

【セッション1】MRI 画質

座長:新潟大学 近藤 達也

01 EOB-造影 Dynamic MRI における

Butterfly Effect Scan Timing 法と従来法との比較検討

荒木 隆博¹, 大西 信博¹, 阿部 宏一朗¹, 遠藤 明日香¹, 大滝 布美子¹,
柴崎 俊郎¹, 小野 琴絵², 齋藤 亮², 永沢 賢司²

1)山形県立中央病院 放射線部 2)山形県立河北病院 放射線部

【目的】EOB-造影 Dynamic MRI において、息止め不良に伴う呼吸性アーチファクトに関する報告が多くなされている。その対策として高速撮像や低周波数帯域の重点的取得、自由呼吸下による撮像などが報告されているが、それらは画質やコントラストの低下を招いたり、特有のシーケンスが必要であったりと最良ではない。我々は新たな撮像法『Butterfly Effect Scan Timing 法(新法)』を考案し、それが最良な撮像法となりうるかを従来法と比較検討した。

【方法】

・従来法(Signa Excite HDxt 1.5T)

呼吸アナウンス: MRI 装置による声掛け「息を吸って、止めてください」

Bolus Tracking(BT)方法: 体軸断で上腹部レベルの下行大動脈をモニタリングし、造影剤が確認できたタイミングで動脈相の呼吸アナウンスを行う。

・従来法(Ingenia 3T)

呼吸アナウンス: オペレーターによる声掛け「息を吸って、止めてください」

BT 方法: 冠状断で上腹部レベルの下行大動脈をモニタリングし、造影剤が確認できたタイミングで動脈相の呼吸アナウンスを行う。

・新法(Ingenia 3T)

呼吸アナウンス: MRI 装置による声掛け「息を吸って吐いて、もう一度吸って、そこで息を止めてください」

BT 方法: 冠状断で肺動脈をモニタリングし、造影剤が Butterfly のように肺動脈を満たしたタイミングで動脈相の呼吸アナウンスを行う。

各撮像法の連続 30 症例を呼吸制御・造影タイミングの精度について 4 段階で評価した。

【結果・考察】新法は各従来法に比べて呼吸制御の精度・造影タイミングともに有意差をもって改善できていた($P < 0.05$)。理由として新法の息止めアナウンスが 1 呼吸多いことで、患者にとって余裕が生まれることが挙げられる。また、不安定になり易いオペレーターによる声掛けではなく、MRI 装置による常に同じ調子の声掛けが安定した呼吸制御に影響していると考え、モニタリング位置を肺動脈とすることで延長した呼吸アナウンス時間分を補正し、かつ造影剤の到達を確認しやすくなったことで造影タイミングが適切になったと考える。

【結語】Butterfly Effect Scan Timing 法は、EOB-造影 Dynamic MRI において最良(BEST)な撮像方法となりうる可能性が示唆された。

02 前立腺 IMRT に対する治療計画用 MRI の基礎的検討

大嶋 友範¹

1)新潟県立中央病院 放射線科

【目的】当院では前立腺 IMRT において、治療計画用 CT に加え、組織コントラストに優れた MRI 画像を取得し、より精度の高い治療計画を行っている。その際、CT と正確にフュージョンするため、前立腺の描出に優れた T2WI で 3D 高分解能撮像法である可変フリップ角(VRFA)を用いた 3D-SPACE を撮影している。しかし、治療計画撮影時には、専用の固定具を用いた腹臥位で行うため、仰臥位撮影よりも呼吸によるモーションアーチファクトを受けた画像が多く見受けられる。また、膀胱内に尿がたまっていることから、患者によっては長時間の安静は困難であるため、なるべく短時間での撮影が求められている。そこで、3D-SPACE について、ポケや動きに関連するパラメータについて基礎的検討を行った。

【方法】装置はシーメンス社 MAGNETOM Skyra 3T(VE11C-SP01)を用いた。空間分解能と組織コントラストを調べるために、90-401 型ファントム、オリーブオイル、蒸留水を用いた。RFA mode(constant, t2var), 信号収集時間(echo train duration: ETD)を変更しながら比較検討した。また、ボランティアで臨床画像の評価も行った。

【結果】RFA mode が t2var では blurring が少なくシャープであった。

Constant では blurring が目立ち、水が強調された Heavy T2 に近いコントラストになった。ETD が短いと SNR が向上し blurring が減少した。

【考察】前立腺の輪郭をより精細に描出するには、t2var の方が優れる。Constant は、blurring が目立つが、Heavy T2 に近いコントラストになるため、MRCP や MRU など水をより高信号に描出したいときに有効だと考えられる。ETD が短いと SNR は向上するが撮影時間も延長するため両者のバランスが重要となる。当院では上記を踏まえ RFA mode を t2var とし、ETD は 500 ms 前後とした。ファントム実験を通じて、RFA と ETD の特性を改めて理解することができたので、VRFA 系シーケンスを他の部位でも使用する上で参考にしたい。

03 薬剤を使用しない鎮静による小児 MRI 検査に向けた静音撮像の基礎的検討

円子 修平¹, 高橋 大輔¹, 三木 英明¹, 山口 博幸¹, 佐々木 幸雄¹

1)岩手県立中央病院 診療支援部放射線技術科

【目的】意思疎通が困難である小児患者の MRI 検査は薬剤による鎮静が必要となる場合が多いが、合併症のリスクもある。そこで、薬剤を使用しない鎮静による検査を目指し、静音撮像の基礎的検討を行った。

【方法】使用装置は GE 社製 Signa Artist 1.5T、撮像対象は同意の得られた成人ボランティアである。当院の小児頭部ルーチン検査において、通常シーケンス、静音化シーケンス、体動補正技術を併用した静音化シーケンス(体動補正 + 静音化シーケンス)の 3 種類を撮像し、音圧、SNR、コントラスト比、撮像時間の比較・検討を行った。検討を行った画像は T1w, T2w, T2*, FLAIR, DWI, MRA である。

なお、T2*, MRA は体動補正技術が併用できないため静音化シーケンスのみの検討とした。音圧測定器には TASI TA8151 を使用した。

【結果】音圧は環境音に対し、通常シーケンスが 34~45 dB, 静音化シーケンスが 20~30 dB, 体動補正+静音化シーケンスが 5~12 dB 上昇した。SNR, コントラスト比は、通常シーケンスと静音化シーケンスに大きな差は見られなかった。

体動補正+静音化シーケンスは DWI 以外のすべての画像で SNR は低下、コントラスト比は T1w, T2w, FLAIR で上昇し DWI は低下していた。撮像時間は、静音化シーケンスにおいて約 1.2 倍、体動補正+静音化シーケンスは 1.5~5 倍の撮像時間の延長が見られた。

【考察・展望】静音化シーケンスでは、通常時と比べ傾斜磁場の切り替えが緩やかになるため、エコスペースの増大、TR の延長が見られ、SNR やコントラストに変化が現れると思われたが、今回の検討ではその差は小さかった。DWI は体動補正シーケンスにすることで EPI から FSE へ変更されている。これが画質の変化、撮像時間の延長に繋がったと考えられる。また、静音化シーケンスに比べ、体動補正+静音化シーケンスの方が静音効果はより高かった。撮像時間の著明な延長やコントラストの変化があり、パラメータの再検討が必要であるが、プレスキャン等も含め撮像中の騒音も環境音とほぼ変わらない音圧であること、体動補正シーケンスでもあることを考慮すると、小児撮像において非常に有用性が高いと考えられる。

04 Saturation Pulse が multi echo Gradient Echo 法を用いた

MR Bone imaging Sequence のコントラストに及ぼす影響

岩間 一真¹, 藤村 雅彦¹, 小瀬川 衣里¹, 滝村 悠太¹, 菊池 華枝¹,
橋場 夕佳¹, 菅原 和聖¹, 菅原 拓巳¹, 千葉 琢¹

1) 岩手県立中部病院 放射線技術科

【背景】頸椎疾患の診断では MRI が欠かせない検査になっており、近年話題の CT 同様に骨病変や骨皮質、石灰化を描出できる MR Bone imaging は、OPLL(後縦靭帯骨化症)の観察に有用である。撮像時には、呼吸や嚥下運動からのアーチファクト抑制のために Saturation Pulse を設定しているが、これによりコントラストが変化することを経験した。なお FRACTURE は、3D multi echo Gradient Echo Sequence で異なる4つの echo から得られた画像を合算、そして白黒反転し画像表示を行っている。そのため骨皮質、靭帯などが高信号となり明瞭な病変観察が可能となっている。

【目的】Saturation Pulse が MR Bone imaging である multi echo Gradient Echo を用いた FRACTURE のコントラストに及ぼす影響について検討したので報告する。

【方法】使用機器は Ingenia Ambition 1.5T(Philips 社製)、本検討について同意を得た健常ボランティアの頸椎において、FRACTURE を撮像。

その際、Saturation Pulse である REST Slab を付加し、位置(中心から 30~180mm)、厚さ、本数(0~3)を変化させて、脳脊髄液、脊髄、筋肉、第 3 頸椎の信号値を測定。それぞれにおいて REST Slab を使用しない場合と比較を行った。

また、後縦靭帯の描出能について比較した。

【結果】REST Slab の位置を被写体中心から 30~180 mm の距離にした場合、被写体部分との重なりがある 30, 60 mm では脳脊髄液の信号値が低下した。被写体外となっている 90~180 mm の場合はいずれの場合も信号値に大きな変化は見られなかった。厚さを変えても信号値に変化が見られなかった。本数を変えた場合、増えるにつれ脳脊髄液の信号値は 2%~13%とそれぞれ低下し、脊髄の信号値は上昇した。頸椎の信号値に変化は見られなかった。後縦靭帯は脊髄前側の脳脊髄液と接している、脳脊髄液の信号値が下がるにつれ脳脊髄液とのコントラストが高くなり明瞭に描出されるようになった。

【考察】REST Slab と被写体部分の重なりは、REST Slab の RF pulse により MT 効果が起こり、脳脊髄液に変化が生じたと考えられる。

頸椎の信号値に変化がないため、REST Slab は骨病変の描出能に影響を与えないと考えられる。

11月19日(土) 15:00~15:50 第2会場

【セッション2】MRI ファントム・シミュレーション

座長:岩手県立中部病院 藤村 雅彦

05 Anterior Array コイルのセッティングの違いによる SNR および g-factor への影響

台丸谷 卓真¹, 大谷 雄彦¹, 大湯 和彦¹, 船戸 陽平¹, 横山 昂生¹, 成田 将崇¹

1) 弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

【目的】AIR Anterior Array コイル(以下 AIR コイル)は、SNR 向上や g-factor の低減が報告されている。また、従来のアレイコイルと比べて柔らかいため、患者に密着させた様々なコイルセッティングが可能となる。しかしながら、コイルセッティングの影響については報告されていない。本検討では、AIR コイルのセッティングの違いによる SNR および g-factor への影響の評価を行った。

【方法】使用装置は GE 社製 Signa Artist 1.5T DV29.1, 受信コイルは AIR コイル 30ch を使用した。ファントムは装置付属塩化ニッケル球型ファントム(T1 値: 125 ms, T2 値: 102 ms)を使用した。撮像シーケンスは SE 法、撮像断面は水平断、パラレルイメージングは ARC(Autocalibrating Reconstruction for Cartesian), Phase Acceleration: 2, 3 として、パラレルイメージングなしを基準とした。セッティングはコイル長軸を S-I 方向、コイルの水平を保ちファントムに密着しない配置を基準とした。A-P/R-L 方向に 45°および 90°傾けて配置した。コイル長軸が S-I 方向となる場合は、コイルの水平を保ちファントムに密着しない配置を追加した。Image J を使用し、「MR 画像の parallel imaging における SNR 測定法の標準化班」による Image J プラグインを用いて SNR map および g-factor map を作成し、比較を行った。

【結果・考察】コイルを密着させない場合は、SNR 低下および g-factor 上昇が見られた。ファントムにコイルを密着させることで g-factor が低減され、SNR の向上につながる。また、コイルを A-P 方向に傾けた場合は SNR が低下した。これは

コイル素子に電流を流した際に生じる磁場の方向が、横磁化と直交する角度に近づいたために信号取得できなかった結果と考えられる。

06 3T MRI 装置における濃縮胆汁症例を想定した呼吸停止 MRCP の

撮像条件の基礎検討

渡邊 祐弥¹, 八木 悠太¹, 齋藤 宏明¹

1)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】胆道や膵管の評価法に MRI による胆道膵管撮像(Magnetic Resonance Cholangiopancreatography:MRCP)がある。近年では、3D 高速スピノエコー法での呼吸同期法による撮像が広く用いられるが、呼吸同期不良や T1 値の短縮した濃縮胆汁症例に対しては、呼吸停止法による撮像も用いられる。呼吸停止 MRCP は、呼吸停止時間を短縮する手段として turbo factor を増加させることが多いが、これに伴い blurring の影響も増大する。さらに 3T MRI 装置では、比吸収率(Specific Absorption Ratio:SAR)の増加による撮像条件の制約も大きい。また、呼吸停止での MRCP は、呼吸同期によるものと比較し、濃縮胆汁症例の胆道、胆嚢を描出できることが知られているが、濃縮胆汁症例を対象とした撮像条件を詳細に検討された報告は少ない。そこで本検討では、濃縮胆汁症例を想定した自作ファントムを用い、3T MRI 装置での呼吸停止法による MRCP の撮像条件を検討することを目的とした。

