

1. 指骨ピンニング術後 CT の再構成法の検討

○小澤 友昭

高杉 勇輝 滝代 航也 稲葉 孝典

青森市民病院 医療技術局 診療放射線部

【目的】

iMAR(Iterative Metal Artifact Reduction)は金属アーチファクトを低減するアルゴリズムであり、人工関節置換術や椎体固定術などの金属挿入後の患者に対し、その有用性は多数報告されている。ただ、指骨骨折に対するピンニング固定術等の標的の小さい場合は、当院の経験上、iMAR を用いると不良な結果となり、iMAR 未使用で再構成を行っている。

今回は、ピンニング固定術に対する指骨 CT の最適な撮影再構成方法を導く。

【方法】

使用装置は SIEMENS 社製 SOMATOM Definition EDGE.

2本のワイヤー(材質ステンレス鋼、 $\Phi 0.95\text{mm}$)を消石灰で満たした容器に封入した模擬ファントムを作成し、アイソセンターにて撮影。撮影方式は、Single Energy 撮影及び Dual Energy 撮影、再構成方法は FBP、IR(強度 1~5)、iMARの有無、関数(軟部関数、骨関数)にて画像を取得、評価方法は、AI、アーチファクト除去率、プロファイルカーブにてステンレスの径の FWHM、及び視覚評価で行った。また、当院の装置は骨関数と iMAR は併用不可であり、iMAR は軟部関数だけの検討である。

【結果】

軟部関数において、iMAR-off が iMAR-on より、また、Single Energy 撮影より Dual Energy 撮影が AI、アーチファクト除去率ともに低値を示した。プロファイルカーブでは半値幅に大差はなく、iMAR-on のみにアンダーシュート様のアーチファクトが確認された。また、IR の強度を上げると軟部関数、骨関数ともに AI は低下した。

【考察】金属があるので iMAR を使用するという考えは逆効果のケースもあることが解り、撮影方法や再構成パラメータを撮影部位、金属種類によって使い分ける必要がある。

2. Dual Energy および金属アーチファクト低減処理を用いたアーチファクト低減効果の検討

○滝代 航也

小澤 友昭 高杉 勇輝 津川 未来 横山 幸夫 佐々木 桜子

三上 真里枝 石川 翔大 稲葉 孝典

青森市民病院 医療技術局 診療放射線部

【目的】

当院では金属アーチファクト低減の手段として Single Energy に Iterative Metal Artifact Reduction(以下 iMAR)を使用している。今回、脊椎後方固定術後の腹部撮影を想定し、Twin Beam Dual Energy(以下 TBDE)と iMAR を併用した撮影法の検討を目的とした。

【方法】

水ファントム内に脊椎インプラントを固定し、当院における腹部撮影条件で 140kV の Single Energy で得た画像と、CTDIvol が同等の TBDE 撮影による仮想単色 X 線画像、コンポジット画像のそれぞれに iMAR(脊椎インプラント)を使用した。評価方法は Artifact Index(以下 AI)、profile curve とした。また、豚の背骨にインプラントを挿入し水ファントム内に封入したファントムを撮影し、画像の比較を行った。

【結果】

TBDE+iMAR は Single Energy+iMAR と比較し、一部でのアーチファクト低減は認められたが、高 keV になると新たなアーチファクトが発生した。また TBDE ではインプラントの FWHM が Single Energy よりも拡大した。背骨のファントム画像を比較すると、骨条件において TBDE+iMAR と Single Energy+iMAR の画像に明らかな差を認めなかった。

【考察】

TBDE+iMAR は脊椎術後の腹部撮影において最適な撮影とはならなかった。iMAR によるアーチファクト低減効果が大きく、keV によるアーチファクト変化が観察されないためと考える。ただし、脊椎周囲の軟部組織の観察には有用となる可能性はあると考える。

3. Single Energy と Dual Energy によるヨード CT 値の比較検討

○高杉 勇輝

小澤 友昭 滝代 航也 津川 未来 横山 幸夫 佐々木 桜子

三上 真里枝 石川 翔大 稲葉 孝典

青森市民病院 医療技術局 診療放射線部

【目的】

造影検査時の造影剤低減手法として、Single Energy(以下 SE)での低管電圧撮影、Dual Energy(以下 DE)を用いた仮想単色 X 線画像(Virtual Monoenergetic X-ray Image: 以下 VMI)が挙げられる。造影剤低減効果について両者の有用性を CT 値の観点から検討した。

【方法】

CT 装置は Definition Edge. 異なる濃度のヨード造影剤(1,3,6,15,30mgI/ml)を封入した試料を水ファントム(京都科学社)内に同心円状に配置した。撮影条件は管電圧 70,80,100,120,140kVp および Au120kV/Sn120kV とし、CTDIvol が一定となるようにした。VMI は Monoenergetic Plus を使用して 40~100keV の画像を作成。SE と DE の画像で CT 値、SD を ImageJ にて測定し CNR を算出した。関数は腹部標準関数の B40 を使用し、FBP での評価とした。

【結果】

SE と等価な VMI の実効 X 線エネルギー値は、70kV-53keV、80kV-58keV、100kV-67keV、120kV-73keV、140kV-78keV となり、等価な CT 値の範囲では、CT 値、ヨード密度、管電圧の関係は SE、DE 共に同じ挙動を示した。造影剤低減率は 120→100kV で 20.53%、100→80kV で 25.83%、100→70kV で 40.5%となった。また、VMI では 67kV(100kV 相当)→40keV で 65.77%の減量がグラフ上では可能となった。SD、CNR は等価な CT 値の範囲で、SE が DE より良好であった。

【考察】

DE が SE より造影剤低減が可能であることが示唆されたが、SD、CNR に関しては SE が優れていた。極端な造影剤低減を目的としない限り SE での撮影で十分造影剤低減が可能であると考えられる。

4. 体重規定法を用いた肝造影 Dual Energy CT の検証

○佐々木 哲也

高橋 結菜 里村 美奈斗 平山 喬矢 佐藤 栄一郎 松橋 俊夫

JR 仙台病院 放射線科

【背景・目的】

造影 CT に必要な造影剤量を体重で調整する体重規定法[mgI/kg]は、造影効果の再現性を維持する上で必須の手段である。体重規定法は、Single Energy CT(以下、SECT)の下でその有用性を確立したが、Dual Energy CT(以下、DECT)では検証されていない。今回、体重規定法を適用した SECT と DECT の比較から、その有用性を検証した。

【方法】

SECT(120kVp)と DECT(70keV)による肝ダイナミック CT を対象とした。いずれも体重規定 600mgI/kg の造影剤を 30 秒で注入し、後期動脈相(40 秒)と門脈相(70 秒)および平衡相(180 秒)を撮像した。後期動脈相の大動脈、門脈相の肝実質、平衡相の大動脈と肝実質の造影効果を比較した。

【結果】

すべての部位で DECT(70keV)の方が有意に高い造影効果を示した。特に、DECT(70keV)の高体重群では過剰投与の傾向を認めた。また、SECT(120kVp)では体重と造影効果の間に相関を認めなかったが、DECT(70keV)では有意な正の相関を認めた。以上のことから、DECT では体重規定法で造影効果の再現性を維持するのは困難であり、その限界が示唆された。

5. Dual energy CT を用いた撮影条件の変化に対するヨード密度値の検討

○杉本 真一郎

下沢 恵太 能登谷 大輔 大井 崇矢 石倉 牧人 坂本 貴志

八戸市立市民病院 第一放射線科

【目的】

近年 dual energy CT を用いてヨード密度値を定量的に求めることが出来るようになった。第 2 世代 fast kV switching dual energy CT において、撮影条件を変化させることによってヨード密度値がどのように変化するかを検討した。

【方法】

GE 社製 Revolution CT を用いて、ヨード密度値が 5,10,20mg/mL となるように作成した自作ファントムを 3 回 5 スライス撮影しヨード密度値と standard deviation(SD)を測定した。撮影条件は撮影線量(CTDI)を一定として回転速度を 0.5,0.6,0.8,1.0sec/rot と変化させて検討を行った。CTDI は 6,10,20mGy の 3 種類について検討した。

【結果】

回転速度を速くするとヨード密度値が最大で 0.7mg/mL 低下した。撮影線量によってヨード密度値は大きく変化しなかった。撮影線量が大きくなると SD が低

下した。

【結語】

今回の検討で回転速度の変化によってヨード密度値が変化することが分かった。ヨード密度値は撮影線量よりも回転速度の影響を受けることが示唆された。撮影線量によりSDが変化するため、測定値に影響を与える可能性がある。

10月26日(土) 10:50~11:40

第2会場 会議室1

セッション2 CT検査2 Dual Energy 2

座長：柏崎 碧

6. 第2世代 Fast kV Switching Dual Energy CTにおける至適仮想単色 X線画像の基礎的検討

○荒木 隆博

今野 雅彦 武田 幸司

山形県立中央病院 放射線部

【背景】

第2世代 Fast kV switching 方式の Dual Energy(DE)撮影を用いた低エネルギー画像は、造影コントラスト向上が可能と言われているが、従来の Single Energy(SE)画像に比べノイズの上昇や、画像の質感に違和感を覚えることがある。

【目的】

胸部骨盤部1相撮影において、通常の SE120kVp 画像と同等の画質となる仮想単色 X線画像(Virtual Monochromatic X-ray Image:VMI)を、ノイズ特性の物理評価を通して検討する。

【方法】

使用装置は GE 社製 Revolution Frontier を用い、設定 CTDIvol は当院の DE 胸部骨盤部造影 1 相撮影の線量である 16.06mGy とした。希釈造影剤を挿入したアクリル円柱ファントムを、SE120kVp と DE で撮影し、40~140keV の VMI から、CT 値の変化と CNRlo を求め比較した。次に水ファントムを用いた SE120kVp と DE で撮影し、50~75keV のエネルギー帯において逐次近似応用再構成 ASIR-V の強度を変化させ、NPS を求め比較した。また同エネルギー帯で設定 CTDIvol を 10・13・16・19mGy と変化させ、NPS を求め比較した。

【結果】

希釈造影剤の CT 値は低 keV になるほど上昇した。また、60keV においては 1.25 倍の CT 値となった。CNRlo は 65keV 以下で 120kVp よりも高値を示した。NPS は 120kVp と比べ 60~70keV を境に、カーブの形状が異なった。また、低線量 10・13mGy での NPS は、65keV を境にカーブの形状が大きく異なった。

【結語】

第2世代 Fast kV switching 方式の DE 撮影を用いた低エネルギー画像は、造影コントラストの向上ならびに投与ヨード量低減が期待できる。だが低線量を用いた 65keV 以外の VMI では、NPS のカーブの変化から低コントラスト検出能への影響に注意が必要と考える。よって、適切な線量とエネルギー、ならびに適切な逐次近似応用再構成強度を用いることで、SE120kVp 画像と同等の画質となる VMI を得られる可能性が示唆された。

7. Dual-energy CT の仮想非造影画像における線質硬化補正処理の有効性

○佐藤 萌¹⁾

大場 朝水¹⁾ 影山 凌太²⁾ 佐藤 和宏²⁾ 茅野 伸吾³⁾ 高野 博和³⁾

齋藤 春夫²⁾

東北大学 医学部保健学科¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻²⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門³⁾

【背景】

Dual-energy CT で作成できる画像の一つに仮想非造影(以下、VNC)画像がある。VNC 画像における理想的な CT 値(以下、理想値)は造影前の CT 値であるが、ヨード濃度が高くなるにつれて CT 値は理想値から離れていくという報告がある。その原因の一つとして線質硬化現象が挙げられ、線質硬化補正(以下、BHC)処理を行うことで、VNC 画像の CT 値が理想値に近づく可能性がある。しかし先行研究ではヨード濃度のサンプル数が少なく濃度範囲が狭いため、BHC 処理の有効性の検証が十分とは言えない。

【目的】

BHC 処理によって VNC 画像の CT 値が理想値に近くなることを低濃度域から高濃度域までサンプル数を増やして実証する。

【方法】

SIEMENS 社製 CT 装置 SOMATOM Definition Flash を使用した。ヨード造影剤と蒸留水を用いて 0.5 mg/ml から 50 mg/ml まで 15 種類の希釈

造影剤を作成した。造影剤を封入した容器をファントムに挿入し Dual-energy 撮影を行った。BHC 処理を含む再構成関数と含まない再構成関数で解析用の画像を再構成した。それぞれの画像から VNC 画像を作成し、造影剤の CT 値を測定した。さらに、解析時の BHC 処理(以下、Iodine BHC)を含めた場合と含まない場合とで VNC 画像を作成し、CT 値を測定した。

【結果】

10 mg/ml 以下では、BHC 処理の有無によらず VNC 画像の CT 値はほぼ一致し、理想値との差は 10 HU 未満であった。15 mg/ml 以上では、BHC 処理の有無によって CT 値が異なった。BHC 処理有りの方が CT 値は理想値に近づいたものの、その差は最大で約 20 HU であった。BHC 処理が無いとき、濃度が高くなるにつれて CT 値と理想値との差は大きくなり、最大で約 70 HU であった。以上の傾向は、Iodine BHC の有無によらず同じであった。

【結語】

VNC 画像の CT 値を理想値に近づけるためには BHC 処理が必要であることを実証した。

8. Dual Source 方式 Dual Energy CT に置ける側方散乱の影響

○佐々木 文昭

大村 知己 佐藤 祐一郎 松本 和規 石田 高人 中泉 航哉

大阪 肇

秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】

現在、Dual Energy CT (DECT) は各社様々な方式が開発され臨床で使用されているが、各方式それぞれ利点欠点がある。Dual Source CT (DSCT) 方式は独自の付加フィルタ技術によりエネルギー分別能に優れ、またそれぞれ独立した X 線管の制御が可能であり、高管電圧側、低管電圧側の適切な線量バランスでの撮影が可能である。しかし、2 管球同時照射のため、対向システムからの側方散乱の影響を受けることが懸念される。そこで今回半導体線量計を用いて対向システムからの散乱線量の測定と散乱線が画像に与える影響を検証した。

【方法】

頭部 CT を想定し 16cm 径の CTDI 測定用ファントムを散乱体としてガントリー中心に配置し、半導体線量計 Accu-Gold Multisensors(Radcal)をガントリー辺縁 6 時方向に配置した。管球固定モードにて、A 管球が 12 時、B 管球が 9 時方向となる位置を A システムへの散乱線測定位置、A 管球が 3 時、B 管球が 12 時となる位置を B システムへの散乱線測定位置とした。撮影条件は A 管球 80kV、750mAs、B 管球 Sn フィルタ付き 140kV、375mAs で CTDI vol,68mGy とする条件とした。A 管球単独照射、B 管球単独照射、A 管球 B 管球同時照射の 3 種で測定を行い、対向システム照射時の測定値を同時照射時の測定値で除き散乱線含有率とした。また、Multi-Energy CT phantom (GAMMEX) の 2.0mg/ml Iodine モジュールを用い、単独照射と同時照射での CT 値の変動を測定した。使用 CT 装置は SOMATOM Drive (SIEMENS) である。

【結果】

散乱線含有率は A システムが 22%、B システム 31%であった。CT 値の変動は高管電圧画像、低管電圧画像ともに ±5HU 以内であった。

【考察】

2 管球同時照射による散乱線は B システム側で高くなった、これは A システム、B システムの線質の違いと Fan ビーム角の違いによるものと推測する。しかし、散乱線による CT 値変動は少なく、DECT 解析への影響は小さいものと考えられる。

9. ツインビーム方式デュアルエネルギー CT における逐次近似再構成法を用いた画質改善の検討

○菊地 隼人

後藤 光範 古山 鮎子 小山 洋 鈴木 昌人 渡辺 博

昼八 弘二

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部

【背景および目的】

ツインビーム方式デュアルエネルギー CT では、素材が異なる 2 つの付加フィルタを用いることで、高低 2 種の実効エネルギーをもつ X 線によるデータ収集を行っている。フィルタには高エネルギーのデータを得るための錫フィルタと低エネルギーの画像を得るための金フィルタが用いられている。錫はエネルギーの低い X 線のほとんどをカットするため、実効エネルギーを高エネルギー側にシフトさせることができるが、光子量も大幅に減ってしまう。そのため、金のフィルタを用いた画像(金フィルタ画像)に比べ錫のフィルタを用いた画像(錫フィルタ画像)は雑音が多く、画像の比較を行う際に画質の差が問題となる。そこで、逐次近似再構成を用いて両者の画質の差を改善し、視覚的な差を減らすことを目的とした。また、

画質の差を減らすことで解析精度が向上するか検証した。

【方法】

①均一ファントムを撮影し、フィルタ補正逆投影法（FBP）で再構成した金フィルタ画像と、逐次近似再構成にて作成した錫フィルタ画像のノイズパワースペクトル（NPS）を求めた。逐次近似再構成は5段階の雑音抑制強度を選択可能であるため、錫フィルタ画像はそれぞれ5つの条件で再構成を行った。金、錫フィルタ画像間で最もNPSの差が少なくなる条件を求め、視覚的にも評価した。②また、実効原子番号が既知であるファントムを撮影し、実験①で得られた至適条件による再構成画像を用いてデュアルエナジー解析（実効原子番号解析）を行い真値と比較した。CT装置はDefinition Edge，逐次近似再構成はADMIREを用いた。

【結果】

ADMIREの強度4で再構成した錫フィルタ画像がFBPで再構成した金フィルタ画像と最も近いNPSとなり、視覚的にも差の少ない画像となった。また、同条件（金：FBP，錫：ADMIRE 4）で求めた解析精度は金、錫フィルタ画像ともFBPで再構成した場合の解析精度よりわずかに向上したが、両方ADMIREで再構成した場合とは有意差は認めなかった。

10. ツインビーム方式デュアルエナジーの解析精度評価用ファントムの作成～想定被写体における線減弱係数のエネルギー依存性を再現する試み～

○ 杉 薫織

後藤 光範 古山 鮎子 菊地 隼人 鈴木 昌人 昼八 弘二

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部

【目的】

近年、デュアルエナジーで撮影することによる各種密度値計測や実効原子番号解析の有用性が数多く報告されている。デュアルエナジー撮影を用いた解析には仮想単色 X 線画像のように相対的に CT 値を変動させるものと、ヨード密度や実効原子番号のような絶対値を求めて評価するものがあるが、絶対値を用いた評価は解析精度が診断に影響する場合もあるため、その精度は正しく評価されなければならない。

現状、解析精度に関する検討では、想定被写体に近い電子密度の物体をテスト被写体として撮影し、計測された値と真値とを比較しているものが多い。しかし、この手法は撮影したテスト被写体が実際に人体と同様のエネルギー依存を持つことがわからず、臨床において同様の結果が得られるかは不明である。また、動物等の生体をテスト被写体として評価している検討もあるが、再現性に乏しい。

そこで本検討では、希釈造影剤を用い、生体と同じ解析結果を得る事を試みた。

【方法】

CT 装置はツインビーム方式によるデュアルエナジー撮影が可能な SOMATOM definition Edge を用いた。ファントムには内部に隔壁のあるアクリル製円柱型容器を用いた。長軸を Z 軸と平行になるよう管球回転面中心に固定する。ツインビーム方式ではエネルギー毎に撮影する領域が分かれているため、その境目がファントム隔壁と一致するように配置した。高エネルギー側、低エネルギー側それぞれに、比較対象被写体と同等の CT 値になるよう調整した希釈造影剤を封入した。デュアルエナジー撮影を行い、解析結果を比較した。

【結果・考察】

封入するヨードの希釈割合により、解析結果は変化した。エネルギー毎の CT 値が対象被写体と一致した場合、同等の解析結果が得られた。従って、CT 値が既知でさえあれば、当該物質がなくとも造影剤のみで解析結果を再現できることが示唆された。

10月26日(土) 13:00~13:50

セッション3 CT検査3 画像解析・処理

第2会場 会議室1

座長：太田 佳孝

11. 冠動脈 CT における石灰化とステントの自動分類のための最適な深層学習モデルとパラメータの検証

○ 二木 来菜¹⁾

長谷川 晃²⁾ 李 鎔範¹⁾ 吉村 宣彦³⁾

新潟大学大学院 保健学研究科¹⁾

新潟医療福祉大学 医療技術学部診療放射線学科²⁾

新潟大学歯学部総合病院 放射線医学分野³⁾

【目的】

我々は computed tomography coronary angiography (CTCA) におけるコンピュータ支援診断システムの要素技術として、石灰化またはステントを有する冠動脈と通常の冠動脈の断面像を深層学習によって自動分類する方法を提案した（長谷川晃，他：深層学習を用いた冠動脈 CT における石灰化とステントの自動分類，日技法，74(11)，2018）。今回は，提案法におけるパ

ラメータ及び DCNN (deep convolutional neural network) の最適化について検証したので，その結果を報告する。

【方法】

対象画像は 24 症例の冠動脈 CT 画像から再構成した冠動脈の直交断面画像 27162 枚（石灰化 5254 枚，ステント 1458 枚，正常 20450 枚）である。今回調整したパラメータは学習係数とバッチサイズであり，学習係数は 4 種類 (10^{-2} ， 10^{-3} ， 10^{-4} ， 10^{-5})，バッチサイズは 3 種類 (8，16，32) で分類精度の比較を行った。また，DCNN として GoogLeNet，VGG-16，VGG-22，VGG-28 の 4 種類を使用し比較した。まず GoogLeNet によりホールアウト検証及び交差検証を行い，本研究の画像分類に適したパラメータを導出した。その後，導出したパラメータを各 DCNN に適用して交差検証で分類精度の比較を行った。

【結果】

GoogLeNet でホールアウト検証及び交差検証を実施した結果，学習係数 10^{-3} とバッチサイズ 16 のとき分類精度が最も高くなった。そして，このパラメータで各 DCNN を実行した結果，それぞれの分類精度は GoogLeNet で 92.6%，VGG-16 で 92.9%，VGG-22 で 95.2%，VGG-28 で 94.9% となった。したがって，本研究では VGG-22（学習係数 10^{-3} ，バッチサイズ 16）が最も有用な DCNN であることが示された。

12. テクスチャ特徴量による頭部単純 CT における早期虚血変化検出の可能性

○ 大村 知己¹⁾

高橋 規之²⁾ 李 鎔範³⁾ 佐々木 文昭¹⁾

秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部¹⁾

福島県立医科大学 新医療系学部設置準備室²⁾

新潟大学大学院 保健学研究科³⁾

【目的】

テクスチャ解析は CT や MRI の画像において病変の性質を数値化して，一様性やコントラスト変化など不均一性について統計的に評価する方法である。急性脳虚血の単純 CT で観察される早期虚血変化では，灰白質の CT 値が低下して白質とのコントラストが不明瞭となる。また，脳浮腫による脳溝の狭小化もみられる。本研究はこの画像的特徴に着目し，テクスチャ解析による早期虚血変化の検出について検証を行った。

【方法】

検証の対象は，脳主幹動脈の閉塞によって急性脳虚血を発症した 32 症例とした。単純 CT は発症から 2~6 時間後に撮影された。撮影条件は 120 kVp，撮影線量は自動露出機構の設定で 5 mm スライス厚において画像 SD が 3.5 となる線量であった。脳梗塞は同時期に施行された MRI の拡散強調画像における高信号領域で定義した。CT 画像における関心領域は，脳梗塞領域と対側の正常領域にそれぞれ設定した。テクスチャ解析は脳梗塞領域と正常領域に設定された関心領域内の画素値について行った。検証の方法は，解析によって得られたテクスチャ特徴量を，脳梗塞領域と正常領域について比較した。

【結果】

脳梗塞領域と正常領域のテクスチャ特徴量において有意差がみられた。有意差がみられた特徴量において，画素値のヒストグラム歪度は -0.63 と -0.98 で脳梗塞領域が有意に低値であった ($P=0.002$)。また，同時生起行列 (Gray-Level Co-occurrence Matrix: GLCM) において不均一さをあらわす Entropy は 0.63 と 0.73 で脳梗塞領域が有意に低値であった ($P=0.003$)。

【考察】

ヒストグラムや不均一さなどのテクスチャ特徴量の変化は，脳梗塞領域における灰白質の CT 値低下や脳溝の狭小化による画像特徴が反映された結果と考える。

【結論】早期虚血変化の画像特徴はテクスチャ解析で捉えることが可能であり，診断の補助ツールとして有用である。

13. 中高年健常者における冠動脈石灰化の発現因子：低線量胸部 CT による基礎的解析

○ 井添 由香子¹⁾

長尾 充展²⁾ 上田 章仁³⁾ 大野 智博³⁾ 川上 壽昭³⁾ 千田 浩一⁴⁾

東北大学大学院 医学系研究科医学部保健学科放射線検査学¹⁾

東京女子医科大学 画像診断学・核医学講座²⁾

公益財団法人愛媛県総合保健協会³⁾

東北大学大学院 医学系研究科医学部保健学科放射線検査学⁴⁾

【目的】

肺癌検診において，低線量 CT スクリーニングは従来の胸部単純写真よりも肺癌死亡率を低減させる。一方，心電図同期 CT での冠動脈石灰化量は，動

脈硬化を反映し心事故と関連する。最近、標準的胸部 CT による冠動脈石灰化量は、心電図同期 CT のそれと良好な相関を示し、死亡リスクとの関連が報告された。我々は、中高年健常者の肺がん検診で実施された低線量胸部 CT から冠動脈石灰化量を測定し、生活習慣病と冠動脈石灰化発現因子との関連を検討した。

【方法】

対象は、人間ドックを受診し低線量胸部 CT 検査と血液検査を含めた生活習慣病スクリーニングを施行した 43～70 歳の健常者 205 名(男 120, 女 85, 平均年齢 55 歳)で、計 1074 件一人平均 5.2 回の CT 画像を後ろ向きに解析した。生活習慣病治療中もしくは治療歴のある患者は除外した。低線量 CT は日立製作所社製エクス 16 列装置で管電圧 120 kV, 管電流 25mA, CTDIvol0.7mGy を満たす条件で撮影された。胸部 CT 縦隔画像から冠動脈走行に一致する CT 値 130HU 以上の部分を冠動脈石灰化とし、心臓全体の各スライスの総和を冠動脈石灰化量とした。同一患者での経年的に撮影された CT を解析し、石灰化量が 16mm³ 以上のものを石灰化発現とした。石灰化発現と生活習慣病の標準的項目の関連をロジスティック回帰分析で検討した。

【結果】

平均観察期間 55 ヶ月で石灰化発現は、52 名 (25.4%) に認められた (男性 37 名, 女性 15 名)。多変量ロジスティック回帰分析の結果、石灰化発現は、年齢、HbA1c、eGFR の 3 つと有意な関連を認めた。

【結論】

低線量胸部 CT による冠動脈石灰化の測定により、中高年健常者において軽微な耐糖能異常や腎機能低下が冠動脈石灰化発現に関与することが示唆された。低線量胸部 CT は、肺癌スクリーニングの有効性に加え心血管病予防に寄与する可能性がある。

14. 仮想単色 X 線画像におけるノイズ特性の基礎的検討

○齋藤 将太

関崎 正和 戸嶋 桂介 加藤 大樹

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【背景・目的】

仮想単色 X 線画像 (以下 VMI) では低 keV 画像を用いて造影剤のコントラストを増強することが出来るが、同時にノイズも増加する。そこで今回、VMI において撮影線量と逐次近似応用再構成法の強度によるノイズの変化について検討を行った。

【方法】

水ファントムを管電流 215, 315, 395mA の 3 種類で撮影し、仮想単色 X 線エネルギーを 40-140keV まで計 7 種類、逐次近似応用再構成法 (ASiR-V) の強度を 0-100%まで 20%ずつ計 6 種類変化させ再構成した。それぞれすべての組み合わせに対し SD, NPS を算出した。また、120kVp についても同様に算出した。NPS は radial frequency 法により算出した。

【結果】

撮影線量が同一の場合、SD が同等となるように keV と ASiR-V の強度を組み合わせると、低 keV 側では低周波数領域、高 keV 側では高周波数領域のノイズが多かった。また ASiR-V の強度が同一の場合、高 keV 側の NPS と撮影線量を上げた時の低 keV 側の NPS の形状がほぼ一致した。120kVp の FBP 法での再構成では同一撮影線量における 80keV の FBP 法とほぼ同等の SD となった。VMI は 120kVp 画像に比べ、低周波数ノイズが多い傾向がみられた。

【考察】

ノイズに関しては仮想単色 X 線エネルギーを下げたとき撮影線量を上げる必要があると考えられる。しかし、ノイズと同時にコントラストも変化するため検討を行う必要がある。

15. 黄色靭帯の描出を目的とした仮想単色 X 線画像の画質評価

○中泉 航哉

大村 知己 佐々木 文昭 佐藤 祐一郎 石田 嵩人 松本 和規

大阪 肇

秋田県立循環器・脳脊髄センター 放射線科診療部

【目的】

脊柱管狭窄症における椎弓切除術において CT と MRI の 3D フェージョン画像を作成することで脊柱管及び周囲構造の位置関係を把握でき術前シミュレーションに有用である。画像作成において黄色靭帯の付着範囲の描出は後方からの切除範囲を決定するために重要な情報となる。CT 画像より作成する黄色靭帯は脊柱管と接しており、より正確かつ簡便な画像作成を行うためには良好な画質が必要となる。腰椎術前画像における黄色靭帯の描出について、逐次近似再構成画像及び仮想単色 X 線画像の画質を比較・検討した。

【方法】

CT 装置は SOMATOM Drive (Siemens), Dual energy(DE)撮影による仮想単色 X 線画像の解析は Syngo.via (Siemens) を使用した。対象は腰椎術前 DE 撮影を行った 8 症例とし、得られた腰椎 CT データは逐次近似再構成法である ADMIRE の強度を 5, 再構成関数を Bv40 で再構成した。また、仮想単色 X 線画像作成のために、ADMIRE を同条件で関数のみ Qr40 に変更した再構成も行った。検証方法は、逐次近似再構成法、および仮想単色 X 線画像の実効エネルギー毎に、黄色靭帯と硬膜嚢の CT 値と画像 SD 値で算出された contrast-to noise ratio(CNR)を比較した。

【結果】

仮想単色 X 線画像では黄色靭帯と硬膜嚢の CT 値差は実効エネルギーが高いほど小さくなったが、CNR は実効エネルギーが高いほど向上した。仮想単色 X 線画像の高実効エネルギー側において、CNR は逐次近似再構成画像よりも良好だった。

