11-047 救急における体幹部 CT 撮影条件の検討

○杉岡 崇、白神 登、守屋 隆史、加戸 秀輝、福永 正明、山本 浩之
倉敷中央病院放射線センター

【背景および目的】救急における CT 検査では、被検者が静止困難であることが多い。この場合､大きいピッチファクター（PF）や、短い rotation time での撮影は時間分解能を高めるため有用であると考えられる。従来は線量不足でノイズが多くなるため、成人において使用が難しかった。逐次近似応用再構成法により、少ない X 線量で従来と同等の SD を保ったままの検査が可能となり、成人においても、大きい PF や、短い rotation time での検査が容易に行えるようになった。ただ大きい PF や、短い rotation time を使用することは画質の劣化を懸念させる。今回 PF、rotation time による画質の変化を把握するために検討を行った。

【使用装置】
CT 装置：Toshiba 社製　Aquilion 64CXL
ファントム：CATPHAN 504

【方法】ガントリ中心にて異なる PF、rotation time で同一 SD となるように CATPHAN 504 を撮影し、低コントラスト評価用部分の径 15 ㎜、コントラスト比 1% のモジュールで CNR、均一性評価用部分で NPS、微小球体法により設定スライス厚 1 ㎜での体軸方向の MTF を求めた。また高コントラスト分解能評価用部分の画像（FOV360 ㎜）を 2 値化し、視覚的に高コントラスト分解能について評価を行った。ガントリ中心から 6 ㎝ファントムをずらし、同様に CNR、NPS、体軸方向の MTF、高コントラスト分解能について評価を行った。CNR、NPS、体軸方向の MTF は日本放射線技術学会監修『標準 X 線 CT 画像計測』を参考にして求めた。

【撮影条件】
管電圧：120kV、管電流：130 mA ～350 mA（5 ㎜画像で SD5.0）、再構成関数：FC13 AIDR-3Dstandard、焦点サイズ：small、PF-rotationtime：0.83-0.5s（通常の条件）1.48-0.5s 1.48-0.375s、設定スライス厚 5 ㎜（体軸方向の MTF 計測時は 1 ㎜）

【結果】PF0.83-0.5s に比べ、PF1.48-0.5s PF1.48-0.375s において CNR がそれぞれ 6% と 9% 低下した。PF1.48 同士では有意差は見られなかった。（図1）
撮影条件の変化によって、NPS、体軸方向の MTF、高コントラスト分解能に大きな変化はみられなかった。（図2）（図3）（図4）

【考察】PF1.48 における CNR 低下の原因は PF を大きくしたことによるヘリカルアーチファクトの増加ではないかと考える。今回の検討において rotation time による画質の変化は認めなかった。今回認めた CNR 低下は静止困難な被検者に対しては臨床上許容範囲ではないかと考える。