【方法】濃度の異なるガドリニウム希釈溶液を作成し、それぞれポリ塩化ビニル製の試料ボトルへ封入して自作ファントムを作成した。3T MRI 装置は MAGNETOM Prisma(SIEMENS 社製)を使用した。3D SPACE 法を使用し、TE, TR を段階的に変化させた。得られた画像からそれぞれの溶液の信号強度を測定し比較検討した。

【結果】T1 値が短縮した高濃度のガドリニウム希釈溶液において、TE = 400 ms で信号強度が最大となった。TE を延長するほどこれらの信号強度は著明に低下した。一方で、TR による大きな変化は見られなかった。濃縮胆汁症例における、3T MRI 装置での呼吸停止法による MRCP の TE は 400 ms, TR は 1500 ms から 2000 ms が至適と考えられた。

07 静音化技術が頭部 3D Double Inversion Recovery Imaging の

至適撮像条件に与える影響

加茂 隆太¹

1)新潟県立新発田病院 放射線科

【目的】頭部 3D Double Inversion Recovery Imaging(以下 DIR)はてんかんや痙攣発作の原因となる白質病変の描出に有用だとされている。また、てんかん発症の多くは小児期であることが知られている。小児の MRI 検査において静音化は今や必須の技術となっており、検査の成功率を左右する重要な要因である。しかし、静音化技術と DIR の関係については現状報告が少ない。以上より小児静音化頭部 DIR シーケンスの最適化のため、静音化技術が DIR に与える影響を明らかにすることを目的に以下の検証を行った。

【方法】 Philips 社製 Ingenial.5T を用いて静音化技術(ComforTone)ON, OFF ともに TI を変更しながら撮像を行い、信号値(SI)を評価した。試料には小児白質、灰白質及び脳脊髄液を模したファントムを作成し、日興ファインズ社製 90-401 型ファントムのコントラストセクションを用いて行った。

【結果】 TI1 を可変した結果では、ComforTone ON で Null Point は短縮した。脳脊髄液の SI が全体に高い傾向にあったが、特に TI1 が実際の Null Point より大きく設定された際に差が大きかった。TI2 を可変した結果では ComforTone ON で Null Point は延長した。SI は TI2 が実際の Null Point より小さく設定された際に差が大きかった。また全体を通して脳脊髄液の信号は ComforTone ON のほうが高い傾向にあった。

【考察】 ComforTone は撮像の際に傾斜磁場の立ち上がりを緩やかにするため、実効 TE が延長し、T2 フィルタリングの影響を受け脳脊髄液の信号が上昇したものと考える。また、信号の収集に時間がかかることで、縦磁化の回復の程度が異なるため、Null Point もわずかながら変動したと考えられる。安定した検査のためには脳脊髄液の信号値が小さく、変動の少ない条件設定が求められる。今回の結果から、TI1 は想定される Null point よりやや短く、TI2 はやや長く設定を改めることで、個人差に左右されにくい撮像が期待できる。なお、今回の検討では総合的な画質に関しては評価していないため、今後 SNR 等評価検討する必要がある。

08 乱流を対象にした phase contrast MRI のシミュレーション

学生 松島 元康¹, 近藤 達也¹, 八木 悠太², 齋藤 宏明², 金沢 勉²

1)新潟大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻

2)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】流速の測定が可能な phase contrast MRI(PC MRI)は人体内の大血管を対象にした血流解析に応用されているが、乱流の影響や低空間分解能撮像による解析結果への影響が明らかではない。大血管に生じる血流は、心拍による拍動流に加え、血管径や流速によって乱流が生じることが想定される。拍動流の影響は心電同期の併用により低減されるが、乱流による流速変動の影響は残ることが懸念される。乱流による流速変動により、大血管を対象にした PC MRI ではデータ収集毎で血流速度が変動すると考えられる。また、低空間分解能の撮像では撮像時間を短縮できるが、速度画像や強度画像にトランケーションアーチファクトが生じることが懸念される。しかし、乱流による流速変動が PC MRI に与える影響や、低空間分解能に設定した PC MRI の速度画像に生じるトランケーションアーチファクトなどに関する検討が不足している。本研究では、乱流を想定した数値ファントムと流体ファントムを用いて、乱流による流速変動が PC MRI に与える影響を検討した。

【方法】数値ファントムを用いたシミュレーションと流体ファントムの MR 撮像それぞれで空間分解能を変化させて取得した速度画像と強度画像のプロファイルを比較した。流体ファントムは内径 6 mm の直管アクリルチューブ内を定常流で循環する水とした。数値ファントムの流速分布は円管内に流れる乱流を想定した指数分布に従い作成し、流速変動を加えた。作成した数値ファントムを 2 次元フーリエ変換し、仮想の k-

space データとした。仮定の k-space データを用いて、流体ファントムの撮像で設定した acquisition matrix size に合わせて k-space を作成した。

作成した k-space を逆 2 次元フーリエ変換してトランケーションアーチファクトを含むシミュレーション画像を取得した。それぞれの速度画像と強度画像から、流体の中心部分を通るようにプロファイルを取得し、それぞれのプロファイルと比較した。

【結果】乱流を想定したシミュレーションにおいて、乱流の影響は速度画像では生じず、強度画像では信号の低下が生じた。乱流の影響は流体を撮像した速度画像においても確認できなかった。一方で、低空間分解能の条件下では、それぞれの速度画像と強度画像にトランケーションアーチファクトが生じた。

09 打ち切りアーチファクトの再現シミュレーション

野間 優希¹, 近藤 達也², 八木 悠太³, 齋藤 宏明³, 金沢 勉³

1)長岡中央総合病院 放射線科

2)新潟大学 医学部保健学科 3)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部

【目的】打ち切りアーチファクトは magnetic resonance imaging (MRI) で撮像した画像に生じるアーチファクトの一つであり、物質の信号強度が大きく変化する領域に生じやすい。打ち切りアーチファクトは縞状の信号として観察されるが、同一の対象を再撮像したときに形状や信号強度の異なる打ち切りアーチファクトが生じることがある。打ち切りアーチファクトの形状や信号強度が異なる要因は、撮像対象の形状や信号強度、磁場の均一性、撮像条件などが考えられるが明確にされていない。打ち切りアーチファクトが生じる領域は物質の境界であるため、磁場や感度の不均一が生じやすい。そのため、ファントム撮像による検討に加えて数値ファントムを用いた検討が有用になると考えられる。本研究では、ファントムと field of view (FOV) の相対的な位置関係が打ち切りアーチファクトの形状や信号強度が変化する要因になると仮定し、ファントム撮像を模した数値ファントムを用いた検討を行った。

【方法】水とオリーブオイルを用いた自作ファントムの MR 撮像を行い、打ち切りアーチファクトを含むシミュレーション画像と比較した。MR 撮像は pixel size を 1 mm/pixel に設定して FOV の位置を 0.1 mm ずつ変化させ、acquisition matrix size と reconstruction matrix size は同一とした。打ち切りアーチファクトを含むシミュレーション画像は、高空間分解能で作成した数値ファントムの 2 次元フーリエ変換により取得した空間周波数領域のデータを用いて作成した。空間周波数領域のデータから、MR 撮像と同じ acquisition matrix size のデータを用いて 2 次元逆フーリエ変換を行い、打ち切りアーチファクトを含むシミュレーション画像を取得した。シミュレーション画像は MR 撮像と同様に FOV の位置を 0.1 mm ずつ変化させて取得した。MR 撮像で取得した画像と、打ち切りアーチファクトを含むシミュレーション画像それぞれのプロファイルを用いて、打ち切りアーチファクトの大きさを比較した。

【結果】MR 撮像で取得した画像と打ち切りアーチファクトを含むシミュレーション画像それぞれにおいて、FOV の位置を変化させたとき、打ち切りアーチファクトの形状と大きさが周期的に変化した。

11月19日(土) 16:30~17:20

第2会場

【セッション3】MRI 拡散強調画像

座長:市立角館総合病院 千葉 大志

10 拡散強調画像におけるディープラーニング画像再構成が ADC 値に与える影響についての基礎検討

横山 陽子¹, 工藤 嘉彦¹, 前田 紀子¹, 山内 良一¹,

工藤 紫織¹, 相馬 岳史¹, 佐藤 兼也¹

1)青森県立中央病院 放射線部

【目的】ディープラーニング画像再構成の特徴として、ノイズ除去や超解像による画質の向上やアーチファクト除去が挙げられる。SNR の上昇率については TCRT2021 にて報告した。拡散強調画像については、尾崎らの検討において撮像時のパラメータ変更による SNR の変化が ADC 値に影響を与えるとの報告がある。今回、ディープラーニング画像再構成 AIR Recon DL (以下 DL) を使用した際の、拡散強調画像の ADC 値に与える影響について検討した。

【方法】使用機器は GE 社製 Discovery 750w 3.0T DV29.1, RF コイルは QD Head コイル、ファントムは QD Head 用 DQA ファントム(塩化ニッケル含有)を使用した。撮像パルスシーケンスは spin echo 型 single-shot EPI 法を使用し、撮像条件は TR 8000 ms, TE 115.6~127.9 ms(minimum), 受信バンド幅 ±250 kHz, Matrix 128×128, 加算回数 4, スライス厚 5 mm, FOV 25.0 cm を基本条件とし、b 値は 0~6000 s/mm²(500 s/mm²毎の 13 段階)とした。Matrix・加算回数・スライス厚・FOV を変化させたときの DL なし・DL あり(Low・Mid・High の強度 3 種)において、ADC 値および SNR を測定した。SNR の測定は同一関心領域法を使用した。

【結果】いずれの条件において、DL ありなしに関わらず低い b 値では一定の ADC 値を示し、b 値が高くなるにつれて DL 使用で ADC 値が大きくなる傾向がみられた。SNR については、低い b 値では DL の強度が高くなるにつれて SNR が向上する傾向がみられた。

11 多断面同時励起法併用 DWI 撮像が ADC 値に与える影響の検討

伊藤 優樹¹, 佐々木 洋平¹, 吉田 博一¹

1)秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】見かけの拡散係数(ADC 値)は、定量評価として用いられるためその測定精度を担保する必要がある。一方、多断面同時励起撮像法(Multi-Band:MB)は複数の異なる周波数の RF パルスを同時に印加し、多断面を同時励起・同時収集する高速化技術であり、拡散強調画像(DWI)撮像時に併用されることが多い。当院では異なる 3 メーカーの装置において MB が使用可能となった。同一機種での MB 併用による ADC 値への影響の検討はこれまでもあるが、異なる機種間での検討は少ない。そこで今回、異なるメーカーの 3 装置において MB 使用の有無による ADC 値への影響を検討した。

【方法】使用装置は MAGNETOM Sola 1.5T(SIEMENS), Discovery

MR750 3.0T(GE), Vantage Centurian 3.0T(Canon)である。使用ファントムは 128 型 QIBA Diffusion ファントム(直径 194 mm)を用いた。ファントム内には PVP ゲルの質量パーセント濃度が 0 wt%から 50 wt%まで 10 wt%毎のバイアルが封入されている。spin echo(SE) single-shot echo planar imaging (EPI)法を用いて拡散強調画像(b 値:0, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 s/mm²)を撮像した。①MB なし, ②MB あり, ③MB あり・TR 最短の 3 種類の条件で撮像を行った。MB factor は 2 とした。b=0 とそれ以外の各 b 値の 2 点から ADC map を作成した。得られた ADC map の各濃度のバイアル内に ROI を配置し、ImageJ を用いて ADC 値を測定、比較した。

【結果】濃度の高いバイアルにおいては、どの装置においても MB の有無による ADC 値の変化はわずかであり、b 値や TR によらず一定の値となった。濃度の低いバイアルにおいては、b 値が大きくなる程 ADC 値が低下する傾向がみられた。また、3.0T 装置では MB の有無や TR による ADC 値の変化はわずかであったが、1.5T 装置では b 値が大きいか程 ADC 値に変化がみられた。

【結語】当院の異なる3機種において、濃度が高いバイアル(臨床で拡散が制限されている組織)では、MB 使用による ADC 値への影響が少ないことが確認できた。

12 位相エンコード方向反転を利用した画像歪み低減法併用 DWI の画質評価

宮原 修人¹, 森 隆一¹, 一関 雄輝¹, 根本 整¹, 永坂 竜男¹

1)東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】Reverse encoding Distortion Correction DWI(RDC DWI)は 2D SE EPI において位相エンコード方向の反転により画像歪みが反転することを利用し、位相方向の歪みを低減させる技術である。画像歪みの低減により、DWI、ADC 画像の改善が期待される。本研究では、RDC DWI の使用の有無、また b0 画像のみ位相エンコード反転収集する従来法と比較し、DWI、ADC 画像の評価を行った。