【考察】

仮想単色 X 線画像の実効エネルギーが高いほど CNR が向上したのは、周囲の椎体によるビームハードニングの影響を抑えられ、画像 SD を低減できたためであると考えられる。高エネルギーの仮想単色 X 線画像は黄色靭帯の描出に有用であると考えられる。

10月26日(土) 13:50~14:40

第2会場 会議室1

セッション4 CT検査4 装置・システム評価

座長: 佐々木 文昭

16. 位置決め画像撮影時におけるオーバースキャンについて

○荒川 真琴¹⁾

田浦 将明¹⁾ 高橋 憲太郎¹⁾ 飛田 英輝²⁾ 伊藤 道明²⁾

千葉 浩生¹⁾

東北医科薬科大学病院 放射線部¹⁾

東北医科薬科大学 若林病院 放射線科²⁾

【目的】

CT 装置において、位置決め画像撮影時に予備動作による寝台移動がある装置とない装置がある。本スキャンにおけるオーバースキャンがあることはすでに知られているが、位置決め画像撮影時にもオーバースキャンがあるのではないかと考え、今回検討を行った。

【方法】

今回使用した CT 装置は Aquilion ONE ViSION Edition, Aquilion Prime SP, Aquilion 64 (いずれも Canon 社製) の 3 台と SOMATOM Emotion 16 (SIEMENS 社製) である。なお、Canon 社製の 3 台は撮影前の予備動作による寝台移動が 5 cm ほどがあるが、Emotion 16 にはない。オーバースキャンについて、今回は線量と距離の計測をした。線量の測定は Accu-Gold 2 を使用し、計算方法は、ある撮影範囲における線量 (①) とその 2 倍の撮影範囲における線量 (②) より、①の 2 倍した値と②との差をオーバースキャンの線量とした。距離の計測は IP を使用し、Image J で計測を行った。

【結果】

オーバースキャンの線量について、Canon 社製の 3 台ではおおむね同程度であったが、Emotion 16 については Canon 社製の 3 台よりも高い値となった。距離については、Canon 社製の 3 台は寝台移動が 5 cm に対して IP 上ではオーバースキャンは 1cm 程度であった。

【結語】

位置決め画像撮影時のオーバースキャンについて、各装置の特性の違いを把握することができた。

17. 被ばく低減に向けた位置決め撮影条件の検討

○小林 潤子

成瀬 隆

篠田総合病院 放射線科

【目的】

当院では、位置決め画像を基に管電流を制御する方式 (Volume EC) で本スキャンの撮影条件を決めている。位置決め撮影の条件はデフォルトのまま使われている施設が多い中、最近では位置決め条件の被ばく線量について考慮する研究報告もされてきた。腹部撮影時において位置決め撮影条件が本スキャンに与える影響を調べ、スキャン撮影の被ばく低減が可能であるか検討した。

【方法】

Canon 製 Aquilion64 にて人体ファントムにて位置決め撮影、本スキャンを Volume EC にてそれぞれ 3 回撮影した。撮影条件は位置決め撮影条件は管電圧 80, 100, 120 kV, 管電流は 10~50mA とした。本スキャン条件は管電圧 120kV, CT-AEC の設定は SD10(5mm 厚)とし管電流は最

小 50mA 最大 500mA とした。ガントリ回転速度は 0.5sec/rot とした。DLP の平均値と、ファントム橋円部のスライス画像にて SD 平均値、SD 値のバラツキ(標準偏差)を算出する。

【結果】

DLP は 120kV の 10mA と 50mA が最高値となり、120 kV 群 100 kV 群 80 kV 群の順で低くなった。SD は管電圧 120 kV が 80, 100 kV と比べ低値だった。SD 値のバラツキでは 120 kV において 10mA が高値でありバラツキがあることがわかった。120 kV20mA から 50mA で低値だった。

【考察】

位置決め撮影条件の違いにより本スキャンの DLP と SD 値、SD 値のバラツキに影響が出ることが確認できた。人体ファントムによる定量評価の実験の結果、当院ではスキャン条件をデフォルト 120 kV50mA から 120 kV20mA に下げた撮影を行っている。

18. 位置決め画像の撮影条件が CT-AEC に与える影響

○棚田 丈雄

佐藤 俊光 齋藤 暢利 鈴木 幸司

山形大学医学部附属病院 放射線部

【目的】

位置決め画像の撮影条件が、その後撮影する CT スキャンの CT-AEC に及ぼす影響について検討を行った。

【使用機器】

CT 装置はキヤノンメディカルシステムズ社製 Aquilion Prime SP (以下、Prime SP), Aquilion ONE Vision Edition (以下、ONE)。ファントムは直径 180mm, 240mm, 320mm の円柱水ファントムを使用した。

【方法】

水ファントムを空中に固定し、位置決め画像を撮影した後、CT スキャンを行った。位置決め画像の撮影条件は管電圧 80kV, 100kV, 120kV, 135kV, 管電流 10mA から 50mA, 撮影範囲はファントムをすべて含めた。位置決め画像の撮影後の CT スキャンの撮影条件は管電圧 120kV, 収集スライス厚 80 列×0.5mm, ヘリカルピッチ 51, ガントリ回転速度 1.0sec/rot とした。

CT-AEC の設定は SD15(5 mm), 最小管電流 10mA, 最大管電流 350mA とした。FOV は直径 180mm 水ファントムで 240mm, 直径 240mm および 320mm 水ファントムで 400mm とした。ファントムの中央部分 150mm の範囲をスキャンし、mAs 値にて評価した。

【結果】

直径 180mm 水ファントムにおいて、Prime SP では位置決め画像すべての条件で後の CT スキャンではすべて一定の mAs 値であった。ONE では 80kV 15mA 以下で mAs 値の低下がみられたが、その他の条件では一定の mAs 値であった。

直径 240mm 水ファントムにおいて、Prime SP では位置決め画像のすべての条件で後の CT スキャンではすべて一定の mAs 値であった。ONE においては 80kV では 25mA 以下、100kV では 10mA 以下で mAs 値の低下がみられたが、その他の条件では一定の mAs 値であった。

直径 320mm 水ファントムにおいて、Prime SP では位置決め画像のすべての条件で後の CT スキャンの mAs 値はほぼ一定であった。ONE においては 80kV では 35mA 以下、100kV では 15mA 以下、120kV では 10mA 以下で mAs 値の低下がみられたが、その他の条件では一定の mAs 値であった。

【結語】

位置決め画像の撮影条件によっては、その後撮影する CT スキャンの CT-AEC に及ぼす影響があることが示唆された。

19. 線量管理システムにおける CT 検査の実効線量の検証

○長 和弘

佐々木 雄樹

新潟県立がんセンター新潟病院 中央放射線部

【目的】

2020 年 4 月から医療法施行規則の一部が改正され、その指針の中で医療被ばくに対する患者への説明対応が盛り込まれる見通しである。それに伴い CT 検査では、DLP や CTDIvol の値だけでなく、実効線量が重要になると考える。当院では線量管理システム「Dose Watch」が導入され、検査単位での実効線量が自動で表示することが可能となった。そこで今回、Dose Watch の実効線量と線量計算ソフト「WAZA-ARI」で計算した実効線量の値を調べ、両者の差を検証した。

【方法】

Dose Watch から自動で表示される実効線量と、線量計算ソフト WAZA-ARI を利用して求めた実効線量をそれぞれ比較した。検証した検査は、胸部 1 相 (デフォルトで換算係数が設定) と胸腹骨盤 1 相 (ユーザーでカスタム設

定) で、標準体型 (50kg~60kg) の症例をそれぞれ無作為に 10 人抽出し実効線量を求めた。WAZA-ARI では、撮影条件や範囲等が同一となるように設定して計算を行った。

【結果】

胸部 1 相の Dose Watch の実効線量の平均値は 6.22 mSv であり、WAZA-ARI の実効線量の平均値は 6.98 mSv であった。このときの標準相関係数 $r=0.9351$ で、t 検定による p 値は 0.335 となった。胸腹骨盤 1 相の Dose Watch の実効線量の平均値は 13.66 mSv であり、WAZA-ARI の実効線量の平均値は 14.80 mSv であった。このときの標準相関係数 $r=0.8980$ で、t 検定による p 値は 0.334 となった。また胸部 1 相での実効線量の差の標準偏差は 0.627 だったのに対し、胸腹骨盤 1 相の標準偏差は 1.147 であった。これらの結果から胸部 1 相と胸腹骨盤 1 相の検査において、Dose Watch と WAZA-ARI の実効線量の間に、正の相関関係があることが示唆された。

【考察】

Dose Watch で表示される実効線量と WAZA-ARI の実効線量の値で、大きな差がなく同様な傾向があることが分かった。このことから Dose Watch と WAZA-ARI で同等の測定性能を持つシステムとして使用できる可能性が示唆された。

20. 線量管理システムによる臓器線量の比較検討

○佐々木 光一

木村 魁 廣田 靖之 太田 佳孝 村中 健太

岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【背景・目的】

近年、医療被曝の管理が必要とされており、管理のための指針が示されてきた。それに伴い、どの施設でも線量管理が必要である。線量管理システムによって臓器線量をモンテカルロシミュレーションにより算出する機能を持っている。同システムを当院にて導入運用を開始したが、同一患者で患者被曝線量評価システムと比較してみると、同じ値にはならないケースを経験した。

今回両システムの特性を検証するため後方視的に臓器線量の計算結果を比較した。

【使用機器】

線量管理システム Radimetrics (パイエル薬品株式会社)

患者被曝線量評価システム WAZA-ARiv2(量子科学技術研究開発機構)

LightSpeed VCT(GE ヘルスケア)

ランドファントム

【方法】

頭部 CT 撮影を調査対象とした。対象臓器は水晶体、甲状腺、脳実質、唾液腺とした。

2018 年 5 月~2019 年 6 月の臨床データ 86 例(男性 48 例, 女性 38 例)を対象に Radimetrics と WAZA-ARI 双方で対象臓器線量を算出し、その結果を比較した。

また、各システムの特性を検証するためランドファントムにて AEC の有無または体位変更して撮影した場合の対象臓器線量を双方で比較した。

【結果】

Radimetrics と WAZA-ARI の結果を比較したところ、脳実質では大きな違いは認めなかった。しかし甲状腺、唾液腺、水晶体では両者に差を認めた。Radimetrics は WAZA-ARI と比較して平均値は高く、標準偏差は小さい傾向にあった。

また、両者電流一定で体位変更した場合では臓器線量に変化がなかった。各体位変更による AEC 変化と各臓器線量の増減の傾向は DICOM - Tag の電流値を基準に比較した場合 Radimetrics では傾向が一致したが WAZA-ARI では傾向が異なっていた。

10月26日(土) 10:00~10:50

第3会場 会議室2

セッション5 放射線治療1 品質管理・品質保証

座長：山澤 喜文

21. シミュレーション CT に起因する誤差に関する県内多施設間評価

○梅津 修

大坂 暁胤

新潟県立中央病院 放射線科

【目的】

本検証は CTtoED 曲線に由来する線量の不確かさを確認することを目的とする。

【方法】

検証 1, 各施設における CTtoED 曲線の取得状況を確認し、取得時と同様のプロトコルにて CatPhan を撮像することによって施設間における差の変化を確

認する。

検証2, スライス厚, 管電圧等プロトコルの変化によって発生する HU の違いが線量に及ぼす影響を確認する。線量の算出は5?物体が10cm 深に存在する水ファントムを計画装置上にて作成し, 物体の密度を変化させることによって行った。

検証3, 当院における故障時の CTtoED 曲線より検証2と同様に線量を算出し, 発生しうる誤差について確認した。

【結果】

①各施設における導入時の CTtoED 曲線を比較し, 各モジュールについて誤差を求めると H2O インサートである RED 1 にて -6.5 ± 10.8 HU, 骨等価となる RED1.5 付近にて 864.1 ± 66.8 HU, Lung 等価となる RED 0.3 付近にて -706.4 ± 33.6 HU となった Catphan にて取得した値をグラフにて示す。各モジュールの値は RED 1 にて 0.2 ± 2.8 HU, RED1.5 付近にて 500.6 ± 27.1 HU, RED 0.3 付近にて -707.9 ± 18.5 HU となった。その他のモジュールについても同様に確認すると高密度であるテロンモジュールで 965 ± 37.2 HU となっていた。②Slice 厚を 1 mm 2 mm 3 mm と変化させた場合また FOV を変化させた場合の CTtoED 曲線を示す。RED 1 付近では -6.5 ± 6.7 HU, RED1.5 付近にて 819.4 ± 57.3 HU, RED 0.3 付近にて -684 ± 44.0 HU となり低密度領域並びに高密度領域において HU の幅が増加する傾向にあった。それぞれを線量にて比較すると最大で 0.5% の差を生じた③高電圧の発生エラーは最大で 0.5% の誤差を生じた。

22. モニタ線量チェックツールを用いた線量測定簡便化の検討

○横山 昂生

小原 秀樹 駒井 史雄 成田 将崇

弘前大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

【目的】

当院における医療用直線加速器 (ライナック) の立ち上げでは, 指頭形電離箱線量計と水等価固体ファントムを用いて X 線の線量測定を行っている。

本研究では, 立ち上げ時の線量測定の簡便化を目的に, モニタ線量チェックツールである Linaccheck の線量特性及び線量測定のプロトコルについて検討する。

【方法】

I. Linaccheck の線量特性

①短期間の再現性と直線性

6, 10MV (DoseRate 400MU/min, Field size 10×10 cm²) の X 線において, 50 から 200MU まで 10MU ずつ変化させて Linaccheck に照射して測定を行う。この際線源から Linaccheck 表面までの距離を 100cm (アイソセンター) とする。

②長期間の再現性と直線性

6, 10MV の X 線において, 約 4 か月間にわたってライナックの出力に対する Linaccheck と指頭型電離箱線量計との測定値の相関を取り検討を行う。

II. 線量測定のプロトコルの検討

現在当院で行っているライナックの立ち上げ時の線量測定には約 20 分要する。Linaccheck を用いることで朝の立ち上げ作業を短縮することが可能であると考えられる。その妥当性および所要時間に関して検討する。

【結果】

Linaccheck の短期間の再現性, 直線性は 50 から 200MU の範囲で良好であった。また, 長期間の再現性と直線性も指頭型電離箱線量計と比較し良好であった。また Linaccheck を使用することで立ち上げ時の線量測定に要する時間が 2/3 程に短縮が可能であった。以上から, 指頭型電離箱線量計の代用として, Linaccheck の有用性を示せた。しかし Linaccheck は線量の表示方法が相対値のみに限られるため, 月 1 回はモニタ線量計校正用水ファントムを用いて線量測定を行うのが望ましいと考えられる。

23. 外部放射線治療装置の出力傾向とモニタ線量計の経時的感度変化の検証

○菅原 康紘

JA 秋田厚生連 由利組合総合病院 放射線科

【目的】

外部放射線治療装置に備わっているモニタ線量計は, X 線出力 (使用時間) による経時的な感度変化が報告されている。

放射線治療装置導入後 8 年間の X 線の出力傾向より, 短期および長期的な出力の挙動とモニタ線量計の経時的感度変化を検証する。

【方法】

2011 年 4 月から 2019 年 3 月までの過去 8 年間の, モニタ線量計の校正および X 線出力の調整履歴より, 放射線治療装置の出力傾向とモニタ線量計の感度変化を検証する。

X 線のエネルギーは, 4MV と 10MV を比較検証する。

【結果】

過去 8 年間のモニタ線量計の校正および X 線出力の調整履歴より, 出力の挙動は, 短期的には上下動を繰り返し, 長期的には上昇傾向であった。

モニタ線量計校正による出力線量の調整幅は, 4MV X 線で最大 1.21%, 10MV X 線で最大 1.76%, 累積出力線量調整幅は, 4MV X 線で 3.95%, 10MV X 線で 5.76% であった。また, 4MV X 線と 10MV X 線の二つビームの出力の挙動には, 強い相関が示された。

24. リニアックの幾何学的アイソセンタと 2D 及び CBCT 画像中心の精度確認の自動化

○伊藤 旭

小笠原 誠 菅 尚明 鈴木 和宏 大黒 紘祐 石田 俊太郎

阿部 圭馬

宮城県立がんセンター 放射線治療品質管理室

【背景】

当センターにおけるリニアックの毎月の画像系品質管理として, 幾何学的アイソセンタと各画像系の中心精度を評価している。2D 画像が 8 枚, CBCT 画像が 1 セットを解析することになり, 計測に時間がかかり, 解析者間で結果がばらついてきた。また画像中心を対象に解析するソフトウェアは意外と少なく, 当センターは所有していない。

【目的】

リニアックで取得した 2D 画像と CBCT 画像の画像中心とリニアックの幾何学的アイソセンタの差を自動で解析するスクリプトを作成し, マニュアル計測との差を検討した。

【方法】

リニアックは TrueBeam (Varian Medical Systems) を用いて, WinstonLutz 治具のタングステン球直径 5mm (BrainLAB) を位置決めレーザに合うように設置して, MV, kV, CBCT 画像を SDD150cm で取得した。取得画像は kV, MV ともにガントリ角度 0, 90, 180, 270 度, CBCT はスライス厚 1mm で取得した。撮像条件は日常的に品質管理で使用しているものとした。MATLAB (MathWorks) を用いて各画像のタングステン球重心と画像中心の差を算出するスクリプトを作成し, マニュアル計測と比較した。また解析にかかる時間も比較した。マニュアル計測は普段から品質管理業務に当たっている放射線技師 6 名とした。

【結果・考察】

マニュアル計測では R-L/A-P/S-I の平均値が kV で -0.07 mm/ -0.18 mm/ -0.31 mm, MV で -0.12 mm/ -0.08 mm/ -0.29 mm, CBCT で -0.21 mm/ -0.16 mm/ -0.18 mm, 解析時間は平均 12 分であった。

スクリプトによる解析では kV で -0.08 mm/ -0.17 mm/ -0.4 mm, MV で -0.1 mm/ -0.1 mm/ -0.38 mm, CBCT で -0.13 mm/ -0.14 mm/ -0.27 mm, 時間は 1 分であった。データ転送にかかる時間を加えても 3 分程度で終わることができた。3 方向の変位量は各画像においても同程度であり, マニュアル計測とスクリプト解析でも近い値であった。

【結論】

2D 画像と CBCT 画像の画像中心と幾何学的アイソセンタの差を自動で解析するスクリプトを作成することで, 再現性が高く迅速な解析ができるようになった。

25. 自作プログラムを用いた VMAT 精度管理

○坂井 達矢¹⁾

坂井 裕則¹⁾ 岡 哲也¹⁾ 山田 巧¹⁾ 比護 祐介¹⁾ 多賀 貴俊¹⁾

棚邊 哲史²⁾ 中野 永²⁾ 宇都宮 悟³⁾

新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門¹⁾

新潟大学医歯学総合病院 放射線治療科²⁾

新潟大学大学院保健学研究科 放射線技術科学専攻³⁾

【目的】

VMAT はガントリ回転中に線量率, ガントリ速度, MLC の位置を連続的に変化させることで, 線量分布を形成する。VMAT のような高精度な放射線治療を安全に遂行するためには, リニアックの品質保証が必要不可欠である。従来の IMRT と比較して, VMAT 特有のガントリ回転中の線量率, ガントリ速度, そして MLC 位置精度の統合的な品質保証が必要となるが, 施設ごとに精度管理方法を構築し, 評価しなければならない。本研究は当院における VMAT の精度管理方法を提案し, その精度管理評価を報告する。

【方法】

Varian から提供された VMAT コミッションング試験用の QC テンプレートは, ガントリ回転方向と MLC の移動方向が片側のみである。本研究では, Dicom Edit を使用して試験を追加し, MATLAB を用いて自作のプログラムによる解析を行った。検出器は EPID (aS1000, Varian) を使用した。ガントリ回転中の

DMLC 位置精度試験では、スリットフェンス試験により評価した。ガントリ回転方向は CC と CCW とした。1 mm のギャップ幅を保ちながら 10 本のスリットを取得し、各スリットの許容値を 1 mm 以内とした。ガントリ回転中の線量率とガントリ速度試験では、線量率とガントリ速度を変化させ、短冊状の照射野を移動させ一定の MU 値を照射することで 7 つの照射野を取得した。ガントリ回転中の MLC リーフ速度試験では、MLC 速度を変化させ 4 つの照射野を取得した。線量率とガントリ速度試験、MLC 速度試験のいずれも、ガントリ回転方向は CC と CCW、MLC の位置を LR と RL とし、計 4 パターンの試験を作成し、各照射野の強度の均一性を評価し許容値を ±2% とした。

【結果】

VMAT 動作中の MLC 位置精度を評価するスリットフェンス試験では各スリットで許容値である 1 mm 以内となった。また VMAT 動作中の線量率とガントリ速度の試験、MLC リーフ速度の試験では、全ての条件において、各照射野の許容値である ±2% 以内となった。

【結論】

当院における VMAT の精度管理方法を提案し、自作のプログラムを用いた精度管理の評価を報告した。

10月26日(土) 13:00~13:50

第3会場 会議室2

セッション6 乳腺

座長：千葉 陽子

26. 直接変換型及び間接変換型 FPD マンモグラフィ装置における品質管理評価の比較

○八島 幸子^{1) 2)}

板垣 朋子¹⁾ 夏堀 亮子¹⁾ 上路 麻美¹⁾ 渡邊 紀久子¹⁾

三戸 麻莉菜¹⁾ 湯田 千紘 千田 浩一²⁾ 大友 義孝¹⁾

宮城県対がん協会 放射線課¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科²⁾

【目的】

当協会において、マンモグラフィ検診車の更新に伴い、直接変換型 FPD マンモグラフィ装置が導入された。品質管理測定において間接変換型 FPD 装置との比較検討を行う機会を得たので報告する。

【方法】

使用装置は直接変換型が Canon Pe・ru・ru2 台 (ピクセルサイズ 85 μ m)、間接変換型が GE Senographe Essential-e2 台 (ピクセルサイズ 100 μ m) である。直接変換型の撮影条件は Density \pm 0 と Density -2 にて、間接変換型の撮影条件は Standard にて、測定を行った。CNR, SCTF, ダイナミックレンジについて、評価の比較を行った。

【結果】

CNR において、直接変換型装置での撮影条件 Density \pm 0 と間接変換型装置ではほぼ同等の値を示し、直接変換型装置での撮影条件 Density -2 にて若干低い値を示した。SCTF において、直接変換型 Density -2 > 直接変換型 Density \pm 0 > 間接変換型の順に評価が低い値を示した。ダイナミックレンジにおける評価は、間接変換型 > 直接変換型 Density -2 > 直接変換型 Density \pm 0 の順に低くなった。

【考察】

SCTF の評価はピクセルサイズを反映したものと思われた。直接変換型装置では Density \pm 0 と -2 を比較して、CNR は \pm 0 の方が高い値を示したが、SCTF とダイナミックレンジの評価は -2 の方が高く、撮影条件は -2 の方が適していると考えられた。

27. マンモグラフィ装置における Intelligent AEC の性能評価と位置依存性の検討

○狩野 麻名美

市立函館病院 中央放射線部技術科

【目的】

マンモグラフィ装置には、あらゆる乳腺量に対応した適正な線量が出力できるよう自動露出機構が備えられている。プレ照射の画像情報から撮影条件を決定する自動露出機構(Intelligent auto exposure control: Intelligent AEC)では、複雑な処理により曝射線量を決定する。本研究では、この機構が検出部のどの領域においても局所的高濃度部位に対応して正常に機能し、安定した画質が提供できるかについて検討を行った。

【方法】

撮像条件は、臨床で使用する OPDOSE モードを使用した。AEC の基本性能を評価するため、検出器全体を覆うような 1 枚 10 mm 厚の矩形ファントム 3 枚 (260 mm \times 320 mm) と 1 枚 2 mm 厚のミニ PMMA プレート (20 mm \times 40 mm) を用いて局所的高濃度領域 (Local Dence Area: LDA) 試験を行った。ミニ PMMA プレートは 2~14mm まで変化させ、関心領域の SNR にて評価した。

AEC の位置依存性については LDA 試験を応用して二か所にミニ PMMA プレートを配置し一か所の位置とミニ PMMA プレートの枚数は固定、一か所の位置とミニ PMMA プレートの枚数を変化させ AEC 作動領域と SNR について評価を行った。

【結果】AEC 基本性能評価における LDA 試験では、ミニ PMMA プレートが 12mm で SNR の偏差が 10% と大きくなった。しかし、すべてのミニ PMMA プレート厚で偏差は 20% 以内となった。また、ミニ PMMA プレートを二か所に配置したときすべての位置における AEC 作動領域はミニ PMMA プレートの枚数の多い領域となった。このときの SNR や曝射線量に位置依存性はなかった。

【結論】

Intelligent AEC では、あらゆる位置・濃度において正確に高濃度領域を特定し、EUREF4th 基準内の SNR が担保される線量を出力していることが分かった。

28. デジタルマンモグラフィのソフトコピーにおける画像評価用乳房ファントムの画質指標値による画像評価

○伊藤 美保¹⁾

斎藤 慶子¹⁾ 伊藤 真理²⁾ 今野 祐治²⁾ 鈴木 隆二²⁾

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部¹⁾

小国町立病院 放射線科²⁾

【目的】

画像評価用乳房ファントム画像の視覚評価結果は、観察者間により変動があることが知られている。今研究では、ファントム画像の試料ごとに算出した画質指標値により客観的な評価が可能か検討した。

【方法】

ファントムの撮影は管電圧 (28 kV) と Target/Filter(W/Rh) を固定し、mAs 値は 25, 50, 71, 100, 140, 200, 250 の 7 条件で 7 画像ずつ撮影する。またテンプレート画像として 28 kV, W/Rh, 600mAs の画像を用意する。画質指標値はテンプレート画像に描出された試料の辺縁を ROI で囲み、Detail とする。Detail の周辺に Detail とほぼ等しい面積となるように ROI をとり、バックグラウンドとする。Detail とバックグラウンドの信号値から繊維試料と腫瘍試料については CNR、石灰化試料は分散の比を求めて、画質指標値とする。画質指標値の統計学的解析を行い、画質指標値が線量の上昇による画質の変化を捉えることができるか検討する。また、それぞれの撮影条件において画像を 1 枚選び、5 人の観察者により視覚評価を行う。ファントム画像の試料ごとに算出した画質指標値と視覚評価の平均スコアについて相関分析を行い、画質指標値と視覚評価結果の関係を検証する。

【結果】

繊維、石灰化、腫瘍の全ての画質指標値は、線量の増加により有意に向上した。また、画質指標値は視覚評価の平均スコアと正の相関が認められた。【結論】画質指標値は客観的な評価が可能であるといえる。今研究では、ファントムの位置を固定し全画像の取得を行ったので、ROI の位置は同一であった。日常管理ではファントムの位置が変化することも考えられるので、それに応じた適切な ROI の設定が重要となり、今後の課題である。

29. 乳房 X 線撮影システム画質評価用ファントムにおける画質指標測定自動化

○今野 祐治¹⁾

鈴木 隆二¹⁾ 伊藤 真理¹⁾ 伊藤 美保²⁾

小国町立病院 放射線科¹⁾

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部²⁾

【目的】

乳房 X 線撮影システム画質評価用ファントムの視覚評価の結果には主観的な変動が観られることが報告されている。客観的な評価方法には画質指標の測定があるが、関心領域の設定にも主観的な変動が含まれることが想定される。そこで、ImageJ を用いてファントムの位置認識と傾き補正、関心領域の配置を行うマクロを作成し、再現性の良い画質指標の測定が可能か検討を行った。

【方法】

ファントムには ACR156 ファントムを用いた。ファントムの位置認識にはテンプレートマッチング法を用いた。テンプレートマッチング法は入力画像とテンプレート画像の類似度を求めていき、最も類似する位置を算出する処理である。入力画像はファントムの位置と傾きを変えて 30 枚の画像を取得した。テンプレート画像はファントムの位置を固定して 10 枚撮影し、ImageJ で加算平均模擬試料が含まれるワックス部を切り取り、取得した。テンプレート画像を回転させながらテンプレートマッチングを行い、最も類似度が良くなる角度を算出した。その角度を用いて入力画像中の模擬試料の座標を算出し、試料部とバックグラウンドとしてその周辺に面積がほぼ等しくなるように関心領域を配置し画素値の測定を行った。測定した画素値から、線維と腫瘍ではコントラストノイズ比、石灰化では分散

比を算出し、その変動係数を算出した。

【結果】

変動係数は線維 1~4 番, 石灰化 7~11 番, 腫瘍 12~15 番において 10%以下, 繊維 5,6 番と腫瘍 16 番において 10%より大きくなった。

【まとめ】

線維と腫瘍では、直径や厚さが小さくなるほど変動係数が大きくなり測定の再現性が低下した。石灰化と腫瘍では日本乳がん検診精度管理中央機構が定める判定基準となる直径と厚さにおいて安定した測定が行えたと考えるが、線維では変動係数が大きくなったため、今後は視覚評価の結果との相関を検討していきたい。

30. デジタルマンモグラフィ装置のバージョンアップ評価

○伊藤 真理

今野 祐治 鈴木 隆二

山形県小国町立病院 放射線科

【背景および目的】

当院では、デジタルマンモグラフィ装置（富士フィルム社製 AMULET Innovality）の付属ワークステーション（FDR-3000AWS）を Ver.6.0（従来）から Ver.7.0（新）へとバージョンアップを行い、乳房全体を乳房厚や乳腺量に応じて高コントラストに描出するための新画像処理に変更された。さらに低線量でも、乳腺や石灰化を強調しノイズを低減することで、高画質化が期待される微細構造鮮明化処理（FSC）も搭載された。本研究では、今回のバージョンアップ前後での画質の変化、および撮影条件の検討を行った。

【方法】

サイズの異なる模擬病変（線維・石灰化・腫瘍）を内蔵した TORMAM ファントムと D 型の PMMA35mm を組み合わせて被写体とし、圧迫板の高さを 50mm に設定した。撮影条件を、N（標準）モード相当：29kV, 110mAs と H（高画質）モード相当：29kV, 160mAs として、従来バージョンでは H モードのみ、新バージョンでは N モードで FSC on と off, H モードで FSC on と off の 5 パターンを、それぞれ 10 画像ずつ撮影した。画質は、自動解析ソフト AutoPIA で算出した画質指標値で評価した。

