックの方が有意に小さく ( $p = 0.02$ ), 位置再現性が優れていた. ゆえに, サーモプラスチックはボラス材として代用可能であった.

## 19 トモセラピーにおけるカウチのたわみ特性の検討

\*窪藪友美<sup>1</sup>, 宮崎雄司<sup>1</sup>, 原田眞二<sup>1</sup>, 池部博<sup>1</sup>

(1. 和歌山県立医科大学附属病院)

### 【背景】

トモセラピー(日本アキュレイ)にはカウチのたわみをなくす機能が備わっているものがある。その一方で、当院のトモセラピー装置にはその機能は備わっていない。現状の装置を使用するにあたり、カウチのたわみ特性を知ることは重要である。

### 【目的】

トモセラピー装置においてカウチの送り出し量によって、たわみ角度がどのように変化するか検討した。

### 【方法】

IN方向をガントリへ入る方向、OUT方向をガントリから出る方向として、カウチ上に何も載せていない状態で、IN-OUT方向のたわみ角度を計測した。計測点はカウチ上の22点を取り、点と点の間隔は70mmとした。また、たわみ角度は角度計で計測し、カウチがたわむ方向をプラス方向(+)とした。次に、カウチをIN方向に70mm送り出し、同様の全ての点につきたわみ角度を計測した。同様に70mmずつカウチを送り出し、980mmの点まで繰り返し計測を行った。

### 【結果】

トモセラピー装置の仮想アイソセンタはアイソセンタからOUT方向に700mmの位置に存在する。仮想アイソセンタで計測可能なカウチの送り出し量は0~770mmであった。送り出し量が0mmのとき、たわみ角度はアイソセンタ(ガントリ近位端)で+0.05°、仮想アイソセンタで+0.05°、ガントリ遠位端で-0.1°となった。送り出し量が770mmのとき、ガントリ近位端で+0.3°、アイソセンタで+0.2°、仮想アイソセンタ(ガントリ遠位端)で0°となった。

### 【結論】

カウチの送り出し量によってたわみ角度は大きく変化するが、仮想アイソセンタからアイソセンタまで送り出したときのたわみ角度の差が最も小さくなるように装置設計されている。

14:40 ~ 15:20

第3会場(ミッドタウン ウェスト)

放射線治療(線量管理)

座長 川村 哲朗

## 20 配列型電離箱検出器を用いたX線エネルギーのQC手法の確立

\*山本侑司<sup>1</sup>, 奥田博志<sup>1</sup>, 辰己大作<sup>2</sup>

(1. JCHO星ヶ丘医療センター, 2. 都島放射線科クリニック)

### 【背景・目的】

昨今、リニアック装置の導入を効率化するため、配列型電離箱検出器(Sun Nuclear社 IC Profiler, ICP)を用いてビーム調整が行われるようになった。ICPで得られるプロファイル形状は、エネルギーと密接な関係があり、エネルギー変化に伴いプロファイル形状も変化する。今回、このプロファイル形状の変化に着目し、一般的にTPR20, 10やPDD10の不変性により管理されるX線エネルギーに対し、ICPによる効率的なQC手法について検討する。

### 【方法】

エレクタ社シナジーの4, 6, 10 MVのX線に対して、故意にエネルギーを変化させてデータ取得を行い、PDD10とプロファイルの関係を求めた。プロファイルによるエネルギー評価は、オリジナルデータと反転データを平均化することでプロファイルの傾き成分を排除する手法を考案し、故意にプロファイルを傾ける実験により妥当性を検討した。また、エネルギー変化に対するプロファイル変化の許容値を設定し、X線エネルギーのQCを実施した。

### 【結果】

プロファイルを反転平均する手法により、同一エネルギーでプロファイルの傾きが異なるデータを比較した結果、PDD10の変化量にして0.1%以内で一致し、本手法の妥当性が示された。また、故意にエネルギーを変化させたデータより、PDD10の許容値を±0.5%に設定し、日々のICPによるQCを実施したところ、定期メンテナンス後にプロファイルの変化を認めた。

### 【結語】

ICPのプロファイルを反転平均する手法によりX線エネルギーの評価を行うことができた。プロファイルによるX線エネルギーの評価は、簡便かつエネルギー変化に対する感度の高い手法であった。

## 21 CT値—電子密度変換テーブルによる線量変化の評価

\*福井悠介<sup>1</sup>, 原田直樹<sup>1</sup>, 岩井馨平<sup>1</sup>, 柳勇也<sup>1</sup>,  
野間和夫<sup>1</sup>, 牛尾哲敏<sup>1</sup>, 木田哲生<sup>1</sup>

(1. 滋賀医科大学医学部附属病院)

### 【背景, 目的】

放射線治療計画用のX線CT(以下, CT)のX線管の交換を機会に交換前後の線質でCT値-電子密度変換テーブル(以下, テーブルデータ)の変化を検討した. また診断用として使用している他機種CTの線質も同様に取得し, テーブルデータの変化が線量に影響を及ぼすか評価することを目的とした.

### 【方法】

電子密度ファントムを用いてLightspeedRT16(GE社製)にてX線管交換前後にテーブルデータを取得した. 診断用CTでも同様に取得しそれらの変化を比較した. 次にRTPS上にてCT値が0HUと高, 低CT値を含むファントムを作成し交換前後のLightspeedRT16と実効エネルギーの差が大きかったAquilionCX(キャノンメディカル社製)のテーブルデータを用いて治療計画を行い, 線量を比較した.

### 【結果】

X線管の交換前後のテーブルデータに差はみられなかった. 線質またはファントムが異なるとテーブルデータは変化した. LightspeedRT16とAquilionCXのCT値の変動は低電子密度, 高電子密度でも30HU以上の差がみられたが, RTPSの線量は最大2%程度の誤差であった.

### 【考察】

テーブルデータは高電子密度で変化が大きかった. これは全てのCTが空気と水にてキャリブレーションされていることと, kV領域では光電効果の影響が大きいためだと考えられた. 今回の検討から電子密度の変化によって線量は変化するが影響は小さいと考えられた.

### 【結論】

線質によるCT値の変化は大きい線量への影響は小さかった. CTのX線管交換によるテーブルデータの変化はわずかであり, テーブルデータの更新をしなくても線量計算の質は担保されることが示唆された.

## 22 動体追尾照射におけるビームのペナンブラ評価

\*田村周平<sup>1</sup>, 溝延数房<sup>1</sup>, 相田龍之介<sup>1</sup>, 宗友良樹<sup>1</sup>,  
門脇伸行<sup>1</sup>, 岡山貴宣<sup>1</sup>

(1. 神戸低侵襲がん医療センター)

### 【目的】

CyberKnife(Accuray)の動体追尾システムにおいてビームのペナンブラに関する検証方法は確立されていない. しかし, ファントムの移動周期によってはトラッキングエラーが増大する報告が散見されている. 本研究の目的はFilmを用いて簡易的に評価可能な実験系を作成し, ファントム周期がペナンブラに及ぼす影響について評価を行うことである.

### 【方法】

マーカ付タフウォーター(20×20×15cm)の深さ5cmにAlign centerを設定し, そこから4cm離れた点(頭側(S), 足側(I), 右(R), 左(L))に5mm coneで200MU照射する4本のsingle beamを配置した. 次にAlign centerに40mm coneで500MU照射するbeamを配置しSynchrony trackingとしてプランを作成した. ファントムにGafchromic filmを挿入し静止した状態で5回プランを施行した. 次に動体ファントムをSI方向に振幅20mmの正弦波形(周期2.2:4.4:6.6sec)で動作させ照射を行った. 点S-I, R-Lを結ぶ線分よりプロファイルを取得し, プロファイルの中心とビームの中心の座標の誤差(中心誤差)を計算した. 次に各条件で得られたプロファイルからペナンブラを解析し, ファントム静止時を基準としたビームの拡がりについて評価を行った.

### 【結果】

ファントム静止時に照射したビームの中心誤差は平均0.2mm, 標準偏差0.1であり再現性, 精度が共に高い実験系であることが確認できた. また動的な状態では, 周期が2.2secの条件のみペナンブラが1mm程度拡がる結果となり, ファントム周期によるペナンブラへの影響を明らかにできた.

