

令和 3 年 5 月 31 日現在

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K07766

研究課題名(和文) 超高精細CTによるAdamkiewicz動脈とその側副血行路の研究

研究課題名(英文) Evaluation of collateral pathways to the artery of Adamkiewicz using ultra-high-resolution CT

研究代表者

吉岡 邦浩 (YOSHIOKA, Kunihiro)

岩手医科大学・医学部・教授

研究者番号：70210648

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)： 超高精細CT(Precision, Canon製)を用いて、スライス厚0.25mm、1024×1024マトリックスでAdamkiewicz動脈の評価を行った。得られた画像からCPR(curved planar reformation)画像を作成し、大動脈からAdamkiewicz動脈を経て前脊髄動脈へ至る経路が連続的に描出されるかを視覚的に評価した。解析可能であった大動脈瘤症例95例中89例(94%)でAdamkiewicz動脈が診断可能であった。この89例の中で、側副血行路は20例(22%)、26本認められた。内訳は、脊椎周囲の動脈が21本(81%)、胸壁の動脈が5本(19%)であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来CTの8倍の空間分解能を有する超高精細CTでは、94%という極めて高い確率でAdamkiewicz動脈を描出できることが明らかになった。従来CTを用いた場合には、同じ方法での描出率は50-60%程度であるので、今後Adamkiewicz動脈の診断には超高精細CTが第一選択となる可能性がある。また、超高精細CTは脊椎周囲や胸壁を走行する側副血行路も明瞭に描出可能で、今回の研究でその経路や頻度が明らかになった。これらの知見は、手術の前に側副血行路となっている動脈を同定することで、手術に際してそれらを再建したり温存する等の手術術式に影響を与えるばかりでなく、術後対麻痺の回避への貢献が期待できる。

研究成果の概要(英文)： A total of 89 patients with descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms were scanned using the ultra-high-resolution CT scanner (Precision, Canon Medical Systems, Otawara, Japan) with a 0.25-mm detector row width, supporting image reconstruction with a 1024 × 1024 matrix. The cardiovascular radiologists evaluated visualization of the artery of Adamkiewicz and its continuity between the anterior spinal artery and the aorta with CPR (curved planar reformation) images using a workstation (Ziostation, Ziosoft, Tokyo, Japan).

The artery of Adamkiewicz was depicted in 89 of 95 (94%) patients. The ultra-high-resolution CT demonstrated 26 collateral pathways in these 89 (22%) patients (Six patients had 2 collateral pathways). The collateral pathways were divided into 2 groups based on the location. One group included collateral pathways located around the spinal column (n = 26, 81%) and the other group included collateral pathways located in the thoracic wall (n = 5, 19%).

研究分野：放射線診断学

キーワード：Adamkiewicz動脈 CT 大動脈瘤

1. 研究開始当初の背景

(1) わが国では人口の高齢化ならびに手術法の進歩によって大動脈瘤の手術症例は増加の一途をたどっている¹⁾。その一方、重篤な合併症である術後対麻痺が、ステントグラフト法等の新しい手術法が普及した現在においても無視できない頻度で発生している。それは、「血管外科医のロシアンルーレット」²⁾とも呼ばれて恐れられているが、本邦でも3~10%の頻度で発生している³⁻⁴⁾。術後対麻痺の原因は脊髄の虚血であるが、その中でも主たる栄養血管である Adamkiewicz 動脈の血流障害が原因と考えられている。術後対麻痺を回避するための画像診断領域での方策として、術前の Adamkiewicz 動脈の同定がある。最近、本邦で実施された2000例以上の胸(腹)部大動脈瘤を対象とした大規模な多施設共同研究(JASPAR 研究)によって、画像診断による Adamkiewicz 動脈の術前の同定と、それを受けた適切な手術法の実施は、術後対麻痺の発生を有意差を持って低下させることが証明された³⁾。

(2) 近年のマルチスライス CT の進歩によって、直径が 1mm 程度と細小な血管である Adamkiewicz 動脈の描出が可能となった。一方、その解剖学的な特徴的である「ヘアピンターン」を診断根拠とした場合の描出率は約 80%と高いものの、この方法では動脈と静脈との鑑別が十分ではない。それは、静脈も動脈と類似した形態を呈するためである。その静脈との鑑別を含めて信頼度の高い診断方法は、大動脈から Adamkiewicz 動脈を経て前脊髄動脈に至る経路の連続性を証明する手法が一般的だが、その場合の診断能は現在一般的に使用されている 64 列装置では約 50%に過ぎない⁵⁾。これは、CT の空間分解能が Adamkiewicz 動脈の診断においては充分ではないことが原因の一つと考えられる。

