

令和 4 年 5 月 23 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K09245

研究課題名(和文) AI技術を用いた大動脈解離に対する血管内治療後の予後予測アルゴリズムの開発

研究課題名(英文) Development of prognosis prediction AI program after endovascular aortic repair

研究代表者

島村 和男 (Shimamura, Kazuo)

大阪大学・医学系研究科・准教授

研究者番号：10507205

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)：本研究においては、大動脈解離におけるTEVAR治療後の偽腔血栓化・退縮達成率を予測し、適切な術式決定を効率的に行えるシステムを開発することを目標とした。そのプロセスとして、大動脈解離に対するTEVARを施行した症例を対象として臨床的に有用性が高いと判断された術前・手術および術後因子を決定した。また基盤となるデータベースのプラットフォームとして大動脈解離症例の情報収集に特化した項目・入力システムを有するものを作成した。また、大動脈解離の偽腔病態を解析する上では大動脈弾性率に着目し、心電図同期CTを用いた大動脈弾性率解析および人工血管置換術施行時に採取された組織検体による弾性率計測を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により大動脈解離に対するTEVARの遠隔期有効性(=偽腔退縮性)を予測するプログラムを構築する基盤が構築されたと考えられる。大動脈解離に対する治療はリスクが高くかつ高額であることから、治療前に遠隔期有効性を予測することで治療成績の向上および医療費削減に大きく貢献することが期待される。

研究成果の概要(英文)：In this research, AI based program which predicts the thrombosis/shrinkage of the false lumen in late phase after primary entry closure by TEVAR in aortic dissection was developed. Preoperative, operative and postoperative parameters which related to the fate of false lumen was determined by traditional statistically method, and comprehensive aortic dissection database was build. Elastic modulus was involved in the AI program as a key factor for prediction of false lumen status. A program to calculate the elastic modulus of the ascending aorta using ECG-gated CT scan in vivo was developed, and it was validated ex-vivo by examining the aortic samples with tensile test. Histological examination was also performed.

研究分野：大動脈解離

キーワード：大動脈解離 AI 大動脈弾性率

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

大動脈解離に対する外科治療として、従来的人工血管置換術に替わる血管内治療であるステントグラフトによるエントリー閉鎖術(Thoracic endovascular aortic repair; TEVAR)が臨床導入され、外科治療との比較で術後死亡率および術後合併症発生率が有意に低いことから第一選択治療となりつつある。しかしながら、TEVARの遠隔期有効治療率(偽腔血栓化・偽腔退縮達成率)は50-80%に止まっており、その原因として術後の残存偽腔血流が負の影響を与えることが知られている。残存偽腔血流を規定するとされる因子は患者要因(全身状態ならびに解剖学的要因)・デバイス・ステントグラフト留置範囲など多岐に渡り、未だ一定の見解はなく症例に応じた術式選択は術者の経験に大きく依存している。さらに、偽腔残存血流が認められた場合の有効な低侵襲追加治療法は確立されておらず、大動脈解離に対するTEVAR治療体系における大きな限界点となっている。

### 2. 研究の目的

当研究では、大動脈解離におけるTEVAR治療後の偽腔血栓化・退縮達成率を予測し、適切な術式決定を効率的に行えるAIシステムを開発することを目的とした。

### 3. 研究の方法

- 1) 大規模データベースを用いた偽腔縮小因子の検出
- 2) 大動脈弾性率の生体内計測プログラムの開発および組織学的検証
- 3) AIアルゴリズムによるTEVAR術後偽腔拡大予測モデルの構築

### 4. 研究成果

#### 1) 大規模データベースを用いた偽腔縮小因子の検出

大規模データベースを用いた偽腔縮小因子の検出について、当院にて過去に施行した大動脈解離に対するTEVAR後の遠隔期追跡調査を行い検討した。2010年から2021年に施行したStanford B型大動脈解離に対するTEVAR 162例中を対象とし、慢性解離におけるTEVAR後の偽腔縮小因子を探索した。慢性解離における偽腔退縮率は51%であり、単変量解析では年齢(60才以下) 解離発症後2年以内のTEVAR、末梢landing部位での大動脈口径(23mm以下)が遠隔期偽腔縮小因子として特定され、多変量解析では発症からの期間が有意な因子として検出された。これらの成果はAortic Symposium 2022にて発表され、現在論文化している。

#### 2) 大動脈弾性率の生体内計測プログラムの開発および組織学的検証

偽腔の動態解明に向けて、撮像した4D-MRIデータを元にFSI(Fluid Structure Interaction; 流体構造連成解析)による解析を施行した。その際に、解離血管構造の特性因子として血管弾性率を規定することが不可欠と考えられたため、大動脈弾性率を生体内で測定するアルゴリズムを作成することとした。当教室で先行して研究していたシリコンモデルを用いた心電図同期CTによる弾性率計測アルゴリズムを基に、胸部大動脈瘤症例にお

