

演題番号 1

MR-I

座長 KKR 札幌医療センター斗南病院 平井 寛能

3.0 T Radial scan 法による頸動脈プラーク評価

市立函館病院 中央放射線部, 北海道大学 大学院保健科学院

○中村麻名美

市立函館病院 中央放射線部

真壁 武司 本庄 俊一 畠山 遼兵 爰地 祐次

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

杉森 博行

北海道大学 大学院保健科学研究院

坂田 元道

■ 目的 ■

頸動脈狭窄症における画像診断は、頸動脈狭窄率に加えプラークの性状評価が必要となる。低侵襲で再現性のある MRI による報告が多数されており、筋肉とプラークの contrast ratio (CR) にてプラークの安定性診断が行われている。プラーク性状評価は、1.5 T 装置にて多数のエビデンスがあるが、3.0 T 装置では T1 値の延長による T1 コントラスト低下の問題もあり報告が少ない。なかでも不安定プラークは出血を伴うため T1WI にて筋肉との高いコントラストが得られるが、安定プラークでは筋肉と同等のコントラストとなり不明瞭となる可能性がある。そこで今回我々は、3.0 T radial scan 法による安定プラークのコントラストについて検討を行った。

■ 方法 ■

ガドペンテト酸メグルミンを希釈し 1.5 T 装置にて T1 値：1515.5 ms, T2 値：204.1 ms の安定プラーク模擬ファントムと T1 値：1746.2 ms, T2 値：79.7 ms の筋肉模擬ファントムを作成した。radial scan 法で撮像した画像によりファントムの CR を算出し、1.5 T 装置と 3.0 T 装置にて比較した。また、当院倫理委員会承認後、同意の得られた 69 歳男性、右頸動脈狭窄症の症例について 3.0 T radial scan 法にて撮像し、胸鎖乳突筋とプラークの CR を算出した。

■ 結果 ■

3.0 T 装置における模擬ファントムの CR は 1.5 T 装置で同等であった。臨床画像による CR は T1WI で 0.98, T2WI で 1.79 となり、病理診断においても安定プラークであった。

■ 結論 ■

3.0 T 装置による radial scan 法を使用したプラーク性状評価では 1.5 T 装置と同等の CR が得られた。しかし、安定プラークは不安定プラークに比べ CR が低いため確定診断が困難である。近年では、安定プラークを造影により特定可能であるとの報告もあり今後の検討を要する。

演題番号 2

MR-I

座長 KKR 札幌医療センター斗南病院 平井 寛能

頸動脈プラークイメージにおける Motion Sensitized Driven Equilibrium (MSDE) を用いた時の血液信号抑制効果の検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○田村 弘詞 杉森 博行 吉田 博一 高森 清華 濱口 裕行 藤原 太郎

野畑 圭亮

■ 背景と目的 ■

Magnetic resonance imaging (MRI) における頸部プラーク評価のための撮像法として 3-dimensional (3D) 高速 spin echo (SE) 法において refocusing flip angle を低く設定することで血液信号の抑制の効果を得る方法がある。今回当院で motion sensitized driven equilibrium (MSDE) 法という新しい手法の血液抑制プリパルス技術を利用できる機会を得た。本研究では従来の 3D 高速 SE 法と MSDE 法を用いた撮像法において血液信号抑制効果を比較することを目的とした。

■ 方法 ■

装置は Philips 社製 3 T-MRI 装置で同意の得られた健常ボランティアを撮像対象とした。撮像シーケンスは 3D 高速 SE シーケンスにおいて MSDE 法を用いたプリパルスを印加したものとし、しないもの 2 種類を用い refocusing flip angle を 40°, 80°, 120°, 160° と変化させて撮像を行った。撮像断面は頸動脈長軸が得られる斜矢状断で、得られた画像の総頸動脈・外頸動脈・内頸動脈の内腔および胸鎖乳突筋に関心領域を設定し信号強度を測定した。胸鎖乳突筋に対する各頸動脈内腔の信号強度比を算出し血液信号の評価を行った。

■ 結果 ■

内頸動脈において refocusing flip angle 40° 以外では MSDE 法の方が小さい信号強度比を示した。特に refocusing flip angle 120°, 140° では MSDE 法に比べ 3D 高速 SE 法での信号強度比が大きくなった。

■ 考察および結論 ■

MSDE 法はプリパルスとして血液信号を抑制できる特長があるため 3D 高速 SE 法において薄いスライスでの撮像に使用することができるため有用であった。MSDE 法は従来の高速 SE 法と比較して安定した血液信号抑制効果を得ることが可能であった。

演題番号 3

MR-I

座長 KKR 札幌医療センター斗南病院 平井 寛能

飽和パルスを用いた 4-dimensional magnetic resonance angiography (4 D-MRA) 最適化の検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○杉森 博行 濱口 裕行 藤原 太郎 吉田 博一

北海道大学病院 放射線診断科

藤間 憲幸

北海道大学 大学院保健科学院

中村麻名美

北海道大学 大学院保健科学研究所

坂田 元道

■ 背景および目的 ■

頭部領域での非造影 magnetic resonance angiography (MRA) 撮像には time of flight (TOF) 法が利用されているが、血液到達の左右差など血行動態を反映することが困難である。近年 arterial spin labeling (ASL) 法を用いた 4-dimensional (4 D)-MRA による血行動態評価の報告があるが、一連の撮像すべてにコントロール画像とラベル画像を収集する必要があるため撮像時間が長くなることが欠点である。本研究では、飽和パルス印加有無を複数時相内で制御し、4 D-MRA 画像を取得する撮像法について飽和パルス印加タイミングを調整し最適化することを目的とした。

■ 方法 ■

装置は Philips 社製 3 T 装置で、対象は同意の得られた健常ボランティアの頭部である。10 時相の多時相撮像において 1 相目をコントロール画像として、2 相目以降の飽和パルスを印加する時相を変化させて撮像した。1 相目を他のすべての時相から差分することにより、差分信号強度画像を得た。前大脳動脈、中大脳動脈、後大脳動脈に関心領域を設定し各時相における差分信号強度を得た。差分信号強度が最大となるピーク時間と得られた差分信号強度と時間の曲線下面積を求めた。

■ 結果 ■

差分信号強度が最大となるピーク時間、曲線下面積の最大値はともに飽和パルスを 2 相目から 5 相目まで印加したときであった。

■ 考察および結論 ■

飽和パルスの印加有無を複数時相内で変化させることで ASL 法における血液ラベル時間と同等の効果をもたらし、得られた差分信号強度に変化が生じた。飽和パルスを用いた 4 D-MRA 撮像では、飽和パルスを 2 相目から 5 相目まで印加することによって最適化することが可能であった。

演題番号 4

MR-I

座長 KKR 札幌医療センター斗南病院 平井 寛能

非造影 MRI による右副腎静脈描出の検討

市立旭川病院 中央放射線科

○福田 泰之 川崎 伸一 小木 有紗 三ツ井貴博 石澤 博 有路 智行

西田 純

■ 背景 ■

原発性アルドステロン症は二次性高血圧症であり、全高血圧症の約 5 - 20% を占めるという報告がなされている。その局在診断には副腎静脈サンプリングが必須であるが、副腎静脈の径は細く、特に右副腎静脈では下大静脈への流入部の高さや走行にいくつかのバリエーションがあるため、術前に解剖学的形態を把握することは、被曝や造影剤の低減、またサンプリング手技の成功率の向上にもつながる。当院において副腎静脈描出が可能な撮像法として、3 D-SSFP シークエンスである Inhance 3 D Inflow IR (IFIR) や 3 D-Heart などが挙げられるが、同期方法や脂肪抑制などに違いがある。

■ 目的 ■

本研究の目的は、副腎静脈サンプリング術前における右副腎静脈描出を目的とした撮像法とその撮像条件の検討である。

■ 方法 ■

使用装置は GE 社製 Signa HDxt 1.5 T ver.23 である。本研究に同意の得られたボランティアを対象とし、IFIR と 3 D-Heart それぞれの最適撮像条件を検討した。検討項目は、フリップ角 (FA)、データ収集時間、脂肪抑制効果である。さらに、得られた撮像条件において両撮像法の比較を行った。

■ 結果 ■

IFIR、3 D-Heart とともに FA を大きくするにつれ血液と背景のコントラストは向上したが、アーチファクトが出現した。また、データ収集時間を短く設定することにより、撮像時間は延長するものの画質は向上した。脂肪抑制法はともに SPEC-IR だが、最適 TI、最適 FA が異なるため、脂肪抑制効果に差が見られた。3 D-Heart では、IFIR と比較して撮像時間が長かった。

■ 結語 ■

本研究において両撮像法ともに右副腎静脈の描出が可能であることが示唆された。しかし、撮像時間や簡便性などから IFIR の有用性が高いと考えられる。

演題番号 5

MR-I

座長 KKR 札幌医療センター斗南病院 平井 寛能

3 TMRI 装置を用いた FBI 法における非造影下肢動脈描出改善の初期検討

帯広協会病院 画像診断科

○高橋 宗正

東芝メディカルシステムズ

矢澤 夏佳

札幌医科大学附属病院 放射線診断科

庄内 孝春

■ 背景・目的 ■

3 T 装置では B1・B0 不均一の影響により、非造影下肢動脈の描出が困難とされている。近年 RF 送信技術の進歩により躯幹部における画質が改善し、非造影下肢 MRA の画質向上も期待される。本研究の目的は、3 T 装置を用いた下肢 FBI 法における撮像条件の最適化を行い、血管描出能を改善することである。

■ 方法 ■

装置は東芝社製 Vantage Titan 3 T. 対象は当院倫理委員会にて承認を受け、同意の得られた健常ボランティア男性 5 名である。撮像条件 TR=3 RR SPEEDER=3.0 ESP=5 ms ETL=85 FA=90° Flop 角=140° にて、骨盤部、大腿部、下腿部をそれぞれ TE 30, 60, 90 ms と変化させ撮像し、血管描出能と B1 ムラについて、MR 経験年数 5 年以上の放射線技師 2 名と放射線科医 1 名にて視覚評価を行った。また、その結果から骨盤部のみ追加検討として、Flop 角を 160°, 180°, FA を 120° と変化させ撮像し、同じく評価を行った。

■ 結果 ■

血管描出能は骨盤部において全例で TE 30 ms が最も良好であった。TE 30 ms において、4 例で動脈信号の中抜けが生じたが、Flop 角の増加にて 4 例とも描出が改善された。大腿部において TE 90 ms にて 1 例で軽度の動脈信号中抜けが生じたが、30 ms, 60 ms では良好に描出された。下腿部においてはすべての TE で良好に描出された。B1 ムラは下腿部では認めなかったが、骨盤部で 4 例、大腿部では 1 例で認め、いずれも FA を 120° に設定することにより、完全とはいかないが改善した。

■ 考察 ■

骨盤部においては、拡張期動脈流速は他部位よりも速く、3 T 装置の動きに対して鋭敏な特徴により動脈信号の中抜けが多くみられたと推測され、Flop 角は最大値が望ましいと考えられた。3 T-FBI における非造影下肢 MRA では各部位ごとに最適な条件設定が必要と考える。

演題番号 6

MR-II

座長 札幌医科大学付属病院 中西 光広

転移性脳腫瘍検索を目的とした 3 D-T1-VISTA の検討

JA 北海道厚生連 旭川厚生病院 医療技術部放射線技術科

○安田 浩司 石内 知美

■ 目的 ■

脳転移検索を目的とした MRI では一般的に Gd 造影剤投与後 2 D-SE 法にて撮像されているが、partial volume 効果の影響や静脈などの拍動による flow artifact により評価が困難となる場合があり、3 D シーケンスによる thin slice 撮像が有効とされている。一般的には 3 D-GRE 法が主流であるが inflow 効果により血管が高信号となるため、小病変との鑑別がつきにくくなる恐れがある。今回、3 D-高速 SE 法の flow void 効果に着目し、VISTA (Volume Isotropic Tse Acquisition) による Gd 造影後の T1 強調像について至適条件の検討を行った。

■ 方法 ■

自作の模擬血管ファントムならびに Gd 造影剤を希釈し作成した寒天ファントムを用い、RFA (Refocusing Flip Angl), FC (Flow Compensation), FA (Flip Angle), TSE factor, TR 等による flow void 効果, CNR の変化について検討を行った。

■ 結果・考察 ■

RFA による模擬血管内の信号強度は流速が速い程、また RFA が低い程、より模擬血管内の信号が低下した。FC による模擬血管内の信号強度は FC off と sensitized FC ではほぼ同様に信号低下が見られた。ただし、RFA が低い程 CNR は低下した。FA, TSE factor, TR については撮像時間を 5 分以内とした場合、FA/TSE factor/TR は 80/18/350, 80/15/300 で CNR が高値を示した。また、2 D-SE 法, 3 D-GRE 法と比較を行った結果、CNR, SNR 共に SE, VISTA, GRE の順に高値を示し、脳転移検索を目的とした造影後 T1WI にて VISTA は有用であることが示唆された。

演題番号 7

MR-II

座長 札幌医科大学付属病院 中西 光広

大脳白質病変成立と大脳髄質静脈の相関性について

新さっぽろ脳神経外科病院 放射線科

○小林 由和 長内 靖 中路 貴紀 神田 俊光 村本 英雄 原口 明彦

札幌南三条病院 脳神経外科

田邊 純嘉

■ 目的 ■

大脳白質病変の成立には多様な因子が考えられているが、大脳白質を灌流する髄質動脈の高血圧や加齢による動脈硬化を背景とした虚血性変化であるとする考え方が広く受け入れられている。しかし、髄質静脈による虚血性変化も関連があるのではとの見地から、白質病変描出に有用な 3 D-FLAIR シーケンスと静脈描出に有用な SWI シーケンスを撮像し、両画像をフュージョンすることで、大脳白質病変と髄質静脈の相関性について検討した。

■ 装置 ■

シーメンス社製 Magnetom Skyra 3.0 T MRI 装置

■ 方法 ■

めまい、ふらつき、軽度の頭痛、認知機能低下を示した患者に対し、3 D-FLAIR (TR/TE/TI, 5000/400/1800 ms, slice 厚 1 mm) および SWI (TR/TE, 28/20/, slice 厚 1 mm) の撮像を連続して行った。

■ 結果 ■

症例数は少ないが、今回の検討から、両シーケンスをフュージョンした画像により、SWI にて描出された微小静脈血管周辺に 3 D-FLAIR にて大脳白質病変と思われる高信号域が示され、大脳白質病変成立と髄質静脈との相関の可能性が示唆された。

演題番号 8

MR-II

座長 札幌医科大学付属病院 中西 光広

頭部 3 D-DIR 法における適正 delay time の検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○野畑 圭亮 藤原 太郎 杉森 博行 濱口 裕行 吉田 博一 平山 博之

北海道大学病院 放射線診断科

藤間 憲幸

■ 背景・目的 ■

近年、Dual IR (DIR) シーケンスは多発性硬化症の診断に優れるとの報告がなされている。しかし、そのパラメータ設定によっては目的のコントラストを得られない場合があり、最適化しておく必要がある。本研究では、白質 (WM)、脳脊髄液 (CSF) の信号抑制を目的として、2つの IR パルスの delay time (=TI 1, TI 2) について比較検討した。

■ 方法 ■

使用装置およびコイルは、Philips 社製 Achieva 3.0 TX, SENSE-Head 8 ch coil を使用した。対象は、同意の得られた健康ボランティア (23~36 歳) とした。あらかじめ先行文献より、3.0 T 装置において WM および CSF が null になる TI 1, TI 2 を推定した。これをもとに、TI 1, TI 2 の組み合わせを変化させ (TI 1: 2400~2600 ms, TI 2: 400~600 ms), 得られた各々の画像から CSF と灰白質 (GM), および GM と WM とのコントラスト比 (Contrast ratio) を算出して比較した。撮像条件 (固定) は以下の通りである。TR=6000 ms, TE_{eff}=20 ms, FOV=250×212 cm, matrix size=0.98×0.98, Slice thickness=0.65 mm, TSE factor=173。

■ 結果 ■

TI 1=2600 ms, TI 2=550 ms の組み合わせのときに、GM と WM とのコントラスト比が大きな値を示し、かつ CSF と WM とのコントラスト比が 1.0 に近い値となった。また TI 2=600 ms に設定した時は、どの TI 1 に対しても CSF の信号は抑制されなかった。

■ 結語 ■

固定パラメータ下において、delay time を適正化することで白質と脳脊髄液の両信号を抑制することが可能であった。

3.0 Tesla MRI における T2 FLAIR の出血描出能に関する検討

特定医療法人 札幌白石記念病院 放射線部

○木村 紀行 金成 宏明 平田 秀喜 小山内秀幸 山中 健太

■ 目的 ■

急性期～亜急性期の脳出血の検出においては 1.5 Tesla 装置による T2 FLAIR では検出感度が高いと知られており、論文での報告もある。しかしながら 3.0 Tesla 装置においては、出血が高信号として描出されないケースがしばしば見られる。今回 3.0 Tesla 装置で撮像が行われたくも膜下出血の 50 症例において出血の描出パターンとその経時的变化を調査し、3.0 Tesla MRI における T2 FLAIR の出血描出能を検討した。

■ 方法 ■

くも膜下出血を発症し 3.0 Tesla 装置にて MRI 検査を行った 50 症例において、出血と白質との信号値の比を計測し、発症時から 2 週間後までの出血の経時的变化の傾向調査および 1.5 Tesla 装置との比較を行った。

■ 結果 ■

急性期においては 1.5 Tesla 装置のほうが出血／白質の信号比が高い傾向にあった。一方、3.0 Tesla 装置では出血／白質の信号比が低くなる傾向にあり、また時期によっては白質と比較し出血、血腫が iso～low intensity を示す症例も存在した。3.0 Tesla MRI においては、出血時にくも膜下腔に描出される flow void の観察や T2*WI の撮像によって出血の有無を確認する必要性があると考えられた。

膝関節軟骨の T1 ρ 値に関する基礎的検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○平山 博之 杉森 博行 濱口 裕行 高森 清華 藤原 太郎 吉田 博一
野畑 圭亮

■ 背景および目的 ■

Magnetic resonance imaging (MRI) は関節軟骨の損傷や変性の評価に優れており、膝関節においては高分解能のプロトン密度強調画像等で関節軟骨の状態を評価することが臨床で行われている。しかしながら、これらの高分解能画像では形態評価を行うことができるが、軟骨の変性などを直接評価することは難しい。T1 ρ 緩和時間 (T1 ρ 値) を測定することにより軟骨変性に伴う proteoglycan (PG) 濃度の低下を捉えることで定量評価を行うことが可能であり、近年臨床機において T1 ρ 値算出用シーケンスの撮像が可能となってきた。本研究では基礎的検討として健常人の膝関節軟骨の T1 ρ 値を算出し、T2 値との関係について調べることを目的とした。

■ 方法 ■

装置は Philips 社製 3 T 装置でコイルは SENSE knee coil を用いた。同意の得られた健常ボランティアの膝を T1 ρ 値、T2 値算出用シーケンスを用い矢状断で撮像した。T1 ρ 値算出用シーケンスにおいて、spin lock time (SLT) を 1, 10, 20, 40, 60, 100 ms の 6 種類と変化させて撮像した。被験者あたり異なる 4 点において軟骨に関心領域を設定し、信号強度を測定した。得られた信号強度からそれぞれ、T1 ρ 値、T2 値を算出し相関係数を求めた。また、T1 ρ 値算出にあたって使用する SLT を変化させた。

■ 結果 ■

T1 ρ 値と T2 値の相関は SLT 6 種類すべてを用いて算出した T1 ρ 値および SLT 1, 40, 100 ms を用いて算出した場合が高い相関係数を示した。