【結果】

すべての模擬病変において、新バージョンでの画質指標値は N モードと H モードのどちらも、従来バージョンと比較して向上した。また、FSC を追加することで画質指標値はさらに向上した。N モードでの撮影は H モードでの撮影と比較して約 30%の線量低減ができた。

【結論】

今回のバージョンアップは高画質化に有用であり、さらに低線量化も可能であることが示唆された。撮影条件は、従来バージョンの H モードから新バージョンの N モードへの変更可能であると考えられる。

10月26日（土） 13:50~14:40

第3会場 会議室2

セッション7 MRI 検査1 画像・画質評価

座長：工藤 敬幸

31. 圧縮センシング 2D-T2WI における SSIM 指標を用いた客観的画質評価の有用性

○山岸 直人

田頭 豊 森 隆一 佐々木 博信 伊藤 大輔 山中 一臣

永坂 竜男

東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】

圧縮センシング（Compressed Sensing：CS）を用いた MRI 撮像は、大きな画質劣化なく高速化が可能であるとされている。一方、CS-MRI においてユーザーが設定できるパラメータは探求的に決定されているのが現状である。本研究では、構造的類似性（Structural similarity index：SSIM 値）という画質指標が CS-MRI の至適パラメータの決定に有用であったので報告する。

【方法】

約 3%濃度の寒天を封入したペットボトル 3 本の周囲を約 1%濃度の寒天で覆ったファントムを自作した。これを Vantage Titan 3T（Canon Medical Systems 社）を使用し、通常臨床で使用している頭部撮像シーケンスと、パラメータ（加速係数 Acceleration Factor, 正則化係数 Regularization Factor）をそれぞれ変化させた CS シーケンスで 2D-T2WI を撮像した。ペットボトルの形状を利用し、複数の構造パターンの画像を得た。通常シーケンスの 2D-T2WI を基準画像とし、CS シーケンスの各画像との SSIM 値を算出した。解析には ImageJ ver.1.51k（NIH）を用いた。

【結果】

いずれの加速係数においても、特定の正則化係数との組み合わせにより SSIM 値は極大点を示した。各加速係数の SSIM 最大値を比較すると、低い加速

係数ほど SSIM はより高い評価を示し、加速係数の増加に伴い低評価となった。SSIM の最大値を与える正則化係数は、加速係数の増加に伴い高くなる傾向にあった。単純な構造のスライスでは、複雑な構造の場合に比して SSIM の最大値を与える正則化係数は低い値へ移行した。

【まとめ】

CS-MRI の画質は被写体構造に左右されることが示唆された。従って、単純構造のファントム実験で評価したパラメータを臨床に適用することはできない。正則化係数の設定によっては、より大きい加速係数の撮像よりも画質が劣化する場合がある。SSIM 指標は CS-MRI のパラメータ決定において画質の極大点を検出する有用なツールである。

32. Iterative Noise Reduction method を用いた薄スライス厚 DWI 画像の基礎的検討

○佐々木 祐輔

三上 由美子 佐藤 裕一 目時 毅 平田 洋介 村中 健太

岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【目的】

当院の急患で頭部 MRI 検査をする際、画像スライス厚は 6mm で撮像している。脳梗塞など画像上で判断つかない場合、DWI 画像のスライス厚を 3mm で追加撮像している。スライス厚を薄くすると、信号は低減し、ノイズが増え結果として Signal to Noise ratio(SNR)が低下してしまうため加算回数を増やして撮像している。今回、当院では Iterative Noise Reduction(INR)が使用できるようになりノイズ低減が可能になった。DWI 画像において、薄いスライス厚で INR の有無による影響を検討した。

【方法】

HITACHI 社製 3T 装置, 32ch Head コイルを用い、ファントムにおける PI 有り（Reduction factor 2）画像において、INR を使用した場合と使用しない場合で、スライス厚を変え比較した。隣接ピクセル差分法により SNR を測定するため、ImageJ を用いて各画像を縦、横、斜めに 1 pixel ずつずらした 3 枚の画像を作成した。元画像から Signal Intensity(SI)を、作成した画像を元画像から差分してできた各画像から Standard deviation(SD)をそれぞれ測定した。

【結果】

スライス厚を薄くすると、ノイズが増え SNR が低下した。INR を使用しない場合に比べ、INR を使用することによりノイズが低減し、SNR を維持できた。

【考察】

薄スライス厚画像において INR を使用することで、ノイズが低減され、SNR を維持できた。従来薄スライス厚で撮像する際、SNR を向上させるために加算回数を増やす必要があり検査時間が増加していたが、INR を併用することにより加算回数を増やさず、従来撮像していた厚いスライス厚画像の撮像時間と同等の時間で、薄スライス厚画像の撮像が可能と考えられる。

33. k-space trajectory が分割息止め併用 3D T1WI 撮像に与える影響

○台丸谷 卓真

大谷 雄彦 大湯 和彦 鈴木 将志 阿倍 健 山子 美岬

船戸 陽平 成田 将崇

弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

【目的】

肝腫瘍において、EOB・ブリエビスト検査での肝細胞相が有用である。多断面からの観察が必須である。水平断での撮像において息止めを分割にする方法が提案されているが、息止めによる位置ずれの影響が懸念される。今回、k-space trajectory の違いが分割撮像に与える影響を検討した。

【方法】

使用装置は Signa HDxt 1.5T Ver.23（GE 社）、コイルは 8ch Torso coil を使用した。分割数はなしと 2, 3 とし、k-space trajectory は sequential, centric, elliptical centric（以下 SEQ, CENT, EC）の 3 種類とした。各分割回数とも 1 回あたりの撮像時間を 15 秒前後になるよう調整した。①コントラストの変化は、ファントムに水と希釈造影剤を用い、水に対する各希釈造影剤のコントラストを算出した。②アーチファクトの評価は、直径 18cm の硫酸銅ファントムを用い、分割間のファントム移動距離を 0, 0.5, 1.0, 1.5cm とした。移動の有無でサブトラクションし、プロファイルカーブで評価した。

【結果・考察】

①について、2 分割の SEQ のみでコントラストが低下したが、他は大きな変化はなかった。②について、すべての移動距離において SEQ でアーチファクトが目立った。移動距離 1.5cm においては EC でのアーチファクトが最も少なかった。SEQ では k-space 中心を埋めている時点でスキャンが分割されたために影響

が現れたと考えられる。EC は centric-centric 方式で k-space を埋めるため、CENT と比較してより早いタイミングで k-space 中心を埋めることができ、アーチファクトが最も少ない結果になったと考えられる。

34. 脂肪抑制法の違いによる画像コントラストの検討

○板垣 典子

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部

【目的】

MRI 検査において脂肪抑制技術は病変を検出するためには必須の技術であるが、その抑制法には様々な手法が存在する。抑制法の違いによって、水と数種類の試料にコントラストの違いが生じるかを検証した。

【方法】

精製水、オリーブ油、卵黄、卵白、500 倍希釈 Gadobutrol 溶液、1000 倍希釈 Gadobutrol 溶液、47%乳脂肪含有生クリームをそれぞれ封入したパラボットを PVA ゲルが充填された容器内に設置したファントムを作成した。作成されたファントムをガントリーコイル (SIEMENS 社製 MRI 1.5TMRIMAGNETOM Avanto fit) の中心に設置し、T1 強調 SE 法 (Dixon 法は TSE)、T2 強調 TSE 法についてそれぞれ脂肪抑制法 (chess 法、SPAIR 法、Dixon 法) を変えて撮像した。得られた画像から信号値を測定し、精製水とのコントラストを比較検討した。

【結果】

精製水と各種試料とのコントラストは、脂肪抑制法の手法によって違いが生じた。

35. Phase Contrast cine MRI の流量測定に対する ROI と収集マトリクス数の影響

○高見澤 水穂

近藤 達也 金沢 勉 齊藤 宏明 八木 悠太

新潟大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻

【目的】

Phase Contrast (PC) 法から流速が得られ、流速と面積から求められる流量は心房中隔欠損 (ASD: Atrial septal defect) など短絡性心疾患の診断に利用される。しかし、Region of Interest (ROI) の設定方法や撮像パラメータによる流量値への影響はよく知られていない。本研究では定常流ファントムを用いて、PC 法における撮像時の ROI の設定と収集マトリクス数が流量値に与える影響を検討した。

【方法】

装置は Philips Ingenia 1.5T、ファントムはフヨー社製脈流循環型水ファントム HB-1 を使用し、内径 6 mm のアクリルチューブに水を流して撮像した。1 分間の流出量を 2 回測定し、平均値を実測値とした。2D cine PC 法で、収集マトリクス数とスライス厚を変化させて撮像を行った。位相画像と強度画像上でそれぞれ高輝度域に合わせて円形 ROI を設定し、位相画像から ROI 内の面積と平均流速、流量を求め、それぞれを比較した。また、ROI の大きさをファントムの内径である 6 mm に設定し、平均流速と流量を求め比較した。

【結果】

ROI を位相画像上で高輝度域に設定したとき、収集マトリクス数を少なくすると ROI の面積は増加し、平均流速は小さく、流量値は大きくなる傾向であった。また、ROI を強度画像上の高輝度域に設定したとき、ROI の面積、平均流速、流量値は ROI を位相画像の高輝度域に設定したときと同様の傾向を示した。この傾向は位相画像上で ROI を設定したほうが顕著であり、収集マトリクス数が少なくなるほど実測値との差が大きくなった。ROI の大きさをファントムのチューブ径に合わせたとき、Signal to Noise Ratio (SNR) が低下しても流量値は実測値と同程度であり、収集マトリクス数を少なくしても流量値はやや増加傾向であるが実測値に近い値を示した。

10月26日(土) 10:00~10:50

第4会場 会議室3

セッション8 血管撮影1 基礎技術

座長: 芳賀 喜裕

36. 炭酸ガス DSA における管電圧と視野サイズの違いが術者立ち位置の空間線量率に及ぼす影響

○角田 和也¹⁾

矢部 重徳¹⁾ 池田 正光¹⁾ 阿部 郁明¹⁾ 千田 浩一²⁾

公立大学法人 福島県立医科大学附属病院 放射線部¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科²⁾

【目的】

当院では腎機能が低下していたり、ヨードアレルギーのある患者に対する EVT でヨード造影剤の代わりに炭酸ガスを使用することがある。しかしながら、ヨード造影剤と比べて炭酸ガスを用いた DSA 画像は非常にコントラストが悪い。コントラストを改善させるために管電圧を変更したプロトコルを作成した。本検討では

炭酸ガス DSA 撮影を施行する際、管電圧及び視野サイズが術者被ばく線量にどのように影響するのかをファントムを用いて調査した。

【方法】

使用機器は Artis zee Ceiling (Siemens)を用いた。ファントムはアクリル板 20 cm を用いた。測定は患者照射基準点とし、SID は 100 cm とした。設定管電圧は 81 kV と 70 kV、視野サイズは 48 cm、42 cm、32 cm、22 cm、16 cm、11 cm とした。電離箱式サーベイメータ (ICS-311; Aloka) を用いて、ファントム中心から足側に 100 cm、術者側に 100 cm の位置を測定位置とし、床から 100 cm、150 cm の高さで測定した。20 秒間測定し、3 回の平均を結果とした。

【結果】

81 kV の時、48 cm の高さ 100 cm で 4.37 ± 0.06 mSv/h、150 cm の高さで 3.70 ± 0.00 mSv/h であった。11 cm の高さ 100 cm で 1.67 ± 0.06 mSv/h、150 cm の高さで 1.20 ± 0.10 mSv/h であった。70 kV の時、48 cm の高さ 100 cm で 6.73 ± 0.06 mSv/h、150 cm の高さで 5.50 ± 0.00 mSv/h であった。11 cm の高さ 100 cm で 1.77 ± 0.06 mSv/h、150 cm の高さで 1.30 ± 0.10 mSv/h であった。

【考察】

管電圧・視野サイズによらず高さ 100 cm の方が高い空間線量率であった。70 kV・広い視野サイズの方が術者立ち位置の空間線量率が高かった。このため、防護板等の被ばく低減策を講じなければならない。さらに、術者被ばく線量の測定・管理も非常に重要といえる。

37. シリンジ残量がマイクロカテーテルの注入レート・量に及ぼす影響について

○渡部 真也

三瓶 孝志 岡田 利光

総合南東北病院 診療放射線科

【背景】

マイクロカテーテル (以下 マイクロカテ) からの造影試験を行った際、実際に注入されている注入レート・注入量は、設定条件よりも大きく低下していた。また、インジェクター設定値が同一条件にも関わらず、シリンジの残量によって実際の注入レート・量が大きく異なっていることを認識した。

【目的】

シリンジ残量により、インジェクター設定条件と実際にマイクロカテから注入されるレート・量が相違するのか検証した。

【方法】

インジェクターシリンジに 125cm の耐圧用延長チューブをセットし、親カテに Progreat α 2.0Fr 150cm (TERUMO 社製) のマイクロカテを挿入し延長チューブに接続した。延長チューブ・マイクロカテはなるべくまっすぐになるよう配置し、カテの先端にシリンジを置き造影開始と同時に経過時間と注入量を記録した。インジェクター設定値は注入レート 1.0ml/s、注入時間は 4s、立ち上がり時間 0s で加温したイオヘキソール 300 を注入した。シリンジ残量は A 群 (平均 128ml)・B 群 (平均 88ml)・C 群 (平均 27ml) で実注入レートと実注入量を比較検証した。実注入レートは最大注入レートであった時間帯 (測定時間 2 秒) の平均値とした。実注入量は撮影時間の平均値が約 10 秒であったため、注入開始から 10 秒間の量で算出した。

【結果】

実注入レートは A 群 0.25 ± 0.02 ml/s、B 群 0.33 ± 0.02 ml/s、C 群 0.42 ± 0.03 ml/s となり、実注入量は A 群 1.42 ± 0.09 ml、B 群 1.78 ± 0.09 ml、C 群 2.26 ± 0.14 ml となった。Scheffe 多重比較において A 群と C 群、B 群と C 群で実注入レート・実注入量ともに有意差が見られた ($p < 0.05$)。

【考察】

シリンジ残量が多い程注入圧が低くなっていた。シリンジ残量が多い程マイクロカテに圧力がかからなくなるため、設定条件より低くなることと示唆された。

【結論】

シリンジ残量が多い程、実際の注入レート・量は設定条件より低下して注入されることがわかった。

38. 空間散乱線量の測定評価に関する基礎検討: 種々のファントムによる比較評価

○巻 周星¹⁾

石沢 祥子¹⁾ 山田 美美佳¹⁾ 川口 和奏¹⁾ 大森 悠斗¹⁾

大友 一輝²⁾ 芳賀 喜裕³⁾ 阿部 美津也³⁾ 加賀 勇治³⁾

稲葉 洋平⁴⁾ 千田 浩一⁴⁾

東北大学 医学部保健学科¹⁾

東北大学 医学系研究科保健学専攻²⁾

仙台厚生病院 放射線部³⁾
東北大学 災害科学国際研究所⁴⁾

【目的】

放射線医療従事者の職業被ばく線量評価（等価線量評価）は、現在非常に重要である。そこで今回我々は、血管造影 I V R 装置の空間散乱線量測定について、種々のファントムを用いて基礎的検討を詳細に行った。

【方法】

血管造影 I V R 装置の空間散乱線量測定において、まず標準体を模した人体ファントム（PBU-50、京都科学）を被写体として測定実験を行った。さらにそのファントムにチェストプレート（京都科学、41337-010）を装着させて、つまり肥満体型を模した状態で測定実験を行った。加えて、アクリルファントムによる実験も行い比較した。空間散乱線量測定は電離箱式サーベイメータを用いた。

【結果】

チェストプレートを装着した場合の空間散乱線量は、標準体を模した人体ファントムのそれよりも大幅に増加した。また空間散乱線量分布において、人体ファントムとアクリルファントムでは異なる傾向を示した。

今まで、血管造影 I V R 装置の空間散乱線量測定は、主にアクリルファントムを被写体として実施されていた。人体ファントムを用いることでより実状に近い空間散乱線量測定が再現できると考えられる。よって空間散乱線量測定評価において、有用な知見が得られた。

39. FPD 搭載 X 線装置の品質管理：自作 QC ファントムを用いた長期的検討

○大友 一輝¹⁾

芳賀 善裕²⁾ 阿部 美津也²⁾ 加賀 勇治²⁾ 遠藤 美芽³⁾

村林 優樹³⁾

稲葉 洋平³⁾ 千田 浩一³⁾

東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻¹⁾

仙台厚生病院 放射線部²⁾

東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻³⁾

【目的】

近年、優れた基本特性を持つことからフラットパネル検出器（FPD）を搭載した診断用 X 線装置が普及している。平成 30 年に厚生労働省から「医療機器に係る安全管理のための体制確保に係る運用上の留意点について」という通知が出されたこともあり、X 線装置の品質管理は重要である。現在販売されている多くの QC ファントムは高価であり、また FPD を使用したシステムの画像評価には適していない。そこで FPD の性能を簡便に評価できる QC ファントムおよび QC データを管理するソフトウェアを自作して長期間にわたって日常点検に使用し、その QC ファントムの有用性について検討した。

【方法】

QC ファントムは 0.5mm、1.5mm、3.0mm と 3 種類の厚さの銅板を基盤とし、その上に 10mm の穴のあいた Al ステップウェッジ（厚さ 0.1~2.7mm）、および直径 0.08mm~0.5mm のワイヤーチャートを取り付けた構成になっている。ワイヤーチャートを用いて空間分解能を、Al ステップウェッジから低コントラスト分解能を、また銅板の厚さ 0.5mm と 3.0mm の領域の Al ステップウェッジからダイナミックレンジを目視評価した。評価は血管造影装置について行った。評価した値は管理ソフトウェアに入力し、グラフを自動作成し品質管理を行った。

【結果】

今回のシステムを日常点検に使用中で、X 線出力の低下や FPD の感度異常等を検出することが出来た。その都度 X 線出力の調整や制御ユニットの交換などの策を講じることで対応することが出来た。

【結論】

今回使用した QC ファントムは現在販売されているものと比較して安価であり、また 1 回の X 線照射のみで FPD の性能評価を簡便に行うことが可能であった。以上のことから、この QC ファントムは日常点検用として有用であると考えられる。

40. 無線通信機能付きリアルタイム患者被曝線量計の試作

○石沢 祥子¹⁾

巻 周星¹⁾ 山田 芙美佳¹⁾ 川口 和奏¹⁾ 大森 悠斗¹⁾ 村林 優樹²⁾

大友 一輝²⁾ 遠藤 美芽²⁾ 芳賀 善裕³⁾ 稲葉 洋平⁴⁾ 千田 浩一⁴⁾

東北大学 医学部保健学科¹⁾

東北大学 医学系研究科保健学専攻²⁾

仙台厚生病院 放射線部³⁾

東北大学 災害科学国際研究所⁴⁾

【目的】

IVR 時の患者被曝線量のリアルタイム測定は、放射線障害防止の観点から非常に重要である。既に我々は、有害なカドミウム蛍光体に代わる蛍光体を用い

たシンチレーション式患者被曝線量計 Real-time Skin Dosimeter (RSD) を開発している。RSD は最大 4 チャンネルの同時測定を可能であり、最大皮膚線量の位置把握の向上を図った。今回我々は、その RSD をさらにバージョンアップさせて、無線通信機能付き（ワイアレス）の RSD を試作したので報告する。

【方法】

センサー部と本体部は従来と同様であり、ユーロピウム系蛍光体を用いたシンチレーション式のリアルタイム患者皮膚線量計で、X 線による蛍光体の発光を光検出器（フォトダイオード）で線量変換するものである。最大 4 チャンネルの蛍光体センサーと光検出器のある本体は光ファイバで接続されている。

今回はその本体部に、Bluetooth 通信機能を装備させて、無線でパソコン（PC）へデータ通信を行い、PC にて測定データ出力やデータ管理等を行えるように試作した。そしてファントム実験にてその諸特性について基礎的検討を行った。

【結果】

従来タイプの RSD は、USB ケーブル接続にてパソコンへのデータ表示等が可能であったが、今回は無線通信にて同じ機能を有する線量計を試作することができた。試作した無線通信機能付きリアルタイム患者被曝線量計は十分に満足できる諸特性を有していると思われた。今後は実際の IVR 臨床で有用性を確認したい。

10月26日(土) 10:50~11:40

第4会場 会議室3

セッション9 血管撮影2 被ばく

座長：坂元 健太郎

41. 心血管撮影装置における X 線カットフィルターの有用性と線量と画質の基礎的検討

○吉田 恭平

佐藤 均 伊藤 輝広

JA 秋田厚生連 秋田厚生医療センター 放射線科

【目的】

心臓カテーテル検査は診断から治療まで幅広く、症例も多岐にわたり患者被ばく線量が増加傾向にあることから、血管撮影において画質を考慮し被ばく低減することは非常に重要である。今回、X 線カットフィルター（以下、フィルター）を使用する機会を得た為、フィルター有無での線量と画質を比較し有用性を検討した。

【方法】

アクリル 20cm を用い SID100cm、8inch で線量計を PERP に配置しフィルター有無での PERP 透視・撮影線量率を測定した。画像評価を目的に上記条件と同等となるようにアクリル 9 枚と QC ファントムに Cu2mm を付加しフィルター有無での PERP 透視・撮影線量率を測定した。この時の QC ファントム画像を用い、ダイナミックレンジ、低・高コントラスト分解能を視覚評価した。

【結果】

アクリル 20cm 厚でフィルター有無での PERP 透視線量率は、それぞれ 6.6mGy/min、7.5mGy/min で撮影線量率はそれぞれ 0.09mGy/frame、0.12mGy/frame だった。画質評価を目的としたフィルター有無での PERP 透視線量率は、それぞれ 7.1mGy/min、8.2mGy/min で撮影線量率はそれぞれ 0.11mGy/frame、0.15mGy/frame だった。画質評価において透視ではフィルター有無でダイナミックレンジ、低・高コントラスト分解能に差はなく、撮影ではフィルター無しに比べフィルター有りで低コントラスト分解能が 1 ポイント低下した。

【考察】

フィルター有無での PERP 透視・撮影線量率はそれぞれフィルター有りで線量が低減した。画質評価において撮影のフィルター有りで低コントラスト分解能が低下した要因にフィルター無しに比べ管電圧が高くなっていた事が考えられる。

【結語】フィルターを使用する事で PERP 透視・撮影線量率を低減することができた。この時の画質評価においてほぼ同等であった。臨床時にフィルターを使用する事は画質を担保しつつ患者被ばく線量を低減できる有用な方法である。

42. 血管造影 IVR 従事者の水晶体位置における空間散乱線量測定評価に関する基礎的検討

○山田 芙美佳¹⁾

石沢 祥子¹⁾ 巻 周星¹⁾ 川口 和奏¹⁾ 大森 悠斗¹⁾ 大友 一輝²⁾

遠藤 美芽²⁾ 芳賀 善裕³⁾ 阿部 美津也³⁾ 加賀 勇治³⁾

千田 浩一⁴⁾

東北大学 医学部保健学科¹⁾

東北大学 医学系研究科保健学専攻²⁾

仙台厚生病院 放射線部³⁾

東北大学 災害科学国際研究所⁴⁾

【目的】

ICRP 勧告にて、水晶体等価線量限度が5年平均で年間20mSvに大きく引き下げられたため、放射線医療従事者の水晶体の被ばく評価の重要性が増している。そこで今回我々は、ファントムを用いた血管造影 I V R 装置の空間散乱線量測定に関する基礎的検討を詳細に行ったので報告する。

【方法】

循環器 IVR 用 X 線装置は、Infinix Celeve-I 8000 を使用した。人体ファントムは PBU-50 (京都科学) を用いて実験した。空間散乱線量測定は電離箱式サーベイメータ (MODEL ICS-323C, 日立アロカメディカル) を使用した。X 線照射条件は AUTO モードのパルス透視 (7.5 pulses/s), FPD 照射野サイズは 6 インチとした。術者、看護師を想定した位置を測定点とした。測定高さは従事者の水晶体高さ付近を想定し、床上から 150cm の高さとした。さらに加えて 140 cm と 160 cm の高さにおいても空間散乱線量測定を行い比較した。

【結果】

従来の血管造影 IVR 従事者の水晶体位置における空間散乱線量測定は、測定高さ 150cm の位置で評価されていたが、今回は 140cm と 160cm の高さでも詳細に測定し比較した。その結果、測定高さ 140cm の位置での空間線量は、他に比べて高値を示す傾向が明らかになった。

43. 0.75mm 鉛当量防護眼鏡使用時の X 線遮蔽効果に関する基礎的検討

○遠藤 美芽¹⁾

芳賀 喜祐¹⁾ 阿部 美津也²⁾ 加賀 勇治²⁾ 大友 一輝¹⁾

村林 優樹¹⁾ 石井 浩生³⁾ 稲葉 洋平⁴⁾ 千田 浩一¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻¹⁾

仙台厚生病院 放射線部²⁾

東北大学病院 診療放射線部³⁾

東北大学 災害科学国際研究所 災害放射線医学分野⁴⁾

【目的】

ICRP は水晶体等価線量限度の大幅な引き下げ (20mSv/年) を勧告し、我が国も今後新勧告を取り入れる方針である。それに伴い、透視時間が長く被ばく線量の高い IVR 領域において、従来の 0.07mm 鉛当量の防護眼鏡を用いた水晶体被ばく防護では遮蔽能力が十分とは言えず、多くの術者の水晶体年間被ばく線量が線量限度を超過することが懸念されている。本研究の目的はファントム実験により、0.75mm 鉛当量防護眼鏡使用時の水晶体線量を測定し、遮蔽率を算出することでその有用性を検討することである。

【方法】

頭部模擬ファントムに 0.75mm 鉛当量防護眼鏡 (PT-COMET, マエダ) を装着した。

線量計の検出部端子をファントムの水晶体の位置に設置し、X 線入射時における防護眼鏡の内側と外側の線量を測定した。得られた線量値から 0.75mm 鉛当量防護眼鏡の遮蔽率を算出した。

また、ファントムに装着する防護眼鏡を 0.07mm 鉛当量防護眼鏡に変えて同様の測定を行い、0.75mm 鉛当量防護眼鏡と 0.07mm 鉛当量防護眼鏡の遮蔽率を比較した。

線量計には検出部が小さく、高感度でリアルタイム線量測定が可能な EDD-30 (Unfors 社) を使用した。

【結果】

ファントム実験において、0.75mm 鉛当量防護眼鏡使用時の遮蔽率は 0.07mm 鉛当量防護眼鏡使用時と比較し、高い値を示した。

【考察】

ファントム実験において、0.75mm 鉛当量防護眼鏡の遮蔽率は良好であった。一方で、臨床現場での使用を考慮した際、0.75mm 鉛当量防護眼鏡は高い密閉性を有することから、重く曇りやすいことが改善点と考えられる。

【結論】

ファントム実験により得られた 0.75mm 鉛当量防護眼鏡の遮蔽効率は 0.07mm 鉛当量防護眼鏡の遮蔽率を上回るものであった。このことから 0.75mm 鉛当量防護眼鏡の使用は、水晶体等価線量低減に有用であることが示された。一方で、臨床現場での長時間の使用を想定した場合には装着感の改善が望まれる。

44. 体幹部用線量計を用いた放射線防護眼鏡装着時における水晶体線量簡易推定の試み

○佐藤 華菜¹⁾

小山内 暢²⁾ 佐藤 秀紀¹⁾ 細川 翔太²⁾ 藤田 彰³⁾ 北島 麻衣子²⁾

對馬 恵²⁾ 工藤 幸清²⁾

弘前大学 医学部保健学科¹⁾

弘前大学 大学院保健学研究科²⁾

鳴海病院 診療放射線部³⁾

【目的】

放射線防護眼鏡装着時の水晶体線量を簡便に推定する手段として、1 cm 線量当量測定用の個人線量計を X 線遮蔽材で覆うことの有用性を検討した。

【方法】

IVR の術者を想定したファントム (170 cm) 左眼近傍に 3 mm 線量当量を測定する DOSIRIS (千代田テクノル)、頸部にガラスバッジ (千代田テクノル、以下「GB」)、電子ポケット線量計 (日立製作所、以下「EPD」) を装着した。DOSIRIS を 0.07 mmPb 当量防護眼鏡、GB 及び EPD を 0.065 mmPb 当量の X 線遮蔽材で覆った。C vision PLUS (島津製作所) に 0.3 mm 銅フィルタを付加し、80、120 kV で患者模擬ファントムに撮影モードで X 線を照射した。照射野中心から患者頭尾方向に 40 cm、さらに寝台から 50 cm 離れた位置に術者模擬ファントムを直立で配置し、術者模擬ファントムの冠状面が寝台長軸に平行な場合、照射野中心に垂直な場合で散乱線測定を行った。検出下限値を考慮し 20 回ずつ照射した。

【結果・考察】

寝台と平行な場合、DOSIRIS、GB、EPD の積算線量は、80 kV でそれぞれ 0.2、0.2、0.048 mSv、120 kV では 0.3、0.2、0.083 mSv であった。照射野中心に垂直な場合、それぞれの積算線量は、80 kV で 0.3、0.3、0.227 mSv、120 kV では 0.3、0.4、0.252 mSv であった。垂直な場合は各線量計で顕著な違いはなく、3 mm と 1 cm 線量当量は近い値であった。平行な場合に EPD の値が大幅に低下したのは方向依存性が主要因と考えられた。なお、防護眼鏡・遮蔽材の有無による減弱の程度は、各線量計共に管電圧毎に顕著な違いはなかった。

【結論】

体幹部用線量計を X 線遮蔽材で覆うことで防護眼鏡装着時の水晶体線量の推定が可能であると示唆された。

45. 心房細動に対する心筋焼灼術における被ばく形態の基礎的検討

○岩城 龍平

村上 龍也 村中 健太

岩手医科大学附属病院 中央放射線部

【背景・目的】

当院では心房細動に対する心筋焼灼術として高周波心筋焼灼術 (以下 RF Ablation) と冷凍心筋焼灼術 (以下冷凍 Ablation) を施行している。一般的に冷凍 Ablation は RF Ablation と比較して検査時間は短縮され患者被ばく線量は増加することが知られているが、それぞれの手技における被ばく形態を詳細に検討した報告は多くない。

