

氏名	重里 寛
(ふりがな)	(じゅうり ひろし)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	甲 第 号
学位審査年月日	平成25年7月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文 題名	Low-Dose Computed Tomographic Urography Using Adaptive Iterative Dose Reduction 3-Dimensional: Comparison With Routine-Dose Computed Tomography With Filtered Back Projection (逐次近似法 AIDR 3D を用いた低線量 CT ウログラ フィー: FBP を用いた通常線量 CT との比較)
論文審査委員	(主) 教授 大 道 正 英 教授 高 須 朗 教授 窪 田 隆 裕

学位論文内容の要旨

《背景と目的》

CT ウログラフィー検査 (CTU) は、従来の排泄性尿路造影検査 (Excretory Urography:EU) に比べて感度・特異度ともに良好で、尿路系の精査に必要な検査である。しかし、EU に比べて被曝線量が多いことが大きな問題点の一つであり、被曝低減が課題となっている。従来の技術では被曝線量を下げるとノイズが多くなるという問題点が指摘されてきたが、近年、低線量で撮像した画像を、逐次近似再構成法を用いることで画質を向上させ、被曝線量の低減につなげる報告が散見されている。今回、逐次近似再構成法の一つである Adaptive iterative dose reduction 3D (AIDR 3D) を用いた低線量撮影の画質と、従来の再構成法である filtered back projection (FBP) を用いた通常線量撮影の画質

を定量および定性的に比較し、AIDR 3D を用いた低線量撮影が CTU に活用可能か否かを検討した。

《対象、方法》

40 歳以上で、30 名の肉眼的血尿を主訴に CTU を撮影した患者を対象とした。CTU の撮影方法は、単純 CT を撮影後、600mgI/kg のヨード造影剤を静脈内投与し、造影剤投与の 70 秒後に実質相を、15 分後に排泄相を撮影した。CTU の実質相と排泄相において、通常線量と低線量の 2 回撮影を行った。低線量撮影では AIDR 3D を用いて画像再構成をし、通常線量撮影では FBP を用いて画像再構成を行った。実質相は 5mm 間隔で再構成し、排泄相は 1mm 間隔で再構成した。通常線量で撮影した画像と低線量で撮影した画像それぞれに対して以下の評価を行い比較した。

1) 定量評価：腎皮質・大動脈・後腹膜脂肪・腸腰筋において関心領域 (ROI) を各々 3 箇所ずつ設定してノイズ (CT 値の標準偏差) を測定し、それぞれの部位での 30 名の平均値を算出した。

2) 定性評価：描出良好側の腎盂・尿管と膀胱において、ノイズ・輪郭・ストリークアーチファクト・診断許容性の 4 項目をそれぞれの画像で 3 段階評価し、低線量画像と通常線量画像を比較した。

3) 被曝線量評価：CTDIvol を測定し、低線量撮影の通常線量撮影に対する被ばく低減率を計算した。

以上の評価を、全患者と、BMI 別に 3 群 (BMI<20、20≤BMI<25、25≤BMI) に分けた各群で評価した。統計解析方法として、定量評価では Student t 検定を、定性評価では Wilcoxon の符号付き順位和検定を使用し、 $p<0.05$ で有意差ありと判定した。

《結果》

1) 定量評価：いずれの群においても、全ての評価部位において、排泄相では低線量撮影の方が通常線量撮影よりもノイズは有意に低かった。実質相でも低線量撮影の方が通常線

量撮影よりもノイズが低い傾向があり、特に $20 \leq \text{BMI} < 25$ 群の後腹膜脂肪および腸腰筋においては有意に低かった。

2) 定性評価：実質相では腎盂と膀胱の鮮鋭度は低線量 CT が通常線量 CT より劣っていたが、診断許容性は 2 群間に有意差を認めなかった。

排泄相では、腎盂のノイズと膀胱のストリークアーチファクトが有意に低線量撮影群で低くなり、膀胱の輪郭の鮮鋭度が有意に低線量撮影群で劣っていたが、診断許容性は 2 群間に有意差を認めなかった。