■ 考察および結論 ■

T1 ρ 値算出にあたり適切な SLT 設定が必要であることがわかった。健常人膝関節軟骨では T1 ρ 値と T2 値に相関が認められることがわかった。

演題番号 11

MR-III

座長 札幌医科大学附属病院 長濱 宏史

腰椎 3 D coronal 撮像における DESS シーケンスの有用性

市立函館病院 中央放射線部

○島山 遼兵 真壁 武司 中村麻名美 宮部 泰秀 爰地 祐次 宇野 弘幸

■ 目的 ■

近年 MRI 装置の発展により、MR ミエログラフィが広く行われており、高速 SE 法等を用いた HeavyT2 強調画像が用いられているが周辺組織の情報は少なく他シーケンスとの併用が必要となる。sagittal 像での描出が難しい外側ヘルニアや椎間孔外狭窄など coronal 像が有用となる神経根障害において、FISP と PSIF という二つのエコーを取り込む手法である DESS (Double Echo Steady State) 法は、形態情報に加え液体成分を高信号に検出可能なことから、神経根の圧迫原因や病態の状態把握をより明瞭に描出できる可能性がある。そこで今回我々は DESS 法を腰椎 3 DCoronal に応用し SPACE 法、TrueFISP 法と比較しその有用性について検討した。

■ 方法 ■

使用装置は MAGNETOM Skyra 3.0 T (SIEMENS)、使用コイルは SPINE アレイコイルを用いた。DESS 法、SPACE 法、TrueFISP 法を用い本実験の主旨を十分に理解し同意の得られたボランティアの腰椎にて、骨、筋、椎間板、CSF、神経根に関心領域を設定し CNR、SNR をそれぞれ比較した。

■ 結果および考察 ■

DESS 法は他のシーケンスと比較し CNR、SNR 共に高い結果となり視覚的にも DESS 法が最も神経末梢まで描出されていた。骨-神経根、椎間板-神経根の CNR が高いことから、L5/S1 外側での骨棘による神経圧迫や外側ヘルニアによる神経圧迫など様々な状況において描出良好であり、DESS 法が液体成分のみの強調ではなく、FISP により形態情報も反映されていることから腰椎 3 Dcoronal 撮像において有用であった。

演題番号 12

MR-III

座長 札幌医科大学附属病院 長濱 宏史

Ultra short echo time 法を用いた脊髄靱帯評価の基礎的検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○濱口 裕行 杉森 博行 吉田 博一 藤原 太郎 高森 清華 野畑 圭亮

北海道大学大学院医学研究科 放射線生物医学分野

Tha Khin Khin

■ 背景・目的 ■

従来の Magnetic Resonance (MR) 撮像法では腱や靱帯は T2 値が短く低信号に描出されるため、病気による信号変化を捉えることは困難であった。echo time (TE) を 300 μ sec といったように極端に短く設定した Ultra short echo time (UTE) 法を用いることにより、これら T2 値が短いものも高信号として描出可能となる。また、UTE 法を使用することで T2* 値も算出できる。そこで、本研究では UTE 法を用いて T2* 値を算出することにより脊髄靱帯の定量評価が可能であるか検討した。

■ 方法 ■

使用装置は Philips 社製 Achieva 3.0 T TX、コイルは 16 ch Neurovascular coil を使用した。十分に説明し同意の得られた健常ボランティアにおいて UTE 法の撮像を行った。UTE 法で他のパラメータを固定し TE のみを 150 μ sec から 6.9 msec まで変化させ、得られた画像より T2* 値を算出した。測定する脊髄靱帯は後縦靱帯を使用し、比較対象として脊髄、椎間板、筋肉にて T2* 値を算出した。

■ 結果 ■

算出した T2* 値が最も短かったのは後縦靱帯で、その次に筋肉であった。前述の 2 部位に比べて脊髄と椎間板の T2* 値は長く、両者は近い値を示した。

■ 考察・結論 ■

靱帯や筋肉のように T2 値がかなり短いものに対して 150 μ sec や 300 μ sec といったようなかなり短い TE を使用することで、T2* 値を算出することができ、その差を捉えることが可能であった。UTE 法を用いて T2* 値を算出することで靱帯を定量的に評価できることが可能であると示唆された。

拡散強調像を用いた粘度測定を試み

札幌医科大学附属病院 放射線部

○中西 光広 小倉 圭史 高島 弘幸 長濱 宏史 櫻井 佑樹 蝶野 大樹
今井 達也

■ 背景と目的 ■

拡散強調像の信号強度や拡散係数の値に影響を与える因子の一つとして粘度が知られているが、拡散強調像を用いて粘度を測定した報告はすくない。一方、臨床において嚢胞性病変の粘度が画像診断で予測できれば、治療方針に有用な情報を提供できる可能性がある。そこで拡散強調像を用いて粘度測定が可能であるか検討した。

■ 方法 ■

使用装置は 1.5 Tesla Signa HDxt ver. 16 (GE Healthcare)、信号計測には OsiriX ver. 5.7 を使用した。参考粘度の異なるヨード造影剤 (4.3–9.5 mPa・s) の拡散強調像を連続 10 回撮像し、その信号強度から拡散係数を求め、懸濁液の拡散係数と粘度の関係式であるアインシュタイン・ストークスの式より粘度を求めた。拡散強調像の撮像条件は、TR: 4000 ms TE: 80.8 ms, FOV: 20 cm, matrix: 128×128, b: 0, 1000 s/mm² とした。

■ 結果 ■

ヨード造影剤の参考粘度と拡散係数の関係は相関係数 $r = -0.89$ ($p < 0.01$)、参考粘度と粘度の関係は相関係数 $r = 0.91$ ($p < 0.01$) と強い相関となった。

■ 結語 ■

拡散強調像を用いて粘度測定が可能であることが示唆された。

拡散強調像における b 値がテンソル解析に与える影響

札幌医科大学附属病院 放射線部

○高島 弘幸 穴戸 博紀 今村 壘 赤塚 吉紘 柳田 美香 中西 光広
白勢 竜二

■ 背景・目的 ■

拡散テンソル (DTI) は、水分子の拡散異方性を利用した撮像法であり、通常の MRI では評価困難な mean diffusivity (MD) や fractional anisotropy (FA) などが解析可能である。これらの定量値は、eigenvalue ($\lambda_1, 2, 3$) より算出されるが、b 値によりこれらの計測値がどのように変化するかは明らかではない。本研究の目的は、拡散強調像における b 値が DTI の解析値に与える影響について検討することである。

■ 方法 ■

使用装置は、Signa HDxt 1.5T ver. 16 および 8 チャンネル頭部用コイルで、DTI の解析には東大放射線科開発のフリーウェア、dTV を用いた。ファントムは、エリンギを水とともにスピッツに封入し、その周囲を寒天ゲルで固めたものを作成した。撮像条件は、TR/TE: 6000/120 ms, voxel size: 1×1×5 mm を一定とし、b 値を 500 から 3000 まで変化させ、エリンギ部分の MD, FA および eigenvalue を計測した。

■ 結果・結論 ■

b 値の上昇に伴い、FA は低下、MD は大きな変化は見られなかった。 $\lambda_1, 2$ は低下傾向、 λ_3 は上昇傾向を示した。本研究により、b 値が DTI の解析値に与える影響が明らかとなり、臨床における b 値を決定する際の指標になると考えられる。

Intravoxel Incoherent Motion (IVIM) における b 値の選択が計測精度に与える影響

札幌医科大学附属病院 放射線部

○今村 壘 高島 弘幸 宍戸 博紀 赤塚 吉紘

■ 背景・目的 ■

Intravoxel incoherent motion (IVIM) は、複数の b 値を用いた拡散強調画像によって、灌流 (D^*) と真の拡散 (D) を同時に定量することができる。本方法は、様々な b 値の画像を収集することによって、計測値の信頼性が向上するとされているが、撮像時間の延長を伴う。これまで、肝臓や筋における IVIM の報告が散見されるが、使用される b 値および選択数は、文献により様々である。本研究の目的は、使用する b 値の選択パターンが、計測値の精度に与える影響を検討することである。

■ 対象・方法 ■

装置は、GE 社製 Signa HDxt 3.0 T および knee coil を用いた。健常ボランティアの下腿筋において、スピンエコー・エコープラナー法による拡散強調画像 (b 値 = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800 s/mm^2) を撮像した。収集した b 値 (20 個) すべてを用いて算出した値を、最も信頼できる結果とし full と定義した。比較対象として、b 値 200 未満のうちいくつかを省いた A 群、b 値 200 以上のうちいくつかを省いた B 群に区分した。D および D^* の平均値について、full と比較した。IVIM model の算出には、山梨大学放射線科の web ページで提供されている計算ソフトを用いた。

■ 結果・結論 ■

D は、b 値 200 を計算に含まなかったパターンのみ有意に低かった ($p < 0.01$)。 D^* は、b 値 100 以下が少なく、200 および 400 を含まなかったパターンでは、full と有意な差を認めた ($p < 0.05$)。b 値 100 以下を多く、且つ b 値 200 および 400 を含めることにより、D および D^* の計測精度が向上する。

大腸 3 D-CT の前処置の評価—通常法と低用量法の比較

北海道消化器科病院 放射線科

○高林 健 後藤 秀樹 大浦 聡悟 野島 智 安達 政一 中村 吉志
加藤 貴司

■ 背景 ■

現在、大腸 3 D-CT (3 DCT) の前処置は大腸内視鏡と同量の洗浄剤と水溶性造影剤を服用する方法 (通常法 (F 法)) が一般的である。しかし洗浄剤の内服量が多く受診者の受容性は必ずしも高くない。そこで新たに洗浄剤を低減し受容性の向上が期待できる前処置法として低用量 PEG-CM 法 (低用量法 (R 法)) が考案され、この R 法を前処置法とした臨床試験 (UMIN 6665) が実施され 3 DCT の精度評価が行われた。

■ 目的 ■

腸管内の固形および液体残渣量とタギングについて評価し、R 法の前処置の質について検討した。

■ 対象および方法 ■

当院で便潜血陽性のため 3 DCT を施行した 123 例 (F 法 75 例, R 法 48 例) を対象とした。残渣量については大腸を盲腸から直腸までを 6 区分に分け、仰臥位と腹臥位の Axial 画像を用いてそれぞれの区分の固形および液体残渣の量を視覚的に 4 段階に分類した (残渣なし 0 点~多い 3 点)。評価は臨床情報を知らない独立した 2 名の評価者 (A, B) にて施行した。タギングについては盲腸から上行結腸と S 状結腸から直腸の 2 箇所の残渣の CT 値を計測した。

■ 結果 ■

3 D 画像の読影に支障を及ぼす 2 点以上の固形残渣を認めた大腸区分の割合は、F 法で 0.3% (A), 0.2% (B), R 法で 3.5% (A), 0.5% (B) であった。また 3 D 画像で読影が困難となる 3 点の液体残渣を認めた大腸区分の割合は、F 法で 29.0% (A), 40.1% (B), R 法で 1.2% (A), 2.1% (B) であり R 法は有意に低値であった。タギング不良 (2 箇所のうちどちらか一方でも CT 値 100 未満) を F 法では 5.3%, R 法では 31.3% に認めた。

■ 結語 ■

R 法は F 法に比べタギング不良例がやや多く今後の改善が必要と思われたが、F 法と同様に固形残渣はほとんどなく、また液体残渣が少なく 3 D 読影に適した前処置方法と思われた。

大腸癌の造影効果に対する Electronic Cleansing 法の精度評価

札幌医科大学附属病院 放射線部

○田仲 健朗 原田 耕平 本間 修一 大橋 芳也 虻川 雅基 溝延 数房
千葉 彩佳

■ 背景・目的 ■

CT Colonography において、残渣を標識する Fecal Tagging 及び標識した部分を除去する Electronic Cleansing (EC) 法はすでに臨床応用されている。第 68 回総会学術大会にてスクリーニング検査では、残渣の CT 値が 200~800 HU 時に EC 法が可能であり、400 HU がアーチファクトの影響が少なく適していることを報告した。しかし、大腸癌(腫瘍)の造影効果に対する EC 法の影響は定かではない。本研究の目的は、腫瘍の CT 値が EC 法に与える影響について明らかにすることである。

■ 方法 ■

使用装置は CT : LightSpeed VCT Vision (GE Healthcare), Workstation : Ziostation 2 (ZIOSOFT) である。自作ファントムは 5 mm 大の隆起を有し、単純及び造影された腫瘍 (CT 値 : 25, 50, 75, 100, 125 HU) を模擬した。それぞれのファントム内に CT 値 400 HU のガストログラフィン水溶液を封入し、さらに 280×380×250 mm の容器に入れて周囲を水で満たした。撮影線量は SD 8 (スライス厚 : 5 mm) となるように設定し、再構成は 0.625 mm/0.5 mm pitch, DFOV 36 cm, Standard 関数にて行った。3 回ずつ撮影したデータより 3D 画像を作成し EC 法の精度を評価した。

■ 結果・結論 ■

ファントムの CT 値 75 HU 以下では EC 法によりガストログラフィン水溶液が適切に除去され、隆起を容易に把握できた。しかし、CT 値 100 HU 以上ではガストログラフィン水溶液と一緒にファントムが除去され、隆起の把握は不可能となった。臨床では腫瘍の最大 CT 値は 110 HU 程度まで上昇するため、腫瘍部分が除去され形状が変化する恐れがあり、EC 法は造影検査に適さないことが示唆された。

肝臓模擬ファントムを用いた非剛体補正における位置合わせ精度評価

札幌医科大学附属病院 放射線部

○大橋 芳也 原田 耕平 本間 修一 田仲 健朗 虻川 雅基 溝延 数房
千葉 彩佳

■ 背景・目的 ■

近年、Workstation (WS) の発達により複数時相で撮影した CT 画像をフュージョンし 3D 画像を作成することが可能となり、手術シミュレーション等で広く臨床応用されている。しかし、腹部領域は各時相間で呼吸や体動によりミスレジストレーションが発生するためフュージョン画像で解剖学的位置関係を正確に一致させることが困難である。一方、画像を WS 上で変形させ位置合わせを行う非剛体補正では、局所的なずれを補正することにより各時相の画像を正確な位置関係で重ね合わせることが可能である。本研究の目的は非剛体補正における位置合わせ精度を従来法の剛体補正と比較し検証することである。

■ 方法 ■

使用機器はシリコンを使用した肝臓模擬ファントム、CT 装置は LightSpeed VCT (GE Healthcare), WS は VINCENT (Fuji film) を使用した。3 段階に変形 (変形なし, 小変形, 大変形) させた肝臓模擬ファントムをそれぞれ 10 回ずつ撮影した。次に WS にて変形なしの画像を基点画像とし、小変形および大変形画像に対し肝門部が基点となるよう手動で位置合わせを施行後、剛体補正および非剛体補正を行った。最後に変形なしの画像と補正後の画像にて差分処理を行い、差となった領域をミスレジストレーション域として、その体積を計測し位置合わせ精度の関係を比較検討した。

■ 結果 ■

剛体補正時の差分体積は平均 241.36 ± 0.38 ml (小変形), 269.05 ± 0.32 ml (大変形) となった。非剛体補正時の差分体積は平均 18.35 ± 9.92 ml (小変形), 115.01 ± 17.29 ml (大変形) となり剛体補正時の差分体積よりも有意に少なかった ($P < 0.01$)。

■ 結論 ■

非剛体補正は剛体補正に比べ、位置合わせ精度は有意に高い。

肝臓模擬ファントムを用いた非剛体補正における補正限界の評価

札幌医科大学附属病院 放射線部

○原田 耕平 溝延 数房 本間 修一 田仲 健朗 虻川 雅基 千葉 彩佳
大橋 芳也

■ 背景・目的 ■

昨今、Workstation (WS) の進化に伴い、多時相撮影の画像を fusion して 3D 画像処理を行うことが可能となり、肝切除術前シミュレーションを中心に広く臨床応用されている。肝臓領域では、多時相のデータを fusion する際、呼吸停止の相違による fusion の位置調整を 6 軸の剛体補正にて行ってきたが、肝臓の形状自体が変わるため補正には限界があった。一方、画像自体の歪を補正し、基準画像に合わせこむ非剛体補正技術が最近注目され、昨年 WS への実装が現実化した。しかし、非剛体補正の補正限界についての詳細な報告は少ない。本研究の目的は肝臓模擬ファントムを用いて非剛体補正の補正限界について検証することである。

■ 方法 ■

シリコンを用いて自作肝臓模擬ファントムを作成した。CT は LightSpeed VCT (GE)、WS は VINCENT (Fuji) を使用した。ファントムの左葉先端部分を限局的に直線的な負荷をかけ頭側 (-)、尾側 (+) 方向にそれぞれ 5 mm ごとに 20 mm まで変形させた。-20 mm ~ +20 mm まで 9 段階の負荷状態にて 10 回ずつ撮影した。再構成は 0.625 mm/0.5 mm pitch にて行い、変形なし (0 mm) の画像を基点として、非剛体補正を行った。補正後の画像から基点画像を差分し、残った領域を不一致領域として、その体積および補正後の全体積を計測、算出されたデータに対し多重比較検定を用いて比較・分析した。

■ 結果・結論 ■

ファントムの変形が強くなるほど不一致領域体積が多くなる傾向にあった。しかし、その特徴は直線的でなく、-20 mm、-15 mm、20 mm にて特に大きくなる傾向にあった。多重比較検定にて 5 mm - 10 mm 間では頭側、尾側ともに有意差を認めなかった。また、全体の体積に大きな変動はなかった (最大 0.47%)。非剛体補正は 10 mm 程度の歪までは精度よく補正する。

逐次近似応用再構成法が 3D 肝体積計測に及ぼす影響

札幌医科大学附属病院 放射線部

○及川 大輔 原田 耕平 本間 修一 田仲 健朗 虻川 雅基 溝延 数房
千葉 彩佳

■ 背景・目的 ■

MDCCT を用いた肝切除術前における手術支援画像作成および肝体積計測が臨床応用されている。特に葉切除を行う際の予測残肝体積を正確に把握することは、術後肝不全を予防する上で重要である。一方、逐次近似応用再構成法 (Adaptive statistical iterative reconstruction; ASiR) はノイズ低減効果が注目され、臨床においても使用されているが、ASiR 強度と計測された肝体積との関係は明確ではない。本研究の目的は ASiR が体積計測に及ぼす影響について明らかにすることである。

■ 方法 ■

装置は LightSpeed VCT (GE)、体積計測には Ziostation 2 (ZIOSOFT) を使用した。直径 30 cm、高さ 20 cm の円柱型容器内に、シリコン製自作肝臓模擬ファントム (930 ml, 300 HU) と SD 測定用に水 50 ml のシリンジを配置し、臨床を模擬するため周囲を希釈造影剤 (60 HU) で満たした。撮影線量は ASiR 再構成時に水の SD が 9 及び 12 (スライス厚: 5 mm, ASiR 強度 0, 30, 50, 80, 100%) となるように設定し、3 回ずつ撮影を行った。得られたデータは 0.625 mm/0.5 mm pitch, D-FOV 300 mm, Detail 関数にて再構成し、さらに ASiR 0%, SD 12 にて撮影したデータから retrospective に ASiR 強度を 30, 50, 80, 100% に変化させ再構成を行った。①SD 9, SD 12 時の ASiR 強度別による体積の変動、②retrospective に再構成した ASiR 強度変化に伴う体積の変動について検討した。

■ 結果・結語 ■

①SD 9, SD 12 時および②retrospective に再構成した ASiR 強度別の体積計測にはいずれも変化は見られなかった。体積計測は SD 12 以下の条件下では ASiR 強度に依存しない。

