

演題番号 1

MR-I

座長 JA 北海道厚生連 倶知安厚生病院 小見山 聡史

## 頭部拡散テンソル解析における最適撮影条件の検討

札幌白石記念病院 放射線部

○赤川 真人 小山内 秀幸 金成 宏明 平田 秀喜 木村 紀行

### ■ 背景・目的 ■

当院では脳出血患者において拡散テンソル画像撮影 (DTI) が入院中パス検査であり、対象患者に検査を行っている。現在の撮影プロトコルは撮影時間 16 分 32 秒 (スライス厚 2.6 mm, MPG60 軸) と長く、患者に対する負担が大きいと考えられる。今回、我々は DTI の最適撮影条件の検討を行ったので報告する。

### ■ 方法 ■

使用装置は GE 3.0T MRI 装置 Signa HDxt ver.23 と GE Advantage Workstation Volume Share4.6 を使用。エリンギを寒天で固めた自作ファントムを当院撮影プロトコルから MPG を 10~70 軸、スライス厚を 2.6 mm~4.6 mm と変化させ撮影し、エリンギ部分の fractional anisotropy (FA), mean diffusivity (MD) を計測した。また MRI 性能評価ファントムを MPG, スライス厚を同じく変化させ撮影して歪度を算出した。結果より最適な MPG, スライス厚を検討した。

### ■ 結果・結論 ■

FA は MPG の軸数によって大きな変化は見られなかった。MD は 10~60 軸までは大きな変化は見られなかったが 70 軸で急激な上昇が見られた。歪度はスライス厚の増加に伴い下降傾向、MPG の増加に伴い上昇傾向を示した。結果を考慮して当院においてはスライス厚 3.6 mm, MPG40 軸が最適撮影条件と考えられる。

演題番号 2

MR-I

座長 JA 北海道厚生連 倶知安厚生病院 小見山 聡史

## Saturation recovery 法における delay time の違いが 心筋 T1 値測定に与える影響

札幌医科大学附属病院 放射線部

○金子 慈 本間 修一 蝶野 大樹 吉川 健太 大森 剛 谷内 美香  
中西 光広

### ■ 目的 ■

Saturation recovery (SR) 法の Saturation delay time (TD) の違いが心筋 T1 値計測に与える影響を検証し、撮像時間の短縮が可能か検討すること。

### ■ 方法 ■

装置は Ingenia 1.5T (Philips healthcare) を使用し、対象は正常心筋の T1 値を想定した自作ファントムとした。TD は 0, 100, 200, 300, 400, 500 および 600 ms とした。全ての TD から算出した T1 値を最も信頼性のある値とし、比較するのは、TD200 (0, 200 ms), TD400 (0, 400 ms), TD600 (0, 600 ms) とした。Bland-Altman plot を作成し、比較する 2 つの計測値差の誤差許容範囲の 95% 信頼区間 (LOA95) および相関の有意性検定を行い系統誤差 (加算, 比例誤差) の有無を検討した。

### ■ 結果 ■

TD200 は、LOA95 0.6~17.7%,  $r=0.47$  ( $p=0.002$ ) で、加算および比例誤差を認めた。TD400 は、LOA95 -0.6~7.2%,  $r=0.48$  ( $p=0.002$ ) で、比例誤差を認めた。TD600 は、LOA95 -0.2~3.2% となり系統誤差は存在しなかった。

### ■ 結論 ■

SR 法の TD を 0, 600 ms の 2 点としても心筋 T1 値計測に系統誤差は存在せず、撮像時間を短縮できることが示唆された。

演題番号 3

MR-I

座長 JA 北海道厚生連 倶知安厚生病院 小見山 聡史

## Saturation recovery 法における心拍数の変化が 心筋 T1 値計測に与える影響

札幌医科大学附属病院 放射線部

○大森 剛 中西 光広 本間 修一 吉川 健太 加藤 駿平 金子 慈  
谷内 美香

### ■ 目的 ■

本研究の目的は Saturation recovery (SR) 法において心拍数 (HR) の変化による心筋 T1 値計測への影響を検討することである。

### ■ 方法 ■

装置は Ingenia 1.5 T (Philips healthcare) を使用した。対象は正常心筋の T1 値を想定した自作ファントムとした。Saturation delay time は 0, 100, 200, 300, 400, 500, および 600 ms とした。HR 60 bpm で収集したデータから算出した T1 値を基準とし、比較したのは HR30, 40, 50, 70, および 75 bpm の収集データから算出した T1 値で、Bland-Altman plot を作成し、比較する二つの計測値差の誤差許容範囲の 95% 信頼区間 (LOA95) および相関の有意性検定を行い系統誤差 (加算, 比例誤差) の有無について検討した。

### ■ 結果 ■

HR30, 40, 50, 70, および 75 bpm では LOA95 がそれぞれ  $-3.86 \sim 4.81\%$ ,  $-4.54 \sim 5.90\%$ ,  $-4.21 \sim 3.55\%$ ,  $-3.25 \sim 3.65\%$ , および  $-3.82 \sim 5.10\%$  であり、系統誤差は認めなかった。

### ■ 結論 ■

SR 法による心筋 T1 値計測では HR の違いによる計測値への影響がないことが示唆された。

演題番号 4

MR-I

座長 JA 北海道厚生連 倶知安厚生病院 小見山 聡史

## 股関節撮像における大腿骨頸部及び関節唇の描出能の検討

社会医療法人孝仁会 釧路孝仁会記念病院 診療放射線部

○谷尾 倫志 橋本 大 大西 拓也 古川 研治 山本 綱記

### ■ 目的 ■

股関節冠状断撮像は、大腿骨頸部を左右対称とし撮像することが求められているが、痛み等状態によっては、両側を揃えてポジショニングすることが困難な場合がある。そこで今回、大腿骨頸部をより広く左右対称に撮像できるポジショニングの確立と、3D-VISTA を用いて股関節の評価が可能か検討した。

### ■ 方法 ■

Intera Achieva 3.0 T Quasar dual, torso coil を使用し、同意を得られた健常ボランティアの下肢を外旋 30 度から内旋 30 度と 10 度ずつ変化させ、大腿骨頸部冠状断撮像を施行し、視覚的にスコア化を行い、平均値を求めて描出能を評価した。また、3D-VISTA のパラメーターを可変し、撮像条件の検討を行い、股関節領域の視覚的評価を行った。

### ■ 結果・結語 ■

下肢内旋 20 度にて大腿骨頸部がより広く描出され、外旋するほど描出不良となった。3D-VISTA のパラメーターを調整し股関節領域に用いることで診断に有用な画像を得ることができた。

股関節撮像は下肢を内旋し固定したポジショニングで左右対称に行うことが望ましいが、内旋が困難な場合は 3D-VISTA にて撮像し、MPR 作成することで左右対称の画像を得ることが可能であった。また任意の方向での観察が可能のため FAI などの疾患の評価に有用であると思われた。

## Phase-contrast 法を用いた腎動脈血流解析における基礎的検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○沼田 直人 石坂 欣也

北海道大学大学院保健科学研究院

杉森 博行

## ■ 背景 ■

腎血管性高血圧症疑いの患者は、超音波ドプラ法によって、resistant index (RI) や acceleration (Ac) の値を参考にして診断されることが多い。MRI においても phase contrast (PC) 法を用いることにより血流変化を測定することができる。MRI でのデータ収集では腎動脈は呼吸の影響を受けるため呼吸同期を用いるか息止めで撮像を行うかの2つがある。

## ■ 目的 ■

本研究では、MRI を用いた息止めによる腎動脈血流測定においてパラメータの変化による解析結果を比較することを目的とした。

## ■ 方法 ■

装置は、Philips 社製 1.5 TMRI 装置を用い、同意の得られたボランティアを撮像対象とした。撮像断面は、腎臓の左右の血管の分岐部から遠位 10 mm に設定し、血管に垂直に撮像した。撮像は 1 心拍あたり 60 phase で分解能を変化させて行い、血管に関心領域を設定し得られた腎血流速のグラフから RI, Ac を算出した。シミュレーションにより 30, 20, 10 phase 収集でのグラフを作成し RI, Ac を算出した。

## ■ 結果 ■

分解能の違いによる RI, Ac 値の有意差は見られなかったが、60 phase から phase 数を減らすにつれて RI, Ac 値は有意に低下した。

## ■ 結論 ■

MRI における腎血流解析において撮像 phase 数減少は RI 値, Ac 値低下をもたらすことが明らかとなった。

## 頭部の 1H-MR spectroscopy における解析ソフトウェアの違いによる結果への影響の検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○濱口 裕行 高森 清華 藤原 太郎 葛西 克彦

北海道大学大学院保健科学研究院

杉森 博行

## ■ 背景・目的 ■

1H-MR spectroscopy (MRS) の解析は装置のコンソール上で行うことができるが、MRS の解析には操作者に依存せずに複雑に重なった波形を高精度に分離できるプログラムが望まれる。その代表的なものに LCModel がある。本研究では、装置付属 MRS 解析ソフトウェア (装置付ソフト) と LCModel との結果への影響について比較検討を行った。

## ■ 方法 ■

装置は Philips Achieva 3.0 T TX, コイルは 32 ch head coil を使用した。撮像条件は TR: 2000 ms, TE: 35 ms, 加算時間: 96 回を基とし、計測位置は白質, 灰白質などであった。健常ボランティアにて MRS を撮像し、装置付ソフトと LCModel にて解析を行った。比較はクレアチンを 1 とした N-アスパラギン酸 (NAA) やコリンなどとの比 (クレアチン比) を使用した。

## ■ 結果 ■

NAA とのクレアチン比では装置付ソフトと LCModel 間で大きな差は見られず、コリンのクレアチン比では差が見られた。

## ■ 考察 ■

NAA は正常組織では MRS で最も多く検出される物質であるので、解析ソフトの違いによる影響は受けづらかった。コリンでは NAA に比較して検出量が少ないので、解析ソフトの影響を受けたと考える。

## ■ 結論 ■

解析対象の物質によって、MRS の解析ソフトの違いが結果に影響を与えることが示唆された。

演題番号 7

MR-II

座長 NTT 東日本 札幌病院 佃 幸一郎

## 心筋 Late Gadolinium Enhancement における Gd-BT-DO3A の有用性の検討

市立旭川病院 中央放射線科

○菅野 聡美 川崎 伸一 福田 泰之 三ツ井 貴博 石澤 博  
大塩 良輔 大野 肇

### ■ 背景 ■

心臓 MRI 検査において LGE は重要な役割を担っているが、従来の造影剤では高心拍等の要因により正常心筋と障害心筋のコントラストが低下してしまう例も少なくない。Gd-BT-DO3A は従来の造影剤の 2 倍濃度を有する Gd 造影剤で、同じ 0.1 mmol/kg の投与でも造影効果が高いとされている。本研究の目的は LGE における Gd-BT-DO3A の有用性を検討することである。

### ■ 方法 ■

装置は GE 社製 1.5 T を使用した。2015 年 10 月から 2016 年 7 月までに従来の造影剤 0.1 mmol/kg または Gd-BT-DO3A 0.1 mmol/kg で LGE を撮像した心筋梗塞約 100 症例に対し、1) 正常心筋 2) 梗塞心筋 3) 心内腔の信号強度とコントラスト比 (CR) の測定および造影効果に関連する因子等との比較検討を行った。