【結語】静止困難な被検者に対し、PF rotation time を変更し、時間分解能を高くすることは臨床上有用と考える。

【参考文献】
日本放射線技術学会　『標準　X 線 CT 画像計測』
2009.9.20. オーム社

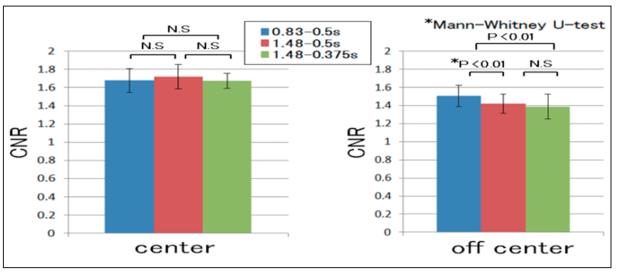


図1　CNR 結果

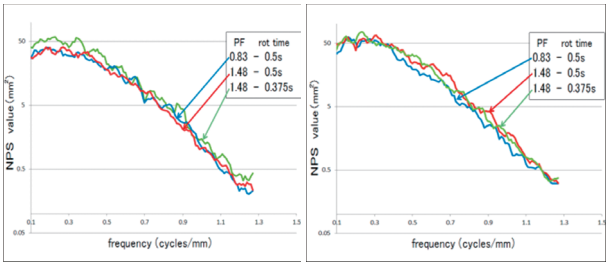


図2　NPS 結果（左 center 右 off center）

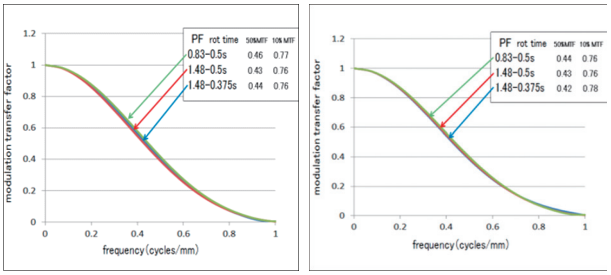


図3　体軸方向の MTF（左 center 右 off center）

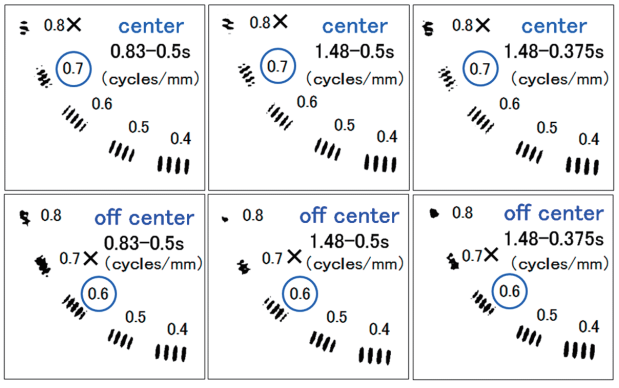


図4　高コントラスト分解能評価

11-048 Volume Helical Shuttle 検査における基礎的検討

○村上 奈津紀[1)]、西山 徳深[1)2)]、摺河 健文[1)]、高本 誠司[1)]、中川 潤一[1)]、長谷川 大輔[1)]、小林 有基[1)]、竹田 芳弘[2)]

1）社会福祉法人恩賜財団 岡山済生会総合病院、
2）岡山大学大学院 医学部保健学研究科 放射線技術学専攻

【背景】Volume Helical Shuttle 検査とは、500 slice 4D Wide Volume Image の取得が可能な検査です。寝台を高速で往復させることで、多時相の情報を得ることができます。さらに、通常のヘリカル撮影では画像化することができなかった、ピッチ変動時の領域を画像化することができます。

Volume Helical Shuttle 撮影は、血流評価や腫瘍濃染の評価に用いられます。CT 造影検査の血流評価において Volume Helical Shuttle 撮影は、寝台移動距離が短くできるため、撮影が短縮し被曝線量も低減します。しかし、データ収集時に寝台移動速度が変化するために画質評価が必要です。

【目的】Volume Helical Shuttle 撮影データ収集時の寝台移動速度変化による画質変動の有無を評価します。撮影加速時、減速時、中間一定速度撮影時における画質の基礎的検討を行います。

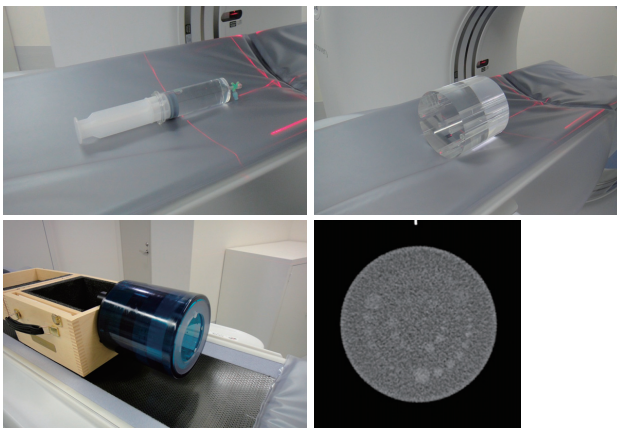
【方法】CT 装置は GE Medical System 社製 Light Speed Discovery CT750 HD を用い、解析ソフトは ImageJ、Excel を用いました。