そこで今回、当院における RF Ablation と冷凍 Ablation の患者被ばく形態の分析と検討を行ったので報告する。

【方法】

2018 年 4 月から 12 月までに行われた RF Ablation 60 例、冷凍 Ablation 60 例の 1) 透視時間、2) DAP (Gy・cm²)、3) AK (Gy)、4) 撮影回数、5) BMI を求め手技別による被ばくの傾向を分析した。AK については総線量に占める透視と撮影の割合についても検討した。

【結果】

結果を中央値 (四分位範囲) で示す。RF Ablation は 1) 19 (13) 分、2) 24 (19) Gy・cm²、3) 0.11 (0.12) Gy、総線量に占める撮影の割合は 1.7%、透視の割合は 98.3%、4) 1 (2) 回、5) 25.2 (4.2) であった。冷凍 Ablation は 1) 33.0 (13) 分、2) 63.5 (36.0) Gy・cm²、3) 0.35 (0.22) Gy、総線量に占める撮影の割合は 50.9%、透視の割合は 49.1%、4) 8.0 (6.0) 枚、5) 23.6 (4.5) であった。

【結論】

RF Ablation の患者被ばくの大部分は透視であり、冷凍 Ablation は撮影と透視の占める割合が同等であった。今回の結果から手技に合わせた被ばく最適化の必要性が示唆された。

10月27日(日) 9:00~9:40

第1会場 展示室 1-B

セッション 10 CT 検査 5 画質評価

座長: 保吉 和貴

46. 口腔領域における造影 CT 検査の非剛体サブトラクションを用いた描出能向上の検討

○古山 鮎子

後藤 光範 鈴木 昌人 小山 洋 渡辺 博 昼八 弘二

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部

【背景および目的】

口腔領域の検査において、腫瘍の浸潤範囲を正確に評価することは治療方針

を決定するうえで重要である。近年、非剛体サブトラクション技術の普及により、造影前後の CT 画像を差分することで造影領域のみを描出し、腫瘍の浸潤範囲を同定する試みが複数報告されている。非剛体サブトラクションのような差分処理において、軌道同期撮影がアーチファクトを低減する手法として有用とされているが、すべての CT 装置で使用可能なシステムではない。また、金属アーチファクト低減処理 (MAR) も口腔内の描出能を向上するとされるが、撮影軌道が異なる場合にはアーチファクトの形状が変化することから、差分処理の前処理として MAR を施しても十分な効果が得られるかは不明である。そこで今回、MAR の有無が非剛体サブトラクションの精度や描出能に及ぼす影響を検証した。

【方法】

CT 装置は SOMATOM definition Edge, WS は Aquarius intuition server ver.4.4.13 を使用した。当院にて頭頸部造影 CT を施行した患者の画像を用いて、MAR あり、無し、それぞれにつき剛体位置合わせ、非剛体位置合わせ、位置合わせ処理なしの差分画像を作成し、評価対象画像とした。造影前後での画素値総和を差分したものを基準値とし、差分画像の画素値総和との比を求め、差分処理の精度を評価した。描出能については複数観察者による視覚試験により評価した。

【結果】

非剛体補正を行っての差分処理が最も基準値に近い値となった。また、MAR のありなしは位置補正精度にあまり関与しなかった。MAR あり+非剛体補正後に差分処理を行った画像が最も高い評価となった。

今回の検討により、撮影軌道が非同期の画像においても非剛体サブトラクションは精度が担保でき、描出能向上に有用であることが示唆された。

47. 胸椎 CT 撮影における乳房防護シールドを用いた画質評価

○柳原 達宏

阿部 駿

秋田厚生医療センター 放射線科

【背景】

胸椎撮影における乳腺への推定被曝線量は平均約 20mGy(WAZA-ARI で推定)であり被曝低減への対策が必要とされる。

【目的】

CT プレストシールドを用いて乳腺の被ばく線量低減を行った。これによる画質への影響を検討した。

【方法】

1.均一ファントム上に CT プレストシールドを配置し、シールドありとなしの 2 回撮影を行った。測定箇所は全体と脊椎に相当する高さ ROI を置き CT 値、SD 値を測定した。2.MTF はワイヤ法を用いて測定した。3.シールドの有無における推定被曝線量は、装置表示の CTDIvol[mGy]とした。線量測定は線量評価ファントムの中心と辺縁の合計 9 点で、撮影は各点 5 回行った。

【結果】

1.CT 値はシールドの有無において全体と脊椎の両方で約 10 倍に上昇した。SD 値は全体で約 33%、脊椎で約 30%上昇した。2.MTF は低周波領域でわずかに低下がみられた。3.線量は乳房相当箇所約 20%低減しているが、全体的に線量は増加しており、CTDIvol は 24%増加している。

【結論】

CT 値、SD 値、MTF から画像への影響があることが分かった。臨床で使用する場合はどこまで影響があるのか視覚評価などの検討が必要と考えられる。また、全体の線量増加などを踏まえるとシールド使用専用の撮影プロトコルの検討も必要と考えられる。

48. 医用 3 次元画像における微細血管の描出能に関する検討

○渡辺 翔子

橋本 浩二 鈴木 雅裕 千葉 洋史 佐原 和樹 安藤 智則

森谷 浩史

大原総合病院 画像診断センター

【背景】

超高精細 CT (Aquilion Precision) は超高精細な画像を取得できる装置であり、従来 CT に比べ、微細な構造物の描出が可能である。そのため血管の 3 次元画像構築時にも末梢の血管まで描出することが可能であるが、MIP 画像と VR 画像で描出される末梢血管に違いがある。また、走行血管の向きによっても描出度合いに違いがあるように思える。

【目的】

模擬血管の向きを可変し、VR 画像における描出度合いとその条件を検討する。

【方法】

造影された模擬末梢血管をガラス素材製の 0.6 mm 柱により再現してファントムを作成した。作成したファントムをガントリ中心に設置し、0,30,45,60,90 度と可変させ、NR モードと SHR モードで撮影した。撮影条件は 120 kV 50mA

0.5s/r、再構成は FBP を使い、FOV を 150mm でそれぞれ最薄のスライス厚にて行った。また、それぞれ半ピクセルずらした画像の再構成も行った。得られた画像より VR 画像と MIP 画像を作成し、直交および表面のプロファイルカーブによる解析と、描出度合いに関する 5 段階の視覚評価を診療放射線技師 5 名により行った。

【結果】

プロファイルカーブによる解析では撮影モードおよび血管の向きともに MIP 画像では大きな変化が見られなかったが、VR 画像では NR より SHR で差が大きくなり、0,90 より 30,45,60 度で大きくなった。視覚評価では、角度が大きくなるにつれて模擬血管辺縁が粗雑となり描出度合いが低いと分かった。しかしながら、半ピクセルずらした再構成では描出度合いが改善されており、VR 画像における末梢血管の表示にはピクセルサイズが関係していることが確認された。

49. 超高精細 CT における面内のスライス厚評価

○齋藤 将輝

村上 克彦 深谷 岳史 村松 駿 片倉 俊彦 高橋 克広

遠藤 有香 伊藤 彩乃 大川原 由紀 阿部 郁明

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】

超高精細 CT における最小スライス厚 0.25mm の評価は現在まで様々検討されているが、それらは 1 スキャンの平均値を評価した測定であり、面内の位置の違いによるスライス厚を評価し、画像 1 枚のスライス形状を評価したものはみられない。今回我々は、細い金属線を複数本用いた自作のワイヤファントムを作成し、合成ワイヤ法を用いて同一面内の位置の違いにおけるスライス厚を測定し、超高精細 CT における断面の形状の評価を試みたので報告する。

【方法】

細い金属線を用いて、超高精細 CT における面内のスライス厚評価を行う。

①ファントムは、金属線を複数本それぞれスライス面に対し Z 軸へ約 15°程度傾斜させて固定したものを作成。

②撮影中心および中心から上下左右 160mm 程度離れた計 5ヶ所にファントムを配置。

③スライス厚 0.25mm で 5ヶ所のファントムを同時撮影し、それぞれの位置におけるスライス形状を評価。ここで、1ヶ所のスライス厚はファントムを構成する金属線それぞれの SSP を合成し、合成後の FWHM と Z 軸への傾斜角から算出。

【結果】

撮影中心および辺縁では、スライス厚は異なった挙動が見られた。

【考察】

1 スキャン全体のスライス厚の評価は様々行われてきているが、それらを構成する Ax 画像に注目されることは少ない。面内の評価を行うことで撮影法や再構成法の理解を深めることが可能と考える。また、画像の見え方が場所によって異なることを知ることで、臨床においては読影の一助になると考える。

10月27日(日) 9:40~10:20

第1会場 展示室 1-B

セッション 11 CT 検査 6 被ばく

座長: 大原 亮平

50. 頭部ヘリカル CT 検査における水晶体被ばく線量の体位による違いの検討

○加藤 萌香¹⁾

久保 均²⁾ 渡邊 美香¹⁾ 続橋 順市¹⁾ 白石 嘉博¹⁾

公益財団法人 星総合病院 放射線科¹⁾

福島県立医科大学 新医療系学部設置準備室²⁾

【目的】

2011 年に ICRP による白内障のしきい線量が 8Gy から 0.5Gy に引き下げられた。これは白内障発生リスクがより低線量で生じる可能性を示すものであり、がんサバイバーの頭部 CT 検査など頻回に水晶体被ばくが生じる場合は考慮すべき事項である。ガントリーチルトにより水晶体被ばくを減少できる報告 (Nikupaavo U, et. al., AJR 2015) がなされているが、当院の装置ではヘリカルスキャンと併用できないために行う限り OM ラインが寝台と垂直になるようにポジショニングを行って頭部 CT 検査を施行している。そこで、ヘリカルスキャンにおけるポジショニングの違いが水晶体被ばくへ与える影響を複数の機種で比較した。

【方法】

頭部ファントム (京都科学社製 PBU-1) の左眼前部に水晶体用線量計 dosiris (千代田テック) を装着し、Aquilion64 (Canon メディカルシステム) および Revolution (GEHC) を用いて当院の頭部撮影条件を基準とした撮影条件で全脳を撮影した。ファントムのポジショニングは OM ラインを寝台と垂直に合わせた状態 (OM) と顎挙上の状態 (外耳孔と鼻先を結んだ線が寝台に

垂直) (Natural) の2つとし、それぞれ3回ずつヘリカルスキャンを行い、水晶体被ばく線量を測定した。

【結果】

Aquilion64ではOMポジションの方が水晶体被ばくは1.18倍高く、逆にRevolutionではOMポジションの方が水晶体被ばくが低くなった(0.76倍)。これらより、ヘリカルスキャンの場合は装置の違いによって水晶体被ばくの傾向が異なることが分かった。これは、メーカーの違いによるAEC(自動露出機構)の違いが影響を与えたものと考えられた。

51. 人工ルビー線量計を使用した頭領域 CT 撮影時の水晶体被ばく線量の測定

○添野 美幸

細貝 良行 丸山 采華 山口 俊哉 桜庭 裕貴 鈴木 康公

平栗 佳菜子

国際医療福祉大学 保健医療学部 放射線・情報科学科

【目的】

今回、人工ルビー線量計を使用し頭領域でのCT撮影時における水晶体の局所被ばく線量の測定を行い、頭領域CT撮影時の基準線の違いとOEM(Organ Effective Modulation)の有無により、どの程度の被ばく線量の低減が見込まれるかの違いを検討した。また、寝台の高さによる被ばく線量の違いと、OEMがどの角度で線量低減を行っているかを検討した。今回、撮影した画像の画質の評価は行わなかった。

【方法】

開発した人工ルビー線量計は、ルビーが発光することで得られる693nmの光を光ファイバーで導光し、フォトンカウンティングシステムにてフォトン数として計測するもので、得られるデータはカウントとして得ることが可能である。これをもちに、人工ルビー線量計を使用し以下の項目に関しファントムを用いて測定を行った。1.頭部の基準線(OM, IM, SM line)においてOEMの有無とヘリカルスキャン、ノンヘリカルスキャンの違いによる水晶体被曝線量の相違。2.寝台の高さによるOEMの有無による被ばく線量の相違。3.OEMによる水晶体被曝低減の有効性についての測定。

【結果】

1.OEMの有無に関しては、有の場合で線量の低減が見られた。基準線の違いにおいては、SMのノンヘリカルスキャンが最も線量の低減が見られた。2.寝台の高さが高いほど線量の低減が見られた。3.OEM使用時において300°~60°の範囲において線量の低減が見られた。

【考察】

頭部のCT撮影においては可能な場合でSM lineを基準とすることで水晶体の被曝を低減することが出来ると考えられる。また、OEMはどの条件においても線量の低減を行うことが出来るため、CT撮影時にはOEMを積極的に使用するべきであると考えられる。

52. CT透視におけるハーフスキャン使用による術者被ばく低減効果の検証

○高橋 憲太郎

田浦 将明 荒川 真琴 千葉 浩生

東北医科薬科大学病院 放射線部

【背景・目的】

CT透視を用いたIVR手技は広く普及しており、経皮的生検などで用いられている。病変や周辺組織をリアルタイムに確認できるため精度の高い穿刺が可能となるが、術者の被ばくが多くなってしまいう可能性が。当院におけるCT透視では、導入時からフルスキャンを用いていたが、特定の角度からX線を照射するハーフスキャンも利用可能であった。術者の手指と頭頸部について、フルスキャンを用いた場合とハーフスキャンを用いた場合の被ばく線量の違いを把握すべく検証を行った。

【方法】

CT装置はCanon社製Aquilion ONE ViSION Editionを用いた。ハーフスキャンにおいて、照射する位置は45度ずつ設定できる。術者の立ち位置はガントリに向かって左側を想定し、大西メディカル社製IMRT検証ファントムを寝台上に置き、CT装置のアイソセンタから2cm下方に設置した。被ばく線量の計測にはRadcal社製ACCU-GOLD 2を用いた。手指被ばくを想定した計測では、ファントム表面から10cmの高さに配置した。頭頸部被ばくを想定した計測ではアイソセンタから左側に50cmガントリの手前方向に50cmの点上で、床から150cmの高さに線量計を配置し計測した。なお、フルスキャンとハーフスキャンで同一mAsになるように線量を調整した。

【結果】

手指被ばくを想定した計測において、照射位置を135°、180°、225°を中心としたハーフスキャンではフルスキャンより被ばく線量が被ばく線量は低くなったが、その他の照射位置では高くなった。

頭頸部の被ばくでは、照射位置を90°、135°、180°、225°を中心としたハーフスキャンではフルスキャンと比較して被ばく線量が低くなったが、その他の照射位置では被ばく線量が高くなった。

【結語】

ハーフスキャンは適切な設定で使用することにより、フルスキャンを使用した場合と比較して、術者の被ばく線量を低減できる可能性が示された。

53. 体幹部用線量計による頸部線量と水晶体線量の関係~CT検査時の介助における検討~

○佐藤 秀紀¹⁾

小山内 暢²⁾ 佐藤 華菜¹⁾ 細川 翔太²⁾ 北島 麻衣子²⁾ 對馬 恵²⁾

工藤 幸清²⁾

弘前大学 医学部保健学科¹⁾

弘前大学 大学院保健学研究科²⁾

【目的】

3mm線量当量管理の必要性の検討を念頭に置き、散乱線分布が複雑なCT検査時の介助における頸部線量と水晶体線量の関係を検討した。

【方法】

頭部、胸部、腹部撮影時の頭部固定や腕の挙上介助を想定した。患者模擬ファントム(以下「患者」)を寝台に仰臥位で、患者介助の位置に介助者模擬ファントム(158cm、以下「介助者」)を直立で配置した。介助者の頸部線量は、ガラスバッジ(千代田テクニカル、以下「GB」)、電子ポケット線量計(日立製作所、以下「EPD」)を用い、水晶体線量は、3mm線量当量が測定できるDOSIRIS(千代田テクニカル)を左眼近傍に装着し測定した。介助者はガントリ中心向きとし、腹部撮影では介助者の冠状面と寝台移動方向が平行な場合も検討した。ガントリ中心と介助者鼻根部との距離を頭部、胸部、腹部撮影で75, 85, 95cmとした。頭部は10回、胸部、腹部は20回ずつ撮影した。GBの結果は70µm、1cm線量当量のうち高値の方を用いた。

【結果・考察】

頭部撮影時の線量が最も多く、撮影1回当たりのDOSIRIS、GB、EPDの結果は、それぞれ0.45、0.53、0.42mSvであった。ガントリ中心向きの場合、DOSIRISと比較すると、GBは頭部で20%高値、胸部、腹部で9%、23%低値であり、EPDでは頭部、胸部、腹部でそれぞれ6%、15%、25%低値であった。両線量計共にDOSIRISとの違いは30%以内で、3mm線量当量と70µm、1cm線量当量の値は近かった。平行な場合、DOSIRISよりGBが49%、EPDが87%低値であった。GB、EPDの方向依存性及びDOSIRISとガントリとの距離の変化が影響したと考えられた。

【結論】

ガントリ中心向きの場合、頸部線量と水晶体線量に顕著な違いはなかったが、条件によっては水晶体線量を過小評価する可能性があった。

10月27日(日) 10:20~11:10

第1会場 展示室1-B

セッション12 CT検査7 造影技術

座長: 吉田 皓文

54. 異なる造影チューブによる空気混入のリスク検証

○後藤 光範

古山 鮎子 菊地 隼人 小山 洋 鈴木 昌人 渡辺 博

屋八 弘二

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部

【背景および目的】

CTの造影検査において、造影剤注入に関連する手技が原因と考えられる医原性のAir Bubbleが心臓内にみられることがある。このAir Bubbleについて、非常に興味深いケースレポートが公開されている。報告では、造影手技によるものと考えられるAir Bubbleが左心系に確認され、従って、造影剤注入に伴う一連の手技ではAir Bubbleが体内に入らないよう考慮しなければならないとされている。一方、別の検討ではエア抜きを丁寧に行っている施設は他の施設に比べ有意に医原性Air Bubbleが少ないとの報告もある。医原性Air Bubbleの発生要因として、最も考えられるのが造影用耐圧チューブ内への空気混入である。とりわけ、チューブが二股に分かれているダブルインジェクションチューブに関しては空気が混入する因子が多い。しかし、ダブルインジェクションチューブには複数の形状があり、空気の入りやすさ、抜けやすさが異なることが考えられる。そこで、我々は3種のインジェクションチューブにおいて、エア抜きの手技精度について検証したので報告する。

【方法】

経験年数6~24年の診療放射線技師8名で検査時と同じ要領でエア抜きを行い、エア抜きにかかる時間とエア抜き手技後のチューブ内残存エアを計測した。ダブルインジェクションチューブは接合部がT字タイプとスパイラルタイプ1種(以下スパイラル型)、T字タイプはキャップが通常のもの(従来型)と、エア通過

フィルタになっているもの（フィルタ型）を使用した。

【結果】

エア抜きに要する時間はスパイラル型が最も短く、次いでフィルタ型、従来型であった。残存エアはスパイラル型が最も少なく、次いでフィルタ型であった。従来型はシリンジ接合部に残存エアが存在する確率が他より優位に高かった。

【考察】

残存エアの有無は医原性の Air Bubble の原因となりうる。卵円孔開存症の有病率は約 26%と報告されており、シャント等により医原性の Air Bubble が左心系に移動した場合、空気塞栓症の原因となりうる。チューブ形状によるエア抜き精度の違いを考慮することは患者の安全管理上重要であると考えられる。

55. 腸骨静脈の 3D-CT 画像を作成するための至適撮影タイミング

○伊藤 拓未

芳賀 喜裕 荒井 剛 鈴木 新一 齋藤 和久 笠原 梓司

加賀 勇治 阿部 美津也

一般財団法人厚生会 仙台厚生病院 放射線部

【目的】

当院の下肢静脈瘤外来から、特に、腸骨静脈圧迫症候群（May-Turner 症候群）に対する術前の腸骨動脈 3D-CT を依頼される件数が増えてきた。

腸骨静脈の造影は、造影剤注入開始後 180 秒後の平衡相に撮影を行っているが、体循環の影響により造影不良になる場合がある。また、静脈の CT 値も低く、動静脈がほとんど同じ CT 値となるため 3D 作成が難しい。そこで、当院で行われている造影プロトコルのうち、総腸骨動脈が撮影されている画像についてレトロスペクティブに CT 値を評価し、容易に腸骨静脈の 3D 作成が可能なる至適撮影タイミングを検討した。

【方法】

600mgI/kg, 30 秒注入で造影剤注入する撮影プロトコルを対象に、100 症例の腸骨動脈とその近傍血管の CT 値を評価する。CT 値の測定点は、総腸骨動脈分岐部とその 5cm 頭側の動脈と下大静脈、5cm 尾側の両側腸骨動脈の計 8 点とする。各測定値と撮影時間より、動静脈それぞれの CT 値の近似曲線を作成し、至適撮影タイミングを検討した。

【結果】

全ての測定点での CT 値は、動脈は約 120 秒で、静脈は約 80 秒でほぼプラトーに達した。プラトー時の CT 値は、動脈で平均 131HU、静脈で平均 116HU であった。動静脈の CT 値の差は、80 秒で平均 41.5HU、120 秒で平均 14.5HU となり、80 秒程度が至適タイミングと考える。

【結論】

May-Turner 症候群などの症例で腸骨静脈の 3D-CT を作成する場合、動静脈の CT 値の差と静脈のピークの CT 値が重要である。本検討では、80 秒程度が両者を満たす最適な撮影タイミングであった。総腸骨動脈は、下腹部臓器による体循環が CT 値に大きく影響していると考えられる。

56. 低管電圧 Bolus Tracking 法における閾値設定と撮影タイミングの基礎的検討

○工藤 和哉

佐藤 光栄

つがる西北五広域連合つがる総合病院 診療画像情報部

【目的】

造影剤量を減量した低管電圧 CT-angiography において、Bolus Tracking 法（以下、BT 法）を低管電圧で実施した場合の閾値設定と撮影タイミングの関係を検討する。

【方法】

実験は濃度の異なる希釈造影剤を管電圧 80・100・120 kV で撮影し、計測した CT 値を基に数値解析ソフトを用い Time Enhancement Curve（以下、TEC）を求めた。TEC による検討は各管電圧に加え、造影剤量を 120 kV に対して低管電圧では 90～40 %に減量した条件での算出を試みた。実験では BT 法および撮影は同じ管電圧、注入時間は一定の条件とした。次に撮影タイミングは各管電圧と造影剤量において閾値(Δ50・100・150)を超えてから最高 CT 値に到達するまでの遅延時間を TEC から求め比較検討した。

【結果】

各管電圧や造影剤量から得られた遅延時間は、TEC 上で最高 CT 値到達時間の±10 %の範囲内で変動が認められた。また、閾値を高く設定した場合、遅延時間の変動が大きくなる傾向であった。

【考察】

低管電圧 BT 法では管電圧の実効エネルギーの変化の影響により TEC の形状が変化し、CT 値の閾値到達時間に変動が生じたと考えられた。一方で造影剤量を減量した際の TEC は、減量に伴う CT 値の低下により TEC の形状が変化する。しかしながら、低管電圧では実効エネルギーの低下による CT 値の

上昇によって補われるため、遅延時間の変動は小さいと考えられた。さらに設定閾値が高いほど遅延時間の変動が大きくなることには留意する必要があると考えられた。

57. 頭部 CT angiography における静脈相の CT 値を規定する因子は何か

○西館 広樹

茅野 伸吾 根本 整 高野 博和 小野寺 崇

東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】

当院の頭部 CT angiography (CTA) における撮影タイミングは、心臓 CT の撮影を目的として開発された Test Bolus Tracking (TBT) 法によって決定されている。脳神経外科手術において頭部 CTA による術前シミュレーション画像では主幹動脈や穿通枝に限らず、手術合併症を避ける観点から静脈に関する情報の提供も重要であるといわれている。これまでの報告では、動脈の CT 値に寄与する因子についての報告は数多くみられるが、静脈の CT 値に関する報告は少ない。今回、当院の撮影プロトコルにおいて静脈の CT 値に影響を及ぼす因子を特定するために後方視的解析を行ったので報告をする。

【方法】

2018 年 12 月から 2019 年 6 月の間に当院で施行した頭部 CTA の連続 100 例に対し、中大脳動脈水平部 (MCA)・横静脈洞 (TS) における CT 値を動脈相・静脈相それぞれにおいて計測した。計測点は左右 5 点ずつ計 10 点とし、その平均値を CT 値とした。得られた CT 値より、それぞれの相関関係を調べた。また被験者の身長、体重、年齢、造影剤注入条件や撮影タイミングなどの諸因子を収集し、静脈相における TS の CT 値との関係について統計解析ソフト SPSS を用いて解析した。

【結果】

対象血管の動脈相時相における CT 値の中央値は動脈相 MCA: 472.6 HU、動脈相 TS: 170.9 HU、静脈相 MCA: 246.1 HU、静脈相 TS: 402.9 HU であった。計測した各 CT 値と諸因子との相関には、動脈相 MCA と静脈相 TS の CT 値に強い相関がみられた ($r=0.679$, $p<0.01$)。また諸因子と静脈相 TS の CT 値との単変量解析を行った結果、造影剤注入速度・造影剤量・生食注入速度・動脈相 MCA・静脈相 MCA で有意差が出た。造影剤注入速度や注入量は体重によって規定されるため多重共線性の観点から除外すると、動脈相 MCA の CT 値が静脈相 TS の CT 値を規定する因子として最も影響を与えることがわかった。

【結論】

本解析により、当院の頭部 CTA の撮影プロトコルでは、適切なタイミングでスキャンを開始し動脈の高い CT 値を得ることが、静脈相での脳静脈の高い CT 値の取得につながるということがわかった。

58. 低管電圧撮影における撮影条件の基礎的検討

○小田 雄一

宮崎 伊織 三澤 智志

新潟県立中央病院 放射線科

【目的】

CT において低管電圧撮影は造影剤を必要量投与できない患者に対して非常に有効であると考えられる。ただ、低管電圧撮影は画像を生成する X 線量が不足するため、ノイズが増加する。ノイズ増加の対策として、mAs 値の確保と逐次近似再構成の併用がガイドライン等で推奨されている。今回は、ノイズの観点からファントム実験を行い、最適な mAs 値と逐次近似再構成の強度の組み合わせを求めたことを目的とした。

【方法】

ファントムを撮影し、NPS (Noise Power Spectrum) を測定、比較することで検討を行うこととした。当院で通常時に使用している基準線量 (120 kV, 200 mAs)、再構成関数は 141f、逐次近似再構成の強度 1 を基準画像とした。低電圧撮影の電圧は 80 kV、再構成関数は 141f、逐次近似再構成の強度は 1 もしくは 2 を使用した。mAs 値設定は管電圧自動最適化機構 (SIEMENS 社製 CARE kV) を使用した。CARE kV は検査目的に合わせて管電流と管電圧を自動的に変化させる機構であるが、管電圧を固定することが可能である。管電圧を固定した場合は CARE kV の値を大きくするにしがたつて mAs 値が低下する挙動を示す。今回は管電圧を固定し、CARE kV の値を変化させ、最適な mAs 値を求めたこととした。ファントムは二種類使用した。円柱型のファントムとして Catphan CTP700 の均一性セクションを使用した。人体の腹部に近い楕円柱型のファントムとして内容物に水を使用した RT-3000-new-water を使用した。

【結果】

円柱型ファントムと楕円柱型ファントムを使用した検討より 80 kV, 898 mAs

(CARE kV スライダー4), 逐次近似再構成強度 1 もしくは 80 kV, 724 mAs (CARE kV スライダー6), 逐次近似再構成強度 2 が適していると考えられる。

【結論】

80 kV を使用する際の mAs 値と逐次近似再構成法の強度の組み合わせを求めることができた。

10月27日(日) 11:10~11:50 第1会場 展示室1-B
セッション13 血管撮影3 Hybrid・CBCT 座長:千葉 大志

59. 急性期脳梗塞患者の脳血栓回収療法を Hybrid ER で行うことによる Door to puncture time 短縮効果

○羽鳥 伸哉¹⁾

小野 勝範¹⁾ 竹内 孝至¹⁾ 針生 新也²⁾

東北大学病院 診療技術部 放射線部門¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科 神経外科学分野²⁾

【背景・目的】

急性期脳梗塞における脳血栓回収療法に関し、Society of NeuroInterventional Surgery では Door to puncture time(以下 DtoP)を 60 分以下にすることで良好な治療成績が得られるとしている。また Door to Scan(以下 DtoS)に関しては 20 分という目標を掲げている。Hybrid ER(以下 HER)は外傷患者において入室から治療開始までの時間が短縮するという報告がある。そこで、当院では HER を使用し脳血栓回収療法を施行している。その結果として、HER 導入が急性期脳梗塞患者の来院から CT 撮影、動脈穿刺までの時間短縮に寄与するか、後向きに集計し比較検討することを目的とした。

【方法】

急性期脳梗塞に対し脳血栓回収療法を行った症例、HER 導入前 2017 年 4 月~2018 年 3 月の 10 症例と、HER 導入後 2018 年 5 月~2019 年 6 月の 16 症例でそれぞれ来院から CT 撮影、穿刺までの時間を比較した。なお今回の報告では CT 撮影はスカウトの撮影時間、穿刺は総頸動脈の造影を行った時間としている。それぞれ DICOM タグより時間を取得した。入室時間は救命センターカルテの記録から取得。なお、血管内治療目的の転院搬送症例は除外した。

【結果】

HER 導入前中央値で DtoS : 21.5 分, DtoP : 106 分。HER 導入後は中央値で DtoS : 7.5 分, DtoP : 69 分

【考察】

HER 導入後は導入前と比較し DtoS, DtoP 共に大幅な時間短縮となった。これは HER 導入による検査、治療までの動線の改善や、各スタッフへの患者入室前の迅速な連絡体制の整備などが考えられる。