### ■ 結果・考察 ■

両群間で 1) の信号強度差は小さく、2) と 3) は Gd-BT-DO3A の方が高くなった。1) と 2)、1) と 3) の CR は Gd-BT-DO3A の方が高く高心拍群ではさらに差が大きい傾向にあったことから、従来の造影剤では CR 低下を来しやすい症例においても、より高コントラストな LGE 画像が得られると考えられる。さらに、Gd-BT-DO3A 群では再撮像回数が少ない傾向にあったことから検査時間短縮の可能性もある。以上により、LGE における Gd-BT-DO3A の有用性が示された。

演題番号 8

MR-II

座長 NTT 東日本 札幌病院 佃 幸一郎

## 3Tesla 3D TOF MRA におけるプリサチュレーションパルスの送信ケミカルシフトを利用した脂肪抑制法への試み

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○堀江 達則 石坂 欣也 藤原 太郎 青池 寿々子 高森 清華  
株式会社製作所ヘルスケア BU  
原田 邦明

### ■ 目的 ■

頭部 3D TOF MRA では、静脈の流入信号を抑制する目的で頭側にプリサチュレーションパルス (PS) を配置するが、PS の傾斜磁場極性や幅を変化させることで送信ケミカルシフト (CS) の影響は変化する。今回、3T 3D TOF MRA において PS を応用することで脂肪抑制法として利用可能か検討した。

### ■ 方法 ■

装置は日立 3T。対象は自作ファントムおよび同意を得た 2 名のボランティアとし、施設内倫理委員会の承認を得た。ファントムは水と油をそれぞれ封入した容器を並列させ、水容器の側面に張り付けたマーカーとスラブの上端が重なる位置で 3D TOF を撮像した。PS は脂肪の CS がスラブ方向に出るよう極性を設定し、PS 幅を頭側へ変化させた。得られた画像の MPR 冠状断から、PS にて信号抑制された水と油の下端とマーカー間距離をそれぞれ計測した。ボランティアも同様に PS 幅を変化させて撮像した。

### ■ 結果・考察 ■

油では PS 幅を大きくするにしたがいマーカーと信号抑制間距離は大きくなったが、水では変化がみられなかった。ボランティアでは PS 幅を大きくすることで脂肪抑制効果が向上した。PS 幅を大きくすることで水に比べ油で信号抑制間距離が大きくなったのは、PS を選択的に励起する傾斜磁場勾配がなだらかになり、水と脂肪の空間的な CS が大きくなったためと考える。PS を応用することで脂肪抑制法として利用可能なことが示唆された。

演題番号 9

MR-II

座長 NTT 東日本 札幌病院 佃 幸一郎

## Look-Locker sequence での T1 値測定における撮影条件の検討

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○中川 貞裕 森谷 俊治 中田 隆文 鶴野 正和 岩田 邦弘

### ■ 目的 ■

一般的に IR-SE と比較し、LL での T1 値測定誤差は 10-30% と大きい。これまで、Look-Locker (LL) での maximum inversion time (max TI) ・各 phase の最終 RF パルスから次の phase の最初の RF パルスまでの回復時間 (Recovery Period : RP) ・Repetition Time (TR) が T1 値におよぼす影響を検討した報告は少ない。今回、LL にて max TI ・ RP ・ TR の影響を調査する。

### ■ 方法 ■

IR-TSE を用いて T1 値が 188-1816 msec の希釈造影剤液と水のファントムを作成した。LL にて max TI, RP を変化させ T1 値を測定した。最適化された max TI, RP の条件にて TR を 11-44 msec で変化させた。R-R 間隔は入力 heart rate (12-60 回/分) で、回復時間は入力 beat 数 (1-7) で調整した。IR-FSE を基準とし LL の T1 値の誤差を算出した。

### ■ 結果・結語 ■

各 T1 値での誤差を平均した場合、max TI 4500 msec, RP 5500 msec で誤差が約 5% と最も小さくなった。この条件で TR を変化させた場合、TR 19 msec で平均誤差が約 2% と最も小さくなった。LL での T1 値測定では、TD 4500 msec ・ RP 5500 msec ・ TR 19 msec の条件で誤差の低減が可能であることが示唆された。

演題番号 10

MR-II

座長 NTT 東日本 札幌病院 佃 幸一郎

## T1 rho/T2 連結シーケンスにおけるプリパルス印加時間の違いと T1 rho および T2 値の信頼性

札幌医科大学附属病院 放射線部

○今村 壘 高島 弘幸 中西 光広 尖戸 博紀 赤塚 吉紘

Philips Healthcare

奥秋 知幸

### ■ 目的 ■

T1rho/T2 連結シーケンスにおけるプリパルス印加時間の違いによる計測値の信頼性を検証し、撮像時間の短縮を図ること。

### ■ 方法 ■

本研究は、当院研究倫理審査委員会の承認を得て行われた。対象は、健常人 30 名の腰椎とした。スピンロック時間および prep. TE は、0, 20, 40, 60 および 80 ms とし、収集データすべてによる計測値を最も信頼できる値と定義した。比較するデータセットは、D1(0, 20, 40, 80 ms), D2(0, 20, 80 ms), D3(0, 80 ms) とし、Bland-Altman plot を作成した。比較する 2 つの計測値差の 95% 信頼区間および回帰係数 b を求め、系統誤差 (加算, 比例誤差) の有無, および最小可検変化量 (MDC 95) を検討した。

### ■ 結果・結論 ■

T1rho 値では、D3 の 95% 信頼区間 = 1.2~4.9 ms, また b = 0.37 (p < 0.01) と有意性を認め加算および比例誤差が存在した。T2 値では、D3 で b = 0.27 (p < 0.01) と比例誤差のみ存在した。D1 および D2 は、T1 rho, T2 値ともに系統誤差を認めず、MDC 95 は D1 で 1.9, 2.0 ms, D2 で 1.9, 2.1 ms であった。プリパルス印加時間の設定は、0, 20 および 80 ms の 3 点でも系統誤差が存在せず、撮像時間を 10 分程度まで短縮できることが示唆された。

## 二検出器装置における $^{123}\text{I}$ -BMIPP の Dynamic SPECT 短時間収集についての検討

社会医療法人 孝仁会 釧路孝仁会記念病院 診療放射線部  
○辻村 良平 青柳 伸悟 安藤 彰 大西 拓也 山本 綱記

### ■ 目的 ■

これまで三検出器装置による  $^{123}\text{I}$ -BMIPP の Dynamic SPECT 短時間収集に関する報告はあるが二検出器装置についてはない。そこで二検出器装置による前述の検討を行ったので報告する。

### ■ 方法 ■

0%, 50%, 75%と欠損部を作った心臓用ファントムを Dynamic SPECT 収集し, 1 min, 2 min, 3 min, 4 min, 5 min, 24 min 各収集時間で cut off 周波数 0.25, 0.35, 0.45, 0.55 と変化させそれぞれ再構成を行った。検証として, ①各収集時間における cut off 周波数の変化させたときの比較, ②各 cut off 周波数における収集時間を変化させたときの比較, ③収集時間 24 min かつ cut off 周波数 0.55 と各条件で再構成画像との比較, ④理論値と各条件での再構成画像との比較を行った。

### ■ 結果 ■

①の結果は 1 min, 2 min のときにバラつきが多くみられ 3 min でも少しバラつきがみられ 4 min 以降ではそれほど変化は見られなかった。②の結果は 1 min, 2 min のときにバラつきが多くみられ 3 min 以降ではそれほど変化はなかった。③, ④の結果は欠損部ではそれほど大きく差は見られなかったが, 正常部で 1 min, 2 min で差が優位にみられ 3 min 以降で変化が少なくなった。以上の結果から 3 min までなら短時間収集可能ではないかと考えられた。

## 検定日の変更に伴う心筋血流タリウム検査における 収集時間の検討

札幌医科大学附属病院 放射線部  
○谷内 美香 吉川 健太 本間 修一 加藤 駿平 金子 慈 大森 剛  
蝶野 大樹

### ■ 背景 ■

塩化タリウム製剤の納入が検定日当日となり従来と比べ投与量が減少したため, 収集時間の見直しが必要となった。

### ■ 目的 ■

心筋血流タリウム検査の後期像にて心筋のカウントが 100 count/pixel 以上となるよう収集時間を適正化すること。

### ■ 方法 ■

本研究は当院倫理審査委員会の承認を得て行った。装置は Discovery NM/CT 670 Pro (GE healthcare), 画像解析には Xeleris ver 3.0 (GE healthcare), Lanc@T (Fujifilm) を用いた。対象は当日検定の塩化タリウム製剤を用いて心筋血流検査を施行した患者 34 症例。1 view あたりの収集時間 48 s を A 群 (20 例), 60 s を B 群 (14 例) とし, 後期像における心筋 1 pixel あたりの収集カウントと Butterworth filter の有無から求めた Normalized Mean Square Error (NMSE) を比較した。

### ■ 結果 ■

収集カウントは A 群  $80.6 \pm 13.8$  count, B 群  $103.2 \pm 20.8$  count となり, B 群が A 群より有意に高くなった ( $p=0.0016$ )。NMSE は A 群  $1.51 \pm 0.50\%$ , B 群  $1.37 \pm 0.49\%$  となり有意差は認めなかった。

### ■ 結語 ■

後期像にて心筋のカウントが 100 count/pixel 以上となる収集時間は 60 s/view と示唆された。

## EXCEL を利用した PET 台帳の活用

社会医療法人 禎心会 セントラル CI クリニック 放射線部  
 ○佐藤 光 越智 伸司 佐藤 修治 伊藤 ともえ 青塚 稚菜  
 宮川 紗世里 植村 美穂

## ■ 背景 ■

PET 検査を行う上で体重や投与量, 投与時間, 遅延像の有無など検査スケジュール管理を行うことは画質や定量精度を保つためにとっても重要である。しかし, 投与は処置室, 撮影は PET 検査室, 遅延像の判断は医師が読影室で行うなど, 情報の発信や確認の部屋が異なり管理も個々に行っていた。近年では市販のスケジュール管理が販売されているが, 高価な上, 細かなカスタマイズが困難である。当院で活用している EXCEL 検査台帳の管理方法と工夫について紹介する。

## ■ 方法 ■

ネットワークサーバー内に EXCEL で構築した検査台帳を保存し, ブック共有にてどの端末からでも参照・書き込みができるようにした。また, セル内に数値に応じたデータバーを使用, カラー表示を多く取り入れて視覚的に判断しやすいように工夫した。

## ■ 考察 ■

以前は処置室にて看護師専用のスケジュール帳を使用し, PET 検査室では検査台帳を使用しており, 検査情報をコピー&ペーストにて検査台帳で管理していたが, EXCEL を共有化することで一元管理を行うことができ, リアルタイムな情報を共有することができた。また, データバーを使用することで数値の大小を視覚的に把握することが容易で誤入力の判断もしやすくなった。