病院情報システム導入時におけるモチベーション醸成施策に関する考察

医療法人社団いとう整形外科病院 放射線科/医療情報室

○谷 祐児

北海道大学 大学院保健科学研究所

小笠原克彦

社会医療法人禎心会セントラルCIクリニック

越智 伸司

医療法人社団アルデバラン 手稲いなづみ病院

寺田 克広

■ 目的及び方法 ■

中小規模病院における医療情報システム導入では、一般にマネジメント層によりベンダーを含めたシステム選択の後、病院およびベンダーを含めたWGにより実装機能を決定してシステム導入へと進んでいく場合が多い。しかし、現実には中小規模病院においてシステムに対する要求事項がマネジメント層と現場では相違している場合も少なくない。このため、導入決定されたシステムが現場の要求を満たしていない場合もまま見られ、現場のシステムに対する不満が大きくなってしまおうと考えられる。これらの不満を解消するためには、ベンダーやシステム選択時から現場の声を反映する事が重要であるが手間の多さから敬遠されがちである。これを踏まえ、当院における医療情報システム導入にあたって、これらの不満を解消しより現場に使われるシステムの導入に当たってベンダー及びシステム選択からの現場レベルの参画を試みた。今回は、その初期段階として全職員に対する病院情報システム導入説明会、そして関係者に対する施設見学会、業務フロー分析のための勉強会等の実施後に行ったアンケート結果より、現場のモチベーションの醸成を通して、より有用な病院情報システム導入方法に関して検討・考察する。

■ 結果及び考察 ■

病院情報システム導入において、現場のモチベーションは重要であり成功の必須条件である。このためには、説明会や勉強会をはじめとしてシステム内容や検討内容などの情報を提供し、現場の意見を吸い上げることが現場の当事者意識を生みモチベーションを醸成することに対して有用であると考えられる。

肝細胞特異性 MRI 造影剤 Gd-EOB-DTPA 検査の転移性肝腫瘍検出能の評価 —— システマティックレビューの手法による検討 ——

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門

○岩田 邦弘 村上 昇 鈴木 達也 森谷 俊春

旭川医科大学病院 経営企画部

谷川 琢海

北海道大学 大学院保健科学研究所

小笠原克彦

■ 背景・目的 ■

肝細胞特異性 MRI 造影剤である Gd-EOB-DTPA を用いた MRI 検査 (EOB-MRI) は既存の造影剤を用いた MRI 検査や他の検査モダリティに比べ転移性肝腫瘍の検出力向上をもたらすと考えられるが、現在報告されているものの多くが単一施設における少数症例を対象とした研究のため、外的妥当性や統計学的検出力に問題がある。そこで Systematic Review の手法を用い、EOB-MRI の転移性肝腫瘍検出能に関して現状での評価を試み、現在転移検索に広く用いられている造影 CT とそれを比較した。

■ 方法 ■

文献データベースは Medline, Cochrane Library, 医中誌 Web を用いた。検索に設定した期間は 2000 年 1 月から 2013 年 8 月までとした。対象は同一の被験者群で EOB-MRI と造影 CT の転移性肝腫瘍検出能 (感度) を比較している論文とした。あらかじめ論文選択のための「適格基準」を設定し、それに従い解析に加える論文の選択を行った。選択された論文からデータを抽出した後統合し、それぞれのデータを比較、他の造影剤やモダリティにおける先行研究で報告された転移性肝腫瘍検出能とも比較した。

■ 結果および考察 ■

データベース検索から 147 編の論文が候補となったが、適格基準を満たし解析対象となったものは 7 編であった。統合された EOB-MRI および造影 CT の感度はそれぞれ 0.95 (95%信頼区間: 0.93-0.97), 0.73 (同: 0.69-0.77) であった。また先行研究との比較においても EOB-MRI の感度はそれらを上回り、転移性肝腫瘍の検出に同じ検査の優位性を示唆する過去の報告を支持する結果となった。このことは EOB-MRI の有用性を支持するエビデンスの一つとして意義が有るものと考えられる。

テキストマイニングによる MRI 申込書記述内容と 撮影プロトコルの関係の調査

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○谷川原綾子 辻 真太郎 湯端 純也 濱口 裕行 杉森 博行 仲 知保

■ 目的 ■

MRI は疾患や主訴によって撮影プロトコルの組み合わせが様々であり、最適な撮影を MRI 申込書から判断・実施するためには多くの時間と経験を必要とする。そこで、MRI 申込書内容から最適な撮像プロトコルの選択支援を目標に、本研究ではそのファーストステップとして MRI 申込書記述内容と撮影プロトコルの関係について調査した。

■ 方法 ■

2010 年 1 月から 2013 年 2 月まで、1.5 TMRI で撮影された放射線科より撮影指示のある脳 MRI 申込書 17154 件を対象とした。その中からランダムに 100 件抽出し、申込書の自由記載の文書に対して文字列の訂正などのクリーニングを行った。次に、形態素解析器 Chasen を用いて意味を持つ最小の言語単位である形態素に分割した。形態素と撮影プロトコルとの関係を分析するために、言葉の相互関連性を可視化した共起ネットワークを作成した。分析ツールはフリーソフトである KH coder を使用した。なお、本研究は北海道大学病院の倫理委員会の承認を受けている。

■ 結果・考察 ■

形態素解析より総抽出語数は 6700、重複を除いた異なり語数は 1179 であった。抽出された撮影プロトコルは 24 であった。T2 強調横断像、FLAIR 強調横断像、T1 強調横断像は 70 を超える検査で撮影され、これらのプロトコルを撮影した申込書には『精査』、『目的』、『入院』が特徴的に出現していた。また、造影 T1 強調横断像、造影 FLAIR 横断像、脂肪抑制造影 T1 強調冠状断像を撮影した申込書では『肺』、『転移』、『化学』、『照射』、SWI と T2 スター強調矢状断については『高次』、『交通』、『挫傷』、『注意』、『銘』、『受傷』が特徴的に出現していた。言葉と撮影プロトコルの関係性を可視化することで申込書記述内容と撮影シーケンスとの関係の理解が容易になると考える。今後、さらにデータを増やして分析を進めていく予定である。

形容詞を対象とした共起する用語の可視化

— 放射線治療のリスクと安全に関する文献のテキストマイニング —

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○安渡 大輔 辻 真太郎 谷川原綾子

北海道医療センター 放射線科

福田 晋久

株式会社 エッチ

本間 勝美

北海道大学 大学院保健科学研究院

小笠原克彦

■ 背景・目的 ■

放射線治療におけるインシデントや死亡事故を予防するために、本研究では放射線治療におけるインシデントの発生要因を把握することに焦点を当て、放射線治療の安全に関する文献から用語の抽出と、共に出現する用語の頻度とその関係性を明らかにする。

■ 対象・方法 ■

解析対象は、放射線治療の安全に関する 4 つの英語文献とした。初めに、形態素解析器 Tree Tagger を用いて用語の抽出を行った。得られた用語には、文書の構造から自動的に判断された品詞情報が付与されており、これらの情報を利用して形容詞を抽出した。本研究では否定的な意味を持つ形容詞 (Negative Adjective: 以下 NA) に対して分析を行った。否定的な意味の形容詞の選択基準は、①in-, ②un-, ③non- がつく形容詞と④マイナスの程度を意味する形容詞の 4 つである。次に、NA が修飾する名詞節の共起 (出現のしやすさ) と頻度を求めた。

■ 結果 ■

4 つの文献から形態素解析および品詞分類によって抽出された形容詞は 5506 語あり、そのうち NA は 159 語であった。NA の中で最も出現頻度が高かった上位 2 語は「poor」(23 語)、次いで「incorrect」(21 語)であった。この 2 つの NA に対して最も共起の高かった語は「communication」(4 語)、「treatment」(4 語)であった。

■ 考察 ■

上記で述べた結果は、NA と名詞節が組み合わせることでインシデントが発生する要因を表していると推測される。その中でも、communication や treatment といった、放射線治療の全体の背景に関わることから、特定の事象を示したものを抽出できたと考える。このことから、本研究は、放射線治療に関わるスタッフへの注意喚起になる結果が出たと考える。

胸部 CT での気管支測定における線量低減の基礎的検討

旭川医科大学病院 診療技術部 放射線技術部門
○中川 貞裕 柳澤 享 高橋 康二

■ 背景・目的 ■

慢性閉塞性肺疾患 (Chronic Obstructive Pulmonary Disease : COPD) 患者のフォローアップ評価には高分解能の MDCT が用いられている。また、近年 COPD のステージ分類と CT での気管支測定の結果が相関すると言われている。胸部 CT では画質を維持しながら線量低減するために様々なパラメーターが考えられている。しかし、気管支計測におけるプロトコールについて明確になってはいない。そこで、われわれは CT での気管支計測において線量低減のための基礎的検討を行った。

■ 方法 ■

胸部ファントムの内腔に気管支を模擬した 5 本のポリアクリルチューブを埋め込んだ。Effective mAs を 35 mAs, 70 mAs, 140 mAs, 210 mAs と変化させ撮影を行った。気管支解析用 3D ワークステーションにて内腔面積 (luminal area : LA), 気道壁面積の気道全体の面積に対する比 (wall area ratio : %WA) を測定し、計測誤差の評価を行った。4 つの Effective mAs での計測において差があるか比較した。また、35 mAs, 70 mAs, 140 mAs, 210 mAs での実効線量を求め減少率を算出した。

■ 結果 ■

LA, %WA の計測誤差は $-5.28 \pm 4.41\%$, $2.59 \pm 2.02\%$ となった。それぞれの Effective mAs での計測を比較し有意な差はなかった。210 mAs に対する 35 mAs, 70 mAs, 140 mAs, での実効線量の減少率はそれぞれ 83.3%, 66.6%, 33.3% であった。

■ 結語 ■

胸部 CT での気管支計測において、Effective mAs を 35 mAs にすることにより、計測精度を維持したまま線量低減が可能であると思われる。

コーンビーム CT による胸部検査時の被ばく線量の評価

北海道大学 大学院保健科学院
○白石 祐太 中野 聡
札幌医科大学付属病院 放射線部
溝延 数房
北海道大学 大学院保健科学研究所
伊達 広行

■ 緒言 ■

近年、CT 装置の多列化が進み、一度のスキャンで 16 cm もの領域を撮像することができるようになった。さらに、従来の空間情報を持つ 3 次元画像だけでなく、時間の次元を加えた 4 次元画像の取得も可能となった。しかし一方で、4 次元画像の取得には同一部位に対して連続撮影を行うことから被ばく線量が大きくなる他、ビーム立体角の拡大により人体内で発生する散乱線が増大するという問題が懸念される。本研究では、人体構造を反映した人体ボクセルファントムにおける放射線粒子の挙動を、汎用モンテカルロシミュレーションコード EGS5 によって追跡し、胸部 CT 検査を想定したときの一次線と散乱線による線量分布および臓器線量の推定を行ったので報告する。

■ 方法 ■

Aquilion ONE (東芝社製、320 列) を用いてファン角及びコーン角方向における実効エネルギーと軸外線量比を測定し、ウェッジフィルタ及びヒール効果を考慮した線源データを作成した。また、臓器や組織がセグメント化された人体ボクセルファントムデータを作成した。これらのデータを EGS5 に組み込み、アイソセンターを中心に線源を回転させる円筒形ジオメトリー (半径 60 cm) の下、一次線と散乱線によるファントム内の線量解析を行った。なお一次線成分と散乱線成分を分離する際には、人体内で一度でも相互作用を起こした光子を散乱線とするような処理を行うこととした。

■ 結果 ■

一次線と散乱線による線量分布をそれぞれ算出し、分布を図示することで散乱線の影響を視覚的に確認することができた。線量分布より、照射野外においても広い領域にわたって散乱線による線量付与がみられた。また、各臓器に対する吸収線量の計算が可能となった。

The Canal of Posterior Ampullary Nerve (Singular nerve canal) with Multi-Detector Row CT

— A case report and review of literature —

北海道大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻

○福屋香菜子 長谷川佳菜 青野 聡 天羽 浩太

北海道大学 大学院保健科学院

中村麻名美

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

杉森 博行

北海道大学 大学院保健科学研究所

坂田 元道

■ はじめに ■

高分解能側頭骨 CT 検査は耳疾患に対する基本的な検査技術として確立されている。特に isotropic volume data によって、空間分解能の低下をきたすことなく、あらゆる角度からの側頭骨微細構造を描出することが可能となった。側頭骨 CT 検査は耳疾患（炎症、腫瘍、外傷、先天性奇形など）の診断に一般的に使用される。側頭骨 CT 検査にて偶然に内耳孔後下壁に Thin-radiolucency line を認めた。この構造は正常な解剖学的構造であり、The Canal of Posterior Ampullary Nerve (Singular nerve canal) であった。この構造に対して症例と共に解剖及び文献の考察を含めて報告する。

■ 症例 ■

症例は 58 歳男性で研究目的により側頭骨 CT 検査を施行し、左右の内耳道内に Singular nerve canal を認めた。尚、症例は研究者本人であり、文書にて同意・承諾を得ている。

■ 考察 ■

高分解能側頭骨 CT による内耳孔内の正常構造である Singular nerve canal を提示した。文献より Singular nerve canal の CT での描出率は 94%前後あり、その平均の長さは 3 - 4 mm であり、その幅は 0.5 mm 程度であった。外傷では骨折との鑑別が必要であり、一般的な治療では完治しない良性発作性頭位めまい症 (Benign paroxysmal positional vertigo: BPPV) では、手術のときにその存在は重要であった。

■ まとめ ■

第 8 脳神経は蝸牛、上・下前庭神経に分枝する。Posterior Ampullary Nerve (Singular nerve) は下前庭神経より分枝し後半規管膨大部へ向かう求心性神経である。詳細な画像が得られる現在、この様な微細な解剖学的知識は極めて重要である。

perfusion CT における Time MIP の有用性

札幌医科大学附属病院 放射線部

○本間 修一 原田 耕平 三角 昌吾 田仲 健朗 千葉 彩佳 虻川 雅基

大橋 芳也

■ 背景・目的 ■

腹部腫瘍の診断を目的とした perfusion CT が試みられており臨床報告も散見される。しかし、perfusion CT は低線量撮影であるので、3D や MIP 作成する場合に SD を改善する目的で使用する Stack (単純加算平均) 画像では、CT 値が平均化され画像作成が困難になる。今回、新たな画像再構成法である Time MIP を考案した。Time MIP では最大 CT 値を維持した画像が取得可能となるため、perfusion CT データを 3D や MIP 作成に使用できる可能性がある。本研究の目的は、Time MIP 画像の特性を評価することである。

■ 方法 ■

使用装置は、Aquilion One (東芝)、造影剤注入装置は GX 7 (根本杏林堂)、データ解析には ImageJ を用いた。直径 20 cm 高さ 15 cm の円柱容器に模擬血管を封入し、周囲を水道水で満たし自作ファントムとした。模擬血管に希釈造影剤 (350 HU) を 2.0 ml/sec で持続注入し撮影した。撮影条件は、管電圧 120 kV、管電流 50 mA、収集スライス厚 0.5 mm×160、スキャン数 21 回とした。再構成スライス厚 1 mm にて、再構成関数を FC 13 とし、Time MIP 画像、Stack 画像を作成した。模擬血管の最大 CT 値と SD について計測し、CNR の比較を行った。

■ 結果・結論 ■

Stack 画像と比べて Time MIP 画像では、模擬血管の最大 CT 値は高くなるが、SD は増加した。CNR については、Time MIP 画像が有意に高かった。Time MIP を使用することにより、perfusion CT データにおいて 3D や MIP を作成できる可能性が示唆された。

Perfusion CT データの画像演算処理 (Threshold average MIP) の提案

札幌医科大学附属病院 放射線部

○三角 昌吾 本間 修一 小倉 圭史 蝶野 大樹 吉川 健太 櫻井 佑樹
平野 透

■ 背景と目的 ■

Perfusion CT データから 3 次元画像を作成する際の新しい手法として time MIP (MIP) が注目されてきている。MIP では、血管の最大 CT 値を維持するものの周囲組織の CT 値が上昇する欠点がある。その欠点を補うため、CT 値を任意の閾値で分離し、加算平均処理と MIP を組み合わせた Threshold average MIP 処理 (TAMIP) を考案したので報告する。

■ 方法 ■

撮影装置は Aquilion ONE (東芝社製)、ファントムは円柱容器に模擬血管を封入し、周囲を水で満たしたものを作成した。画像演算処理および計測には Image J を用いた。撮影条件は、管電圧 120 kV、管電流 10 mA、収集スライス厚 0.5 mm×160、回転速度 0.5 sec、スキャン数 20 回、FOV 250 mm、再構成スライス厚 1 mm とした。MIP 画像および TAMIP 画像 (閾値 100 HU) を作成し、それぞれの模擬血管および水の CT 値、SD 値を計測し、CNR を算出した。

■ 結果 ■

模擬血管における CT 値は、TAMIP 画像で 349 HU、MIP 画像で 355 HU であった。また水における CT 値は、TAMIP 画像で 19.1 HU、MIP 画像で 82.8 HU であった。TAMIP では MIP と比べ水の SD 値が減少し CNR が向上した。

■ 結論 ■

Perfusion CT データから 3 次元画像を作成する際、TAMIP により time MIP の欠点を補うことが可能となった。

心筋血流 SPECT における収集 Step Angle が位相解析に及ぼす影響の検討

旭川医科大学病院 診療技術部放射線技術部門

○宇野 貴寛 仲上 教裕 中山 香 佐藤 順一

■ 背景 ■

心筋 SPECT 解析ソフトウェア研究会により開発された「Heart Function View」(以下、HFV) により、Personal Computer 上で心電同期心筋 SPECT の壁運動解析が可能となった。HFV の機能の一つとして収縮開始位相のヒストグラムを基にした解析(以下、位相解析)を行うことができる。解析により Peak Phase, Peak SD, Bandwidth が算出される。

■ 目的 ■

心筋血流 SPECT の収集 Step Angle が HFV を用いた位相解析結果 (Peak Phase, Peak SD, Bandwidth) に及ぼす影響について検討する。

■ 方法 ■

心臓の大きさが異なる一心周期 8 frame の動態デジタルファントムを 2 種類作成した。この 2 種類のデジタルファントムをベースに様々な収縮能を表現した 8 種類のデジタルファントムを作成した。処理に Prominence Processor (核医学画像処理技術カンファレンス開発) を用いて、収集 Step Angle が 2 度、5 度、10 度、15 度、30 度の場合について、吸収、散乱や統計ノイズを考慮しない理想的な投影像をそれぞれのデジタルファントムにて作成した。投影条件は Step&Shoot 方式、180 度収集とした。これらの投影像を FBP 法にて逆投影し、心筋短軸像を再構成した後、HFV の位相解析を行い、それぞれの収集 Step Angle と解析結果を比較した。

■ 結果および考察 ■

各 Step Angle 間で Peak Phase, Peak SD, Bandwidth のいずれにおいても有意な差はみられず、収集 Step Angle は HFV を用いた位相解析結果に影響するファクターではないことが示唆された。心筋における位相はある程度の領域を伴って変化するために、大きな収集 Step Angle においてもその変化を十分表現できたと考えられた。

非採血脳血流定量法における誤差の評価

北海道大学 大学院保健科学院
 ○山崎 雄太
 札幌秀友会病院 放射線科
 阪井 純
 札幌秀友会病院 脳神経外科
 村井 宏
 札幌医科大学 医学部教育研究機器センター
 吉井 勇治
 京都大学 大学院工学研究科
 佐々木恒平
 北海道大学 大学院保健科学研究院
 坂田 元道 伊達 広行

■ 背景・目的 ■

脳血流定量核医学検査法の1つであるIMP-GraphPlot (GP)法は、動脈採血することなく、脳血流量を調べることでできる方法である。この方法では、従来用いられている採血を伴うIMP-ARG法で求めた平均脳血流量(mCBF)と、GP法によって算出されるパラメータである脳血流指標(SFR)との相関式($ARG = mCBF = \alpha \times SFR + \beta$)を事前に作成しておき、患者データから得られるSFRを代入することによってmCBFが求められる。しかし、患者によっては相関式にうまく適合しない場合もあり、採血定量法と比べて精度が悪くなる可能性がある。そこで、本研究ではこの相関式の定数(傾き α と切片 β)がmCBFに及ぼす不確定性を、ベイズ推定法を用いて定量的に調べることを目的とした。