Conventional CT vs. Ultra-high-resolution CT

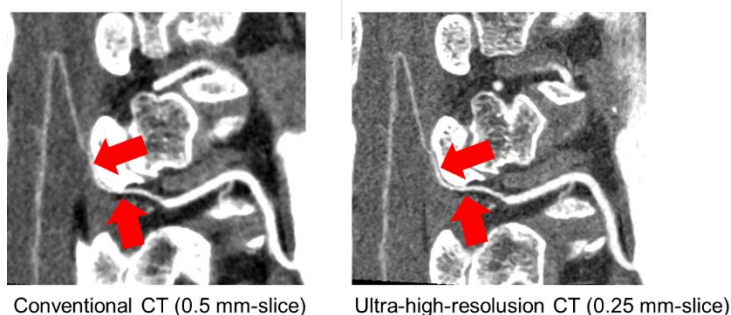


図1 従来型 CT と超高精細 CT で撮影した Adamkiewicz 動脈
左：従来型 CT
右：超高精細 CT

骨構造に接して走行する部分では従来型 CT では連続性の追跡が困難だが、超高精細 CT では容易である(矢印)。

2. 研究の目的

(1) 最近、高い空間分解能を有する超高精細 CT の使用が可能となった。この装置は従来型 CT と比較して 8 倍の空間分解能を有しており、最薄スライス厚 0.25mm が可能で、1 ボクセルが 0.25 x 0.25 x 0.25 mm (従来型 CT では 0.5 x 0.5 x 0.5 mm) となった。この優れた空間分解能は、Adamkiewicz 動脈を含めた脊髄の細小な血管の描出に大きく貢献することが期待できる。本研究では超高精細 CT を用いた場合の Adamkiewicz 動脈の診断能を明らかにすることを本研究の第一の目的とする。

(2) Adamkiewicz 動脈には側副血行路が存在することが知られている。術前にそのルートを確認できれば術式の選択や術後対麻痺の回避に役立つと考えられる。この側副血行路は細く複雑な経路を辿ることが予測されるが、空間分解能に優れた超高精細 CT を用いることで、そのルートや頻度を明らかにすることも本研究のもう一つの目的とする。

3. 研究の方法

(1) CT 装置は超高精細 CT (Precision, Canon Medical Systems 製) を使用し、画像解析や画像処理には画像処理装置 (ザイオステーション) を用いた。

(2) 本学附属病院で胸部下行大動脈瘤もしくは胸腹部大動脈瘤を有する患者で、超高精細 CT で 0.25mm スライス厚、1024 x 1024 マトリックスで撮影ならびに画像再構成できた症例を対象とした。

(3) 撮影条件は、管電圧 120 kV、管電流 510 - 520 mA、回転速度 0.5 秒、ビームピッチファクター 0.569 であった。画像再構成は逐次近似再構成法の FIRST (forward projected model-based iterative reconstruction solution) もしくは AIDR3D (adaptive iterative dose reduction 3D) を用いた。造影剤は、高濃度ヨード造影剤 (iopamidol 370; Bayer) を 3.5 mL/s の注入速度で、注入量は 2.0 mL/kg で注入した。ポーラストラッキング法を用いて、下行大動脈の CT 値が 250 HU に達した時点で自動的に撮影を開始した。撮影は呼吸停止下に行った。

(4) 得られたボリュームデータから、画像処理装置を用いて CPR (curved planar reformation) 画像を作成し、大動脈から肋間(腰)動脈、Adamkiewicz 動脈を経て前脊髄動脈へ至る経路が「一筆書き」のように連続的に描出されるかを 2 人の放射線科医が視覚的に評価することで描出能の評価を行った。

(5) 次に、側副血行路の評価を行った。具体的には、Adamkiewicz 動脈を分岐する肋間(腰)動脈が閉塞している症例を抽出し、(3)と同じ手法を用いて、大動脈から側副血行路を経て、Adamkiewicz 動脈そして前脊髄動脈へ至る経路が連続的に描出できるかを評価し、その経路と頻度を求めた。