## ■ 結論 ■

EXCEL にて共有化した PET 検査台帳を利用することで一元管理ができ, カラー表示を取り入れることで視覚的な判断が可能となった。

## FDG-PET における膀胱アーチファクトの検討

社会医療法人 禎心会 セントラル CI クリニック 放射線部  
 ○植村 美穂 越智 伸司 佐藤 修治 伊藤 ともえ 宮川 紗世里

## ■ 目的 ■

FDG-PET 検査において膀胱下部直腸側に伸びる集積が見られることがある。頻度も多いことからアーチファクトの可能性を視野にファントムによる検証を行った。

## ■ 方法 ■

IEC Body ファントムの中心の円筒にバックグラウンドの 10 倍となる 18F-FDG を封入し, 膀胱を模擬したファントムを作成する。その下に直腸を模擬した円筒ファントムを設置し, 水を封入する。PET/CT 装置にて CT 撮像および PET 撮像 10 分の収集を行った後に直腸を模擬した円筒ファントムの水を抜き, 同様の位置にて同様の撮影を行う。得られた PET 収集データを, 撮影した 2 種類の CT 画像を用いてそれぞれ吸収・散乱補正を行い画像の確認を行う。

## ■ 結果 ■

円筒ファントムに水を封入した PET データを, 水を抜いた円筒ファントムの CT 画像にて吸収・散乱補正を行った結果, バックグラウンドの 3 倍の SUV が得られた。

## ■ 結論 ■

放射エネルギーの存在がなくても吸収・散乱補正に使用する CT 画像の CT 値が異なると過補正が生じることが示唆された。

## 携帯端末を用いた医用画像 PACS 保管システムの開発

株式会社プリズム・メディカル 品質保証部  
○小田原 好宏

### ■ 背景 ■

医療現場における医用写真（放射線治療計画写真，術中術後の写真，褥瘡の経過写真，転倒や虐待による体表写真等）のデジタル保存は，カルテシステムの一環として高額なシステム追加が必要である。多くの施設では，カルテ更新時まで，プリントアウトによる紙媒体保存や複雑な作業工程を経て，デジタル保存しているのが現状である。現状のシステムに簡単，安価にこれらを保存するシステムが望まれた。

### ■ 目的 ■

簡単な操作と安価な追費で，医用画像を既存システム内で保存管理するシステムを開発する。

### ■ 方法 ■

1. 安価で，様々なシチュエーションに対し利用可能な医用画像の保存システムを検討する。2. 既存のシステムに対応する方法を検討する。

### ■ 結果 ■

1. 安価で利便性の面から，携帯端末（カメラ付き携帯電話，タブレット，小型 PC 等）のアプリケーションを開発した。また撮影画像の誤認事故防止のため，患者情報を自動取得できる MWM 機能を搭載した。2. 画像を扱う既存 PACS に保存管理する事とし，PACS 対応のため，画像を自動的に DICOM 変換して転送する機能を搭載した。

### ■ 考察 ■

今後このアプリケーションは，虐待等に対して児童相談所や介護施設の検証写真を保存管理するシステムとして発展させて行きたい。

### ■ 結語 ■

様々な医用画像を，簡単な操作と安価な追費で，PACS システムに保存できる携帯端末用アプリケーションを開発した。

## スパイラルフローチューブの有用性に対する基礎的検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門  
○高西 慶矢 山口 仰 笹木 工

### ■ 目的 ■

造影 CT にて生理食塩水を用いる際に使用する混和チューブの新しい型である Spiral Flow Tube (SFT) の有用性について Conventional Dual Tube (CDT) と比較検討を行った。

### ■ 方法 ■

体循環ファントムを使用し，SFT と CDT にてそれぞれ注入条件を変化させ，Time Enhancement Curve (TEC) を計測した。

### ■ 結果 ■

1.0 ml/sec, 10 秒注入＋生食単純後押し 20 ml 注入時の最大 CT 値は CDT: 45 HU, SFT: 54 HU を示した。また 3.0 ml/sec, 10 秒注入＋生食単純後押し 20 ml 注入時の最大 CT 値は CDT: 164 HU, SFT: 185 HU を示し，有意差を認めた。しかし，5.0 ml/sec, 10 秒注入＋生食単純後押し 20 ml 注入時の最大 CT 値は CDT: 275 HU, SFT: 283 HU を示し，有意差は認めなかった。また各々の注入条件時の最大注入圧は，CDT よりも SFT の方が低い値を示した。

### ■ 考察 ■

SFT の方がチューブ内の造影剤残存率が低く造影剤の利用効率が高いため，低注入速度で差が生じたと考えられる。しかし高注入速度では使用造影剤量に対する造影剤残存量の比が小さいため最大 CT 値に差が生じなかったと考えられる。また最大注入圧は，内腔断面積及び内腔容量の違いにより差が生じたと考えられる。



## 当院における低管電圧撮影を用いた造影剤量低減への試み

社会医療法人 孝仁会 札幌西孝仁会クリニック 放射線科  
 ○津野 修丞 坂田 洋輔 住田 綾香  
 社会医療法人 孝仁会 釧路孝仁会記念病院  
 山本 綱記

### ■ 目的 ■

造影剤使用量を制限することで造影剤腎症のリスクを低減できることが知られている。そこで低管電圧撮影による造影剤量低減に関する検討を行った。

### ■ 方法 ■

Aquilion ONE (東芝)、自作ファントムと水ファントムにおいて①管電圧を変化させ撮影し、造影剤濃度とCT値の関係を測定した。②管電圧と管電流の違いによるSDとCTDI volの関係を測定した。③VolumeECの設定値によるSDとCTDIvolの関係を測定した。①～③より撮影条件を決定した。また、再構成パラメータの違いによるCNRの変化とMTFの評価を行った。

### ■ 結果 ■

①120 kVから80 kVに変化させるとCT値は1.544倍、CNRは1.415倍になった。②同一線量では120 kVから80 kVに変化させるとSD値が2.1倍に増加し、被ばく線量は低下した。同一設定SDでは120 kVから80 kVに変化させると線量が増加し被ばく線量は増加した。被ばく線量を考慮し設定SDを10とした。決定した条件のCNRは従来の1.21倍になった。③AIDR3DのSTDをかけるとCNRは従来の条件の1.37倍、STRをかけると1.55倍になった。また、再構成パラメータの違いによるMTFの差は無かった。

### ■ 考察 ■

撮影条件と再構成パラメータを調整することで、造影剤量を30%程度減量しても従来と同等の造影効果と画質を得ることができる可能性が示唆された。

## 腹部 dynamic study における門脈系静脈の造影ピーク時間について

札幌医科大学附属病院 放射線部  
 ○大橋 芳也 原田 耕平 千葉 彩佳 沼澤 香夏子 今井 達也 早坂 駿

### ■ 背景・目的 ■

CT装置の多列化により短時間撮影が可能となり、目的に応じた撮影タイミングを設定することがより重要となっている。門脈系静脈(脾静脈, 上・下腸間膜静脈)は目的臓器で主要な血管も異なりバリエーションも多いため、3 DCTによる血管解剖の把握は不可欠である。しかし、これら各門脈系静脈の造影ピーク時間についての報告はない。本研究の目的は門脈系静脈(脾静脈, 上・下腸間膜静脈)の各造影ピーク時間を算出し、比較・検討することである。

### ■ 方法 ■

本研究は、研究倫理審査会の承認を得て行われた。対象は臍頭十二指腸切除後に腹部灌流状態の把握目的でdynamic volume撮影を施行した31例である。dynamic volume撮影(0.5 mm×320列)は造影剤注入開始6～33秒までを2秒間隔、37～65秒までを3秒間隔で間欠撮影した。造影剤は75 mlを5 ml/sにて15秒注入し、生理食塩水40 mlを同速度で後押しした。各門脈系静脈のCT値を経時的に計測し、大動脈の造影ピークから各門脈系静脈の造影ピークまでの時間を算出した。

### ■ 結果・結論 ■

造影ピーク時間は大動脈-脾静脈間が $10.01 \pm 3.95$ 秒、大動脈-上腸間膜静脈間が $14.72 \pm 4.55$ 秒、大動脈-下腸間膜静脈間が $18.69 \pm 4.66$ 秒と有意に異なった( $p < 0.01$ )。これにより目的血管に合致した撮影タイミングの設定が可能となる。

## 低線量 CT colonography における表面隆起型病変の形状における基礎検討

JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 医療技術部 放射線技術科  
○津元 崇弘 佐々木 泰輔

### ■ 目的 ■

近年、逐次近似応用再構成を使用して、低線量で固定して撮影を行う CTC の報告が散見される。今回、低線量 CTC において表面隆起型病変の径が off center でどのように変化するかを評価し、2機種における比較を行った。

### ■ 方法 ■

自作隆起ファントムを使用し、ファントムを on center と 150 mm off center にして撮影を行った。径の測定には、FWHM を用い隆起の頂上・中心・裾野で測定を行った。使用装置は Light speed VCT vision と Revolution CT、撮影条件は、120 kV, 10mAs (CTDI は VCT で 0.8 mGy, Revolution CT で 0.69 mGy) で撮影を行った。さらに、ASiR, ASiR-V を使用した画像についても比較した。

### ■ 結果 ■

VCT では on center より off center の方が FWHM は全体的に低値を示し ASiR を使用しても大きさに変化は無く、特に裾野部で低値を示した。Revolution では、径にほとんど差は見られなかった。

### ■ 結論 ■

VCT は on center より off center における画像 SD が上昇し、隆起径に影響を与えたと考えられる。Revolution は、表面隆起型病変の形状変化が少なく、低線量 CTC が適用する可能性が示唆された。

## CT コロノグラフィにおける同等線量下での管電圧の変化が病変描出能に及ぼす影響

JA 北海道厚生連 網走厚生病院 医療技術部 放射線技術科  
○小出 友明 二俣 芳浩 伊原 陸

### ■ 目的 ■

CTC における CTDIvol を基準とした同等線量下での管電圧変更が病変描出能へどのような影響を与えるか検討を行った。

### ■ 方法 ■

まず各管電圧のノイズ特性を確認するために CT 評価用ファントム JS 2 型を撮影した。撮影条件は CTDIvol を 4.2 mGy で固定して管電圧を 80 kV, 100 kV, 120 kV と変化させ撮影し CT の寝台あり・なしでそれぞれ NPS 計測を行った。次に VR 画像の表面形状評価を行うために陥凹型病変を有する模擬腸管を挿入した CTC ファントムを撮影し、得られたデータより VR 画像を作成して標準偏差 (SD) を計測し表面凹凸度合いとして評価した。さらに、ROC 解析を用いた視覚評価を行い試料として上記より得られた VR 画像を信号像とし、病変を持たない模擬腸管を撮影し得られたデータを雑音像とした。なお上記 2 つの検討における撮影条件は CTDIvol を 1 mGy で固定し管電圧を 80 kV, 100kV, 120kV と変化させ撮影した。

### ■ 結果 ■

ノイズ特性の結果では寝台あり・なしに関わらず NPS の形状に変化は無く、表面形状評価の結果では管電圧が低いほど SD の上昇を示した。ROC 解析を用いた視覚評価の結果では 80 kV 及び 100 kV は 120 kV と比べ病変描出能が有意に低下した。

