

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 17 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25461807

研究課題名(和文)非造影MRIを用いた腹部大動脈瘤破裂予測システムの開発

研究課題名(英文)Prediction of the aortic aneurysm rupture by using Cine-MRA images

研究代表者

川田 紘資(Hiroshi, Kawada)

岐阜大学・医学部附属病院・医員

研究者番号：00585276

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)：腹部大動脈瘤に対するステントグラフト内挿術前に心電図同期Cine-MRA画像を撮像した連続21症例(男性18人、女性3人、年齢61-88歳、中央値75.0歳)を対象とし、Cine-MRA画像から瘤の近似駆出率を求めて動脈瘤の増大傾向との関連性を評価した。回帰分析によりCine-MRA画像から算出した駆出率と動脈瘤増大傾向には中等度の相関を認め、動脈瘤破裂予測因子になり得る可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：The twenty-one patients (mean age, 75.0 years; age range, 61 - 88 years) with Abdominal aortic aneurysm (AAA) underwent an ECG-gating Cine-MR images (C-MRI) prior to elective endovascular aortic repair. It was possible to estimate the stroke volume (SV) and the ejection fraction (EF) of AAA based on C-MRI. The ratio of the aneurysmal maximum area over the EF of blood sinus cavity was a sole significant predictive factor ($P = 0.01$) and moderately correlated with AAA growth rate.

研究分野：核磁気共鳴画像(MRI)

キーワード：核磁気共鳴画像(MRI) 大動脈瘤

1. 研究開始当初の背景

「大動脈瘤および解離」は 2010 年度厚生労働省発表の我が国における女性死因第 9 位となっている。特に大動脈瘤は高血圧症、動脈硬化、加齢性変化により引き起こされる慢性疾患であり、画像診断技術の進歩や開腹手術および血管内治療であるステントグラフト内挿術を含めた集学的治療の発達にもかかわらず、破裂した場合には死亡率が 80~90%にも上るとされる非常に重篤な状況を引き起こす疾患である。大動脈瘤・大動脈解離診断ガイドライン(2006年改訂版)では、瘤径が 5cm を超えるものでは破裂リスクが高まるため、未然に治療することが望ましいとされている。しかしながら大動脈瘤の治療適応決定時には患者への侵襲や医療経済の面から慎重に考慮されることが多く、サイズ以外にも大動脈瘤破裂や増大スピードを予測する因子が求められている。これまでも大動脈瘤径と破裂発生率の間の正の相関関係は材料力学的観点から説明できると考えられ、これまでも多くの応力解析が試みられてきているが、十分に臨床ベースで活用されるに至っているとは言い難い。

一方現在では MRI 機器の発達により、心臓領域などで広く一般的に用いられている Balanced turbo-field-echo (TFE) 法を応用した Cine 撮像法の様に造影剤を使用することなく循環動態も含めた評価を可能とする動的画像を得られる様になっている。我々はこの技術を大動脈瘤の評価に応用し、その動態観察を詳細に行う事で破裂危険因子を予測できる可能性を見いだした。

2. 研究の目的

本研究は、腹部大動脈瘤患者に対して心電図同期 Cine-MRI 画像を撮像し、その画像から得られた指標を元に腹部大動脈瘤の動態変化を定量化し、破裂リスクの推定に有用かどうかを検討した。

3. 研究の方法

心電図同期下に以下に示すパラメーター(図 1)を用いて、腹部大動脈瘤に直行する断面で水平断像、矢状断像を収縮期から拡張期にかけて撮像し、得られた収縮期および拡張期の画像から動脈瘤を楕円球と近似してその体積を算出し、それらの差から仮想の拍出量・駆出率を算出した(図 2)。

Imaging parameters	Axial / Sagittal
TR/TE (msec)	2.5 / 1.23
Flip angle (degree)	50
Matrix (%)	144 × 200 (512)
Field of view (mm × %)	350 × 100
Section thickness (mm)	8
Gap	0
Acquisition time (sec)	12 (ECG HR 60)
SENSE	2
NEX	1
Heart phase数	16
Slice数	3