4. 研究成果

(1) 解析が可能であった胸部下行大動脈瘤あるいは胸腹部大動脈瘤 95 例で、その中で 89 例(94%)で大動脈から Adamkiewicz 動脈を経て前脊髄動脈に至る経路が連続性を保って描出された(図 2)。

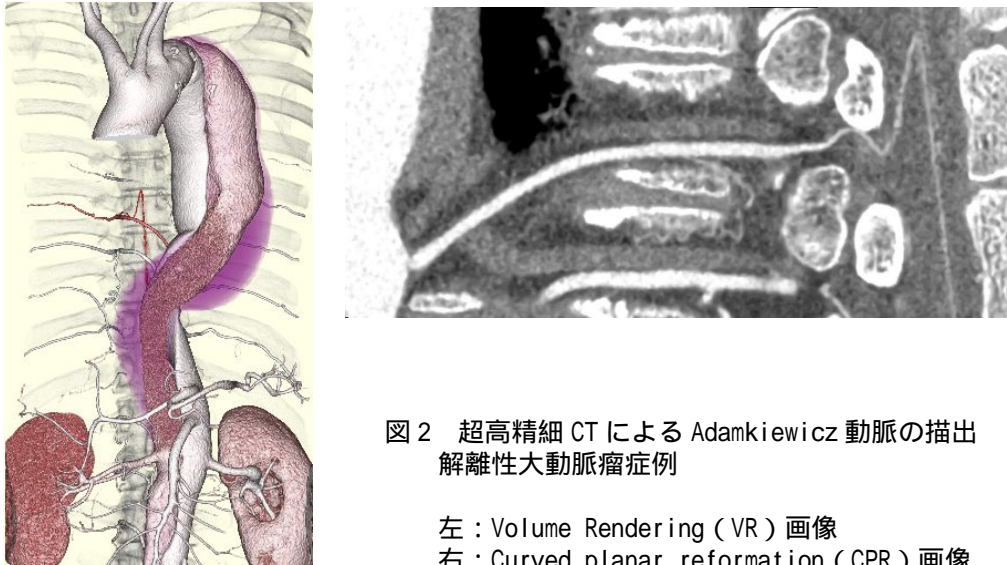


図 2 超高精細 CT による Adamkiewicz 動脈の描出
解離性大動脈瘤症例

左：Volume Rendering (VR) 画像
右：Curved planar reformation (CPR) 画像

Adamkiewicz 動脈は右第 8 肋間動脈から分岐している (VR 画像)。

CPR 画像では、大動脈から肋間動脈、Adamkiewicz 動脈を経て、前脊髄動脈までが「一筆書き」のように連続性を保って描出されている。

(2) Adamkiewicz 動脈が描出された 89 例の中で、20 例(22%)に側副血行路の形成が認められた。そのうち 6 例では 2 系統の側副血行路を有しており、合計 26 本の側副血行路が認められた。内訳は、脊椎周囲の動脈が 21 本(81%)、胸壁の動脈が 5 本(19%)であった。脊椎周囲の動脈の詳細は、肋間動脈の筋枝が 8 本(31%)、肋間動脈の前椎体枝が 6 本(23%)、肋間動脈の後椎体枝が 5 本(19%)、肋間動脈の架橋枝が 2 本(8%)であった。胸壁の動脈の詳細は、胸背動脈が 4 本(15%)、内胸動脈が 1 本(4%)であった(図 3, 4)。