MTF は自作のワイヤーファントムを用いて評価しました。中間一定速度撮影時は三ヶ所、撮影加速時、減速時においてはそれぞれ六ヶ所で測定を行い、Standard 関数、Bone 関数を用いました。

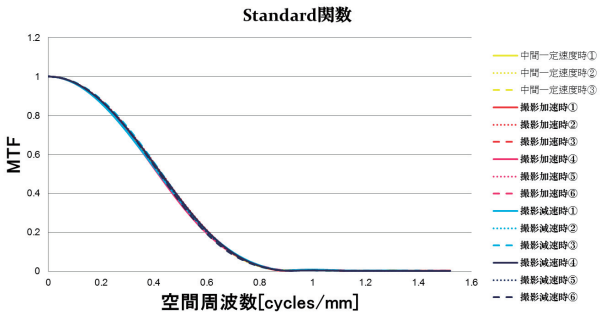
NPS は CTDI ファントムを用いて評価しました。中間一定速度撮影時は一ヶ所、撮影加速時、減速時においてはそれぞれ三ヶ所で測定を行いました。

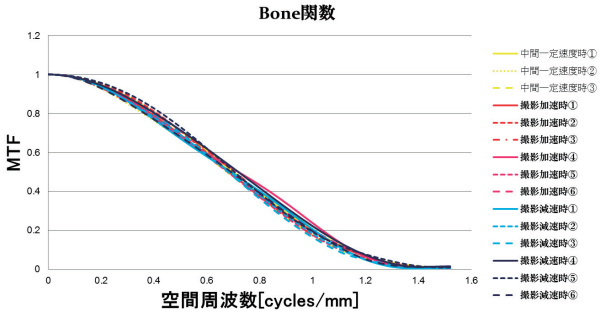
CNR はキャットファントムを用いて評価しました。CTP515、低コントラストモジュールのコントラストレベル 1.0%、ターゲット直径 15.0 ㎜を用いました。

各ファントムの撮影条件は、ローテーションタイム 0.5sec、ピッチ 0.984、電圧 120KV、SD 5、FOV 5 と一定にしました。



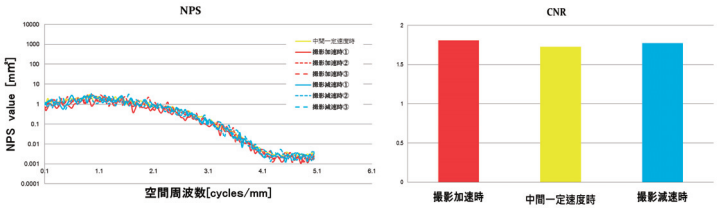
【結果】MTF は Standaed 関数、Bone 関数を用いた場合、共に変化は見られませんでした。





NPS は、撮影速度が変化しても変化は見られませんでした。

また、CNR も、撮影速度が変化しても変化は見られませんでした。



11-049 自動管電圧設定機構による管電圧変化とCNRについての検討

○森光 祐介、赤木 憲明、松浦 龍太郎、三村 誠一、稲村 圭司
岡山大学病院 医療技術部 放射線部門

【背景】Siemens社製CT装置の被ばく低減技術「CARE kV」は、被写体の大きさや撮影部位・目的に応じて管電圧を最適化することにより、CNR（Contrast Noise Ratio）を最適化し、被ばく低減する技術である。しかし、CARE kVの動作特性に関してはこれまで詳細な報告がされていない。

