

1 1)論文種別

2 テクニカルノート

3 2)論文タイトル

4 造影剤を使用しない胸部 CT 画像の再構成による大動脈弓形態の
5 立体的描出

6 3)全員の著者名

7 福田真紀¹⁾，太田剛史¹⁾，岡林宏²⁾，政平訓貴¹⁾，松岡賢樹¹⁾，
8 岡田憲二¹⁾，津野隆哉¹⁾，西本祥大¹⁾，上羽佑亮¹⁾

9 4)著者全員の所属施設・部署

10 1)高知県・高知市病院企業団立 高知医療センター 脳神経外科

11 2)高知県・高知市病院企業団立 高知医療センター 医療技術局
12 断層撮影科

13 5)連絡著者の氏名・連絡先

14 福田真紀

15 高知県・高知市病院企業団立 高知医療センター 脳神経外科

16 〒781-8555 高知市池 2125-1

17 TEL : 088-837-3000 E-mail : xythph@par.odn.ne.jp

18 6)キーワード

19 aortic arch, non contrast CT, IVR

20 7)宣言

21 本論文を，日本脳神経血管内治療学会機関誌 JNET Journal of
22 Neuroendovascular Therapy に投稿するにあたり，筆頭著者，
23 共著者によって，国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていない
24 ことを誓約致します。

< 和文要旨 >

【目的】緊急血管内手術の術前に撮像された非造影の頸胸腹部 CT 画像に対して、新たに考案した画像処理を適応して再構成された大動脈弓部の 3D 再構成画像の再現性について評価することである。

【症例】2018年1月から12月までに急性期血行再建術を施行され、搬入時に胸部単純 CT を撮像された 46 例を対象とした。頸部以遠の主幹動脈の再現は困難であったが、全例で大動脈弓の解剖学的形態を立体的に再現できた。

【結論】新規に考案した 3D 解析システムを用いれば、造影剤を用いずに胸部単純 CT データから簡便に大動脈弓部の情報を得ることができ、急性期脳血管内治療に有用な可能性がある。

< 本文 >

【緒言】

急性期脳梗塞に対する機械的血栓回収療法の件数の増加とともに、高齢者に対し緊急で脳血管造影を行う機会が増えている。カテーテルの誘導に際して大動脈の解剖的形態を治療前に得ることは有用であるが、従来は造影検査である 3 次元 CT 血管造影法 (3D-CTA) や、時間を要する MRA が必要であった。それに対し、我々は単純胸部 CT 画像から、3D 画像解析システムを用いて、大動脈弓部の 3D 画像を作成する方法を考案した。今回の研究ではその撮像条件、再構成方法、有用性について検討し報告する。

【症例提示】

当院では、急性期脳卒中が疑われる症例に対しては、頭部 CT とと

もに、t-PA(tissue plasminogen activator)投与の適応判断のために、胸部単純 CT で大動脈解離の除外を判断し¹⁾²⁾、疑わしい場合のみ胸部造影 CT を行っている³⁾⁴⁾。

2018年1月から12月までに当院で行った、急性期血行再建術症例52例のうち、搬入時に胸部単純 CT を施行されていた46例を対象とし、3D画像解析システムで再構成した胸部大動脈画像を分析し、腕頭動脈の分岐角度 Type 1、2、3⁵⁾、bovine arch など、ガイディングカテーテルの誘導に関する要因について評価した。

また、胸部大動脈弓画像の再現性を評価するために、同期間に胸部単純 CT を下記に示す条件で撮影した患者で、大動脈解離のほか、direct VA(vertebral artery)や内臓逆位などの血管起始の variation を示すものについても同様に評価した。

本法は胸部単純 CT で得られた大動脈内の血液の CT 値を計測し、オパシティーカーブを設定することで、volume rendering を作成する手法である。実際の作業はワークステーション上で自動的に行われ、大動脈弓の構造は短時間で3Dで再構築される。

