

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K19801

研究課題名(和文)冠動脈サブトラクションCTAの撮像法の最適化および狭窄率・プラーク評価の検討

研究課題名(英文)Optimization of the subtraction coronary CT angiography protocol for clinical use and the evaluation of coronary plaque

研究代表者

木藤 雅文(Kidoh, Masafumi)

熊本大学・大学院生命科学研究部(医)・特任助教

研究者番号：40744909

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究によりテストインジェクション法を用いた最適な撮像プロトコールが明らかとなり、学会および英文雑誌にて報告を行った。冠動脈サブトラクションCTAでは、心拍数が上昇するにしたがって撮像された画像のモーションアーチファクトやミスレジストレーションが増加することをファントム実験にて示した。冠動脈サブトラクションCTAの画質は心拍数の影響を受けると考えられるため、ベーターブロッカーを用いた十分な心拍数コントロールが必要と考えられた。将来CTの時間分解能がさらに向上することで冠動脈サブトラクションCTAの有用性がさらに広がる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Subtraction coronary CT angiography (CCTA), which enables the removal of calcium and coronary stents from CCTA images, has been clinically introduced. The long breath-holding time for two data acquisitions, which causes image misregistration and patient's discomfort, may limit the clinical availability of this subtraction technique. We performed subtraction CCTA of five patients using the test injection method and optimized the interval time between the first (pulmonary-arterial phase) and the second (coronary-arterial phase) scans to achieve robust subtraction. We compared breath-holding times between our new protocol and previous study's protocol (estimated). Mean breath-holding time in our new protocol was  $18.3 \pm 3.4$  seconds and that in previous protocol was  $29.8 \pm 3.6$  seconds. Misregistration artifacts were not shown in final subtraction CCTA images. Our test injection protocol can shorten the breath-holding time, which is helpful for successful subtraction CCTA imaging.

研究分野：放射線診断学

キーワード：冠動脈 虚血性心疾患 心臓CT 冠動脈プラーク

### 1. 研究開始当初の背景

冠動脈 CT angiography(CTA)は冠動脈疾患の診断に欠かせないモダリティとなっている。我々はこれまでに CT による冠動脈プラーク診断の有用性について報告している (Heart Vessels 2011;26:392-8)。しかし、強い石灰化プラーク部やステント内腔については有効な評価方法がない現状である。近年、多列 CT(MDCT)の進歩により造影 CT から単純 CT を差分することで石灰化やステントを取り除き、非侵襲的に評価することが技術的に可能となってきている。しかし、その技術の臨床応用は開発途上であり、適切な撮像方法、臨床への応用方法、臨床的有用性は十分に明らかにされていない。

### 2. 研究の目的

この研究の目的は、最新の冠動脈 CT 解析技術であるサブトラクション CTA の技術的問題点を明らかにした上で、臨床応用の最適化を行い、サブトラクション冠動脈 CTA による高度石灰化病変およびステント内再狭窄の評価方法を確立することである。

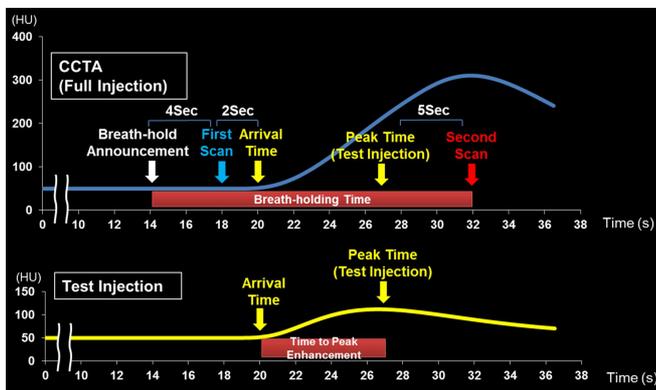
### 3. 研究の方法

(1) 冠動脈サブトラクション CTA における息止め時間短縮に関する検討  
造影前後の CT 画像の位置ずれを最小限にしつつ、冠動脈サブトラクション CTA の息止め時間を短縮する手法を開発し、その臨床的有用性を検討する。