【目的】本研究の目的は、CARE kVの臨床利用に向けて、この動作特性を把握することとする。

【方法】CARE kVはCT-AECと組み合わせて使用するため、基準患者に適用するQuality ref.mAsに加え、ref.kVを設定する（図1）。今回の設定条件は成人用ではQuality ref.mAs200、ref.kV120、小児用ではQuality ref.mAs150、ref.kV120に設定する。Siemens社製CT装置SOMATOM Definition Flashを用いて以下の検討を行う。検討①CTDIファントムの外側4カ所に稀釈造影剤を挿入したものを使用する。CARE kVの線量最適化ダイアログボックスのスライダーのCTA、造影実質相、整形領域、非造影の検査タイプの各位置での管電圧、CTDIvol、CNRを評価する。検討②楕円錐ファントムを用いてファントム厚と管電圧の関係、そのときのeff.mAs、CTDIvolを評価する。

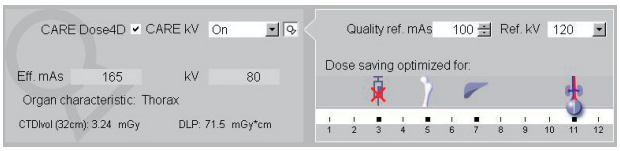


図1　CARE kV設定例

【結果】図2に検討①成人用の条件設定での結果を示す。

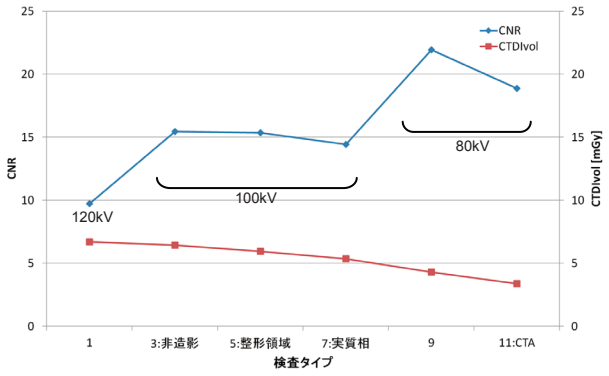


図2　検査タイプ変更時の動作

検査タイプが1から11：CTAへ移行するに従い管電圧は低管電圧が選択され、それに伴いCNRが向上した。CTDIvolは徐々に低下を示した。小児用の撮影条件についても同様の傾向が確認された。

図3に検討②小児用の条件設定での結果を示す。

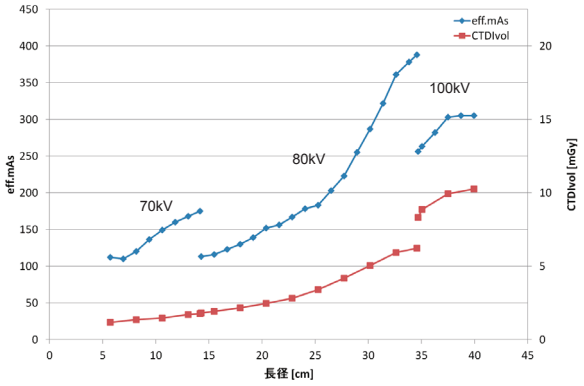


図3　ファントム厚変化時の動作

ファントム厚が徐々に厚くなるに従い管電圧は高管電圧が選択され、さらにeff.mAs、CTDIvolは徐々に上昇した。さらに管電圧の選択のされ方について検討を行ったところ各検査タイプ毎にCTDIvolが最も低くなる条件の管電圧が自動で選択されていることが示された（図4）。今回の撮影条件では120kV一定の場合と比べて、検査タイプ12においてCTDIvolが約55％低減された。

