

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K09247

研究課題名（和文）Dual energyと超遅延相造影CTによる4次元CT血管造影エンドリーク診断

研究課題名（英文）Endoleak detection and differentiation with dual energy super delayed 4D CT angiogram

研究代表者

本郷 哲央（HONGOHONGO, NORIO）

大分大学・医学部・講師

研究者番号：70419646

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）：(1)Dual energyによる金属除去画像の検証：ファントムにおいて造影剤のエンドリークモデルが作成され、ステントの外側にあるエンドリークの検出において通常のCT画像と、dual energyによる物質分別画像が作成され、物質分別にてエンドリーク描出能が向上していることが確認できた。  
(2)超遅延相造影CTの非剛体位置合わせ差分画像によるエンドリークの描出能の検証で従来の動脈相と静脈相と比較し超遅延相では検出能力向上していることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果に基づき、検出の難しいエンドリーク診断が向上すれば、適切な治療を選択することが容易になり、ひいては大動脈ステントグラフト治療の耐久性の向上につながると思われる。さらに本研究の金属除去の手法は、従来アーチファクトによって困難であった金属コイルや人工弁など体内金属移植後のCTによる血管評価応用が可能な技術として期待され、波及効果も高いと予想される。

研究成果の概要（英文）：1)Metal removal image using Dual energy CT: type I endoleak model was created in this study and material decomposition image using dual energy study showed better detection on type I endoleak outside the stentgraft  
2)Endoleak detection using super-delayed acquisition on post contrast CT was evaluated and super-delayed acquisition showed better detection of any type of endoleak

研究分野：放射線医学

キーワード：大動脈 エンドリーク ステントグラフト

## 1. 研究開始当初の背景

大動脈瘤に対する大動脈ステントグラフト治療 (EVAR) が近年急速に普及し、その有効性は申請者からも複数報告している。EVAR では大動脈瘤内とステントグラフト外に空間血流が残存する"エンドリーク"という特有な現象が発生し、術後の動脈瘤の拡大や破裂に関与することが明らかになっている。エンドリークはタイプによって治療方法が全く異なるため、その鑑別が極めて重要である。しかしながら従来の造影 CT や DSA では一部 type I エンドリークや type IIIb エンドリークの診断が難しく現在の大きな課題として認識されている。type I エンドリークはステントグラフトと動脈壁のごく狭い間隙の血流である。そのためエンドリークの血流が少ない場合はステントによる金属アーチファクトにより描出が困難となっている。一方 type IIIb エンドリークの多くは microhole を介した圧伝播であり、血流はないか極めて遅いため従来の画像検査では描出が困難であるとされ、従来の画像検査での検出には大きな限界があった。

## 2. 研究の目的

本研究は dual energy CT による金属除去技術および心電図同期法を応用した 4 次元 CT angiogram (4D-CTA) と超遅延相造影 CT とを組み合わせた新たなエンドリーク診断法を確立することを目的としている

## 3. 研究の方法

- (1) Dual energy による金属除去画像の検証: 多様なステントグラフトを用いたファントムの作製を行い dual energy 物質分別を用いたステント除去画像の作製を行い撮影アルゴリズムの決定および Dual energy 用ソフトウェアの最適化を行う。
- (2) 超遅延相造影 CT の非剛体位置合わせ差分画像によるエンドリークの描出能の検証: これまで蓄積された開腹手術や血管内治療により証明されたエンドリーク症例の超遅延相造影 CT を用いて非剛体レジスレーションによる差分イメージを作製し、腹部大動脈瘤領域、胸部大動脈瘤領域にてエンドリークの診断能を検証する。
- (3) 金属除去 (4D-CTA) の診断能を検証する: ステントグラフト後患者の 4D CTA データを収集し、そのデータを元にステント除去能画像を作成、エンドリーク診断能を治療時の DSA を gold standard として腹部大動脈それぞれについて検証した。

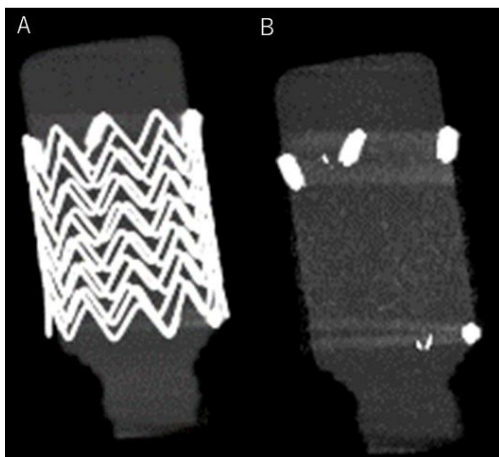
## 4. 研究成果

(1) Dual energy による金属除去画像の検証: エクスクルーダ (ゴア), ゼニス (クック社), AFX (エンドロジックス社), エンデュラント (メトロニック), アオルフィックス (メディコスヒラタ) のステントグラフトを用いたファントムの作製を行い dual energy 物質分別を用いた撮影を施行、ステント除去画像の作製が行われ適切な撮影条件の設定がなされた。(図 1)