【結語】

来院から CT 撮影、穿刺までの時間が大幅に短縮され、HER での脳血栓回収療法を行う有用性が示された。

60. ハイブリッド手術室における手術寝台のヘッドレストの有無に対する CBCT 画像の基礎検討

○矢部 重徳

角田 和也 池田 正光 阿部 郁明

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】

近年、血管撮影室と手術室を統合させたハイブリッド手術室が普及しつつある。当院では 2017 年に SIEMENS 社製 Artis Q と Maquet 社製 Magnus 手術寝台が導入された。手術寝台には着脱式のヘッドレストがあり、広い視野範囲の IVR に対応できる。このヘッドレストは、2 つの接続部で手術寝台と接合する仕様である。一方、接続部からのアーチファクトが CBCT 画像に影響することが懸念される。そこで今回、ファントムを用いてヘッドレストの有無における CBCT 画像の基礎検討を行った。

【方法】

ファントムは東洋メディック社製 Catphan を用いた。始めに、ファントム(均一性モジュール位置)をヘッドレストの接続部の上に設置した。ヘッドレストを接続した場合(以下ヘッド+)と、接続しない場合(以下ヘッド-)でファントムに対して CBCT を撮影した。設定の撮影条件は管電圧 109 kV, 撮影時間 20 秒, 収集角度 0.4 ° の 200°収集モードとした。次に、それぞれの撮影画像に対してスライス厚 5 mm スライス間隔 1 mm で 5 枚の横断像を再構成した。各再構成画像に対して 2 箇所に関心領域(ROI)を設定した。ROI はヘッド+において接続部のアーチファクトが顕著な位置とアーチファクトが目立たない位置とした。ヘッド-においても同じ 2 箇所の位置とした。ヘッド+とヘッド-で

アーチファクトインデックス(AI)を算出した。

【結果】

ヘッド+の AI の値は、平均値±標準偏差とするとアーチファクトが顕著な位置において 9.44±0.90 であった。それに対してヘッド-の同じ位置での AI の値は 3.48±0.53 であった。

61. Transcatheter Arterial Chemo Embolization における 5 秒回転 ConeBeamCT の有用性の検討

○渡辺 涼太

白坂 直哉 篠原 俊晴 照井 正信

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】

当院の血管撮影装置では従来の 8 秒回転 CBCT(以下 8sDR)に加え、5 秒回転 CBCT(以下 5sDR)が実装された。当院腹部 IVR における TACE では複数回 CBCT を使用するため患者被ばく線量増加が懸念される。5sDR は 8sDR に比べ画質は低下するが被ばく線量低減が見込まれる。本研究では 5sDR の臨床における有用性を検討する。

【方法】

使用装置は SIEMENS Artis zee BP。5sDR と 8sDR それぞれ自作ワイヤーファントム, CatphanCT ファントムを用いて MTF, NPS, SD を計測し物理評価を行った。また CTDI ファントム中心に半導体線量計を挿入し、周囲に OSL 線量計を 10°間隔に 36 点配置して中心線量と表面線量を測定した。TACE 臨床画像での SD 値比較のため、5sDR と 8sDR それぞれ腫瘍濃染のない肝実質から計測した。また、医師・放射線技師で術前 MDCT の腫瘍位置と比較して 5sDR 画像は塞栓領域の評価において診断可能な画像が視覚評価を行った。最後に患者息止め不良の影響を見るため模擬血管を水ファントム内で移動させ FWHM を計測した。

【結果】

MTF は同等であった。8sDR に比べ 5sDR は NPS, SD において劣る結果となった。中心線量は 34%低減、表面線量は各点平均 33%低減した。視覚評価では塞栓領域の評価目的において十分診断可能であった。模擬血管の FWHM は 8sDR と 5sDR で差異があった。

【考察】

5sDR は 8sDR に比べてフレーム数が少ないため画質は劣るが、1 フレームあたりの出力線量は同じため中心線量、表面線量は低減したと考える。よって患者が息止めを十分でき、かつ、塞栓箇所が複数ある等の理由により CBCT が多くなり患者被ばく低減の利益が見込まれる場合、5sDR は TACE における塞栓領域の評価目的では十分診断可能な画像を提示できるため、有用であると考えられる。

62. 脳動脈瘤コイル塞栓術における 3D プリンターを使用した血管模型作成

○吉田 雅貴¹⁾

鈴木 一郎²⁾

八戸市立市民病院 放射線科¹⁾

八戸市立市民病院 血管内脳神経外科²⁾

【目的】

未破裂脳動脈瘤のコイル塞栓術では、瘤の位置や形状によってはカテーテルのアクセスが困難な症例がある。しかし血管模型を作成しそれを基にして予めカテーテルを Shaping しておけばカテーテルのアクセスが容易となり、短時間でコイル塞栓術を開始することができる。本研究では診断 DSA の撮影データから 3D プリンターを使用して実寸大の血管模型を作成する方法を検討した。

【方法】

使用した 3D プリンターは Dicom 形式に未対応のため、はじめに Dicom 変換ソフトで Dicom から 3D データに変換した。変換後のデータを画像編集ソフトで不要な部分の削除などを行い、印刷ソフトで適切な印刷パラメーターを設定し血管模型を印刷作成した。

【結果】

内頸動脈などの比較的太い血管や 3mm 以上の未破裂瘤であれば精度よく作成することができた。しかし椎骨動脈や脳底動脈といった細い血管や 1~2mm サイズの未破裂瘤は血管模型作成が困難であるものの、サポート(血管模型を支える土台)を増やしたり印刷の向きを変えるなど印刷パラメータや設定を調整することで作成することができた。【考察】頭部脳血管は複雑な形をしているため血管模型を支えるサポートが不可欠と考えられる。サポートを大きくすることで精度よく安定的に作成することが可能である。しかし椎骨動脈や脳底動脈などの細い血管はサポートを大きくしても精度よく作ることが困難なことがあり、これは 3D プリンターの性能の限界が要因であると考えられる。またサポートを大きくすることで印刷部分が増え印刷時間が長時間化してしまうのが課題となった。

【結語】

3D プリンターを使用して実寸大の血管模型の作成方法を確立することができた。

10月27日(日) 9:50~10:50

第2会場 会議室1

セッション14 核医学1 PET・画質評価・管理

座長：吉岡 正訓

63. PET 画像における空間分解能補正効果に対する画像逐次更新回数が及ぼす影響

○直井 純一郎¹⁾

田頭 豊²⁾ 白田 健太²⁾ 佐々木 博信²⁾ 小田桐 逸人²⁾

佐藤 涼太郎³⁾ 佐藤 和宏⁴⁾ 齋藤 春夫⁴⁾

東北大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻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 保健学専攻画像解析学分野³⁾

東北大学大学院 医学系研究科⁴⁾

【背景】

PET 撮像の視野辺縁部における空間分解能劣化を補う補正 (PSF 補正) の有用性については既に報告があるが、その多くは限られた再構成条件のみで検討されている。本研究では、PSF 補正の分解能改善効果へ画像逐次更新回数が及ぼす影響について検討した。

【方法】

撮影開始時間に 72kBq/ml となるように FDG 溶液を調整し、断面積 35mm×35mm の硬質な直方体容器に封入した。PET/CT 装置 Discovery MI.v (GE Healthcare)を使用し、FDG 容器をアイソセンターから 45mm (中心部) と 250mm (辺縁部) に配置し、リストモードにて 30 分間収集を行った。画像再構成条件は 3D-OSEM 法および PSF 補正組み込み OSEM にてピクセルサイズを 0.25mm とし、subset は 4 固定で iteration を 1~12 までそれぞれ変化させた。FDG 容器のガンマリ接線方向と半径方向に対するエッジプロファイルをシグモイド関数に近似し、その傾きをもって分解能の指標とした。解析には ImageJ ver.1.51k (NIH) および Python3 を用いた。

【結果】

中心部では接線方向と半径方向どちらも iteration の増加とともに分解能は改善し、逐次更新回数によらず PSF 補正の有無で分解能に差は生じなかった。辺縁部では 3D-OSEM での半径方向の分解能は早くにプラトーに達したが、PSF 補正ありでは中心部での挙動と同様、iteration の増加に伴い分解能は改善した。また、中心部と辺縁部の分解能の比を取ると (辺縁部 / 中心部)、3D-OSEM では iteration の増加に伴い増加したが、PSF 補正ありでは iteration に関わらず一定であった。

【考察】

中心部や逐次更新回数の少ない条件下では PSF 補正による分解能改善の恩恵は小さく、辺縁部では十分に画像逐次更新することで PSF 補正の効果は発揮される。中心部と辺縁部の分解能比の結果から、PSF 補正の分解能改善効果は再構成条件に依存せず、常に一定の割合で中心部の分解能を復元している事がわかった。

64. 信号とピクセルの位置関係の違いによる PSF 補正への影響

○白田 健太¹⁾

上杉 直人¹⁾ 田頭 豊¹⁾ 佐々木 博信¹⁾ 小田桐 逸人¹⁾

高浪 健太郎²⁾ 小嶋 郁穂³⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門¹⁾

東北大学病院 放射線診断科²⁾

東北大学病院 歯学研究科口腔診断学分野³⁾

【背景】

分解能補正である PSF 補正は、画質の向上のために臨床で多く用いられているが、定量性を低下させることが知られている。定量性の低下の原因である Gibbs アーチファクトは画像のエッジ部分で発生することから、信号とピクセルの位置関係の違いによる影響を受けることが予想される。本研究では、信号に対するピクセルの位置を変化させた場合に、PSF 補正をかけた画像がどのような影響を受けるのかを検討した。

【方法】

直径が 30, 20, 10, 8, 6 mm の球状ファントムが設置された容積測定ファントム内に、2.5kBq/ml となるように調整した 18F-FDG 溶液を封入しバックグラウンドとした。バックグラウンドと球状ファントム内の放射能濃度の比は、1:4~1:16 まで変化させ、30 分間のリストモードにてデータ収集を行った。ピクセルサイズが 1, 2, 3, 4, 5 mm となるように再構成 FOV とマトリクスサイズを変化させ、またそれぞれのピクセルサイズについて再構成中心を 1mm ずつずらした画像を、6 シリーズ作成した。再構成法は OSEM 法を使用し、PSF 補正ありとなし

画像を作成して SUVmax を測定し評価を行った。

【結果】

PSF 補正ありの画像では、直径 10mm の球状ファントムにおいて顕著な Gibbs アーチファクトによるオーバーシュートが認められた。球状ファントム内の放射能濃度を高くしていくにつれて、直径 8mm, 6mm の球状ファントムにおいてもオーバーシュートが発生するようになった。オーバーシュートの発生に伴って、再構成中心をずらした際の SUVmax はバラつくようになり、そのバラツキの大きさはピクセルサイズが大きく、球状ファントム内の放射能濃度が高くなるほど大きくなる傾向があった。PSF 補正なしの画像では、PSF 補正ありの画像と比べて SUVmax のバラツキは小さくなる傾向があった。

【考察】

信号とピクセルの位置関係を変化させたことによって起こる SUVmax のバラツキの程度は、Gibbs アーチファクトによるオーバーシュートの強度とピクセルサイズに依存して大きくなった。PSF 補正をかけた画像では、信号に対するピクセルの位置が変化することによって定量性が低下することが分かった。

65. SPECT 画像における顕著性をを用いた信号の視認性および描出形状の評価—simulation study—

○杉沼 愛花¹⁾

寺尾 詩織¹⁾ 細川 翔太²⁾ 川面 瑠花³⁾ 木村 桃加³⁾ 佐藤 麻佳³⁾

澤谷 七星³⁾ 前田 駿兵³⁾ 村上 凱政³⁾ 白川 浩二⁴⁾ 高橋 康幸²⁾

弘前大学 医学部保健学科¹⁾

弘前大学 保健学研究科²⁾

弘前大学 医学部保健学科³⁾

弘前大学医学部附属病院⁴⁾

【目的】

画質の標準化には視覚評価と相関の高い画質評価指標が必要となる。さらに、信号の視認性だけでなく正しい形で描出できているかを評価する指標も重要である。そこで、本研究では信号の視認性と描出形状の両方を評価する指標として顕著性を提案し、有用性を検討する。

【方法】

SPECT 画像をシミュレーションより作成した。撮像条件は FOV 30×30cm, Matrix size 256×256, 2-20 deg/step, Counts 20-200 k とした。信号は陰性信号 (26.7 ×13.3 mm) を配置した。平滑化には Butterworth (Order 8.0, Cut off 0.50 cycles/cm), 再構成は OSEM (Ite 5, Sub 10) で行った。顕著性は Itti ラボのソフトウェアを使用して算出した。また、視覚評価との相関係数から従来の物理的指標 (BG 変動性, コントラスト) と顕著性を比較した。

【結果】

信号の視認性については、顕著性・視覚評価で 80 k カウントまで急な増加が見られた。形状の描出能については、顕著性で投影数に伴う増加が見られ、視覚評価で投影数 30 までの急な増加が見られた。また、視覚評価との相関係数は、信号の視認性で顕著性 0.63, BG 変動性 -0.55, コントラスト 0.77 であり、形状の描出能で顕著性 0.90, BG 変動性 -0.76, コントラスト 0.64 であった。

【考察】

視認性の検討では、顕著性と視覚評価の相関は中程度であったものの、類似した変化が見られたことからヒトの見え方に基づいた評価ができていると思われる。一方で、形状の描出能は、顕著性は視覚評価との相関が高いものの、変化するタイミングや傾向が異なることから視覚評価の評価基準を再度検討する必要があると考えられる。[結語] 画質評価指標として、顕著性が有用である可能性が示唆された。

66. SPECT 画像における顕著性をを用いた信号の視認性および描出形状の評価—phantom study—

○寺尾 詩織¹⁾

杉沼 愛花¹⁾ 細川 翔太²⁾ 川面 瑠花¹⁾ 木村 桃加¹⁾ 佐藤 麻佳¹⁾

澤谷 七星¹⁾ 前田 駿兵¹⁾ 村上 凱政¹⁾ 白川 浩二³⁾ 高橋 康幸²⁾

弘前大学 医学部保健学科¹⁾

弘前大学 保健学研究科²⁾

弘前大学医学部附属病院³⁾

【目的】

現在、核医学領域における画質の標準化が課題となっている。従来の画質評価方法として最も重要な視覚評価は主観的であり、結果は評価者に依存するため標準化は困難である。また、画質評価には形状が正しく描出されているかも重要であるが、形状の描出能を評価する指標は現状提案されていない。そこで、本研究ではある特徴的な要素に視覚的注意が向く顕著性という性質を画質評価に用い、信号の視認性や形状の描出能が評価可能であるか検討す

る。

【方法】

装置は GE 社の Infinia Hawkeye4 を使用した。300×300×100mm の直方体のファントムの中に、視認性の評価として直径 12.7mm、高さ 40mm の陰性信号を 1 つ、形状の描出能の評価として 25.4×12.8×40mm の陰性信号を 12 個配置した。BG の放射能濃度は 18kBq/ml とし、円形軌道収集を行った。視認性の評価では Step angle を 4deg、1 投影あたり 20k ~ 160kcounts となるように撮像した。形状の描出能の評価では Step angle を 2~24deg で変化させ、1 投影あたり 100kcounts となるように撮像した。顕著性は Itti ラボのソフトウェアを使用して算出した。顕著性と視覚評価 (0,1,2 点)との相関を求め、従来の物理的指標と比較した。

【結果および考察】

視認性の評価では count 数の増加に伴った顕著性の増加が見られた。顕著性と視覚評価は $r=0.86$ で、BG 変動性 ($r=-0.55$) やコントラスト ($r=0.38$) と比べて強い相関を示した。形状の描出能の評価においても projection 数の増加に伴った顕著性の増加が見られ、視覚評価と相関 ($r=0.63$) を示した。以上より、顕著性は人の見え方に基づいた評価指標であり、形状の描出能も評価できる指標となり得ると考える。

【結語】

画質評価指標として顕著性の有用性が示唆された。

67. Ga-67 シンチグラフィにおけるウィンド幅の見直しに関する研究

○前田 駿兵¹⁾

澤谷 七星¹⁾ 高橋 康幸²⁾ 細川 翔太²⁾ 岡元 智也³⁾ 船水 憲一³⁾

弘前大学 医学部保健学科¹⁾

弘前大学大学院 保健学研究科²⁾

つがる総合病院 診療画像情報部³⁾

【目的】

Ga-67 シンチグラフィは悪性腫瘍や炎症性病変の診断に長らく利用されているが、収集条件はほとんど変わっていない。平成 28 年に放射性医薬品の納入日の変更になり、臨床における Ga-67 の投与量が従来の約 65%に減少したため、従来の収集条件のままでは画質の低下が懸念される。そこで Ga-67 の各エネルギーピークにおけるウィンド幅等の収集条件の見直しについて検討した。

【方法】

装置は Blight View X with WCT (フィリップス社製)で、画像処理ソフトウェアは Prominence Processor Ver.3.1 (日本メジフィジックス社製)を使用した。ファントムは陽性信号評価用に自作のファントム、また陰性信号評価用に肝臓ファントム (ILS 型; 京都科学社製) をそれぞれ使用した。自作ファントムの信号の大きさは 30, 20, 15mmφ (信号: BG の放射能濃度比は 6:1), 肝臓ファントムの信号の大きさは 40, 30, 25, 20, 16, 12, 10, 8mm で、散乱体はファントム前面にタフウォーターファントム DW 型 30mm を配置した。エネルギーピークは 93, 185, 300, 394keV で、ウィンド幅は 10, 14, 20, 24%のそれぞれを組み合わせ、陰性及び陽性信号と BG のコントラスト比や、陽性信号のカウント数を比較した。

【結果】

陽性信号の 15mm において、コントラスト比は従来の $93\text{keV}\pm 10\%$, $185\text{keV}\pm 10\%$, $300\text{keV}\pm 10\%$ (以下、従来法) の 0.625 に対して、 $93\text{keV}\pm 10\%$, $185\text{keV}\pm 7\%$, $300\text{keV}\pm 5\%$ の条件で 0.641 と若干の改善が見られた。一方、カウント数は従来法に対して $93\text{keV}\pm 12\%$, $185\text{keV}\pm 12\%$, $300\text{keV}\pm 12\%$, $394\text{keV}\pm 10\%$ の条件で約 10%増加した。陰性信号 15mm についても同様の傾向を示し、従来法が 0.527 であるのに対し、上記の組み合わせで 0.582 であった。

【考察】

本検討より、高いエネルギーピークの幅を狭くするとコントラストの改善が見られた。低いエネルギーピークの幅を広くしたり、これまで使用されていなかった 394keV の画像を加算すると若干画質が低下するものの、カウントが増加した。今後、これらの収集条件の見直しに加えて、重み付け加算や散乱線補正等についても検討したい。

68. QC 作業中に経験した特異なアーチファクトによる故障の発見

○松本 健希

佐藤 恵 佐々木 昌浩 田中 和彦 繁泉 和彦 千葉 浩生

東北医科薬科大学病院 放射線部

【背景・目的】

当院では日常点検として週 1 回と月 1 回に Quality control (以下 QC) を行い、装置の点検を行っている。今回、月 1 回に行う高カウントの固有均一性に関する QC 作業中にこれまで経験したことのないアーチファクトが見られた。原因を究明したところ、メーカー側の報告としてもこれまで見たことのないという特異

な事例であったため、報告する。

【対象装置及び QC 方法】

当院で使用している装置は SIEMENS 社製 SPECT 装置 (SymbiaE) である。QC の方法は点線源を両デテクターの中心に設置し規定時間、収集を行うことで固有均一性の補正データ収集を行う。正常に動作しているかの判断は結果画像内の得られた数値と点線源の収集の分布を示す結果画像を確認することにより行っている。

【結果】

QC 作業の結果において、検出器各々の固有均一性を結果の数値のみで判断した場合、全てメーカー設定値の許容範囲内であった。しかし、点線源の収集の分布を示す結果画像内の上部に帯状のアーチファクトが見られた。周囲に線源はなく、デテクターを左右反転させて収集するとアーチファクトが消えるという特徴があった。原因を究明したところデテクターの遮光を担う部分の故障であることが判明した。メーカーの報告では極めて珍しい事例であるとのことであった。

【結論】

日常の QC 作業などの機器管理は改めて重要であり、またその評価は数値だけに頼らず、総合的に判断していくべきと学んだ事例であった。

10月27日(日) 10:50~11:50

セッション 15 核医学 2 骨・心臓・脳

第2会場 会議室 1

座長: 秋山 俊一

69. 骨 SPECT/CT における放射能測定省略が SUV に与える影響についての検討

○佐藤 七海

木谷 弘幸 大日向 美有 池田 昌子 虻川 嘉大 照井 正信

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】

骨 SPECT/CT において、SUV 算出時に必要な投与放射能の測定、投与時刻の記録作業は被ばくを伴う重要な業務の一つである。本研究では、骨 SPECT/CT 検査時に投与放射能の測定、投与時刻の記録を省略した場合の SUV への影響について検討した。なお、SUV の評価はソフトウェア GI-BONE(AZE 社製)を使用した。

【方法】

740MBq シリンジタイプ製剤の 99mTc-HMDP と 99mTc-MDP について、(1)放射能を測定し、時間補正を行って検定時刻での放射能を求めた。(2)薬剤の投与時刻と投与量の関係を近似曲線として求めた。(3)臨床例における病変部の SUV について以下を検討した。①実際の投与した放射能を用いて算出した SUV(以下、投与量 SUV)と、検定時刻の放射能である 740MBq の固定値を用いて算出した SUV(以下、検定量 SUV)との比較。②投与量 SUV と、各薬剤の投与量の平均値を用いて算出した SUV(以下、平均値 SUV)との比較。

【結果】

(1)99mTc-HMDP と 99mTc-MDP の放射能には差があり、99mTc-HMDP が検定時刻の放射能である 740MBq に近く、変動も少なかった。(2)近似曲線との相対誤差は、99mTc-HMDP が最大で 1.9%、99mTc-MDP が最大で 2.7% であった。(3)①どちらの薬剤においても、投与量 SUV と検定量 SUV の間には統計的有意差があった。②どちらの薬剤においても、投与量 SUV と平均値 SUV の間には統計的有意差はなかった。

【結語】

SUV 算出時に、各薬剤の投与量の平均値を用いることによって、放射能の測定を省略できる可能性が示唆された。

70. 骨 SPECT 評価用胸部ファントムを用いた収集条件の基礎的検討

○澤谷 七星¹⁾

前田 駿兵¹⁾ 高橋 康幸²⁾ 細川 翔太²⁾ 岡元 智也³⁾ 船水 憲一³⁾

弘前大学 医学部保健学科¹⁾

弘前大学大学院 保健学研究科²⁾

つがる総合病院 診療画像情報部³⁾

【目的】

Tc-99m HMDP 骨 SPECT において NEMA IEC body ファントムによるガイドラインが整備されている。最近、骨 SPECT 評価用ファントムが数種類発売されそのガイドラインについてより臨床に近い評価がなされている。本検討では骨 SPECT 評価用胸部ファントムにより、収集条件および画像処理法を検証した。

【方法】

骨 SPECT 評価用胸部ファントム (京都科学社製 Sim2 BONE ファントム) は、臓器として肺野と椎体や模擬腫瘍 (13, 17, 22 及び 28 mmφ の球体と 36 mmφ の円柱)、また横突起や棘突起を模擬した T 字型及び胸骨を模擬した直方体型の容器が配置されている。放射能濃度は、正常骨部:

腫瘍部が1:6とし、骨透過物質としてリン酸水素二カリウム溶液を使用し Tc-99m と混合した。球体部には 300kBq/mL 溶液、椎体部には 50kBq/mL 溶液、軟部組織には 8kBq/mL 溶液を封入した。なお、収集時間は1分毎に10分まで変化させ、画像評価はコントラスト比により比較した。

【結果】

CT 減弱補正及び ESSE 散乱線補正なしにおいて、iteration を 10 に固定し、subset を変化させて更新回数 30 回、60 回、90 回におけるコントラスト比を比較した。収集時間を一定とした場合、各模擬腫瘍におけるコントラスト比は更新回数に関係なく一定となった。収集時間を 1 分毎に変化させた場合、最低でも 4 分間収集することで安定したコントラスト比が得られた。更新回数 60 回において、4 分収集では $y = -0.0012x^2 + 0.0793x - 0.615$ ($R^2 = 0.9869$)、10 分収集では $y = -0.0009x^2 + 0.0642x - 0.4158$ ($R^2 = 0.9993$) のそれぞれ回帰曲線を示した。模擬腫瘍の球体サイズが 28mm 以上の大きさの場合に十分なコントラスト比が得られた。

【考察】

画質が安定する収集条件および画像再構成条件は、収集時間が4分で更新回数30回であった。今後、CT 減弱補正及び ESSE 散乱線補正ありの画質について評価したい。

71. 心筋血流 SPECT 検査におけるチェックシートの導入

○鈴木 恵美子

北秋田市市民病院 放射線科

【目的】

新たに循環器内科医師が赴任し、心筋血流 SPECT 検査の見直しを行った。検査のプロトコール(安静先行型)、薬剤負荷の使用薬品や負荷方法、水を飲ませる、PLANAR 像撮像等大幅に変更し、それに伴い検査の手法が増加した。誰でも円滑に心筋血流 SPECT 検査を行えるように検査の流れを整備することを目的とした。

【方法】

検査マニュアルはあったが、操作方法が多岐に及び情報が煩雑になっていた。要点を抑えるために検査毎に使用するチェックシートを作成する。チェックシートは患者情報や検査歴、投与薬剤情報、収集条件、検査中の患者状態、画像再構成、画像所見の項目を設ける。

【結果】

チェックシートを導入することで円滑に検査を行えるようになった。

【考察】

チェックシートの導入は検査の要点を押さえ間違いの減少に繋がり、検査の質を高める。またチェックシートに記載する事により、検査が正確に行われたという証明になる。アーチファクト発生等の問題が生じた場合は、チェックシートを確認する事で原因究明に繋がる。さらに事前の他検査情報の取得や検査後の画像所見を確認する事により、検査に対する技師の意欲と理解が向上する。

72. 心筋血流シンチグラフィにおける虚血による描出能の違い

○野島 佑太

新潟大学医歯学総合病院 診療支援部 放射線部門

【目的】

心筋血流シンチグラフィは虚血の診断に有用である。しかし、虚血の程度が軽度の場合には集積低下部位の描出が困難となることが考えられる。本検討では、虚血の程度を変化させたファントムを作成することで、虚血の程度による集積低下部位の描出能の違いを検討する。

【方法】

SPECT 装置はキャノンメディカル株式会社製 GCA9300R を使用。京都科学社製 HL Phantom を用いて虚血の程度を変化させたファントムを作成し検討する。虚血の程度は 99mTc 溶液を希釈することで、正常部に対する虚血部の濃度を[100%(正常), 80%, 70%, 60%, 50%, 40%]と変化させた。虚血の程度を変化させ撮像した各々の画像より、短軸像を作成し、プロファイルカーブを用いて虚血部の描出を評価することで、虚血の程度による描出能の違いを比較検討する。

【結果】

ファントムで作成した虚血部の濃度に比べ、実際に撮像した際の虚血部の集積は高くなり、集積低下部位の描出能が低下した。軽度の虚血病変では、心筋血流シンチグラフィにおいて描出困難となることが示唆された。

73. 不安定狭心症例における CAG・PCI 後の ¹²³I-BMIPP 心筋シンチグラフィの有用性

○鎌田 伸也

工藤 和也 山崎 真一 高橋 奈々子

市立秋田総合病院 放射線科

【背景】

123I-BMIPP (BMIPP) 心筋シンチグラフィでは虚血のメモリーイメージングが可能であり、不安定狭心症 (UAP) が疑われた症例においてその後の検査・治療方針の決定に有用である。一方で不安定狭心症が疑われる症例においては緊急・準緊急に冠動脈造影が行われることが多く、その際には責任冠動脈病変を造影所見のみで判断せざるを得ないことが多い。

【目的】

不安定狭心症が疑われ CAG, PCI が施行された症例における BMIPP 心筋シンチグラフィの意義について検討すること。

【方法】

対象は UAP が疑われ、CAG, PCI が施行された後 (原則的には翌日) BMIPP 心筋シンチグラフィが撮像可能であった 22 例。CAG における狭窄病変や冠攣縮誘発部位、PCI 施行部位と BMIPP 心筋 SPECT における集積異常部位との関連を検討した。CAG 所見は、14 例で狭窄病変を有し PCI を施行、6 例では冠攣縮が誘発、2 例は CAG 上有意な所見を認めなかった。

【結果】

1. 器質的狭窄を有した 14 例において、PCI 施行部位と BMIPP 所見は良好な一致を示し (κ 係数: $\kappa=0.95, p<0.001$)、PCI 施行部位灌流域のほぼ全てにおいて BMIPP で集積異常を認め、PCI 施行の妥当性が確認された。
2. 冠攣縮が誘発された 6 例において、冠攣縮誘発部位と BMIPP 所見に有意な一致は認められなかったが、誘発された冠動脈灌流域には少なくとも 1 か所において BMIPP の集積異常を認め、冠攣縮性狭心症の診断が確認された。
3. CAG で有意狭窄を認めず、冠攣縮も誘発されなかった 2 例では BMIPP SPECT でも集積異常を認めず、UAP は改めて否定された。

【結語】

不安定狭心症が疑われた症例に対し、CAG, PCI 後に BMIPP 心筋シンチグラフィを施行することにより、虚血の原因となった病変の確認が可能であり、診断や治療の妥当性の確認に有用と考えられた。

74. 頭部の回旋が CIScore に与える影響の評価

○西片 純基¹⁾

佐藤 拓真²⁾

国立病院機構 高崎総合医療センター 放射線科¹⁾

国立病院機構 西新潟中央病院²⁾

【目的】

eZIS で算出される CIScore は、レビー小体型認知症(DLB) と Alzheimer 病(AD)の鑑別に有用であると報告されており、DLB の臨床診断基準 2017 年改訂版において、支持的バイオマーカーとして位置づけられた。臨床において患者によっては、体動を考慮して頭部を回旋して撮影することがある。しかし、ヘッドレストによる減弱があるため VOI の左右でカウントが変わり、CIScore の値に影響を及ぼす可能性がある。

【方法】

使用機器は Symbia S。使用薬剤は 123I-IMP。 Hoffmanファントムを正中と左右に 30°、60°回旋させたものを計 5 回撮影し、それぞれの CIScore の値を求めた。その値の差が診断能にどう影響するかを臨床の患者 26 名のデータを用いて解析した。

【結果】

正中で撮影したものの CIScore は 0.15、左 30°回旋で 0.17、左 60°回旋で 0.16、右 30°回旋で 0.16、右 60°回旋で 0.16 であった。

