

X線CT装置の被ばく線量を適正化する為の画質評価

金ケ崎町国民健康保険 金ケ崎診療所 ○佐々木 清光(Sasaki Kiyomitsu)

【はじめに】

昨年の東北放射線医療技術学会で発表した内容になるが、胸部ルーチン撮影プロトコルの縦郭条件でノイズが目立つため、線量設定の自動露出機構 (automatic exposure control: AEC) の設定SD (standard deviation) をSD7から6に変更した。画質評価の物理評価として、水ファントムを撮影し、ノイズ特性をSDで評価しSD値の低下を認めたので、プロトコル変更とした。しかし、逐次近似応用再構成の場合、SD値による評価だけでは、周波数成分を評価できていない為、ノイズ特性の評価が不十分である。

【目的】

今回、追加の物理評価と視覚評価を実施しプロトコル変更後の画質と被ばく線量が適正範囲かを検討する。

【使用機器・撮影条件】

- ・X線CT装置 Alexion (Canon社製)
- ・使用ファントム CatphanCTP700 (TOYO MEDIC社)

【測定方法】

- 物理評価 解析ソフトウェア:CT measure Basic ver.097b2
- ・NPS測定手順 (Fig.1に示す)
 - 1.Radial frequency法でROI内のノイズを解析
 - 2.前後5sliceのデータを解析し、平均化
- ・CNR測定手順 (Fig.2に示す)

- 1.評価対象 Supra-slice 1%Φ15.0 mmロッドを使用
- 2.ROI_M ロッドのCT値測定
- 3.ROI_{BG} ロッド周囲BGのSD値測定
- 4.SD_{BG} ロッド周囲BGのSD値測定
- 5.算出式: $CNR = (ROI_M - ROI_{BG}) / SD_{BG}$

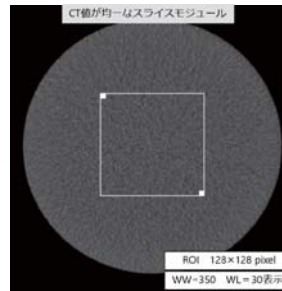


Fig.1 NPS測定

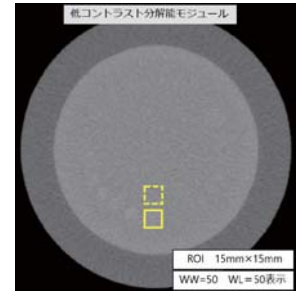


Fig.2 CNR測定

●視覚評価 ROC解析ソフトウェア:ROC Analyzer

・測定項目 ROC曲線

- 1.ROC Viewer: 画像内のロッド信号の有無を点数化 (0~1.0でScale-up)
- 2.ROC Analyzer: JSRT MRMC法を使用し、ROC解析及びAUC値を算出

・視覚評価の観察環境

観察者は2名 (内科医、胸部CTの読影歴10年以上)、観察モニタは、2Mモニタ1面で観察。ウィンドウレベル、ウィンドウ幅は固定 (WW=350、WL=30) とする。練習用画像で評価方法を練習後、測定用画像を観察し、評価を行う。

・試料画像作成方法 (Fig.3に示す)

1%コントラスト試料の長径が異なる5種類のロッド

Table 1 撮影条件

管電圧 [kV]	AEC 設定SD	Sure IQ (Volume EC)	再構成 スライス厚 [mm]	再構成関数・処理
120	SD :7	FC13 Standard (DR75%)	5 mm	FC13 AIDR 3D Standard
120	SD :6	FC13 Standard (DR75%)	5 mm	FC13 AIDR 3D Standard

Table 2 測定内容

測定項目	測定方法	評価方法	評価結果
ノイズ特性	均一ファントム測定	NPS	測定分布
低コントラスト分解能	低コントラスト分解能ファントム測定	CNR	測定値

測定項目	測定方法	評価方法	評価結果
ROC曲線	低コントラスト分解能モジュールを評価	連続確信度法	AUC値

ROI、周囲のBG領域を15 mmの正方形ROIで切り出し、1つの撮影条件で10枚の試料画像を作成。

・評価方法

画像内にロッド信号が無いと思う場合はFalse、ロッド信号があると考える場合はTrueに設定。練習用としてWW=150、WL=30の画像を観察し、ROC Viewerを用いて評価点数の付け方を練習後、作成した試料画像を評価。