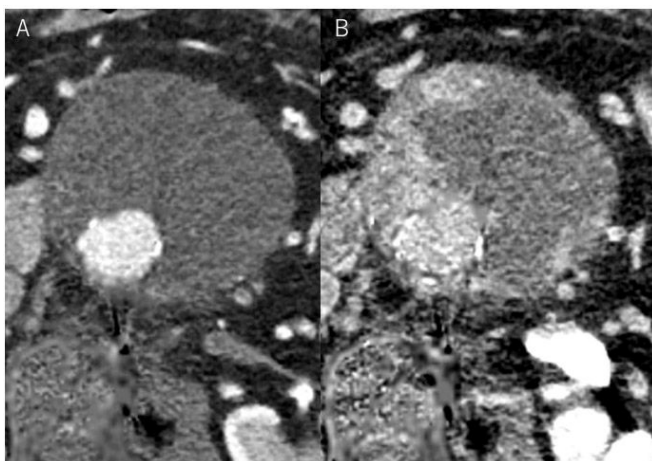
ファントムにおいて造影剤のエンドリークモデルが作成され、ステントの外側にあるエンドリークの検出において通常の CT 画像と、dual energy による物質分別画像が作成され、その診断能はエクスクルーダ (ゴア) の場合それぞれ sensitivity 76%, 89% specificity 67%, 89%, Accuracy 78% 96.3% と向上、ゼニス (クック社) の場合それぞれ sensitivity 78%, 82% specificity 72%, 76%, Accuracy 78%, 88% と、アオルフィックス (メディコスヒラタ) の場合それぞれ sensitivity 79%, 81% specificity 71%, 73%, Accuracy 77%, 90% であり、物質分別にてエンドリーク描出能が向上していることが確認できた。一方 AFX (エンドロジックス社) のステントグラフトにおいては sensitivity 78%, 73% specificity 89%, 66%, Accuracy 89%, 88% と有意な向上を認めなかった。

(2) 超遅延相造影 CT の非剛体位置合わせ差分画像によるエンドリークの描出能の検証: 研究期間中に開腹手術や血管内治療により証明されたエンドリーク症例のうち、27 例に対して動脈優位相、静脈相に加え造影剤注入後 600 秒後の CT を撮像し、非剛体レジスレーションによる差分イメージを作製した。腹部大動脈瘤領域にてエンドリークの診断能を検証した。うち 2 例はいずれの画像診断にてエンドリークが診断できないエンドテンションであった。その他は type I エンドリーク 10 例, type II エンドリーク 24 例, type III エンドリーク 1 例であった。超遅延造影でのエンドリークの検出能は従来の動脈相、静脈相で sensitivity 86%, 91%, Specificity 75%, 66%, Accuracy 81%, 88% であったのに対して、超遅延相では sensitivity 96%, specificity 100%, Accuracy 96.3% と向上していることが確認された。また Endoleak volume ratio (描出されているエンドリーク/動脈瘤体積) は動脈優位相、静脈相、超遅延相で 1.86%, 6.85%, 17.2% と上昇し、経時的にエンドリークの描出範囲が拡大していることが判明した。(図 2)

(3) dual energy による金属除去に関しては臨床症例 5 例を行ったがレジスレーションの不良により金属除去イメージが良好でないものが多かった。これは現在の機種が 2 ローテーションでの dual energy 画像取得によるため、各エネルギーにおいて時差が発生しているためと思われる。そのため、非剛体位置合わせ差分画像による金属除去イメージの作成に切り替えた。これにより 32 例の非剛体位置合わせ差分画像によるサブトラクション CT を取得し、画像評価を行った。サブトラクション CT においては 4 例 (12%) にてミスレジスレーションによるアーチファクトが発生していたが、type I の検出能においては サブトラクションを行わないものと比較しそれぞれ、sensitivity 78%, 63% specificity 89%, 66%, Accuracy 89%, 88% と type I エンドリークの描出能の改善が確認できた。



**図 1 Dual energy CT によるステント除去画像** A 除去前  
B 除去後 ステントは除去され造影剤とプラチナマーカのみ  
の画像となっている



**図 2 超遅延相造影 subtraction CT による type IIIb endoleak の描出 (A 60 秒後 CT B 10 分後超遅延相)** A にて描出されていない type IIIb エンドリークが描出されている(矢印)(手術で証明)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 本郷 哲央
2. 発表標題 Embolization by percutaneous access to treat type II endoleak after TEVAR
3. 学会等名 血管外科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本郷 哲央
2. 発表標題 EVAR瘤拡大を伴う Type II エンドリークに対する塞栓術でdurabilityを高める
3. 学会等名 血管内治療学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 道津 剛明 , 本郷 哲央
2. 発表標題 Utility of super-delay scan CE-CT for endoleak detection after EVAR for abdominal aortic aneurysm
3. 学会等名 APSCVIR 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	米虫 敦 (Komemushi Atsushi) (80360254)	関西医科大学・医学部・講師  (34417)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------