■ 方法 ■

2012年1月から2012年11月の間に札幌秀友会病院において測定された150例の患者データについて、IMP-ARG法によるmCBFとGP法によるSFRから相関式を解析した。事前分布と事後確率の関係を用いるベイズ推定法に基づき、直線的な相関式における傾き α と切片 β の確率分布を算出することによって、最終的に求めたいmCBFへの影響を評価した。

■ 結果・考察 ■

得られた相関直線の傾き α と切片 β の確率分布の平均と分散は、それぞれ1.86と0.03、15.3と1.19となった。今回使用した患者データから得られる傾き α と切片 β の確率分布からは、GP法によるmCBFの値には9%程度の不確定性が伴うことが明らかとなった。

体格に応じた収集時間の検討

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

■ 背景・目的 ■

臨床画像の画質評価にはFDG-PET/CT撮像法ガイドランのNECpatient, NECdensity, 肝臓のS/Nが用いられている。当院での基礎研究よりBMIとNECdensityの相関が最も高く、体格に応じた検討に利用できるのではないかと考えた。今回、NECdensityを利用した体格差における収集時間の検討を行った。

■ 方法 ■

GE社製Discovery STEPを使用し、投与量4.5 MBq/mlの被験者において収集を3.5 min/bedのListモードで収集を行い、30 secから3.5 minまで30 sec毎の画像を作成し、ガイドラインの臨床試験手順書に従ってNECdensityを算出する。当院の平均BMI 25(身長160 cm, 体重60 kg)を基準画像としたNECdensityと、収集時間を可変した各BMIのNECdensityを比較し、同等となる収集時間を求めた。

■ 結果・考察 ■

NECdensityとBMIの指標を用いることにより、実際の臨床データにおいて体格に応じた収集時間の推定を行うことができた。投与量の設定や収集時間には制限や限界があるため、すべての体格について評価は困難であったが、BMI 20以下では1.5 min, BMI 20~25では2.0 min, BMI 26以上を2.5 minとすることで画質を一定にすることができた。当院では体重可変による投与を行っており投与装置のバラツキもあるため、今後は異なる投与量との関係も把握する必要がある。

■ 結語 ■

ガイドラインの指標であるNECdensityを用いることで、体格に応じた収集時間を推定することができた。

当院における FPD 装置の性能評価法の検討（ポータブル装置）

市立函館病院 中央放射線部

○宮部 泰秀 爰地 祐次 三浦 喬弘 畠山 遼兵 中村麻名美 真壁 武司

■ 目的 ■

昨年、術中ポータブル撮影用として FPD 装置が導入された。FPD 装置は IP に比べ画質向上や被曝線量の低減が可能であるが、現在は IP と同条件で使用している。今回、装置の性能の確認を行う方法を手術室で使用している医療用不織布（X線造影剤入り）とバーガーファントムを用いて検討した。

■ 方法 ■

物理的評価は、医療用不織布を水等価ファントムに置き、管電圧 50-90 kV と mAs 値を変化させてリス有と無しとの2種類の撮影を行い、撮影した画像について画素値の最大値と平均値を算出し SN 比を求める。視覚的評価はバーガーファントムを FPD 装置上に配置し物理的評価と同一にて撮影し当院の放射線技師 5 名により観察し C-Ddiagram を作成して各撮影条件による検出能を検討する。

■ 結果および考察 ■

リスなしの場合、物理的評価では基準条件（70 kV, 10 mAs）と比べると 50, 60 kV では SN 比はほぼ同等の値であった。また 50, 60, 70 kV では mAs 値による SN 比の差はほとんどなかった。視覚的評価では C-Ddiagram 上 50 kV で最も検出能が低く 60, 70 kV では mAs 値が変化しても両者の検出能に差はなかった。リスありの場合、物理的評価では 50 kV では線量が足りず、画像が表示されないことがあった。基準条件（80 kV, 16 mAs）と比べて管電圧による大きな差はみられないが、90 kV よりも 60, 70 kV の SN 比の方が良かった。また 60, 70, 80 kV では mAs 値による SN 比は 32 mAs を除いてほぼ一定の値となった。視覚的評価では C-Ddiagram 上 60 kV, 10 mAs で若干検出能が低いと 70, 80 kV では mAs 値が変化しても検出能に差はなかった。従って FPD を用いたポータブル撮影では管電圧は 10 kV 程度下げられ、mAs 値は CR 同等での撮影が適していると考えられる。

当院における FPD 型の性能評価法の検討（X線 TV 装置）

市立函館病院 中央放射線部

○爰地 祐次 宮部 泰秀 三浦 喬弘 畠山 遼兵 中村麻名美 真壁 武司

■ 目的 ■

当院の中心静脈カテーテル（以下 CVC）検査で行っている透視条件は、フレーム数を 30 Fr/s で行い被曝量も多くなっている。フレーム数は最大だが、医師側からはカテーテル留置の際に先端が見づらいと指摘されることも時々ある。このことから現在の透視条件が適正かフレーム数や透視条件を変えることでカテーテル先端の見やすさがどのように変わるか、また被曝線量が低減できるのか検証した。

■ 方法 ■

X線 TV 装置にて水等価ファントムと 4.5 Fr カテーテルを用い透視画像を記録する。透視時のフレーム数や電流を変えてカテーテル先端の分解能の違いを比較し、物理的評価と視覚的評価を行う。物理的評価は透視した画像の画素値の最大値と平均値を算出し、SN 比を求める。視覚的評価はバーガーファントムを物理的評価の結果から透視条件の基準値を決め、透視画像を放射線技師 5 名により観察し、C-Ddiagram を作成して各透視条件による検出能を検討する。

■ 結果 ■

物理的評価では基準条件より良い数値のものが何点も見られ、視覚的評価では物理的評価で基準値以上のものをグラフ化し比較したが基準としたグラフと同等で、フレーム数や管電流に規則性がなかった。

■ 考察 ■

フレーム数を下げた透視でカテ先を確認することは可能で被曝を低減することはできた。しかし、評価は静止画で行ったため動画では見づらい場合もあり、フレーム数や電流を変える場合、透視する部位や検査により条件を使い分ける必要がある。それに加えて照射野を絞ったり、透視画面のサイズを小さくすることで分解能の向上や被曝量の低減が期待できる。しかしフレーム数を低くした場合、透視画面のサイズを小さくすることで拡大されたカテ先などの細かいものも見づらくなるため過剰な条件設定に注意する必要がある。

演題番号 35

X線撮影

座長 富士フィルムメディカル株式会社 金田 和幸

乳房厚の違いによる最適な撮影モードの検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○柳田 美香 杉本 晴美 白勢 竜二 原田 耕平 佐藤 香織 千葉 彩佳
沼澤香夏子

■ 背景・目的 ■

マンモグラフィ撮影において画質を維持し、被ばく線量を最小限に抑えることは重要である。当院に新規導入されたマンモグラフィ装置は厚さによってターゲット／フィルタと管電圧が決定される。さらにこの装置は画質優先および被ばく低減の目的別に3つの撮影モードを有し、mAs値はその撮影モードを選択することにより決定される。本研究の目的は乳房厚の違いによる撮影モードと画質の関係を明らかにし、最適な撮影モードを検討することである。

■ 方法 ■

使用装置は富士フィルム社製 AMULET f, 使用ファントムは PMMA ファントムと ACR 推奨ファントムである。PMMA ファントム厚を 20～60 mm の 5 段階に変化させ、各モード (High, Normal, Low) のターゲット／フィルタ、管電圧、mAs 値を記録した。この条件にて入射空気カーマを測定し、Dance の式より平均乳腺線量を算出した。次に ACR 推奨ファントムのワックス部分を用い、先の条件にて撮影を行い、得られた画像を視覚評価した。視覚評価は乳房撮影精度管理マニュアルに基づき 5 人の放射線技師が 5 M モニターにて行った。

■ 結果 ■

平均乳腺線量はファントム厚および撮影モードに依存して増加した。視覚評価ではファントム厚 20 mm にて全てのモードが合格基準に達していた。しかし、ファントム厚 30～60 mm では Low のみ合格基準を下回った。

■ 結論 ■

乳房厚 20 mm では Low, 30～60 mm では Normal を使用することにより画質を維持し被ばく線量を低減できることが示唆された。

演題番号 36

X線撮影

座長 富士フィルムメディカル株式会社 金田 和幸

手指骨 Tomosynthesis における MPR の試み

NTT 東日本札幌病院 放射線科
○八十嶋伸敏 鈴木 信昭

■ 背景 ■

当院では、リウマチ疾患の患者さんに手指骨 Tomosynthesis を行っている。再構成面での分解能は 300 μm と高分解能であるが、実効スライス厚が 4～12 mm であるためスライス方向に疾患があった場合パーシャルボリュームエフェクトにより評価が難しい場合があった。

■ 目的 ■

スライス方向の評価を可能とするため MPR 再構成を試みたので報告する。

■ 方法 ■

オーバーラップ再構成を行い、DICOM tag を調整し 3D Workstation で MPR を作成した。スライス面に対する各角度の MPR 画像の評価、および再構成フィルタとスライス間隔の違いによる影響の検討を行った。

■ 結果 ■

スライス面に対し角度が増すにつれ画質が劣化する傾向となった。再構成フィルタは、実効スライス厚が薄いほど画質が向上した。

X線撮影装置の出力差についての検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○森 静香 青池 拓哉 宮本佳史子 小田まこと 内藤 智浩

■ 目的 ■

当院では、マンモグラフィを除いた一般撮影室が7部屋ある。撮影装置・撮影室の構造により制限がない限り、撮影条件の設定は同一としている。複数の撮影室で同じ部位の撮影を行う場合、一部の撮影装置において線量不足となる傾向が見られたため、撮影装置の出力の違いについて検討を行う。また、ポータブル撮影における撮影条件設定には一般撮影室を参考としているため、ポータブル撮影装置についても同様の検討を行う。

■ 方法 ■

4社7種の撮影装置8台のX線出力を測定した。焦点-線量計検出部の距離は100cm、検出部面の照射野は10cm×10cmとした。測定条件は、管電圧40, 60, 80, 100kV, mAs値1, 2, 4, 8, 16, 32mAsとし、3回ずつ照射して測定を行った。(臨床の撮影を前提としているため、フィルターについては考慮しないものとする。)

■ 結果 ■

管電圧40kVでは、出力が最小の装置は最大の装置の約1/2、100kVでは、最小装置は最大装置の約1/4であった。出力の低い装置と高い装置の差は、電圧が高くなるほど大きくなった。

■ 考察 ■

撮影条件の決定において、各撮影装置の出力特性を考慮した条件設定を行う必要がある。

超音波装置を用いた足関節に対する前方引き出し負荷と移動距離計測の試み

北海道大学 医学部保健学科

○中谷 詩世 福良 沙霧

北海道大学 大学院保健科学研究所

寒川 美奈 神島 保 遠山 晴一 堤 香織

■ 背景・目的 ■

足関節内反捻挫は、スポーツ外傷の中で受傷頻度の最も高い疾患で、その多くは前距腓靭帯(ATFL)の損傷を伴う。一般的に、ATFL損傷はX線ストレス撮影やMRIによって評価されるが、被曝や検査時間の観点から徒手による前方引き出しテスト(ADT)を行い診断されることが多い。本実験では、非侵襲的で靭帯や軟骨の描出と動的観察に優れている超音波診断装置を用いて、ストレス下における脛骨-距骨間距離の測定を試み、診断への有用性について検討した。

■ 方法 ■

対象は20代成人男子17名とした。そのうち捻挫既往のない者は5名であった。被験者の足関節両側に対し、ストレステスト用固定具テロス(テロス社製)を用いてADTを行った。40Nから150Nストレス負荷時の超音波画像を撮影した。撮像した画像より脛骨-距骨間距離を測定し、得られた測定値により検者内信頼性および検者間信頼性を検討した。

■ 結果・考察 ■

本研究では、ストレス負荷時における脛骨に対する距骨の移動量をリアルタイムかつ定量的に観察することが出来た。また、本測定方法は良好な検者内相関性と検者間相関性を示した。今後、足関節捻挫の診断への導入を目指し、撮影条件やポジショニング、従来法との比較など更なる検討が必要であると思われる。

演題番号 39

超音波

座長 JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 山田 泰司

ソナゾイド造影超音波検査における胆嚢隆起性病変の検討

JA 北海道厚生連 網走厚生病院 医療技術部 放射線技術科

○中村 俊一 菅原 司 二俣 芳浩 岩間 寛 野瀬 弘之 我妻 武士

■ 目的 ■

胆嚢隆起性病変の鑑別診断におけるソナゾイドを用いた造影超音波検査の有用性について検討する。

■ 対象 ■

2008年10月から2011年4月までに当院にてソナゾイド造影超音波検査を施行し、病理学的または総合画像診断にて診断が確定した胆嚢ポリープ5例、胆嚢腺筋腫症8例、胆嚢癌2例である。

■ 方法と検討項目 ■

Bモードにて胆嚢隆起性病変の最大断面になる部位を描出し、造影モードに切り換えてソナゾイドを0.5ml投与し、低音圧連続送信にて観察を行った。Mechanical Indexは0.2~0.3, frame rate 15~30 fps, focus pointは病変の下端1cmに設定した。各疾患における造影パターンと輝度変化曲線(TIC: Time Intensity Curve)の検討を行った。

■ 結果 ■

胆嚢隆起性病変の造影パターンは線状型(linear type)、点状散在型(scattered type)、点状びまん型(diffuse type)、樹枝状型(branched type)の4型に分類された。造影パターンにおける疾患別内訳は線状型は3例に認め、全例胆嚢ポリープであった。点状散在型は8例に認め、全例胆嚢腺筋腫症であった。点状びまん型は1例に認め胆嚢ポリープであった。樹枝状型は3例に認め、胆嚢ポリープ1例、胆嚢癌2例であった。輝度変化曲線における各疾患のTICの立ち上がりには有意差は認めなかった。輝度値の上昇は胆嚢ポリープ:平均16.2 dB, 胆嚢腺筋腫症:平均12.4 dB, 胆嚢癌:平均30.3 dBと胆嚢癌にて高く有意差を認めた。(p=0.001)

■ まとめ ■

胆嚢隆起性病変に対する超音波診断としては従来の形態学的診断が基本ではあるが、ソナゾイドを用いた血流診断を加えることによりリアルタイムに病変内の詳細なflow imageの診断が可能になると考えられた。またTICを作成することにより客観的な良悪性の鑑別診断が行える可能性が示唆された。造影パターンとTICを組み合わせることで胆嚢隆起性病変の質的診断に有用な検査になりうると思われた。

演題番号 40

超音波

座長 JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 山田 泰司

体外式超音波を用いた潰瘍性大腸炎の重症度判定への試み

JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 放射線技術科

○島崎 洋 北口 一也 長谷川聡洋 和田 智文 山田 泰司 永井 信

■ 背景・目的 ■

潰瘍性大腸炎(以下、UC)は、大腸粘膜に潰瘍やびらんを引き起こす原因不明の非特異性炎症性疾患である。そのほとんどが再燃・緩解を繰り返すため、正確な病期の判定は重要であり、現在では臨床症状と内視鏡検査(以下、CS)もしくは注腸X線検査が主に用いられている。近年、体外式超音波(以下、US)を用いた評価の報告も散見されているが、評価方法は確立されていないのが現状である。今回我々は、非侵襲的検査であるUSを用いた重症度評価法の確立に向け、retrospectiveにUS所見、CS所見、血液データとの対比から検討を行った。

■ 対象 ■

2011年4月~2013年7月までにUCと診断され、USを施行日より5日以内にCS及び採血を行った41例。平均年齢は37.7±19.0歳、男女比は23対18であった。

■ 方法 ■

USは独自の分類により、正常(壁肥厚なし)をUS I, SM層まで肥厚を認めるものの低エコーを認めないものをUS II, SM層に肥厚と低エコーを認めるものをUS III, 高度の壁肥厚を認め層構造が不明瞭なものをUS IVとした。CS所見はmatts gradeを採用し、血液データはWBC, CRP, 赤沈60分値を対比対象とした。

■ 結果 ■

US分類とmatts gradeは比較的良好な相関を示した。今回の検討は、判断基準が不明確なまま記録していたUS画像をretrospectiveに解析したものであり、この結果を踏まえつつ参考文献を加味しながら、今後の判定基準の確立を見据えた前向き検討へつなげていきたい。

Fast kV switching Dual Energy CT による仮想単色画像の CT 値と実効原子番号の精度 — Catphan による検討 —

札幌白石記念病院 放射線部

○茅野 伸吾 笹森 大輔 山下 智文 入井 亮介 谷越 哲也 田村 豊

■ 目的 ■

Fast kV switching Dual Energy CT で得られた仮想単色画像 (VMI) および実効原子番号 (Zeff) の精度について Catphan で検討した。

■ 方法 ■

Catphan の CTP 404 Module を GE Healthcare 社製 CT 750 HD にて Dual Energy で撮影し、40~140 keV の VMI と Zeff 画像を作成した。撮影プロトコルは GSI-6 (600 mA, 1 s/r), GSI-11 (600 mA, 0.8 s/r), GSI-3 (630 mA, 0.5 s/r) の 3 種にて、また DFOV に関しては 32 cm, 25 cm, 18 cm にて検討した。Module 内の検討対象物質は、Teflon, Delrin, Acrylic, Polystyrene, LDPE, PMP とし、これらの物質の真の Zeff は製造元より提供されている。また各エネルギー毎の VMI の理論 CT 値は、製造元より提供される組成式および密度 (ρ) を使用し、NIST XCOM プログラムを用いて質量減弱係数を求めて算出した。

■ 結果 ■

VMI の CT 値の精度は、エネルギーと物質によって、Zeff の精度は物質によって変化した。 $\rho \leq 1.05$ では VMI の CT 値は高エネルギー側の精度が低下、Zeff は過小評価傾向となり、 $\rho > 1.05$ では VMI の CT 値は低エネルギー側の精度が低下し、Zeff は過大評価傾向となった。DFOV は Zeff の精度に影響を与え、DFOV が小さいほど高い精度を示した。管球回転時間による影響に関しては特異な示唆は得られなかった。

■ 結論 ■

VMI の CT 値の精度はエネルギーと物質によって、Zeff の精度は物質によって変化が示された。管球回転時間の影響があるものと仮説を立てていたが、特異な示唆は得られなかった。物質密度に応じた VMI の CT 値の精度低下は、真の単色画像ではないことを示唆するものと考えられる。

CT 実効エネルギーの多装置間比較

札幌医科大学附属病院 放射線部

○浅沼 治 須藤 洋平 齋藤 航 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 吉井 勇治

■ 背景・目的 ■

CT による被ばくについては様々な報告がなされており、線量評価の重要性が増してきている。線量以外にも線質評価が重要な位置を占めており、一般的に半価層や実効エネルギーを用いて評価が行われている。実効エネルギーは吸収線量変換係数等に関わっており、被ばく線量の算出にも大きく寄与しているため、使用する装置や管電圧ごとに値を把握しておく必要がある。本研究の目的は、CT 実効エネルギーを測定し、多装置間で比較することである。

■ 使用機器・方法 ■

CT 装置は東芝社製 Aquilion ONE (320 列)、Aquilion CX (64 列) 及び GE 社製 Light Speed VCT (64 列)、Optima 660 (64 列)、Discovery NM/CT 670 (16 列) (SPECT/CT 装置)、Discovery ST EP (16 列) (PET/CT 装置) を使用した。線量計は RTI 社製の半導体線量計 Piranha を使用し、自作鉛コリメータに入れてアイソセンターに設置した。管球固定照射で管電圧を 80 kV から 140 kV まで変化させ、実効エネルギーを測定した。