撮影条件および再構成方法は以下の通りである。

CT 機器は、Aquillion ONE(キャノンメディカルシステムズ株式会社、栃木)を用い、以下の条件で撮像した。撮影部位 頸胸部、管電圧 120kV、管電流 AEC:SD12、回転時間 0.5秒、再構成フィルタ soft、スライス厚 1mm、スライス間隔 1mm。

3D画像解析システムとして、SYNAPSE VINCENT(富士フィルムメディカル株式会社、東京)を使用した。胸部単純 CT 画像を SYNAPSE VINCENT に転送し、3Dビューワーアプリを用いて、大

動脈弓部の 3D 画像を作成した。3D 作成のテンプレートは、オパシティーカーブ CT 値 -300~300 右上がりの直線、配色は -300~-100 black、-100~0 pink、0~150 ivory、150~300 white であった(Figure 1)。具体的な作業手順は自動化されており、電子カルテの画像保存通信システム(PACS: Picture Archiving and Communication Systems)から SYNAPSE VINCENT を立ち上げ、3D 画像構成のためのタブを 6 か所クリックするのみであった(Figure 2)。これらの 3D 画像作成作業は、患者が CT 撮影室から血管撮影室に移動する間に診療放射線技師が行った。

全例で単純 CT 画像から 3D 画像を再構成でき、PACS で画像が転送されれば、約 1 分で作成可能であった。

胸部単純 CT が施行された 46 例の 3D 構成画像を評価することで、腕頭動脈の分岐角度 Type 1 は 19 例、2 は 21 例、3 は 6 例と大動脈弓の形態評価が可能であった(代表例を Figure 3 に示す)。また 4 例の bovine arch(代表例を Figure 3 に示す)を検出できた。これらの 3D 画像は、急性期血行再建術中に血管撮影室の画像参照モニター上にすぐに表示され、術者や助手は同画像を参照しながらのカテーテル操作が可能であった。また、治療開始前に腕頭動脈の分岐角度が確認できることから、Type 1 であれば 6Fr JB2 型インナーカテーテルを用いるところ、Type 3 や bovine arch であれば 6Fr シモンズ型インナーカテーテルを準備した。

同時期の撮影では direct VA や内臓逆位、大動脈解離の所見を検出できた(Figure 4)。

また、腹部単純 CT を同様に 3D 構成することで、腹部大動脈や外

腸骨動脈の蛇行や石灰化を判断することができた(Figure 5)。

しかし、本法では大腿動脈、腹部動脈、大動脈弓といった血管径が大きい、血管の屈曲が比較的強くない、血管の近くに骨がない動脈描出に限られており、頸動脈分岐部以降の描出は血管の屈曲が強い場合があることや、頭蓋内を走行している血管と骨との分離が難しくなるため、大動脈遠位の評価は不可能であった。

【考察】

本研究は単純胸部 CT から大動脈弓の 3 次元的解剖学的形態を再構成できることを示した。本方法を使えば、機械的血栓回収術などの急性期の脳血管内治療の症例において、ガイディングカテーテルの誘導に必要な情報を症例を選択せず短時間に描出できる可能性がある。

従来の造影 3D-CTA は血液内の造影剤の CT 値をもとに 3D 構成することで血管内腔の情報を得ているが、本法では造影剤を使用せずに類似の動脈情報を得ることができると示した。ヨード造影剤の静脈投与の副作用としてアレルギー反応、甲状腺機能異常症、造影剤腎症などが挙げられる。造影剤腎症は高齢者で多く、心血管イベントのリスクとなりうる⁶⁾。急性期には効果的な予防方法がなく、造影剤使用が多いほど発症リスクが高いため、その発症予防には急性期での造影剤使用量を極力減らす必要がある⁷⁾。したがって、高齢者の多い急性期血行再建術において、造影剤を用いない本方法はおおいに意義があると考えられる。