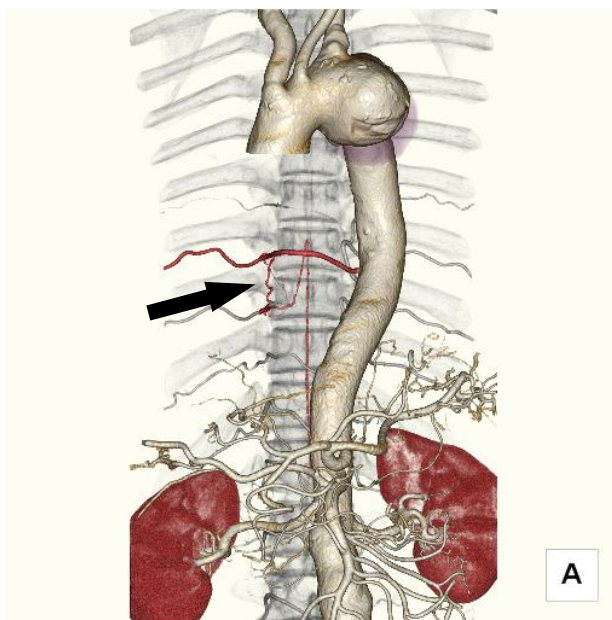


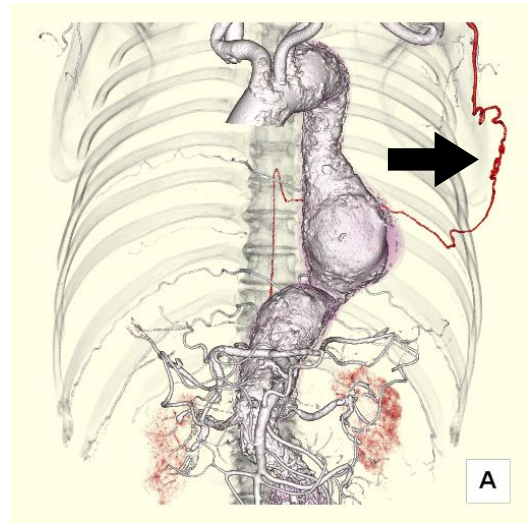
図 3 超高精細 CT による側副血行路の描出 (Volume Rendering 画像)

Adamkiewicz 動脈は右第 10 肋間動脈から分岐しているが、同動脈は起始部で閉塞している。これに対して、右第 9 肋間動脈の前椎体枝を介する側副血行路が認められる(矢印)。

A

図 4 超高精細 CT による側副血行路の描出 (Volume Rendering 画像)

Adamkiewicz 動脈は左第 8 肋間動脈から分岐しているが、同動脈は起始部で閉塞。これに対して、左胸背動脈を介する側副血行路が形成されている (矢印)



(3) 術前に側副血行路を同定することができれば、手術に際してその経路を利用した術式を選択する等の手術計画にも影響を与えるばかりでなく、術後対麻痺の回避にも貢献が期待できる。図 5 にその実例を示す。

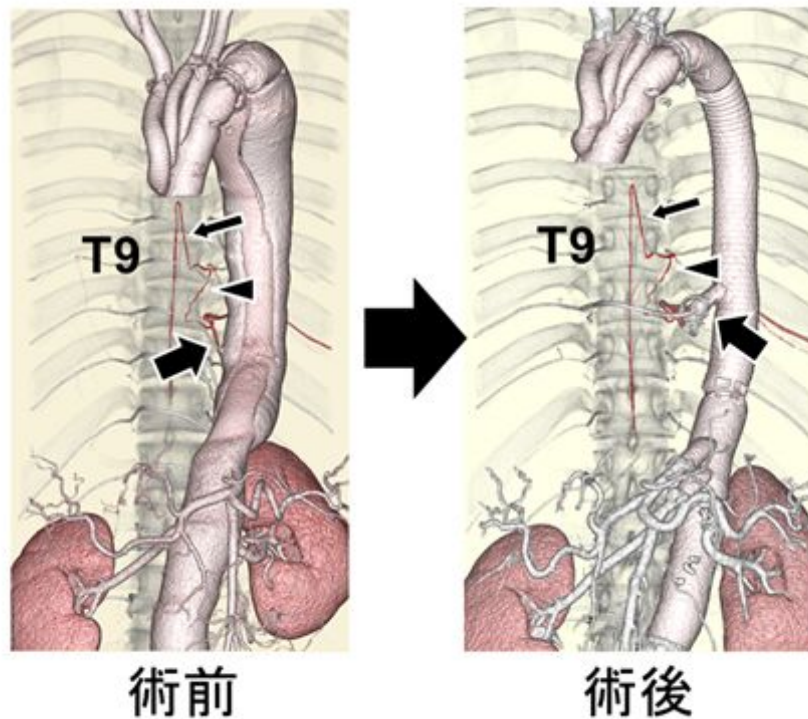


図 5 術前の側副血行路の情報を利用した手術の実例

解離性大動脈瘤症例。術前の CT (左) では、Adamkiewicz 動脈 (小矢印) を分岐する左第 9 肋間動脈は起始部で閉塞し、左第 10 肋間動脈 (大矢印) から筋枝 (矢頭) を介する側副血行路が発達していた。