■ 結果・考察 ■

実効エネルギーは、東芝社製の 2 機種において管電圧 80 kV で 38.4~39.1 keV, 100 kV で 44.1 keV, 120 kV で 48.4~48.9 keV, 135 kV で 51.7~53.7 keV であった。GE 社製の 4 機種においては、管電圧 80 kV で 43.1~44.2 keV, 100 kV で 49.0~49.7, 120 kV で 53.8~54.3 keV, 140 kV で 58.0~58.8 keV であった。同一メーカーでは機種の違いによる実効エネルギーの差は小さかったが、ボウタイフィルタの材質や形状によって実効エネルギーが異なってくる可能性があるため、装置ごとに実効エネルギーを把握し、線質を求めておくことが重要であると考えられる。

CT装置の半価層測定における自作鉛コリメータを用いた 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 金澤 仁幸

札幌医科大学附属病院 放射線部

大元 秀近 浅沼 治 小笠原将士 須藤 洋平 武田 浩光

■ 背景・目的 ■

CT装置の半価層を測定する場合、従来の測定方法ではX線管球を固定することが必須条件である。しかし、X線管球を固定するためにはメンテナンスモードからの設定が必要となるため、すべての施設のCT装置で固定照射ができるとは限らない。簡便法として、X線管球を固定せずに実験を行う回転照射法も散見されるが、精度が低下すると言われている。そこで当施設では、より精度の高い回転照射法を確立するため、鉛コリメータを自作した。本研究の目的はCT装置の半価層測定における固定照射法と自作鉛コリメータを用いた回転照射法を比較、検討することである。

■ 使用機器 ■

CT装置は東芝社製CT装置 Aquilion CX (64列)、線量計はRTI社製の半導体線量計 Piranha と、Radcal社製の電離箱線量計 model 9015を使用した。また、回転照射法における遮蔽具としては自作鉛コリメータを使用した。

■ 方法 ■

管電圧 80, 100, 120, 135 kV において以下の測定を行い、得られた半価層から実効エネルギーを算出した。
1. X線管球固定照射における半価層を電離箱線量計で測定。2. X線管球回転照射における半価層を電離箱線量計で測定。3. X線管球回転照射における半価層を半導体線量計で測定。

■ 結果・考察 ■

固定照射法の半価層に対する、回転照射法の半価層の差異は非常に小さく、実効エネルギーについても相対誤差5%未満となった。この結果から、CT装置のX線管球を固定できない施設においては、固定照射法の代替法として自作鉛コリメータを用いた回転照射法を選択することが有効と考えられる。

半導体検出器を用いた320列CTにおける実効エネルギー分布と 線量の評価

北海道大学 大学院保健科学院

○中野 聡 白石 祐太

札幌医科大学附属病院 放射線部

溝延 数房

北海道大学 大学院保健科学研究所

伊達 広行

■ はじめに ■

X線CT装置の多列化により、回転中心だけでなく off center の線量評価が重要となってきた。例えば320列CTでは、線束が160mmに広がるため、コーン角方向の線量変化だけでなく、ファン角方向線量のボウタイフィルタによる影響を考慮する必要がある。また従来、線量指標としてCTDI (CT Dose Index) が使用されているが、管電圧によってファントム内の線量分布の形状が異なるため、深さ毎の線量を知る事が重要となる。本研究では、実効エネルギーと軸外線量比 OCR, 深部線量百分率 PDD を半導体検出器によって測定し、多列CTにおける線量分布を評価した。

■ 装置と方法 ■

東芝社製 Aquilion ONE (320列) において、管電圧を80~120kVに設定し、ボウタイフィルタ (S, M, Lサイズ) を用いた条件にて測定を行った。測定には半導体検出器 (RTI社製 Piranha ワイヤレス X線出力アナライザ) を用いた。検出器はガントリー中心の他、off center では方向依存性を考慮し検出器面が線束と垂直となるように設定しながらコーン角とファン角方向について、実効エネルギーと OCR を求めた。さらに、PMMAファントムに指頭型半導体検出器を挿入することによって PDD を測定し、各条件による線量付与の違いについて評価した。

■ 結果と考察 ■

実効エネルギーの測定では、フィルタサイズ L のみ実効エネルギーの分布形状が大きく異なることがわかり、これは線束方向のフィルタ厚の影響によるものと考えられた。また線量分布では、低管電圧において表面付近の線量が高くなり、中心に近づくると減少する傾向を示した。今後、SNRを同等にした際に、管電圧の変化で線量分布がどのように異なるかを評価する必要があると考える。

加算平均手法が MTF の測定結果に与える影響の検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○佐藤 泰彦 一字 佑太 亀田 拓人 島 洋介 山口 仰 山下 道明
 笹木 工

■ 背景・目的 ■

ワイヤ法, エッジ法による CT 画像の MTF 測定時に求められる条件に以下のものがある。1: 信号体はインパルス信号を近似できる大きな CT 値 (500 HU 以上) を持つこと。2: 信号体周囲のノイズを最小限に抑えるための線量 (SD 3 以下) で収集すること。このため一般的に, 低線量・低コントラストの条件の MTF 測定には不適とされている。本研究では, 低線量条件の画像のノイズを低減するために加算平均手法が使用可能かを検証することを目的とする。具体的には複数回撮影して加算平均した画像と一回撮影の画像で MTF を測定して, 加算平均した場合に MTF が受ける影響を評価する手法を用いる。

■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion ONE ViSION Edition (東芝社製), 自作のワイヤーファントム, エッジファントムを使用し, 撮影条件は管電圧: 120 kV, 管電流: 200 mA, 回転速度: 1 sec/rot, 再構成関数 FC 04, 一回収集を基本条件として様々に変化させて, 軌道同期, 非同期それぞれについて, 一回収集, 加算平均で MTF 測定を行って評価した。

■ 結果・結論 ■

一回収集と加算平均での MTF の変動は, 一回収集で複数回収集した場合の MTF の変動と比較しても, 大きな差はなかった。今回の結果から, 低線量領域の MTF 測定に加算平均画像を使用することが可能であると考えられた。

サブトラクション法による MTF の異なる CT 画像の 相対的評価法に関する基礎的検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○山口 仰 一字 佑太 佐藤 泰彦 亀田 拓人 島 洋介 山下 道明
 笹木 工

■ 背景・目的 ■

CT の逐次近似応用再構成画像に対する MTF 評価手法は, 数多く提案されているが標準的なものは定まっていない。大きな要因として, 相対的に低コントラスト, 低線量の条件の画像に対して評価する必要があることがあげられる。本研究では, サブトラクション処理を利用して上記の要因に対処する可能性について検証するために, MTF の異なる画像に対して, サブトラクション処理を行いその特性について検討することを目的とする。

■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion ONE ViSION Edition (東芝社製), 自作のワイヤーファントム, エッジファントムを使用した。撮影条件は管電圧: 120 kV, 管電流: 100 mA, 回転速度: 1 sec/rot を基本条件として収集したデータに対して, 再構成関数, 再構成法 (FBP, AIDR 3D) を適宜変更した画像を作成する。この画像に対して, サブトラクション処理を行い視覚評価, MTF 等で評価検討を行った。

■ 結果・結論 ■

画像を直接サブトラクションしたものは, ワイヤーファントムではドーナツ形状を示し, PSF を取った時に双峰性の形状を示し MTF 評価はうまくいかなかった。MTF の差が大きい場合はドーナツ部分がはっきりと認識できるようになった。今回の結果からはサブトラクション法を定量的評価に利用するのは難しいと考えられたが, 視覚的評価に利用できる可能性は示唆された。

TBT 法を用いた肺動静脈分離撮影法の検討

市立旭川病院 中央放射線科
○西田 純 石澤 博 大野 肇 福田 泰之

■ 背景・目的 ■

当院では胸腔鏡下肺葉切除術の術前精査として、CT による肺動静脈の分離撮影を行っている。従来はテストインジェクションにより撮影タイミングを決定し、一回息止めで肺動脈相と肺静脈相の2相撮影を行っていた(以下、TI法)。しかし、テストインジェクションと本スキャンで造影ピーク時間が必ずしも一致せず、適切な造影効果が得られない場合が経験されていた。また検査のスループットも悪かった。そこで今回新たに、TBT法を利用した肺動静脈分離撮影法(以下、TBT法)について検討したので報告する。

■ 方法 ■

使用機器は Brilliance CT 64 (Phillips 社製) である。TI法、TBT法で撮影タイミング以外のスキャンパラメータおよび本スキャンの造影剤注入条件は同一とした。撮影されたデータから、肺動脈、肺静脈のCT値を測定し平均値を求め、TI法とTBT法における造影効果を比較した。また、TI法、TBT法それぞれの肺動脈相と肺静脈相において、肺動脈と肺静脈のCT値差を求め、比較検討した。

■ 結果・考察 ■

肺動脈の平均CT値は、TI法で 346.7 ± 49.2 HU、TBT法で 419.7 ± 112.9 HU で有意差は得られなかった。一方、肺静脈の平均CT値は、TI法で 280.8 ± 98.3 HU であったのに対して、TBT法では 392.6 ± 66.8 HU と有意に造影効果が高かった。また、肺動脈と肺静脈のCT値差は、TI法の肺動脈相で 203.7 ± 81.3 HU、肺静脈相で 128.3 ± 52.9 HU、TBT法の肺動脈相で 306.0 ± 102.2 HU、肺静脈相で 234.4 ± 62.2 HU となり、肺静脈相においてTI法とTBT法で有意差が見られた。今回の方法は、適切な撮影タイミングを確保しつつ、検査スループットを向上し、さらに自由に設定できるインターバル時間を有効利用した検査法であると考えられる。

320 列 CT における心電図同期撮影法の違いによる撮影時間の比較

札幌医科大学附属病院 放射線部
○小倉 圭史 三角 昌吾 中西 光広 蝶野 大樹 吉川 健太 今井 達也
沼澤香夏子

■ 背景・目的 ■

320 列 CT は、管球 1 回転で最大 160 mm をカバーすることができ、心臓全体を寝台移動なしに短時間で撮影することが可能となった。一方、冠動脈 CT 検査に使用されるハーフ再構成法は、管球の半回転+ファン角分の時間データで画像作成可能であるため、撮影時間の短縮および被ばく線量の低下が期待される。しかし、ボリューム撮影ではハーフ再構成を前提とした場合でもフル再構成画像を作成でき、撮影時間はハーフ撮影時間よりも長くなっている可能性があるが、実際の撮影時間を調査した報告はない。本研究の目的は、心電図同期ボリューム撮影および心電図同期ヘリカル撮影の撮影時間を計測し、比較検討することである。

■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion ONE (東芝社製)、半導体線量計は Piranha (RTI 社製) を使用した。前向き心電図同期ボリューム撮影および心電図同期ヘリカル撮影にてガントリ中心に配置した半導体線量計の検出器部を撮影し、得られた線量プロフィールから撮影時間を測定した。基本となる撮影条件は管電圧: 120 kV、管電流: 50 mA、回転速度: 0.35 sec/rot、Padding time: 0 ms、設定心拍数: 60 bpm とした。

■ 結果・結論 ■

心電図同期ボリューム撮影では 393.5 msec、心電図同期ヘリカル撮影では 267.0 msec とボリューム撮影で長い撮影時間であった。ハーフ再構成を前提とし心電図同期ボリューム撮影を使用する場合でも 1 回転 (0.35 sec/rot) 以上の撮影時間を要することが明らかとなった。

回転速度の違いにおける冠動脈 CTA の画質比較

札幌心臓血管クリニック 放射線部

○佐々木康二 栗木 敦子 工藤 環 菊地 将徳

フィリップスエレクトロニクスジャパン

徳安 真一

■ 背景・目的 ■

冠動脈 CTA においてさらなる画質改善を求める場合、より高い時間分解能を有する CT 装置が必須である。今回我々は回転速度の異なる CT 2 機種間において冠動脈画質の比較と狭窄性病変における正診率について評価を行ったので報告する。

■ 方法 ■

回転速度 0.42 sec の CT 装置 (Brilliance 64, Philips Healthcare) と 0.27 sec の CT 装置 (Brilliance iCT, Philips healthcare) の異なる 2 機種間において比較検討を行った。男女比・心拍数など統計的有意差を認めない冠動脈スクリーニングの 400 症例で画質を比較する。検討項目は SCCT guide line により分類されている RCA mid, LAD proximal, LCx mid, Septal に関して放射線技師 5 名にて 4 ポイントスケールで評価を行い、心拍数 (以下 HR) 1) 50 bpm 以下, 2) 51-55 bpm, 3) 56-60 bpm, 4) 61-65 bpm, 5) 66-70 bpm, 6) 71-75 bpm, 7) 76-80 bpm, 8) 81 bpm 以上, 9) 心房細動, に分類し画質の関係を明らかにする。さらにそれぞれ 400 症例の中で血管造影を行った症例においては、狭窄性病変の正診率についても明らかにする。

■ 結果 ■

HR 50 bpm 以下と心房細動において統計的有意差は認められなかった。それ以外においては有意差が認められた ($p < 0.05$)。正診率においては Positive Predictive Value, Negative Predictive Value とともに 0.27 sec において向上を認めた。

■ 考察 ■

低心拍時や心房細動において、回転速度による冠動脈画質に差がない事が示唆された。また HR 51 以上においては回転速度の高速化により冠動脈画質の向上と臨床における有意性が向上するものと考えられる。

当院における冠動脈 CTA に関する画像処理時間の現状

札幌心臓血管クリニック 放射線部

○佐々木康二 栗木 敦子 工藤 環 菊地 将徳

フィリップスエレクトロニクスジャパン

徳安 真一

■ 背景・目的 ■

当院では昨年約 7000 件の冠動脈 CTA を行った。冠動脈 CTA の画像処理作業は時間のかかる業務である。そのため多数の件数をこなす為には画像処理時間は重要なパラメータである。そこで画像処理時間について調べ検証したので報告する。

■ 方法 ■

2013 年 2 月 18 日から 3 月 12 日において冠動脈 CTA を行った連続症例 422 症例において、各技師の処理時間、症例による処理時間を調べる。症例はバイパスグラフトや心房細動を除いた (A)、バイパスグラフト (B)、心房細動 (C) の 3 群に分ける。画像処理内容は MIP 画像、Curved MPR 画像、VR 画像の 3 種類であり、Curved MPR をひく血管は主要冠動脈 3 本 (右冠動脈、左冠動脈前下降枝、左冠動脈回旋枝) とそれに付随する比較的大きな側枝 (対角枝、OM 枝、PD 枝) などの血管 5 本～6 本とし、画像処理はすべて 1 人の技師が確認し画質に関しては一定のものであり処理時間の違いのみを調べているものとする。

■ 結果 ■

全体の画像処理平均時間は 21 分であり、A は 20 分、B は 51 分、C は 19 分であった。A と B では明らかな有意差を認め、A と C とでは有意差は認めなかった。技師間による画像処理時間では、当院における経験期間が 1 年以内の技師とそれ以上の技師とでは明らかな有意差を認めた。

■ 考察 ■

バイパスグラフト症例において有意差を認めた事は Curved MPR をとる本数に明らかな差を伴うためと考える。技師間においては経験によって処理時間が異なる事が示唆されたが、これからの技師トレーニング計画を立てる上で貴重なデータであると考えられる。

冠動脈 CTA における最適な β 遮断薬の選択に向けた検討

JA 北海道厚生連札幌厚生病院 医療技術部放射線技術科
 ○川上 智浩 箱石 卓 津元 崇弘 永井 信
 JA 北海道厚生連倶知安厚生病院 医療技術部放射線技術科
 山本 昌弘

■ 背景・目的 ■

当院では冠動脈 CTA における撮影時心拍数の目標を 60 未満としているため、検査 2 時間前にメトプロロール酒石酸塩（以下、セロケン）を内服し、また入室時心拍数が 60 以上の場合はランジオロール塩酸塩（以下、コアベータ）を追加投与している。しかし、コアベータの心拍数変動の効果（以下、 Δ HR）が、セロケン内服時と単独投与時とは異なるという経験があった。そこで最適な β 遮断薬の選択に向け、2 施設のデータを用いて、セロケン内服の有無によるコアベータの Δ HR、2 剤併用時の Δ HR、また塩酸プロプラノロール（以下、インデラル）単独投与時の Δ HR について比較する事を目的とした。

■ 対象・方法 ■

対象はセロケン内服群 212 例、コアベータ追加投与群 102 例、コアベータ単独投与群 141 例、インデラル単独投与群 414 例とした。冠動脈 CT 検査前、1 か月以内の心電図検査時に計測した安静時心拍数、CT 室入室時心拍数、撮影時心拍数を調べた。またコアベータ投与から撮影までの時間は 4～6 分とし、インデラル投与は 7 A までとした。

■ 結果 ■

セロケン内服時におけるコアベータの Δ HR は平均 6.51 bpm、コアベータ単独投与時の Δ HR は平均 10.82 bpm であった。2 剤併用時の Δ HR は平均 12.55 bpm、インデラル単独投与時の Δ HR は平均 12.72 bpm となった。また心拍数 80 以上に絞って比較した場合、コアベータ単独投与時の Δ HR は、2 剤併用、インデラル単独投与時に比べ、やや低くなる傾向にあった。

■ 考察 ■

セロケン内服の有無によるコアベータの Δ HR は、コアベータ単独投与時の Δ HR の方が高くなる傾向があったが、2 剤併用する事によって Δ HR は同等、若しくは高心拍群で上回る結果となった。これより、安静時心拍数、入室時心拍数とスルーブット等を考慮して、 β 遮断薬を選択していく必要があると考える。

ボーラストラッキング法を用いた CTAP 撮影タイミングの検討

札幌医科大学附属病院 放射線部
 ○千葉 彩佳 原田 耕平 本間 修一 大橋 芳也 田仲 健朗 虻川 雅基
 溝延 数房

■ 背景・目的 ■

肝悪性腫瘍の診断・治療を目的とした血管造影下 CT は有用であり、CT during arterial portography (CTAP) が腫瘍性病変の存在診断に優れていることは周知の通りである。CTAP の撮影法については時間固定法が一般的であるが、造影効果には個人差が生じる。一方、ボーラストラッキング法はリアルタイムに造影剤の流入が観察可能なツールであり、経静脈性のダイナミックスタディにおいても広く臨床応用されている。本研究の目的は、ボーラストラッキング法を用いた CTAP の撮影タイミングについて検証することである。

■ 方法 ■

CT 装置は Aquilion LB（東芝社製）、造影剤注入装置は PRESS DUO（根本杏林堂社製）を用い、データ解析には Ziostation 2 (ZIOSOFT) を用いた。対象は悪性腫瘍の診断・治療を目的として CTAP を行った 74 例（重複例 8 名）である。造影剤はヨード量 300 mgI/ml、80 ml を希釈率 50% にて速度 3 ml/sec で注入した。IVC に region of interest (ROI) を 2 か所設置し、いずれかの ROI が 150 HU に到達すると同時に撮影を開始した。CTAP において肝静脈 (HV) と門脈 (PV) の CT 値差 (HV-PV) が 0 に近づくほど適切な撮影タイミングと定義し、HV-PV を算出することで撮影タイミングの評価を行った。さらに、HV-PV と下行大動脈の上昇 CT 値との関係を検証した。

■ 結果 ■

HV-PV はばらつきが多く、肝静脈の CT 値が高い症例が多かった。また、HV-PV の値が高いほど下行大動脈の上昇 CT 値が高い傾向にあり ($r=0.496$)、撮影タイミングの遅い症例が多いと推察される。さらに、重複症例において、撮影タイミングは一定ではなかった。

Variable helical pitch scan における AEC 応答特性の 精度に関する検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○沼澤香夏子 小倉 圭史 吉川 健太 三角 昌吾 蝶野 大樹 中西 光広
今井 達也