【方法】MRI 装置は、Canon 社製 3T MRI 装置 Vantage Centurian, 32ch Head コイルを使用した。ファントムは難消化性デキストリンを蒸留水に溶解し、質量パーセント濃度(wt%)を 10 wt% から 50 wt%まで 10 wt%ごとに変化させ、蒸留水で満たしたプラスチック容器内に設置した。また歪みの程度を変化させるため、ファントム中心部は蒸留水または空気で満たしたプラスチック容器を設置した。Single Shot EPI-DWI を用い、b 値は 1000 s/mm²、歪み補正法は b0 と b1000 画像両方に対して位相エンコード方向の反転収集をする RDC ALL、b0 画像のみ反転収集する従来法の RDC b0 only、RDC を使用しない RDC off の 3 種類を比較した。各試料に関心領域を設定し、b1000 画像の SNR と ADC 画像の ADC 値、関心領域内の ADC 値の標準偏差を算出した。また画像の歪みの程度を同条件で撮像した T2 強調画像と比較し視覚的に評価した。

【結果】b1000 画像、ADC 画像、共に RDC ALL が最も歪みが小さかった。b1000 画像の SNR は RDC ALL が多くの条件で最も高かった。歪み補正方法の有無、違いによる ADC 値の変化は小さかった。ADC 値の標準偏差は、RDC ALL が多くの条件で小さかった。

【結論】RDC DWI により画像歪みが改善された画像が得られた。それに伴う ADC 値の変化は小さかった。加えて SNR、関心領域内の ADC 値の標準偏差は RDC DWI により改善した。

13 Highest Number of Signal Average で行う自由呼吸下上腹部 DWI の

描出能評価

高槻 香苗¹, 丹治 一¹, 明珍 雅也¹, 宗川 高広¹

1)北福島医療センター 放射線技術科

【背景】SSEPI DWI の number of signal average(以下 NSA)は画像上の加算平均であり信号強度に寄与しない。しかし、規則性のある信号を担保し、不規則に生じた雑音を相対的に減少させることが知られている。上腹部の DWI では、生理運動で生じる臓器・組織の加速度的な動きによって信号の損失や低下を引き起こすことが既にわかっている。また、前回の検討において、高い NSA を上腹部 DWI に利用すると、生理運動による信号損失リスクを著明に軽減させることがわかった。

【目的】前実験結果をもとに、昨年初秋から高い NSA (15 回)による自由呼吸下の肝臓 DWI の臨床運用を開始した。今回、その描出能の評価をおこなった。

【方法】使用装置は Philips 3.0T MRI、撮像条件は TR 3481 ms, TE 57 ms, Matrix 96×62, slice thickness 5.5 mm, b=1000 s/mm², NSA 15, 撮像時間は 2 分 47 秒である。高 NSA 撮像群 50 例と、それ以前に実施していた呼吸同期(NSA2回)群 50 例の描出能の違いを評価した。また、有肝臓疾患例において、高 NSA 撮像における病変の検出能を評価した。評価は他の撮像シーケンスとの比較によっておこなった。

【結果】高 NSA 撮像群と呼吸同期群では、S1~S4 域の描出能が優位に異なり、高 NSA 撮像群では際立って描出能が向上した。S5~S8 域では共に描出能は保たれているものの、呼吸同期群では個人による描出能のバラツキが大きく、一方、高 NSA 撮像群では安定していた。ランダムにピックアップした有疾患例において、高 NSA 撮像で検出不能であった症例はなかった。

【結語】高 NSA 自由呼吸下で行う上腹部 DWI の肝臓描出能および病変検出能は安定的であり、検査技術として有効に働く。

14 全身拡散強調画像における撮像条件の検討

渡辺 静夫¹, 久末 和樹¹, 小林 嵐志¹

1)新潟県立がんセンター新潟病院 中央放射線部

【目的】2020 年の診療報酬改定に伴い、前立腺がんに対する全身拡散強調画像(以下:全身 DWI)の保険収載が可能となった。この撮像法は 2013 年に開発され、進歩を続けている。当院も昨年度から全身 DWI 検査を開始した。しかし全身 DWI の撮像は装置の性能や特性に依存する。特に胸部においては呼吸又は拍動の動きと思われる信号消失により SNR が低下する。メーカー推奨条件 TR 8000 ms, TE 61 ms, b 値 800 s/mm², 7 mm, 加算回数 3 の従来法に対して、撮像パラメータを変化させ SNR と CNR を比較検討した。

【方法】シーメンス社製 MAGNETOM Aera 1.5T 装置にて、IR Scheme (sequential)という技術を用いて TR 4000 ms と短縮し、加算回数3, 4, 5, 6 をそれぞれ撮像した。円柱ファントム(T1 値 290 ms, T2 値 280 ms)を用いて相対的な SNR, また磁化率の異なる試料を封入した自作ファントムを用いて CNR を従来法と比較した。

【結果】TR を下げることで、撮像時間が大幅に短縮されるが SNR は低下する。落ちた SNR は加算回数を上げることで十分担保された。CNR は大きな変化は見られなかった。加算回数の増加で SNR を保ちつつ動きと思われる胸部の信号欠損は改善した。検討の結果 T2 コントラストを維持できる TR 4000 ms, TE 71 ms, 加算回数6を撮像条件とした。1ステーションの撮像時間も 10 秒短縮された。

【考察】全身 DWI の至適 TR は 5000 ms 以上と報告されている。傾斜磁場の冷却を考慮した IR パルスの印加とデータ収集のタイミングが最適化される IR Scheme(sequential)という技術で TR を 4000 ms まで下げることができた。動きによる SNR の低下は加算回数を増やすことで改善された。拡散強調画像の加算回数は画像ベースであることを踏まえ、単に信号値が上昇したのではなくノイズ成分が減ることで SNR が高くなったと考える。全身 DWI は患者の体形(体重, 脂肪量, 筋肉量)も重要な因子になり、コイルの性能にも依存する。今後はこれらの因子を含め検討したい。

11月19日(土) 10:10~11:00 第3会場

【セッション4】CT Dual Energy・DLR

座長:東北大学病院 高野 博和

15 2X線管型 Dual Energy CTにおける DE Composition の基礎的検討

服部 正明¹

1)新潟市民病院 放射線技術科

【目的】Dual Energy CTにおいて DE Composition(高管電圧と低管電圧の割合割合)を変化させ、画像再構成を行い CT 値の変化を測定し、Single Energy CT で得られた CT 値と比較し、各管電圧に対応する Composition の値を検討した。

【方法】Siemens 社製 2X 線管型 CT 装置を用いて、Dual Energy CT 用ファントムのヨード濃度が異なる 3 種のモジュールを Dual Energy CT で設定可能な管電圧の組み合わせと Single Energy CT で選択可能な各管電圧を用いて撮影した。Dual Energy CT で得られたデータより Composition を変えた画像を作成し、3 種のヨードモジュール上に ROI を設定し CT 値を求めた。また同様に Single Energy CT の各管電圧で得られた画像においても ROI を設定し CT 値を測定し比較検討した。

【結果】DE Composition を変化した場合、全ての管電圧の組み合わせにおいて一次的に CT 値は増加した。Dual Energy CT で測定した CT 値と Single Energy CT で測定した CT 値を比較し、Single Energy CT の各管電圧に対応する Composition の値をまとめた。

16 肝ダイナミック DECT による造影剤の減量:68 keV-500 mgI/kg

プロトコルの有用性

佐々木 哲也¹, 佐藤 栄一郎¹, 松橋 俊夫¹

1)JR 仙台病院 放射線科

【目的】近年、Dual Energy CT(以下、DECT)による造影剤の減量が報告されているが、肝ダイナミック CT で推奨される通常プロトコル(120 kVp-600 mgI/kg)の品質を維持した上での造影剤の減量は報告されていない。当院では、DECT 導入当初より仮想単色 X 線画像の設定エネルギーレベル[keV]と造影剤量[mgI/kg]の組み合わせを検討してきた。

今回、肝ダイナミック CT で推奨される通常プロトコル(120 kVp-600 mgI/kg)と比較した DECT の造影剤減量プロトコル(68 keV-500 mgI/kg)を検証した。

【方法】肝ダイナミック CT で推奨される通常群(120 kVp-600 mgI/kg)を参照基準として、DECT による同量群(70 keV-600 mgI/kg)と減量群(68 keV-500 mgI/kg)を対象とした。DECT の減量群は 2 種類の仮想単色画像(70 keV と 68 keV)を取得して計 4 群の造影効果を比較した。

造影効果は、後期動脈相における腹部大動脈と門脈相における肝実質で測定した。

【結果】4 群の造影効果の比較によって、以下の結果が示された。通常群(120 kVp-600 mgI/kg)を基準とした場合、DECT の同量群(70 keV-600 mgI/kg)の造影効果は約 8%上昇した。しかし、造影剤の減量(70 keV-500 mgI/kg)によって造影効果は約 16%減少した。一方、仮想単色画像のエネルギーレベルを 2 keV 変化させた(68 keV-500 mgI/kg)ことで造影効果は約 7%上昇した。

以上から、通常群(120 kVp-600 mgI/kg)と減量群(68 keV-500 mgI/kg)の造影効果は同等となった。

【結論】DECT による造影剤減量プロトコル(68 keV-500 mgI/kg)は、肝ダイナミック CT で推奨される通常プロトコル(120 kVp-600 mgI/kg)と同等の造影効果を得ることが期待できる。

17 Deep Learning Reconstruction を用いた画像再構成時の

ストリークアーチファクトへの影響

今野 拓哉¹, 加藤 大樹¹

1)秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【背景・目的】近年 Deep Learning を用いた画像再構成法が注目され、ノイズ低減や空間分解能向上の報告が行われている。当院においても Deep Learning Reconstruction(DLR)である True Fidelity Image(TFI)を使用している。TFI は教師データとして高線量の画像を使用している。高線量画像ではノイズだけではなく一定のアーチファクトも改善されていると考えられ、TFI の画像にもその影響が表れていると考えられる。また、医師より臨床画像におけるストリークアーチファクトが逐次近似応用再構成法(ASiR-V)と比較して目立たないという見解が示された。そこで、本研究ではアーチファクトの一種であるストリークアーチファクトに関して TFI における変動の検討および ASiR-V との比較検討を行った。

【方法】 CT 装置は Revolution CT (GE Healthcare) を使用した。胸部ファントムの LUNGMAN (京都科学) の肩および心臓のレベルでそれぞれ撮影した。撮影条件は管電圧 120 kV, NI=11.0 (CTDI_{vol} は肩:12.11 mGy, 心臓:5.42 mGy), スライス厚 0.625 mm, FOV=345 mm のノンヘリカルスキャンとした。

それぞれ 10 回撮影し、撮影した画像を ASiR-V 0, 50, 70, 100% 及び, TFI-Low, Medium, High の計 7 種類で再構成した。ストリークアーチファクトの評価方法には Gumbel 評価法を用い、位置パラメータおよび尺度パラメータを求めた。ROI のサイズは心臓 70×70 Pixels, 肩 50×50 Pixels とした。10 回撮影の平均を求め Friedman 検定, 多重比較を Bonferroni 検定で比較した。

【結果・考察】 ASiR-V および TFI それぞれの再構成において、強度が上がるにつれ位置パラメータおよび尺度パラメータは低下した。このことから、TFI はノイズだけではなくストリークアーチファクトも低減していることが示唆される。位置パラメータに関して、肩および心臓どちらも ASiR-V 100% が最も低い値となった (肩:27.08, 心臓:16.11)。尺度パラメータに関して、肩および心臓どちらも TFI-High が最も低い値となった (肩:6.73, 心臓:2.92)。

18 Deep Learning Reconstruction で低コントラスト検出能は向上するのか？

松田 直樹¹, 佐野 恵太¹, 小平 聡²

1) 長岡中央総合病院 放射線科 2) 豊栄病院

【目的】 逐次近似 (応用) 再構成 (IR), Deep Learning を用いた再構成 (DLR) の登場により、従来のフィルタ補正逆投影法 (FBP) と比較して、「画質を担保しながら被ばく線量を低減できる」といった報告が多数存在する。しかし IR, DLR は非線形処理であり、対象のコントラスト・放射線量・スライス厚などの環境により、画質の改善効果は一様ではない。個人的に同一 raw data から FBP と AiCE (CANON 社 DLR) で再構成した画像を見比べた時に、肝臓実質でない門脈等の構造物の視認性は FBP の方が良いと感じていた。そこで、単純 CT 撮影でサイズが小さくコントラストが低い構造物の描出を想定した、低コントラスト検出能を評価する。

【方法】 Catphan604 の画像中心部が FBP FC03 画像スライス厚 5 mm で SD 10, 12, 14, 16 となるような 4 種類の線量で撮影し、同一 raw data から AiCE Body sharp Mild で 5 mm の画像を再構成する。① Catphan604 の CT 値差 1% 9 mm 及び 7 mm の円柱ロッドで CNR_{Lo} を測定する。② 視覚評価で CT 値差 1% 円柱ロッドが見えた数をポイントとして集計する。