### ■ 結語 ■

本検討の結果から同等線量下での管電圧において 80 kV 及び 100 kV は 120 kV と比べ診断能が低下する可能性が示唆された。

## 前立腺 IMRT を想定した kV-cone beam CT における 吸収線量評価

札幌医科大学附属病院 放射線部

○溝延 数房 赤石 泰一 今井 達也 宍戸 博紀 斎藤 航 長瀬 大輝  
浅沼 治

### ■ 背景・目的 ■

画像誘導放射線治療の撮影装置の一つとして CBCT が使用されているが、正常組織への線量の増加が懸念される。CBCT の線量計測において CTDIvol が指標として用いられるが、加重平均した値が用いられるため half scan のような勾配がつく線量評価には不向きである。また、正常組織の吸収線量を把握するためにも任意の点を測定する事が望ましい。本研究の目的は任意の点を測定できる体幹部ファントムを用いる事により、CBCT における吸収線量を評価することである。

### ■ 方法 ■

使用機器は Elekta X-ray Volume Imaging (XVI), IMRT ファントム, 半導体線量計 piranha を用いた。照射条件は管電圧: 120 kV, filter: F0, コリメータ: S とした。ファントム内任意の 9 点に線量計を配置した。照射は full scan と half scan (収集角度 110°~270°の反時計回り, 収集範囲 200°, 540 mAs) を行い各点の線量を測定した。

### ■ 結果・結論 ■

Full scan は中心より辺縁の線量が 20%程度高くなる傾向にあった。Half scan はファントム上段 47 mGy, 中段 24 mGy, 下段 12 mGy となり、線量勾配がつく結果となった。本研究により、CBCT の任意の点における吸収線量の評価が可能となった。

## 呼吸同期システムを用いた線量率変化による線量分布の影響

市立函館病院 中央放射線部

○市川 昌樹 加藤 勝浩 東野 大輔 斎藤 菜摘 手塚 秀臣 中村 優平  
真壁 武司

### ■ 目的 ■

体幹部定位放射線治療 (SBRT) では呼吸移動を考慮した照射が重要である。対策の 1 つに呼吸同期照射がある。また、flattening filter free (FFF) ビームで照射することで、SBRT の治療時間を短縮できる。しかし、FFF ビームは高線量率で照射するため、呼吸同期システムである real-time position management (RPM) の応答遅延による線量誤差が大きくなる。よって、線量率変化による線量分布の影響について検討した。

### ■ 方法 ■

6 MV FFF ビームにて 3 次元半導体検出器と呼吸同期ファントム, RPM を用いて呼吸同期照射を行った。線量率は 400・600・800・1000・1200・1400 MU/min と変化させた。3D 患者線量検証ソフトウェアを用いて各線量率での線量体積ヒストグラムの比較を行った。また、呼吸同期ファントムの呼吸数は、正常時と頻呼吸時を想定して 18 回と 24 回の 2 通りで設定した。

### ■ 結果 ■

呼吸数 18 回, 24 回で線量率の増加に伴い、放射線治療計画 (RTP) との線量誤差が増加した。呼吸数の違いでは、大きな変化は見られなかった。また、すべての線量率で RTP と線量誤差が 2%以内であった。

## FFF ビームにおける ion 収集効率を考慮した PDD 取得の試み

札幌東徳洲会病院 放射線治療部

○小島 秀樹 瀧上 誠 浅野 友洋

脳神経・放射線クリニック

不破 端宏

市立旭川病院

畑中 康弘

札幌医科大学附属病院

宍戸 博紀

市立札幌病院

相澤 一宏

### ■ 目的 ■

FFF ビームではビームパルスあたりの線量率が非常に高いため、イオン収集効率による影響を大きく受けると考えられる。そこで、印加電圧を変えた PDD 測定を行うことにより全ての測定点におけ各測定点でのイオン再結合補正を行うことにより、真の PDD 推定を試みた。

### ■ 方法 ■

6 種類の電離箱線量計 (PTW31016, 30013, 31010, CC01, CC04, CC13) を用い、印加電圧を  $\pm 50, \pm 100, \pm 200, \pm 300, \pm 400$  に設定して、Jaffe-plots の線形近似直線から各点におけるイオン再結合補正係数を算出し、イオン再結合補正された PDD 曲線を取得した。

### ■ 結果 ■

各電離箱において、印加電圧ごとのイオン再結合補正 PDD は  $\pm 1\%$  以内で一致し、イオン再結合補正が正しく行われていることが確認された。10 cm 深で規格化して比較を行った場合、イオン再結合補正を行わない PDD 曲線はイオン再結合補正を行った PDD 曲線に比べて、ピーク付近で 0.5% 程度の低下が見られた。

### ■ 結語 ■

複数の印加電圧にて PDD 測定を行うことにより、イオン再結合補正を考慮した真の PDD 曲線推定を試みた結果、FFF ビームではピーク付近においてイオン再結合の割合が増加している可能性を示唆する結果が得られた。複数の印加電圧で PDD 測定を行うことにより、簡便にイオン再結合補正を行った PDD 曲線を取得できることを示した。

## TrueBeam CBCT における画像再構成フィルタの評価

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○松田 健吾 山田 裕樹 林 秀樹 矢野 雅樹 佐々木 駿

### ■ 背景・目的 ■

TrueBeam, Clinac iX それぞれの装置における CBCT 画質評価や被ばく低減の評価を行った報告は散見するが、2 機種間での Reconstruction filter (以下 RF) や Ring artifact suppression (以下 RS) の画像再構成フィルタの評価を行った報告はない。今回我々は CBCT における TrueBeam と Clinac iX の RF 及び RS のフィルタ効果について比較検討した。

### ■ 方法 ■

自作ワイヤーファントムを用いた MTF 測定では、ハーフスキャン法とし撮影条件は管電圧 125 kV, FOV 5cm, 管電流は Over Dose を起こさない範囲で調整を行った。直径 20 cm の水ファントムを用いたウィナーспекトル (WS) 測定では管電圧 125 kV, FOV 25 cm, 管電流は水ファントム中で SD 値がほぼ同一となるように設定した。撮影した画像への再構成フィルタ処理は RF 4 種類と RS 3 種類で評価した。

### ■ 結果 ■

MTF は先鋭化フィルタで TrueBeam が高値を示した。RS 効果の違いによる差異は認められなかった。WS は先鋭化フィルタで TrueBeam が高値を示したが、他では 2 機種間で差異を認めなかった。

### ■ 結論 ■

同一メーカーで同一名称のフィルタであるが TrueBeam の方が Clinac iX より強い先鋭化フィルタがかかっていることが確認できた。

## 線量率の違いによる頭頸部強度変調放射線治療 (IMRT) の照射精度の検証

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○佐々木 駿 山田 裕樹 林 秀樹 矢野 雅樹 松田 健吾

### ■ 背景・目的 ■

Dynamic IMRT は beam hold off が発生しない線量率が推奨されている。しかし高線量率を選択することにより治療時間の短縮, 患者の負担軽減にも繋がると考える。今回我々は TrueBeam において線量率を変えた場合の照射精度の影響を検証した。

### ■ 方法 ■

Eclipse で頭頸部 IMRT のプランを 6 症例について、それぞれ 300, 400, 500, 600 MU/min の 4 種類の線量率で作成した。この時の最大リーフ速度は当院のプロトコルに準じ 1.5 cm/sec とした。評価方法は、3 次元検出器 Delta 4 により各門検証をそれぞれの線量率のプランで行い、ガンマ解析 (2 mm/3%) でパス率を比較した。また EPID を用いた Portal Dosimetry で各門検証を行い、ガンマ解析 (3 mm/3%) でパス率を比較した。

### ■ 結果・結論 ■

Delta 4 で測定した結果、線量率 300, 400, 500, 600 MU/min のパス率の平均値はそれぞれ、99.97%, 99.95%, 99.88%, 99.78% であった。EPID でのパス率の平均値は 99.43%, 99.43%, 99.38%, 99.22% であった。線量率を高く設定しても照射精度の低下はわずかであった。頭頸部 IMRT の臨床において、TrueBeam は線量率 300 MU/min から 600 MU/min まで使用可能であることが示唆された。

## 小児股関節撮影における Exposure Index の検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○宮本 佳史子 森 静香 坂野 稜典 小田 まこと

北海道大学大学院 保健科学研究院

杉森 博行

### ■ 目的 ■

小児股関節亜脱臼患者は、数年に渡り股関節撮影を行うため被爆が懸念されるが、新生児から幼児までを網羅するため線量管理は難しい。そこで線量指標 Exposure Index (EI) を用いての線量管理を考え、本研究では小児股関節撮影時の EI の傾向を把握し、目標 EI (EI<sub>t</sub>) を決定することを目的とする。

### ■ 方法 ■

1 年間でフォロー撮影回数が多くまた成長の著しい 0 歳児を対象とした。2015 年 7 月以降に小児撮影室で撮影された両股関節及び開排位撮影画像の DICOM 情報から撮影条件、EI、入射面線量を調べ解析した。各撮影での線量や EI の傾向を確認し、EI<sub>t</sub> (EI の中央値) を決定した。

### ■ 結果 ■

両股関節撮影 49 例、開排位撮影 48 例で解析を行った。EI の平均値・中央値は両股関節撮影で 368・370、開排位撮影で 413・391 となり、有意な差があった。月齢を追うごとに両股関節撮影では EI、入射面線量ともに低くなったが、開排位撮影では高くなった。各撮影で月齢ごとに EI を比較した結果、バラつきはあるが有意な差はなかった。

### ■ 考察 ■

開排位撮影の患児はギプス等で固定されていることがある。そのためより多くの線量をかける傾向にあり、EI に有意差が出たと考えられる。0 歳児では月齢に関係なく同一の EI<sub>t</sub> を用いることが可能ということが示唆された。EI<sub>t</sub> を両股関節撮影で 370、開排位撮影で 391 と決定した。

## Exposure Index および Deviation Index を用いた股関節の撮影条件の標準化

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○坂野 稜典 小田 まこと 宮本 佳史子 森 静香

### ■ 背景・目的 ■

我々は、第72回総会において、Exposure Index (EI) および Deviation Index (DI) を用いて、膝の撮影条件の標準化の有用性を報告した。そこで、グリッド使用など膝とは異なる股関節に注目し、EI および DI を用いた撮影条件の標準化を試みた。

### ■ 方法 ■

撮影室 1-GOS において、デフォルトの撮影条件で腰部ファントムを撮影し得られた EI を target EI (EIt) に設定し、得られた画像を基準の画像とした。次に撮影室 2-a-Se で、管電圧一定のもと撮影時間を変化させ  $DI = -2$  となる撮影条件を求めた。得られた画像の視覚評価を 10 名の放射線技師で行った。また CDRAD ファントムとアクリル板を用いて同様の条件で撮影し、CDRAD Analyser により画質を比較評価した。

### ■ 結果 ■

撮影室 1-GOS では  $EI = 679$  ( $DI = 0$ )、撮影室 2-a-Se では  $EI = 406$  ( $DI = -2.2$ ) となった。視覚評価では、多くの技師が標準化した撮影条件よりも低線量の画像を選ぶ傾向がみられた。CDRAD ファントム解析では、反対に、基準画像と同等となるのは標準化した画像よりも高線量の画像であった。

### ■ 考察 ■

CDRAD ファントムの結果からは高線量が必要だが、実際の視覚評価ではその線量は必要なく、線量低減の観点から  $DI = -2$  となる撮影条件で股関節撮影の標準化が可能であることが示唆された。

