

平成 28 年 6 月 19 日現在

機関番号：23903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26861012

研究課題名(和文)先天性心疾患におけるデュアルソースCTと逐次近似法を用いた画像診断法の確立

研究課題名(英文) Scan protocol of dual source CT to evaluate morphological feature of complex congenital heart defects.

研究代表者

中川 基生 (Nakagawa, Motoo)

名古屋市立大学・医学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号：60590982

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：低電圧デュアルソースCT撮影と逐次近似画像再構成法を併用するプロトコルを作成し、低線量の造影CT撮影による先天性心疾患の心室形態評価を可能とした。この結果をまとめた論文はPediatric RadiologyとJapanese Journal of Radiologyに投稿し、acceptされた(Pediatr Radiol. 2015;45:1472-9、Jpn J Radiol. 2016;34:284-91)。

研究成果の概要(英文)：We have built the protocol of dual source CT scan to evaluate the morphological feature of congenital heart defect. Using sinogram-affirmed iterative reconstruction, radiation dose of CT scan and image noise could be reduced. The outcome of our study suggest that dual source CT has the capacity to clearly depict the configurations of ventricles in patients with lower radiation doses. This research subjects were reported in articles (Pediatr Radiol. 2015;45:1472-9、Jpn J Radiol. 2016;34:284-91).

研究分野：心臓CT

キーワード：CT 先天性心疾患 逐次近似画像再構成法

1. 研究開始当初の背景

小児の先天性心疾患に対する画像診断は心臓カテーテル検査が主流であったが、人体に与える侵襲が大きく被ばく時間も長いという問題がある。computed tomography (CT) は短時間かつ低侵襲に行える検査であるが、心臓は拍動するため、従来の CT 撮影法では心臓の形態を評価することが困難とされていた。私たちは以前、X 線を発生させる管球を 2 つ用いるデュアルソース CT (DSCT) を用いることで、撮影スピードを上昇させ、拍動する心臓でも高画質の CT 画像を拾得することが可能であると報告していた。しかし、CT は放射線を用いた検査であり、感受性が高い小児には使用しにくいという欠点があった。CT 撮影時の線量を低減させると、被ばくは低減できるがノイズやアーチファクトが大きくなるという問題がある。

2. 研究の目的

逐次近似画像再構成法という画質を改善させる方法は古くから知られており、核医学の分野で応用されている技術であった。かつて逐次近似画像再構成法を CT 画像に用いるには情報量が多く、再構成に時間がかかりすぎるため臨床応用は困難であった。しかし、近年コンピューターの性能が上昇することで CT 画像でも再構成に必要とされる時間を十分に短縮できるようになった。そこで我々はこの逐次近似再構成を心臓 CT 画像に応用することで、心臓 CT 画像のさらなる画質向上と線量低下が可能となるのではとの着想に至った。本研究では、最新の DSCT と逐次近似法を用いた撮影プロトコルを樹立し、小児先天性心疾患に対する術前画像診断法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 先天性心疾患をもつ小児 46 例(平均年齢：生後 109 日)の症例に対し造影 DSCT の撮影を行った。撮影は管電圧 80 kV、70 kV という低電圧を使用することで線量を低減し、CT 撮影の被ばく低減を目指した(従来の管球電圧は 120 kV が一般的であった)。管球電圧 80 kV を 21 例に、70 kV を 25 例に使用した。

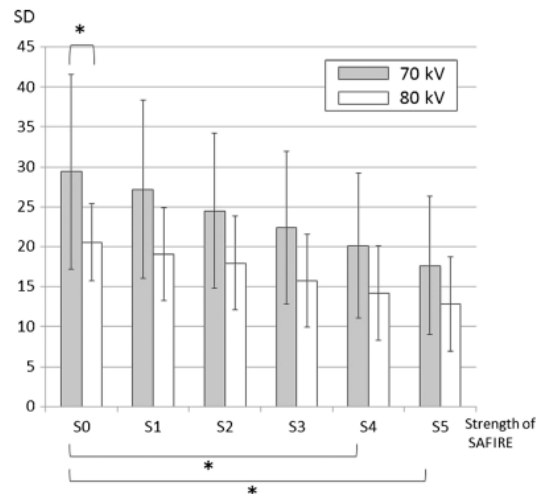
(2) 造影方法：80 kV の症例では非イオン性ヨード造影剤の濃度が 300 mgI/ml、70 kV の症例に対しては 225 mgI/ml のものを使用した。患児の手背の血管に確保された留置針より体重 x 2.0 ml の量を体重 x 0.1 ml/s で注入し、20 秒後に撮影を行った。CT はプロスペクティブの ECG 同期で高速二重螺旋スキャンを使用し撮影した。

(3) 撮影により得られた CT 画像のノイズは、下行大動脈の造影効果を計測する上で得られる標準偏差(standard deviation: SD)を指標とした。

(4) 画像のノイズが当院の DSCT に搭載されている逐次近似再構成のソフト(sonogram-affirmed iterative reconstruction: SAFIRE)によりどれだけ低減できるかについて調べた。SAFIRE はノイズ低減の強度を 5 段階に調整できる(strength1-5:それぞれ以下 S1-5 表記)ため、それぞれの段階でどれだけノイズが低減できるか、SD を計測し比較することで検討した。