■ 背景・目的 ■

第 68 回日本放射線技術学会北海道部会秋季大会にて、撮影中に撮影条件を切り替えることができる variable helical pitch (vHP) における撮影時の切り替え位置に関して報告を行った。しかし、vHP と AEC の関係について明らかではない。本研究の目的は vHP 撮影時における AEC 応答特性の精度について評価することである。

■ 方法 ■

Aquilion ONE ver. 4.74 (東芝社製) および水ファントム (250 mm ϕ) を使用した。撮影条件は、非同期+非同期撮影スキャンモードにて AEC の設定を SD 値一定とし、0.5 mm \times 64、管電圧 120 kV、回転速度 0.5 sec/rot、再構成スライス厚 0.5 mm にて水ファントムを撮影した。ヘリカルピッチ (以下、ピッチ) の設定は、撮影領域 1 (Phase 1:P1) を 1.484, 1.328, 1.172, 0.859, 0.703 と変化させ、撮影領域 2 (Phase 2:P2) を 0.641 と固定した。得られた画像データから画像 SD 値を計測し、SD 値が変化する位置、変化する幅、変化率について検討した。

■ 結果 ■

全ての vHP 設定において切り替え設定位置付近にて一時的に SD 値が低下する傾向にあった。SD 値の低下する位置は全ての vHP 設定において同じ位置であったが、P1 と P2 の設定ピッチの差が大きいほど、低下する幅の拡大 (最大 55 mm) および変化率の増大 (最大 28%) がみられた。

■ 結語 ■

vHP における AEC 応答特性の精度は設定ピッチ差に依存して低下する傾向にあることが示唆された。

小児 CTA 検査における低管電圧撮影の線量決定法に関する検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○今井 達也 小倉 圭史 浅沼 治 溝延 数房 三角 昌吾 吉川 健太
沼澤香夏子

■ 背景および目的 ■

近年、小児 CTA 検査では被ばく低減を目的とした低管電圧撮影を推奨する報告が散見される。CT 撮影の線量決定法は SD 値を一定化する方法 (SD 値一定法) が多く使用されている。しかし、低管電圧撮影時に 120 kV と同等の SD 値を得ようとする被ばく線量が増加することが考えられる。本研究の目的は、小児 CTA 検査において低管電圧撮影に伴う血管 CT 値の増強効果を加味して設定 SD 値を調整し、血管と周囲組織とのコントラスト差の一定化を図った方法 (CNR 一定法) を用いた場合、SD 値一定法と比較して被ばく低減が可能であるか検討することである。

■ 方法 ■

使用機器は Aquilion ONE (東芝社製)、16 cm ϕ のメタクリル樹脂製円柱ファントム及びペンシル型電離箱線量計 (Radcal model 9015) を用いた。管電圧を 80, 100, 120 kV と変化させて、SD 値一定法および CNR 一定法にて円柱ファントムを撮影し、被ばく線量 (CTDIvol) を比較した。ただし、120 kV では同一 mAs とした。CNR 一定法では、円柱ファントム中心部の線量測定部に造影剤を封入した血管ファントムを挿入して各管電圧における CT 値を求め、120 kV 時での血管とファントムとの CNR を基準として管電圧を調整した。

■ 結果・結論 ■

120 kV に対する 80 kV の CTDIvol は、SD 値一定法で約 15% 増加し、CNR 一定法で約 60% 低減した。被ばく低減を目的とした小児 CTA 検査における低管電圧撮影時に、CNR を指標とした線量決定法を用いることは有用であることが示唆された。

演題番号 55

CT-V

座長 北海道大学病院 山口 仰

PhyZiodynamics テクノロジーによるノイズリダクションと 血管内の疑似血流像について

つしま記念学園日本看護・診療放射線学院 診療放射線学科

○横山 博一 藤原 健祐 藤田 智 勝浦 秀則 渡辺 良晴 坂本 修
アミン株式会社
丸岡 啓孝

■ 目的 ■

従来 CT による血流及び血管壁の性状・血流像の構築は困難を要したが、64 列 MDCT の出現以来、他のモダリティと比較して優れた空間分解能や撮影時間の短縮等から、特に 4D による機能解析等が期待されるようになってきた反面、被曝の増大は無視できない課題のひとつである。被曝線量と画像ノイズは相反する問題であるが近年、逐次近似法 (IR) の導入により被曝線量の低減が可能となってきている。今回ザイオソフト株式会社が開発した「PhyZiodynamics (PZD)」を使用する機会を得て、このソフトを用い開発目的のひとつである画像のノイズ低減を検討、更に 4D による従来の画像作成像とこのソフト作成による画像について、血管内腔の疑似血流の画像検討である。

■ 方法 ■

装置は東芝製 64 列 MDCT、撮影条件は 120 kV、300 mA、0.35 sec、心電同期併用を行い、造影剤は 240 mg/ml を使用した。また画像再構成は 0~90°位相・各 255 スライスで作成を行った。対象は解離性動脈瘤の axial 画像について大血管弓部・下行・心筋について ROI をとり、それぞれ SD 値の測定を行った。また血管内の疑似血流像もオリジナルと PhyZiodynamics 像について視覚的に比較検討を行った。

■ 結果 ■

SD 値の結果は 23.8/19.7, 20.5/17.4, 25.9/16.2 (Original/PZD) であり、16%~38%のノイズ低減があった。また疑似血流像についてもオリジナル像と比較して画質の向上した血流像が得られた。

演題番号 56

MR-IV

座長 市立旭川病院 福田 泰之

3.0 T 乳腺 MRI における B1 均一性に関する検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○藤原 太郎 吉田 博一 高森 清華 濱口 裕行 杉森 博行

秋田大学医学部附属病院

水戸寿々子

北海道大学病院 放射線診断科

加藤 扶美

■ 背景・目的 ■

3.0 T 乳腺 MRI では、B1 不均一によって画質が低下する場合がある。本研究では、B1 を最適化する MultiTransmit (=MT) と、従来の SingleTransmit (=ST) との RF 送信方法の違いによる B1 均一性への影響を比較することを目的とした。

■ 方法 ■

使用装置およびコイルは、Philips 社製 Achieva 3.0 TX、SENSE-Breast 7 ch coil を使用した。対象は、同意の得られた 20 名の健常ボランティア (25~59 歳) とし、施設内倫理委員会の承認を得た方法で撮像を行った。B1 map は、MT で RF 送信した場合と、ST で送信した場合とを Dual-angle 法 (TR/TE=7.1/3.1 ms, flip angle=30°, 60°) によって作成し、左右の乳房にそれぞれ Anterior, Central, Posterior, Lateral, Medial の 5 点ずつ ROI を設定し、B1 efficiency [%] を計測した。左右の乳房において、計測点ごと及びその全体平均における左右差 (difference Lt-Rt; Δ) を求め、比較検討した。

■ 結果 ■

B1 efficiency は、ST の場合に左右差が大きく見られ、全ての計測点で右側が有意に低くなった ($P < 0.0001$, paired t-test) (Δ Whole=32.9%)。MT の場合は全体的な左右差は改善された ($P=0.0797$) (Δ Whole=2.1%) が、計測点別では左乳房の Lateral および右乳房の Medial が、対側の同点に比して低くなった ($P < 0.0001$) (Δ Lateral=-20.3%, Δ Medial=18.9%)。

■ 結論 ■

MT の使用によって B1 均一性は向上したため、ST に比べて送信 RF の左右差を改善することが可能であった。

ST 上昇型心筋梗塞再灌流療法後の造影 CINE-SSFP による リスクエリアの評価

市立旭川病院 中央放射線科

○川崎 伸一 福田 泰之 小木 有紗 大野 肇 西田 純 三ツ井貴博

■ 背景・目的 ■

ST 上昇型心筋梗塞 (STEMI) では再灌流療法により救出された心筋 (サルベージエリア) を評価することは治療法の最適化や治療効果判定等において大変重要である。サルベージエリアの評価には可逆・不可逆な障害心筋が混在するリスクエリアと不可逆な梗塞エリアの正確な描出が必要である。MRI ではリスクエリアは Black Blood T2WI (T2WI)、梗塞エリアは遅延造影 (LGE) において高信号に描出されるが T2WI はアーチファクトによる画質低下、長い撮像時間などの欠点がある。我々は以前の本大会においてファントムと臨床画像を用いた基礎的検討により造影 CINE-SSFP (CINE) のリスクエリア評価における可能性を示唆する報告を行ったが、症例数や測定方法の客観性において問題点も存在した。本研究の目的は臨床画像を中心としたより詳細な検討を行うことで造影 CINE のリスクエリア評価における可能性を明らかにすることである。

■ 方法 ■

STEMI で PCI 後 7 日以内に GE 社 1.5 T 装置による MRI 検査が施行された 48 症例 (倫理委員会承認済) を対象とし T2WI、造影 CINE、LGE で異常高信号が描出された全左室短軸像を定量解析し比較を行った。

■ 結果 ■

T2WI と造影 CINE の間には強い相関が認められた ($r^2=0.76, P<0.001$)。T2WI、造影 CINE、LGE における高信号領域の全心筋に対する容積比の平均値は $30.5\pm 8.4\%$ 、 $30.5\pm 8.5\%$ 、 $24.7\pm 8.8\%$ であり、造影 CINE は T2WI とほぼ一致したが、LGE とは統計的有意差が認められた ($P=0.011$)。心拍数が 85 bpm 以上かつ障害領域が左室自由壁の場合に T2WI ではコントラスト不良による解析不能例が存在したが造影 CINE では評価可能であった。

■ 結論 ■

造影 CINE によるリスクエリアの評価は可能である。

3.0 T MRI 装置による肝臓 MR elastography の再現性における 基礎的検討

旭川医科大学病院 診療技術部放射線技術部門

○森谷 俊春 岩田 邦弘 鈴木 達也 村上 昇

■ 背景・目的 ■

ウイルス性肝炎をはじめとした慢性肝疾患の症例において、肝線維化の程度を知ることは患者予後を予測する上で重要である。現在、肝線維化診断のゴールドスタンダードは肝生検であるが、侵襲的検査であり経過観察時に頻回に施行することは困難である。近年、MRI 装置を用いて低侵襲的に肝弾性率を測定し肝線維化の程度を評価する方法として MRI elastography (MRE) が注目されてきている。慢性肝疾患は長期の経過観察を要するため、MRE によって得られる肝弾性率は良好な再現性が求められる。1.5 T 装置における先行研究において MRE は良好な再現性を有することが報告されているが、3.0 T 装置による報告はまだ少ない。そこで今回我々は、3.0 T 装置を用いた MRE (3.0 T-MRE) によって繰り返し得られる肝弾性率の再現性について検討した。

■ 対象及び方法 ■

本研究に同意が得られた健常ボランティアを検討対象とした。MRI 装置は GE 社製 Discovery MR750 w 3.0 T、coil は GEM コイルを使用し、撮像シーケンスは GE 社推奨のパラメーターを使用した。再現性の評価項目として、①同一被験者を複数回撮像して得られる肝弾性率、②パッシブドライバの固定位置を変化させた時に得られる肝弾性率、③2 週間以上間隔を開けて再撮像を行うことで得られる肝弾性率、の各項目について評価を行った。

■ 結果および考察 ■

1.5 T 装置における先行研究同様、全ての検討項目について 3.0 T-MRE によって得られた肝弾性率は良好な再現性を示した。3.0 T-MRE から得られる肝弾性率によって肝線維化の程度を安定して反復的に評価することが可能であると考えられる。

演題番号 59

MR-IV

座長 市立旭川病院 福田 泰之

3D fast SPGR の Gd-EOB-DTPA 造影肝細胞相における 肝予備能の評価～2-point DIXON 法と CHESS 法の比較検討～

医療法人 溪仁会 手稲溪仁会病院 診療技術部

○増山 研 秋元 俊 青木 裕幸 秋吉 和也 猪子 祐佳 安達 元
坂野 大樹

■ 目的 ■

肝特異性 MRI 造影剤 Gd-EOB-DTPA 造影 MRI (EOB-MRI) の肝細胞相における肝予備能の評価方法について、信号比を用いて評価する方法が検討されている。また、当院では昨年 10 月に装置のバージョンアップにより、2-point DIXON 法を用いた 3D fast SPGR (LAVA FLEX) が撮影できるようになった。今回、EOB-MRI 肝細胞相における肝予備能評価について、LAVA と LAVA FLEX を比較検討する。

■ 方法 ■

EOB-MRI の肝細胞相を LAVA と LAVA FLEX で撮影し、それぞれの肝細胞相での肝臓と脾臓の信号比(肝脾信号比)を求め、ICG 15 分値 (ICG) 値との直線回帰分析を行った。さらに、LAVA FLEX で撮影した肝細胞相の肝脾信号比を造影前の肝脾信号比で除した値(肝脾信号変化率)と ICG 15 分値との直線回帰分析も行った。

■ 対象 ■

2012 年 10 月から 2013 年 7 月に当院で EOB-MRI、ICG 検査を 1 ヶ月以内に施行した 16 症例。

■ 結果 ■

LAVA の肝脾信号比と ICG 値との相関係数は、 $r = -0.53$ 、LAVA FLEX の肝脾信号比と ICG 値との相関係数は、 $r = -0.64$ 、LAVA FLEX の肝脾信号変化率と ICG 値との相関係数は、 $r = -0.68$ となり、LAVA よりも LAVA FLEX の方が ICG 値とより高い相関を示した。

■ 結語 ■

Gd-EOB-DTPA 造影 MRI の肝予備能評価において、LAVA FLEX が有用であることが示唆された。

演題番号 60

MR-IV

座長 市立旭川病院 福田 泰之

前立腺全摘除術に対する手術支援用 3D 表示のための 撮像シーケンスとパラメータの検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○白勢 竜二 杉本 晴美 原田 耕平 佐藤 香織 千葉 彩佳 沼澤香夏子
柳田 美香

■ 背景と目的 ■

前立腺全摘除術において、前立腺と隣接する臓器との位置関係を把握することは非常に重要である。立体的な位置関係の把握には 3D 表示が有用だが、前立腺を対象とした 3D 表示に関する報告はない。また、T2 強調画像は組織間コントラストに優れ、前立腺および周辺臓器は中～高信号に描出される。今回我々は、前立腺全摘除術に対する支援画像としての 3D 表示に適した撮像方法を検討した。

■ 方法 ■

装置は GE 社製 Signa HDxt 3T を、コイルは心臓用 phased array coil (HD Cardiac) を用いた。解析には GE 社製 Advantage WorkStation (AW) を用いた。対象は正常ボランティア 5 名である。比較に用いたシーケンス、撮像条件について FIESTA は FA を変化させて 2 種類 (FA=40, 90°)、Cube は TE を変化させて 3 種類 (TE=18, 50, 90 ms) である。撮像は Sagittal にて行い、解析には再構成した Axial 像を用いた。解析は前立腺辺縁域、辺縁域以外の前立腺、精嚢、膀胱、直腸壁、筋肉、脂肪の信号強度を測定し、SNR を求めた。次に筋肉、脂肪のそれぞれに対する各臓器のコントラスト比 (CR) を求めた。さらに、磁気共鳴専門技術者 5 名にてアーチファクトの視覚評価を行った。

■ 結果 ■

FIESTA (FA=40°, FA=90°) は、ともに SNR において高値を示したが、アーチファクトが多かった。これに対し Cube はアーチファクトが少なかった。Cube のうち、SNR、CR のそれぞれで比較的高値を示したのは、TE=50 ms であった。

■ 考察・結論 ■

FIESTA はアーチファクトの影響が大きいため、3D 表示には適していない。SNR、CR のバランスが最も良かったのは Cube (TE=50 ms) であり、アーチファクトも少なく、3D 表示に最適であると考えられる。

オープン MRI ガイド下凍結治療用受信コイルの最適使用方法の検討

KKR 札幌医療センター斗南病院 放射線部

○平井 寛能 清水 匡 小澤 公太 五十嵐一生 蛭名 慶也

札幌医科大学病院付属病院

長濱 宏史

■ 背景・目的 ■

小径腎がんの凍結治療は術者が穿刺部位および手技を確認するためにオープン magnetic resonance imaging (MRI) によるガイド下で行う。穿刺用開口窓が設けられた楕円型受信コイル（以下コイル）辺縁部と被写体を密着させることで任意の角度での穿刺が可能となる。そのため、コイル辺縁部が撮像に使用される重要な領域となる。しかし、本コイルは柔軟性が高く患者の体厚や姿勢保持用緩衝材等によりコイル幅が変化するため、この領域の感度分布が変化すると予測できる。本研究の目的はコイル辺縁部の感度分布、均一性、SNR を測定し、凍結治療におけるコイルの最適使用方法を検討することである。

■ 方法 ■

使用装置は 0.3 T オープン MRI AIRIS II（日立、東京）、2 ターンのソレノイド型オープン腹部コイル IBC 63、塩化ニッケル水溶液ファントム、硫酸銅水溶液ファントムを使用した。撮像条件はスピネコー系にて TR/TE=500/40 ms、スライス厚 5.0 mm、マトリクス 256×128、加算回数 5 回、撮像視野 320 mm とした。

1. ファントムを磁場中心に設置し、コイル中央部と辺縁部で 3 軸方向の撮像を行い、画像の感度分布を求め、撮像方向による感度分布を比較した。2. 体厚を想定してコイル幅を 25 cm, 20 cm, 15 cm に変更し、コイル辺縁部にてファントムの横断像を撮像し、均一性と SNR を求めた。

■ 結果 ■

1. コイルの局所で感度が上昇し、不均一な感度分布を示した。2. コイル幅を短くする程、均一性と SNR が上昇した。

■ 結論 ■

コイル中央部および辺縁部共に感度分布は不均一である。凍結治療において感度分布と穿刺経路を一致させるコイルポジショニングを行うことがコイルの最適使用方法である。

MRI において果実・野菜が人体脳組織ファントムになり得るか

北海道大学医学部保健学科 放射線技術科学専攻

○長谷川佳菜 天羽 浩太 青野 聡 福屋香菜子

北海道大学 大学院保健科学研究院

坂田 元道

北海道大学病院 診療支援部（放射線部）

杉森 博行

北海道大学 大学院保健科学研究院

中村麻名美

■ 背景・目的 ■

MRI における撮像条件や撮像シーケンス最適化などの検討にはボランティアもしくは模擬ファントムが用いられる。本研究は人体脳組織ファントムの代替物質として果実・野菜に着目し、8 種類の果実・野菜について人体脳組織ファントムとしての可能性を検討する。

■ 方法 ■

機器は GE Signa Exite 1.5 T、コイルは QD head coil、ファントムは外径 17 mm、高さ 120 mm、容量 15 cc のシリンジに、造影剤を 8 倍から倍々に 65536 倍まで希釈した 14 本と、水を封入した 1 本を用いた。8 種類の果実・野菜は Apple, Tomato, Melon, Apple mango, Banana, Avocado, Peach, Eggplant である。果実・野菜及びボランティア頭部（21 歳、男性）の周りに半円状にファントムを配置し、T1WI と T2WI を撮像した。脳組織およびそれぞれの果実・野菜に関心領域（ROI）を設定し信号強度（SI）を測定することにより、脳組織に類似する果実を選定した。選定した果実に対して Siemens Symphony 1.5 T を用いて T1 値、T2 値を測定した。T1 値の測定は Saturation recovery 法を、T2 値の測定は Multi echo 法を用いた。測定した Banana の T1 値、T2 値と先行研究とを比較した。

■ 結果 ■

SI を比較検討した結果、Banana が脳組織に近いと推定した。Banana の内部構造の違いによる T1 値はそれぞれ 1005/752/638 ms で、T2 値は 99/101/72 ms となった。Banana の T1 値、T2 値は、先行研究の脳組織の白質及び灰白質と類似した。