## 23 平行平板形電離箱の相互校正による電子線水吸収線量の評価

\*山下祐美恵<sup>1</sup>, 小野坂哲<sup>1</sup>, 米屋勇佑<sup>1</sup>, 大島徹也<sup>1</sup>,  
魚澤里奈<sup>1</sup>, 西尾牧子<sup>2</sup>, 狩野智之<sup>2</sup>, 谷正司<sup>1</sup>

1. 大阪急性期・総合医療センター,
2. 大阪母子医療センター)

### 【目的】

当センターでは、平行平板形電離箱による電子線の吸収線量評価に、医療用線量標準センターの60Coγ線で校正された水吸収線量校正定数( $N_{D, w, Q_0}$ )を使用している。一方標準計測法12では、自施設の線質での相互校正で水吸収線量評価の不確かさを低減できる、とされている。今回、2施設の平行平板形電離箱(PPC40)について相互校正を実施し水吸収線量校正定数( $N_{D, w, Q_{cross}}$ )を評価した。

### 【方法】

リニアックはNovalis Tx(バリアン社), リファレンス線量計と外部モニター用線量計にPTW社製30013を使用し, 電位計はRAMTEC SmartとRAMTEC Duo(共に東洋メテック社製)を使用した。電子線エネルギーは $R_{50}=7.56\text{g/cm}^2$ , 照射野 $15\times 15\text{cm}^2$ , 水ファントムでPPC40の相互校正を行った。その後, 複数回の測定を実施する際の簡便さとセットアップの再現性を担保するため, 水等価ファントムでも同様に相互校正を実施した。

### 【結果】

相互校正を行った結果,  $N_{D, w, Q_0}\times k_{Q, Q_0}$ に比べて $N_{D, w, Q_{cross}}\times k_{Q, Q_{cross}}$ は約-2.3%となった。また, 水等価ファントムを使用した場合も同等の結果となった。

### 【考察】

相互校正の結果, 約2.3%の差が出た理由としては電離箱の個体差や線質変換係数の値などが考えられる。測定の簡便さと再現性を担保するためには水等価ファントムを使用しても問題ないと考えられる。

### 【結語】

2施設の平行平板形電離箱を同時に相互校正した結果, 両方が約2.3%少ない結果となった。水等価ファントムでの相互校正の簡便さを利用して, 今後は電離箱の本数を増やして評価したい。

15:40 ~ 16:30 第3会場(ミッドタウン ウェスト)  
撮影 (IVR・透視)

座長 鈴木 恵子, 船山 裕也

## 24 外科手術用ミニCアームを用いた整形外科領域手術における術者被ばく線量の測定

\*岩本大成<sup>1</sup>, 渡邊智哉<sup>1</sup>, 池口良輔<sup>2</sup>

1. 京都大学医学部附属病院 放射線部,
2. 京都大学医学部附属病院 リハビリテーション科)

### 【目的】

整形外科の手術ではミニCアームを用いる症例があり, 照射野に術者の手が入ることや, 術者が座位で手技を行うため術者と被写体の距離が近いことが問題となる。本検討では術者の被ばく線量を把握することを目的とした。

### 【方法】

ミニCアームはFlat detector型mini C-arm Ortho Scan FD(ガドリウスメディカル)を使用した。術者を想定した人体ファントムと手部ファントム, ならびに患者を想定した手部ファントムを配置した。術者の水晶体, 甲状腺, 躯幹部(各部位プロテクタの外側と内側)と手部(直接X線, 散乱X線によるもの)の吸収線量を熱蛍光線量計:TLD (MSO-S, トーレック株式会社)で測定した。プロテクタは躯幹部用0.25mmPb(株式会社マエダ), 甲状腺用0.35mmPb(保科株式会社), 水晶体用0.07 mmPb(TORAY)を使用した。透視条件は58kV, 70μA, パルスレートはContinuousとし, 5分間の平均吸収線量率を測定した。水晶体と手部は吸収線量率から等価線量率に変換し, それぞれ年間等価線量限度と比較した。

### 【結果】

手部の直接X線による吸収線量率が最も高く1.6mGy/minであった。プロテクタの外側では躯幹部が0.0026mGy/minと最も高く, プロテクタの内側では水晶体が0.0003mGy/minと最も高かった。等価線量率は皮膚の直接X線による被ばくが1.6mSv/minと最も高く, 同様の手術を約300分実施すると線量限度である500mSvに達する可能性がある。

## 25 整形外科領域でのミニCアーム使用時における手術室の空間線量率測定

\*渡邊智哉<sup>1</sup>, 岩本大成<sup>1</sup>, 池口良輔<sup>2</sup>

- (1. 京都大学医学部附属病院 放射線部,
2. 京都大学医学部附属病院 リハビリテーション科)

### 【目的】

ミニCアーム装置は小型で取り回しが良いため整形外科の術中透視装置として使用されている。しかし被写体と術者の距離が近く、散乱線による被ばくが懸念される。本研究ではミニCアーム装置使用時における散乱線の空間線量率分布を測定することを目的とした。

### 【方法】

ミニCアームはFlat detector型mini C-arm Ortho Scan FD(ガダリウスメディカル)を使用し、模擬被写体として手部ファントム(京都科学)を使用した。散乱線の測定には電離箱式サーベイメータICS-331B(日立アロカメディカル)を使用した。測定時は装置のアームを伸展した状態とし、検出器上面に模擬被写体を設置した。検出器からアーム方向を0度とし、45度毎に360度測定した。被写体からの距離は50から250cmの50cm毎とし、測定高さは床上50, 100, 150cmとした。透視条件は管電圧58 kVp, 管電流70  $\mu$  A, パルスレートはContinuousとし、それぞれの位置で3回ずつ測定した。

### 【結果】

被写体からの距離50, 100, 200cmの位置での空間線量率はそれぞれ平均で79.1, 17.2, 3.8  $\mu$  Sv/hとなった。床からの高さで比較すると、床上50cmで空間線量率分布が小さく、床上150cmで空間線量分布が大きい傾向となった。床上50cmで距離50cmの時、角度270度の時のみ他の角度と比較して小さい値を示した。床上100cmで角度180度の空間線量分布が他の角度と比較して低値であった。床上150 cmでは、0度以外の空間線量分布は同程度の値を示した。本研究でミニCアーム使用時の空間線量を把握することで、術者及びスタッフの被ばく線量を把握でき、適切なスタッフの立ち位置や防護具の提案の一助となると考えられる。

## 26 放射線防護シールドにおける術者への被ばく低減効果の検証

\*田中孝信<sup>1</sup>, 川瀬佳希<sup>1</sup>, 宮原哲也<sup>1</sup>, 中前仁志<sup>1</sup>,  
谷友理奈<sup>1</sup>, 坂本咲月<sup>1</sup>, 柏木良亮<sup>1</sup>, 三浦洋平<sup>1</sup>

- (1. 大阪急性期・総合医療センター)

### 【目的】

X線透視下の放射線防護シールドによる術者の被ばく低減効果を明らかにする。

### 【方法】

装置はFPD(Flat Panel detector)搭載型血管造影装置(Philips Healthcare)を使用した。寝台は、患者照射基準点における患者皮膚表面線量の測定法に基づいた高さとし、患者を模した自作ファントムを寝台に配置した。透視条件はインチサイズを8 inch・パルスレートを7.5p/sに固定し、出力は自動露出機構を使用した。管球角度は当院のCAG(Coronary angiography)やPCI(Percutaneous Coronary Intervention)時に使用されるもの(RCA 2方向・LCA 6方向)を使用し、SID(Source-to-Image receptor Distance)は各角度で一番近接した距離とした。橈骨動脈アプローチでの手技を想定し、放射線防護シールドRADPAD(Worldwide innovations & technologies, Inc.)を術者側の骨盤部に配置した。測定位置は術者の位置とし、床上から100cm・150cmの高さにてサーベイメータ(アロカ株式会社)を用いて防護シートの有無による空間線量率の測定を行った。

### 【結果】

放射線防護シールドを使用した場合、空間線量率はどの角度においても約5%~30%低減した。また、患者に近い床上100cmでの低減が最も大きく、LAO CRANIALのようにX線管球が術者に近いほど低減率が大きいことが分かった。

## 27 オーバーテーブル型X線透視装置のX線管－検出器間長距離法の有用性

\*市田隆生<sup>1</sup>, 佐々木将平<sup>1</sup>, 梶田雄介<sup>1</sup>, 高尾由範<sup>1</sup>,  
阪井裕治<sup>1</sup>, 有田圭吾<sup>1</sup>, 西山知宏<sup>1</sup>, 市田隆雄<sup>1</sup>

(1. 大阪市立大学医学部附属病院)

### 【目的】

オーバーテーブル型X線透視装置のX線管－検出器間距離(SID)を変化させ、患者照射基準点線量(Reference Dose: RD)と空間線量を測定し、IVRにおけるSID可変機能が患者・術者の被ばく線量に与える影響を評価した。

### 【方法】

使用機器は日立メディコ社製X線診断装置DHF-158V II (TU-8000), 線量計はRadcal製Accu-Gold2, RD測定にアクリルファントム(20cm厚), 空間線量測定に水ファントム(JIS Z 4915準拠)を使用した。RDは, SIDを100/110/120/130cm, 照射野サイズを7/9/12/16 inchと変化させ測定した。空間線量は, X線中心から照射野サイズを16inch, SIDを100/110/120/130 cmとして測定した。測定点は, 碁盤目状の50cm間隔, 床面から高さ100, 150cmとした。

### 【結果】

RDは, 照射野サイズ16inchで13.4/11.6/10.0/8.9 mGy/minであり, SID100cmを基準とした低減率は13.1%/25.2%/33.9%であった。照射野サイズを変化した場合のRDに差はなくSID130cmでは8.1/8.4/8.7/8.9 mGy/minであった。空間線量はファントム中心から1 mの距離で, 11.9/11.4/12.4/11.4 mGy/minであり, SIDの変化による線量の変化はわずかであった。