手術では、側副血行路への血流の供給源となっている左第 10 肋間動脈を再建した。術後対麻痺は認められなかった。術後の CT (右) では、再建された左第 10 肋間動脈 (大矢印) から、術前と同様に筋枝 (矢頭) を介して Adamkiewicz 動脈 (小矢印) が描出されているのが確認できた。

< 引用文献 >

- 1) 日本循環器学会、2020 年改訂版大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン、https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/07/JCS2020_Ogino.pdf
- 2) Doppman JL, Radiology 1993;189:27-28.
- 3) Tanaka H, J Thorac Cardiovasc Surg 2016;151:122-128.
- 4) Okita Y, Ann Cardiothorac Surg 2012;1:373-380.
- 5) Utsunomiya D, Eur Radiol 2008;18:2684-2690.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 荻野均ほか41名（研究代表者は42番目）	4. 巻 HP公開のみ
2. 論文標題 2020年改訂版 大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本循環器学会	6. 最初と最後の頁 41 - 42
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 折居誠、吉岡邦浩	4. 巻 275
2. 論文標題 心大血管CTにおけるAIの活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 634 - 640
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 無
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 吉岡邦浩	4. 巻 34
2. 論文標題 Adamkiewiczの描出と進歩	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 INNERVISION	6. 最初と最後の頁 108 - 109
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 無
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 Hiraumi Harukazu, Obara Makiko, Yoshioka Kunihiro, Ehara Shigeru, Sato Hiroaki	4. 巻 46
2. 論文標題 Detectability of minute temporal bone structures with ultra-high resolution CT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Auris Nasus Larynx	6. 最初と最後の頁 830 - 835
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.anl.2019.03.007.	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 Tanaka Ryoichi, Yoshioka Kunihiro, Abiko Akihiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Updates on Computed Tomography Imaging in Aortic Aneurysms and Dissection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annals of Vascular Diseases	6. 最初と最後の頁 23 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3400/avd.ra.19-00127	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshioka Kunihiro, Tanaka Ryoichi, Takagi Hidenobu, Ueyama Yuta, Sugawara Tsuyoshi, Chiba Takuya, Arakita Kazumasa, Schuijf Joanne D	4. 巻 54
2. 論文標題 Systematic evaluation of collateral pathways to the artery of Adamkiewicz using computed tomography	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Cardio-Thoracic Surgery	6. 最初と最後の頁 19 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/ejcts/ezx509	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 吉岡 邦浩	4. 巻 70
2. 論文標題 エックス線CTの最前線	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 岩手医学雑誌	6. 最初と最後の頁 181 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24750/iwateishi.70.6_181	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 吉岡邦浩
2. 発表標題 Adamkiewicz動脈の描出と進歩
3. 学会等名 第78回日本医学放射線学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡邦浩
2. 発表標題 超高精細CTの心血管領域での実際
3. 学会等名 第30回日本心血管画像動態学会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡邦浩
2. 発表標題 超高精細CTの登場と動脈硬化性疾患での臨床応用
3. 学会等名 第50回日本動脈硬化学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡邦浩
2. 発表標題 各領域の進歩：脈管
3. 学会等名 Advanced Medical Imaging研究会 2018（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉岡邦浩
2. 発表標題 エックス線CTの最前線：超高精細CTの登場と臨床応用
3. 学会等名 第140回岩手医学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 横山 健一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 292
3. 書名 心臓・大血管 画像診断の勘ドコロNEO	

1. 著者名 似鳥俊明、似鳥俊明	4. 発行年 2020年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 260
3. 書名 ここから始める循環器疾患のCT・MRI	

〔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
研究協力者	村中 健太 (Muranaka Kenta)	岩手医科大学・中央放射線部・技師長 (31201)	
研究協力者	荒木田 和正 (Arakita Kazumasa)	キャノンメディカルシステムズ	
連携研究者	田中 良一 (Tanaka Ryoichi) (30393218)	岩手医科大学・歯学部・教授 (31201)	

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
---------	---------