【結果】 ① 9 mm 円柱ロッドの CNR_{Lo} の結果は、画像 SD 10 の FBP と AiCE でそれぞれ 1.31 及び 1.49 であった。同様に SD 12 で 1.02 及び 1.18, SD 14 で 0.97 及び 1.12, SD 16 で 0.83 及び 1.01 であった。7 mm 円柱ロッドでは SD 10 で 0.98 及び 1.15, SD 12 で 0.86 及び 1.01, SD 14 で 0.94 及び 1.03, SD 16 で 0.71 及び 0.86 であった。全て AiCE の方が値が高く、7 mm 円柱ロッドの SD 14 以外は統計的有意差検定の結果、有意差ありとなった。

② 視覚評価の結果は、SD 10 で 5.72 及び 5.64, SD 12 で 4.08 及び 4.04,

SD 14 で 3.32 及び 3.60, SD 16 で 2.68 及び 2.76 であった。すべてで有意差なしとなった。

【考察】 CNR_{Lo} では同一線量であれば AiCE が有意に結果が良くなったが、視覚評価では結果が変わりがなかった。低コントラストの円柱ロッドの辺縁が崩れたような画像でも CNR_{Lo} の評価過程に MTF を含んでおらず、その結果 CNR_{Lo} と視覚試験の結果に差が出たと考えられる。

19 Deep Learning Reconstruction を用いた超解像画像再構成法の画質評価

高橋 遼真¹, 太田 佳孝², 佐々木 忠司¹

1) 岩手医科大学附属病院 中央放射線部

2) 岩手医科大学附属病院内丸メディカルセンター

【背景・目的】 当院では、Deep Learning Reconstruction: DLR を応用した超解像画像再構成技術: PIQE を冠動脈 CT 撮影に用いている。PIQE は高精細 CT で撮影された画像を教師データとし、Model Based Iterative Reconstruction: MBIR や DLR でトレーニングされた deep convolutional neural network を ADCT で撮影した画像に適用することで、高画質化を図る再構成技術である。今回、MBIR と DLR および FBP を用いて、再構成方法と焦点サイズの違いによる画質評価の比較を行い報告する。

【方法】 CT 装置は Canon 社製の Aquilion ONE を使用し、TOS Phantom を用いて検証した。モジュールは直径 20 mm で Δ205 HU を対象とし、

撮影条件は、管電圧: 120 kV, 回転時間: 0.275 rot/s,

焦点サイズと管電流は小焦点: 350 mA, 大焦点: 360 mA に設定した。

volume scan 撮影を各 100 回行い、画像は FBP: FC 13, FIRST: cardiac strong, AiCE: cardiac standard, PIQE: cardiac mild で再構成した。

得られた画像を CT measure に取り込み、MTF と NPS を計測した。

【結果】 10% MTF は、小焦点、大焦点ともに PIQE > FIRST > AiCE > FBP の順に高い値を示した。また、同一再構成方法では大焦点より小焦点で高い値が得られた。大焦点を用いた PIQE では、小焦点の FBP 及び AiCE より MTF が高い値であった。

NPS は、低周波数領域で、小焦点、大焦点ともに PIQE < AiCE < FBP < FIRST の順で小さな値を示した。また、同一再構成方法では焦点サイズの差異による NPS に変化は認めなかった。

【まとめ】 PIQE は、従来の画像再構成法に比較して、高分解能で低ノイズの画像を得ることができる再構成方法である。また、小焦点で撮影することでより分解能が向上するため、冠動脈 CT などに適した画像を提供できると考える。

【セッション5】血管撮影

座長:青森労災病院 坂本 幸夫

20 頭部領域 DSA におけるマスク像撮影フレーム数の最適化にむけた造影剤注入

遅延時間短縮の検討

蜂谷 幸大^{1,2}, 松田 善和¹, 千田 浩一²

1)山形市立病院済生館 中央放射線室

2)東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻放射線検査学分野

【目的】頭部領域の血管撮影及びIVRに用いられる DSA は、造影剤が撮影視野内に到達するまでの撮影をマスク像とするが、適切な造影剤注入遅延時間が設定されなければ、マスク像の撮影フレーム数が多くなり、被ばく線量の増加につながると考えられる。これまでマスク像の撮影フレーム数の最適化による被ばく低減について検討された報告はない。今回我々は、診断脳血管撮影において造影剤注入遅延時間の短縮により、マスク像の撮影フレーム数を最適化することが被ばく線量低減に有効であるか検討したので報告する。

【方法】2020年1月から2021年12月に行われた定期的 follow 目的の診断脳血管撮影 30 例を対象とした。バイプレーン血管撮影装置は Innova IGS630 (GE Healthcare 社) を使用し、撮影フレームレートは 4 fps で 5 秒、2 fps で 5 秒、その後 1 fps である。造影剤自動注入装置は PRESS DUO (根本杏林堂) を使用し、立ち上がり時間は 0.3 秒、造影剤注入遅延時間は血管撮影装置側で設定する仕様であり、0.5 秒ごと設定が可能である。これまで当院では造影剤注入遅延時間を全症例 1 秒で固定していたが、本検討では前回 DSA から逆算し、撮影 3 もしくは 4 フレーム目に造影剤が到達するよう造影剤注入遅延時間を設定した。これは、前回検査時とカテーテル位置に多少の違いがあることを考慮し、撮影 1 フレーム目に造影剤が映り込むことを避けるためである。DSA 撮影時の視野サイズ、SID、寝台高、アーム角度は前回検査時と同一とした。1 検査、1 撮影ごとの撮影フレーム数と線量の低減率、低減量を算出した。尚本検討では線量として装置表示値である PERP-AK を用いた。

【結果】設定した造影剤注入遅延時間は、内頸動脈撮影の 70% で 0.5 秒、椎骨動脈撮影の 82% で 0 秒であり、どちらの動脈撮影においても 0.5 秒を超える症例はなかった。1 検査あたりの撮影フレーム数は平均 8.6%、PERP-AK は平均 6.6%、撮影 PERP-AK は平均 10% 低減がみられた。1 撮影あたりの撮影フレーム数は平均 2.7 フレーム (7.8%)、PERP-AK は平均 4.2 mGy (7.6%) 低減がみられ、特に病変部拡大撮影において低減率、量ともに最も大きかった。

21 新規頭蓋内ステントに対する CBCT の適正希釈造影剤の検討

-順位法を用いた視覚評価-

大野 暉弥¹, 布施 真至¹, 新田見 耕太¹

1)新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】新規頭蓋内ステントに Pulse Rider (ジョンソン・エンド・ジョンソン社, 以下 PR) がある。従来 wide neck 型脳動脈瘤に対する IVR の際、コイルの親血管への逸脱を防ぐ目的でステントが使用されてきた。PR は wide neck 型動脈瘤のうち、分岐部脳動脈瘤に対して使用されるステントの一種である。ろうそくたての様な形状をしており、瘤の入り口を支えるようにコイルの親血管への逸脱を防ぐ。ステント留置後、希釈造影剤を注入しながら CBCT (Low Contrast Imaging, 以下 LCI) を撮影することにより、血管内腔に対するステントの広がりや瘤・血管との位置関係を確認することが可能である。PR 留置後も同様に LCI を撮影することにより、PR と瘤や分岐血管との位置関係を正確に把握することが求められる。しかし、当院では PR に対する LCI の適正希釈造影剤濃度が定まっていない。そのため本研究では適正希釈造影剤濃度についてファントム試験による検討を行った。

【方法】シリコン製のチューブ内に PR を入れ、設定した各希釈濃度 (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%) の造影剤でチューブ内を満たし、これを発泡スチロール容器に入れ、容器内を水で満たしたものをファントムとした。このファントムを実際に臨床で撮影している LCI と同プロトコルで撮影した。機器は Artis zee BA Twin (SIEMENS 社) を使用した。各希釈濃度の画像で作成した MIP 画像 A~G を評価者 7 名で評価した。それぞれの評価者は血管を想定したチューブ内の希釈造影剤と PR の二者の見え方の「バランスが良い」と思う順に A~G に順位 1~7 をつけた。その順位に関係性や一貫性があるかどうか、Kendall の一貫性係数 W を求め、評価した。また、得られた「順序尺度」のデータを正規化順位法によって「間隔尺度」へと変換し、試料と評価者の二元配置分散分析から試料間の有意差検定を行い、有意に「バランスが良い」と評価された希釈濃度を特定し、適正希釈造影剤濃度と判定した。

【結果】評価者 7 名がつけた順位データから算出した Kendall の一貫性係数 $W = 0.69 (0 \leq W \leq 1)$ となり、関係性が強いことが示された。また、二元配置分散分析から 15%、20% の希釈濃度の造影剤が他の希釈濃度に比べ有意に「バランスが良い」という結果になった。

22 血管撮影装置における面積線量計表示値の校正方法に関するアンケート調査

成瀬 正理¹, 角田 和也², 池田 正光¹, 阿部 郁明¹

1)福島県立医科大学附属病院 放射線部

2)福島県立医科大学附属病院 災害医療部

【背景】2020年7月に医療被ばく研究情報ネットワークより、最適化のツールとして診断参考レベルが公表された。Interventional Radiology において患者の被ばく線量を評価する方法には直接測定法と間接測定法がある。直接測定法は蛍光ガラス線量計などの検出器を直接密着させて測定する。間接測定法は、面積線量計 (平行平板型電離箱線量計) などの表示値を活用する方法である。JIS Z 4751-2-43 において積算面積線量の表示値の誤差は 2.5 mGy 以上で $\pm 35\%$ と定められている。しかし、面積線量計表示値の校正方法については統一された規定はなく、メーカーによって様々である。

【目的】 本検討の目的は、当院の血管撮影装置の面積線量計表示値についてメーカー間の相違を確認検討することである。

【方法】 血管撮影装置メーカー2社に対しアンケート調査を行った。調査項目は10項目である。①線量計の位置 ②SID(source to image-receptor distance) ③SCD(source chamber distance) ④管電圧 ⑤管電流 ⑥視野サイズ ⑦コリメータ ⑧付加フィルタ ⑨Gridの有無 ⑩校正を行う頻度

【結果】 2社をA社、B社として得られた回答を示す。A社:①FPD(Flat Panel Detector)前面 ②100 cm ③30 cm ④70 kV ⑤50 mA ⑥12 インチ ⑦線量計が入る範囲のみ開口 ⑧0.1 mmCu 1.0 mmAl ⑨なし ⑩2年に1回、B社:①FPD 前面から30 cm離れた中心位置 ②90 cm ③35 cm ④⑤心臓カテーテル検査のプログラム ⑥FPD最大サイズ(48 cm, 25 cm) ⑦全開 ⑧0.3 mmCu ⑨あり ⑩年1回の簡易試験(mAs値を2倍にした時の表示値の確認、理論値との誤差±25%)5年に1回の線量計を用いた点検(実測値と表示値の誤差±30%)

【考察】 A社は管電圧、管電流、付加フィルタは決められた値で実施し、B社は各施設に依存したプロトコルに依存しており、メーカー間で異なる線質を用いて校正をしていることが明らかになった。特にB社は校正条件を施設に一任していた。ユーザーは、使用する血管撮影装置の面積線量計表示値がどのような方法、線質で校正されたのかを把握して患者被ばくを評価すべきである。

23 血管造影・画像下治療(IVR)における診療放射線技師のタスク・シフト/シェアに伴う取り組み

松本 和規¹, 加藤 守¹, 佐藤 郁¹, 大村 知己¹,
佐々木 文昭¹, 佐藤 祐一郎¹, 石田 嵩人¹

1)秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】 電離放射線障害防止規則において実効線量は1年あたり5 mSvを越えた場合、電離放射線健康診断として白内障に関する眼の検査および血液検査を省略することが出来ない。当院では血管造影・画像下治療(IVR)に携わる医師の一部で2020年度、2021年度ともに実効線量が1年あたり5 mSvを越えており、眼科の無い当院では院外に定期的に受診をしなければならない現状である。診療放射線技師法改正に伴いタスク・シフト/シェアにおける血管造影・IVRにおける補助業務が診療放射線技師の業務範囲拡大として明文化された。この機会に診療放射線技師が血管造影・IVRにおける補助業務を担う事とし、従事者被ばく低減と医師の業務軽減を目的としたタスク・シフト/シェアへの取り組みを報告する。

【方法】 医師・看護部・臨床工学部・事務部に診療放射線技師が血管造影・IVRにおける補助業務を行う利点を説明し理解を得た。看護部から衛生的手洗い方法、ガウンテクニック、使用物品の講義・研修等を受けた。臨床工学部と合同でデバイスの講義やシミュレーションを開催した。事務部にタスク・シフト/シェアに伴う血管造影・IVRにおける補助業務の必要性和利点を説明し、補助業務マニュアルを作成し提出した。臨床では医師の指示の下、清潔野でのカテーテル、ガイドワイヤー等を準備する行為、手