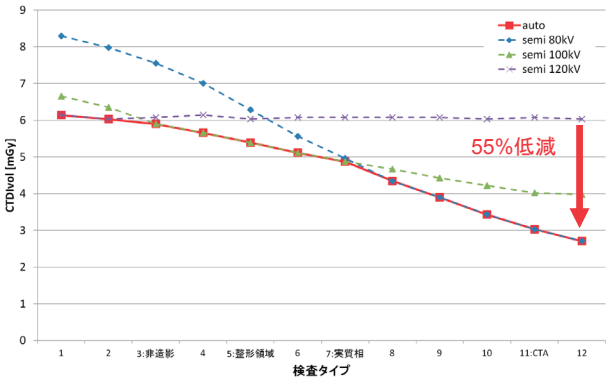


図4　自動管電圧選択の傾向

【考察】低管電圧を選択することによりCTDIvolが低下してノイズは増加するがコントラストは向上した。このように低管電圧を使用してCNRを向上することで病変検出能を維持させ、被ばく低減を行うことは有用である。本検討では特に造影検査においてCTDIvolが約55％低減されており、成人のみならず放射線感受性の高い小児に対して有用性が示唆された。CARE kVを利用することで被ばくの低減や造影検査に関しては使用する造影剤量の減量が期待できる。

11-050 当院での2機種間でのCT値の比較

○澤田 徹也、酒匂 敏雄、岸本 淳一、松崎 芳宏、山根 武史
鳥取大学医学部附属病院放射線部

【目的】当院では平成24年3月にGE社製の装置が導入された。これにより当院では東芝社製2台、GE社製1台となり異なる装置の運用となった。よって臨床画像を同程度の画質で提供できるように努めていた。しかし、その中で運用初期からあげられていたのが造影効果の違いであった。そこで2機種間での造影効果の違いを比較し検討した。

【方法1】

実効エネルギーの測定

医療被ばく測定テキスト(日本放射線技術学会)に従い、2機種の120kVでの実効エネルギーの測定を行い比較した。

【方法2】

CT値の測定

試料は造影剤を150倍希釈、100倍希釈、80倍希釈、50倍希釈、40倍希釈、30倍希釈で作成した(試料1, 2, 3, 4, 5, 6とする)。測定は自作ファントムを用いて行った。CT値は5画像で計測し(試料内でROI直径8㎜)、2機種間の平均値を試料のCT値とした。統計的解析にはt検定を用いた。

【結果1】測定した結果Aquilionでは Al半価層は6.5㎜Alとなり、Discoveryでは8.6㎜Alとなった。Discoveryの方がAquilionよりもAl半価層が大きくなった(Fig.1)。また半価層を代入することにより、実効エネルギーを求めることができる(Fig.2)。求めた結果、Aquilionは47.5keVとなり、Discoveryは56.6keVとなった。