ける上行大動脈弾性率を術前心電図同期 CT にて算出し、術中採取した上行大動脈組織の牽引試験にて検証した。37 例の胸部大動脈症例において検証した結果、心電図同期 CT による弾性率は牽引試験と非常に良好な相関関係( $Y=0.7545+0.8943X$ ,  $R=0.9007$ )があることが示された。これらの結果は European Association of Cardiothoracic Surgery (EACTS) 2022 にて発表すべく演題登録に至り、また論文を作成している。

### 3 ) AI アルゴリズムによる TEVAR 術後偽腔拡大予測モデルの構築

前述のデータベースから同定された偽腔縮小因子に加え、大動脈弾性率をパラメータに含めてデータを学習用データ(80%)と検証用データ(20%)に分け、学習用データを用いて深層学習トレーニングを行う予定である。大動脈弾性率の計測に時間を要しているため本解析には至っていないが、今後施行する予定となっている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kudo Tomoaki, Kuratani Toru, Shimamura Kazuo, Sawa Yoshiki	4. 巻 27(3)
2. 論文標題 Determining the Optimal Proximal Landing Zone for TEVAR in the Aortic Arch: Comparing the Occurrence of the Bird-Beak Phenomenon in Zone 0 vs Zones 1 and 2	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Endovascular Therapy	6. 最初と最後の頁 368 ~ 376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1526602820914269	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masada K, Kuratani T, Shimamura K, Sawa Y	4. 巻 55(6)
2. 論文標題 The double-barrel endografting technique in a patient with chronic type B aortic dissection.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Semin Thoracic Cardiovasc Sugr	6. 最初と最後の頁 183-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shimamura K, Kuratani T, Kin K, Shijo T, Masada K, Sawa Y	4. 巻 28(6)
2. 論文標題 Effectiveness of embolic protection filter device in stroke prevention during endovascular aortic arch repair in significant aortic atheroma patients.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Interact Cardiovasc Thorac Surg	6. 最初と最後の頁 974-980
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shirakawa Takashi, Kuratani Toru, Yoshitatsu Masao, Shimamura Kazuo, Fukui Shinya, Kurata Akira, Koyama Yasushi, Toda Koichi, Fukuda Ikuo, Sawa Yoshiki	4. 巻 68
2. 論文標題 Towards a Clinical Implementation of Measuring the Elastic Modulus of the Aorta From Cardiac Computed Tomography Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 3543 ~ 3553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TBME.2021.3077362	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 島村 和男、倉谷 徹、金 啓和、四條 崇之、政田 健太、井手 亨、戸田 宏一、澤 芳樹
2. 発表標題 Evaluation of long term effectiveness of TEVAR for acute type B aortic dissection
3. 学会等名 第119回 日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuo Shimamura, Toru Kuratani, Keiwa Kin, Kenta Masada, Toru Ide, Takasumi Goto, Koichi Toda, Takayoshi Ueno, Yoshiki Sawa
2. 発表標題 Long-term results of hybrid/endovascular repair in patients with Marfan Syndrome
3. 学会等名 第84回 日本循環器学会学術集会 プレナリーセッション
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 島村 和男、倉谷 徹、四條 崇之
2. 発表標題 遠隔期成績からみたzone 0 Hybrid TEVARの有効性
3. 学会等名 第64回関西胸部外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 島村 和男、倉谷 徹、四條 崇之
2. 発表標題 弓部大動脈疾患に対する治療戦略
3. 学会等名 Japan Endovascular Symposium (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuo Shimamura
2. 発表標題 Strategy for type B aortic dissection using TAG Conformable stent graft
3. 学会等名 Asian Society for Cardiovascular and Thoracic Surgery (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takayuki Shijo, Kazuo Shimamura
2. 発表標題 Analysis of the predictor of aortic shrinkage after thoracic endovascular aortic repair for patent false lumen chronic aortic dissection
3. 学会等名 Aortic symposium 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	政田 健太 (Masada Kenta) (60770584)	大阪大学・医学部附属病院・特任助教  (14401)	削除：2021年2月9日
研究分担者	金 啓和 (Kin Keiwa) (70532985)	大阪大学・医学系研究科・助教  (14401)	
研究分担者	倉谷 徹 (Toru Kuratani) (90448035)	大阪大学・医学系研究科・特任教授  (14401)	

#### 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
---------	---------