【考察】

CIScore の左右の差は左右の VOI の違いと考えられる。CIScore の差は 0.02~0.03 であったが、臨床の患者データに当てはめたとところ正確度は 15~23%程度低下した。頭部回旋の CIScore への影響はとても大きく、ポジショニングはとても重要であると考えられる。患者の状態により正中の臥位が困難な場合は、読影医、依頼医に患者体位を伝える必要がある。

10月27日(日) 10:00~10:40

第3会場 会議室2

セッション16 MRI 検査2 頭部・心大血管

座長: 木村 智圭

75. 全呼吸相データを利用した Whole-Heart MRA における至適撮像条件の検討

○富永 亜彩¹⁾

佐々木 正臣¹⁾ 高橋 怜²⁾ 島貴 義久³⁾ 大田 英揮⁴⁾ 小森 芳秋⁵⁾

Daive Piccini⁶⁾

宮城県立こども病院 放射線部¹⁾

宮城県立こども病院 循環器科²⁾

宮城県立こども病院 放射線科³⁾

東北大学病院 放射線科⁴⁾
Siemens Healthcare K.K.⁵⁾
Siemens Healthcar AG, Switzerland⁶⁾

【背景】

全呼吸時相データを利用可能な撮像法である Respiratory Self-Navigated Whole-Heart and Coronary imaging(Self-Navi 法; 研究用シーケンス)は、患者の呼吸パターンによる撮像時間の延長がなく、検査時間の長い心臓 MRI 検査を計画的に施行できる利点がある。

【目的】

今回、従来の Self-Navi 法にボリューム選択励起を追加した Self-Navi 法 (VSE Self-Navi 法)を使用する機会を得た。VSE Self-Navi 法における各種パラメータの影響を検討し、至適撮像条件の設定を試みた。

【方法】

シーメンス社製 MAGNETOM Aera 1.5T にて、自作ファントム(オリーブオイル、希釈 Gd 造影剤、プロテイン飲料)と径の異なるチューブファントムを VSE-Self-Navi 法で撮像した。検討項目はコントラスト分解能(FA, T2-prepared pulse type, Restore pulse)、脂肪抑制効果(脂肪抑制法, Fat Sat FA)、空間分解能とした。

次に VSE-Self-Navi 法の至適撮像条件で得られた画像を後方視的に評価した。

【結果】

FA110 度, standard T2-prepared pulse を使用, Restore pulse を on とすることでコントラスト分解能が良好となった。脂肪抑制効果は CHESSE 法で, Fat Sat FA を 180 度とした時に最も向上した。空間分解能はチューブ径の描出能と撮像時間を考慮し設定した。

当院循環器科医師による画像評価の結果も良好であった

【結語】

ファントム実験の結果より VSE-Self-Navi 法の至適パラメータを設定することができた。これより呼吸時相に関わらず、時間延長のない Whole-Heart MRI を得ることが可能となった。

76. 心臓 MRI 検査における全呼吸時相データを利用した Whole-Heart MRI と Cine 自動断面設定機能がもたらす検査時間短縮効果の検討

○佐々木 正臣¹⁾
富永 亜彩¹⁾ 高橋 怜²⁾ 島貴 義久³⁾ 大田 英揮⁴⁾ 小森 芳秋⁵⁾
Davide Piccini⁶⁾

宮城県立こども病院 放射線部¹⁾

宮城県立こども病院 循環器科²⁾

宮城県立こども病院 放射線科³⁾

東北大学病院 放射線診断科⁴⁾

Siemens Healthcare K.K.⁵⁾

Siemens Healthcare AG, Switzerland⁶⁾

【目的】

心臓 MRI 検査は放射線被ばくがないという利点がある。しかし、撮像時間が長いこと、高質な画像取得の確率が低いことが欠点としてあげられる。今回、全呼吸時相データを利用可能な Self-Navigated Whole-Heart Magnetic Resonance imaging (Self-Navi 法; 研究用シーケンス) を使用する機会を得た。当院で最適化された条件での Self-Navi 法 が、従来の呼吸同期法と比較しどの程度撮像時間短縮に寄与できているか検証した。また、自動断面設定機能を用いた Cine 断面設定が通常の設定方法と比較し、どの程度時間短縮できるか検証を行った。

【方法】

当院倫理委員会承認の下で同意の得られた患者に対し、心臓 MRI 検査で Self-Navi 法が施行された症例について、従来の呼吸同期法と Self-Navi 法の実撮像時間を集計した。次に、MRI 装置更新により利用可能となった自動位置決め機能での Cine 断面設定と装置更新以前の設定方法での設定にかかる時間について比較を行った。

【結果】

従来の呼吸同期法と比較し、Self-Navi 法では実撮像時間を短縮できた。自動断面設定機能を用いた Cine 断面設定についても、装置更新以前の設定方法と比較し設定時間短縮が可能となった。

【考察】

小児鎮静下の検査では、呼吸振幅が浅く従来の呼吸同期法が Self-Navi 法より実撮像時間が短くなる症例も見られたが、実撮像時間での比較において Self-Navi 法の優位性が示された。

自動断面設定機能を用いた Cine 断面設定は、多少の手動修正が必要ではあったが、時間短縮のみならず設定までにかかる作業プロセスにおいても、撮影

者の負担軽減に大きくつながる機能であると考えられた。

77. ASL (Arterial Spin Labeling) 法と脳血流 SPECT の CBF 値の比較

○滝村 昂大

高橋 大輔 川口 昌勝 勝田 元

岩手県立中央病院 診療支援部 放射線技術科

【背景】

脳血管内治療の術後評価として脳血流評価は重要であり、当院では 99Tc-ECD を用いた SPECT 撮影で評価を行っている。MRI 装置更新により、ASL (Arterial Spin Labeling) 法の撮像が可能となり、より非侵襲的に脳血流の定性的評価が可能となった。今回 ASL 画像と SPECT 画像の整合性について比較した。

【方法】

脳血流評価のために SPECT 撮影, ASL 撮像を行った患者を対象として、ASL 画像の基底核レベルに複数個 ROI を置き、健側・患側それぞれで CBF 値を計測した。得られた計測値と脳血流 SPECT 検査で使用される解析ソフト 3D-SRT で得られた CBF 値を比較した。

【結果】

頸部血管形成術 (CAS) 施行前後の ASL 画像と SPECT 画像を比較し、SPECT 画像で治療後の過灌流を認めない症例については、ASL 画像でも同様に過灌流を認めなかった。また、ASL 画像の CBF 値の左右差は SPECT 画像から得られた CBF 値の左右差と同等の値を示した。脳梗塞の症例については DWI 撮像で高信号を示した領域は SPECT 画像と ASL 画像で同様に CBF 値の低下を示し、相関があることが示唆される。

【考察】

ASL と SPECT は同様の結果を示したことから、ASL は被ばくがなく、より非侵襲的な検査という点で脳血流評価に有用であると思われる。ASL は PLD (Post Labeling Delaytime) の設定や撮像パラメータにより画像が影響を受けるため、適切なパラメータの検討が今後必要であるが、頭蓋内 MRI 検査の一つのシーケンスとして簡便に追加撮像が可能な点でも有用であると考えられる。

78. 32 チャンネル・ヘッドコイルを用いた頭部非造影 4D-MRA 法における撮像時間短縮の検討

○市村 達矢

真鍋 努 田澤 聡

公立刈田総合病院 放射線部

【背景】

頭部非造影 4D-MRA 法は Arterial spin labeling (ASL) の手法を用いた MR-Angiography (MRA) であり、タグの ON/OFF により得られた画像を差分(サブトラクション)することで得られる MR-DSA である。造影剤を使用せずに血行動態を描出できるが撮像時間が 30 分以上となる。今回、我々は頭部非造影 4D-MRA 法における撮像時間の短縮を検討したので報告する。

【方法】

使用機器は MRI 装置に Siemens 社製 MAGNETOM Avant 1.5T, RF コイルは 32 チャンネル・ヘッドコイルを使用した。撮像条件は ASL-4D MRA においてグラディエントエコー(GRE)法を使用し、インバージョンリカバリー(IR)は SELECTIVE IR, NON-SELECTIVE IR の 2 種類を使用した。TR/TE は最短、フリップ角; 12(deg)固定、本検討に同意の得られた健康ボランティアにおいて、Shot per slice と時間分解能(コマ数)を検討した。MRI 担当技師 2 名及び画像診断医 1 名による評価を行った。

【結果・考察】

Shot per slice は 2 であり Shot 数が小さい場合、血液信号が飽和され描出が低下するが今回の検討ではその影響は少なかった。時間分解能(コマ数)は多い方が血流を鮮明に描出できるがルーチン検査に追加することを考慮し 3~4 コマ程度(撮像回数 6~8)とした。

【結語】

32 チャンネル・ヘッドコイルを用いた頭部非造影 4D-MRA 法において撮像時間が 10~15 分程度となった。

10月27日(日) 10:40~11:20

第3会場 会議室2

セッション 17 MRI 検査 3 ファントム・画像処理

座長: 斉藤 宏明

79. MRI における局所不均一補償素材の比較検討

○明珍 雅也

丹治 一 高橋 悠馬 八巻 智也 塩田 将史 宗川 高広

北福島医療センター 放射線技術科

【目的】

撮像対象の形状によって生じ易くなる局所不均一を改善するため、身近な素材を活用して不均一を補償する報告が多数なされている。しかし、これらの効果を比較した報告は少ない。今回、さまざまな素材による補償効果を比較し、それぞれの特徴を把握するべく検討を行った。

【方法】

使用装置は Philips 社製 3.0T. 検討素材は、医薬品 1 種(硫酸バリウム)、粉末状生活用品 4 種(主成分が炭酸ナトリウム過酸化水素化合物、二酸化ケイ素、ケイ酸塩鉱物、ダイアトマイト)、食用粉末 4 種(米、大豆、デンプン、松の実)。比較基準にフロリナート(FC43)を用いた。撮像対象は硫酸銅溶液を封入したボトルファントム。EPI における歪み量の計測、および、GRE における B0 field の変化、SE における RF receive gain の変化を検討した。

【結果】

歪み量の計測では FC43 と比較して、医薬品粉末 1 種(BaSO₄)、粉末状生活用品(炭酸ナトリウム過酸化水素化合物、二酸化ケイ素)、粉末食品 4 種ではほぼ同等の歪み軽減が図られた。素材間に有意差はなかった。B0 field の変化も軽微であった。RF receive gain は僅かに異なったが、有意差はなかった。一部の粉末状生活用品(ケイ酸塩鉱物、ダイアトマイト)では B0 field の不均一や磁化率の助長が著明に生じた。

【結語】

局所不均一を FC43 と同等に補償することができる素材は沢山あった。一方、際立って効果の高い特徴を有する素材もなかった。素材そのものの評価よりも密着性による変化のほうが目立ったことから、粒状サイズなどによる密着性が不均一改善に大きく貢献するものと考えられる。

80. 生活素材を活用した生体モデル試料の検討

○八巻 智也

塩田 将史 宗川 高広 明珍 雅也 高橋 悠馬 丹治 一
北福島医療センター 放射線技術科

【目的】

MRI における技術研究では、組織モデル試料を封入したファントムが用いられ、その試料作成には知識や労力を要する。今回、簡便かつ容易に技術研究が行われるよう、入手しやすい食品や生活用品(以後、生活素材)を組織モデルの試料として用いるべく検討を行った。

【方法】

使用装置は Philips 社製 1.5T. 評価対象は 10 品目 23 種の生活素材(菓子 1 品目 3 種、飲料品 2 品目 4 種、調味料 6 品目 10 種、生活用品 1 品目 3 種)である。それぞれ、T1/T2/ADC 値を測定。過去に臨床検討された臓器・組織の T1/T2/ADC を引用し、比較した。T1/T2 の測定には装置に装備された簡易測定法を使用。ADC は b0sec/mm² および b1000sec/mm² の信号強度から、mono-exponential な計算式によって求めた。また、実際にファントムを作成し、取り扱いに関する検討を行った。

【結果・考察】

測定結果と臓器・組織の T1/T2/ADC を比較すると、すべてが適当に近似する素材はなかった。しかし、T1/T2 が近似する素材、ADC が近似する素材は数多く存在した。また、僅かに希釈することで、組織モデルに近い T1/T2/ADC に整えられる素材もあった。成分濃度のみが異なる品目どうしでは、臓器と悪性腫瘍に似た、適当な ADC 評価ファントムが作成可能であった。試料の経時的変化や変性速度は速くはなかったが、水溶液などに混合して用いた場合は経時的な信号変化が起こるため、実験は当日運用が適当と考える。

【結語】

入手しやすい生活素材を生体組織モデルの試料として代用することが可能である。よって、簡単に日常研究に用いることができる。しかし、簡便性を求めた手段であり、生活素材には不明確な組成や変性の可能性が懸念されるため、再現性が重視される学術研究には適さないものと心得る必要がある。

81. 当院の MRI 画像における各種画像フィルタの検討

○北澤 徹也¹⁾

立石 敏樹¹⁾ 角田 智¹⁾ 岩崎 修¹⁾ 松本 孝俊¹⁾ 三浦 洋亮²⁾
宮本 宏太²⁾ 安海 弘樹²⁾

独立行政法人国立病院機構宮城病院 放射線科¹⁾

独立行政法人国立病院機構仙台医療センター²⁾

【目的】

当院では、2019 年 4 月 MRI を更新し、GE 社製 1.5T SIGNA Artist を導入した。本装置のバージョンから新たなノイズフィルタが搭載された。これまでと違い新しいフィルタ技術であり、得られた画像をより鮮明にするシャープネスフィルタやノイズを低減するデノイジングフィルタなど、複数のフィルタを組み合わせてプリセットしておくことで、施設ごと・部位ごとに任意に最適な画像を得られるように

なった。今回は、当院における最適なフィルタの基礎検討を行った。

【方法】

シングルチャンネルコイルで、パラレルイメージング法や圧縮センシング法等は用いずにファントムを撮像し、オリジナルデータに各種フィルタ(A, B, C, D, E, F, G)を変更し、同じフィルタ毎に差分した画像の SD と NPS を測定した。

【結果】

A から E フィルタの SD は、フィルタ無と比べて改善されたがフィルタ毎の違いは大きくなかった。F,G フィルタの SD は、A から E フィルタに比べて、大きく改善された。A から E のフィルタの NPS は、大きな変化は見られなかったが、F,G フィルタの NPS は高周波成分が大きく低減されていた。

【考察】

A から E のフィルタは 2 次元方向のフィルタであるが、F,G フィルタは 3 次元方向にもかけられるフィルタであるため、SD などの改善が顕著に見られた。NPS を見ると、F,G フィルタは高周波成分が低減されているので、これらのフィルタを用いる際は分解能をあげて撮像するなど使用用途により画像フィルタの特性を理解し使用する必要があると考えられた。逐次近似法に代表されるノイズ低減技術が MR 画像の分野でも活用されており、画像改善のフィルタ等の特性を理解し臨床で使用することは重要であるとする。

82. 2D MRI と 3D MRI における膝蓋腱の長さ測定と比較

○古屋 咲子

近藤 達也 坂本 信

新潟大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻

【目的】

生体内における膝蓋腱の変形挙動について調べた研究はこれまでも行われており、腱の変形計測手法は、CT、超音波、フルオロスコープ、MRI 等が用いられているが、そのほとんどが、膝蓋腱の付着位置を直線で近似して長さ変化を求めたものか、あるいは 2D 解析にとどまっているのが現状である。MRI を用いた膝蓋腱の長さ測定に関する研究では、Sagittal 面の 2D 画像から測定する方法と 3D 画像から測定する方法が報告されている。膝関節の複雑な 3D 形状を考慮すると、Sagittal 面の一方向のみでは正確な測定が困難であると考えられる。本研究では、3D 画像と 2D 画像における膝蓋腱の長さ測定方法の比較を行うことを目的としている。

【方法】

使用機器は 3TMRI 装置 MAGNETOM Prisma (Siemens 社製)を用いた。健康右膝関節を対象に、無負荷時の静止した膝関節の 3DT1 強調撮像を行った。3D 画像から膝蓋腱の走行に合わせて CPR (curved multi planer reconstruction) を作成し膝蓋腱の長さを内側、中央、外側の 3 部位で測定した。膝蓋骨と脛骨の付着点を膝蓋腱の境界になるようそれぞれの骨上に定義し、作成した CPR が膝蓋腱の走行に合致しているかを種々の角度で確認した。また、2D 画像における長さ測定のために MPR (multi planer reconstruction) を作成した。MPR の中心スライスは、膝蓋骨側と脛骨側の中央部の付着点を結んだ直線と付着点間の距離が最大の直線、最小の直線を含む Sagittal 面として 3 か所で定義した。それぞれの位置で 12 枚ずつ MPR を作成し、膝蓋腱の長さが最大に見えるスライスで付着点をプロットした。膝蓋腱の長さは、MPR 上で付着点間の直線距離と膝蓋腱の走行に合わせた距離として測定した。

【結果】

すべての測定において、膝蓋腱の長さは直線距離による推定結果よりも膝蓋腱の走行に合わせた測定結果の方が長くなった。膝蓋腱の走行に合わせて作成した CPR 上での測定と比較して、付着点間距離が長い MPR 上での測定では膝蓋腱は長く測定され、付着点間距離が短い MPR 上での測定では膝蓋腱は短く測定された。

10月27日(日) 13:30~14:10

セッション 18 画像・医療情報

第3会場 会議室 2

座長：田頭 豊

83. 自己符号化記による画像ノイズ除去の基礎的検討

○佐藤 航大

つがる西北五広域連合 つがる総合病院 診療画像情報部

【目的】

機械学習の一部である深層学習ディープラーニングの学習モデルを使用し、ノイズ除去の基礎的実験を行い、ノイズ除去効果を確認することを目的とした。

【方法】

自己符号化器(以下オートエンコーダー)というアルゴリズムを使用し、入力と出力が同じになるようにニューラルネットワークを学習させる。このアルゴリズムは、入力をそのまま出力するのではなく、特徴量を抽出し、入力データに近づけて復元するものである。ノイズが入った画像が入力されると、ノイズはランダムな要素のた

め無視され、覚えた特徴量のみに従って画像を復元することにより、結果的にノイズが除去されるしくみである。Phantom を撮影して得た画像データをリサイズし、学習用画像データと検証用画像データとし、それぞれにノイズを付加し、ラベル画像無しで学習させた後、ノイズ付加した検証用画像データに対して画像復元を行った。基本的パラメータの変化によるノイズ除去効果を正解率、損失等で比較検討を行った。

【結果】

ノイズ除去に関しては、大きな効果が得られたが、画像全体の分解能は、大きく低下した。正解率、損失は学習回数が多くなると良好な結果となったが、過学習の影響も顕著な場合があった。

【考察】今回の方法は、ノイズなし画像を学習することで、ノイズ画像の中から信号体と考えられる部分を復元している。しかしながら、視覚的にも分解能の大きな低下が認められ、高精細な復元可能なアルゴリズムの検討が必要と考えられた。

【結論】

オートエンコーダーによりノイズ除去は、可能ではあったが、分解能の低下を伴うものだった。

84. オンラインストレージサービスを使用した地域医療連携ネットワークシステムの検討

○高橋 海翔

立石 敏樹 吉川 和行 及川 喜弘

国立病院機構山形病院 放射線科

【背景】

地域医療連携における診療画像の受け渡しには、CD-ROM や DVD-ROM などの可変媒体が主流となっている。しかし、これらには患者持ち運びによる紛失や郵送によるコストが高いという問題があった。そこで我々は NTT 東日本が提供する FLET`S あずけ〜 PRO というオンラインストレージサービスに着目した。これにはアクセス時のログイン ID とパスワードに加え、回線認証が組み込まれており、セキュリティが担保されている。また利用可能容量 10 GB プランの 500 円から料金プランを選択することが出来る。本研究ではあずけ〜 PRO を使用したネットワークシステムを構築し、各条件下での画像送受信時間測定を行った。

【目的】

FLET`S あずけ〜 PRO を使用した地域医療連携ネットワークシステムにおける画像送受信時間測定の基礎的検討を行うことである。

【方法】画像送受信時間測定は、画像容量別、時間帯別、施設別と条件下を変えて行った。画像容量別時間測定について、使用画像は地域医療連携画像検査における依頼頻度の高い検査部位から、腰椎単純 MRI、頭部単純 CT、頭部単純 MRI、胸部単純 CT、胸腹部盤部単純 CT として、容量が 5 段階で大きくなるように選択した。時間帯別時間測定について、時間帯は日勤時間帯を想定し、時間帯を 9 時から 17 時の間を 5 段階で変化させた。さらに、施設間における画像受信時間を比較するために、当院と共同研究施設における画像受信時間測定を行った。

【結果】

画像容量別時間測定は画像容量が大きくなるにつれて送受信時間は長くなった。時間帯別画像送受信時間は同程度であり大きな差はみられなかった。さらに施設別画像受信時間についても大きな差はみられず同程度であった。

85. 乳腺濃度の左右非対称性と乳癌との関係性の解析

○遠藤 唯華¹⁾

陳 家旗¹⁾ 張 曉勇²⁾ 市地 慶¹⁾ 高根 侑美³⁾ 柳垣 聡⁴⁾

石橋 忠司¹⁾ 本間 経康¹⁾

東北大学 医学系研究科¹⁾

仙台高専 総合工学科²⁾

東北大学病院 放射線部³⁾

仙台市立病院 放射線科⁴⁾

【目的】

乳房の左右非対称性は、乳癌における危険因子の 1 つとされており、診断上重要な情報であると考えられる。しかし、左右非対称性と乳癌との関係性は、定量的に十分明らかになっていないといえない。実際、腫瘤の存在が原因で乳房の左右非対称性が生じるのではないかという仮説に対して、ある指標を用いた解析では腫瘤サイズと左右非対称性に関係性は認められないという報告もある。ただし、この解析で用いられた指標 FA (fluctuating asymmetry) は、乳房全体の左右非対称性情報であり、より詳細な乳腺組織の左右非対称性情報は考慮されていないなどの限界もあった。そこで本研究では、乳腺濃度の左右非対称性を反映した新たな定量指標 (bilateral mammographic density difference, BMDD) を用いることで、左右非対称性と乳癌のより詳

細な関係性、とくに腫瘤の存在、サイズとの関係、さらにはその良悪性との関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】

本研究では、東北大学病院ならびに宮城県対がん協会で撮影されたマンモグラフィデータを対象に、左右非対称性指標である BMDD の値を、所見 (正常例、良性腫瘤を含む症例、悪性腫瘤を含む症例) 間で比較した。このうち悪性腫瘤は、TNM 分類における T 因子を用いて、腫瘤サイズを T1, T2, T3 の 3 つに分類した。

【結果】

所見毎の比較結果は、左右非対称性指標 BMDD が大きい順に、悪性腫瘤あり、良性腫瘤あり、腫瘤なしとなり、それぞれ有意差が見られた。一方、T 因子を用いた腫瘤サイズの違いによる比較では有意差が見られなかった。これらの結果より、腫瘤の存在が左右非対称性を生じる原因であることが示唆されたことに加え、その良悪性が関係している可能性が示され、従来よりも詳細な関係性が明らかになった。

86. GM サーベイメータにおける換算早見表の作成

○阿倍 健¹⁾

小原 秀樹¹⁾ 辻口 貴清²⁾ 村上 翔¹⁾ 鈴木 将志¹⁾ 成田 将崇¹⁾

弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門¹⁾

前大学大学院保健学研究科 放射線技術科学領域²⁾

【目的】

現在、原子力災害における予防的防護措置の判断基準は OIL (運用上の介入レベル: Operational Intervention Level) である。診療放射線技師がサーベイするにあたって、不注意な内部被ばく・皮膚汚染からの外部被ばくを防止するための除染の基準として OIL4 が用いられる。実際には、搬送先ではサーベイメータの指示値 (cpm) を基に行動する。しかし、事業所から届く患者第一報は必ず表面汚染密度 (Bq/cm²) で記載されている。そこで本研究では表面汚染密度と計数率の関係性を明らかにし、搬送先での対応時に素早く判断し行動することを目的として、表面汚染密度と計数率の換算早見表を作成した。

【方法】

原子力災害が起きた際に発生する可能性のある放射性核種を想定する。アイソトープ手帳 (第 11 版) より最大 β 線エネルギー、皮膚表面汚染密度 1 Bq/cm² あたりの皮膚吸収線量率 (nGy/h) を求める。Excel 2016 (Microsoft 社) を用いて放射性表面汚染の測定方法 (JIS Z 4504_2008) をもとに表面汚染密度を速やかに計数率に換算する表を作成する。また、計数率から表面汚染密度、皮膚吸収線量率を算出する表も作成する。

【結果】

表面汚染密度、バックグラウンド値、汚染核種、使用計測器を入力することで計数率を算出できる表を作成した。同様に計数率から表面汚染密度、皮膚吸収線量率を算出可能な表も作成した。これにより事業所からの表面汚染密度を速やかに計数率に換算し、OIL4 に基づいて考えることが容易になる。また、指示値から皮膚吸収線量率を求めることで処置の際の情報の一つとなる。

【結論】

汚染物質の核種ごとに計数率、表面汚染密度、皮膚吸収線量率を算出する表を作成した。換算表を用いることで原子力災害時の対応の一助となりうる。

10月27日(日) 9:00~9:50

第4会場 会議室3

セッション19 放射線治療2 IGRT

座長: 女鹿 宣昭

87. 画像誘導放射線治療における kV-Cone beam CT の患者被ばく線量低減及び画質の検討

○三浦 柗太

齊藤 仁 鈴木 景子 佐々木 裕史 伊藤 輝広

秋田厚生医療センター 放射線部

【目的】

放射線治療装置に併設された kV-Cone beam CT (CBCT) を用いた放射線治療開始直前の患者位置誤差の補正は、画像誘導放射線治療に必須である。前立腺がんに対する照射時には標的と直腸や S 状結腸などのリスク臓器が隣接するため、当院では毎回の CBCT の撮影により厳密な位置合わせを行っている。しかし、その一方で CBCT の被ばく線量の増加が懸念される。そこで、当院では、位置誤差の補正を行うのに影響のない範囲で、CBCT の線量をデフォルト値より減少させて撮影を行っている。今回は、前立腺がん患者に対する CBCT の線量変化が実臨床画像の画質にどのような影響を及ぼすのかを解析し、どの程度線量を低減させることが可能かを後方視的研究した。

【方法】

放射線治療装置：Varian Clinac Ix (Varian, 東京)

スキャンモード：CBCT half scan

補償フィルタ：Half bow tie filter

撮影条件：管電圧 125 kV, 管電流 80-10 mA, パルス幅 30-7 ms,

管電流時間積 732 (デフォルト) -140 mAs

画像解析ワークステーション：SYNAPSE VINCENT (富士フィルム, 東京)

当院で 2018 年 2 月から 6 月に前立腺がんに対する放射線治療を開始し, CBCT の線量を減少させて, 各条件における前立腺, 筋及び脂肪の画像 Standard Deviation (SD) 及び前立腺と脂肪の Contrast to Noise Ratio (CNR) を測定し, 線量変化が画質に及ぼす影響を解析した。

【結果】

各条件の各部位の画像 SD 及び前立腺と脂肪の CNR を測定したところ, 732-140 mAs の範囲で有意な相関が線量と前立腺の画像 SD ($r = -0.77, P < 0.05$) 及び CNR ($r = 0.33, P < 0.05$) の間に得られ, 線量を下げるほど画質及び低コントラスト分解能の低下が起こることが分かった。デフォルトの約半分の線量である 374 mAs までの範囲では線量と CNR との間に有意な相関は得られなかった。従って本研究結果より, 前立腺がんに対する標的的位置合わせにおいては CBCT の線量を半分程度まで低減させても画質的に問題なく位置合わせが可能であることが確認できた。

88. 前立腺 IMRT に用いる CBCT の体格指標と撮影線量と前立腺 SD の関係性

○宮岡 裕一

岡 善隆 長澤 陽介

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【背景・目的】

画像誘導放射線治療は昨今の放射線治療において欠かせない技術である。臓器照合においては CBCT が簡便であることから標準的に用いられている。しかし体型に応じた最適な撮影条件で撮影しているとは言い難い。本研究では体格に応じた CBCT の撮影条件を簡便に算出する事を目標に, 前段階として体格と前立腺の画像 SD の関係性を解析した。

【方法】

①2018 年 4 月～2019 年 6 月に当院で前立腺 IMRT を施行した 11 名を対象とし, 撮影条件 120kV・25mA・FullScan で CBCT を撮影し, 前立腺 (アイソセンター面の 20*20mm) の SD (SD_H) を測定した。体格指標は AAPM TG204 の SSDE を参考に計画 CT の AXI 像より前後方向の長さ, 左右方向の長さの最大径を足した数値を求め, 前立腺の SD との関係性を検討した。

②2019 年 6 月～7 月に前立腺 IMRT を施行した 5 名及び骨盤ファントムに対し mA を可変 (患者 10～25mA・ファントム 10～80mA) させて CBCT を撮影し, 前立腺の SD を①と同様に測定 (ファントムは前立腺を仮定した位置) し, mA との関係性を検討した。

【結果・考察】

25mA では体格指標と前立腺の SD はほぼ一定であり関係性は見られなかった。これは設定 mA が高く SD が頭打ちになっていた可能性がある。ファントムでは 10～25mA では mA と SD が反比例し, 32mA 以上では SD の大きな変化は見られなかったため, mA を下げれば体格指標と SD が反比例すると考えられる。同一患者で mA を 10～25mA で可変させた場合の前立腺の SD は, 最も体格指標が小さい 1 名を除いて SD が mA と反比例し, 同一 mA の体格指標と SD は概ね比例していた。目標 SD を決定すれば体格に応じた撮影線量が決定できる可能性がある。本研究では SD のみを指標としたため, 今後視覚評価についても追加検討を行っていく。

89. 頭部定位放射線治療における IGRT システムの設定条件が影響を及ぼす位置精度の検討

○佐藤 謙吾

岡 善隆

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】

頭部定位放射線治療は Exactrac(以下 EXT)を用いた IGRT を行っている。EXT には管電圧, DRR コントラストなど様々な設定条件がある。そこで至適設定条件の検討を行う前段階として, 設定条件の変化による位置精度の相違について基礎的検討を行った。