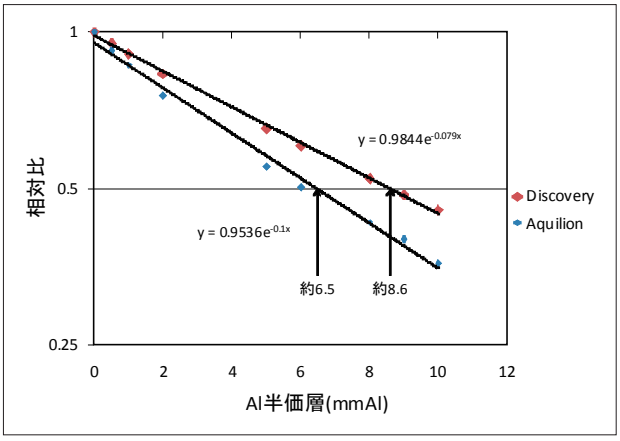


Fig.1 Al吸収法による減弱曲線

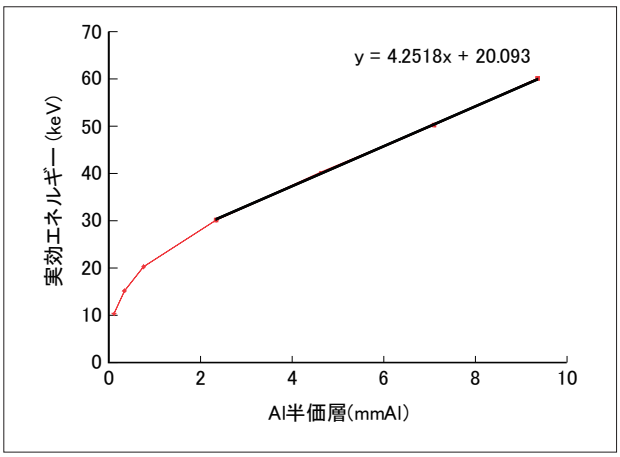


Fig.2 半価層と実効エネルギーの関係

【結果2】自作ファントムで測定したCT値を比較した。t検定を用いて比較した結果、試料1以外ではAquilionの方が高く有意な差が得られた(Fig.3)。

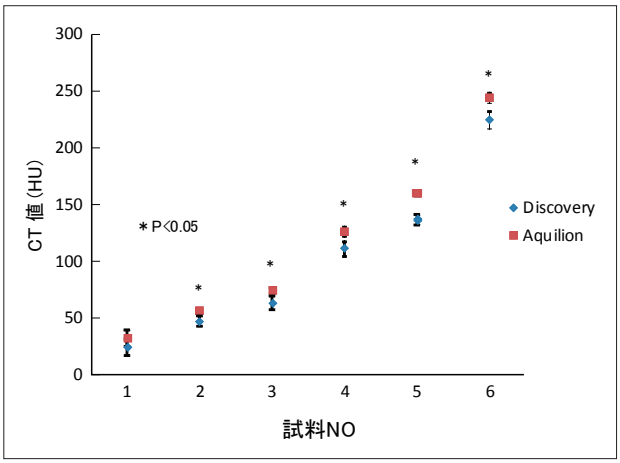


Fig.3 CT値の比較

【考察】DiscoveryではAquilionと比較して実効エネルギーが高いためCT値の低下がおこり、同一患者において造影効果に違いが出たと考えられる。2機種間でCT値を同程度にあわせるとするとDiscoveryでは、造影効果をあげる必要がある。それには、低管電圧の使用や造影剤の注入量の増量などが考えられるが、今後の検討課題である。

【参考文献】

医用放射線技術実験基礎編(第3版)
医療被ばく測定テキスト(日本放射線技術学会)

11-051 異なるCT装置による肺野の画質の検討

○沖田 隆紀、赤木 憲明、松浦 龍太郎、森光 祐介、村崎 晶洋、三村 誠一、稲村 圭司
岡山大学病院

【背景】岡山大学病院では、本年4月よりGE社のCT750HDが装置の更新に伴い導入された。これまで、当院では関連施設を含め東芝社製のCTを長年使用してきた。経過観察の画像においては、従来の画像と見比べ違和感のない画像を出す必要が生じてきた。

【目的】異なるCT装置において出力画像を同等にするための再構成関数など、撮影パラメータの検討を行った。また、Discovery CT 750HDでは高分解モードやASiRなど新しい技術のプロトコル組み入れの検討も行った。

【方法】普段、臨床で使用している撮影条件にてファントムを撮影し、仮想スリット法によりMTFを求める。再構成関数の違い・高分解モードでの撮影による、それぞれの画像のMTFを比較する。Discovery CT 750HDにて胸部ファントムを従来の線量より低線量で撮影し、ASiRを入れた画像との比較を行い、被ばく低減効果を検証する。

【使用機器】

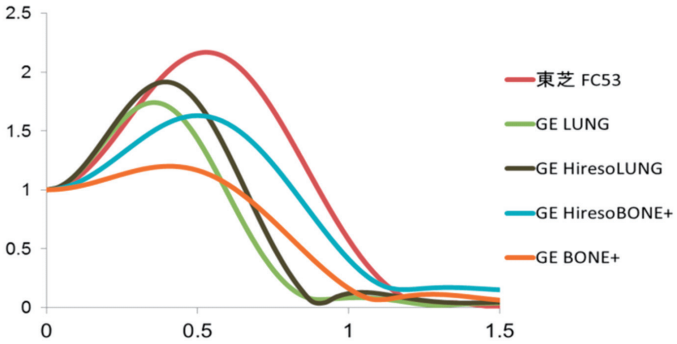
Aqoilion 64（東芝メディカルシステムズ株式会社）
Discovery CT 750HD（GEヘルスケア・ジャパン株式会社）
Catphan CTファントム（The Phantom Laboratory社）
N-1 LUNGMAN（京都科学製株式会社）