4. 研究成果

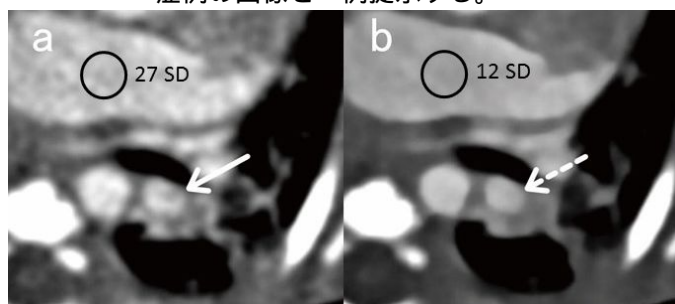
CT を低い管球電圧で撮影するとノイズは 80 kV で SD 20 ± 4.8 、70 kV で SD 29 ± 12 であった。この画像に対し逐次近似再構成を併用することでどれだけノイズの低減が可能かを調査した。当院で使用している逐次近似画像再構成用のソフト(SAFIRE)はノイズ低減する能力を 5 段階強めることが可能である(S0~5)。結果を以下のグラフに示す。



SAFIRE による逐次近似画像再構成を行わない状態(S0)では、80 kV 撮影に比べ 70kV 撮影の画像の方が、優位にノイズが大きかった ($P < 0.01$)。

グラフの様に、SAFIRE による逐次近似法の強度を強めるほどノイズ(SD)の低減は可能であり、逐次近似再構成を行わない画像に比べ優位にノイズを低減することが可能であった。ノイズは逐次近似再構成を行わない S0 と比較し、S4、S5 ではノイズは優位に低かった ($P < 0.01$)。

症例の画像を一例提示する。



添付図は心室中隔欠損をもつ生後1か月女児の DSCT 画像である。低線量(70kV)で撮影し、逐次近似再構成を行わない場合、左図 a のようにノイズのためざらつきがあるような画像となる。このノイズは時に血管内の血栓と画像上区別が困難となることもある(図 a. 矢印)。右図 b は逐次近似再構成(S5)でノイズを低減した画像である。ノイズは低減され、図 a で血栓と紛らわしかった所見も消失している(図 b. 点矢印)。



上図は逐次近似再構成を行わない画像を用いて作成した 3D 画像(volume rendering 像)である。ノイズの影響で血管や心室壁に本来存在しないはずの凹凸が生じてしまう。



上図は SAFIRE(S5)によりノイズ低減することで得られた画像をもとに作成した 3D 画

像である。輪郭にノイズによる凹凸が減少し明瞭な画像が得られている。

本研究により、低電圧で CT を撮影しノイズを逐次近似再構成により低減することで、低線量かつ臨床的にも有用な画質のよい心臓 CT 画像が得られる撮影プロトコルを確立できた。

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 3 件)

Nakagawa M, Ozawa Y, Sakurai K, Shimohira M, Ohashi K, Asano M, Yamaguchi S, Shibamoto Y. Image quality at low tube voltage (70 kV) and sinogram-affirmed iterative reconstruction for computed tomography in infants with congenital heart disease. *Pediatr Radiol*. 査読あり、2015;45:1472-9.

DOI: 10.1007/s00247-015-3372-2.

Nakagawa M, Ozawa Y, Nomura N, Inukai S, Tsubokura S, Sakurai K, Shimohira M, Ogawa M, Shibamoto Y. Utility of dual source CT with ECG-triggered high-pitch spiral acquisition (Flash Spiral Cardio mode) to evaluate morphological features of ventricles in children with complex congenital heart defects. 査読あり、*Jpn J Radiol*. 2016;34:284-91.

DOI: 10.1007/s11604-016-0522-x.

中川基生. 【シーン別画像診断のいま - 求められる画像と応える技術 Scene Vol.8 小児画像診断の最前線 - 低侵襲・低被ばくの検査に向けて - 】II 小児診療における低侵襲・低被ばくのための画像診断法 3. 胸部・心大血管領域における診断のポイント、*NNERVISION*. 査読なし、2015;30:18-21

<http://www.de-hon.ne.jp/digital/bin/product.asp?sku=2000003322638700500P>

[学会発表](計 3 件)

European Society for Pediatric Radiology 2014, Nakagawa M, Usefulness of low tube voltage (70 kV) and sinogram affirmed iterative reconstruction (SAFIRE) for CT in patients with congenital heart disease. 2014/6/2-6、アムステルダム (オランダ)

European Society for Pediatric Radiology 2015, Nakagawa M, Utility of dual source CT with ECG-triggered high-pitch spiral acquisition for evaluating the morphological features of the ventricles in children with complex

congenital heart defect. 2015/6/2-5、グ
ラーツ (オーストリア)

第73回 日本医学放射線学会総会、中川基
生、high-pitch spiral acquisition 併用下
dual source CTによる小児先天性心疾患の心
室形態評価、2014/04/10-13、パシフィコ横
浜、(神奈川県 横浜)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川 基生 (NAKAGAWA, Motoo)

名古屋市立大学 大学院医学研究科 講師

研究者番号: 60590982