### 【結論】

オーバーテーブル型X線透視装置を用いたIVRではSIDを長くすることで患者および術者の手指被ばくを低減できる可能性が示唆された。

## 28 コイル塞栓術中のコイル干渉をリアルタイムに把握できるアルゴリズムの開発

\*片山豊<sup>1</sup>, 上田健太郎<sup>2</sup>, 日浦慎作<sup>3</sup>, 高尾由範<sup>1</sup>,  
市田隆雄<sup>1</sup>, 川原慎一<sup>4</sup>, 大畑建治<sup>5</sup>

- (1. 大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部,
2. 古河電気工業株式会社研究開発本部次世代インフラ創成センター,
3. 兵庫県立大学大学院工学研究科電子情報工学専攻,
4. 医療法人大植会 葛城病院 脳神経外科,
5. 大阪市立大学大学院 医学研究科 脳神経外科)

### 【背景】

未破裂脳動脈瘤は破裂するとクモ膜下出血を来す。クモ膜下出血は予後が非常に悪く、また、動脈瘤が再破裂を起こすと生命に関わる確率が格段に上昇するため、出血源を早く発見し、早急に再破裂を起こさないように処置することが治療の主流となっている。コイル塞栓術は脳動脈瘤に対する標準治療の一つであるが、非侵襲的である反面、瘤の大きさや形状によっては十分な治療効果が得られず、また重篤な虚血性合併症を起こす可能性があるなど克服すべき課題も多い。通常、治療は瘤内に複数の塞栓用コイルを密な状態で充填し瘤への血流を遮断するが、一度挿入されたコイルはX線では単一のコイル塊として確認されるだけで、個々のコイルの形状を認識し、またコイルどうしの干渉を把握することは技術的に困難である。

### 【目的】

本研究ではより安全で効率の良いコイル塞栓術を実現するため、術中に得られる一連の連続画像において個々のコイルの形状やこれらの相互干渉を追跡し、可視化するためのソフトウェアの開発を目的とする。

### 【方法】

術中に得られる一連の画像のうち、同時に撮影している対応している直行方向からの一組の画像ペアを用い、動脈瘤に充填されたコイルの三次元形状の復元を行う。

### 【結果】

提案手法を対応している直行方向からの一組の画像ペアに適用することで、簡易的ではあるが瘤内に装填されるコイルの三次元形状の復元が可能となった。このことから、瘤内で起こるコイル同士の干渉を把握し得る可能性が示唆された。

16:40～17:10 第3会場(ミッドタウン ウェスト)  
撮影(乳房)

座長 梶迫 絵美

## 29 乳房圧迫時における自動減圧制御機能に関する基礎的検討

\*真鍋綾夕奈<sup>1</sup>, 後藤博<sup>1</sup>, 阪本正行<sup>1</sup>, 松月久穂<sup>1</sup>,  
木下真由美<sup>1</sup>, 長瀬大希<sup>1</sup>, 池田譲太<sup>1</sup>

(1. 市立芦屋病院)

### 【背景】

AMULET Innovalityは、痛み軽減を目的とした圧迫制御機能「Comfort Comp」が使用可能である。これは、乳房圧迫後に乳房の状態や画質・線量に影響しない範囲で設定した圧迫圧まで減圧する機能で、乳房に現在加えられている力だけでなく、過去に加わった力に依存して状態が維持される「ヒステリシス現象」を利用している。

### 【目的】

Comfort Compを使用した際の減圧の精度確認及び、乳房の構成が異なる場合の減圧の程度を比較、検討する。

### 【方法】

2019年2月～5月にComfort Compを使用してマンモグラフィ検査を施行した120名に対して、 $\Delta$ Force (N): 減圧前後の圧迫圧の変化量,  $\Delta$ Thickness (mm): 減圧前後の圧迫厚の変化量, AD( $\text{cm}^2$ ): 乳房内脂肪量, FG(%): 乳房内乳腺率を算出する。Comfort Compは、140N加圧時から使用可能で、最大80Nまでの減圧もしくは、 $\Delta$ Thicknessが $-3$  mmになった時点で減圧が停止する設定とする。

### 【結果】

精度に関して、設定した圧迫圧に対する誤差は $2.14 \pm 1.73$ (N)であり、圧迫厚は全体の97%が設定値以内であった。

$\Delta$ Forceは脂肪性乳腺と比較して高濃度乳腺ほど大きく、 $\Delta$ Thicknessは小さくなり、有意差が見られた。高濃度乳腺では、ヒステリシス現象が顕著に現れているため $\Delta$ Forceが大きくなったと考える。

### 【結論】

減圧精度は臨床利用においては問題ないと考える。また、高濃度乳腺ほど、圧迫圧の減圧が大きいため、有用性があると示唆される。

## 30 FPD搭載マンモグラフィ装置におけるデジタル拡大と拡大撮影法の比較検討

\*原章剛<sup>1</sup>, 伊田雄貴<sup>1</sup>, 稲垣諒<sup>1</sup>, 中村大<sup>1</sup>, 耕田隆志<sup>1</sup>,  
松井克洋<sup>1</sup>, 酒井慎治<sup>1</sup>

(1. 神戸市立医療センター西市民病院)

### 【目的】

今年、当院では新たなマンモグラフィ装置が導入され、FPDを用いた撮影が可能になり、ディスプレイ上で容易に画像拡大が行えるようになった。そこで、デジタル拡大は拡大撮影法と同等の評価が可能かを検討した。

### 【使用機器】

MAMMOMAT Revelation VC10【SIEMENS社】  
X線テストチャートセット(MTF用) Type 2【極光株式会社】

mammomite【株式会社ネットカムシステムズ】

RadiForce GX540【EIZO株式会社】

### 【方法】

1. テストチャートを圧迫板の上に置き、拡大率が1.0倍・1.3倍・1.5倍となるような高さに調整し撮影した。その後、1.0倍の画像をモニタ上でデジタル拡大し、1.3倍の画像と1.5倍の画像と同じ大きさにした。その上で、それぞれについて視覚的評価にて比較を行った。テストチャートは、空間周波数が1.0 LP/mmから4.86LP/mmまで16段階あるものを用いた。方向依存性を考慮し、FPDの長辺に対して平行な2方向と直角な1方向の3通りの設置方法で検討を行った。

2. 1と同様にして、拡大率が1.0倍・1.3倍・1.5倍になるようなエッジ画像を撮影し、エッジ法を用いて算出した周波数特性を比較した。

### 【結果】

結果として、大きな差異は見られなかった。よって、デジタル拡大のみで拡大撮影法と同等の評価が可能と考える。

### 31 乳房トモシンセシスとデジタルマンモグラフィとの線量分布の比較

\*湛増真菜<sup>1</sup>, 中嶋啓貴<sup>1</sup>, 橋田明憲<sup>1</sup>, 松本光弘<sup>2</sup>,  
大森望未<sup>3</sup>

- (1. 大阪大学医学部保健学科放射線技術科学専攻,
2. 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻,
3. 医療法人 警和会 大阪警察病院)

#### 【目的】

先行研究により従来のマンモグラフィ単純撮影法(2D)と乳房トモシンセシス(3D)における平均乳腺線量(Mean Glandular Dose : MGD)の差は認められないことが示された。しかしこれは中心線量から測定したものであり、乳房全体の線量分布については解明されていない。そこで今回、2Dと3Dの乳房内線量分布をガラス線量計を用いて比較検討した。

#### 【方法】

PMMA製ファントム(乳腺-脂肪50%相当, 190×247mm, 5mm厚, 9枚)を用い、ファントム厚45mm, 35mm, 25mmにおいて線量分布を調べた。乳房撮影装置のターゲット/フィルタはMo/Mo, Rh/Ag仕様(GE Healthcare 社製), W/Al仕様(FUJIFILM 社製)を使用し、自動露出機構で測定した。

#### 【結果】

左右方向をx軸、胸壁-乳頭方向をy軸、深さ方向をz軸とする。z軸方向についてMo/Mo, Rh/Agは3Dは深度が深くなるほど2Dの方が線量が高かったが、その差はMo/Moで約0.2%, Rh/Agで約3.3%であり、W/Alでは深度が深くなるほど3Dの方が線量が高かったが、差は約1.5%であり、ガラス線量計の不確かさを考慮すると測定誤差範囲内と考えられる。x軸方向、y軸方向についても2Dと3Dの差は、x軸方向はMo/Moで約3.2%, Rh/Agで約1.4%, W/Alで約1.0%, y軸方向はMo/Moで約3.0%, Rh/Agで約1.5%, W/Alで約0.6%となった。いずれも不確かさの範囲内であると考えている。そのため線量分布に大きな差はないと考えられる。

17:20 ~ 18:00

第3会場(ミッドタウン ウェスト)

撮影(一般)

座長 中岡 照郎

### 32 一般撮影領域における面積線量計を用いた被ばく管理の検討

\*津上唯佳<sup>1</sup>, 中野伸哉<sup>1</sup>, 小泉将司<sup>1</sup>, 中村悦子<sup>1</sup>,  
中川英雄<sup>1</sup>, 中村満<sup>1</sup>, 藤田知子<sup>1</sup>, 琴浦規子<sup>1</sup>

- (1. 兵庫医科大学病院)

#### 【目的】

当院では2019年6月に面積線量計が装備されたX線発生装置が導入された。面積線量は撮影ごとの測定値であるため、個人被ばく管理に有用と考えられる。そこで一般撮影領域における面積線量計の精度を検証した。

