

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24791309

研究課題名(和文) 低線量多時相 Dual Energy CT による尿路系腫瘍検出能の改善

研究課題名(英文) Improvement of detectability ureteral cancer by using Dual Energy CT

## 研究代表者

本田 有紀子 (Honda, Yukiko)

広島大学・大学病院・病院助教

研究者番号：60604486

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：低線量多時相撮像法の開発について、現在、尿路系腫瘍検出には単純、腎実質相、排泄相の3相撮像が必要といわれているが、Dual Energy CT と split-bolus 法を用いた造影後1相(腎実質相+排泄相)撮像から、疑似的な単純、腎実質相、排泄相(3相)の作成を行うことで、同等の情報が得られることを実証した。これにより、実際は1相のみの撮像を行うだけで、3相分の情報を得ることができ、被ばくを低減できることが示された。

研究成果の概要(英文)：Standard CTU includes unenhanced-, nephrographic-, and excretory phase (UP, NP, and EP) scans. With CTU using split bolus injection of contrast media, radiation exposure is reduced because NP and EP images are acquired simultaneously. Combining DECT with split bolus injection may reduce the radiation dose further because virtual UP images can be generated by image processing. However, CTU with split bolus injection results in beam hardening artifacts due to dense iodinated urine in the ureter; this may hide subtle enhancement of the upper urinary tract and small urothelial tumors. Theoretically, on virtual monochromatic (VM) images generated from DECT data these artifacts are reduced. We developed a CTU method that combines split bolus injection and DECT technology and investigated the feasibility of our method in a phantom study.

研究分野：Uroradiology

キーワード：Dual Energy CT split-bolus 法 尿路系腫瘍検出

1. 研究開始当初の背景

近年健診の普及に伴い、無症候性の血尿を呈し精査となる患者が増えている。血尿患者においては、腫瘍性病変除外のために上・下部尿路の検索が必要である。この場合、侵襲的な尿路内視鏡検査前に実施できる簡易で診断能の高いスクリーニング検査が必要であるが、その方法論は現在まで確立されていない。腎盂や尿管等の上部尿路に発生する小腫瘍の検出は一般に難しく、内視鏡も侵襲的な検査であり、腫瘍がかなり増大し水腎症が進行するまで検出ができないことがしばしばある。特に進行尿管癌は根治が困難で、早期発見・加療が患者 QOL に大きく寄与する。

近年、CT 装置の高速化・高分解能化が急速に進行しており、これに伴い CT 尿路撮像 (CT urography: CTU) でも高い診断能が期待されている。CTU は低侵襲な検査であり、さらに一度に腎から尿道までの 広範囲の検索ができる利点がある。しかし、従来の尿路造影等と比較して放射線被曝量が大きく、被曝低減を実現することが今後の普及の鍵となる。

一方、複数の管電圧でスキャンを行う Dual Energy CT が臨床応用されつつある。本研究では、Dual Energy CT の CTU への応用の可能性として、virtual preenhanced image による被曝の低減、iodine selective image による尿路の選択的抽出および微妙な腫瘍濃染の検出等への応用を試みることで、Dual Energy CT 技術により従来よりも遙かに情報が深い Dual Energy CTU の開発を目指す。

2. 研究の目的

血尿の原因として、結石の他に上部尿路（腎盂・尿管）腫瘍が重要であるが、その診断には侵襲的な内視鏡検査が必要であった。現在 CT 尿路撮像は、低侵襲で診断能も期待できるが、尿管蠕動、被曝等の未解決課題が残る。本研究の目的は、最新の Dual Energy CT を用いた低線量多時相撮像データによる新たな画像開発（仮想全尿管拡張像、尿管および尿路上皮腫瘍の選択的描出像） であり、これらの新たな診断法の開発とその上部尿路腫瘍診断への応用である。

3. 研究の方法

ファントム実験から仮想多時相画像作成の開発を行う。また、少数の患者に対して上記手法を適応し、撮像法の改良を行う予定であった。

（Dual Energy CT を用いた仮想多時相画像の作成）

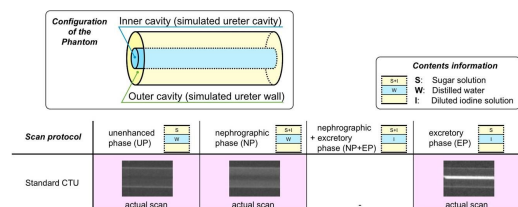
方法

ファントムの内腔と外腔をそれぞれ尿管内腔と尿管壁にみたて、内部を水、ショ糖、蒸留水を用いて、疑似的な単純、腎実質相、排泄相の3相を作成した（図1）。

CTの撮像は 320-detector CT scanner (Aquilion One, Toshiba) を使用し、DE volume scan mode (80 / 135 KV) で行った。