渡し・保持・格納する行為等を行い、従事者被ばく低減の為に、効果的な防護板の使用・設置、不必要な透視・撮影の回避等を行った。タスク・シフト/シェアへの取り組み前後における医師の実効線量の推移を追った。

【結果】 診療放射線技師が血管造影・IVRの際に補助業務を担うことで医師の術野に入る回数・時間を分散し、効果的な防護板の使用・設置、不必要な透視・撮影の回避等を行うことで1ヶ月あたりの医師の実効線量を0.5 mSvから0.3 mSvに低減させることが可能であった。他職種の協力の下、血管造影・IVRにおける補助業務が円滑に進められた。

11月19日(土) 14:00~14:50 第3会場

【セッション6】CT臨床技術1

座長:秋田県立循環器・脳脊髄センター 大村 知己

24 CT検査におけるレーザー距離計を使用したポジショニング方法の検討

久保 英司¹

1)新潟県立坂町病院 放射線科

【目的】 近年、各メーカーから3DカメラとAI技術を利用し、被写体が正確にアイソセンターへポジショニングする機種が販売されている。これにより、ポジショニングのズレから生じていた画像の劣化の抑制や、過大なX線照射を軽減することによる被ばく低減が可能となる。そこで、当院の既存装置でも正確なポジショニングを可能にする方法としてレーザー距離計を使用した方法を考案し検証を行った。

【方法】 レーザー距離計を使用したポジショニング方法の準備として、レーザー距離計を寝台に対して垂直にレーザーが入るようにガントリーに取り付け、アイソセンターに合わせるための計算式をiPadに登録する。ポジショニング時は、寝台を規定の高さまで進めた後、被写体厚が最もある場所をレーザー距離計で測定する。次に、測定値をiPadに登録してある計算式に入力し、求めた値に寝台の高さを調整し撮影を行う。ポジショニングの評価方法は、レーザー距離計を使用しないで行った検査204例とレーザー距離計を使用して行った検査209例を対象に、MPRから被写体厚が最もあるスライスを選択し、アイソセンターから体表までの距離を上下方向それぞれ計測する。その距離の差の1/2をアイソセンターからのズレとして評価を行った。

【結果】 レーザー距離計を使用しないで行った検査204例ではアイソセンターからのズレが10 mm未満の割合が63%、10~20 mmが32%、20~30 mmが4.5%、30 mm以上が0.5%であった。対してレーザー距離計を使用して行った検査209例では10 mm未満の割合が98%、10~20 mmが2%であった。検査のスループットはレーザー距離計を使用しないで行った検査に比べ、20秒程時間を要した。

【考察】 レーザー距離計使用時に10 mm以上ずれた要因は、距離測定時の衣服の膨らみや呼吸による体厚の変化が要因と考えられる。スループットの改善には、測定値が自動で計算式に入力される方法や寝台の高さを数値入力で調整できる方法を考案していく必要がある。

25 胸部 CT 検査における側面方向の位置決め画像を用いた撮影範囲の

長さおよび線量の検討

金子 聡美¹

1)新潟県立吉田病院 放射線科

【目的】 当院における胸部 CT 検査では、肺底部を欠かさないように撮影範囲を尾側に広く設定する傾向にある。余計な撮影範囲の追加は、無駄な被ばくの原因となる。また、従来は位置決め画像を正面方向のみ取得し、本スキャンの撮影範囲を設定していた。しかし、正面方向の位置決め画像は、肺底部が視認困難となり、余計な撮影範囲の追加を促す可能性がある。そこで当院では、側面方向の位置決め画像を追加して検査を施行しているが、撮影範囲と被ばく線量の最適化が行われているか検討する必要があると考えた。本研究の目的は、正面方向と側面方向それぞれの位置決め画像を用いて設定することで、撮影範囲の長さ及び被ばく線量に違いがあるか調査することとする。

【方法】 2021年11月12日から2022年7月7日までの期間に県立吉田病院で施行された胸部 CT 検査のうち、172例を対象とした。撮影装置は Aquilion Prime SP(キヤノン株式会社製)、撮影技師は5名であった。対象症例において正面方向と側面方向の位置決め画像を撮影し、正面方向のみで設定した撮影範囲の長さ、側面方向を追加して設定した撮影範囲の長さを比較した。また、被ばく線量の指標である Dose Length Product(DLP)も同様に比較した。撮影範囲の長さ、および、DLP における正規性の検定には Shapiro-Wilk 検定を用いた。撮影範囲の長さは対応のある t 検定、DLP は Wilcoxon の符号付順位検定を用いて有意差検定を行った。

【結果】 正面方向の位置決め画像のみを用いて設定した撮影範囲の長さの平均値は 332.4 mm、DLP の平均値は 296.2 mGy・cm であった。側面方向の位置決め画像を追加した場合の撮影範囲の長さの平均値は 323.3 mm、DLP の平均値は 288.9 mGy・cm であった。撮影範囲の長さおよび DLP は側面方向を追加した場合に有意に減少した。また、撮影技師別では、撮影範囲の長さの平均値および DLP の平均値において 5 名中 4 名で有意差が認められた。

【結論】 全肺撮影を前提とした胸部 CT 検査において、側面方向の位置決め画像を併用することにより、撮影範囲の長さおよび被ばく線量の最適化を行える可能性が示唆された。

26 非可逆圧縮画像をマスク画像に用いた頭部 CTA におけるサブトラクション処理の基礎的検討

小田 雄一¹

1)新潟県立中央病院 放射線科

【目的】 頭部領域の血管診断において Computed Tomography Angiography(CTA)は有用な検査の一つである。非造影の画像と造影後の画像をサブトラクション処理すると骨部と血管の分離が可能になり、骨部に接した血管を明瞭に観察することが可能になる。ただ、非造影マスク画像を撮影しなければならず、その撮影

分の被ばくの増加が問題となる。その問題を解決する方法の一つとして過去画像を用いたサブトラクション処理がある。過去画像を使用することにより、非造影の撮影の被ばく増加がなく、サブトラクション処理を行えるという報告がある。

当院では thin slice 画像は非可逆圧縮処理を行っており、過去画像を用いたサブトラクション処理を行う際は非可逆圧縮画像の非造影画像をマスク画像に用いてサブトラクション処理を行う必要がある。そこで今回は非可逆圧縮画像処理による画像への影響を調べ、サブトラクション処理後の画像に影響があるかどうかを検討した。

【方法】 装置付属の水ファントムおよび CatphanCTP700 を用いたファントム実験でオリジナル画像と非可逆圧縮後の画像の Noise Power Spectrum(NPS)、Task Transfer Function(TTF)を取得した。その後、オリジナル画像をマスク画像に用いたサブトラクション画像と非可逆圧縮画像をマスク画像に用いたサブトラクション画像で NPS、TTF にどのような変化があるか調べた。

【結果】 非可逆圧縮をかけると主に高周波成分において NPS の上昇がみられた。TTF は大きな変化はみられなかった。また、オリジナル画像をマスク画像に用いたサブトラクション画像と非可逆圧縮画像をマスク画像に用いたサブトラクション画像で NPS、TTF に大きな変化はみられなかった。

【結論】 非可逆圧縮画像をマスク画像に用いたサブトラクション画像において NPS、TTF に大きな変化はみられず、非可逆圧縮画像をマスク画像に用いたサブトラクション処理は可能であると考えられる。

27 CT 値の観点からの頭部 CT angiography における血管描出に関する

超高精細 CT と従来型 CT の比較

鹿野 隼杜¹、大友 一輝¹、島田 一生¹、根本 整¹、茅野 伸吾¹

1)東北大学病院 診療技術部放射線部門

【背景・目的】 中枢神経領域における外科的手術において、穿通枝障害に起因する虚血性合併症を回避する観点から、穿通枝レベルの微細血管構造を術前に評価することは重要である。現在、当院では脳血管撮影に代わって、超高精細 CT による頭部 CT angiography(CTA)がその役割を担う症例が多くなっている。微細血管構造の評価には、分解能とその血管自体の CT 値の担保が必要である。超高精細 CT の分解能に関しては種々の報告がなされているが、対象血管の CT 値について取り上げた報告は少ない。我々は CT 値の観点からの頭部 CTA における血管描出について、超高精細 CT と従来型 CT の比較検討を行った。

【方法】 対象は、従来型 CT(Aquilion ONE ViSION)で頭部 CTA が施行された 110 名、超高精細 CT(Aquilion Precision)で 110 名とした。中大脳動脈の M1 および M2-M3 セグメントに対し、CT 値を計測し 2 群間で比較した。

また内径 2.0 mm~0.5 mm の内腔を有したファントムに 500 HU 相当の希釈造影剤を封入し、各々の装置の頭部 CTA と同条件で撮影し、それぞれの径における CT 値を計測した。

【結果】 M1 セグメントの CT 値は、従来型 CT 群で 480.6±64.3 HU、超高精細 CT 群で 421.1±69.8 HU であった(p < 0.01)。一方、M2-M3 セグメントでは従

【セッション7】放射線治療 照射技術・品質保証

座長:新潟医療福祉大学 前島 偉

29 体幹部定位放射線治療における Dynamic Trajectory Radiotherapy の

有用性の検討

庭山 洋¹, 小坂橋 健一¹

1) 太田西ノ内病院 放射線部

【背景】当院は Dynamic Trajectory Radiotherapy の一種である Hyper-Arc を開始して 3 年が経過した。HyperArc は頭部定位放射線治療専用の治療システムであり、ノンコプラナー照射を自動で短時間に照射することが可能である。この治療システムを体幹部へ応用することで、より良好な線量分布と短時間で安全な照射が実現可能か検討した。

【目的】体幹部定位放射線治療症例において HyperArc と他照射法の線量分布を比較し、頭部専用の HyperArc が体幹部に対し有用か検討する。また、ビームアレンジメントを変えることでより良好な線量分布でかつ実現可能な照射方法を見出す。

【方法】治療計画装置(Eclipse15.6 と RayStation10A)を用いて体幹部定位放射線治療症例 3 名における 3DCRT, VMAT, SWVMAT, HyperArc 及び同様のビームアレンジメントを用いた SWVMAT(以下, SWHA)と自由にビームアレンジメントした SWVMAT(以下, Body_HA)の治療計画を立て線量分布を比較した。HyperArc の計画ではアイソセンターが Patient Protection Zone に入るように設定した。

【結果】HyperArc の線量分布は PTV の線量集中度が良好であり、脊髓線量も低下したが、OAR に対する低線量域の広がりが生じた。HyperArc は Body の平均線量が高く、他照射法と比べ MU 値が増加した。ビームアレンジメントが同じ場合、HyperArc の方が SWHA より線量集中度の高い良好な分布であった。しかし、体幹部に適したビームアレンジメントを行うことで Body_HA の方がより良好な線量分布となった。すべての照射法で PTV の Dmin, Dmax, D50, D2, D98 は同等であり、OAR も線量制約を満たした。肺野においては V20 や V5 はノンコプラナー照射にすることで 10%ほど線量低減が可能であったが D50 は倍となった。

【結論】HyperArc は PTV の線量分布が良好である一方、OAR に対しては低線量域が広がる傾向であった。同じノンコプラナー照射であればビームアレンジメントを柔軟に行える SWVMAT において良好な線量分布と実現可能性を見出せた。また、コプラナー照射でも十分線量制約を達成した計画は可能であった。

30 呼吸同期 VMAT における照射野形状の複雑さと gate level が

線量分布に及ぼす影響

加藤 雅人¹, 遠藤 浩光¹, 小森 慎也², 廣垣 智也¹, 辻 真也¹, 工藤 真也¹, 上野 達也¹, 田沼 雅崇¹, 長尾 歩乃佳¹, 加藤 貴弘³

1) 南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科 2) 南東北 BNCT 研究センター 放射線治療品質管理室 3) 福島県立医科大学 保健科学部診療放射線科学科

来型 CT 群で 356.5±49.8 HU, 超高精細 CT 群で 382.5±58.2 HU であった (p < 0.01)。ファントム検討においては、内径 2.0 mm~1.2 mm で従来型 CT が高い CT 値を有し、1.0 mm 以下の径では超高精細 CT が高く、いずれの内径も装置間で有意差を有していた (p < 0.05)。

【考察】造影された血管の CT 値は、X 線の実効エネルギーも考慮される。

頭部 CTA の撮影条件における、各々の装置の実効エネルギーは従来型 CT よりも超高精細 CT が高い。M1 セグメントおよびファントムの内径 2.0 mm~1.2 mm で従来型 CT が高い CT 値を有したのは、この実効エネルギーの影響と考えられる。

一方、より細かい M2-M3 セグメントおよびファントムの内径 1.0 mm 以下で超高精細 CT が高い CT 値を有したのは、高い分解能がパーシャルボリューム効果を抑え、CT 値プロファイルを鋭敏にさせたためと考えられる。