#### 【方法】

i)①線質特性(管電圧50~120kV, 管電流250mA, 撮影時間100ms)②線量特性(管電圧80kV, 管電流100mA, 撮影時間10ms~1s)を面積線量計と指頭型電離箱を用いて測定し、比較する。このとき、指頭型電離箱は焦点から100cmに配置した。

ii)FID200cm, 120kV, 250mA, AEC(+の条件(胸部想定)にて、アクリル厚を10cm~20cmまで1cmごとに変化させ、焦点から100cmの位置に配置した指頭型電離箱線量計と面積線量計で測定を行い、それぞれの値を用いて入射表面線量を算出し比較する。

(ただし、i)ii)の面積線量計の測定値には照射面積で除し補正を行った)

#### 【結果】

面積線量計の補正值と電離箱線量計の測定値は、線量、及び管電圧の変化に対して、同様の増加傾向を示し、面積線量計の補正值は電離箱線量計に対して高値を示した。また、アクリル厚を変化させた場合、面積線量計の補正值を用いた入射表面線量が電離箱線量計の測定値を用いた入射表面線量に対して高値を示した。

#### 【結語】

面積線量計としての精度を把握できたことで、面積線量計を用いた一般撮影領域における個人被ばく管理の可能性が示唆された。

### 33 銅フィルタを用いたFPD使用時の胸部撮影における至適条件の基礎的検討

\*小山寛之<sup>1</sup>, 荒木佑介<sup>1</sup>, 吉田一貴<sup>1</sup>

(1. 神戸市立医療センター中央市民病院)

#### 【目的】

FPD使用時の銅フィルタの有用性や撮影条件を検討している論文は少ない。銅フィルタを使用すると実効エネルギーが上昇するため、管電圧を下げるのが望ましいが被ばく線量や撮影時間を考慮し決定する必要がある。今回、一般撮影における銅フィルタの特性を検討し、FPD使用時の至適な胸部撮影条件を検討する。

#### 【方法】

受像器前面にファントム、その前面に線量計を設置し、照射野14inch×14inch、SID200cm管電圧130kv、管電流320mA、銅フィルタなし、自動露出制御装置にて撮影を行う。これを基準とし、面積線量(到達線量)を同一にし、フィルタ厚を0.1mm～0.3mmまで0.1mmごとに変化させた。但し、銅フィルタの特性についての検討にはアクリルファントムを用いて、入射表面線量(線量計の値)の変化を比較し、被ばく線量や撮影時間についての検討には胸部ファントムを用いて、管電圧を80kv～130kvまで10kvごとに変化させ、入射表面線量、撮影時間の変化を比較した。

#### 【結果】

到達線量を同一にした条件下では、銅フィルタの厚みが増すにつれ入射表面線量は低下し、撮影時間は長くなった。入射表面線量は最大で15.6%低下しており、有用性が示せた。しかし、撮影時間は最大で212.1%増加していた。この結果をもとに、撮影時間30msec以内であり入射表面線量を最も少なくできる条件を検討したが、100kV以上の管電圧では銅フィルタ0.3mm厚において入射表面線量が増加することが分かった。この要因として散乱X線の影響が考えられるため、追加実験を行い結果を本会にて報告する。

### 34 乳幼児股関節撮影における散乱線補正処理の適応についての検討

\*岩見健斗<sup>1</sup>, 厚東大智<sup>1</sup>, 島田真<sup>1</sup>, 阿部修司<sup>1</sup>

(1. 大阪母子医療センター)

#### 【背景】

各メーカーから一般撮影領域における散乱線補正処理が提供され、臨床で用いられている。小児領域においてもその適応が検討されている。他院先行研究において、保育器内の患児に対する同一撮影条件下での低格子比散乱線補正処理の有用性が報告されており、本来であればグリッドを使用せずに撮影される場合であっても散乱線補正処理の使用によりノイズなどの改善が示唆された。

#### 【目的】

当院においてグリッド不使用で撮影を行う乳幼児股関節撮影に対し、線量の増加を行わずに散乱線補正処理が適応可能か検討を行う。

#### 【方法】

当院で撮影された0歳以上2歳未満の患児7名の画像を用い、グリッド不使用と散乱線補正処理1:1/2:1/3:1/5:1を使用した5種類の画像を出力し、ImageJを用いて、大腿骨-(大腿骨の外側の)筋間と筋-脂肪間についてそれぞれコントラストと粒状性、CNRを評価した。参考値として当院で撮影された実グリッド使用3症例の画像についても同様にコントラストと粒状性を求めた。

#### 【結果】

散乱線補正処理のグリッド比を増加させると骨-筋間ではコントラスト、粒状性、CNRの値が増加した。一方、筋-脂肪間ではCNRはほぼ同等となった。

#### 【結論】

当院の撮影条件では散乱線補正処理の使用により、コントラストが向上したものの粒状性の悪化が生じたことから、視覚評価や撮影条件の変更についても検討する必要がある。

### 35 一般撮影の新画像処理による金属プレートに対する画像評価

\*福嶋英人<sup>1</sup>, 宮安孝行<sup>1</sup>, 小野寺尚<sup>1</sup>, 浅妻厚<sup>1</sup>, 古東正宜<sup>1</sup>  
(1. 神戸赤十字病院)

#### 【背景】

本年7月, 当院にKonica Minolta社製の新画像処理“REALISM”が導入され, 骨成分のコントラストが向上した. 従来处理では描出困難な金属プレート付近の骨成分の観察が可能となっている.

#### 【目的】

金属プレートが挿入された鎖骨を対象に, 従来处理とREALISM処理それぞれの画像における骨成分のピクセル値を算出し, 比較検討を行う.

#### 【方法】

鎖骨の金属プレートの内部を通る断面に対して, 金属プレート内部と金属の影響を受けていない骨成分のピクセル値をImageJを用いて算出し, 従来处理とREALISM処理それぞれの画像で比較した.

#### 【結果】

従来处理の画像では, 金属プレート内部の骨成分のピクセル値は著しく低値となった. 一方, REALISM処理を用いた画像では, 金属プレート内と金属の影響を受けていない骨成分のピクセル値の差は小さくなった.

#### 【考察】

金属プレート付近の骨成分の描出が向上し, 金属プレート固定後の骨診断の向上が期待できる.

10:00 ~ 10:50

第2会場(ミッドタウン イースト)

核医学

座長 下山 陽平, 高橋 良幸

### 36 骨シンチグラフィのPlanar Imageingにおける低エネルギー高分解能高感度コリメータと新画像強調後処理の有用性について

\*増田尊史<sup>1</sup>, 青山毅<sup>1</sup>

(1. 箕面市立病院)

#### 【目的】

2019年12月にガンマカメラ更新ありGE社NM830が導入された. それに伴い新コリメータ, 低エネルギー高分解能高感度コリメータ(以下LEHRS)が導入された. このコリメータは従来の低エネルギー高分解能コリメータ(以下LEHR)と比較し分解能は維持したまま感度が向上している. またLEHRSとともに使用できるプラナー画像のための新画像強調後処理Clarity 2D(以下C2D)も同時に導入された. C2Dは関心領域(例えば骨部)の信号を劣化させることなく画像ノイズを減少させることができ, 解像度とコントラストを向上させる効果がある. 今回LEHRSにC2Dを併用した画像とLEHRでの画像にて画質の比較検討を行ったので報告する.

#### 【方法】

LEHRS+C2D, LEHRS, LEHRそれぞれにてラインソースを5cm, 10cm, 15cm, 20cmと距離を変え撮像しFWHMを測定した. またISMM型ファントム(京都科学)を使用し模擬病変部300kBq/ml, 椎体部50kBq/ml, バックグラウンド8kBq/mlとなるよう作成した. このファントムをLEHRS+C2D, LEHRS, LEHRで1分から4分と時間を変化させ撮像した. また, それぞれについてC2Dのブレンド率を20%, 40%, 60%, 80%および100%と変化させて画像を取得し物理評価と視覚評価を行った.

#### 【結果】

撮像時間が同じ場合, LEHRSはLEHRに比べてトータルカウントが約20%高かった. FWHMはLEHRS+C2Dの時最もよい結果となった. C2Dのブレンド率が高くなるほどCNRは向上し, %CVも良好となった.

### 37 骨シンチグラフィ診断支援ソフトにおけるBSIの比較検討について

\*村上智裕<sup>1</sup>, 高須賀健<sup>1</sup>, 山下智之<sup>1</sup>, 馬場健司<sup>1</sup>,  
増田祥子<sup>1</sup>, 鈴木順一<sup>1</sup>, 清水敬二<sup>1</sup>, 奥内昇<sup>1</sup>

(1. 神戸市立医療センター中央市民病院)

#### 【背景】

骨シンチグラフィ診断支援ソフトウェア(以下, 支援ソフト)を用いて算出されるBSI(Bone Scan Index)は, がんの骨転移における治療方針の決定や, 治療効果判定などに用いられ, その有用性は高い. 従来では, BSIの算出できる支援ソフトは限られており, 特定の支援ソフトでのみしか算出を行えなかった. 今回, 新たに支援ソフトの開発が行われ, 提供が開始されている.

#### 【目的】

既存の支援ソフトと, 新たに開発された支援ソフトのBSIにおける比較検討を行い, それぞれの特徴について考察する.