## 膝関節側面 CR 撮影における低線量ポジショニング確認用画像の最適化

JCHO 札幌北辰病院 放射線部

○牧野 佑也 木村 智茂 秋元 聡 星野 広史

### ■ 目的 ■

FPD において膝関節側面像の本撮影の前に低線量ポジショニング確認用画像を撮影することで被ばくを低減できると報告がある。今回 CR 装置における確認用画像の最適な撮影条件について検討した。

### ■ 方法 ■

Regius550 (コニカミノルタ)、全身ファントム PBU-30 (京都科学)、X線測定器 Piranha (アクロバイオ) を使用した。(1)アクリル板 10 枚を管電圧と mAs を変化させ撮影し SD と入射表面線量を測定した。(2)得られた結果をもとに管電流, mAs を装置最小の 10 mA-0.5mAs に固定し管電圧を 48 kV~93 kV まで 5 kV ごとに変化させ膝関節ファントムを撮影し放射線技師 9 名にて 5 段階で視覚評価した。臨床で使用可能な基準を平均点 3.0 以上とし統計的有意差検定には Steel 法を用いた。

### ■ 結果・考察 ■

(1)管電圧, mAs を上げると SD は低下し低線量域では管電圧の方が影響は大きかった。(2)平均点 3.0 以上の群のうち管電圧が最も低い 73 kV の群と、平均点が 3.0 未満であった 63 kV および 68 kV の群の間に有意差はみられなかった。評価の入れ替わりの可能性を考慮し有意差のみられた 78 kV (平均点 4.44) を最適管電圧とした。入射表面線量は 0.033 mGy であり医療被ばくガイドライン 2006 の低減目標値 0.4 mGy の 8%程度であった。運用には注意が必要だが CR 装置でも有用性が示唆された。

## グースマン法における仰臥位撮影の適応と効果についての検討

NTT 東日本札幌病院 放射線科

○八十嶋 伸敏 川原 大典 土橋 まなみ 清野 和絵 相田 州子  
鈴木 信昭

### ■ 目的 ■

当院ではグースマン法での撮影を側臥位で行っていたが、体位不良による再撮が多く、また恥骨の描出が不鮮明であり苦慮していた。そこで撮影法の変更を試み、新しい撮影法による改善効果について検討した。

### ■ 方法 ■

グースマン法について、撮影体位を側臥位から仰臥位へ、FPDをGOSシンチレータからCsIシンチレータタイプへ、更に画像処理条件を変更し、変更前後における再撮率、画質(恥骨と大腿部のCNR)、撮影線量(EI値)、恥骨描出能、検査時間を比較検討した。

### ■ 結果 ■

変更前の従来法と比較し、変更後の新しい撮影法では検査時間が延長したが、再撮率が43.4%から16%へ改善した。また、CsIシンチレータタイプへの変更に伴うFPDの高感度化によってCNRが向上し、EI値は約170から90へ減少した。さらに、画像処理条件の変更によって恥骨の描出が改善した。

### ■ 結論 ■

撮影体位を側臥位から仰臥位へ変更し、画像処理条件を工夫した新しい撮影法は、再撮率の減少、撮影線量とそれに伴う検査全体としての被曝低減、及び恥骨描出能の改善に有効な方法である。

## トモシンセシスの画像再構成条件による金属アーチファクトの評価

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○吉田 瑛 鈴木 美喜 窪田 誠 佐藤 順一

### ■ 目的 ■

トモシンセシスは画像再構成により金属アーチファクトを低減した画像を取得できるため、金属置換術後の評価として注目されている。本研究では人工膝関節のトモシンセシス再構成条件による金属アーチファクトの違いを明らかとすることを目的とした。

### ■ 方法 ■

DAR-8000f(島津製作所)を使用した。TKA症例を想定したファントムを断層角度40度で撮影し、断層厚やDC値を変化させて画像再構成を行った。各画像の中心裁断面および断層深さ方向の金属アーチファクト評価はプロファイルカーブとArtifact Spread Function (ASF)を用いた。

### ■ 結果 ■

中心裁断面でのプロファイルカーブより、断層厚を厚くした場合において金属境界でアンダーシュートの改善がみられた。また、断層厚が薄く、DC値が小さい場合にカップング効果がみられた。DC値は大きいほどアンダーシュートは改善したが鮮鋭性は低下した。断層深さ方向については、ASFはどの再構成関数も同様の傾向を示し、中心裁断面からの距離が大きいほどアーチファクトの影響が強くなった。金属アーチファクトは断層厚が厚く、DC値が大きいほど低減することが明らかとなった。臨床画像でも、断層厚が厚く、DC値が大きいほどアンダーシュートの改善が見られたが、骨梁構造の描出は劣るため、これらの最適な組み合わせを決定する必要がある。

演題番号 31 CT・放射線防護・計測 座長 JCHO 北海道病院 森 泰成, 北海道大学病院 山口 仰

## 上部消化管 X 線検査における入射表面線量の装置間比較 — 線量算出ソフトを用いた検討 —

医療法人 溪仁会 溪仁会円山クリニック 健診部 放射線科  
○田内 慎一 寺本 彩乃 米澤 宏充

### ■ 背景・目的 ■

当施設では上部消化管 X 線透視装置が 4 台稼働しているが、受像系や各種設定の違いにより、基準撮影法 1、1 検査分の入射表面線量（以下、1 検査線量）が異なる可能性が考えられた。そこで今回各装置における 1 検査線量を算出し、画質評価とともに比較検討を行った。

### ■ 方法 ■

当施設の各透視装置（装置①～③：I.I.-DR、装置④ FPD）を使用し、背臥位正面位に配置したマーゲンファントム BMU-1 型（京都科学社）に対して撮影・透視を行った。そして装置表示の撮影・透視条件（管電圧、管電流等）、各種諸条件を線量算出ソフトへ入力し、各装置における 1 検査線量を算出した。また同様に各装置で、画質評価用ファントム X-Check FLU（PTW）に対して撮影・透視を行い、得られた撮影・透視画像（線形階調）の低コントラストロット部より各コントラストの CNR（contrast to noise ratio）を測定した。

### ■ 結果 ■

装置（①～④）の違いにより、1 検査線量で最大 34%（21.5～32.4 mGy）の線量差がみられた。その中でも FPD 装置は、1 検査線量が最も低値（21.5 mGy）でありながら、透視画像の CNR が他の I.I.-DR 装置と比べ良好な結果であった。

### ■ 考察 ■

装置間で線量差が見られた要因として、受像系（FPD と I.I.-DR）の違い、FPD 装置におけるパルス透視の使用などが考えられる。

演題番号 32 CT・放射線防護・計測 座長 JCHO 北海道病院 森 泰成, 北海道大学病院 山口 仰

## 21 mm 未満のビーム幅における回転照射法を用いた CT 装置半価層測定

札幌医科大学附属病院 放射線部  
○次木 嵩人 浅沼 治 溝延 数房 武田 浩光  
札幌医科大学 医学部教育研究機器センター  
赤石 泰一 佐藤 香織 吉井 勇治

### ■ 背景・目的 ■

X 線管が回転した状態で CT 装置の半価層を測定する方法として、我々は半導体線量計 Piranha と鉛ケース Creel を用いた回転照射法（以下、回転照射法）を報告した。しかし、この方法は 21 mm 未満のビーム幅における測定には対応していなかった。本研究の目的は、焦点検出器間距離の増加と筒型鉛コリメータの追加により、21 mm 未満のビーム幅において回転照射法による半価層測定を可能とすることである。

### ■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion PRIME（東芝）、線量計は Piranha（RTI）、コリメータは Creel（アクロバイオ）、自作筒型鉛コリメータを用いた。管電圧は 120 kV、ビーム幅は 8 mm に設定した。Piranha の長軸をガントリ X 軸に合わせ、焦点検出器間距離 60, 70, 80 cm、筒型鉛コリメータ長 0, 10, 20, 30 cm において回転照射法により半価層を測定し、X 線管を固定して半価層を測定する方法（固定照射法）と比較した。

### ■ 結果・結論 ■

焦点検出器間距離を増加、筒型鉛コリメータを追加することで回転照射法の精度が改善され、焦点検出器間距離 80 cm、筒型鉛コリメータ長 10 cm においては、回転照射法の半価層が 6.31 mmAl となり、固定照射法との相対誤差が 0.12% となった。本測定法を用いることで、21 mm 未満のビーム幅において回転照射法による半価層測定が可能となった。



演題番号 33 CT・放射線防護・計測 座長 JCHO 北海道病院 森 泰成, 北海道大学病院 山口 仰

## CT 装置のオフセンタ半価層測定における鉛ケースを用いた 回転照射法の検討

札幌医科大学 医学部教育研究機器センター

○赤石 泰一 佐藤 香織 吉井 勇治

札幌医科大学附属病院 放射線部

次木 嵩人 浅沼 治 溝延 数房 武田 浩光

### ■ 背景・目的 ■

CT 装置の線質評価においてはファン角方向でボウタイフィルタの影響が懸念されるため、オフセンタにおける線質の把握が重要である。しかし、オフセンタの線質を評価するためにはX線管を固定することが必要となるため、メンテナンスモードを使用できない施設では測定することが困難である。本研究では非接続形X線出力アナライザ Piranha (以下, Piranha) と Piranha 専用鉛ケース Creel (以下, Creel) を用いることでX線管を固定せずにオフセンタの線質評価を行うことを目的とする。

### ■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion PRIME (東芝), 線量計は Piranha (RTI), コリメータは Creel (アクロバイオ) を使用した。照射条件は管電圧 120 kV, 管電流 400 mA, 照射時間 1.5 sec, 回転時間 1.5 s/rot, ビーム幅 40 mm とし, ボウタイフィルタのサイズは S, M, L の三種類について検討した。測定するファン角方向のX線のみが Piranha に入射するように Creel を用いて遮蔽し, X線管が回転している状態で, ファン角方向 0 ~ 21° の範囲において 3° 間隔で半価層測定を行った。

### ■ 結果・結論 ■

アイソセンタと比較して, オフセンタにおける半価層が 4.0 ~ 4.4 mmAl 大きい値となった。本測定法を用いることで, X線管を固定せずにオフセンタの線質評価を行うことができた。

演題番号 34 CT・放射線防護・計測 座長 JCHO 北海道病院 森 泰成, 北海道大学病院 山口 仰

## 臓器放射線感受性を考慮した CT 装置の管電流変調機能を用いた 乳腺の被ばく低減効果の検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○伊藤 彩 沼澤 香夏子 小倉 圭史 杉本 晴美 矢野 園子

千葉 彩佳

札幌医科大学 医学部教育研究機器センター

佐藤 香織

### ■ 背景・目的 ■

当院の東芝社製 CT 装置のバージョンアップに伴い, 放射線感受性の高い乳腺や水晶体に対する被ばく低減を目的として, 身体前面からの線量を低減する Organ Effective Modulation (以下 OEM) が使用できるようになった。OEM の線量低減に関する報告はいくつか散見されるが, 乳腺の線量に着目した報告は少ない。本研究の目的は, OEM の使用や設定 SD の違いにおける, 乳腺皮膚表面及び乳腺内の線量変化について検討することである。