【方法】

頭部ファントムを 1.25 mm 厚で CT 撮影を行い, 治療計画装置 (Eclipse Ver.13.6) でアイソセンタが異なるプラン[X,Y,Z](基準[0,0,0], 検証[2,3,-1])を立案した。まず基準プランで位置照合した。次に検証プランで様々な設

定条件の位置照合を行い, 移動量の相違の比較検討をした。検討項目は, ①管電圧(80～120 kV, 10 kV 毎), ②mAs(4～20 mAs, 4 mAs 毎), ③EXT 画像のコントラスト(6 段階), ④DRR のコントラスト(6 段階), ⑤DRR の輝度(6 段階)とした。単一検討項目と①×②, ④×⑤について検討した。なお自動位置照合は 30 回行った。

【結果・考察】

④を除いた単一検討項目及び①×②では最大相違が 0.39 mmと, 当院の位置精度の許容値である 0.50 mm を満たせていた。しかし, ④は最大相違 0.91 mm, ④×⑤は最大相違 0.96 mm と許容値を超える結果になった。

④及び④×⑤は DRR のコントラスト差がなくなるに従い相違が増加した。この原因はコントラスト差がなくなり画像内の骨構造の情報量が少なくなったためと考えられる。結果より位置精度は DRR のコントラストの影響を大きく受けるが, 管電圧や mAs の影響は小さい可能性が示唆された。しかし本検討は頭部ファントムのみでの検討であり, 今後は骨盤などの他部位や実臨床で比較検討を行っていく。

90. リニアック独立型 IGRT システムと搭載型 IGRT システムのアイソセンタ精度検証

○石田 俊太郎¹⁾

伊藤 旭²⁾ 鈴木 和宏¹⁾ 菅 尚明¹⁾

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部¹⁾

宮城県立がんセンター 放射線治療品質管理室²⁾

【背景】

当院では転移性脳腫瘍に対する定位照射(SRT)において, リニアック独立型 IGRT システム(独立型)を用いて位置照合を行うが, 確認としてリニアック搭載型 IGRT システム(搭載型)を用いて位置照合すると, 1mm 弱のずれを認める場合が散見される。当院では頭部 SRT の PTV マージンを 1mm としているため, このずれはやや注意すべきものであり, 原因の把握が必要と考えた。

【目的】

独立型と搭載型のアイソセンタ精度を検証し, 機械的な差を把握する。

【方法】Winston Lutz(WL)球をリニアックの幾何学的アイソセンタ(レーザー指示点)に配置し, 独立型として Exactrac, 搭載型として CBCT, OBI, PV で画像取得した。次に, WL 球を基準に各画像中心の偏位量を計測し, 独立型と搭載型との差を求めた。OBI, PV は 0°, 90°, 180°, 270°の 4 方向撮像した。さらに, CBCT については回転方向やスキャン方法により画像中心の偏位量に差があるから明かにするため, 時計回り Full Scan (Full CW), 反時計回り Full Scan (Full CCW), Half Scan (Half)の 3 通りで画像取得した。

【結果】

Exactrac の画像中心と幾何学的アイソセンタの差を $Vrt[mm]/Lng[mm]/Lat[mm]$ とすると, 結果は 0.04/-0.03/-0.03 であった。また, Exactrac の結果と搭載型の結果の差を $\Delta Vrt[mm]/\Delta Lat[mm]/\Delta Lng[mm]$ とすると, OBI : 0.2/0.07/0.5, PV : 0.16/0.07/0.43, Full CW : -0.11/-0.13/-0.26, Full CCW : -0.12/-0.06/-0.27, Half : 0.01/-0.11/0.4 であった。

【考察】

独立型と搭載型との偏位量の差は, 最大で 0.5mm 程度であった。PTV マージン 1mm と考えた場合に問題となるほどのずれではないと考えられる。

【まとめ】独立型と搭載型のアイソセンタ精度を検証し, 機械的な差を把握することが出来た。

91. 多発転移性脳腫瘍に対する single isocenter & multiple targets の照射精度検証

○家子 義朗¹⁾

金井 貴幸¹⁾ 山川 萌江美²⁾ 市川 真由美³⁾ 鈴木 幸司²⁾

宮坂 友侑也¹⁾ 想田 光¹⁾ 岩井 岳夫¹⁾ 根本 建二¹⁾

山形大学大学院 医学系研究科重粒子線医学講座¹⁾

山形大学医学部附属病院 放射線部²⁾

山形大学 医学部放射線医学講座放射線腫瘍学分野³⁾

【目的】

当院では, 多発転移性脳腫瘍の放射線治療において, single isocenter によって複数の腫瘍を同時に照射する治療計画が立案可能な Elements Multiple Brain Mets SRS (以下, Elements)を導入した。Elements では, isocenter は照射する腫瘍の重心で決定されるため, 腫瘍は isocenter 上ではなく, off-isocenter 上に存在する。本検証では, off-isocenter のターゲットに対して Winston-Lutz test を実施することで off-isocenter の照射精度を検証した。

【方法】

本研究では、頭部ファントム (ATOM 702; CIRS) を用いて検証を行った。ファントムに鉄球を7個挿入、7個の内1個の鉄球に isocenter を設定し、他の6個の鉄球に関しては、off-isocenter で小照射野を形成した。ガントリー、コリメータ、カウチをそれぞれ回転させ照射を行い、EPID で取得した画像に対して、放射線照射野中心と鉄球中心の位置誤差を算出した。照射するにあたり、各カウチ角度において、ExacTrac version 6.2 (BrainLAB) により位置照合を行った上で照射を行った。また、照射精度を向上させるため、radiation isocenter calibration を適用し、照射精度が改善するかどうかを検証した。

【結果】

ガントリー、コリメータ、カウチ、それぞれの検証について、位置誤差は 0.62 mm±0.34 mm, 1.20 mm±0.32 mm, 0.93 mm±0.33 mm (全鉄球の平均値±SD) であった。また、radiation isocenter calibration を適用した場合は、0.47 mm±0.32 mm, 0.81 mm±0.33 mm, 0.64 mm±0.36 mm であった。したがって、radiation isocenter calibration を適用することによって、精度改善がみられ良好な結果が得られた。しかしながら、理論上、isocenter と off-isocenter との距離が大きくなるほど、回転系による誤差の影響は大きくなるため、許容値設定やターゲットのマージン設定には注意が必要である。

10月27日(日) 9:50~10:40
セッション20 放射線治療3 治療計画

第4会場 会議室3
座長: 大坂 暁胤

92. 検証精度の向上を考慮した High Definition Radiotherapy プランニングの検討

○庭山 洋

小坂橋 健一

太田西ノ内病院 放射線部

【目的】

当院では、多発性脳転移に対する定位放射線治療の新しい照射技術である HyperArc を臨床稼働させた。HyperArc は、Cutting Edge Technic を使用することで極小 Segment を多用した照射になっている。このため、小さい Target の場合、PatientQA の絶対線量測定が合いにくいことが考えられる。また、良好なプランがシンプルに立案できるが、より治療効率の高いプランの検討の余地はあると思われる。よって、質を落とさず、照射の合理化と検証のし易さを向上させたプランを検討した。

【方法】

従来の定位照射の検証では、多少の誤差が大きくても、常に誤差の大きい傾向であれば、大きく逸脱していない場合も多い。これは、測定する器具の限界により誤差が生じるだけで、プランに問題ないと考えられるためである。しかし、可能なら実測で許容範囲内の誤差に入るようなプランが理想である。そこで、5Target を 1Isocenter の SRS で治療するプランを複数立案し、Dose Statistics でプランの比較を行った。その後、PatientQA を行い、検証結果を検討した。

【結果】

5Target を1つのROIで最適化するとMUが大きくなり、Bridge線量も大きくなった。集中性は同等であった。ALDOをONにすることでMinimumDoseが均一化され、Targetの差が少なくなったが、MUは増大した。ASCをVeryHighにすることで分布を変えずにMUを低減できた。Extendedにすることで、より集中性が向上し、正常脳の被ばくとMUを低減させることができた。実測もASCやExtendedを使用することで誤差が低減した。これは、極小Segmentの最適化による影響と思われる。

【結語】

HyperArcのプランニングでは、ALDOにASCやConvergenceを使用することで線量分布の向上とMUの低減を行うことが可能であった。さらに、極小Segmentが少なくなることでPatientQAの結果も向上した。このため、ASCとConvergence(Extended)を常時ONにすることで照射の合理化と検証のし易さを向上させたプランが立案できたと示唆された。

93. 回転型強度変調放射線治療のコリメータ角度が interplay effect に与える影響の検討

○小川 千尋¹⁾

佐藤 清和¹⁾ 千葉 貴仁²⁾ 坂本 博¹⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門¹⁾

東北大学病院 放射線治療科²⁾

【目的】

動きがある標的に強度変調放射線治療(IMRT)を使用する際、マルチリーフコリメータ(MLC)と標的の動きが干渉することにより、過大もしくは過小線量を

生じること(interplay effect)が指摘されている。しかし interplay effect について、コリメータ角度が及ぼす影響についての報告は少ない。当院では肺の体幹部定位放射線治療(SBRT)を行う際、回転型の強度変調放射線治療(VMAT)を使用しているが、コリメータ角度の明確な制約は設けていない。そこで、VMAT-SBRTにおいてコリメータ角度が interplay effect に与える影響を明らかにすることを本研究の目的とした。

【方法】

FFF(flattening filter free)を用いたVMAT-SBRTプランのコリメータ角度を0, 30, 45, 90度で作成し、動体ファントムに乗せたQA用4D円筒形検出器アレイにて頭尾方向に振幅0, 5, 10mmとして動作させ、評価を行った。測定時、ノンコプラナー照射は検出器保護のため、コプラナー照射に変更して測定を行った。評価項目は計画値と実測値とで γ 解析を行い、そのPass率とした。

【結果】

interplay effectに対する評価は、コリメータ角度90度の場合が最も影響が少ない結果となった。今回の検討より、標的の動きとMLCの動きが平行となる際、interplay effectの影響を小さくする治療計画を作成できたと示唆された。

94. 実臨床を想定した不均質ファントムにおけるサイバーナイフ線量計算アルゴリズムの精度検証

○真崎 敬大

阿部 良知 太田 裕樹 遠藤 浩光 小松 俊介 小森 慎也

加藤 亮平 相良 達彦 大内 久夫 加藤 貴弘

南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科

【目的】

定位放射線治療装置サイバーナイフ(Accuray)では、ロボットアームを用いて多方向からの照射を行うことで腫瘍やリスク臓器の形状に沿った急峻な線量分布を作成することができる。加えて1回の処方線量が大いこともあり、線量計算にはとりわけ正確さが求められる。そこで本研究では、臨床で生じ得る線量計算の誤差の傾向を明らかにするため、実臨床を想定した簡便な構造のファントムにおける線量計算の誤差をMonte Carlo(MC)法を基準に評価した。

【方法】

頭蓋内病変に対する治療を想定し、軟部組織および骨組織により構成されるスラブ状の不均質数値ファントムを作成した。また同様に、胸部内病変に対する治療を想定して軟部組織、骨組織、肺組織により構成されるファントムを作成した。治療計画装置MultiPlan(Accuray)搭載のRaytracing(RT)及びMC、汎用MCコードEGS5(KEK)を用いて、作成したファントムに対して垂直にビームが1門入射した際の線量分布を計算し、EGS5の計算値を基準としてPDDを比較した。この時、EGS5の線源情報はサイバーナイフM6(Accuray)の装置内MCシミュレーションから得たものを使用した。臨床で選択される頻度の高い照射野サイズにおける評価を行うため、頭蓋内想定例では直径10mm、胸部内想定例では直径20mmのコリメータを選択した。

【結果】

頭蓋内想定例では、骨組織においてRTが誤差5%程度線量を過小に評価したものの、軟部組織では精度良くEGS5と一致した。対してMCはどの媒質においても最大2%程度の誤差で一致した。胸部内想定例では、肺組織においてRTが誤差30%程度線量を過大に評価したのに対し、MCは最大5%程度の誤差で一致した。

【結論】

頭蓋内病変の症例においてはRT、MCどちらでも臨床で大きな計算誤差は生じないと予想される。しかし、肺野など低密度領域を含む症例においてRTを用いた場合には線量を大きく過大評価することが予想されるため注意が必要である。

95. ホウ素中性子捕捉療法における異なるモンテカルロコードで計算した線量分布の比較

○加藤 亮平¹⁾

廣瀬 勝己²⁾ 加藤 貴弘³⁾ 竹内 瑛彦²⁾ 本柳 智章²⁾ 新井 一弘²⁾

原田 崇臣²⁾ 高井 良尋²⁾

南東北BNCT研究センター 診療放射線科¹⁾

南東北BNCT研究センター²⁾

福島県立医科大学³⁾

【目的】

ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)では中性子と物質の相互作用が複雑であるため、線量計算にモンテカルロ法(MC)が利用される。MCで線量を計算する際、核データライブラリの違いにより計算結果が異なることはよく知られている。しかし、ライブラリやMCコードの違いが実際の線量分布にどの程度影響するかは十分明らかにされていない。また厳密には装置毎に中性子ビームの線質が異なる

るため、線量分布に及ぼす影響も異なる推測される。そこで本研究では、自施設のビームデータを用いて BNCT の治療計画装置である SERA と PHITS で計算した中性子フラックス、及びホウ素線量を比較した。

【方法】

ICRU report46 に基づき Average soft tissue と正常肺で構成されるスラブ状の数値ファントムを作成した。ファントムには 1 ppm のホウ素が含まると仮定した。当院の BNCT システムにおけるビームデータを使用し、SERA と PHITS で熱中性子フラックス、ホウ素線量を計算した。この際、SERA では内蔵されているライブラリを使用し、PHITS では JENDL-4.0 を使用して計算を行った。計算した熱中性子フラックスとホウ素線量は中心軸上のプロファイルで比較した。

【結果】

SERA と PHITS で計算した熱中性子フラックスのプロファイルは表面付近を除いて 12 cm 深まで 5%以内で一致し、表面で最大 14.6%の誤差が生じた。ホウ素線量のプロファイルも表面付近を除いて 15 cm 深まで 5%以内で一致したが、表面では最大 35.8%の誤差が確認された。

【考察】

異なる MC コードで計算した熱中性子フラックスとホウ素線量は、高エネルギー X 線のビルドアップに相当する表面付近で誤差が大きい傾向にあったが、それ以外では 5%以内で一致した。PHITS の計算条件にはまだ改善の余地があるため、引き続き検討する予定である。

96. 膵臓癌に対する同時ブースト法を用いた陽子線治療における腸管内容物の変化が及ぼす影響

○成田 優輝

池田 知広 武政 公大 原田 崇臣 山崎 雄平 加藤 雅人

小山 翔 松本 拓也 鈴木 正樹 横田 克次 加藤 真弘

南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科

【目的】

膵臓癌に対する同時ブースト法を用いた陽子線治療では、ターゲット周囲に多くのリスク臓器(OAR)が存在しており、とりわけ近接する腸管線量の低減が課題とされている。また、治療期間中に生じる腸管内容物の変化が陽子線の飛程に影響を及ぼすため、ターゲットへの線量低下や OAR 線量増加の危険性がある。そこで本研究では腸管内容物の変化がターゲットおよび OAR 線量に及ぼす影響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膵臓癌 10 例を対象とした。初めに、初回計画用 CT 画像に対し治療計画を立案した(Ref Plan)。処方線量は 67.5GyE/25Fr.とし、main field(予防領域)と sub field(局所領域)を組み合わせた同時ブースト法を想定した。次に、腸管内容物の変化による影響を評価するために、初回計画用 CT 画像上で大腸輪郭内を CT 値が 50HU, 0HU, -100HU, -1000HU に相当する阻止能比で置き換え、Ref Plan をコピーし再計算した計画を作成した(Eva Plan)。各 Eva Plan と Ref Plan との比較を行い、ターゲットおよび OAR 線量への影響について評価を行った。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】

ターゲットにおいて 50 ~ -100HU における Eva Plan と Ref Plan の比較では大きな線量差が認められなかったのに対し、-1000HU Plan との比較では GTV 及び CTV(sub field)の D98%に有意な線量低下が認められた。OAR の評価では、胃、十二指腸、脊髄において有意な線量差は認められなかったものの、Eva Plan(-1000HU)において、両側腎、大腸、小腸において線量増加が認められ、特に右腎への線量増加が顕著であった。特に腸管ガスを想定した Eva Plan(-1000HU)での線量影響が大きいため、照射前に腸管ガスが顕著に認められるケースにおいては、治療実施の可否について慎重な検討が必要になるものと考えられる。また、実臨床では腸管位置の変化なども問題になることから、治療期間中に CT を複数回撮影するなど、定期的にモニタリングすることが望まれる。

10月27日(日) 10:50~11:50

第4会場 会議室3

セッション21 X線撮影

座長：下沢 恵太

97. 口内法 X 線撮影時における空間散乱線量分布の基礎的評価

○西原 拓也¹⁾

高根 侑美¹⁾ 鈴木 友裕¹⁾ 稲葉 洋平²⁾ 石塚 真澄¹⁾ 小野 勝範¹⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻²⁾

【背景・目的】

口内法 X 線撮影では、小児や障害者などイメージングプレート (IP) の保持が

困難な患者に対して、医師や診療放射線技師が代わりに IP を保持して撮影することが多い。散乱線による保持者の被ばくが懸念されるが、撮影室内における空間散乱線量分布が明らかになっておらず、保持者の被ばく線量が十分に管理されていないのが現状である。そこで、口内法 X 線撮影時の撮影部位に応じた散乱線量を測定し、空間散乱線量分布図を作成することで個人被ばく線量を把握することが可能か検討する。

【方法】

X 線撮影装置は、据え置き型歯科撮影装置 Xspot (朝日レントゲン工業) を使用した。胸腹部用水ファントム (美和医療電機株式会社) の上に人体頭部ファントム (三和化成株式会社) を置き、患者を模した状態で空間散乱線量の測定を行った。測定には、電離箱式サーベイメータ ICS-323 (日立アロカメディカル) を用い、頭部ファントムの頭頂部を原点、頭部ファントムの咬合平面の高さを基準面とした。測定点は、原点から前方 70 cm、後方 10 cm の 10 cm 間隔、左右 -50 ~ 50 cm の 10 cm 間隔の計 99 点とした。さらに基準面から上下 -15 ~ 15 cm の 15 cm 間隔の面も測定した。撮影部位は、成人前歯と大臼歯、小児前歯と乳臼歯の上・下顎 8 箇所を設定し、各部位を当院の撮影条件にて撮影した。3 回測定の平均値を算出し、その値をもとに空間散乱線量分布図を作成した。

【結果】

基準面の高さでは、成人・小児ともに前歯部の散乱線量分布図はほぼ対称であったが、大臼歯部では左右非対称となった。基準面と比較して、より線量の低い分布を示したのは、前歯部では -15 cm であったのに対し、大臼歯部では 15 cm となった。また、どの撮影部位に関しても、成人条件は小児条件より高い線量が広範囲に分布していた。

【結語】

撮影部位に応じた空間散乱線量分布図を明らかにすることで、保持者の被ばく線量を簡易的に把握することができた。

98. 小児の口内法 X 線撮影における撮影者の介助被曝

○鈴木 友裕¹⁾

高根 侑美 西原 拓也¹⁾ 稲葉 洋平²⁾ 石塚 真澄¹⁾ 小野 勝範¹⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門¹⁾

東北大学大学院 医学系研究科保健学専攻²⁾

【背景】

小児の口内法 X 線撮影では、患者自身でイメージングプレート (IP) を保持することが難しいため、撮影者が患者の代わりに IP を手で保持しながら撮影する機会が多い。また、1 人の患者で複数の部位を撮影することが多く、撮影者の被曝が懸念されるが、実際の介助件数や空間散乱線量等は明らかになっておらず、被曝量の管理が必要と思われる。

【目的】

小児の口内法 X 線撮影における撮影時の空間散乱線量分布と、撮影者の介助件数を明らかにすることで撮影者の被ばく状況を把握する。

【方法】

空間散乱線量測定は、X 線装置 Xspot-G706P (朝日レントゲン工業) を用い、頭部人体ファントム (三和化成) と胸腹部用水ファントム (美和医療電気) で作成した疑似患者を撮影した。撮影条件は、当院の小児を撮影する際の条件 (70 kV, 6 mA, 0.1 sec) を用いた。電離箱線量計 ICS-323 (日立アロカメディカル) を用いて測定し、1 曝射当たりの線量分布を作成した。臨床における実際の介助件数は 2018 年 12 月から 2019 年 7 月までに口内法 X 線撮影を行った小児を調査した。また、撮影者が小児の IP を保持し撮影する際にポケット線量計 (日立アロカメディカル) を装着し 1 日の積算の実測値を求め、ファントムでの空間散乱線量との比較評価を行った。

【結果】

ファントムでの空間散乱線量分布は、照射部位を中心に放射状に散乱線が広がっており、臨床において撮影者の立ち位置と推定される場所での 1 曝射当たりの空間散乱線量は、0.3 ~ 0.5 μ Sv であった。口内法 X 線撮影で、撮影者が IP を保持し撮影した件数は 1 日当たり平均 5 人であり、撮影回数は平均 13 回であった。ポケット線量計の 1 日の積算値は、1 ~ 3 μ Sv であった。1 日の撮影回数と 1 曝射当たりの空間散乱線量の実験値から考えると、臨床においてポケット線量計では撮影者の被曝量を過小評価している可能性が示唆された。

99. 散乱線補正処理使用下における胸部回診撮影条件の検討

○高橋 俊吾

吉田 博一 照井 正信

秋田大学医学部附属病院 中央放射線部

【目的】

2017 年当院移動用 X 線撮影装置に散乱 X 線補正処理 Intelligent-

Grid(以下:IG)が導入された。従来の散乱線除去用 Grid と同等の画質を得ることが可能とされており、IG 使用により Grid 分の重みがなく、技師の負担軽減にも有用である。実臨床体厚における IG 処理の有用性についての報告を行ったが、撮影における適切な条件の検討は少ない。本研究は従来使用していた Grid と IG 使用における胸部画像の比較から適切な撮影条件を求めることを目的とした。

【方法】

コニカミノルタ社製 FPDsystem (AeroDR) を使用し、胸部ファントムを撮影した画像による視覚評価を行った。ファントム前面に厚みを調整可能な模擬陰影を 5 ヶ所配置し、Grid(Grid 比 6:1)での 90kV,2.5mAs を基準撮影条件とし、IG 使用(設定 Grid 比 6:1)において 80・85・90kV,2.0・3.2・4.0・5.0mAs を仮想撮影条件として画像を取得した。各画像の模擬陰影の見易さについて 5 段階の視覚評価を行い、得られたスコアから IG 使用下における適切な撮影条件を検討した。

【結果・考察】

十分な厚みを有した模擬陰影の領域において IG 使用画像は Grid 画像に比べて同等以上のスコアを得た。陰影がある位置に依らず、Grid 画像と同等以上に陰影を表現出来ると推測される。模擬陰影の厚みが少ない場合は IG 画像が基準に対して下回る撮影条件を一部認めた。管電圧の違いによる散乱線含有量の差の影響を受けたことが考えられる。十分な厚みを有さず判別がしにくい陰影について考慮すると従来の Grid で撮影する基準条件よりも管電圧条件を下げて使う必要があると推測される。

100. 深層学習による領域抽出精度を指標とした散乱線補正処理胸部 X 線撮影における線量低減可否の検討

○小野寺 崇^{1) 2)}

李 鎔範²⁾ 田中 良隆³⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門¹⁾

新潟大学大学院 保健学研究科²⁾

東北大学病院 診療技術部放射線部門³⁾

【目的】

散乱線補正処理撮影時における線量低減の可否についてはいまだに結論が出ていない。本研究の目的はグリッド装着撮影時と比較し、線量を低減して撮影した散乱線補正処理画像において深層学習による腫瘍の領域抽出の観点から線量低減の可否を検証することである。

【方法】

腫瘍を模擬したアクリル円柱(直径 20,30mm 厚さ 1,3,5mm)を胸部ファントム上に配置しグリッド装着撮影画像(80kV 2.5mAs)および撮影線量を低減した散乱線補正処理画像(80kV 2.5,2.0,1.6,1.2mAs)を取得した。まず腫瘍部を中心とする 256×256 マトリクスに切り出し、腫瘍部および肺野のデジタル値から CNR(Contrast to Noise Ratio)を算出した。また、グリッド装着撮影画像を基準とし、散乱線補正処理画像の PSNR(Peak Signal to Noise Ratio), RMSE(Root Mean Square Error), SSIM(Structural Similarity Index)を求めた。腫瘍の領域抽出には深層畳み込みニューラルネットワークの一種である U-net を用いた。教師画像はグリッド装着撮影画像、テスト画像は散乱線補正処理画像とし、その抽出精度をダイス係数にて評価した。

【結果】

CNR についてグリッド装着撮影画像と比較し、散乱線補正処理画像 1.6mAs 以下の条件では値が低下した。PSNR・SSIM については腫瘍の厚みが 3mm 以上のときは線量や直径によらず両者間で値に差は見られなかった。また、グリッド装着撮影画像と散乱線補正処理画像のダイス係数は、腫瘍径が 20 mm のときは線量を増すごとに 1 に近づく結果となったが、腫瘍径が 30 mm のときは線量によらず 1 に近い値となり、視覚的にも差は見られなかった。

【結語】

胸部単純 X 線撮影において、グリッド装着撮影時と比較し、散乱線補正処理撮影時は撮影線量を低減できることが示唆された。

101. 産婦人科撮影における妊婦骨盤内線量の評価

○佐々木 稜

弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門

【目的】

2015 年に DRL が策定され患者の被ばく線量に対してより議論されるようになった。本研究では、特に慎重な管理が必要と考えられる産婦人科撮影のグースマン法における骨盤内の吸収線量を測定・評価し、患者の被ばくを検討すること、また実効線量も算出し線量計算ソフト EPD との比較を行うことを目的とする。

【方法】

本院で使用されている基本的なグースマン法の撮影条件である 95kV, 400mA, 63msec, Cu フィルタ 0.1mm によって得られた画像が骨盤計測可能なものであり、そのときの入射表面線量と DRL を比較し適切な撮影条件であることを確認する。

ランドファントムの骨盤内に蛍光ガラス線量計を複数本挿入し、グースマン法の体位に保持する、このとき妊婦を再現するために水を満たしたビーチボールをファントムの腹部に設置した。上記の撮影条件に設定し撮影、計測をおこなう。その測定値の平均値から骨盤内の吸収線量を算出する。また、ファントムの各臓器に線量計を挿入し、上記の体位と撮影条件で撮影、計測をおこないそれぞれの臓器吸収線量を算出する。そこから実効線量を求め、線量計算ソフト EPD にて同じ撮影条件を入力し比較をおこなう。

【使用機器】

・蛍光ガラス線量計 Dose Ace(千代田テクニク)

・ランドファントム

・診断用 X 線装置 RADspeed Pro(SHIMADZU)

【結果・考察】

上記の撮影条件で撮影したときの入射表面線量がグースマン法の DRL*を超えていないことを確認した。

骨盤内線量の測定では、線量分布を求めたところ管球側で線量が高値となり、ファントム内を通るにつれて線量が減少し、検出器側の端ではほぼ値が見られなかった。実効線量は測定値と EPD の計算値とを比較すると測定値の方が大きい値となった、この原因としてファントムの体格の違いや散乱線が影響していると考えられ、今後線量低減に向けて検討していく必要があると考える。

*最新の国内実態調査の基づく診断参考レベルの設定 平成 27 年 6 月 7 日参照

102. ワンショットエネルギーサブトラクション処理における撮影時間の影響

○宮澤 幸太郎¹⁾

奥井 順也¹⁾ 齊藤 宏明¹⁾ 近藤 達也²⁾

新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門¹⁾

新潟大学 医学部保健学科放射線技術科学専攻²⁾

【目的】

胸部単純 X 線画像における病変部と軟部領域のコントラストは、骨領域に重なった場合に低下する。富士フィルムメディカル社製 FPD 装置 CALNEO Dual はワンショットエネルギーサブトラクション処理によって、骨領域を除去した軟部組織画像(以下、ES 処理画像)を得ることができる。ES 処理画像は CsI と GOS の 2 層の検出器により作成された骨強調画像と、通常の単純 X 線画像との画像処理から得られる。これまでに適切な撮影条件の検討はなされていない。本検討の目的は、撮影条件のうち撮影時間の変化による ES 処理画像の特性を検証することである。

【方法】

撮影は、人体ファントムの胸部を対象に、撮影時間を 2ms~40ms に変化させて 3 回ずつ行った。評価は、撮影時間 40ms の骨強調画像から各撮影時間の骨強調画像を Image J 上で差分処理した画像の画素値の二乗平均値と、ES 処理画像の描出能で行った。二乗平均値は左右の肺野領域 3 か所で計測した。ES 処理画像の描出能の評価は、各撮影時間で得られる ES 処理画像の左右の肺血管主管部と、左心室辺縁のラインプロファイルを Image J 上で取得し行った。

【結果】

計測した肺野の二乗平均値は、すべての場所で短い撮影時間では高く、長い撮影時間では低下した。各撮影時間で得られる ES 処理画像の描出能は、どの計測箇所でも撮影時間 2ms で最も低くなり、撮影時間 5ms 以上で撮影時間 40ms と同等の値となった。

【結論】

ES 処理画像において骨領域の重なりを低減し画質を担保するためには、適切な撮影時間を検討し撮影する必要がある。

10月27日(日) 13:00~13:40

第2会場 会議室1

セッション 22 X線透視

座長: 菅原 連太郎

103. 上部消化管撮影頭低位腹臥位二重造影正面像における撮影補助具の試作

○林 伸也

遠藤 怜子

太田西ノ内病院 放射線部

【はじめに】

頭低位腹臥位二重造影正面像の撮影では、胃形を形成しなければ正面像として描出できない。そのため胃形を形成するのに圧迫枕が必須となっている。圧

迫枕の挿入位置の目安、圧迫枕挿入後の胃形像はガイドライン等に記載はあるが問題点として、やる側の個人差が大きく、圧迫枕の挿入位置が悪く胃形を形成できない。また、圧迫枕の位置調整に時間がかり過剰に胃を押ししてしまった結果、胃内の空気量が不足してしまう。その後発泡剤補充とローリングで十二指腸へのBa流出などがある。