造影剤投与方法として、split-bolus 造影を行うと、腎実質相 + 排泄相を1相の撮像で同時に撮影できるので、これを応用した技術を実証することとした。

図1 ファントムと3相の撮像



#### 4. 研究成果

腎実質相 + 排泄相にみたてたファントムを作成し、これを Dual Energy CT で撮像した。実際に撮像したこの1相から、疑似的な単純、排泄相、腎実質相の3相の作成が可能であることをファントム実験で立証した。

また、少数の臨床例でも実現可能であることを確認できたが、軽微な体動で画像作成は困難となるため、現状で臨床例にただちに適用するのは難しいと判断した。

図2 腎実質相 + 排泄相から仮想的な単純、腎実質相、排泄相の作成

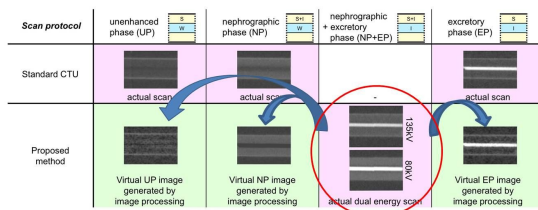
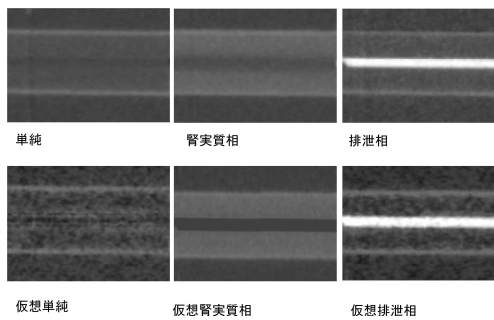


図3 実際の3相と仮想的に作成した3相(ファントム)



・Dual Energy CT については現在まで尿路結石への応用のため、仮想単純 CT を用いた報告はあるが、本研究のように、仮想単純 CT のみならず、仮想腎実質相、仮想排泄相を作成した報告はない。

・本研究で立証した撮像法が、実際の臨床例で安定して使われるようになれば、1相撮像の被ばくで、3相の情報を得ることが可能となり、画質を落とすことなく有用な情報が得られるため、被ば

く低減に寄与できる。

・現時点では、Dual Energy CT の種類によっては軽微な体動が画質の低下につながるため、Dual Energy CT 自体の改良が必要である。Dual Energy CT の開発は近年進んでおり、Dual Energy CT のデメリットの改善はここ数年でも目覚ましいものがある。今回の我々の実験では、ファントムでの立証しかできなかったが、Dual Energy CT を用いた1相の撮像で、3相の画像を作成できるという、撮像法、画像構成法を示した初めての報告であり、近い将来、Dual Energy CT の開発がすすめば臨床例でも応用可能と思われ、被ばく低減に大きく寄与すると期待できる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

#### 原著

1. Honda Y, Goto K, Sentani K, Yasui W, Ikeda K, Matsubara A, Awai K. T-staging of urothelial carcinomas of the ureter by CT: A preliminary study of new diagnostic criteria proposed for differentiating between T2 or lower and T3 or higher. *AJR Am J Roentgenol.* 2015 Apr;204(4):792-7. doi: 10.2214/AJR.14.13167. 査読有り。
2. Honda Y, Higaki T, Higashihori H, Monzen Y, Tatsugami F, Date S, Awai K. Re-evaluation of detectability of liver metastases by contrast-enhanced CT: Added value of hepatic arterial phase imaging. *Jpn J Radiol.* 2014;32: 467-75, 2014. doi: 10.1007/s11604-014-0331-z. Epub 2014 May 23. 査読有り。

〔学会発表〕(計 3件)

1. 本田有紀子、Novel CT urography (CTU) using split bolus injection and dual energy CT (DECT) technology: Feasibility study using a phantom, 第74回日本医学放射線学会総会、2015年4月19日、パシフィコ横浜(神奈川県、横浜)
2. Honda Yukiko, CT urography (CTU) using new CT technologies: Clinical advantages of a proposed scan- and contrast injection protocol, The radiological society of North America 100<sup>th</sup> scientific assembly and annual meeting, 30 Nov-6 Dec, 2014, Chicago, USA
3. Honda Yukiko, Differentiation between T2- and T3 urothelial cancer by using MDCT: proposal of new diagnostic criteria, The radiological society of North America 99<sup>th</sup> scientific assembly and annual meeting, 1-7 Dec 2013, Chicago, USA

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

本田 有紀子 (HONDA YUKIKO)

広島大学大学病院 病院助教

研究者番号: 60604486

### (4) 研究協力者

檜垣 徹 (HIGAKI TORU)

広島大学大学院 医歯薬保健学研究院

特任助教

研究者番号: 80611334

粟井 和夫 (AWAI KAZUO)

広島大学大学院 医歯薬保健学研究院

教授

研究者番号: 30294573