#### 【方法】

2つの支援ソフトを用いて, 骨シンチグラフィ検査におけるWhole Body Scan(以下, WB)データを使用して解析を行った. それぞれのBSIを算出した. WBデータとして, (i) 骨転移あり50件, 骨転移なし50件, (ii) 同一患者における経過観察データ, を用いた. (i), (ii)におけるBSIの比較検討を行った. 使用装置として, Discovery 670(GE), Infinia(GE)を用いた. 使用製剤は, <sup>99m</sup>Tc-MDP(富士フィルム富山化学), <sup>99m</sup>Tc-HMDP(メジフィジックス)を用いた.

#### 【結語】

既存の支援ソフトと, 新たに開発された支援ソフトのBSIの解析における比較検討を行うことで, それぞれのソフトの特徴を理解することができた.

### 38 脳血流 SPECT における新たな収集法 ( 収集角度オーバーラップ法 ) の検討

\*脇田幸延<sup>1</sup>, 山永隆史<sup>1</sup>, 片山豊<sup>1</sup>, 中間翔太<sup>1</sup>,  
永野琢朗<sup>1</sup>, 横井萌子<sup>1</sup>, 岸本健治<sup>1</sup>, 市田隆雄<sup>1</sup>

(1. 大阪市立大学医学部附属病院)

#### 【目的】

脳血流 single photon emission computed tomography (SPECT) では, 4度stepの角度サンプリング数で収集するのが一般的である. 収集step 角度が小さくなると, 収集カウンターの低下に基づく統計ノイズの増加を引き起こす. 今回2度stepで収集を行い, 隣接する2つの投影データを加算する収集角度オーバーラップ法を提案する. これにより, 2度stepの角度サンプリング数と, 4度step分のカウントを保持できる. ファントムを用い提案手法の物理特性を評価した.

#### 【方法】

Canon社製GCA-9300Rを使用し, 京都科学社製 SP-6型容積測定ファントムを撮像した. 50mmホット球とバックグラウンドの放射能濃度比を4:1とした. 収集時間, 画像再構成条件は臨床条件と同等とした. 4度step, 2度step, 提案手法の投影データに基づく再構成画像のリカバリ係数, バックグラウンド均一性, 半値幅によるアスペクト比を評価した.

#### 【結果】

ホット球の関心領域内の平均値は, 全ての球で提案手法が基準となる球に近い値となり, リカバリ係数は1.0に近接した. バックグラウンド均一性は提案手法が最も良好な結果を示した. アスペクト比は2度stepが僅かに良好な結果となり, 提案手法は4度stepと同等であった.

#### 【結論】

収集角度オーバーラップ法は, 収集時間は延長せず, 収集カウントを保持し, 角度サンプリング数を増加させる. その結果, 部分容積効果の影響が改善され, バックグラウンドの変動を抑制し得る有用な手法であることが示唆された.

### 39 EMITファントムを用いた心筋血流SPECTにおける欠損描出能の評価—位置分解能補正の有用性—

\*高倉一馬<sup>1</sup>, 神谷貴史<sup>1</sup>, 池田博貴<sup>1</sup>, 藤埜浩一<sup>1</sup>

(1. 大阪大学医学部附属病院)

#### 【目的】

本研究の目的は、EMITファントムを用いて、心筋血流SPECTのOSEM再構成に対する位置分解能補正の有用性を評価することである。

#### 【方法】

装置は、Philips社BrightViewを用いた。EMITファントムの心筋部に、放射能濃度が50kBq/mlの<sup>99m</sup>Tcを封入し、心内腔と肺野部の放射能濃度は、5.0kBq/mlとした。コリメータはCHRを使用し、ピクセルサイズを5.0mm、収集時間を40s/viewの72viewで直交180°収集した。収集データから位置分解能補正あり、なしのOSEMを再構成し、subsetとiterationの積(以下、SI積)を1-96に変化させた。各再構成画像の均一性と欠損描出能を評価した。均一性は、心内腔と肺野部に円形ROIを置き、各々のカウントの標準偏差(以下、SD)を算出した。欠損描出能は、断面像の心筋部に対してcircumferential curveを作成し、深さと大きさの異なる8つの欠損に対し、正常心筋部のカウントを100%とした欠損部のカウントの割合を算出した。

#### 【結果・考察】

SI積48で、心内腔部のSDは、位置分解能補正の有無によらず、同等の値となり、SI積48の肺野部のSDは、位置分解能補正なしが8.1、ありが3.0となった。心内腔部のSDが等しいSI積48の、最も小さい欠損のカウント割合は、位置分解能補正を組み込むことで、55%から46%に低下した。欠損描出能は、全ての欠損において、向上した。以上の結果から、EMITファントムを用いて、心筋血流SPECTのOSEM再構成に対する位置分解能補正の有用性が示された。

### 40 心筋SPECTにおけるSSPAC法を用いた心筋SUV測定の基礎的検討

\*勝呂響子<sup>1</sup>, 林万寿夫<sup>1</sup>, 山村憲一郎<sup>1</sup>, 石浦基文<sup>1</sup>

(1. 大阪医科大学附属病院)

#### 【目的】

心筋SPECTでは集積低下の程度を、正常心筋を基準に比較することで冠動脈の虚血部位が推定できる。しかし、心臓全体に虚血が及ぶような多枝病変の場合は虚血部位の検出が困難である。昨今、PET検査で使用されているSUVがSPECT検査にも応用されるようになってきた。心筋SPECTでは縦隔や肺、脊椎などの構造により不均一な減弱分布を示すためCTによる減弱補正が必要となるが、被曝の増加が懸念されている。そこで、SPECTデータから減弱分布の推定が可能であるSSPAC(Segmentation with Scatter and Photopeak window date for Attenuated Correction)法による心筋SUV値測定の有用性について、CTAC(Computed Tomography Attenuated Correction)法およびNC(Non Correction)法の両法と比較し検証を行った。

#### 【方法】

装置は3検出器型SPECT装置(Canon)を使用した。楕円ファントムに<sup>99m</sup>Tcを封入し、CTAC法・SSPAC法・NC法それぞれのCCFを測定した。胸部ファントムを使用し、心筋部に正常心筋の安静時・負荷時及び三枝病変を推定した濃度の<sup>99m</sup>Tcを封入し、経時的にSPECT収集した。CTAC法を基準として、SSPAC法とNC法のSUV値を比較した。

#### 【結果】

すべての方法で時間によるSUV値の変化は認められなかった。CTAC法とSSPAC法における心筋内のRI分布およびSUV値はほぼ同等であったが、NC法では他法と比較するとRI分布は不均一であり、SUV値は低くなった。

#### 【結論】

心筋のSUV値を求める場合、SSPAC法は有用であることが確認できた。

#### 41 造影CT検査における造影剤増強効果の標準化を目的とした新たな投与ヨード量算出方法の検討

\*玉井利尚<sup>1</sup>、宮原哲也<sup>1</sup>、山口功<sup>2</sup>

(1. 大阪急性期・総合医療センター、2. 大阪物療大学)

##### 【目的】

我々は先行研究で造影computed tomography(CT)画像の大動脈CT値変化から平衡相における非イオン性ヨード造影剤の分布容積が推測できることを明らかにした。また薬物動態理論に従い造影CT画像から算出した分布容積と被検者の体表指標との関係を示した。本研究では、分布容積と被検者の体表指標との関係から造影CT検査における増強効果の標準化を目的とした新たな投与ヨード量決定方法を検討した。

##### 【方法】

2017年1月から2017年6月の間に腹部ダイナミック造影CTを施行した推算糸球体ろ過量が45 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>以上の被検者375名を対象とした。腹部ダイナミック造影CTの平衡相における大動脈のCT値変化より希釈理論に基づいて非イオン性ヨード造影剤の分布容積を算出した。①分布容積と被検者の体表指標【BW: body weight, BMI: body mass index, BSA: body surface area, LBW: lean body mass】との関係を回帰分析した。②回帰分析の結果から増強効果を一定にする投与ヨード量の算出式を求めた。

##### 【結果】

①分布容積(y)は各体表指標(x)と高い正の相関関係を示し、一次回帰式で予測可能であった。各体表指標の回帰式及び相関係数はBW:  $y=123.77x+1055.7$  ( $r=0.83$ )、BMI:  $y=301.16x+1410$  ( $r=0.63$ )、BSA:  $y=8361.4x-4684.7$  ( $r=0.83$ )、LBW:  $y=177.59x+343.6$  ( $r=0.81$ )であった。②投与ヨード量(D[mgI])は、目的の増強効果を大動脈ヨード濃度(C[mgI/mL])とした場合、 $D=C \times y$ で算出できた。

#### 42 X線CT画像におけるメタルアーチファクトリダクションの基礎的検討

\*中野孝一<sup>1</sup>、永森高士<sup>1</sup>、藤沢康雄<sup>1</sup>、村井良輔<sup>1</sup>、四戸徹<sup>1</sup>

(1. 医療法人警和会大阪警察病院)

##### 【目的】

CT検査において、体内に金属インプラントが入っている症例においては、メタルアーチファクトの影響で診断の妨げとなる場合がある。Metal artifact reduction(以下MAR)はメタルアーチファクトを低減するアルゴリズムであるが、各装置によってそのアルゴリズムが異なる。そこで今回、GE社製のマルチスライスRevolution CTに搭載されているMARを用いて各条件下において有用性を検討した。