図 1 : Cine-MRI 撮像パラメーター

瘤の拍出量・駆出率は画像から得られた仮想楕円球の体積と検査時の心拍数を元に上記の計算式で求めた。

1. (収縮期の楕円球体積) - (拡張期の楕円球体積) = 瘤拍出量
2. 瘤拍出量 / 検査時の心拍数 = 瘤駆出率

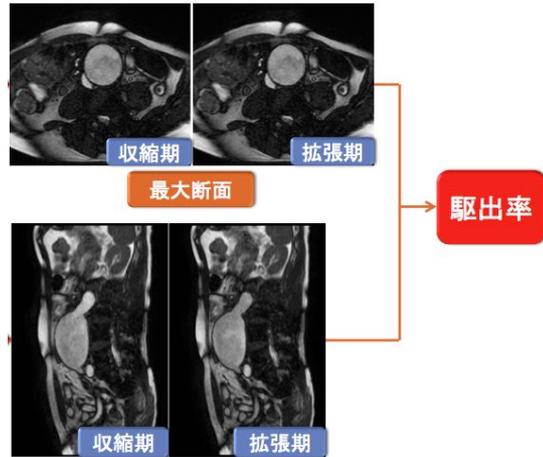


図 2 : 駆出率の算出の仕方

これらに加え、動脈瘤自体のサイズや内部の壁在血栓の量も関連が考えられたため、瘤全体や血洞腔のみでそれぞれ駆出率を算出し、一方で楕円球の体積の算出方法も最大断面の面積を長径と短径を用いて算出する方法と、断面積を直接計測で求める方法とで 2 通り算出し、瘤の最大面積(MA)で除すなどの工夫を行った。

最終的に以下の図 3 に示す画像から得られた 8 つの指標と、臨床経過から得られた 4 つの指標との間の関連を重回帰分析を用いて評価した。

画像から得られた指標		臨床経過の指標
径から求めた楕円球 (瘤全体)	瘤駆出率(A ₁ EF)	面積増大率(%) (初診時~MRI撮像時まで)
径から求めた楕円球 (血洞腔のみ)	血洞腔駆出率(B ₁ EF)	年面積増大率(%/year) (初診時~MRI撮像時まで)
断面積から求めた楕円球 (瘤全体)	瘤駆出率(A ₂ EF)	最大短径増大率(mm/year) (初診時~MRI撮像時まで)
断面積から求めた楕円球 (血洞腔のみ)	血洞腔駆出率(B ₂ EF)	
瘤駆出率/最大面積(MA)比	A ₁ EF/MA	
	A ₂ EF/MA	
血洞腔駆出率/最大面積(MA)比	B ₁ EF/MA	最大短径増大(mm) (初診時~MRI撮像時まで)
	B ₂ EF/MA	

図 3 : 評価に用いた指標

- *1 A₁EF: 最大断面の面積を長径と短径を用いて算出した場合の瘤駆出率
- *2 A₂EF: 最大断面の面積を直接計測で算出した場合の瘤駆出率
- *3 B₁EF: 最大断面の面積を長径と短径を用いて算出した場合の血洞腔駆出率
- *4 B₂EF: 最大断面の面積を直接計測で算出した場合の血洞腔駆出率

4. 研究成果

図3に示した得られた指標をもとに行った重回帰分析では血洞腔駆出率と最大面積の比(B_2EF/MA)と面積増大率(%)の間に有意な相関を認められた(図3: $p < 0.05$ を有意とした。)