【撮影条件】

- Aquilion 64
  管電圧：120kV
  管電流：300mA
  FOV：320（M）
  撮影スライス厚：1㎜
  スキャン速度：0.5
  CTDIvol：16.7mGy

- Discovery CT 750HD
  管電圧：120kV
  管電流：AEC（250～600mA）
  Noise Index：9.5
  FOV：320（Medium Body）
  撮影スライス厚：0.5㎜
  スキャン速度：0.5
  CTDIvol：21.5mGy

【結果①：MTF】



東芝社のFC53関数とGE社のLUNG・BONE＋関数で比較をした。低周波数領域ではLUNG関数が、高周波数領域ではBONE＋関数が東芝社の関数と近い値を示した。高分解モードを使用すると、より近い値を示した。

【結果②：ASiR】通常条件肺野画像と、通常条件でのCTDIvolから10%、30%、50%CTDIvolを減らした画像と、それらにそれぞれASiRを10%、30%、50%かけた画像とを比較した。10%変化画像では、あまり画像に変化は見られなかった。30%変化画像ではASiRを入れる前と入れた後では辺縁部の描出に改善が見られた。50%変化画像では30%変化画像以上の辺縁部の描出の改善が見られた。

【考察】異なるCT装置間では出力画像を全く同等とすることは困難であった。しかし、MTFを測定し、比較することにより、より近い再構成関数の検討をすることができた。

ASiRを用いることにより、被ばくを低減させる可能性も示唆された。

【まとめ】本研究では装置更新に伴う撮影プロトコル作成プロセスの一例について紹介した。

CT装置の技術の進歩は著しく、装置更新に伴いしばしば出力画像に違いが生じることがある。従来画像との画質を考慮しつつ、いかに新しい技術をバランスよく取り入れられるかが重要である。

11-052 動物用 PET/CT 装置を用いたマウス肺野 X 線 CT 撮影条件の最適化

○狩野 司[1)]、久保 均[2)]、大谷 環樹[3)]、大塚 秀樹[2)]
1）徳島大学医学部保健学科放射線技術科学専攻、
2）徳島大学院ヘルスバイオサイエンス研究部画像情報医学分野、
3）徳島大学大学院保健科学教育部医用情報科学領域

【背景】マウスで肺に直接移植する肺腫瘍モデルを作成する場合、皮下移植に比して観察可能期間が短くなってしまうため、治療効果の判定などを行う場合は超早期（1 ㎜程度）の段階で腫瘍が生着したことを評価できなければならない。本学の動物用 CT 装置はコーンビーム CT であり、CCD カメラの分割数を設定する binning（Bin）と、画像再構成時のデータ量を選択する down sampling（DS）というパラメータがあり、これらを変更することで空間分解能や SN 比を調節できる。