(2) 冠動脈サブトラクション CTA を用いた冠動脈プラーク性状評価に関する検討  
冠動脈サブトラクション CTA 時の 2 つの画像 (First Scan と Second Scan) および非剛体変形技術を利用して、冠動脈プラークの性状評価を行う。

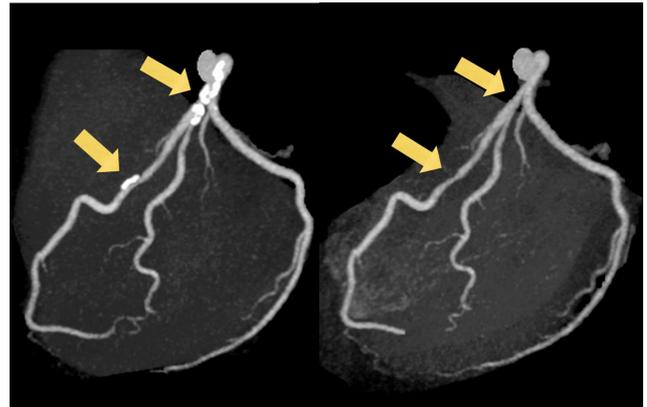
(3) 心臓動態ファントムを用いた冠動脈サブトラクション CTA の検討  
冠動脈を模擬した血管ファントムおよび動態心臓ファントムを用いて冠動脈サブトラクション CTA を行う。心拍数を変動させ、画質、位置ずれの有無を定性的、定量的に評価する。

### 4. 研究成果



本研究によりテストインジェクション法を

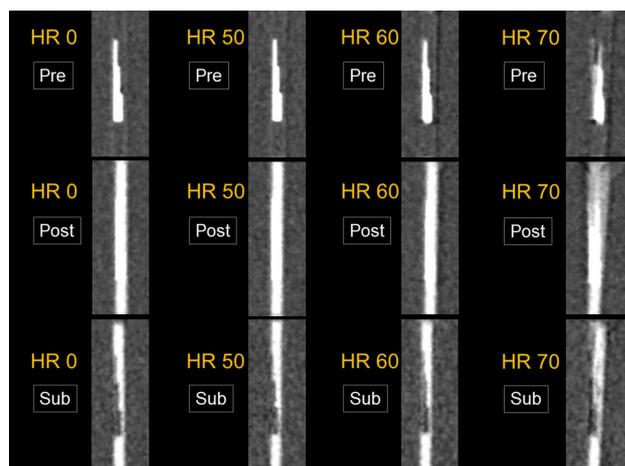
用いた最適な撮像プロトコル(上図)が明らかとなり、学会および英文雑誌にて報告を行った。多くの症例で 20 秒以下の息止めに冠動脈サブトラクション CTA を行うことが可能であるため、高齢者など長い息止めが困難な患者に対して、有用な手法と考えられた(下図は短時間息止め撮像により得られた冠動脈サブトラクション CTA 画像)。



また、冠動脈サブトラクション CTA における正確な非剛体変形を利用することで、冠動脈プラーク性状評価を行える可能性を示すことができた。冠動脈起始部に非石灰化プラークによる 50-70%狭窄を有する 30 名の患者を対象とした。320 列 CT を用いて一回の息止めで非造影冠動脈 CTA (First Scan 画像に対して非剛体変形を行ったもの) と造影冠動脈 CTA 画像 (Second Scan 画像) を得た。それぞれの画像に対して同一箇所冠動脈内腔とプラークに ROI を置いて CT 値を測定した。内腔造影効果とプラークの CT 値の変化の関係を調べた。内腔造影効果とプラーク CT 値の変化は強い正の相関関係を示した ( $r=0.62$ )。非造影冠動脈 CTA 上のプラーク CT 値と内腔の CT 値 (非造影および造影冠動脈 CTA) は無関係であった。冠動脈プラークは血管内腔の造影効果の影響を受けることが臨床的に示された。非造影冠動脈 CTA はプラークの性状評価に有用となる可能性があると考えられる。冠動脈プラークの CT 値はリスク評価において重要であり、ガイドライン上では CT 値 30HU 以下は高リスクとされている。より正確で再現性の高いプラーク評価を行う必要があるため、今後も本研究における手法を含め様々なアプローチの模索が必要と考えられる。