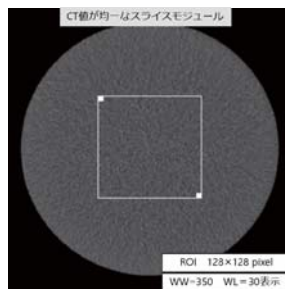


Fig.3 試料画像作成方法

【結果】

・物理評価結果

NPSは、低周波領域でSD6のノイズ量が小さい結果となる (Fig.4に示す)

CNRは、SD7でCNR=1.46、SD6でCNR=1.54である

・視覚評価結果 (Fig.5に示す)

SD7 AUC=0.531±0.156 (Dr1:AUC=0.641、Dr2:AUC=0.420)

SD6 AUC=0.537±0.255 (Dr1:AUC=0.717、Dr2:AUC=0.356)

物理評価については、NPSが空間周波数0.05～0.45付近までノイズが減少。CNRは、0.09上昇。視覚評価については、平均AUC値が0.006上昇。

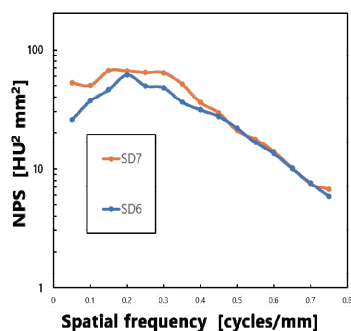


Fig.4 物理評価 NPS

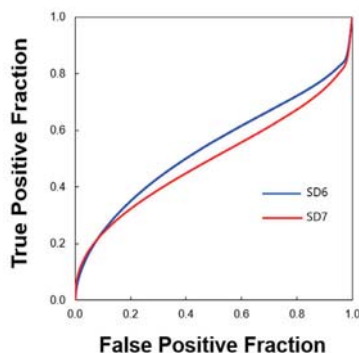


Fig.5 視覚評価ROC曲線

物理評価、視覚評価とも画質が改善の結果を示した。

【考察】

1.DRLs2020と比較した、胸部1相のCTDI_{vol}の分布をFig.6に示す。

SD6に変更したことで、中央値のCTDI_{vol}は0.9 mGy増加したが、増加率としても7%の上昇に留まっており、DRLsを超過しておらず、許容範囲内の被ばく線量と考える。

2.NPS、CNRが改善したことで画質の改善に繋がった。多少、被ばく線量は増加したが、DRLs2020の許容範囲内であり適正な線量を保つことができた。しかし、物理評価に関してはスキャン回数不足でデータに誤差を生じた可能性があったと考える。ROC解析については、観察者の少なさ、トレーニング画像の試料不足でデータに誤差を生じた可能性が高かった。試料作製での入念な画像データの作成が必要だったかと考える。

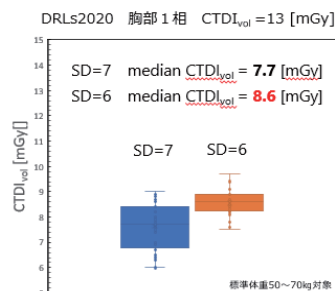


Fig.6 DRLs2020との比較

【結論】

プロトコル変更後の撮影条件、設定SD6への変更は、画質と被ばく線量の観点からも適正であると言える。

【参考文献】

- 1) Ichikawa K, CT measure, <http://www.jsct-tech.org/>, 2012-2014.
- 2) Ichikawa K, CT measure, Japanese society of CT technology, Kasumi, Minami-Ku, Hiroshima, JPN, <http://www.jsct-tech.org/>, 2012-2014.
- 3) Shiraishi J, Fukuoka D, Hara T, Abe H: Basic concepts and development of an all-purpose computer interface for ROC/FROC observer study. Radio Phys Technol 2013; 6(1):35-41
- 4) 細田隆太郎: 急性期脳梗塞における低線量撮影用ノイズ低減フィルタを用いた検出能評価 島根県中病誌46 P19-22