### ■ 方法 ■

CT 装置は東芝社製 Aquilion PRIME ver.7.0, 線量計は千代田テクノル社製蛍光ガラス線量計, ファントムは CIRS 社製線量検証ファントムと大井製作所製トーラスト・ファントムを使用した。線量計を左右の乳頭を通るファントム表面一周に 14 カ所, さらに乳頭から 6.5 cm 胸壁側に 1 カ所ずつ設置し, OEM off と on, 設定 SD 8, 10, 12 における線量を測定し, OEM の使用による線量の低減率を算出した。

### ■ 結果 ■

OEM を使用することにより, 設定 SD 8, 10, 12 において, 乳腺皮膚表面の線量は 14.9, 14.2, 19.8%, 胸壁の線量は 18.8, 19.2, 18.5%, 背側皮膚面の線量は 9.2, 8.0, 9.8%それぞれ低減した。

### ■ 結語 ■

OEM の使用により, 乳腺皮膚表面及び乳腺内の線量を低減できることが示唆された。

## Trauma panscan における空間線量分布

札幌医科大学附属病院 放射線部

○加藤 駿平 三角 昌吾 小倉 圭史 鈴木 淳平 大橋 芳也 吉川 健太  
虻川 雅基

## ■ 背景・目的 ■

Trauma panscan (以下 TP) の有用性は報告されており, 当院においても施行されている。一方, TP 時は医師等による撮影室内での介助が必要であり, 介助者についても被ばくを考慮する必要がある。本研究の目的は, TP における空間線量分布を把握することである。

## ■ 方法 ■

使用装置は Light speed VCT (GE Healthcare), 測定機器にガラス線量計 (千代田テクノル), 散乱体として人体ファントム PBU-50 (京都科学社) を用いた。測定点は, X線管回転中心を基準 (高さ 103 cm) とし, 基準から距離 50 cm 間隔 (50 cm~300 cm) で基盤目状に配置した。また, 基準から距離 100 cm 以内では, 高さ  $\pm 50$  cm, +100 cm でも同様に測定した。空間線量は, 当院の TP プロトコルにて 5 回連続撮影し, 計測された積算線量から 1 回当たりの平均値を算出し求めた。

## ■ 結果 ■

空間線量は, 基準から寝台側に最も近く, 体軸に対し 45 度方向の点で最大値 (1271  $\mu$ Gy) を示した。高さ +50 cm においても基準に最も近い点で高値 (1186  $\mu$ Gy) を示した。一方, ガントリ側面において最小値 (5.1  $\mu$ Gy) を示した。空間線量分布は基準から距離の逆二乗則に従って低下した。

## ■ 結語 ■

TP における空間線量分布を把握することができた。

Dw, SSDE 値に関する基礎的検討  
—— 体輪郭の欠損が与える影響 ——

株式会社ジェイマックスシステム マーケティング部

○箱石 卓

札幌医科大学附属病院 放射線部

溝延 数房

株式会社ジェイマックスシステム 開発部

斎藤 紀行

## ■ 背景・目的 ■

AAPM から CT の新しい線量指標として SSDE が提唱された。患者の体格等により体輪郭の一部が欠損してしまった場合, Report No.220 に準じた Dw, SSDE が算出出来ない。そこで今回我々は, 抽出した体輪郭の周囲を 1 pixel 単位で除去出来るプログラムを作成し, 体輪郭の欠損が Dw や SSDE に与える影響について基礎的な検討を行ったので報告する。

## ■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion ONE (東芝), ファントムは人体ファントム PBU-50 (京都科学) とした。対象スライスは胸部と腹部でそれぞれ最も面積が大きいスライスとした。体輪郭の周囲除去範囲 0 pixel の Dw, SSDE と, 除去範囲を 1~20 pixel (1 pixel : 0.98 mm) とした時の Dw, SSDE をそれぞれ比較し検討した。

## ■ 結果 ■

除去範囲 0 pixel と, 除去範囲 5, 10, 15, 20 pixel の Dw の差は胸部で 8.1%, 17.1%, 26.1%, 33.8%, 腹部では 4.2%, 8.9%, 13.7%, 18.4% であり, SSDE の差は胸部で 7.3%, 15.7%, 24.7%, 29.2%, 腹部で 3.5%, 7.0%, 11.2%, 19.6% であった。

## ■ 結論 ■

Dw や SSDE は体輪郭の欠損程度によって変化し, 特に胸部は腹部と比較すると体輪郭の欠損による影響が大きくなった。今後は臨床に即した欠損範囲に対する影響を検討する。

## 256-row MDCT ノンヘリカルスキャンにおける 実効スライス厚測定

JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 医療技術部 放射線技術科

○三浦 貴智 津元 崇弘 伊達 大輔 田口 知明 佐々木 泰輔

### ■ 目的 ■

256-row MDCT である GE 社製 Revolution CT は、体軸方向に最大 160 mm 幅のノンヘリカルスキャンが可能である。今回は、160 mm ノンヘリカルスキャン時の実効スライス厚測定を行ったので報告する。

### ■ 方法 ■

使用機器は Revolution CT (GE 社製)、タングステンコインファントム (京都科学社製) を用いた。ノンヘリカルスキャンにおける実効スライス厚の測定位置は、中心スライスと anode 側、cathode 側へそれぞれ 10, 30, 50, 70 mm とした。また、0.625 mm×64-row ヘリカルスキャンでもデータを取得し比較対象とした。

### ■ 結果 ■

実効スライス厚は体軸方向の辺縁部で厚くなる傾向が見られ、cathode 側の方がわずかに厚くなった。また中心では設定スライス厚より薄くなった。またヘリカルスキャンの実効スライス厚も同じ値となった。

### ■ 結論 ■

ノンヘリカルスキャンにおける体軸方向の辺縁部では、コーン角補正によって実効スライス厚が厚くなると考えられ、今回得られた結果も同様であった。また、見かけの焦点サイズの影響により cathode 側が厚くなると考えられるが、その差はわずかであった。これは、Revolution CT の X 線検出器が焦点指向型に配置されているためだと考えられる。

## 逐次近似応用再構成法による肺野関数 CT 画像における MTF 評価の試み

北海道大学病院 医療技術部 放射線部

○佐藤 泰彦 山口 仰 山下 道明 笹木 工

### ■ 目的 ■

逐次近似応用再構成法 (以下、IR 応用法) で得た CT 画像の画質特性は非線形挙動を示し、条件によりその特性が変化する。IR 応用法で得た軟部関数 CT 画像の MTF を、非線形挙動を考慮した手法で測定する報告は多く見られるが、高分解能関数における報告は少なく、その方法が確立されていない。今回我々は、EVA 樹脂を用いて、IR 応用法で得た肺野関数 CT 画像の MTF を簡易的に評価する方法を検討した。

### ■ 方法 ■

使用機器は Aquilion PRIME (東芝)、自作 ESF 取得用ファントム (EVA 樹脂+水+ゴム) である。EVA 樹脂キューブの各面がガントリの 3 軸に対して垂直になる様に配置して raw data を得た。まず、肺野関数のエッジ像を D-FOV を数種類変えて用意し、サンプリング間隔の異なる ESF から各々 MTF を測定した。次に、臨床条件の背景 SD を考慮して線量を決定し、ESF 加算平均幅と画像加算回数を調整し、安定した MTF が得られる条件を調べた。

### ■ 結果 ■

D-FOV をある程度拡大し再構成する事で、形状再現性のある ESF から安定した MTF が得られた。アライメント誤差が許容できる ESF 加算平均幅を決定した後、ノイズが許容可能なレベルまで画像を加算平均する事で、安定した MTF が得られた。

### ■ 結語 ■

EVA 樹脂を用いて、IR 応用法で得た肺野関数 CT 画像の MTF を簡易的に評価できる可能性が示唆された。

## 高解像度 CT と Dual Energy CT による Monochromatic Image の冠動脈ステント描出能に関する基礎検討

手稲溪仁会病院 診療技術部

○板谷 春佑 神山 哲也 由野 博之

### ■ 背景・目的 ■

近年冠動脈 CT 検査における冠動脈ステントの内腔評価は重要である。空間分解能の向上を目的とした High-Resolution モード (HR) はステント描出能が改善され、Dual Energy の Monochromatic Image (MI) はビームハードニングを低減できることが報告されている。

空間分解能向上を目的とした HR とビームハードニングを低減した MI を用いて、冠動脈ステントの描出能を比較し最適な撮影条件を検討した。

### ■ 方法 ■

希釈造影剤で満たした模擬血管ファントムに冠動脈ステントを留置した。水槽内に模擬血管ファントムを留置し HR モード及び Dual Energy で 5 回ずつ撮影した。再構成関数は、HR で HDstd, HDstd+, HDdtl, HDdtl+, MI で std, dtl の 6 種類を用い比較した。内腔評価はステントのプロファイルカーブを計測し、内腔距離を計測して描出能を評価した。

### ■ 結果 ■

内腔距離は、HDstd, HDstd+, HDdtl, HDdtl+ で 1.39 mm 1.60 mm 1.37 mm 1.47 mm, std, dtl (MI) で 0.86 mm, 1.38 mm であり HDdtl, HDstd+ が内腔描出能に優れていた。しかし HDdtl ではアンダーシュートが見られた。

### ■ 結語 ■

HR は MI と比較してステント内腔描出能が向上し、HDstd+ が最適条件であることが示唆された。

## 低コントラスト検出能評価を目的としたデジタルファントムの 視認性について

札幌医科大学附属病院 放射線部

○早坂 駿 千葉 彩佳 原田 耕平 大橋 芳也 沼澤 香夏子  
今井 達也

### ■ 背景・目的 ■

肝 CT において低コントラスト検出能の評価は重要であり、デジタルファントムを用いた評価が報告されている。デジタルファントムは臨床画像に球状の信号を模擬腫瘍として加算可能であるが、辺縁が鮮明すぎる特徴を有する。今回我々は作成ツール上で付加フィルタを加算できる仕様にした。本研究の目的は、付加フィルタを用いたデジタルファントムを低コントラスト検出能評価ファントムと比較し、視認性について評価することである。

### ■ 方法 ■

φ 240 mm の円柱容器に希釈造影剤と φ 10 mm のアクリル球を封入し、両者の濃度差が 3% である自作低コントラスト検出能評価ファントムを作成した。画像 SD 10/5 mm になるよう適宜線量を調整し、FBP, 逐次近似応用再構成 (Weak, eStandard) にて自作ファントムを撮影した。得られた画像にフィルタ (none, smoothing, gaussian, median) を付加した φ 10 mm のデジタルファントム (濃度差 3%) を一つ加算した。ファントム辺縁の鮮明さについて 10 名で視覚評価を行い、デジタルファントムとアクリル球における視認性の一致率を算出した。

### ■ 結果・結論 ■

gaussian フィルタ (Weak) における視認性の一致率が 86% と最も高値を示した。臨床画像を用いた低コントラスト検出能の評価には gaussian フィルタを用いた模擬腫瘍作成が望ましい。