次に、冠動脈サブトラクション CTA では、心拍数が上昇するにしたがって撮像された画像のモーションアーチファクトやミスレジストレーションが増加することをファントム実験にて示した(下図)。冠動脈サブトラクション CTA の画質は心拍数の影響を受けると考えられるため、ベーターブロッカーを用いた十分な心拍数コントロールが必要と考えられた。将来 CT の時間分解能がさらに向上することで冠動脈サブトラクション CTA の

有用性がさらに広がる可能性が示唆された。研究成果は第 77 回日本医学放射線学会総会（2018 年 4 月 12 日（木）～15 日（日）会場：パシフィコ横浜）にて報告を行っており、今後英文雑誌へ投稿を予定している。



## 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 4 件)

Evaluation of the Effect of Intracoronary Attenuation on Coronary Plaque Measurements Using a Dual-phase Coronary CT Angiography Technique on a 320-row CT Scanner--In Vivo Validation Study.

Kidoh M, Utsunomiya D, Oda S, Funama Y, Nakaura T, Yuki H, Hirata K, Namimoto T, Yamashita Y.

Acad Radiol. 2016 Mar;23(3):315-20. doi: 10.1016/j.acra.2015.11.003.

Optimized subtraction coronary CT angiography protocol for clinical use with short breath-holding time-initial experience.

Kidoh M, Utsunomiya D, Oda S, Yuki H, Funama Y, Namimoto T, Yamamuro M, Yamashita Y.

Acad Radiol. 2015 Jan;22(1):117-20. doi: 10.1016/j.acra.2014.09.020.

Vectors through a cross-sectional image (VCI): A visualization method for four-dimensional motion analysis for cardiac computed tomography.

Kidoh M, Utsunomiya D, Funama Y, Ashikaga H, Nakaura T, Oda S, Yuki H, Hirata K, Iyama Y, Nagayama Y, Fukui T, Yamashita Y, Taguchi K.

J Cardiovasc Comput Tomogr. 2017 Nov;11(6):468-473. doi: 10.1016/j.jcct.2017.09.010.

CT venography after knee replacement surgery: comparison of dual-energy CT-based monochromatic imaging and single-energy metal artifact reduction techniques on a 320-row CT scanner.

Kidoh M, Utsunomiya D, Oda S, Nakaura T,

Funama Y, Yuki H, Hirata K, Hatemura M, Namimoto T, Yamashita Y.

Acta Radiol Open. 2017 Feb 1;6(2):2058460117693463. doi:

10.1177/2058460117693463. eCollection 2017 Feb.

〔学会発表〕(計 3 件)

Evaluation of the effect of intracoronary attenuation on coronary plaque measurements using a dual-phase coronary CT angiography technique

著者名/発表者名: Kidoh M et.al

学会名: 第 75 回日本医学放射線学会総会

発表場所: 横浜

年月日: 2016-04-14

Comparison of the plaque attenuation values on non-enhanced- and enhanced 320-row coronary CT angiographs using a subtraction technique: In vivo evaluation of the effect of intracoronary attenuation on coronary plaque measurements.

著者名/発表者名: Kidoh M et.al

学会名: Radiological Society of North America (RSNA) annual meeting

発表場所: McCormick Place, Chicago,USA

年月日: 2015-11-29

The effect of heart rate on image quality in subtraction coronary CT angiography

著者名/発表者名: Kidoh M et.al

学会名: 第 77 回日本医学放射線学会総会

発表場所: 横浜

年月日: 2018-04-13

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

木藤 雅文 (KIDOH Masafumi)  
熊本大学・生命科学研究部・特任助教  
研究者番号：40744909

### (2) 研究協力者

宇都宮大輔 (UTSUNOMIYA Daisuke)  
熊本大学・生命科学研究部・特任准教授  
研究者番号：30571046

尾田済太郎 (ODA Seitaro)  
熊本大学・生命科学研究部・特任助教  
研究者番号：80571041

船間芳憲 (FUNAMA Yoshinori)  
熊本大学・生命科学研究部・教授  
研究者番号：30380992

山室恵 (YAMAMURO Megumi)  
熊本大学・生命科学研究部・助教  
研究者番号：20790537