

主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：

野津 和仁

専攻分野：放射線医学

コース：

指導教授：中島 康雄

主論文の題目：

320列冠動脈 CTA 検査における狭窄病変の視覚的・定量的
評価：冠動脈ファントムによる逐次近似再構成法の影響

共著者：小林 泰之、大出 創、小川 泰良、力石 耕介、
立石 貴代子、小川 普久、米山 喜平、中島 康雄

緒言

近年、逐次近似再構成 (Iterative Reconstruction : IR)等の様々な被ばく低減技術を用いることにより冠動脈 Computed Tomography Angiography (CTA)の被ばく線量の大幅な低減が可能となった。しかし、IR ではプラスチック様の画像が生じることが指摘されている。IR によるノイズ低減効果と冠動脈ファントムによる画質評価を撮影管電流別に視覚的・定量的に検討した報告は過去に認められない。今回、冠動脈狭窄ファントムを用いて320列CTによる冠動脈CTAにおけるIRの影響を検討した。

方法・対象

静止心臓ファントムとアクリル製冠動脈狭窄ファントム(狭窄率 25%部, 50%部, 75%部)を用いて管電圧 120kV, 管電流 25-290mA に設定し 320列 CT を用い ECG-gated volume scan を行なった。再構成関数 FC13(軟部組織用) /FC50 (ステント用) と画像再構成法としてフィルタ補正逆投影 (Filtered Back Projection : FBP) と IR を用い画像ノイズの検討、狭窄部の視覚的・定量的評価を行なった。ノイズの指標として CT 値の Standard Deviation(SD)を採用した。心臓ファントムの中心部で CT 値を測定し、視覚的評価は Image Quality Score(IQS)を用いた。狭窄部の定量的評価は自動計測ソフトを用いて測定し、FBP 群と IR 群とで比較検討した。統計解析は、JMP(SAS Institute, Cary, NC, USA)を用いた。統計学的有意差は $p < 0.05$ とした。

結果

ノイズ測定では FBP 群と比較して IR 群では SD は有意に低下した ($p < 0.001$)。また、管電流を低下させることにより SD は有意に増加した ($p < 0.001$)。低管電流群 (25-60mA) と高管電流群 (80-290mA) の二群の比較では、FC13、FC50 ともに高管電流群に比較して低管電流群の方が SD の改善率が有意に高かった ($p < 0.001$, $p = 0.04$)。

視覚的評価では、FBP で SD が FC13 では 71.0HU 以下、FC50 では 131.8HU 以下であれば IR を使用することにより診断可能なレベルまで IQS の向上を認めた。いずれの再構成関数を用いた場合においても Adaptive Iterative Dose Reduction 3-dimensional Algorithm (AIDR 3D) のレベルが強いほど IQS は有意に改善した ($p < 0.001$, $p < 0.001$)。

定量的評価では、すべての管電流撮影群における狭窄率 0%部 (4mm) の実測値と計測値の誤差は FBP 群と比較し IR 群において有意に減少した ($p < 0.001$)。いずれの再構成関数を用いた場合においても、FBP と比較して AIDR 3D レベルを強くすると誤差が減少傾向にあり、FC13 では、

MILD 群/STANDARD 群/STRONG 群において有意に誤差が減少し ($p=0.022$, $p=0.006$, $p<0.001$)、FC50 では、STRONG 群において有意に誤差が減少した ($p=0.026$)

低管電流群 (25-60mA) と高管電流群 (管電流 80-290mA) における狭窄率 0%部 (4mm) での AIDR 3D による計測値の改善率 (%) では FC13 においては低管電流群の方が高管電流群に比較して改善率が有意に高かった ($p<0.001$)。

考察

今回の検討において、画像ノイズ測定の結果、IR を使用することにより有意にノイズの低下を認め、低被ばく冠動脈 CTA の可能性を示唆するものである。

視覚的評価の結果、FBP と比較して IR を用いる事により有意に画質が改善した。過去の報告では、IR ではプラスチック様の画像を生じることが指摘されており、画質が低下する可能性が危惧されていた。我々が再構成した画像においても、最も強度の高い IR では同様のプラスチック様の画像を若干認めたが、IQS の有意な低下は認められず、診断能に影響する程の画質の低下は認められなかった。

ファントム径の定量評価の結果、FBP と比較して IR を用いる事により計測値と実測値の誤差が有意に低下した。また、IR レベルを強くすると計測値が有意に実測値に近くなることが示された。我々の検討でもノイズは定量性を悪化させる事が示されており、被ばく線量を低減させることと定量化の正確性を向上させることは相反する事項と考えられた。しかし、IR の登場により両者を満足可能な冠動脈 CTA の撮影が可能となったと考える。

我々の検討の限界は、心拍による動的アーチファクトの影響を排除するために静止状態で検討したことである。このため、今後は動態ファントム、臨床例、100kV や 80kV といった低線量撮影、真の IR 法を用いた

検討が必要と考える。

結論

IR により大幅なノイズ低減が可能で、視覚的評価における画質、及び、定量的評価における正確性が有意に改善した。