大動脈弓形態の情報を得る方法としては、胸部造影 CT や MRA が一般的である。最近では、頭部 CTA 後に体内に残存している造影剤

を用いて体幹部 CT を行い、この元画像から大動脈弓の形態を読影し評価する方法もあるが、本方法は単純 CT の撮影のみで立体的な形態評価が可能であり、急性期脳卒中患者に対して本方法は広く応用できると考える。当院では、多くの急性期虚血性脳卒中症例で胸部単純 CT を撮像していたことから、本方法による大動脈弓 3D 再構成を案出した。短時間に t-PA や血行再建術などの急性期虚血性脳卒中治療を開始する方法として、本研究で示した通り急性期脳卒中診療に単純 CT を優先することは有用と思われる。

胸部単純 CT に基づく血行再建術前の検討としては、矢状断での総頸動脈分岐評価に基づき上腕動脈からのアプローチに変更したという報告⁸⁾があるが、本方法では大動脈弓が 3D 画像として描出可能であり、任意の角度で評価できるため、分岐血管の形態が理解しやすいという利点がある。また、本法による大動脈弓の情報収集により、ガイディングカテーテル誘導のための使用機器の事前選択が可能となり、手技時間の短縮に貢献する可能性がある。

本法の限界としては、上述のように大動脈の形状評価に限られるため、脳主幹動脈の閉塞を含む総頸動脈以遠の評価はできないことである。したがって、本情報はガイディングカテーテルの誘導のみで有用であり、治療に直接関係する情報はカテーテルを誘導し造影検査を行う必要がある。さらに本研究は後ろ向き研究であり、カテーテルを誘導時の大動脈弓画像の参照の詳細についての情報がなかったため、本画像作成が手技の短時間化に関与しているかどうかについては評価できなかった。また、今回の方法は、自院 PACS データの SYNAPSE VINCENT という特定のシステムでの処理に準拠して

いるため、他院 PACS データからの再構成やほかの機器では新たに検討が必要であった。

【結語】

胸部単純 CT から構成した 3D 画像を用いて大動脈弓部の情報を得る方法について報告した。今後、血管蛇行の強い高齢者の急性期血行再建術を行う機会が増えると考えられるが、本法を応用すれば簡便に大動脈弓部の情報が得られ、手技時間の短縮に有用かもしれない。

<利益相反の開示>

筆者は日本脳神経血管内治療学会への COI 自己申告を完了しており、本論文の発表に関して、開示すべき COI はない。また共著者全員に利益相反はない。

<文献>

- 1)Kurabayashi T, Okishige K, Ueshima D, et. al. Diagnostic Utility of Unenhanced Computed Tomography for Acute Aortic Syndrome. Circulation Journal 2014; 78: 1928-1934
- 2)Salvolini L, Renda P, Fiore D, et al. Acute aortic syndromes: Role of multi-detector row CT.Eur J Radiol.2008;65(3):350-358
- 3)政平訓貴, 太田剛史, 岡田憲二他. 神戸宣言, その後: 急性期脳梗塞に対する血管内治療の普及の取り組み 各地方の取り組み 四国地方. 脳血管内治療. 2019;4(1):44-51
- 4)Ohta T, Okada K, Fukuda M, et al. Safety and Efficacy of

Intravenous Low-Dose Alteplase in Relative Contraindication Patients with Acute Ischemic Stroke. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2018 Jul; 27(7): 1844-1851

5) Criado FJ. Mastering Carotid Intervention. Endovascular Today 9: 2003. 65-68

6) Chalikias G, Drosos I, Tziakas DN. Contrast-Induced Acute Kidney Injury: An Update. Cardiovasc Drugs Ther. 2016;30(2):215-228

7) Do C. Intravenous Contrast: Friend or Foe? A Review on Contrast-Induced Nephropathy. Adv Chronic Kidney Dis. 2017;24(3):147-149