28 脳卒中の画像特徴を指標とした頭部単純 CT 短時間撮影の画質評価

佐藤 祐一郎¹, 大村 知己¹, 佐々木 文昭¹, 松本 和規¹, 加藤 守¹

1) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】脳卒中急性期で意識障害が強い症例への二管球 CT 装置による高速二重螺旋スキャン(Drive spiral:DS)の臨床運用を想定して画質特性を検証した。

【方法】CT 装置はシーメンス社製 SOMATOM Drive, 画質評価は Phantom Laboratory 社製 Catphan CTP682, 京都科学社製 SPECT ファントム, 水ファントムを用いた。撮影プロトコルは 0.6 mm, 40 列収集(routine), 0.6 mm, 128 列収集(fast), 0.6 mm, 128 列で二管球同時収集の DS とした。

CTDI_{vol}は routine, fast は約 70 mGy, DS は 40 mGy であった。画像再構成は FBP 法, DS では逐次近似応用再構成法も適用した (DS-HIR)。

検証は, routine, fast, DS, DS-HIR において, 水ファントムによる画像ノイズ特性評価, 造影剤を封入した SPECT ファントムの球体部(ΔHU 10, 脳実質を模擬), および CTP682 のアクリル(ΔHU 60, 血腫を模擬)による解像度評価の結果から, system performance(SP)関数を算出した。また, アーチファクトの影響の検証として, routine を基準として各条件の差分画像を作成し, 頭蓋底部, 基底核部の CT 値を計測した。

【結果】脳実質模擬の SP は routine, fast に比べ DS, DS-HIR は低~中周波数域で低下した。血腫模擬の SP は, routine, fast に比べ DS は全周波数域で低下したが DS-HIR は高周波数域で同等となった。アーチファクトの評価では fast, DS, DS-HIR それぞれ頭蓋底部では CT 値が-1.8, 1.9, -4.2 となった。

基底核部では-0.3, 0.8, -0.7 となった。

【結論】SP の評価およびアーチファクトの影響を検証した結果より, 急性期脳梗塞の評価には DS, DS-HIR プロトコルは不向きだが, 体動が大きい患者では DS-HIR が出血性病変の評価目的には有用と考える。

【目的】強度変調回転放射線治療(VMAT)では、標的に対する線量集中性の向上および正常組織の線量低減が可能である。近年、胸腹部領域の呼吸性移動を伴う症例に対しても VMAT が採用されている。呼吸性移動対策の一つに呼吸同期 VMAT があるが、gating window 内でのターゲットの動きによる interplay effect に加えて間欠照射に伴う MLC 位置精度の信頼性の低下が課題として考えられる。本研究では、後者に着目し、呼吸同期 VMAT における照射野形状の複雑さおよび gate level が線量分布に及ぼす影響を検討した。

【方法】対象は、胸腹部領域の体幹部腫瘍 5 例とした。治療計画装置は、Eclipse ver.15.6 (varian 社)を用いた。治療計画装置に搭載されている機能である aperture shape controller(ASC)により、各症例に対して照射野形状の複雑さを変化させた治療計画を作成した。複雑さの評価指標には McNiven らが提唱した modulation complexity score(MCS)を採用した。各治療計画に対して検証プランを作成し、多次元検出器 ArcCHECK(SUN NUCLEAR 社)を固定した状態で呼吸同期 VMAT で照射した。同期照射条件は、周期 3 秒の sin 波に対して gate level 30, 50 %を設定した。得られた実測結果に対して γ 解析(3%/2 mm, Th 10%)を行い、非同期照射時の結果と比較検討した。

【結果・考察】今回検討した全ての治療計画において、呼吸同期の有無によらず AAPM TG-218 で推奨される普遍的許容値限度(γ パス率 $\geq 95\%$)を満たしたが、同期照射では低下する傾向にあった。非同期照射時に対する γ パス率の相対誤差と MCS の相関係数は、gate level が 30, 50%の順に 0.50, 0.63 であり、照射野形状が複雑であるほど間欠照射による影響があることが示唆された。標的とリスク臓器の位置関係が複雑な症例に対して呼吸同期 VMAT を適用する場合には照射野形状の複雑さや gate level に注意する必要があると考えられた。

31 MLC 開口部ベースの複雑性評価法を用いた VMAT 事前検証法の有用性の検討

岡 善隆¹, 長澤 陽介¹, 宮岡 裕一¹

1)福島県立医科大学附属病院 放射線科

【目的】CBCT など治療直前の取得画像から治療計画を再立案・修正する Online-Adaptive Radiotherapy が導入されている。しかし、VMAT 事前検証は放射線治療装置を用いるのが普遍的なため、Online-Adaptive Radiotherapy に対応できていない。近年、Online-Adaptive Radiotherapy による VMAT 事前検証として実測を要しない様々な複雑性評価法が提案されており、本研究では MLC 開口部ベースの複雑性評価(EAM: Edge area metric)の有用性について検討した。

【方法】輪郭は TG119 の Mock Prostate, Mock H&N を用いた。Eclipse Ver15.6 にて照射野形状の複雑さを低減する ASC(aperture shape controller)機能 4 段階、最適化計算の繰り返し回数を増やす Convergence mode 機能 2 段階を組合せ、計 16 パターンの治療計画を立案し、RayStation Ver10A にて自作スクリプトを用いて EAM スコア(本研究法)と MCS スコア(modulation complexity score: 照射野形状の複雑性評価)を算出した。EAM

スコアおよび MCS スコアと当院の VMAT 事前検証(現行法)である 3 次元検出器(Delta4)を用いたガンマパス率(3%, 1 mm)および線量相違(3%)と比較した。

【結果】EAM スコアおよび MCS スコアと線量相違(3%)のピアソン相関係数は、-0.94, -0.25 で、ガンマパス率(3%, 1 mm)のピアソン相関係数は、-0.75, 0.34 であった。

【考察】EAM スコアは MCS スコアより Delta4 を用いた線量相違およびガンマパス率の相関関係が良好であったことから、MLC 開口部ベースの複雑性評価法は実測を要しない VMAT 事前検証に有用である可能性がある。引き続き、解析の時間および設定条件の基礎的検討をしつつ、臨床症例においても検討していく。

32 陽子線治療計画の独立検証用モンテカルロ計算環境の構築

加藤 亮平¹, 小山 翔¹, 成田 優輝², 佐藤 啓樹², 武政 公大², 池田 知広², 加藤 雅人², 鳴海 克希², 加藤 貴弘³

1)南東北がん陽子線治療センター 放射線治療品質管理室 2)南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科 3)福島県立医科大学 保健科学部

【目的】放射線治療において、モンテカルロ(MC)法は精度の高い線量計算手法として広く用いられている。一方、商用の陽子線治療計画装置(RTPS)では高速なペンシルビーム(PB)法がよく用いられるが、PB 法は不均質領域における線量計算精度に課題があることが知られている。そのため、MC 法を使用した治療計画独立検証の必要性が指摘されている。そこで本研究では、汎用 MC 計算コードを使用して、陽子線 RTPS の独立検証用 MC 計算環境の構築を試み、その精度を検証した。

【方法】汎用 MC 計算コードには Particle Therapy Simulation Framework (PTSIM)を用いた。はじめに当院の陽子線治療装置 Proton Type(日立製作所)の照射ヘッド構造をモデリングした。次に 150, 210 MeV の陽子線ビームそれぞれのスポットサイズと PDD を実測し、MC における線源パラメータを調整した。調整した照射ヘッドジオメトリと線源パラメータを用いて水ファントム内の線量分布を MC で計算し、リッジフィルタとレンジシフタの条件を変化させた際の SOBP サイズ、飛程、及び OCR の平坦度と対称性を実測と比較した。なお、SOBP サイズ、飛程、平坦度、対称性は AAPM TG224 に従って評価を行った。

【結果】PDD のプラトー領域において、MC の線量は実測に比べてやや低い傾向を示したが、SOBP サイズは実測と MC でよく一致していた。

また、その飛程は約 1 mm 以内で一致していることが確認できた。OCR における x, y 方向の平坦度と対称性は、MC と実測でよく一致していることが確認できた。

【考察】本研究で構築した MC 環境で計算した水中の線量分布は、実測とよく一致しており、照射ヘッドのモデリングや線源パラメータの調整は妥当であったと考えられる。PDD のプラトー領域において MC と実測に一部乖離が確認されたが、これはリッジフィルタのモデリング精度が原因である可能性がある。しかし、その誤差は比較的小さいため、臨床的にはほとんど影響ないと考えられる。今後は患者体内の線量分布を計算できるよう、線源強度の調整やその検証を行う予定である。

33 前立腺癌寡分割陽子線治療における膀胱体積に関する基礎検討

成田 優輝¹, 鳴海 克希¹, 佐藤 啓樹¹, 坂上 久記¹, 武政 公大¹, 松本 拓也¹,
小山 翔¹, 鈴木 正樹¹, 横田 克次¹, 齋藤 二央¹, 加藤 貴弘²

1) 南東北がん陽子線治療センター 2) 福島県立医科大学

【目的】 前立腺癌陽子線治療では、一般的に適度な蓄尿状態を維持させて治療が実施されている。しかしながら、膀胱の線量制約を満たすのに必要な膀胱体積については必ずしも明確になっていないのが実情であり、治療計画用 CT 撮影時に撮影画像採用の可否について判断に難渋することがある。そこで本研究では、前立腺癌寡分割陽子線治療における治療計画での膀胱体積の最小許容値について検討を行った。

【方法】 当院で陽子線治療を施行した前立腺癌症例 200 例(低リスク群 37 例, 中リスク群 85 例, 高リスク群 78 例)を対象とした。全ての症例に対し、前処置として治療開始 30 分前に排尿及び飲水 200 cc 負荷を施行した。処方線量は 63 Gy (RBE)/21Fr.の寡分割照射を想定し、症例毎に治療計画を立案した。リスク群毎に膀胱体積及び膀胱線量(V60 及び V50)を導出し、さらに得られた膀胱体積に応じてそれらを 4 群に分類し、各群における膀胱線量の平均値・標準偏差の結果に基づき、95%信頼区間でのカットオフ値を設定した。

この値を当院の線量制約(V60 < 15%, V50 < 30%)と比較し、膀胱体積の最小許容値を決定した。治療装置、治療計画装置、CT にはそれぞれ陽子タイプ(日立), XiO-M(Elekta), Aquilion LB(Canon)を用いた。

【結果及び考察】 低・中リスク群の 95%信頼区間の評価では、膀胱体積 149 cc 以下の群では線量制約を超過したのに対し、150 cc 以上の群では全て制約内に収まった。高リスク群の同評価では 200 cc 以上の群で制約内に収まった。したがって、前立腺癌寡分割陽子線治療における最小許容膀胱体積は低・中リスク群で 150 cc, 高リスク群で 200 cc 以上であることが示唆された。リスク群毎に許容値が異なるのは、精囊の入力範囲の違いによるものと考えられる。実臨床では撮影時に画像採用の可否について判断が求められるが、本結果はその一助となり得ると考えられた。

11月19日(土) 11:10~11:50 第4会場

【セッション 8】核医学

座長:山形県立新庄病院 小野 宗一

34 放射性医薬品のシリンジ内残存量の確認と検討

石塚 直樹¹

1) 新潟県立新発田病院 放射線科

【目的】 医療法改正に伴う線量管理、線量記録の義務付けにより、核医学分野では投与放射線を記録することとなっている。実際に患者に投与された放射線を記録すべきであるが、シリンジ内に残った放射性薬剤が原因で、実投与放射線量と線量記録放射線量に乖離が生じている可能性がある。そこで当院で行われた核医学検査について、投与後のシリンジ内残存量を調査、確認し、検討を行った。

【方法】 2021 年 12 月から 2022 年 3 月までの期間に当院で施行された核医学検査を測定対象とした。まず、投与前のシリンジをキュリーメータにて測定し、放射線を

を計測する。次に、投与後の空になったシリンジを同様に測定し、シリンジ内残存量を計測する。患者投与時刻を基準に時間補正を行い、実投与放射線量を算出する。これと線量管理で記録している放射線量とを比較、検討する。なお、当院の線量記録の方法は、シリンジ型バイアル入り製剤に関しては、放射性医薬品の検定日時における検定量より注射時刻の放射線量を算出し記録、院内調製製剤に関しては、調製後の放射性医薬品が全量投与されたものとして記録している。

【結果】 シリンジ型バイアル入り製剤では、2 から 4%のシリンジ内残存が認められた。院内調製製剤では、6 から 30%のシリンジ内残存が認められ、シリンジ型バイアル入り製剤と比べ多く残る傾向があった。特に ^{99m}Tc-MAA でより顕著にシリンジ内残存が多く認められた。シリンジ型バイアル入り製剤では-1 から 10%ほど、検定量から算出した患者投与時刻の放射線量より多く投与されていた。

【考察】 院内調製製剤がシリンジ型バイアル入り製剤に比べ、シリンジ内残存量が多くなった理由として、調製終了時から患者投与までの間にシリンジ内壁への吸着があったこと、ディスプレイの形状に起因し残ってしまったことが考えられる。