■ 結論 ■

Banana の内部構造は脳組織と類似し、模擬ファントムとしての可能性が示唆された。

ARC における reduction factor と ARC 特有アーチファクトの関係

手稲溪仁会病院 診療技術部

○東野 邦弘 秋元 俊 青木 裕幸 秋吉 和也 猪子 祐佳 安達 元
坂野 大樹

■ 目的 ■

ARC は GE 社における K-space Domain 型のパラレルイメージング法であり、FOV を小さく絞った画像でも正しく再構成できるという利点がある。しかし ARC を使用した撮像で Reconstruction Error による強い線状のアーチファクトが出現することがある。再構成方法などにもよるが、設定する reduction factor によってもアーチファクトの出方が異なることを経験した。そこで今回我々はアーチファクト軽減を目的に、ARC における reduction factor と ARC 特有アーチファクトの関係について検討した。

■ 方法 ■

GE 社製 Signa HDxt 1.5 T MRI 装置 (ver. 16), 12 ch body allay coil を用い、reduction factor を変化させて Gd 含有水溶液封入円筒状ファントムを LAVA-XV 法にて撮像した。得られたアキシャル像において位相エンコード方向のプロファイルカーブを作成した。カーブで最も変化の大きいところを最大アーチファクトと定義し、それぞれを比較した。

■ 結果 ■

装置推奨値以上の reduction factor において FOV 中央に 2 本の強い線状アーチファクトが出現した。それに対し推奨値よりも小さくしていくと、アーチファクトは徐々に位相方向に分散し弱くなっていった。

■ 結論 ■

reduction factor を推奨値よりも下げることで ARC 特有のアーチファクトを軽減できることが示唆された。

Multi Drive における画像均一性とコントラストの基礎的検討

旭川医科大学病院 診療技術部放射線技術部門

○鈴木 達也 森谷 俊春 岩田 邦弘 村上 昇

■ 背景・目的 ■

当院では今年 3 月に GE 社製 MRI, Discovery MR 750 w 3.0 T を導入した。本装置には 3 T 体幹部領域撮像で問題となっていた B1 シェーディングを低減するため、新たな RF 送信技術として Multi Drive (MD) が実装されている。そこで MD の基本性能を把握するため、従来の RF 送信方法である Quadrature (QD) 送信を比較対象に、画像均一性とコントラストについて検討したので報告する。

■ 方法 ■

画像均一性測定ファントムとして大、小それぞれの円柱容器を用意し、それぞれ同一均一溶液で満たした。各ファントムにおいて flip angle (FA) による均一性の評価を行うため、fast spoiled gradient and spin echo (FSPGR) 法の撮像条件を FA のみ 10° から 80° まで変化させ MD, QD にて撮像した。また電気伝導率による均一性の評価を行うため、大円柱容器内の溶液に食塩を添加し食塩濃度を 0% から 1.5% まで変化させ、FSPGR 法の撮像条件一定のもとで MD, QD にて撮像した。各方法で得られた画像を区分法によって画像均一性の評価を行った。コントラスト測定ファントムとして、均一溶液で満たした大円柱容器内に、Gd 濃度の異なる 2 つのボトルファントムを配置し、FSPGR 法の撮像条件を FA のみ 10° から 80° まで変化させ MD, QD にて撮像した。得られた画像からコントラストを算出し比較した。

■ 結果 ■

画像均一性についてはどの条件下においても MD と QD との間で差は見られなかった。コントラストについては MD で向上した。

■ 考察 ■

QD と比較し MD を使用することで画質が向上することが示唆された。人体ではあらゆる電気伝導率の組織が混在するため、臨床画像での検討も必要である。

FID 充填型 Radial scan における Trajectory Delay Time が 画質に及ぼす影響

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○吉田 博一 杉森 博行 濱口 裕行 高森 清華 藤原 太郎 田村 弘詞
野畑 圭亮

■ 目的 ■

MRI 画像における k-space 充填法は近年様々な手法が開発されている。しかし各充填法が画質に及ぼす影響も様々であり、それらを踏まえた上で実臨床に適用していく必要がある。FID 充填型 Radial scan は Ultra Short TE の撮像に用いられ、筋肉・靭帯など T2 値が短い物質の評価に有用である。この充填法は k-space 中心の Trajectory Delay Time (以下 TDT) を $-10 \sim 10 \mu\text{s}$ の間で任意に設定することが可能であるが、TDT が出力画像に及ぼす影響は明らかではない。今回我々は膝関節 UTE 撮像における前段階として TDT と出力画像の関係と比較検討し、最適な TDT を求めることを目的とした。

■ 方法 ■

装置は Philips 社製 3.0 T 装置で、撮像対象は自作ファントムである。8 ch SENSE Knee Coil を使用し、撮像条件は TR: 10 ms, FA: 7° , Slice 厚: 1 mm, Matrix: 256×256 で固定とした。TE は 8 種類 (0.15, 0.3, 0.5, 0.8, 2.3, 4.6, 6.9 ms) に設定し、各 TE で TDT を $-10 \sim 10 \mu\text{s}$ に変化させた画像を作成した。得られた画像より、TDT に対する出力画像の変化と、最適 TDT 値に関して基礎検討を行った。

■ 結果 ■

各 TE において、設定 TDT が $2 \mu\text{s}$ の時に最適な出力画像となった。また、 $2 \mu\text{s}$ から離れるに従って画像上と実際のファントム形状との相違が大きくなり、TDT- $10 \mu\text{s}$ では形状を表現出来ない画像も存在した。

■ 考察および結論 ■

TDT を変化させることにより、k-space 中心のデータ充填が異なるため、出力画像に差異がみられた。TDT と出力画像の関係は撮像シーケンスで共通であるため本研究で得られた TDT を膝関節撮像に適応できると考える。本研究において膝関節 UTE 撮像における最適 TDT を求めることが可能であった。

Parametric Mapping による Dynamic MR Mammography の 血流解析アプリケーションの臨床評価

株式会社ジェイマックスシステム 開発部

○森 祐生

■ 背景 ■

Dynamic MR Mammography (以下、Dynamic MR MMG) の血流解析には Time Intensity Curve (以下、TIC) 解析が勧められているが、TIC 解析は結果の再現性に劣るという問題点の他に、運用上の問題点が指摘されている。つまり、TIC 解析は手間と時間を要するため診断医が読影時に TIC 解析をすることは少なく、多くの施設で医師の依頼に基づき放射線技師が WorkStation 上で事前に解析しているのが現状である。このため追加解析や再解析が生じた場合、診断効率が悪化していた。我々はこの状況を解決するため Parametric Mapping (以下、PM) を用いた Dynamic MR MMG の血流解析アプリケーションを開発した。

■ 原理 ■

PM とは Dynamic MR の早期相と遅延相で信号強度の変化を Voxel 単位で計算しその値に基づき造影前の画像にカラーマップを表示する手法である。

■ 目的 ■

本アプリケーションの臨床評価および検討を行う。

■ 方法 ■

良性・悪性含め、画像診断および病理診断により確定診断された 3 症例および画像診断により悪性と診断された 31 症例、同じく良性と診断または経過観察となった 23 症例の合計 57 症例を本アプリケーションで解析しカラーマップ表示結果と実際の診断結果を比較した。

■ 結果 ■

32 症例 (56%) で性状と血流の傾向を正しく表していた。しかし 25 症例 (44%) で体動による数ピクセルのミスレジストレーションが腫瘍周辺部で見られ、その影響を受けたカラーマップ表示となっていた。そこで、体動補正機能を追加し補正した結果全ての症例で性状と血流の傾向を正しく判断可能であった。

■ 結論 ■

57 症例全てで性状と血流の傾向を正しく判断可能だったため、臨床応用可能なアプリケーションであると判断した。今後症例数を増やし臨床評価を継続して報告する。

リアルタイム個人線量計の使用経験

札幌医科大学附属病院 放射線部

○須藤 洋平 武田 浩光 大元 秀近 浅沼 治 小笠原将士

札幌医科大学医学部 教育研究機器センター RI 部門

吉井 勇治 赤石 泰一

■ 背景・目的 ■

X線診療業務への従事には被ばくが伴う。術者の被ばくを計測するものには、蛍光ガラス線量計やOSL(光刺激ルミネセンス)線量計、ポケット線量計などさまざまなものがある。これらは、測定には適しているが、リアルタイムに術者がどれだけの被ばくをしているかを知ることが困難なことが多い。そこで我々は、PHILIPS社製のDoseAwareというリアルタイムで放射線被ばくを測定・表示することができる半導体検出器を使用する機会を得たので使用経験を報告する。

■ 使用機器・方法 ■

DoseAwareの素子についてそれぞれが同じ値を示すものか実験を行った。また、素子特性を知るためガラス線量計とOSL線量計、ポケット線量計を用いて基礎実験を行った。さらに、実際のIVRの手技の際に、医師をはじめ看護師、放射線技師、臨床工学技士にDoseAwareを付けた状態で手技を行った。

■ 結果・考察 ■

DoseAwareの素子はほとんどが近い値を示していたが、値が大きくずれているものもあった。また、それぞれの線量計は、エネルギー特性などのさまざまな特徴から表示する値にばらつきがあったが、DoseAwareとOSL線量計は近い値を示していたため、入射表面線量の測定には適していると考えた。臨床においては、それぞれの職種や立ち位置でどれだけ線量を被ばくしているか細かく分析することができた。DoseAwareは受けた散乱X線線量をリアルタイムで確認し、無線によりデータを送信することで、ベースステーションという液晶画面での視覚的確認が容易にできるため、今後の術者被ばく管理ツールとして非常に有用である。

モンテカルロ法を用いた光子線の生物学的線量の推定

札幌医科大学 医学部教育研究機器センター

○吉井 勇治

京都大学大学院 工学研究科原子核工学専攻

佐々木恒平

北海道大学 大学院保健科学院

三浦 貴智

北海道大学 大学院保健科学研究所

伊達 広行

■ 背景・目的 ■

X線や γ 線が照射された細胞内では二次電子が発生し、DNA二本鎖切断(Double Strand Break, DSB)を誘導する。放射線による生物学的影響の多くはDSBを経て生じるため、細胞内の微視的エネルギー付与事象が重要である。一方で入射表面線量やCT dose index (CTDI)などの被ばく評価で用いられる指標は、巨視的な領域を対象としており、細胞スケールのエネルギー付与を考慮するものではない。本研究は、モンテカルロ法及びDSB推定モデルにより、微視的エネルギー付与事象を考慮した生物学的線量を明らかにすることを目的とする。

■ 方法 ■

光子線(200 kVp X線, Cs-137 γ 線, Co-60 γ 線)及び二次電子の水中での挙動についてモンテカルロシミュレーションを行い、深部線量百分率、電離・励起事象の空間分布を求めた。電離密度が高い領域(クラスター)を電離・励起事象の分布から抽出し、Garty et al. (2004)のモデルを用いて、クラスター内のDSBをendpointとした生物学的効果比(RBE)を算出した。基準放射線はCo-60 γ 線とした。生物学的線量は物理線量とその場におけるRBEの積と定義し評価を行った。

■ 結果・考察 ■

200 kVp X線及びCs-137 γ 線の深さ1 cmのRBEはそれぞれ1.29, 1.01であった。200 kVp X線のRBEは深さ方向に対して一定であったが、Cs-137及びCo-60では深さ15 cmまで比例的に増加し、深さ1 cmより3%の増加を示した。このRBEの変動は光子線の減衰と比べて小さいため、生物学的線量の分布は深部線量百分率とほとんど同じものとなることが分かった。

■ 結論 ■

細胞への微視的エネルギー付与特性からDSBを定量化することで、RBEを推定した。これにより光子線の生物学的線量が明らかになった。

Exposure Index 使用に関わる FPD の個体差についての検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○青池 拓哉 森 静香 宮本佳史子 小田まこと 内藤 智浩

■ 背景・目的 ■

国際電気標準会議により新たな線量指標 (Exposure Index : EI) が提案された。EI はキャリブレーションを行うことによって、あらゆるデジタル装置の感度指標を統一したスケールの線量指標に変換する手法である。我々は同一メーカーの複数の検出器を用いて多施設での EI の電圧特性の検討を行ったが、撮影条件を揃え、線量と EI の関係と比較すると、同一シンチレータからなる検出器でも施設ごとに差があるという結果となった。その要因として検出器の個体差や出力される線量・線質の違いが考えられたため、本研究では FPD の個体差について検討した。

■ 方法 ■

シンチレータ素子が CsI と GOS の 2 種類の FPD を使い、40, 60, 80, 100, 120, 140 kV の各管電圧で mAs 値を変化させ、EI を求め比較検討した。

■ 結果 ■

どの FPD も線量に比例して EI は線形に変化した。CsI において高線量側でプラトーとなる値は FPD ごとに異なったが、臨床で使用する領域での EI はほぼ同一となった。GOS ではプラトーとなる値もほぼ一致した。プラトーの値は GOS と CsI で 2 倍程の差があった。

■ 考察 ■

プラトーの値は同一シンチレータの FPD でも異なる値となったが、臨床で用いる線量付近での EI の差は小さく、FPD ごとの個体差はほぼ無視できると考えられる。多施設検討を行った際の EI の差は、施設ごとに発生装置が異なったこと、キャリブレーションの誤差による影響が大きいと考えることができる。今後 EI を活用していく上で、発生装置の違い、シンチレータの違いを更に検討し、適正な撮影条件を決定していく必要がある。

FPD 搭載型 CBCT と IVR-CT に関する高コントラスト分解能の評価

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○坂本 悠輔 川角恵里奈 石坂 欣也 上田 俊一

■ 背景/目的 ■

当院では、2012 年 5 月に FPD 搭載型血管造影撮影装置が更新され、IVR-CT とコーンビーム CT (CBCT) の撮影が可能となった。肝動脈化学塞栓療法 (TACE) などの治療を行う際、IVR-CT や CBCT のボリュームデータから MPR や 3D 画像を作成し、実際の手技に大いに役立っている。IVR-CT に比べて CBCT は低コントラスト分解能は劣るものの、高コントラスト分解能は優れているとされるため、小さい腫瘍や細かい栄養血管の描出等に期待されている。今回、CBCT 画像の高コントラスト分解能に関する実験を行い、IVR-CT との比較を行ったので報告する。

■ 方法 ■

血管造影撮影装置は SIEMENS 社製 Artis zee Ceiling, IVR-CT 装置は SIEMENS 社製 SOMATOM Definition AS を使用した。検討項目①: CBCT 各モード (回転時間 5 s, 8 s, 20 s) と IVR-CT を用いて、視覚評価用 CT ファントムを撮影し、分離可能な最小幅のラインペア像を読み取った。検討項目②: ①と同様にワイヤーファントムを撮影し、MTF 解析により客観的に比較検討を行った。

■ 結果/考察 ■

視覚評価の結果、IVR-CT に対して CBCT の方がより細かいラインペアを分離確認することができた。また、MTF では、IVR-CT : 50%MTF=0.35, 10%MTF=0.6, CBCT (5 s) : 50%MTF=0.69, 10%MTF=1.3, CBCT (8 s) : 50%MTF=0.51, 10%MTF=0.93, CBCT (20 s) : 50%MTF=0.66, 10%MTF=1.3 となった。IVR-CT に対して CBCT の方が高コントラスト分解能において優れていた理由として、検出器の大きさが IVR-CT よりも小さいため分解能に差が生じたと考える。

演題番号 71

アンギオ

座長 市立札幌病院 荒 通昭

CBCT 撮影時における Collimation Slab Reconstruction の有用性の検討

旭川医科大学病院 診療技術部放射線技術部門

○松本 健太 中川 貞裕 坂口 美喜 窪田 誠

■ 背景・目的 ■

頭部血管内治療に用いられている、頭蓋内ステント CODMAN ENTERPRISE Vascular Reconstruction Device (VRD) は透視及び DSA では視認困難なため、ステント留置状況の確認のために Cone-Beam CT (CBCT) を撮像する事は必須となっている。現在、その撮像に関して Collimation Slab Reconstruction (CSR) と呼ばれる撮像法が広く用いられている。CSR は体軸方向のコリメーションを絞ることにより、被曝線量の軽減、画像再構成時間の短縮に特に効果的であると報告されている。本実験では、画質に与える影響を中心に CSR が有用であるか検討した。

■ 方法 ■

今回使用した多軸血管撮影装置は、Artis Zeego (SIMENS 社製) であり、ファントムは Catphan CTP 600 (東洋メディック社製) を用いた。撮像は、FOV 42 cm にて体軸方向に対して上下 2 cm ずつコリメーションを変化させて CBCT を撮像した。得られた画像より、1) ノイズ特性として Noise Power Spectrum (NPS), 2) 解像度特性として Modulation Transfer Function (MTF), 3) 低分解能モジュールを用いた低コントラスト分解能の視覚評価を行った。また、4) 面積線量計値を用いた被曝線量の評価も行った。

■ 結果・考察 ■

コリメーションを絞ることによって、1) NPS 2) MTF に関しては変化は見られなかったが、3) 低分解能モジュールの視覚評価に関しては良好な結果が得られた。また、4) 面積線量計値は減少した。CBCT 撮影時における CSR は画質を損なわず被曝線量を低減できるため、有用であると思われる。

演題番号 72

アンギオ

座長 市立札幌病院 荒 通昭

血管造影検査におけるコーンビーム CT と IVR-CT の被ばく線量に関する比較・検討

北海道大学病院 診療支援部 (放射線部)

○川角恵里奈 坂本 悠輔 石坂 欣也 上田 俊一

■ 背景 ■

2012 年 5 月より FPD 搭載型血管造影装置と 64 列 IVR-CT が導入され稼働している。本装置はコーンビーム CT (以下 CBCT) 撮影が可能となった。現在、肝動脈化学塞栓術等の治療を行う際 IVR-CT と CBCT の両者の利点を活かし治療を進めている。しかし、併用する事で患者被ばくが増加するため状況に応じた撮影方法の選択が迫られた。そこで、双方の画質と被ばく線量を把握する必要がある。今回、IVR-CT と CBCT における吸収線量、入射皮膚線量を測定し比較・検討を行った。

■ 方法 ■

対象は CTDI 用ファントムと X 線撮影用腹部ファントムとした。線量計は電離箱線量計で 0.6 ccCT 型マルチスライス CT 用チャンバを用いた。また撮像装置は血管造影装置 Artiszee ceiling, IVR-CT は SOMATOM Definition AS (SEMENS 社製) を使用。CTDI 用腹部ファントムを 2 つつなげ天板上に固定する。回転軸はファントム中心より 10 mm 下方、撮像範囲は 150 mm、撮像中心は直接線を考慮しファントム接合面よりも 10 mm 尾側とし臨床の撮影条件にて撮影した。評価項目は①ファントム中心と上、下、右、左の表面下 10 mm の計 5 点、②ファントム背側から腹側へ 20 mm 間隔に 16 点の吸収線量、③背側と腹側の入射皮膚線量を測定。

■ 結果 ■

ファントム中心の吸収線量は IVR-CT : 17.1 mGy, CBCT : 37.7 mGy。表面下の背側/腹側の吸収線量は IVR-CT : 25.9/25.0 mGy, CBCT : 174.3/3.7 mGy。背側/腹側の入射皮膚線量は IVR-CT : 15.2/16.8 mGy, CBCT : 52.8/19.1 mGy であった。

■ 考察 ■

IVR-CT の表面下の吸収線量はほぼ一定なのに対し CBCT は腹側に比べ背側での線量が大きい値を示した。CBCT では背側を通り撮影する影響であると考えられる。

頭部コーンビーム CT 使用に向けた検討

JA 北海道厚生連 帯広厚生病院 医療技術部 放射線技術科

○山岸 啓介 松村 武明 高橋 靖智 栗田 浩二 杉山 淳

■ 目的・方法 ■

2012年11月、当院にフラットパネルディテクタを搭載した血管造影装置が導入され、コーンビーム CT を利用し有用な支援画像を医師に提供することが可能となった。今回、脳出血の検出を目的としてファントムを用いた頭部コーンビーム CT 画像の画質評価を行った。撮影プログラムは Fast, LD, HD, CranialStent を使用した。