3) 被曝線量評価：平均の CTDIvol は、通常線量撮影では実質相で 14.5mGy、排泄相で 9.2mGy に対し、低線量撮影では実質相で 4.2mGy、排泄相で 2.7mGy であった。被曝低減率は、実質相で 71.1%、排泄相で 70.6%であった。また BMI 別の被曝低減率は、実質相では、BMI<20 の群で 70.8%、 $20 \leq \text{BMI} < 25$ の群で 71.4%、 $25 < \text{BMI}$ の群で 70.0%と、いずれの群でも同等の低減率であった。また排泄相でも、BMI<20 の群で 69.7%、 $20 \leq \text{BMI} < 25$ の群で 70.1%、 $25 < \text{BMI}$ の群で 71.6%と、いずれも同等の低減率であった。

《考 察》

今回の検討結果では、ノイズやストリークアーチファクトに関しては AIDR 3D を用いた低線量撮影群で少なく、AIDR 3D の特性であるノイズやストリークアーチファクトの除去の効果と考えられた。これに対し、臓器の輪郭は低線量撮影群でやや劣化する場合もあったが、全体としての診断許容性は通常線量撮影群と同等の結果となった。

European Society of Urogenital Radiology (ESUR) のガイドラインでは、実質相と排泄相の推奨被曝線量として、各々 CTDIvol : 9~12mGy としている。今回の低線量撮影群では、実質相で平均 4.2mGy、排泄相で平均 2.7mGy と、いずれも ESUR ガイドラインの推奨線量よりも低線量での撮影となった。単純 CT での線量が平均 3.8mGy であったので、一回の CTU 検査としては、通常線量撮影群が 27.5mGy であるのに対し、低線量撮影群では 10.7mGy となった。

《結 論》

AIDR 3D を用いた低線量撮影は、BMI によらず約 70% も被曝低減を達成したにもかかわらず、FBP を用いた通常線量画像とほぼ同等の画質と診断許容性を認め、CTU に充分活用できることが示された。

(様式 甲 6)

論文審査結果の要旨

CT ウログラフィー検査（以下 CTU）は尿路病変の精査に必要な検査であるが、排泄性尿路造影に比べて被曝線量が高いことが問題点としてあげられる。本研究は低線量 CT における逐次近似再構成法の一つである Adaptive iterative dose reduction 3D（AIDR 3D）を CTU に応用することで、被曝低減を図ったものである。申請者は AIDR を用いた低線量撮影の画質と、従来の再構成法である filtered back projection (FBP) を用いた通常線量撮影の画質を定量および定性的に比較し、さらに被曝線量の比較評価も行い、AIDR 3D を用いた低線量撮影が CTU に活用可能か否かを検討している。その結果、定量的評価では BMI によらず、全ての評価部位において排泄相では低線量撮影の方が通常線量撮影よりもノイズが有意に低いことを示した。実質相では低線量撮影の方が通常線量撮影よりもノイズが低い傾向があり、特に $20 \leq \text{BMI} < 25$ 群の後腹膜脂肪および腸腰筋においては有意に低いことを示した。定性的評価では、実質相において腎盂と膀胱の鮮鋭度が、排泄相において膀胱の輪郭の鮮鋭度が、それぞれ低線量 CT が通常線量 CT より劣っていたが、診断許容性は 2 群間に有意差を認めなかった。AIDR 3D を用いることで、被曝線量は実質相で平均 4.2mGy、排泄相で平均 2.7mGy となった。ESUR ガイドラインの推奨線量である 9～12mGy よりも実質相、排泄相ともに低線量で撮影可能となり、約 70% の被曝低減効果が得られている。

本研究は、AIDR 3D を用いた低線量撮影は臨床的に CTU に活用可能であり、CTU の被曝線量の低減に大いに寄与するものであると考える。

以上により、本論文は本学大学院学則第 11 条に定めるところの博士（医学）の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

Journal of Computer Assisted Tomography 37 (3): 426-431, 2013