##### 【方法】

水中の腰椎模擬ファントム(金属付き)を管電圧80, 100, 120, 140kV, Pitch0.553, 0.992, DFOV50, 40, 30, オフセンタ(X軸方向10cm)と変化させて撮影した。その他の撮影条件は、スライス厚0.625mm, 再構成関数HD BONE, 焦点サイズSmall(1.0×0.7mm), mAs値はノイズインデックス25.5となるように設定した。

撮影した各条件の画像より、金属が含まれるスライスにてMAR有無において、各3か所でSDを測定した。また、MARがどの条件下において優れているかを評価するため、5名で視覚評価(5段階)を行った。

##### 【結果】

管電圧を変化させた検討においては、MAR有り無し共に管電圧が高くなるにつれ、SDが改善する結果となった。Pitchを変化させた結果、MAR有り無し共にlow Pitchの方が同様の結果を得た。これらの結果より、MARによってメタルアーチファクトは低減され臨床で応用できることが確認できた。しかし、MAR使用においては金属が実際より縮小する画像が見られたため、元画像との比較が重要である。

#### 43 Model based reconstruction の再構成強度とストリークアーティファクト低減効果の関係

\*小林弘幸<sup>1</sup>

(1. 日本赤十字社和歌山医療センター)

##### 【目的】

先行研究でmodel based iterative reconstruction: MBIR (FIRST)のストリークアーティファクト低減効果が, adaptive iterative reconstruction: hybrid-IR (AIDR)のそれより高い結果が得られた. MBIRの再構成強度とストリークアーティファクト低減効果の関係を画像ノイズの影響をキャンセル可能なrelative artifact index (AIr)を用いて検討し, その時の画質についても検討を行う.

##### 【方法】

腹部ファントムを通常線量(CTDIvol: 10mGy)で撮影し, 非アーティファクト画像を取得した. 希釈造影剤シリンジ(900 HU@120kV)を両側腹部に配置してアーティファクト画像を取得した. アーティファクト発生部にregion of interest (ROI)を配置し得られたCT値の標準偏差よりAIrを求め再構成強度ごとに比較した. またアーティファクト低減部分の肝臓-門脈コントラスト変化, 門脈部分のテクスチャ変化を比較し画質の検討を行った.

##### 【結果】

FIRSTのストリークアーティファクト低減効果は再構成強度に依存しなかった. 肝臓-門脈コントラストはFIRSTで1%以下の変化となった. FIRSTの門脈部分のテクスチャは再構成強度に依存しないが, AIDRよりやや低下する傾向であった.

##### 【考察】

ノイズ低減効果は再構成強度に伴って強くなるが, ストリークアーティファクトを低減させる効果は再構成強度に依存しないことが考えられる.

##### 【結語】

FIRSTは画像ノイズとストリークアーティファクトが低減されるが, 微細な構造を持つ組織の観察には再構成強度に注意が必要である.

#### 44 超高精細CTにおける画像再構成法が頭部サブトラクション処理に与える影響

\*平下晶康<sup>1</sup>, 前林知樹<sup>1</sup>, 関谷俊範<sup>2</sup>, 香川清澄<sup>1</sup>, 根宜典行<sup>1</sup>, 日下亜起子<sup>1</sup>

(1. 神戸大学医学部附属病院,

2. 学校法人 大阪滋慶学園 大阪ハイテクノロジー専門学校)

##### 【目的】

超高精細CTはslice厚: 0.25mm, matrixサイズ: 1024×1024pixelでの画像再構成が可能で, 微細血管の描出に優れると報告がある. 当院では, 頭部CTAにおいて超高精細モード(SHR: super high resolution)で撮影し, サブトラクション処理を行っているが, 単純画像は超高精細な画像の必要性はない. しかしサブトラクション処理は, 単純と造影の画像再構成法を同一にすることでミスレジストレーションが少なくなる. 今回, 超高精細CTの頭部CTAにおける再構成方法(matrixサイズ, slice厚, 再構成法)がサブトラクション処理に与える影響について検討する.

##### 【方法】

頭部ファントムをAquilion Precision(Cannon medical Systems)のSHRモードで撮像し, 2種類のmatrixサイズ(512×512; 1024×1024pixel), 2種類のslice厚(0.25; 0.5mm), 2種類の再構成法(FIRST: AIDR 3D)で再構成した. リファレンスはmatrixサイズ: 1024×1024pixel, slice厚: 0.25mm, 再構成法: FIRSTの画像とし, Ziostation 2 (アミン株式会社)を用いてサブトラクション処理を行った. 次にサブトラクション画像をImage JにてCT値とそのカウントを測定し, ヒストグラムを作成した. その面積をミスレジストレーションの量として比較した.

##### 【結果】

ミスレジストレーションはリファレンスと同条件, slice厚: 0.5mm, matrixサイズ: 512×512 pixel, 再構成法: AIDR 3D, の順で大きくなった.

#### 45 頭部4DCTの多時相画像を利用した画像処理手法の開発

\*渡邊翔太<sup>1, 2</sup>, 市川勝弘<sup>3</sup>, 坂口健太<sup>4</sup>, 村田大輔<sup>4</sup>

- (1. 近畿大学高度先端総合医療センターPET分子イメージング部,
2. 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科保健学専攻,
3. 金沢大学医薬保健研究域保健学系,
4. 近畿大学病院 中央放射線部)

##### 【目的】

頭部computed tomography perfusion (CTP)検査は経時的に撮影を行うため、被ばくを考慮して撮影線量を低く設定する 경우가多く、取得した4DCT画像にはノイズが多く含まれる。そこで、既存の多時相画像間処理手法であるtemporal averaging (TA)法とtemporal maximum intensity projection (TM)法を利用し、脳実質にはTA法を、脳血管にはTM法を効果的に反映する新たな画像処理手法を開発した。本研究の目的は、開発手法が臨床で取得した頭部4DCT画像に与える効果を検証することである。

##### 【方法】

頭部CTP検査により取得した11例の4DCT画像に対して、開発手法を適応した。白質、灰白質、脳血管および脳血管周囲の脳組織に関心領域を設定して白質-灰白質contrast to noise ratio (CNR<sub>tissue</sub>)および血管-脳実質CNR (CNR<sub>vessel</sub>)を測定し、オリジナル画像と開発手法を施した画像間で比較した。なお、測定対象の脳血管は、middle cerebral arteryのsegment1-3, anterior cerebral arteryのsegment1, 2, posterior cerebral arteryのsegment1-3とした。

##### 【結果】

開発手法を施すことで、CNR<sub>tissue</sub>は有意に向上した ( $p < 0.01$ )。また、測定対象とした全ての血管のCNR<sub>vessel</sub>は開発手法によって有意に向上し ( $p < 0.05$ )、末梢側ほどその傾向は顕著であった。

10:00 ~ 10:50

第3会場(ミッドタウン ウェスト)

MRI (臨床)

座長 山田 達也

#### 46 3D加算融合画像(PDWI+T2WI)膝関節における有用性

\*森田光樹<sup>1</sup>, 山本征哉<sup>1</sup>, 小野充保<sup>1</sup>, 北山好<sup>1</sup>

- (1. 若草第一病院)

##### 【目的】

3DTSE(VISTA)でPDWIとT2WIを同時収集するDual Echo VISTA(DE-VISTA)DE-VISTA-PDWIとDE-VISTA-T2WIをボクセル毎に加算し作成したDE-VISTA (DE-VISTA-AFI)の膝関節軟骨検出能を検討する。

##### 【方法】

対象は96例で男性48例、女性48例 膝関節軟骨と関節液、関節軟骨と脂肪組織とのコントラスト比(CR)をDE-VISTA-AFI, DE-VISTA-PDWIと従来方法の2D-PDWI, WATSを比較した。

##### 【結果】

関節液/関節軟骨CRはWATS:2.08, 2D-PDWI:203, DE-VISTA-PDWI:1.58, DE-VISTA-AFI:2.74で、DE-VISTA-AFIでの関節液/関節軟骨CRは結果、有意に高かった。脂肪組織/関節軟骨CRは、DE-VISTA-PDWI:2.23, DE-VISTA-AFI:2.85で、DE-VISTA-AFIはDE-VISTA-PDWIに対して、有意に高かった。

##### 【考察】

DE-VISTAでは、両者の信号値のスケーリングは一致しておらず、second echoであるDE-VISTA-T2WIはfirst echoであるDE-VISTA-PDWIよりも全体的に信号値が低く、DE-VISTA-T2WIの関節液の信号値とDE-VISTA-PDWIでの信号値はほぼ同じだった。スケーリングの差異、DRIVE, Jcoupling効果が、DE-VISTA-AFIでの関節軟骨の高コントラスト形状把握に有用性が高いと考えられる。また、isotropic dataであり、任意断面の観察が可能であることも有用性が高い理由である。

#### 47 Echo Planar Imaging法を用いて取得したT2\*mapの精度検証

\*野田知寛<sup>1</sup>, 京谷勉輔<sup>1</sup>, 曾宮雄一郎<sup>1</sup>, 堀井慎太郎<sup>1</sup>,  
島田隆史<sup>1</sup>, 吉田直基<sup>1</sup>, 日下亜起子<sup>1</sup>