8) 天野達雄, 松本淑恵, 本田有子他. 脳底動脈閉塞に対する頸上腕アプローチでガイディングカテーテルを用いず吸引カテーテルと Stent Rtriever を組み合わせた血栓回収療法. 脳血管内治療. 2018;3(1):80-86

< 図表の説明 >

Figure 1 : 3D 作成のテンプレートのオパシティーカーブ CT 値を示す。

Figure 2 : 3D 画像構成の手順。CT 画像を選択し、VINCENT を立ち上げ、3D ビューワーのタブをクリックし、3D 画像を作成する。テンプレート(Figure 2A 白矢印)をクリックし、血管評価のための画像を作成し(Figure 2B)、白矢印をクリック、体幹の前後スライス移動のためさらにクリック(Figure 2C 白矢印)する。これでスクロ

ールすることにより、断層画像を前後させることが可能となる。

Figure 3: 総頸動脈の分岐角度 Type 1 (Figure 3A)、Type 2 (Figure 3B)、Type 3 (Figure 3C)、左総頸動脈が腕頭動脈から起始する、bovine arch (Figure 3D)であることが確認できる。

Figure 4: 画像を前後にスクロールすることにより、左椎骨動脈が大動脈から直接分岐していることが確認できる (Figure 4A 白矢印)。内臓逆位症例。RAO 30 (Figure 4B)を示す。胸部単純 CT を 3D 構成した画像 (Figure 4C) より大動脈解離が疑われ (白矢印)、胸部造影 CT (Figure 4D) を追加し、大動脈解離と診断された。

Figure 5: 腹部大動脈の蛇行、石灰化 (Figure 5A 矢頭)、外腸骨動脈の石灰化 (Figure 5B 矢頭) が確認できる。

Figure 1

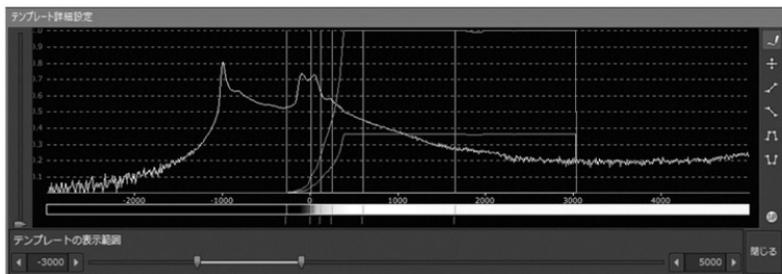


Figure 2



Figure 3



Figure 4

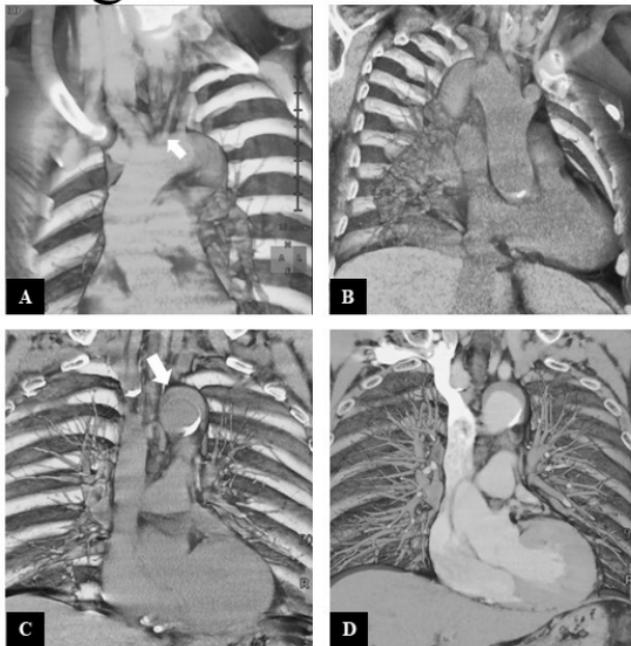


Figure 5