## 手術用ナビゲーションシステムの位置精度について

社会医療法人孝仁会釧路孝仁会記念病院 診療放射線科

○小西 秀則 山本 崇史 古川 研治 山本 綱記

### ■ 目的 ■

当院では、手術用ナビゲーションシステムを使用しており、脳神経外科の手術の際、目的物との位置関係を把握するため、ナビゲーションシステムの位置精度は非常に重要である。これまでは光学式が使用されていたが、現在、磁場式のものを使用できるようになった。そこで、光学式と磁場式の位置精度について比較した。

### ■ 方法 ■

自作ファントムをCT撮影し、レジストレーションを行った。表面での精度を測定するため、ファントム表面に穴を開け、プローブでその穴を示し、ズレが無いかを光学式、磁場式で検証した。また、深さ方向の精度を測定するため、ファントムでX、Y、Z方向に1～9cmの深さまでプローブを入れ、ワークステーション上で表示されているファントム表面から、プローブ先端までの長さを光学式、磁場式で測定した。

### ■ 結果 ■

光学式、磁場式共に表面の精度をワークステーション上にて目視で確認した結果、大きなズレは認められなかった。また、深さ方向の精度を測定した結果、3方向すべてにおいて光学式、磁場式共にズレは1mm以下で大きなズレは認められなかった。

### ■ 考察 ■

光学式、磁場式ともに精度の高い結果となったが、これは最初に行うレジストレーションの精度が重要であると考えられる。手術用ナビゲーションシステムを使用する際、過度な信用は危険であるが、位置精度が高く手術の支援ツールとして光学式、磁場式共にとても有用である。

## 術前 CT の画像を用いた血管自動抽出機能の認識能に関する検討

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○亀田 拓人 浅野 有加里 佐藤 泰彦 宮本 佳史子 坂本 悠輔  
後藤 啓司 上田 俊一

### ■ 目的 ■

Embolization Guidance とは、CBCT や IVR-CT で撮像した画像上で血管の近位部と遠位部を指定すると、その間の血管経路を自動的に抽出して MPR や 3D の画像上に表示する機能である。本機能はカテーテルからの造影で撮像した画像の利用を前提とした機能であるが、通常の造影 CT の画像を用いることによって CBCT や IVR-CT を撮像せずに目的とする血管経路を表示できるのではないかと考えた。そこで今回、CT の画像を用いた本機能の認識能について検討を行った。

### ■ 方法 ■

水で満たした容器の中央部分に模擬血管を配置したファントムを作成し、希釈した造影剤を模擬血管内に濃度を変えて注入して撮像を行い、認識の能否について調べるとともに、各画像の模擬血管内の CT 値と周囲の CT 値及び画像 SD 値から CNR を算出し、血管径、再構成条件を変えて CNR の値と認識能について検討を行った。

### ■ 結果 ■

血管径が大きくなるにつれて認識能が向上し、また再構成関数においては高周波強調関数に比べて軟部組織用関数の方が認識能は向上し、再構成スライス厚は大きくなるにつれて認識能は向上した。以上の結果をもとに CT の画像データを適切な条件にすることで、本機能を有効に活用できることが示唆された。

## 細胞核内 DNA 量と二次電子エネルギー付与を考慮した放射線影響モデル

北海道大学大学院保健科学院 保健科学専攻

○森 諒輔

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC)

松谷 悠佑

札幌医科大学 教育機器センター

吉井 勇治

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

### ■ 背景・目的 ■

放射線が生体内に入射すると、多くの場合、発生した二次電子のエネルギー付与を介して種々の細胞内損傷が誘発される。中でも細胞核内の DNA 二本鎖切断 (以下 DSB) は細胞死の主要因であり、その発生数 (確率) を推定することは放射線防護の観点において重要である。本研究の目的は、細胞核内 DNA 量と二次電子によるエネルギー付与を組み込んだ DSB 発生数推定モデルを構築することである。

### ■ 方法 ■

培養条件の異なる哺乳類の細胞に対して、200 kVp X 線を 1 Gy 照射し、その際の DNA 量と誘発される DSB 数を細胞実験により実測した。DNA 量と DSB 数の測定には、それぞれ、ヨウ化プロピジウムと抗  $\gamma$ -H2AX 抗体によるフローサイトメトリーを用いた。一方、モンテカルロコード (EGS5) を用いて、上記 X 線により発生する二次電子のエネルギースペクトルを計算した。実測した核内 DNA 量ならびに二次電子スペクトルをもとに、DSB 数を推定し、実測値と比較した。

### ■ 結果・考察 ■

得られた DNA 量分布は、培養細胞の状態 (細胞周期) を反映する結果となった。この分布および二次電子スペクトルの両者から推定される細胞核内 DSB 発生数の分布は、実測値 (分布) とよく一致した。細胞核内 DNA 量と二次電子エネルギースペクトルを考慮することで、より現実に近い条件下での DSB 数推定が可能となることが分かった。

## 診断用 X 線によって生じる複雑な DNA 二本鎖切断数の推定

札幌医科大学 教育機器センター

○吉井 勇治

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC)

松谷 悠佑

北海道科学大学保健医療学部

佐々木 恒平

北海道大学大学院保健科学院

森 諒輔

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

### ■ 背景・目的 ■

放射線障害は、放射線照射後に生じる DNA 二本鎖切断 (DSB) を主要因として発生すると考えられている。そのため DSB の特性を明らかにすることは放射線防護学を進展させるうえで重要である。本研究の目的は、放射線のエネルギー付与分布に基づく複雑な DNA 二本鎖切断 (complex DSB) の数を推定するモデルを構築し、被ばく影響を評価することである。

### ■ 方法 ■

X 線照射によって生体内に付与されるエネルギー分布をモンテカルロコード EGS5 および WLTRACK を用いて計算した。次に、Density-based spatial clustering of applications with noise (DBSCAN) アルゴリズムにより電離・励起の密集領域を抽出した。最後に、電離・励起事象の凝集性を定量する Aggregation Index (AI) を用いて complex DSB 数を推定した。

### ■ 結果・考察 ■

診断用 X 線を想定した電子線のエネルギー域 (1 keV~100 keV) では、発生する全 DSB 数の 23.3~33.6% が complex DSB に分類された。この結果は Nikjoo らの complex DSB 数の推定結果と同じ傾向を示した。以上より、エネルギー付与の凝集性に注目した本研究モデルから、診断用 X 線領域の complex DSB 数を推定できることが示された。

## 低線量率長時間照射における細胞周期の動態解析

北海道大学 医学部保健学科  
○及川 青亮  
北海道大学大学院保健科学院  
松谷 悠佑 森 諒輔  
北海道大学大学院保健科学研究院  
伊達 広行

### ■ 背景・目的 ■

低線量率放射線被ばく時には、細胞周期の進行に伴って放射線感受性が変化することが知られている。本研究では、放射線感受性への影響評価を目的として、長時間低線量率被ばく下での DNA 量の周期的変化を測定した。

### ■ 方法 ■

培養した静止期の細胞 (CHO-K1) に対し、250 kVp X 線を 1 時間間隔で 18.6 cGy および 100 cGy ずつ多分割照射することによって、12 時間にわたる低線量率 (18.6 cGy/h および 100 cGy/h) での照射条件を再現した。照射開始から 2 時間おきに、ヨウ化プロピジウムを用いたフローサイメトリーにより細胞周期に依存する DNA 量を定量した。

### ■ 結果・考察 ■

低線量率 (18.6 cGy/h) 照射を 12 時間続けた結果、照射開始後 12 時間 (総線量 223.2 cGy) の細胞では G2/M 期への蓄積が照射前と比べ 6.6% 増加した。一方 100 cGy/h 照射 (総線量 1200 cGy) では 22.1% の増加であった。しかし、低線量率 (18.6 cGy/h) での照射後 8 時間未満 (総線量 148.8 cGy) の細胞集団には有意な蓄積の増加が認められなかった。これらの結果は、G2/M チェックポイントにおける閾線量もしくは DNA の閾損傷数の存在を示唆していると考えられる。

## 放射線の長時間照射中における細胞周期と放射線感受性の解析

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC) 札幌医科大学 教育機器センター  
○松谷 悠佑 吉井 勇治  
北海道大学大学院保健科学研究院 北海道大学大学院保健科学院  
堤 香織 伊達 広行 森 諒輔  
北海道科学大学保健医療学部 北海道大学医学部保健学科  
佐々木 恒平 及川 青亮

### ■ 背景・目的 ■

放射線感受性は、線量率や細胞周期に依存する。長時間の照射中における細胞周期の分布の変化は、放射線感受性を修飾する可能性がある。本研究の目的は、長時間の放射線照射が細胞周期変化を通して生体細胞へ及ぼす影響を評価することである。

### ■ 方法 ■

培養した哺乳類の細胞 (CHO-K1) に対し、250 kVp X 線を多分割照射し、100 cGy/h または 300 cGy/h の連続照射と等価な条件を再現した。分割照射における一回線量 [Gy] と分割間隔 [h] の決定には、DNA 損傷とその修復過程を考慮した Microdosimetric-Kinetic (MK) モデルを用いた。その後、ヨウ化プロピジウムを用いたフローサイメトリーにより、照射開始から 12 時間までの細胞周期に依存する核内 DNA 量の分布を実測した。この分布をもとに細胞生存率曲線への影響を評価した。

### ■ 結果・考察 ■

12 時間 100 cGy/h 照射を続けた結果、細胞集団の 22.1% が G2/M 期に蓄積された。この蓄積を考慮した MK モデル解析により、低線量率被ばく下では、細胞生存率を指標とした場合に放射線感受性が高まることがわかった。一方、300 cGy/h で長時間照射した場合には、S 期における合成遅延が観測された。一般に S 期は高い DNA 修復能を有することから、100~300 cGy/h の線量率域にて放射線感受性の逆転が起こる可能性が示された。

## 標的・非標的効果を考慮した低線量X線被ばく後の細胞生存率モデル

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC)

○松谷 悠佑

北海道科学大学保健医療学部

佐々木 恒平

札幌医科大学教育機器センター

吉井 勇治

北海道大学大学院保健科学院

木村 亮朗

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

### ■ 背景・目的 ■

低線量放射線被ばくでは、放射線の細胞へのヒットによるエネルギー付与(標的効果)と非ヒット細胞への細胞間シグナル伝達(非標的効果)の両者により細胞死が誘導される。本研究の目的は、両効果を考慮した新たな細胞生存率数理モデルを構築し、低線量被ばくが生体細胞へ及ぼす影響を定量化することである。

### ■ 方法 ■

標的効果を考慮した従来の microdosimetric-kinetic (MK) モデルに非標的効果を組み込んだ新たな数理モデル, integrated MK (iMK) モデルを提案する。iMK モデルには非標的効果に関与する細胞間伝達シグナル量とそれに伴い生ずる DNA 損傷数の動態が考慮されている。本研究では、iMK モデルを B. Marple らが報告する哺乳類の肺線維芽細胞 (V79-379A) における一回照射ならびに分割照射時の細胞生存率データに適用し、モデルの有用性と非標的効果により生じる細胞核内致死損傷 (LL) 数について評価した。

### ■ 結果・考察 ■

iMK モデルを一回照射および分割照射時の細胞生存率データと比較した結果、iMK モデルは、1.0 Gy 以下の低線量域に観測される放射線高感受性現象を、よい一致度で再現できることが分かった。また、非標的効果により 19 個の細胞に約 1 個の割合で LL 数が誘発され得ることが分かった。