【目的】本学に導入された小動物用 PET/CT 装置における、X 線 CT の肺野内微細構造撮影に最適な撮影条件の探索を行った。

【方法】撮影方式、Bin 数、DS 数および呼吸同期の有無の組み合わせを条件項目とし、肺野内において最も影響が大きいと考えられる横隔膜および中枢側の肺血管でのモーションアーチファクトを評価した。X 線 CT は PET 収集の前に行い、RI が集積するまでの時間に撮影を行うため、撮影時間は 15 分未満とした。撮影方法は以下の 6 通りとした。①～③は step and shoot モード（SS）で行い、①は Bin2、呼吸同期無し、②は Bin4、呼吸同期無し、③は Bin4、呼吸同期有とした。④～⑥は continuous rotation モード（CR）で行い、他は SS と同じとした。横隔膜の評価方法は円形 ROI を用いて肺野部分と実質部分の平均を算出後、横隔膜に直行するように profile curve を設定し、肺野部分から実質部分までを直線近似をしてその傾きを求めた。この傾きが大きいほうが横隔膜付近が静止した画像であるといえる。中枢側の肺血管では中枢側の肺血管と、その同画像上にある呼吸同期用のチューブに直行するように profile curve を作成し、それぞれの半値幅（FWHM）を測定、その比（肺血管の FWHM/チューブの FWHM）を求めた。この比が小さいほうが中枢側の動きの影響が小さい画像であるといえる。

【結果・考察】全ての撮影条件は、最大時間としていた 15 分以内に収まった。視覚的には DS または Bin を大きくすると画像のボケが大きくなっていた。また、呼吸同期をかけると横隔膜のボケが小さくなることが観察できた。

Fig.1 に横隔膜部分の傾きをグラフに示した。横隔膜において、全ての条件で SS の方が CR よりも傾きが大きかった。したがって微細構造を観察する場合は

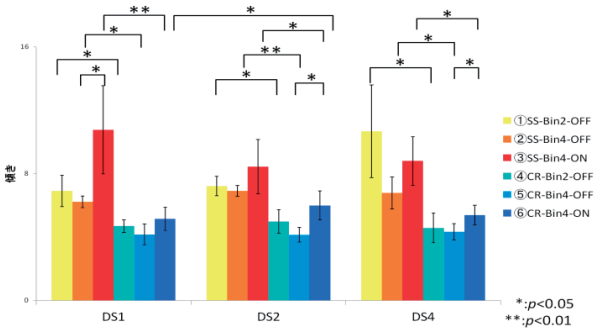


Fig1　横隔膜の傾き

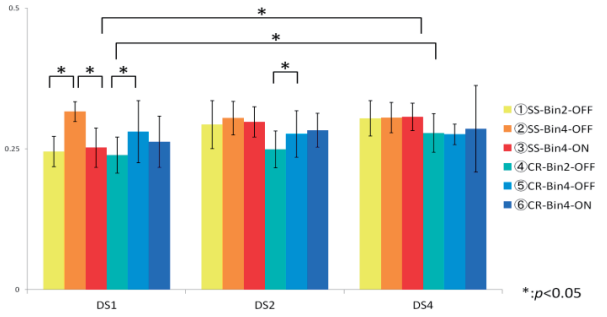


Fig2　肺血管とチューブの半値幅の比

SS の方が適していると考えられた。SS では、DS2 や 4 に比して DS1 で傾きが大きかったことから呼吸同期の効果があったと考えられた。以上から、横隔膜付近に関しては SS、Bin4、呼吸同期あり、DS1 が適していると考えられた。

Fig.2 に肺血管とチューブの半値幅の比を示した。肺血管においては、撮影条件ごとの SS と CR の比較では違いは見られなかったことから、中枢側では撮影方式による違いはないと考えられた。しかし、SS 内でのみ DS1 で呼吸同期の有無で差があり、さらに DS1 と DS4 でも差があったことから、SS では DS 数が小さいときに呼吸同期の効果があると考えられた。SS では DS1 において、Bin2 の呼吸同期なしと Bin4 の呼吸同期ありでほぼ同じ結果となった。したがって SS、DS1 では微細構造の観察には呼吸同期の有無と Bin 数は同等の影響を与えると考えられた。したがって、肺血管に関しては Bin2、呼吸同期無し、DS1 もしくは SS、Bin4、呼吸同期あり、DS1 が適していると考えられた。

【まとめ】横隔膜付近と血管の結果を考慮すると、SS、Bin4、呼吸同期あり、DS1 の組み合わせが、肺野内微細構造を描出するに最適な条件であると考えられた。