(1. 神戸大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門)

##### 【目的】

心臓や肝臓への鉄沈着の定量評価や下腿筋の血流代謝情報としてT2\*mapを用いた解析が報告されている。T2\*mapを取得するための撮像シーケンスとして、FFE, DIXON, EPIなど様々な手法が提案されている。その中でも精度の高い手法は局所磁場の不均一を補正したDIXONであるとされるが、メーカー依存度が高い。また、FFEは撮像時間が長く適応可能な部位に制限があるなどシーケンスによって特徴がある。今回、T2\*mapが短時間で取得可能(1スライス/秒)なEPIの精度について検証することを目的とする。

##### 【方法】

3.0T装置を用いて牛のもも肉(T2値=43.56ms)を対象としTFE型EPI, FFE, DIXONのそれぞれで複数エコーを取得し撮像した。TEを2.3, 11.5, 20.7, 29.9および39.1msの5点に設定し撮像断面を5mmずつ移動させて撮像した。合計10枚のスライスから後処理によって各T2\*mapを得た。T2\*mapに関心領域を設定してそれぞれのT2\*値を比較した。

##### 【結果】

T2\*値はTFE型EPI, FFE, DIXONでそれぞれ29.87, 29.95, 33.04msであり、DIXON法での値がTFE型EPI, FFEにおける値より有意に高かった( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ )。また、DIXONの値とTFE型EPI, FFEでの値とはそれぞれ相関があった( $R^2=0.82$ ,  $P<0.01$ および $R^2=0.66$ ,  $P<0.05$ )。

##### 【結論】

TFE型EPIで得られたT2\*値はDIXONの値よりも有意に低いため、過小評価する可能性があるが、相関を示したことから定量値として利用できる。

#### 48 3.0T膝関節MRI撮像におけるVariable Refocusing Flip Angle法併用2DTSE法の基礎的検討

\*澤野美樹<sup>1</sup>, 有田圭吾<sup>1</sup>, 松井大易<sup>1</sup>, 木村大輔<sup>1</sup>,  
竹森大智<sup>1</sup>, 山田英司<sup>1</sup>, 東田満治<sup>1</sup>, 市田隆雄<sup>1</sup>

(1. 大阪市立大学医学部附属病院)

##### 【背景・目的】

比吸収率Specific Absorption Rate (SAR) は、Refocusing Flip Angle(RFA)と静磁場強度の2乗により上昇し、撮像条件の制限を伴う。そこで、RFAを経時的に可変するVariable Refocusing Flip Angle (VRFA)を用いることでSARを低減でき、撮像時間の低減が可能となる。膝関節MRI撮像において、プロトン密度強調画像は組織間コントラストが良く、信号強度も高く、関節内構造物を知るうえで重要なパルスシーケンスである。本研究では、このプロトン密度強調画像に対し、従来法であるSweep法とVRFA法について、自作ファントムを用いた基礎的検討を行った。

##### 【方法】

MRI装置はPhilips社製Ingenia CX, 受信コイルは16ch Knee coilを使用した。また、膝軟骨, 筋肉, 脂肪と同等のT1値, T2値をもつ自作ファントムを作成した。Sweep法ではRFA, VRFA法ではmin angle, mid angle, max angleをそれぞれ変化させて、自作ファントムの撮像を行った。得られた画像から物理評価および視覚評価を行った。

##### 【結果】

SNRはRFAが高いほど値は高く、Sweep法, VRFA法ともに同等の値を示した。画像コントラストはSweep法, VRFA法ともに同等の値を示した。視覚評価では、Sweep法, VRFA法ともに有意な差は見られなかった。また、Sweep法と比較し、VRFA法ではSARの低下および撮像時間の短縮が見られた。

##### 【結論】

3.0T膝関節MRI撮像において、2D-TSE法にVRFA法を併用することで従来法であるSweep法と同等の画像コントラストが短時間で得られる可能性が示唆された。

## 49 頭頸部MRI撮像における脂肪抑制画像の評価

\*財家俊幸<sup>1</sup>, 高橋梢吾<sup>1</sup>, 笹垣三千宏<sup>1</sup>, 吉田麻美<sup>3</sup>,  
小滝真也<sup>2</sup>, 秋山広徳<sup>2</sup>, 四井資隆<sup>2</sup>, 清水谷公成<sup>2</sup>

- (1. 大阪歯科大学附属病院 中央画像検査室,
2. 大阪歯科大学附属病院 歯科放射線学講座,
3. 関西医科大学 放射線科学講座)

### 【背景・目的】

当院では、頭頸部腫瘍や頸部リンパ節転移検索などの目的で脂肪抑制を用いた頭頸部MRI撮像が頻回に施行される。脂肪抑制には、飽和パルスを用いるCHESSを用いており頭頸部領域の不均一な磁場の影響で脂肪抑制不良な画像が散見される。不均一な磁場に強い脂肪抑制法としてIR法を用いるSTIRとDixon法を用いるIDEALがある。そこで、従来法のCHESSと3D撮像を用いたCHESS(CUBE), STIR, IDEALとの脂肪抑制画像を評価した。

### 【方法】

装置はGE社製Signa EX-HDX1.5Tを用いた。始めに、生理食塩水と油をダンベル型のプラスチック容器に封入した自作ファントムを撮像した。得られた画像を用いて、変動係数を求め、視覚評価も行った。次に、生理食塩水と筋組織のT2値を模擬したブルーベリージャムを充填したスピッツをPolyvinyl Alcoholで満たした円筒プラスチック容器に挿入した自作ファントムを作成し撮像した。得られた画像からSignal to Noise Ratio(SNR)と信号強度比を算出した。T2WIを基準にコントラストの視覚評価も行った。視覚評価は正規化順位法を用いた。

### 【結果】

変動係数においてSTIRが低値を示し、視覚評価においても有意差を認めた。また、ブルーベリージャムのSNRはCHESSが高値で、生理食塩水においてはIDEALであり、信号強度比はCUBEが低値であった。

### 【結語】

IDEALを用いた脂肪抑制画像は、不均一な磁場でも脂肪抑制不良が少なく、比較的高いSNRにより良好なコントラストを示し、当院での頭頸部の脂肪抑制画像として適していると考えられた。

## 50 頸髄におけるDouble Inversion Recovery法の検討

\*松本利浩<sup>1</sup>, 榎卓也<sup>1</sup>, 城本航<sup>1</sup>, 萩原祐<sup>1</sup>, 高月将希<sup>1</sup>,  
藤井亮輔<sup>1</sup>, 岡崎貴大<sup>1</sup>, 山形梨華<sup>1</sup>

- (1. 兵庫医科大学病院)

### 【目的】

Double Inversion Recovery(DIR)法は、T1値の異なる2つの組織を同時に抑制できるため、造影剤を使用しなくても白質病変である中枢神経系炎症性脱髄疾患を鋭敏に検出できると報告されている。しかし、頭部領域でのDIR法の報告は多く見られるが、脊髄領域でのDIR法の報告は少ない。そこで、本研究では脊髄領域におけるDIR法の最適撮像条件の検討を目的とする。

### 【方法】

Philips社製Ingenia3.0T-MRI装置およびHead Neck Coilを使用し、撮像条件のTR(5500～7500ms)と脂肪抑制の有無を検討した。

各撮像条件において、脳脊髄液と白質がNull Pointとなるように、2つの反転回復パルスの長さT11とT12(装置の表記上以下T11+2とT12)を調整した。得られた画像より、灰白質と白質、灰白質と脳脊髄液のコントラスト比(CR)を計算して比較した。

### 【結果】

TRに関しては、長くしても脳脊髄液と白質のNull Point付近での各組織の信号値に変化はなく、灰白質と白質、灰白質と脳脊髄液のCRに差はほとんどなかった。

脂肪抑制の有無に関しては、脳脊髄液と白質のNull Pointは変化した。また、脂肪抑制なしの場合、灰白質と白質、灰白質と脳脊髄液のCRは低下した。

### 【結論】

TR=5500msで脂肪抑制を付加した場合が最適撮像条件であった。その時の2つのTI値はT11+2=2500ms, T12=490msであった。

11:00～11:50 第3会場(ミッドタウン ウェスト)  
放射線治療(位置照合・小線源他)

座長 小坂 賢吾

## 51 単一アイソセンタ手法による多発性脳定位放射線治療における日内および日間患者固定精度の検討

\*黒田勇樹<sup>1</sup>, 石原佳知<sup>1</sup>, 鈴木諭<sup>1</sup>, 橋戸宏輔<sup>1</sup>,  
口井信孝<sup>1</sup>, 井口治男<sup>1</sup>, 根来慶春<sup>1</sup>, 平岡真寛<sup>1</sup>

(1. 日本赤十字社和歌山医療センター)

### 【目的】

単一アイソセンタ手法による多発性脳定位放射線治療は、オフセンタとなる複数の極小ターゲットをノンコプラナ照射するため高い患者固定精度を要する。本研究では、前述の照射方法における日内および日間の固定精度について検討を行う。