【結論】 シリンジ内残存量はシリンジ型バイアル入り製剤で 2 から 4%程度残り、院内調製製剤で比較的多く残る。院内調製製剤は、調製終了後速やかに投与すること、適切にシリンジ選択を行うことで、投与量の誤差を減らすことができる。

35 円柱ファントム法とシステム平面感度法における ¹²³I 核種の定量化精度の評価

能登 聖美¹, 内藤 健一¹, 野島 佑太¹, 深谷 貴広¹

1) 新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門

【目的】 SPECT 画像の定量化として PET で用いられる SUV が応用されている。SUV 算出には校正係数を用いてカウントを放射能濃度値に変換する必要がある。校正係数の測定には SPECT 収集を利用した円柱ファントム法及び Planar 収集を利用したシステム平面感度法がある。今回、¹²³I 核種で 2 種類の校正係数における定量化の精度を、大きさの異なるファントムを用いて評価した。

【方法】 ¹²³I 核種, ELEGP コリメータを使用した。校正係数用ファントムとして、円柱ファントム法は CCF プールファントム(断面積 226 cm²)に約 3 kBq/ml を封入し、SPECT 収集した。システム平面感度法は、プラスチック円柱容器に約 55 MBq を封入し、159 keV±10%で Planar 収集した。定量算出用ファントムとして、球体を配置したボディファントム(538 cm²)と濃度直線性用ファントムを配置した SPECT ファントム JSP 型(380 cm²)を使用した。球体及び濃度直線性用ファントムと BG の放射能濃度比を 4 対 1 で封入し撮像した。画像再構成は OSEM 法を用い、補正は CT を用いた減弱補正+DEW 散乱線補正(ACSC), 減弱補正のみ(AC), 補正なし(NC)の 3 種類の画像を作成した。得られた画像を 2 種類の校正係数を用いて定量変換し理論値との誤差を検証した。

【結果】 ファントムの大きさに関わらず、ACSC, AC, NC いずれも円柱ファントム法がシステム平面感度法よりも定量精度が高い結果となった。円柱ファントム法による AC, NC では SPECT ファントムよりもボディファントムで理論値との誤差が増大した。

【考察】 システム平面感度法による定量精度は Planar 収集条件と SPECT 再構成時の補正に依存する。システム平面感度法の ACSC で変換精度が低い原因として、529 keV γ 線がコリメータの隔壁を貫通しカウントに寄与したためと考えられる。Planar 収集と SPECT 再構成に高エネルギー側の散乱線補正処理を追加することで改善が期待できる。円柱ファントム法で AC, NC の誤差が増大した原因として、ファントムに含まれる散乱線量と γ 線の減弱がファントムの断面積に依存していると考えられる。ボディファントムの断面積に近いファントムを使用して校正係数を算出することで改善が期待できる。

36 3検出器型 SPECT 装置を使用した短時間収集による ^{99m}Tc 脳血流 SPECT 画像の視覚評価

廣川 竜斗¹, 佐藤 郁², 松原 佳亮³, 篠原 祐樹¹, 加藤 守¹, 木下 俊文¹

- 1) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科
- 2) 秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部
- 3) 秋田県立大学 システム科学技術学部経営システム工学科

【目的】 3 検出器型 SPECT 装置を用いた ^{99m}Tc 脳血流 SPECT による「脳血流 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0」(日本核医学技術学会)に準じたファントム実験の物理評価では、適切な再構成条件により短時間収集でもガイドラインの基準を満たすと評価された。今回は、物理評価した短時間収集画像が診断に用いることが可能であるか視覚評価を行った。

【方法】 キヤノン社製 3 検出器型 SPECT 装置(GCA-9300R)を用いて当院の標準投与量である ^{99m}Tc 製剤 700MBq(full dose)と半量(half dose)を想定した三次元 Hoffman 脳ファントムの撮像を行った。収集条件は、1 回転分 2 分 30 秒の連続反復回転収集とした。「脳血流 SPECT 撮像の標準化に関するガイドライン 1.0」に準拠し、full dose および half dose のデータに対してルーチン収集条件 20 分と短時間収集条件 15 分、10 分、5 分についてフィルター逆投影(FBP)再構成を行い、最適遮断周波数を決定した。基準画像として、full dose のルーチン収集条件 20 分データを遮断周波数 0.73 cycles/cm で FBP 再構成を行った。また、比較画像として full dose および half dose の短時間収集条件 15 分、10 分、5 分の最適遮断周波数に 0.05 cycles/cm と 0.1 cycles/cm 延ばして FBP 再構成を行った。各画像の基底核レベルと半卵円中心レベルを対象に放射線科医師および核医学専門技師を含む 3 名による 5 段階(1. 診断不能, 2. かなり悪い, 3. 悪い, 4. 少し悪い, 5. 同等)の視覚評価を行った。

【結果】 full dose の最適遮断周波数の 15 分、10 分、5 分画像では評価 4 以上で診断可能と判断された。half dose の最適遮断周波数では、15 分画像のみ評価 4 以上であり、物理的評価で基準を満たした 10 分、5 分画像では診断に適さないと判断された。

【結論】 3 検出器型 SPECT 装置による ^{99m}Tc 脳血流 SPECT 検査では、短時間収集でも適切な遮断周波数により診断可能な画像を提供できる。ガイドラインの物理評価と視覚評価で乖離が見られる場合があり注意が必要である。

37 半導体検出器搭載型 PET/CT 装置における SUV の再現性評価

学生 秋元 一摩¹, 山口 奈央², 佐藤 隼人³, 小林 由佳², 小田桐 逸人¹, 白井 章仁¹, 金田 朋洋¹, 児玉 裕康³, 田中 良隆³, 高浪 健太郎⁴, 高瀬 圭⁴

- 1) 東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻画像解析学分野
- 2) 東北大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻
- 3) 東北大学病院 診療技術部放射線部門
- 4) 東北大学病院 放射線診断科

【背景】 PET における定量評価には SUVmax が用いられている。SUVmax は様々な因子に影響を受け定量値として不安定であることが知られているが、自施設の撮影装置における再現性がどの程度であるか知っておくことは有用である。がん診断目的の PET 検査では bed position 当たり 2 分前後の撮影がなされることが多いが、従来の PMT を使用した PET 装置ではもう少し長い収集時間が望まれてきた。半導体 PET 装置が普及し、従来型に比して非常に高感度であることが報告されている。高感度の特性を活かした再現性の高い定量評価が期待される。

【目的】 半導体 PET/CT 装置による SUVmax の再現性をファントム実験により評価する。

【方法】 GE 社製半導体 PET/CT 装置 Discovery MI を用いて、日本核医学会の ^{18}F -FDG を用いた全身 PET 撮像のためのファントム試験手順書に準じて、NEMA Body phantom の撮像を行なった。撮像開始時に 2.65 kBq/ml となるよう、球の内外の放射能濃度を 4:1 になるよう調整した。撮影はリストモードで約 2 時間行なった。画像再構成には罰則付き尤度再構成アルゴリズムである Q.Clear を用いた。最初の再構成は収集時間 2 分のデータを用いるが、その後も 2 分毎に再構成していくと放射能減衰の影響が生じる。

このため画像再構成ごとのカウントを統一する Kaneta らの方法を加えた(PLoS One 2018)。SUVmax の測定には日本メジフィジックス社製 RAVAT を用い、3D の関心領域を設定した。

【結果】 2 時間の撮影から、収集時間 2 分の 60 画像および収集カウントを最初の 2 分収集に合わせた 42 画像を得た。それぞれの 37 mm 球における SUVmax は、2 分収集では 4.7~5.7, SD=0.20 で、収集時刻を横軸にプロットするとほぼ一定の傾向を示した。一方、カウントを合わせた方法では、SUVmax は 4.5~5.5, SD=0.25 で、収集時刻が遅くなると減少する傾向が見られた。

【結語】 時間経過とともに減少する収集カウントから再構成された画像はノイズが増加し、SUVmax が上昇することが知られている。今回、これでは説明できない結果が得られた。この原因に関して、再構成アルゴリズムなどの検証が求められる。

【セッション9】放射線治療 線量測定・物理特性

座長:白河厚生総合病院 高橋 健一

38 東北及び新潟地域における X 線線量校正に関するアンケート調査

佐藤 公彦¹, 大湯 めぐみ², 村上 翔³, 朝岡 亮哉⁴, 中村 文哉⁵, 小川 千尋⁶,
齊藤 仁⁷, 小森 慎也⁸, 星 佑樹⁹, 山田 巧¹⁰, 岡 善隆⁹

- 1)日本海総合病院 放射線部 2)青森市民病院 3)弘前大学医学部附属病院
4)岩手県立中央病院 5)岩手医科大学附属病院 6)東北大学病院
7)秋田厚生医療センター 8)南東北 BNCT 研究センター
9)福島県立医科大学附属病院 10)新潟大学医歯学総合病院

【目的】2021年,日本放射線腫瘍学会から電位計の操作ミス等に起因する過誤照射が発生したという報告を受けた。そこで放射線治療あすなる会計測部会が,東北及び新潟地域において安全な放射線治療の提供を目指し,X線の線量校正に用いる各種補正係数などを再確認することを目的としたアンケート調査を行った。

【方法】アンケート調査対象は,東北及び新潟地域の放射線治療実施施設とし,データの解析は汎用リニアック装置のみとした。アンケートはマイクロソフト社エクセルで作成し調査を実施した。アンケート項目は施設情報,測定機器情報,治療計画装置情報,照射係数情報,X線校正計算シートとし,汎用リニアック装置ごとに回答を依頼した。X線の線量校正に用いる各種補正係数(ND, W, TMR, TPR20, 10, OPF, kQ, kpol, ks, kelec)に対しては平均値,標準偏差(SD)および変動係数を算出し,±2SD以上の値となった施設には再度確認を実施した。

【結果】69施設より回答が得られた。汎用リニアック装置メーカーの内訳は Varian 社が 67.5%, Elekta 社が 27.7%, Siemens 社が 4.8%であった。線量計は PTW 社の 30013 型が 92.4%の割合で使用されており,30013 型の ND, W の平均値±標準偏差は 0.0538±0.0003 であった。各種補正係数の傾向は,汎用リニアック装置メーカーに依存するもの(TMR, TPR20, 10, OPF)や,線量計に依存するもの(kQ, kpol, ks)が確認されたが,同一条件内における変動係数は 0.01 以下であった。最初の回答で±2SD を超えた施設に対し再確認を行う事で入力ミス等によるばらつきを取り除くことができた。

【結語】本アンケート調査に関連する質問を多くの施設からいただいた。このことから自施設の X 線の線量校正に用いる各種補正係数などを再確認し,理解度が高くなったと考える。各種補正係数は汎用リニアック装置メーカーや線量計によって違いを確認したもの,同一条件内での変動係数は 0.01 以下であり,本アンケート調査回答施設において明らかな誤りがないことを確認できた。今回得られたデータを東北及び新潟地域の各施設にフィードバックすることで,施設ごとの条件下における日々の線量校正時だけでなく,リニアック装置の新規導入や更新時においても参考値となることが期待される。

39 東北及び新潟地域におけるガラス線量計を用いた外部出力線量評価

星 佑樹¹, 岡 善隆¹

- 1)福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】2021年,日本放射線腫瘍学会から電位計の操作ミス等に起因する過誤照射が発生し,放射線治療装置等から出力される線量の再確認の通知があった。出力線量の品質保証は各施設において実施されるべきであるが,自施設のみならず客観的な第三者評価も必要とされている。より安全な放射線治療を東北及び新潟地域へ提供したいと考え,ガラス線量計を用いた外部出力線量評価を実施したので報告する。

【方法】東北及び新潟地域の放射線治療装置を保有し,申し込みのあった施設へガラス線量計(テクノグラス・GD-302M)を装填した自作個体ファントム 20 個を郵送した。郵送調査期間は,2021年7月から2022年5月とした。自作個体ファントム形状は,自施設で保有している個体ファントムに装填可能な PTW 社製 30013 とした。放射線治療計画装置で算出した値を事前記入シートに記載してもらい,照射直前に Web で説明をした。ガラス線量計への照射は様々なジオメトリを許容し,本報告は基準条件(10 cm 深,照射野 10 cm×10 cm)のみとした。事前記入シートとガラス線量計を返送後,加温器にてプレヒートを実施した。その後,読み取りリーダーでガラス線量計の測定値を解析し,事前記入シートの算出値と比較した。尚,ガラス線量計の測定値は,⁶⁰Co で 1 Gy 照射した発光量を基準とした。

【結果】実施施設は 39 施設,基準条件のガラス線量計素子数は 217 素子であった。±5%以内の相違のガラス線量計素子数は,213 素子であり,全体の 98.2%であった。その内,3%以内は 197 素子であり,90.8%であった。