	面積増大率	年面積増大率	最大短径増大率	最大短径増大
瘤駆出率(A_1EF)	0.998	0.609	0.675	0.658
血洞腔駆出率(B_1EF)	0.653	0.477	0.725	0.304
瘤駆出率(A_2EF)	0.935	0.148	0.054	0.742
血洞腔駆出率(B_2EF)	0.736	0.981	0.959	0.099
A_1EF/MA	0.973	0.318	0.155	0.070
A_2EF/MA	0.987	0.805	0.598	0.149
B_1EF/MA	0.502	0.805	0.983	0.823
B_2EF/MA	0.036	0.798	0.843	0.106

図3: 重回帰分析の結果(数値は数字は p 値)

重回帰分析の結果を基に

従属変数 (y): 面積増大率(%)

独立変数 (x): B_2EF/MA

として回帰分析を行ったところ以下の回帰式が得られ、 $p = 0.036$, $R = 0.459$, $R^2 = 0.210$ と中等度の相関が見られた。

$$\text{回帰式: } y = 107.099 + 0.324 x$$

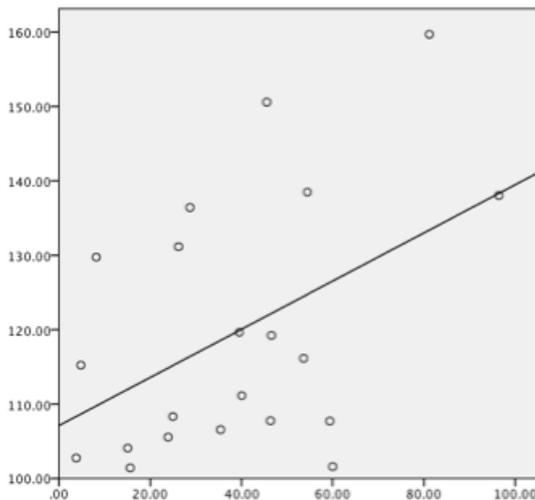


図4: 回帰分析散佈図

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0件)

〔学会発表〕(計3件)

川田紘資、五島聡、渡邊春夫、大野裕美、野田佳史、河合信行、梶田公博、兼松雅之. Cine-MRA 画像を用いた腹部大動脈瘤破裂危険因子に関する検討. 第43回日本磁気共鳴

医学会大会、東京ドームホテル(東京都・文京区)、2015年9月10-12日

川田紘資、五島聡、棚橋裕吉、渡邊春夫、大野裕美、野田佳史、河合信行、島袋勝也、石田成吏洋、兼松雅之. Cine-MRA 画像を用いた腹部大動脈瘤破裂危険因子に関する検討. 第56回日本脈管学会総会、虎ノ門ヒルズフォーラム(東京都・港区)、2015年10月29-31日

H Kawada, S Goshima, Y Tanahashi, K Kazita, Y Noda, N Kawai, H Koyasu, H Kondo, M Matuso. ECG-gating magnetic resonance quantification of aortic distensibility for the prediction of aortic aneurysmal growth rate. 2016年欧州IVR学会、バルセロナ(スペイン)、2016年9月10-14日

〔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

川田 紘資 (KAWADA, Hiroshi)
岐阜大学・医学部附属病院・医員
研究者番号: 00585276

(2) 研究分担者

五島 聡 (GOSHIMA, Satoshi)
岐阜大学・医学部附属病院・助教
研究者番号: 90402205

野田 佳史 (NODA, Yoshifumi)
岐阜大学・医学部附属病院・医員
研究者番号: 60643020

兼松 雅之 (KANEMATSU, Masayuki)
岐阜大学・医学部附属病院・准教授
研究者番号： 40252134

近藤 浩史 (KONDO, Hiroshi)
岐阜大学・医学部附属病院・講師
研究者番号： 20324311

櫻井 幸太 (SAKURAI, Kota)
岐阜大学・医学部附属病院・医員
研究者番号： 90422708

河合 信行 (KAWAI, Nobuyuki)
岐阜大学・医学部附属病院・医員
研究者番号： 20724561

大野 裕美 (ONO, Hiromi)
岐阜大学・医学部附属病院・医員
研究者番号： 70610426

(3)連携研究者

()

研究者番号：