■ 結果・考察 ■

スライス面内での MTF は被検者における腹側が低値、背側が高値を示す傾向を認め、ノイズ特性では Fast と LD, Cranial Stent で位置依存性を認めた。撮影条件は、プログラムを HD とし、再構成スライス厚を 5 mm とすることで、出血の程度・量及び部位などの情報は十分得られるものと考えられ、術中の検査としてその有用性が示唆された。

ハイブリッド手術室における頭部固定方法についての検討

札幌医科大学附属病院 放射線部

○小笠原将士 本間 修一 吉川 健太 須藤 洋平 大元 秀近

■ 目的 ■

ハイブリッド手術室における脳神経外科手術の際の、メイフィールドを用いた最適な頭部固定方法について検討する。

■ 方法 ■

装置は Philips 社製 Allura Xper FD 20 を用い、人体ファントムの頭部を、実際の手術時に使用される頭部固定装置「メイフィールド」を用いて固定し、CBCT (cone-beam computed tomography) を撮影した。メイフィールドの固定角度を変化させたそれぞれの CBCT 画像を Workstation (Ziostation 2) に取り込み、脳全体の体積に対するアーチファクト部分の体積の割合を求めた。またその際のメイフィールドの固定角度を Image J を用いて計測し、アーチファクトの最も少ないメイフィールドの固定角度を求めた。

■ 結果 ■

CBCT 画像のアーチファクトが最も少ないメイフィールドの固定角度は、117 度であった(アーチファクト/脳全体=1.6%)。

■ 結論 ■

頭部固定装置「メイフィールド」の固定角度を 117 度とするのが最適な固定方法と思われる。

演題番号 75

アンギオ

座長 市立札幌病院 荒 通昭

胸腹部領域における syngo Workplace iFlow 使用の基礎的検討

市立旭川病院 中央放射線科

○三ツ井貴博 平子 哲也 大野 肇 川崎 伸一 福田 泰之 西田 純

市立旭川病院 放射線科

花輪 真

■ 背景 ■

syngo Workplace iFlow は血管造影の施行後に、1 シリーズの血管造影画像の重ね合わせ画像を作成し、造影剤の経時的血管内移動をカラー表示することが可能な機能であり、それを基に時間対コントラスト強度グラフを作成することができる。本機能の利用条件は、造影剤を注入していること、モーションアーチファクトがわずかであることが重要となる。そのため、主に CAS 前後の頸動脈流量比の変化を観察する症例など、モーションアーチファクトの起こりにくい脳神経外科領域症例での使用経験報告が多い。当院においてもワークステーションがバージョンアップされ使用が可能になったが、脳神経外科の無い当院では胸腹部領域での有効利用の方法を考える必要がある。

■ 目的 ■

syngo Workplace iFlow を胸腹部領域の血管造影、特に胸腹部大血管ステントグラフト内挿術の術後におけるエンドリーク確認に使用することが可能であるか基礎的検討を行った。

■ 方法 ■

syngo Workplace iFlow が使用可能になってからの胸腹部大血管ステントグラフト内挿術症例において、エンドリークの有無による流量比変化、またエンドリークがあった場合、その処置前後における流量比変化を、それぞれ時間対コントラスト強度グラフを作成し比較・検討した。

■ 結果 ■

エンドリークのうち Type 1 a, Type 2, Type 4 リークに対しては特徴的な時間対コントラスト強度グラフを得ることができた。特に Type 1 a と Type 4 の判断に苦慮するような症例において、時間対コントラスト強度グラフを使用することにより差別化できる可能性が示唆された。

■ 考察 ■

症例数が少ない現状ではあるが、これから症例を重ねることにより、エンドリークの判定に有用な比較・検討が可能となり、この機能の胸腹部領域における有効利用を期待できるものと考えている。

演題番号 76

放射線治療 - I

座長 社会医療法人禎心会 放射線治療研究所 藤本 和則

線量率の違いを考慮した細胞生存率モデルの有用性

北海道大学 大学院保健科学院

○松谷 悠佑

京都大学 大学院工学研究科原子核工学専攻

佐々木恒平

北海道大学 大学院保健科学研究院

堤 香織 伊達 広行

■ 背景と目的 ■

1996年にR.B. Hawkinsにより提唱された連続照射の概念に基づくMicrodosimetric Kinetic model (MKM) は、放射線照射中及び照射後の細胞損傷の動態を考慮した細胞生存率モデルである。このモデルにより、線量率の違いを反映した細胞生存率式を表現すると同時に、放射線照射中の細胞損傷の修復を考慮することが可能となる。本研究では、連続的照射条件を考慮したMKMを文献の細胞生存率データに対して適用し、MKMの有用性を検討したので報告する。

■ 方法 ■

チャイニーズハムスター卵巣細胞株(CHO-K1)に、250 kVp X線を0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.9, 1.2 Gy/minの6つの線量率で各10分間照射した。照射した細胞に対してClonogenic Assayを行い、得られた細胞生存率データを用いてMKMパラメータを決定した。また、決定したMKMパラメータを用いて、250 kVp X線照射のCHO-K1に関する細胞生存率データの文献値(Metting et al, 1985)に対する適合性を調べた。なお文献データの線量率は、1.0, 0.31, 0.18, 0.025, 0.0031 Gy/minの5種類のものである。

■ 結果と考察 ■

得られた細胞生存率データの実測値からMKMにおけるパラメータを一意に決定することができた。求めたMKMパラメータを用いることで、異なる線量率に対する細胞生存率データの文献値をうまく再現することができた。また、連続照射を考慮したモデルにより、放射線照射中の細胞損傷の修復を考慮し、細胞生存率曲線の高線量部における直線性を表現しうることが示された。

チャイニーズハムスター肺由来繊維芽細胞 (V79) を用いた DNA 損傷数のモデル解析

北海道大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻
 ○権 池 勲
 北海道大学 大学院保健科学院
 松谷 悠佑 山崎 理衣
 JA 北海道厚生連札幌厚生病院放射線部
 大坪 洋輔
 北海道大学 大学院保健科学研究所
 堤 香織 伊達 広行

■ はじめに ■

細胞核内に生じる DNA 損傷の動態を考慮した Microdosimetric Kinetic model (MKM) は、光子線のエネルギーの違いによる細胞生存率の違いや DNA 二本鎖切断 (Double-strand break: DSB) 数の評価を可能とする。我々はこれまで、MKM に基づいた DSB 数の推定式を導出し、その有用性を報告した。本稿では、細胞生存率の分野で一般的に用いられているチャイニーズハムスター肺由来繊維芽細胞 (V79) に対しても同様な解析を行い、線量平均線エネルギー yD [$\text{keV}/\mu\text{m}$] と DSB 数の関係を調べたので報告する。

■ 方法 ■

V79 細胞に関する細胞生存率データ (100 kVp X 線: Winzel et al. 1987, 200 kVp X 線: Aoki et al. 2000, Suda et al. 2009, 6 MV X 線: Liu et al. 2012) を用いて MKM におけるパラメータを求め、200 kVp X 線を基準とした DSB 数比を推定した。一方、免疫蛍光染色を用いた $\gamma\text{H}2\text{AX}$ の定量により 100 kVp, 200 kVp, 6 MV X 線それぞれで生じた DSB 数を実験的に測定し、DSB 数比の実測値と推定値を比較した。さらに、DSB 数と yD との関係についても評価した。

■ 結果と考察 ■

6 MV X 線及び 100 kVp X 線の 200 kVp X 線に対する推定 DSB 数比はそれぞれ 0.806, 1.328 であり、実測値はそれぞれ 0.872 ± 0.622 , 1.198 ± 0.734 であった。推定値と実測値のよい一致から、V79 細胞に対しても DSB 推定式が妥当であることが示された。また、 yD の増加に対する DSB 数比の増加が確認され、光子線のエネルギーの低下と共に DSB 数が増加するというこれまでの知見を支持する結果となった。

光子線のエネルギーの違いが及ぼす生物学的影響の推定

北海道大学 大学院保健科学院
 ○三浦 貴智 松谷 悠佑 吉井 勇治
 北海道大学 大学院保健科学研究所
 伊達 広行

■ 目的 ■

放射線効果の物理学的指標である線質係数 (Q-factor) の基準放射線に対する比は、抗 $\gamma\text{-H}2\text{AX}$ 抗体で検出可能な DNA 二本鎖切断 (Double Strand Break: DSB) を endpoint とした生物学的効果比 (RBE) と近い値をとるため、生物学的影響評価の尺度となりうる (Verhaegen et al. 2004 他)。本研究では、数 keV~数 MeV オーダーの数種類の診断・治療用光子線 (医療用光子線) の Q-factor 比をモンテカルロシミュレーションで求め、細胞核損傷の度合いを推定することを目的とした。

■ 方法 ■

種々の医療用光子線の細胞への照射を想定し、光子線は汎用コード EGS5、電子線は自作コード WLTRACK 6 B によりモンテカルロシミュレーションを行い、水中での電離によるエネルギー付与の空間分布を求めた。得られた空間分布に対し k-means 法に基づく方法でクラスタリング処理を行い、直径 $1\mu\text{m}$ 球に対するエネルギー付与確率分布及び Q-factor を求め、さらに Co-60 γ 線を基準放射線とした種々のエネルギー光子線に関する Q-factor 比を算出した。

■ 結果 ■

Q-factor は光子線の平均エネルギーの低下と共に増加し、その比は Co-60 γ 線 (= 1) < 治療用 6 MV X 線 < Cs-137 γ 線 < 200 kVp X 線 < 30 kVp X 線の順であった。これは、光子線照射により発生した二次電子のエネルギーが小さいほど、エネルギー付与 (電離密度) が集中する直径 $1\mu\text{m}$ 球オーダー以下の体積領域の数が増えることを反映しているためであると考えられる。これより低エネルギーの医療用光子線ほど、平均吸収線量 (Gy) 及び細胞核あたりの DSB 数が増えることが予想される。

■ 結論 ■

本シミュレーション結果より医療で用いる光子線は低エネルギーであるほど生物学的影響が大きくなることが示唆された。

腫瘍細胞の放射線感受性に対するポリリン酸の影響

北海道大学 医学部保健学科

○福良 沙霧

大阪大学大学院 医学系研究科

中野 永

北海道大学 大学院保健科学院

松谷 悠佑

北海道大学 大学院保健科学研究所

堤 香織

■ 背景と目的 ■

ポリリン酸は無機リン酸が数個から数千個結合した高分子であり、バクテリアからほ乳類に至る様々な生物の様々な器官に存在している。ほ乳類においては、ポリリン酸は、骨形成促進や血液凝固誘導、脳の星状グリア細胞の信号伝達を仲介する役割があることなどがわかっているが、その機能の多くは未知な点が多い。一方近年、ポリリン酸が形質細胞や骨髄腫のアポトーシス誘導作用をもつことが報告されている。本研究では、ポリリン酸の腫瘍細胞に対するアポトーシス誘導作用を検討するとともに、放射線感受性への影響を検討した。

■ 実験方法 ■

セミコンフルエントまで培養したヒト肺非小細胞癌由来細胞株 (H 1299) を 1 mM ポリリン酸またはコントロールとして 1 mM リン酸ナトリウムで 24 時間前処理し、6 MV X 線を 10 Gy 照射した。この細胞の放射線感受性を、MTS アッセイとコロニー形成法によって測定した。また、H 2 AX のリン酸化を蛍光免疫染色によって観察することにより、DNA の二本鎖切断数を比較した。

■ 結果と考察 ■

ポリリン酸処理による H 1299 の増殖能への影響はみられず、ポリリン酸単独ではアポトーシスへ関与しないと考えられた。放射線感受性については、MTS アッセイではポリリン酸処理による感受性の違いはほとんど見られなかったが、コロニー形成法ではポリリン酸処理細胞の放射線感受性がコントロールと比較して約 1.3 倍増加した。また、ポリリン酸処理した細胞では、放射線照射後の γ H 2 AX foci が多く観察され、ポリリン酸が DNA 二本鎖切断を促進している可能性が示唆された。

シミュレーションによる放射線誘発バイスタンダー効果の動態解析

北海道大学 医学部保健学科・放射線技術科学専攻

○高瀬 峻研

京都大学 大学院 工学研究科

佐々木恒平

北海道大学 大学院保健科学研究所

伊達 広行

■ はじめに ■

放射線誘発バイスタンダー効果 (RIBE) は、放射線を照射された細胞の近傍にある非照射細胞が反応を示す現象である。照射細胞から非照射細胞への主な情報伝達経路として、隣接する細胞間にあるギャップ結合を通してシグナルを伝えるギャップジャンクション依存性細胞間情報伝達 (GJIC) がある。本研究では RIBE の動態を明らかにするため、GJIC を考慮したシミュレーションによりシグナルの伝達距離及びシグナル通過細胞数を推定した。

■ 方法 ■

GJIC による細胞間シグナル伝達をモンテカルロ法により解析する。10 × 6 mm² の矩形領域に、細胞をコンフルエントに配置し、10 mm 方向の端部 25% の領域を照射領域、残り 75% を非照射領域とする Hu らの実験を模擬するモデルを構築した。シグナル伝達の 1 ステップ距離の大きさを r 、その方向が x 軸 (10 mm の方向) とのなす角を θ とし、 $0 < r \leq 25 \mu\text{m}$ (細胞の直径)、 $-\pi \leq \theta \leq \pi$ とした。シグナル伝達を繰り返し、 $r \cos \theta$ の総和を射影距離、このときシグナルが通過した細胞の数を通過細胞数とした。

■ 結果と考察 ■

シグナルが x 軸方向に 7.5 mm 伝わったときの経路の総和距離は平均 1062 mm、最頻距離 700 mm、シグナル通過細胞数は平均 84985 個、最頻数 60000 個となった。また、Hu らの実験では照射後 10 分で 7.5 mm 離れた領域に RIBE が観測されているため、1 対の細胞間におけるシグナル伝達時間は平均 7.1 msec と推定された。

UNIVERSAL SURVIVAL CURVE を用いた 分割照射放射線治療法の最適化

北海道大学 大学院保健科学院

○菅野 康貴

北海道大学情報基盤センター

水田 正弘 小宮由里子

北海道大学 大学院医学研究科

高尾 聖心 白土 博樹

北海道大学 大学院保健科学研究院

伊達 広行

■ 目的 ■

放射線治療における照射の分割方式には様々あり、最近では、照射技術の高精度化に伴い寡分割照射が注目されている。その際、病巣の特徴に合わせた分割方式の選択が重要な課題となるが、その最適化の検討は十分になされていない。そこで本研究では、主として寡分割照射の分割方式最適化の検討を目的とした。

■ 方法 ■

腫瘍 (Tumor) に対する Organ at risk (OAR) の吸収線量の比を δ と定義した。腫瘍と OAR への放射線効果 ($-\ln$ 生存率) を、線量を媒介変数としてそれぞれ横軸と縦軸で表現する図 (TO plot) を作成した。TO plot の形状から、腫瘍への効果を $-\ln 10^{-5}$ と固定したときに OAR の損傷効果を最小とする一回線量と分割数を導出し、これを最適条件とした。なお、線量に対する放射線効果の記述には、universal survival curve (USC) を用いた。USC は、Linear-Quadratic (LQ) モデルの高線量域をある境界から直線に置き換え、高線量域における効果の過大評価を補正した生存率モデルである。

■ 結果 ■

腫瘍と OAR の α/β 値をそれぞれ 10 と 2 と仮定し USC の境界線量を 6 Gy とした例にて TO plot による解析を行った結果、 $\delta=0.2$ を境界として、 $\delta>0.2$ のとき過分割照射が、 $\delta<0.2$ のとき寡分割照射の方がよいという結果が得られた。また、 $\delta>0.2$ では無限回の分割が理想であったのに対し、 $\delta<0.2$ においては、一回照射ではない数回の最適寡分割数が導出された。例えば、 $\delta=0.1$ のとき 8.78 回分割 (7.6 Gy/fr) が最適条件となった。

■ 結論 ■

USC を用いて作成した TO plot の解析により、 δ の値に応じた分割条件を示すことができた。また、寡分割照射の方がよい条件において、数回の最適分割数や一回線量の最適値が導出された。

様々な細胞株に対する Non-Lethal Probability 細胞生存率モデルの応用

北海道大学 医学部保健学科 放射線技術科学専攻

川崎 智博

北海道大学 大学院保健科学院

松谷 悠佑

北海道大学 大学院保健科学研究院

伊達 広行

■ 背景と目的 ■

細胞に放射線が照射されると、細胞核内に複数の損傷が生じる。細胞は損傷に対して修復機構を有する一方、損傷の中には修復されずに比較的長く残存するものがある。我々はこれまで、このような損傷において、潜在的に細胞を死に至らせる可能性のあるものを Potentially Lethal Lesion (PLL) と仮定し、この PLL 数に応じた確率で細胞致死率を表現する Non-Lethal Probability (NLP) モデルを考案し検討を重ねてきた。本研究では、先行研究とは異なる複数種の細胞株に対してもモデルを適用し、適合性を調べたので報告する。

■ 方法 ■

文献から得られたマウス線維芽細胞の細胞生存率データ (Richard CM et al. 1999, J. Radiat Res) など異なる 8 種類を用いて NLP モデルの式中のパラメータを求めた。パラメータが制約条件を有すること、式が非線形であることをふまえ、自作のモンテカルロ法を用いたプログラムを用いてカーブフィッティングを行い、パラメータを決定した。また、統計的指標 AIC (Akaike's Information Criterion) を用いてモデル選択の妥当性を評価した。

■ 結果と考察 ■

フィッティングアルゴリズムによって決定した NLP モデルのパラメータが、細胞生存率データとよく一致することを確認した。Linear-Quadratic (LQ) モデルに対する AIC との比較により、線量に関するデータ点が多い場合に NLP モデルが良好な結果を与えることが示唆された。細胞の損傷に対する修復効果の時間依存性を考慮したパラメータの検証がさらに必要であると考えられる。

回転強度変調放射線治療 (VMAT) における 至適架台回転角度についての検討

市立旭川病院 中央放射線科

○畑中 康裕 石澤 博 有路 智行 西館 文博

■ 目的 ■

当院では平成 24 年より、回転強度変調放射線治療(以下 VMAT)を開始した。開始当初は、回転開始角 180.1 度・終了角 179.9 度の 360 度照射を基本としていたが、終了角付近でのエラーを検出していた。今回我々は、その原因を究明するとともに、最適な架台回転角度について検討したので報告する。使用機器医療用直線加速器 Clinac iX (バリアン社) 放射線治療計画装置 ECLIPSE V 8.9 (バリアン社) 3 次元線量測定装置 DELTA 4 (SCANDIDOS 社) Dynalog Viewer V 7.0.1.17 (バリアン社) 方法前立腺 VMAT の臨床治療計画 5 例に対して、DELTA 4 による検証計画を作成した。このとき、開始角 180.1°～終了角 179.9°から 0.1 間隔で 181°～179°までの 10 プランについて、それぞれ DELTA 4 による線量評価、 γ 解析、MLC 解析並びに Dynalog 解析を行い検討した。

■ 結果 ■

全ての臨床例で開始角～終了角 180.1°～179.9°と 180.2°～179.8°の 2 プランで終了角近傍で DELTA 4 の MLC 解析でエラーを検出したが、他の項目では大きな差は無かった。

■ 考察 ■

VMAT では、架台停止時に 0.2°程度オーバーランするため、終了角の照射野から開始角の照射野へ移動する現象がエラーの原因と考えられる。そのため、開始角と終了角の間隔が 0.3°以上必要であると考えられた。