【考察】概ね治療計画装置算出値とガラス線量計測定値の相違は±5%以内であり,放射線治療における蛍光ガラス線量計物理技術ガイドライン(医学物理学会)および放射線治療における第三者機関による出力線量評価に関するガイドライン 2019(日本放射線腫瘍学会)の許容値を満たしていた。±10%以上の施設に対しては,訪問測定を実施し±5%以内の許容値であることを確認した。自施設の固体ファントムを用いた外部出力線量評価を実施したことで,各種(補正)係数などの再確認する機会となり放射線治療の知識が向上したと考える。引き続きより安全な放射線治療を東北及び新潟地域に提供していく。

40 演題取り下げ

41 モンテカルロシミュレーションを用いた小照射野における計算アルゴリズムの

軸外線量比の精度検証

近藤 廉¹, 木村 直希¹, 小原 秀樹¹, 寺島 真悟²,

駒井 史雄¹, 鈴木 将志¹, 成田 将崇¹

1) 弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

2) 弘前大学大学院 保健学研究科

【目的】近年、高精度放射線治療が普及し、定位放射線治療などの小照射野のビームを使用する機会が増加している。そのため、線量検証には小照射野での測定が必要である。しかし、側方電子平衡が成立しない場合には、基準条件での測定法が必ずしも適するとは限らない。対して、モンテカルロシミュレーション(以下 MCS)は光子や電子の相互作用を高精度に再現できるため、小照射野の線量評価に有用である。本研究では、自作 MCS と放射線治療計画装置(以下 RTPS)において、小照射野における軸外線量比(以下 OCR)を算出し、計算アルゴリズムの違いによる精度検証を目的とする。

【方法】自作 MCS には EGSnrc の BEAMnrc, DOSXYZnrc を使用した。RTPS の計算アルゴリズムは、Monaco(Elekta 社)の CCC, pMC と Eclipse (Varian Medical Systems 社)の AAA, AXB の 4 種類を使用した。照射条件は、6 MV の X 線で、線源表面間距離 100 cm とした。EGSnrc の電子及び光子のカットオフエネルギー-ECUT, PCUT はそれぞれ 0.7 MeV, 0.01 MeV とした。相対標準偏差は深部線量百分率(以下 PDD)がビルドアップ以降 0.5%以内、OCR が照射野内 0.5%以内とした。BEAMnrc にてリニアックのガントリー内を再現し、DOSXYZnrc にて水中における PDD, OCR を取得した。自作 MCS のコミッションングは水中において 0.125 ml 電離箱にて実測した照射野 10×10 cm² の PDD 及び深さ 1.5 cm, 10 cm における OCR をもとに行い、ガンマ解析にて 2%/2 mm の判定基準でパス率 100%を満たすように調整した。その後、照射野 1×1 cm² から 6×6 cm² にて自作 MCS 及び各アルゴリズムで深さ 10 cm における OCR を取得し、ガンマ解析により計算精度を評価した。

【結果】pMC の 6×6 cm² において 2%/2 mm の判定基準でパス率 98.35%, その他は全てパス率 100%となり、ガンマ解析上では OCR においては十分な精度であった。また、全照射野において pMC, AAA, AXB のペナンプラは自作 MCS よりも急峻に算出され、CCC は自作 MCS と同程度であった。また、CCC は自作 MCS や他のアルゴリズムと比べて、OCR が 50%となる軸外距離が小さく算出された。

42 モンテカルロ粒子輸送計算コードを用いた新たな BNCT 用コリメータの

物理特性評価

小森 慎也¹, 廣瀬 勝己², 竹内 瑛彦¹, 加藤 亮平¹, 本柳 智章³, 山崎 雄平¹, 佐藤 まり子², 加藤 貴弘⁴, 高井 良尋²

1) 南東北 BNCT 研究センター 放射線治療品質管理室

2) 南東北 BNCT 研究センター 放射線治療科

3) 南東北 BNCT 研究センター 診療放射線科 4) 福島県立医科大学 保健科学部

【目的】ホウ素中性子捕捉療法では、治療システムの最下流に中性子束を限定するためのコリメータが設置される。様々な角度分布を持った中性子束は空気中に拡散するため、患者に十分な熱中性子束を照射するにはコリメーター体間距離(CSD)を十分に小さくしなければならない。そこで、新たに凸型に設計されたコリメータ(EC)が開発された。本研究では、これらの物理特性を評価した。

【方法】従来型の平坦な形状を持つコリメータ(FC)と EC に対して水中における熱中性子束分布を評価した。粒子輸送計算には、汎用モンテカルロコード PHITS, 核データには JENDL-4.0 を使用し、当院のビームデータを使用してシミュレーションを行った。現在臨床で多く用いられる FC(120), FC(150)及び EC の凸部長 50 mm(EC50(120)), 100 mm(EC100(120))を解析対象とした(カッコ内の数値はコリメータ開口径を指す)。PHITS 上で仮想水ファントムを作成し、①コリメータ近接条件、②患部の近接が困難なケースを想定した、CSD を変化させた条件における深部熱中性子束分布および軸外分布を比較した。

【結果】①中心軸上ピーク深(2 cm 深)における熱中性子束は FC(120), FC(150), EC50(120), EC100(120)でそれぞれ 1.33×10⁹, 1.56×10⁹, 1.45×10⁹, 1.16×10⁹ n/cm²/s であった。②CSD を FC(120), FC(150), EC50(120), EC100(120)に対して 10, 10, 5, 0 cm に設定した条件では、中心軸上ピーク深における熱中性子束はそれぞれ 5.13×10⁸, 6.79×10⁸, 1.02×10⁹, 1.16×10⁹ n/cm²/s であった。また、軸外分布において中心で正規化した際の左右 7 cm 離れた点における熱中性子束の相対値は、それぞれ 0.68, 0.73, 0.61, 0.52 であった。

【考察】頭頸部領域では EC を使用することで患部をよりコリメータに近接させ易くとなると考えられる。その場合、EC では中心軸上により多くの熱中性子束が照射され、軸外の線量を低減できる可能性が示唆された。これにより、照射時間の短縮が望めると共に、正常組織の線量も低減可能となる。今後、腫瘍局在にに応じた臨床症例における EC の有効性を検討する予定である。

11月19日(土) 15:00~15:50 第4会場

【セッション10】放射線防護

座長: 山形大学医学部附属病院 佐藤 俊光

43 術中イメージングシステムを用いた脊椎ナビゲーション用 3D 撮影時の

空間散乱線量測定

安部 圭亮¹, 石井 浩生¹, 小野寺 崇¹, 中田 充¹

1) 東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】整形外科脊椎固定術において、インプラント挿入時の術中ナビゲーションやインプラント位置確認のための 3D 撮影を目的として移動型術中イメージングシステムが用いられる。有線スイッチの構造上、操作担当者は手術室内に留まって 3D 撮影を行うが、その際の空間散乱線量分布については報告がない。本研究では、ファントムを被写体として散乱線量測定を行い、3D 撮影時の被ばく低減に最適な立ち位置や姿

勢について検討することを目的とした。

【方法】 移動型術中イメージングシステム O-arm(Medtronic)を用いて Body Phantom(京都科学)頸部-大腿部を被写体とした 3D 撮影を行い、電離箱式サーバイメータで散乱線量を測定した。Body Phantom の体位は腹臥位とした。撮影条件は成人男性の腰椎を想定し管電圧を 120 kV、管電流を 50-80 mA、Field of View(FOV)を 20 cm、床からガントリー中心までの高さを 108 cm とした。測定点はガントリーに対して 0°方向(キャビネット側)に 2.5 m・3 m、45°方向にガントリー中心から 2 m・2.5 m・3 m とし、床からの高さを 100 cm、150 cm とした。

【結果】 管電流 80 mA の条件において測定点の高さが 150 cm のとき、45°方向と 0°方向の測定値を比較したところ、0°方向のほうが 45°方向より 84-86%低い線量となった。同じく管電流 80 mA の条件において測定点の高さが 100 cm のとき、0°方向のほうが 45°方向より 92-94%低い線量となった。これは管電流の条件を変化させても同様の傾向であった。

【考察】 操作担当者はガントリーに対して 45°方向に距離をとるよりも、0°方向(ガントリー横)に位置することで、ガントリー本体の遮蔽効果により散乱線被ばくを低減できることが確認できた。また測定点の高さによる比較の結果から、撮影時に低い姿勢(目線)をとることで、より被ばくを低減できることがわかった。これは、ガントリー横のキャビネット部による遮蔽効果によるものと考えられる。

4.4 ERCP 従事者の放射線防護に関する基礎的検討

-X 線管位置および防護カーテンによる違い-

石井 浩生^{1,2}, 安部 圭亮¹, 小野寺 崇¹, 坂本 博¹, 稲葉 洋平², 千田 浩一²

1)東北大学病院 診療技術部放射線部門

2)東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻

【目的】 内視鏡的逆行性胆管膵管造影(ERCP)では、長時間の透視や複数回の撮影を行うため、従事者の水晶体等価線量が線量限度を超える可能性が指摘されている。そのため、適切な放射線防護策を講じる必要がある。一般に、アンダーテーブルチューブ形透視装置はオーバーテーブルチューブ形透視装置に比べ、従事者の眼の高さにおける散乱線量を減少させることが知られている。しかし、放射線防護カーテンを使用した状態での比較を行った報告はない。そこで本研究は、ERCP において、アンダーテーブルチューブとオーバーテーブルチューブとで、ともに放射線防護カーテンを使用した場合、どちらがより従事者の被ばく線量を低減するかを明らかにすることを目的とした。

【方法】 アンダーテーブルチューブとして使用する C アーム式透視装置 Ultimax-i(Canon)には前垂れ型防護カーテンを、オーバーテーブルチューブ形透視装置 CUREVISTA Open(Fujifilm)には ERCP 用防護カーテンを設置した。患者支持器の高さは両装置において 85 cm とした。人体ファントム PBU-60(京都科学)に対し、当院の ERCP で使用される X 線条件にて照射を行い、空間散乱線量($H^*(10)$)を電離箱式サーバイメータ ICS-1323(ALOKA)にて測定した。測定点は術者、麻酔係(患者の頭側)、体動抑制係(術者の反対側)、看護師(患者の足側)の 4 か所に

おいて、高さ 100 cm、150 cm の各 2 点とした。透視装置に表示される面積空気カーマ(P_{KA})を記録し、 $H^*(10)/P_{KA}$ の値で評価した。

【結果】 すべての測定点において、オーバーテーブルチューブの方がアンダーテーブルチューブよりも散乱線量が少なくなった。特に、術者の位置や体動抑制係の位置では 10 倍以上の線量差が見られた。

【考察】 オーバーテーブルチューブ形透視装置の ERCP 用防護カーテンは、患者照射部位の四方を囲む形状となっているために、アンダーテーブルチューブで用いられる前垂れ型防護カーテンよりも防護効果が高くなったと考えられる。ERCP をアンダーテーブルチューブで行っている医療施設において、線量限度を超える可能性のある者は、防護眼鏡および水晶体線量計の着用等を検討すべきと考えられる。

4.5 透視室における線量管理ソフトを用いた線量記録・管理の取り組み

岩城 龍平¹, 村上 功幸¹, 佐藤 裕一¹, 村中 健太¹

1)岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【背景】 2020 年 4 月医療法施行規則の一部改正により医療被ばくの線量記録と線量管理が義務化された。非血管系 IVR に用いる透視装置(以下、透視装置)は今回の改正では対象とはならなかったが、今後線量記録、管理を求められる可能性がある。

【目的】 線量管理ソフトを用いた透視装置の線量記録、線量管理体制を構築する。

【方法】 使用機器は透視装置(島津製作所)、Ultimax-i(キヤノンメディカルシステムズ株式会社)、線量管理ソフト Radimetrics(パイエル薬品株式会社)、RIS は ARISation(PSP 株式会社)、検像は EV Confirm(PSP 株式会社)を用いた。線量記録項目は診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドラインの血管造影における線量記録項目(日本医学放射線学会 2019 年 11 月改定)を参考に透視、撮影ごとの面積空気カーマ積算値(以下、 P_{KA})、患者照射基準点空気カーマ(以下、 K_{air})および透視時間、撮影枚数に分けて記録した。また断層撮影も分けて記録を行った。線量管理は DRLs2020 との比較が行えるように Study Description を用いて手技ごとに検像にて分類し管理した。

【結果】 線量管理ソフトに RDSR を出力することで管理者の負担なく診療用放射線に係るガイドラインに則った線量記録が行えた。一方、線量管理ソフトが RDSR のデータを受け取るのがサーバーへの負担を考慮し翌日の深夜帯のため、検査終了後にデータをリアルタイムで確認できないという問題点もあがった。また線量管理における手技分類は今後 DRL が細分化される可能性やデータ収集、分析、最適化を鑑みて DRLs2020 よりも細分化した。Study Description を用いて分類することで、ワンクリックで中央値、平均値、75%タイル値が表示され DRLs2020 との比較が容易に行えた。透視、撮影に関しても分けて記録されるため今後手技ごとに放射線被ばくの最適化を考える際に役立つと考える。

【結論】 線量管理ソフトを用いた透視装置の線量記録、線量管理体制を構築することができた。