【目的】

圧迫枕挿入後、位置の微調整として補助具を作成し、補助具使用前の頭低位腹臥位二重造影正面像と補助具使用後の頭低位腹臥位二重造影正面像の描出率を計り、補助具使用後の頭低位腹臥位二重造影正面像の描出向上を目的とする。

【方法】

比較対象は、1例あたり前年度補助具使用前の頭低位腹臥位二重造影正面像と今年度補助具使用後の頭低位腹臥位二重造影正面像の同一患者で比較し、期間は2019年4月から9月までの市検診で牛角胃と横胃とする。評価方法は、技師数名でのストップ点数評価、t検定法をもちいた有意差判定をする。

【使用機材】

補助具の材質：モールドケア（放射線治療用固定具）
透視装置：日立（EXAVISTA） キヤノン（ZEXIRA）

【結果】

補助具使用前の平均点数は、4.1 補助具使用後の平均点数は、5.5
p値>0.05以下で補助具を使用すれば有意差あり。

【考察】

モールドケア（放射線治療用固定具）の使用でホールド感はあるが、モールドケアが回いため苦しい印象があった。しかし、枕からとってつけていることで、圧迫枕挿入後の胃を下垂にする位置調整が容易になった。圧迫枕の材質は柔らかい枕の方が、痛く苦しい感じは大幅に軽減できる。よって、圧迫枕は柔らかい材質と挿入後の位置調整用として付きが描出率を向上させ、個人の技術差が少なくなるのではないかと考える。

104. 嚥下造影検査時における空間放射線量分布図の作成

○竹田 亜由美¹⁾

土屋 一成¹⁾ 中嶋 友紀²⁾ 大巻 良子³⁾ 水谷 雅臣⁴⁾

公立置賜総合病院 放射線部¹⁾

公立置賜総合病院 リハビリテーション科²⁾

公立置賜総合病院 栄養管理室³⁾

公立置賜総合病院 外科⁴⁾

【目的】

嚥下造影検査（以下、VF：Videofluoroscopic examination of swallowing）は、造影剤を混ぜた液体・固形の食物を使用し、咀嚼・嚥下の様子をX線透視装置と録画用装置を用いて観察・記録をおこなう定性的な嚥下機能評価法である。当院では、多職種で構成されたNST（Nutrition Support Team）摂食嚥下リハビリグループが主に検査を行っている。その際、患者のみならず術者の被ばくが問題となる場合がある。そこで、検査室内の空間放射線量分布図を作成することとした。

【方法】

VF検査時と同じ装置配置にしたX線透視室内で、頭部ファントム（京都科学社製）と校正された電離箱線量計（Victoreen社製）を用いて50cm間隔で空間放射線量を測定した。各点での測定回数は5回とし、その平均値で検査室内の空間放射線量分布図を作成した。当院では、VF時に防護衝立を使用しているため、衝立ありと衝立なしのX線透視室内の空間放射線量を測定し比較した。

【結果】

VF時の検査室内の空間放射線量分布図を作成することができた。これによって、術者の被験者への介入方向・位置を考慮することができた。防護衝立の後方は、衝立なしよりも空間放射線量は約50分の1に低減しており、バックグラウンドと同程度であった。

【考察】

術者がX線防護衝立の後方へ退避することで被ばくの低減が期待できる。今後は防護立の位置も検討したい。また、被験者の50cm以内は比較的線量が高く、術者が柄の長いスプーンや防護手袋を使用するなどの工夫も被ばく低減に有効であると考えられる。空間線量分布図を作成することは、事前対応型の放射線防護に有用であり、日常的に放射線業務に関わらないスタッフに対する放射線被ばく教育に効果的であることが示唆された。

105. 当協会における胃X線透視装置の被曝線量表示値の実態調査

○池田 有花¹⁾

稲葉 洋平²⁾ 渡邊 晃成¹⁾ 板橋 裕禎¹⁾ 藤原 実¹⁾ 松田 夏枝¹⁾

宍戸 玲奈¹⁾ 石川 智美¹⁾

一般財団法人 宮城県予防医学協会 放射線課¹⁾

東北大学災害科学国際研究所災害医学研究部門災害放射線医学分野²⁾

【目的】

当協会における胃X線透視検査装置の被ばく線量表示値の実態を調査し、医療被ばくガイドライン2006との整合性を評価した。

【方法】

日立製 EXAVISTA3台を利用し、2019年5月から7月に撮影された胃X線透視検査約3,200件の標準体型における被ばく線量の中央値を集計した。標準体型は、同一被検者の体重の中央値を考慮し設定した。また、被ばく線量の中央値と医療被ばくガイドライン2006と比較検討を行った。

【結果】直接撮影・間接撮影別に集計した体重は、中央値（直接撮影：65.8kg、間接撮影：66.7kg）となり60kg～70kgが標準体型と思われたが、男女別に同様の集計をした際は、中央値（男性：69.8kg、女性：53.9kg）となり女性の中央値が範囲外となるため、標準体型は体重50kg～70kgとした。被ばく線量の中央値は、透視空気カーマ（直接撮影：45.34mGy、間接撮影：36.55mGy）、撮影空気カーマ（直接撮影：12.8mGy、間接撮影：7.87mGy）、総和空気カーマ（直接撮影：56.95mGy、間接撮影：45.39mGy）となった。総和空気カーマの透視空気カーマ割合平均は、直接撮影：77.6%、間接撮影：83.1%となり、積算透視時間の平均は、直接撮影：269.3秒、間接撮影：265.7秒であった。

【結語】

今回の当会における標準体型での胃X線透視検査の被ばく線量表示値の中央値は、直接撮影、間接撮影ともに医療被ばくガイドライン2006より低い値で撮影されていることが確認された。しかし、間接撮影においては、直接撮影に比べ、透視空気カーマおよび総和空気カーマの中央値がガイドラインの参考値に近値となった。これは、間接撮影の積算透視時間が直接撮影と大きく変わらない事や当会の間接撮影が基準撮影法に食道撮影を追加していることが一因と推測された。

106. 当協会の胃がん検診における誤嚥対策の効果の検証

○菅原 将人

齋藤 知子 川又 健一

公益財団法人 岩手県がん協会 業務部検診二課

【目的】

当協会では、平成9年度からの5年間でまとめた誤嚥の傾向から、安全性確保のため、70歳以上男性を対象にX線透視下でのバリウム服用を実施している。

しかしその対策の効果の評価せずに経過していたので、平成26年からの5年間の誤嚥の傾向をまとめ、変化した状況等を加味しその効果を検証することとした。

【対策の基本情報】

- ・対象は70歳以上男性
- ・Baを紙コップに移し服用
- ・Ba服用時の体位は立位

【対象】

胃がん検診受診者 H26年度-30年度 483,953名

誤嚥症例数 H26年度-30年度 187名

【方法】

(1)平成26年度から5年間の誤嚥報告書から、性別、年齢階級別に集計し傾向を確認

(2)検査の実施、中止、医療機関への紹介の有無をまとめ、対策の問題点、改善点を検討

(3)対策の根拠となった平成9年から5年間との使用薬剤、受診者の年齢層の変化、平成28年度の誤嚥判定基準の変更の影響について検討

【結果】

(1)・誤嚥の発生頻度

平成26年度から平成30年度の誤嚥発生率は全体で0.038%

性別、年齢階級別では、誤嚥者の約半数が80歳以上の男性

(2)・検査中止例

90%以上が70歳以上の男性

・医療機関紹介の事例

約半数が75歳以上男性

(3)・使用薬剤の変化

平成13年度まではゾル製剤で、現在のバリウムに比べ粘度が高かった。対して、現在使用している粉末製剤はその粘度の低さから誤嚥を起こしやすいとされている。

・受診者の年齢層の変化

受診者の年齢層は男女共に高齢化傾向にあり、誤嚥を起こしやすいとされる高齢男性の割合も増加している。

・誤嚥判定基準の変更

経路上、気管分岐部に達しない程度の誤嚥が更なる体調変化等を起こす可能性が少ないため、平成 28 年度より誤嚥の判定基準を気管分岐部より先に変更した。これにより誤嚥の発生件数が減少した。

10月27日(日) 13:50~14:40
セッション 23 放射線治療 4 放射線計測

第2会場 会議室 1
座長：庭山 洋

107. 蛍光ガラス線量計を用いた Cone Beam CT の線量測定の有用性

○内沼 良人

岡 善隆 宮岡 裕一 高野 基信

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【背景】

近年強度変調放射線治療や定位放射線治療等の高精度治療が普遍的に行われつつあり、位置照合に CBCT を用いることが増えている。平成 31 年 3 月の医療法施行規則改定に伴い、CBCT は対象とはなっていないものの必要に応じ被ばく線量の管理及び記録が求められ、IGRT に伴う被ばく線量を把握する意義は大きい。

【目的】

近隣の放射線治療実施施設を含めた被ばく線量把握の初期検討として蛍光ガラス線量計（以下 素子）と他の線量測定器を用い当院の CBCT の CTDIW を測定し比較することで有用性を検討する。

【方法】素子（GD-352M）の積算線量を消去するため 400℃にて 1 時間の加熱処理を行った。次に素子を直列に 4 個封入できるように穿孔加工を施したアクリル製治具を用い CTDI ファントム（直径 32 cm）内に装填し、治療寝台上で 3 回測定した。測定値を安定させるため 70℃で 30 分加温処理し、その後リーダ（FDG-1000）にて 200 回の読み取りを行った。同一測定条件にて Radcal 社製ペンシル型イオンチェンバで 3 回、RTI 社製半導体検出器ピラニアでも 1 回測定した。撮影条件は当院の骨盤部条件（120 kV, 25 mAs）とし、ボウタイフィルターはハーフファンに 1 mm 厚の銅板を付加したものをを用いた。

【結果】

各線量測定器の CTDIW は素子で 5.64 mGy、イオンチェンバでは 5.32 mGy、ピラニアでは 5.70 mGy となった。

【考察】

素子は事前準備・解析作業は煩雑であるが、1 回の撮影で中心と辺縁 4 点の測定が可能のため他の線量測定器に比べ治療装置占有時間の短縮になり効率的に測定できる可能性がある。よって郵送による測定に適していると考えられる。しかし素子を基準とした相違はイオンチェンバで 5.73%、ピラニアで 0.98%であり素子の取り扱いや解析も含め引き続き検討していく。

108. Flattening Filter Free ビームにおける補正係数を用いた際の水吸収線量計測

○佐久間 政志

佐藤 清和 坂本 博

東北大学病院 診療技術部 放射線部門

【目的】

フラットニングフィルタを用いないビーム(Flattening Filter Free ビーム:FFF ビーム)では、フラットニングフィルタを有するビーム(Flattening Filter ビーム:FF ビーム)と比べ、軸外線量比の平坦な領域が狭く、電離箱によっては中心軸の線量を過小評価する、またエネルギースペクトルの変化により水/空気の平均制限質量衝突阻止能比を過大評価することが知られている。FFF ビームに関しては、標準計測法 12 に未掲載となっており、水吸収線量計測法が確立されていない。上記についての補正は現状、各施設の判断で行われている。本研究では、電離箱の体積平均効果の補正の有無、平均制限質量衝突阻止能比の補正の有無が水吸収線量に与える影響を検証することを目的とした。

【方法】

標準計測法 12 の基準条件に準じて、6,10MV の FFF ビームの水吸収線量計測を行った。体積平均効果の補正係数と平均制限質量衝突阻止能比の補正係数を、2017 年に発表された IAEA TRS-483 の内容を考慮した補正係数とした場合、現状当院で使用している補正係数とした場合、また補正を行わず標準計測法 12 に準拠した場合について、水吸収線量を求め、比較した。

【結果】

標準計測法 12 に準拠して求めた水吸収線量に対する、各補正係数を用いた際の差は、6MV FFF ビームに比べ、10MV FFF ビームでやや大きくなったが、全て

の場合で 0.5%以内であった。

【考察】

FFF ビームの水吸収線量を評価する際は、どの補正係数を用いても、また FF ビームと同様の計測を行っても問題ないと考えられる。補正係数を用いる際は、体積平均効果と阻止能比どちらか一方だけの補正にした場合などは、差が大きくなる可能性があるため注意が必要であると考えられる。

109. 放射線治療領域における人工ルビー線量計と電離箱線量計の相違について

○宮入 拓未

細貝 良行 丸山 采華 山口 俊哉 浅川 百恵 岡田 裕樹

森 貴野

国際医療福祉大学 保健医療学部放射線・情報科学科

【目的】

前回の大会で私たちは、高エネルギー X 線・電子線の人工ルビー線量計の測定結果についての報告を行った。今回、私たちは治療領域における人工ルビー線量計と電離箱線量計との違いを検討するために、高エネルギー X 線・電子線照射時の照射野サイズの違い、人工ルビー個々の感度の違い、人工ルビーの高エネルギー光子線に対する耐性についての 3 項目の測定を行った。

【方法】

開発した人工ルビー線量計は、ルビーが発光することで得られる 693nm の光を光ファイバーで導光し、フotonカウンティングシステムにてフoton数として計測するもので、得られるデータはカウントとして得ることが可能である。これをもとに、人工ルビー線量計を使用し以下の項目に関し測定を行った。1.高エネルギー X 線・電子線において、照射野を順次変更して照射し深部電離量百分率曲線の人工ルビー線量計と電離箱線量計との乖離についての検討。2.各人工ルビーの測定を行い人工ルビー個々の感度の違いについての検討。3.人工ルビー線量計に高エネルギーの光子線を照射し続けた際の人工ルビー線量計の放射線に対する耐性についての検討。

【結果】

1.最大線量深に関しては前回の報告同様、量線量計ともにほぼ同一の値を示したが、深部線量百分率での深部における乖離はセンサー部分の大きさ（体積）の違いによるものであると推測できた。2.複数の人工ルビーを使用しセンサーの製作を行った結果、最大で 3 倍程度の感度の違いが見られた。3.耐放射線耐性は使用に充分耐え得る結果が得られた。

【考察】

人工ルビー線量計は、ルビーそのものの製造方法の違いなどにより個々の感度が異なるが直線性は確保されているため、感度の補正は容易である事が確認できた。耐放射線耐性は充分担保されているが、センサー部分が安価なため、感度の低下が見られた際には交換も容易であると考えられる。

110. 半導体線量計を用いた寝台移動方式全身照射の線量推定の検討

○原田 正敏

岡 善隆 高野 基信 山田 絵里佳 宮岡 裕一 佐川 友哉

星 佑樹

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【背景・目的】

当院では 2017 年より X 線全身照射寝台を導入し全身照射（以下、TBI）を行っている。当院の治療計画装置では寝台移動方式の治療計画が立案できないため固体ファントムの実測によって処方線量に適した照射条件を決定している。しかし、人体の組成や形状は均一ではないため in vivo 測定で線量を確認する必要がある。そのため半導体線量計（以下、IVD2）を用いて in vivo 線量推定法の確立を目的とした。

【方法】

1)移動寝台上にタフウォーター(以下、TW)の厚さを 12, 20, 30cm に設置し、指頭型電離箱（以下、Farmer）をファントム中心に、IVD2 をビーム入射・射出面にそれぞれ 2 個配置した。各厚さで中心線量が 1 Gy になる寝台速度で照射し、得られた結果より IVD2 の SSD に対するキャリブレーションファクター（以下、CF）を次式で算出した。

$$CF [Gy/nC] = \text{処方線量} [Gy] / \text{線形近似で算出した IVD2 の値} [nC]$$

各厚さの Farmer の実測値（以下、D）と IVD2 から推定した算出値（以下、D IVD2）の比較を行った。なお D IVD2 は検出器毎の読み値と CF の積で各検出器の平均とした。

2)TW、タフリング、タフボーンを用いて厚さ 20cm の不均質ファントムを設定し、ファントム中心 1 Gy 処方方照射し D と D IVD2 の比較を行った。

3)TW の厚さ 12cm で前方に肺ブロック用治具と鉛板を配置し、ファントム中心 1 Gy 処方方照射し D と D IVD2 の比較を行った。

【結果】

- 1)TW の 12, 20, 30cm 厚さにおいて, D と D IVD2 の相違は 1.1, -0.7, 0.1%であった.
- 2)不均質ファントムの測定において, D と D IVD2 の相違は 3.5%であった.
- 3)肺ブロック部分の測定において, D と D IVD2 の相違は 3.9%であった.

111. 製品改良された組織等価型の熱蛍光薄膜体の基礎的応答特性

○岡 善隆

福島県立医科大学附属病院 放射線部

【目的】

頭部定位放射線治療の線量検証として極小線量計やラジオクロミックフィルムが用いられているが, 小照射野の線量検証方法が確立しているとは言い難い. 近年開発された東洋メディック社製組織等価型の熱蛍光薄膜体 (TLD シート) は高線量検証が可能であり期待されているが, 初期 TLD シート (TLD_O) にはシート斑があり再現性に課題が残されていた. 最近, TLD シートが改善 (TLD_N) されたので基礎的応答特性について検討した.

【方法】

20 cm 厚のタフウォータファントム中心に TLD_N を装填し, SSD 90cm とする様に寝台の上に配置した. 基礎的応答特性を明らかにするために, ①線量応答評価として照射野サイズ 10 x 10 cm², 投与線量 0 Gy~30 Gy (12Step), エネルギー10 MV, ②照射野係数評価として照射野サイズ 1 cm~30 cm (15Step), エネルギー10 MV, 200 MU で, 各 3 回照射した. 同様に EBT3, EBT-XD (①のみ), TLD_O を実施し比較検討した. 尚, 放射線治療装置は Vatan 社製 TrueBeamStx を用いた.

【結果・考察】

線量応答評価は, TLD_O 及び TLD_N は 30Gy まで概ね良好な直線性となったが, EBT3 は約 2 Gy, EBT-XD は約 5 Gy で飽和傾向となったことから高線量領域における線量分解能は TLD シートの方が優れていると考えられる. 一方, 照射野係数評価は, EBT3 では理想的な飽和曲線となったが, TLD_O 及び TLD_N は解析値が著しく散在しており評価困難であった. 従って, TLD シートをを用いた頭部定位放射線治療の線量検証は, 更なる TLD シートの改良に加え, TLD シート読取装置の温度斑の低減が必須と考えられる. 今後の技術の向上に期待したい.

10月27日(日) 14:40~15:40

第2会場 会議室1

セッション24 放射線治療5 照射技術・患者QA

座長:菅原 康紘

112. 強度変調放射線治療における線量率変化が MLC error と γ 解析に与える影響

○齊藤 仁

三浦 柊太 佐々木 裕史 鈴木 景子 伊藤 輝広

秋田厚生医療センター 放射線治療科

【目的】

強度変調放射線治療 (IMRT) における線量率変化と MLC error の関係, および γ 解析における γ pass 率の変化について検討した.

【使用機器】

放射線治療装置は Clinac iX (Valian Medical Systems), 解析ソフトは DoseLab FractionLab software (Möbius Medical Systems) で, γ 解析の半導体検出機として MapCheck2 (Sun Nuclear Corporation) を用いた.

【方法】

2019.6-7 月に前立腺 IMRT (Dynamic-MLC) を行った患者 14 名の治療計画を用いて, 線量率のみを 300, 400, 500, 600MU/Min と変化させた検証プランを作成した. それらのプランを照射し, Dynalog files (110 Fields) を抽出し, MLC error の割合を解析した. 解析値は Root mean square error (RMS) である. γ 解析においては, ガントリーおよびコリメーター0°から全門照射した線量分布を解析した. また γ pass 率は閾値 10 で, 1%/1mm から 3%3mm まで変化させた.

【結果】

BankA, B の平均 RMS error は, 線量率が高くなるにつれ大きくなった (0.19, 0.24, 0.28, 0.31mm). また Max leaf RMS error は, 300 vs 500 and 600MU/Min で有意差があった ($p < 0.05$). しかし, 400 vs 500MU/Min, 500 vs 600MU/Min で有意差はなかった ($p > 0.05$). さらに, Leaf position Error(0.05-0.5mm)では, 線量率の変化で有意差は見られなかった ($p > 0.05$). γ pass 率は, 条件が厳しい 1%/1mm や 1%2mm などで有意差があった ($p < 0.05$). また TG218 推奨の 3%/2mm では, 300 vs 600MU/Min で有意差があった ($p < 0.05$) が, 他の組み合わせでは有意差は見られなかった.

【考察】

今回の検討から, 線量率が 600MU/Min に関しては, MLC error や γ pass 率が有意に悪くなり, 400Min と 500MU/Min に関しては, 同等であると考えられた.

113. 前立腺がん放射線治療におけるハイドロゲル挿入による直腸線量の低減効果

○加藤 槇子

村崎 晶洋 佐藤 清和 坂本 博

東北大学病院 診療技術部放射線部門

【目的】

前立腺がんの放射線治療計画において直腸線量は重要な項目の一つである. 当院では直腸線量低減を目的に, 今年の 1 月から高リスク群前立腺がん患者を対象として前立腺と直腸の間にハイドロゲル (spaceOAR) の挿入を開始した. そこで本研究では, このハイドロゲルの有無による直腸線量の低減効果を評価し, その有効性を検証した.

【方法】

当院で今年の 1 月から照射した前立腺がん高リスク患者 (78Gy/39fr, ハイドロゲル有 3 人, 無 4 人) の DVH(Dose Volume Histogram)から, 直腸体積への吸収線量を比較・評価する. 評価点は当院の線量制約として設定している V75, V70, V65, V60, V50 の 5 点に加え, 低線量域評価のため V40, V30 とした. 加えてハイドロゲル挿入の有無による PTV 線量変化の比較を行った.

【結果】

ハイドロゲル有群と無群を比較した結果, 高線量域において約 8%の線量低減ができていたことが確認できた. また, ハイドロゲル有群と無群の間に PTV 線量の差異は見られなかった.

【考察】

ハイドロゲルを挿入することで直腸体積への吸収線量が低減されており, これにより副作用のリスク抑制が期待される. ハイドロゲルの有効性が確認できた.

114. ハイドロゲルスペースを用いた前立腺癌陽子線治療における前立腺位置変位の評価

○佐藤 啓樹

池田 知広 真崎 敬大 原田 崇臣 成田 優輝 加藤 雅人

松本 拓也 鈴木 正樹 横田 克次 齋藤 二央 加藤 貴弘

南東北がん陽子線治療センター 診療放射線科

【目的】

当院では 2018 年 11 月より陽子線治療を受ける前立腺癌患者に対し, 直腸線量の低減に有効とされる放射線治療用吸収性ハイドロゲルスペース (以下, HS) の使用を開始した. しかし, 本邦における HS を挿入した症例についての詳細な報告はまだ少なく, 不明な点も多い. そこで本研究では HS を挿入することで前立腺の interfractional motion がどのように変化するかを評価した.

【方法】

HS を挿入して陽子線治療を施行した低および中リスク前立腺癌 10 例を対象とした. 治療計画用 CT と治療期間中に週 1 回の頻度で撮影した Weekly CT の計 5 回の CT データに対し, 治療計画装置を用いて前立腺, 精嚢, 直腸, 膀胱, HS の輪郭入力を行った. 骨構造に対する相対的な前立腺重心の位置変位量を左右, 頭尾, 前後の成分に分けて評価した. HS および治療計画装置には Augmenix 社製 SpaceOAR, Elekta 社製 XIO-M を使用した.

【結果】

前立腺の interfractional motion は, 左右, 頭尾, 前後方向において $-0.2 \text{ mm} \pm 0.6 \text{ mm}$, $0.0 \text{ mm} \pm 1.5 \text{ mm}$, $-0.6 \text{ mm} \pm 1.4 \text{ mm}$ であった. 過去の HS 未挿入症例群の結果と比較して interfractional motion の傾向に違いはみられなかった.

【考察】

HS により直腸が圧排されることで前立腺直下の直腸内容量の変化が低減し, 前立腺の位置変位も小さくなる可能性があると思したが, これまでの HS 未挿入症例群との間に違いは認められなかった. HS を使用した場合においても従来と同様に前立腺の interfractional motion は生じるため, 適切なマージン設定や照合方法の選択について検討が必要である.

115. MU 独立検証の落とし穴

○加藤 壮敏

丸一 潤吾 芳賀 喜裕 田中 茂久 佐藤 直人 伊藤 拓夫

加賀 勇治 阿部 美津也 三輪 弥沙子

仙台厚生病院 放射線部

【背景】

当院は、Y Jaw とマルチリーフコリメータの 2 段コリメータ LINAC を使用している。独立検証に市販ソフトウェア (RadCalc) を使用しており、放射線治療計画装置 (Pinnacle3) でのプラン線量に対し、実測値と MU 独立検証は結果が一致していた。対して、今回放射線治療計画装置の更新により導入した Raystation ではプラン線量に対し実測値は一致したが、MU 独立検証は 5%以上の誤差を示す場合があった。2 つの放射線治療計画装置で作成したプランの相違点として、X Jaw の有無が挙げられた。

【目的】

2 つの放射線治療計画装置で作成したプランが RadCalc の MU 独立検証に与える影響を検討する。

【方法】

20cm 厚の水等価ファントムの 10cm 深をアイソセンターとし、4, 6, 10MVX 線で 2×2 から 30×30cm² へと正方形照射野を変化させアイソセンター処方 100cGy のプランを作成し、以下の検討を行った。

1. Pinnacle3 と Raystation で、上記条件でプランを作成し MU 値を比較する
2. 1 で用いたプランを MU 独立検証し結果を比較する
3. Pinnacle3 で上記条件で X Jaw ありとなしのプランを作成し MU 値を比較する
4. 3 で用いたプランを MU 独立検証し結果を比較する

【結果】

1. 2 つの放射線治療計画装置での MU 値の差は 1%以下であった
2. MU 独立検証結果は Pinnacle3 で最大 1.3%、Raystation で最大 3.4%であった
3. X Jaw ありとなしの計画の MU 値の差は 1%以下であった
4. MU 独立検証結果は X Jaw ありで最大 1.3%、なしで最大 3.6%だった。X Jaw ありに対するなしの独立検証結果の比は、照射野が小さいほど大きくなった。

【結論】

X Jaw の有無が、MU 独立検証結果に影響を与えた。この原因として X Jaw なしでは照射野だけでなく X Jaw 開口部コリメータの面積も検証計算領域に含まれることが考えられる。2 段コリメータ LINAC では X Jaw のファクターの検討と調整に注意が必要である。

116. 小照射野高精度放射線治療における患者 QA についての検討

○佐藤 尚志

佐藤 清和 佐久間 政志 小川 千尋 宮原 修人 坂本 博
東北大学病院 診療技術部 放射線部門

【背景・目的】

定位放射線治療や強度変調放射線治療を小照射野にて行う際の患者 QA は分解能に優れた Film を用いた線量分布検証を行うことが多い。半導体検出器などを用いた QA 機器では分解能の観点から小照射野の治療計画を正確に評価することが難しい。今回小照射野を対象とした新たな QA 機器の使用経験が得られた。そこで本研究ではその新たな QA 機器と Film とを比較検討することを目的とする。

【方法】

リニアックと計画装置はバリアン社製 TrueBEAM STx と ECLIPS。測定機器は SUN NUCLEAR 社製 SRS MapCHECK と StereoPHAN。Film 検証にはアルテック社製ガフクロミックフィルム EBT3 を用いた。本検討は 6FFF を用いた定位放射線治療の治療計画を用いて行った。定位放射線治療の治療計画の患者 QA における線量分布検証の γ 解析結果を比較する。 γ 解析の許容値を 3%/2mm にて行った。

【結果】

SRS MapCHECK では γ パス率 90%以上と概ね良好な結果が得られた。Film 検証においても γ パス率 90%以上と概ね良好な結果が得られた。

【考察】

SRS MapCHECK は検出器間の距離が短く、分解能に優れているため、定位照射のような小照射野の測定に適していると考えられる。また今回用いた QA 機器は角度依存性が比較的小さいことや検出器を配置している反対面からの照射についても正確な測定値が得られている事が基礎測定の結果から分かっている。そのことが γ 解析の結果にも影響していると考えられる。SRS MapCHECK が Film の代わりとしての線量分布検証における患者 QA ツールとして有用であると考えられる。

117. 電子ポータル画像装置を用いた患者 QA に向けた基礎的検討

○高橋 礼紀

金子 満 高橋 春奈 小川 大介 神田 真依子 小野塚 直樹

水澤 康彦

新潟市民病院 放射線技術科

【目的】

放射線治療において患者毎の放射線治療計画品質保証 (患者 QA) を行うことは重要である。近年は電子ポータル画像装置 (EPID) を用いた線量検証ソフトウェアが開発されている。本研究では 3D-CRT における EPID を用いた患者 QA を目指し、ソフトウェアの基礎的検討と、当院で患者 QA として使用している多次元検出器との比較検討を行った。

【方法】

EPID による線量検証ソフトウェアとして Dosimetry Check (Math Resolution 社、以下 DC) を使用し、以下の検討を行った。まず正方形照射野 (1cm×1cm~25cm×25cm) とウェッジ照射野 (15°, 30°, 45°, 60°) において中心線量、ウェッジ係数、プロファイル治療計画装置 (TPS) と比較した。次に照射野誤差に対する評価のため TPS にて作成した 10cm×10 cm のプランに対し、正方形照射野の一边を 10.0 cm から 12.0 cm まで細かく変化させ照射した場合のガンマパス率を多次元検出器 Arc Check (Sun Nuclear 社、以下 AC) の結果と比較し、相関を求めた。

【結果】

正方形照射野での中心線量は、照射野 3cm×3cm 以上で全てのエネルギーにおいて DC と TPS との差が 3%以内となった。ウェッジ係数の差は最大で 1.7%であった。DC と AC のパス率の相関は、3mm3%のとき 4MV で $R^2=0.9907$ 、6MV で $R^2=0.9709$ 、10MV で $R^2=0.9741$ 、2mm2% のとき 4MV で $R^2=0.9391$ 、6MV で $R^2=0.9901$ 、10MV で $R^2=0.974$ であった。いずれも両者の相関は $R^2=0.9$ を超えており高い相関であった。

【結論】

3D-CRT の固定照射において 3cm×3cm 以上の照射野条件で、患者 QA として DC でも AC と同等の評価が行えることが示唆された。