## 水中電子線トラック解析における電子衝突断面積の影響

北海道大学大学院保健科学院

○木村 亮朗

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC)

松谷 悠佑

札幌医科大学教育機器センター

吉井 勇治

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

### ■ はじめに ■

放射線が生体内に及ぼす影響の解析では、放射線粒子から生体組織へのエネルギー付与過程を模擬するモンテカルロシミュレーションが用いられている。生体内軟組織の大部分は水で構成され、入射した放射線は、多くの場合電子を介してエネルギーを付与することから、水の正確な電子衝突断面積が求められる。しかし、必ずしも信頼性の高い十分なデータが揃っている訳ではなく、シミュレーションの際には必要に応じて、より正確なデータに更新していく必要がある。当研究室で用いている電子線トラックコード WLTrack では、2003 年以前に報告された断面積データを使用しているが、最近の断面積データの使用によって、飛跡長と射影飛程がどの程度変わるかを評価した。

### ■ 方法 ■

新たな水断面積データには、最新版の GEANT4 10.2 のものを用いた。対象とする断面積は、電離・励起・弾性散乱の 3 種であり、エネルギー範囲は 1 eV~10 MeV である。新旧の断面積セットを用いて、各エネルギーに対する飛跡長と射影飛程を求め比較した。

### ■ 結果・考察 ■

10 eV~1 keV の低エネルギー領域において、飛跡長と射影飛程が、最大で、それぞれ 137%、76% 小さな値となることが分かった。これは、更新した電離・励起の断面積が 10~数 100 eV のあたりで大きくなったためであると考えられる。この違いは、DNA 損傷等のシミュレーションに影響する可能性がある。



## 再酸素化腫瘍に関する酸素増感比の不確定性評価

北海道大学大学院保健科学院

○山田 亮太

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC)

松谷 悠佑

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

## ■ はじめに ■

放射線治療による腫瘍への線量処方において、腫瘍の再増殖と再酸素化が及ぼす治療効果への影響は無視できない。本研究では、腫瘍細胞の再酸素化の定量的評価を目的として、常酸素ならびに低酸素条件下での細胞生存率曲線を基に、X線照射下における酸素増感比 (OER) とその不確定性を調べた。

## ■ 方法 ■

マウスの大腸がん細胞の常酸素ならびに低酸素状態の細胞生存率データを使用し、以下の方法で OER を評価した。(i) Linear-Quadratic (LQ) モデルを生存率データに適用し、マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法を用いて LQ モデルにおけるパラメータ  $\alpha$  の値とその不確定性を推定する。(ii) OER が  $\alpha$  の比に等しいものとして、(i) での  $\alpha$  から OER の平均値と標準偏差 (SD) を計算する。

## ■ 結果・考察 ■

MCMC 法により決定した  $\alpha$  から求めた OER は、 $2.73 \pm 0.0173$  であった。これは X 線に対する OER の一般的な値である 2.5~3.0 の範囲に一致し、不確定性が小さいこと、また、OER の評価において  $\alpha$  値の決定法が重要であることが明らかとなった。

## 放射線治療計画における LQ モデルパラメータの不確定性評価

北海道大学 医学部保健学科

○國分 壘

北海道大学大学院保健科学院

木村 堯朗

北海道大学大学院保健科学院 (日本学術振興会特別研究員 DC)

松谷 悠佑

北海道大学大学院保健科学研究院

伊達 広行

## ■ はじめに ■

放射線治療では、腫瘍へ処方される線量分布の高い精度が求められるが、治療計画時に使用される細胞生存率の Linear-Quadratic (LQ) モデルにおけるパラメータ ( $\alpha$  と  $\beta$ ) は、生体組織の種類に依存すると共に、決定法に関わる不確定性を有する。本研究では、実測生存率から  $\alpha$  と  $\beta$  を決定する際の不確定性が、 $\alpha/\beta$  比ならびに生物学的効果線量 (BED) に及ぼす影響を評価した。

## ■ 方法 ■

ヒト非小細胞肺癌 (H 1299) の細胞生存率データを用いて、X線治療における  $\alpha/\beta$  比及び BED の値を以下の手順で評価した。(i) マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法により、 $\alpha$  と  $\beta$  をサンプリングする。(ii) 得られた ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) の組み合わせを使用して  $\alpha/\beta$  比の確率分布および、通常の分割照射 (一回線量 2 Gy, 総線量 60 Gy) 時における BED 値の分布を求める。

## ■ 結果・考察 ■

MCMC 法により推定された  $\alpha/\beta$  比の確率分布は、ほぼ対称形であり  $4.444 \pm 2.088$  [Gy] であった。一方、BED 値の分布は平均 88.30 [Gy] に対し非対称となることが分かった (95%信頼区間: 77.94-106.64)。これらから、 $\alpha/\beta$  比および BED の不確定性をそれぞれ 47% および 16% だと評価しうることが分かった。

## 3D-MRI における画像合成後の体積計測精度の検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○櫻井 佑樹 長濱 宏史 小笠原 将士 鈴木 淳平 須藤 洋平 平野 透

### ■ 目的 ■

脳脊髄液の体積計測の報告があり、頭頂部から脊柱管末端までの範囲を複数スラブで分割撮像し、合成した後、体積計測を行う必要があるが、画像合成後における体積計測の精度に関する報告は無い。今回我々は、3D-MRI における画像合成後の体積計測精度の検討を行ったので報告する。

### ■ 方法 ■

使用機器は、Philips 社製 Ingenia 1.5T, Fujifilm 社製 SYNAPSE VINCENT. 人体体液と等価な水溶液を、長方形容器に封入したファントムを作成し、heavy T2 強調像の 3D-turbo spin echo (1 mm アイソボクセル) にて矢状断像を得た。ファントムを 1 スラブで撮像後、ファントム内水溶液の体積を計測し、これを基準体積とした。ファントムを 2 スラブかつ、オーバーラップを 5%, 10%, 20%, 30% に変化させ撮像し、画像合成した後の体積を基準体積と比較し、体積測定の見誤差率を求めた。また、2 スラブ間の角度を RL 方向に 5 度、10 度、15 度と変化させ撮像し、同様に誤差率を求めた。

### ■ 結果 ■

オーバーラップの変化による体積の見誤差率は、-0.55%, -0.16%, 1.08%, 1.5% であり、角度の変化による体積の見誤差率は、-0.95%, -0.54%, -0.89% であった。3D-MRI は、画像合成を行った場合においても、高い精度で体積計測が可能である。

## Cine MRI による左室 dyssynchrony の評価

市立旭川病院 中央放射線科

○福田 泰之 川崎 伸一 菅野 聡美 三ツ井 貴博 石澤 博 大塩 良輔  
西館 文博

### ■ 背景・目的 ■

左室 dyssynchrony の存在は心臓同期療法(CRT)の適応決定において重要な因子である。様々なモダリティによって左室 dyssynchrony の評価がなされているが、いまだ明確な指標は定められておらず、各検査結果から総合的に判断し CRT の適応決定がなされているのが現状である。MRI では、タギング法を用いた評価が報告されているが、磁場強度や検査時間の延長などの問題点がある。

本研究の目的は、Cine MRI の解析結果が左室 dyssynchrony の評価指標の一つとなり得るかを検討することである。

### ■ 方法 ■

MRI 装置は GE 社製 Signa 1.5T を使用し、対象は心臓 MRI と 99mTc-MIBI による心筋血流 SPECT の両検査を施行した 20 名とした。Cine MRI の解析には Medviso 社製 segment MRI を用い、左室の各セグメントにおいて最大壁圧となる時相を測定し、Dyssynchrony Index (DI) を算出した。得られた DI 値と心筋 SPECT における解析結果を比較した。

### ■ 結果・考察 ■

得られた DI 値と心筋 SPECT における位相解析結果などとの間に正の相関が認められた。左室 dyssynchrony の評価指標が定まっていないという現状で、Cine MRI の有用性を示すのは困難ではあるが、評価指標の一つにはなり得るということが示唆された。

## 2D- Phase contrast 法における VENC (velocity encoding) の違いによる頸部血管の WSS (Wall Shear Stress) 評価

北海道大学病院 医療技術部 放射線部門

○川崎 智博 石坂 欣也

北海道大学大学院保健科学研究所 医用生体理工学分野  
杉森 博行

### ■ 目的 ■

血管に動脈硬化などの疾患があると壁せん断応力 (Wall Shear Stress: WSS) が、低下すると報告されている。過去の研究において、Phase Contrast (PC) 法で頸部血管を撮像し、WSS を算出できるソフトウェアを用いて検討を行ってきた。本研究では velocity encoding (VENC) の値による、WSS への影響について検討を行った

### ■ 方法 ■

同意の得られた健常ボランティアに対し、Siemens 社製 Avanto1.5T を用いて、末梢脈波同期のもと 2D-PC 法で総頸動脈、総頸動脈分岐部を左右それぞれ撮像した。VENC の値を 150 cm/s、各々の最高流速に設定した。流速解析ソフト Argus (Siemens 社製) を用いて、血管壁に region of interest (ROI) を設定した後、同一 ROI を用い解析ソフト ShearView で各 ROI 面の WSS を解析し、血管壁の 8 点 (45 度毎) において算出した

### ■ 結果・考察 ■

総頸動脈では VENC の違いによる有意差はなかった。総頸動脈分岐部外側において、VENC が 150 の時、WSS は高くなった。総頸動脈分岐部のような乱流が起きているところでは、高すぎる VENC の設定は、過大評価する可能性があると考えられる

### ■ 結語 ■

PC 法において、WSS を検討する際には、最高流速を把握し、適切な VENC の値を設定することが必要である

## IR パルス併用 Ultra-short echo-time imaging を用いた T1 緩和時間測定

医療法人 溪仁会 手稲溪仁会病院 診療技術部

○増山 研 塩田 正和 秋元 俊 秋吉 和也 青木 裕幸 猪子 祐佳  
安達 元

### ■ 目的 ■

Ultra-short echo-time (UTE) シーケンスは T2 値の短い骨の信号を検出でき、UTE による骨の画像化が開始されている。現在、UTE による骨の T2 値に関する報告はあるが、T1 値の報告は少ない。そこで、本研究では、IR パルスを併用した UTE で取得される R1 (1/T1) 値の依存性を調査した。

### ■ 方法 ■

生理食塩水で希釈した Gd-DTPA 造影剤 (0, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 5, 10, 20 mmol/L) の R1 値を UTE シーケンスである IR 併用 PETRA (IR-PETRA) と IR 併用 SE (IR-SE) を用いて測定した。撮像条件は、TR = 10 s、IR-PETRA の TI 値は 100 から 2000 ms まで、IR-SE の TI 値は 50 から 4000 ms まで変化させ、最小二乗法を用いて R1 値を求めた。

### ■ 結果 ■

IR-PETRA と IR-SE で取得された R1 値は濃度が 0 から 1 mmol/L で正の線形相関 (r=0.999) を示した。しかし、濃度が 5 mmol/L 以上で IR-PETRA と IR-SE の R1 値は異なった。

### ■ 結語 ■

IR-PETRA は Gd-DTPA 造影剤濃度が 0 から 1 mmol/L の範囲で R1 値測定が可能である。