### 【方法】

ノバリスマスク(ブレインラボ社製)を用いて患者固定を行い、ExacTrac(以下、EXT)およびCBCTを用いて画像誘導を実施した多発性脳定位照射50症例を対象とした。

初めに画像誘導装置の精度確認のため、対象症例照射期間中におけるEXTおよびCBCTの画像中心精度を評価した。次にモダリティ毎における日内および日間の位置合わせ誤差を算出し、ターゲット個数および照射アーク数との相関を検討した。

### 【結果】

EXTおよびCBCTにおける画像中心精度は、3軸方向(頭尾、左右、背腹)においてRMS値0.3mm以内と良好であり、モダリティ間において大きな差は生じなかった。

日内および日間の位置合わせ誤差はCBCT、EXTともに3軸方向(頭尾、左右、背腹)において大半が1.0mm以内であった。位置合わせ誤差はターゲット個数、アーク数との相関はみられなかった。また、アイソセンタ位置が頭蓋辺縁にあるほど位置合わせ誤差が大きくなる傾向であった。

### 【結論】

単一アイソセンタ手法による多発性脳定位放射線治療における患者固定精度の検討を実施し、その妥当性を検討した。

## 52 IGRTにおけるCBCT撮影条件と画像再構成フィルターの最適化(前立腺癌について)

\*狩野真奈<sup>1</sup>, 山下祐美恵<sup>1</sup>, 谷正司<sup>1</sup>, 小野坂哲<sup>1</sup>,  
西田崇<sup>1</sup>, 米屋勇佑<sup>1</sup>, 大谷侑輝<sup>2</sup>, 船橋正夫<sup>1</sup>

(1. 大阪急性期・総合医療センター, 2. 市立貝塚病院)

### 【目的】

当センターでは前立腺癌に対するVMAT(Volumetric Modulated Arc Therapy)において、CBCT(Cone Beam CT)によるIGRT(Image Guided Radiation Therapy)を行っている。現在はCBCT撮影時、メーカーの標準条件を使用しているが、患者の体格や撮影の目的に合わせて条件の最適化が必要と考える。今回は男性骨盤部におけるIGRTの撮影条件を最適化するための手法について基礎的な検討を行った。

### 【方法】

過去の臨床症例から前立腺—膀胱間、前立腺—直腸間の脂肪織についてCT値を測定した。次にNovalis Tx(Varian社製)のOBI(On Board Imager)を用いてCatphanファントム(CTP504型テストモジュール)のCBCTを撮影した。撮影条件は標準の設定管電流80mAから10mAまで10段階に変化させた。また、画像再構成フィルターを標準設定のAutoから変更した画像を作成した。作成した画像の中でCTP515型低コントラストモジュールを評価対象とし、診療放射線技師7名で低コントラスト分解能について視覚評価を行った。また、各撮影条件のSDとCNRを求めた。次に自作の男性骨盤模擬ファントムを同様の方法で撮影し、評価した。

### 【結果】

前立腺癌に対してCBCTによるIGRTを行う際、目的に応じた画質基準を策定することで標準の撮影条件から約50%管電流を低減できることが示唆された。今後は、管電流と画像再構成フィルター以外のパラメータも含めて総合的に検討する必要がある。

## 53 低管電圧撮影がマーカー位置照合に与える影響についての定量的評価

\*坂本理沙子<sup>1</sup>, 溝延数房<sup>1</sup>, 門脇伸行<sup>1</sup>, 宗友良樹<sup>1</sup>,  
澤田優暢<sup>1</sup>, 竹内朝子<sup>1</sup>, 岡山貴宣<sup>1</sup>

(1. 神戸低侵襲がん医療センター)

### 【背景・目的】

低管電圧撮影の利点として造影剤コントラストの上昇が挙げられるが、欠点として画像ノイズや金属アーチファクトの増大が報告されている。当院では肝臓定位照射の際、計画CTにおいて肝臓内に挿入された金属マーカーを位相毎に位置照合させITVを作成しているが低管電圧撮影による位置照合に関しては評価を行っていない。本研究の目的は低管電圧撮影が位置照合に与える影響について定量的に評価することである。

### 【方法】

汎用的に使用される造影剤空シリンジ(135ml)内に真鍮の金属球(2mmφ)とワイヤー(0.28mmφ)を挿入し三方活栓と糸を用いて固定した。シリンジ内を希釈造影剤で満たしファントムを作成した。CT装置はAquilion CXL(キヤノン)を使用し、管電圧120kV, 80kV, 管電流10~150mA, スライス厚0.5mm, 再構成方法FBP, AIDR Mildとして軌道同期ヘリカルスキャンを行った。120kV50mAのFBP画像をPrimaryとしSecondaryには各条件のCT画像を設定した。Primary画像における金属周辺のROIをテンプレート画像とし相互相関係数(Zero-means Normalized Cross Correlation:ZNCC)を用いて位置照合を行った。類似性の尺度として最大ZNCCの値を用いて解析を行いPrimary画像に対して位置ずれがないか確認した。

### 【結果】

管電圧によらず金属球とワイヤーのZNCCの値は変化なく位置ずれも生じなかった。しかし、低線量撮影や逐次近似応用再構成を用いることによりZNCCの値は低下した。管電圧の違いによる位置照合の精度は定量的に変わらないことが確認できたが線量不足の際は注意を要することが示唆された。

## 54 ディープラーニングを用いたMRI画像から仮想CT画像生成

\*打它恵梨華<sup>1</sup>, 小池優平<sup>1</sup>, 大平新吾<sup>2</sup>, 水野裕一<sup>1</sup>,  
上田悦弘<sup>2</sup>, 宮崎正義<sup>2</sup>, 手島昭樹<sup>2</sup>, 小泉雅彦<sup>1</sup>

(1. 大阪大学大学院医学系研究科,  
2. 大阪国際がんセンター)

### 【目的】

MRI画像単独による放射線治療計画へ向け、ディープニューラルネットワークを使用したMRI画像から仮想CT画像への生成法を開発した。

### 【方法】

定位放射線治療(SRS: Stereotactic Radiosurgery)を行なった51症例のうち、45症例(11972スライス)のCT/MR画像を訓練データとして使用してモデルを作成し、6症例のCT/MR画像をテストデータとして使用した。全ての症例において、非剛体変形レジストレーションを用いてMRI画像をCT画像に一致させ、変形させた。条件付き敵対的生成ネットワーク(cGAN)を使用し、画像生成ネットワークにはU-net、識別ネットワークにはPatch-GANネットワークを用いた。45症例をランダムに5グループに分け、5分割交差検証によりモデルを評価した。記載生成した仮想CT画像の画質評価のため、交差検証の5つのグループとテストデータ6症例それぞれを、全体、骨、軟部組織の3領域に分けて、CT値の平均絶対誤差(MAE)と標準偏差(SD)を算出した。

### 【結果】

仮想CT画像生成に要した時間は1患者あたり(平均266スライス)13秒以下であった。交差検証の5つのグループ全てにおける各領域のCT値のMAEは全体、骨、軟部組織の3領域について、それぞれ $99.0 \pm 13.2$ ,  $294.4 \pm 10.4$ ,  $43.7 \pm 10.6$ であった。テストデータの6症例における各領域のCT値のMAEは全体、骨、軟部組織の3領域について、それぞれ $142.0 \pm 41.8$ ,  $326.3 \pm 17.8$ ,  $86.4 \pm 51.2$ であった。

## 55 前立腺癌に対する高線量率小線源治療による 晩期尿生殖器有害事象の低減：尿道D10%カラー マップを使用した評価法

\*宮崎雄司<sup>1</sup>, 竹中維穂<sup>1</sup>, 野田泰孝<sup>2</sup>, 園村哲郎<sup>2</sup>

- (1. 和歌山県立医科大学附属病院 中央放射線部,
2. 和歌山県立医科大学 放射線医学教室)

### 【背景】

高線量率密封小線源治療は前立腺癌に対して、単独もしくは外照射と併用で有効な治療法である。しかし、尿道狭窄や尿閉などの泌尿生殖器 (genitourinary: GU) 有害事象が発生することがある。GEC/ESTROのガイドラインやRadiation Therapy Oncology Group (RTOG) 0321を参考に多くの施設が線量指標を定め、治療計画を立てたが大幅に減らせていない。そこで今回、線量ではない新たな指標を策定する必要があると考えた。

### 【目的】

前立腺尿道に高線量が照射された領域と晩期有害事象がCommon Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE) v4.0のGrade 2未満との関連を調べ、高線量が照射されても晩期GU有害事象が発生しにくい領域を示すことである。

### 【方法】

対象患者は174人。年齢の中央値は74歳、フォロー期間の中央値は44ヶ月。晩期GU有害事象はCTCAE 4.0に従い記録した。本研究は、尿道D10%カラーマップ評価法を考案し、前立腺尿道を7領域に分類した。その7領域において、尿道D0.1%および尿道D10%に対し有意差検定を行った。主要評価項目として、CTCAE Grade 2未満の件数を用い、7領域の有意差検定を行った。

### 【結果】

7領域全てにおいて、尿道D0.1%と尿道D10%に有意差は認められなかった。主要評価項目は、中間部領域が他の全ての領域に対し、有意差を認めた。

### 【結論】

高線量が照射されても晩期GU有害事象が発生しにくい領域は、前立腺尿道の中間部領域である。