

Dual-Energy CT による解析が診断に有用であった偽腔閉塞型大動脈解離の 1 例

Usefulness of Dual-Energy CT in diagnosis of aortic intramural hematoma: A case report

井浦 孝紀¹, 藪崎 哲史^{1*}, 久保 公三¹
Koki Iura, Satoshi Yabusaki*, Kozo Kubo

1 苫小牧市立病院放射線科
Tomakomai City Hospital

2020年9月30日論文受領、修正依頼11月11日、最終受領日11月30日

【要旨】今回、我々はDual-Energy Computed Tomography (DECT)による解析が大動脈炎との鑑別に有用であった偽腔閉塞型大動脈解離の1例を経験したので報告する。症例は80歳代、男性。3日前から下腹部痛が持続するため、当院を受診した。来院時の血液検査で炎症反応とD-dimerが高値を示しており、造影後1相のみのCTを撮像したところ、大動脈弓部から腹部大動脈にかけて75 HU前後の高吸収を示す壁肥厚を認めた。炎症反応の上昇と併せて大動脈炎が疑われたが、偽腔閉塞型大動脈解離の可能性を否定できず、DECT (IQon, Philips Healthcare)による解析を施行した。肥厚した大動脈壁は、仮想単純画像でも70 HU前後の高吸収を示し、ヨード密度強調画像で明らかなヨード含有を認めなかった。これらの所見から肥厚した大動脈壁は増強効果に乏しく、血腫を見ていると判断され、偽腔閉塞型大動脈解離の診断となった。DECTによる解析は、偽腔閉塞型大動脈解離と大動脈炎との鑑別のほか、被ばく放射線量の低減に有用と期待される。

【責任著者の連絡先】藪崎哲史

053-8567 北海道苫小牧市清水町1丁目5番20号 TEL 0144-33-3131 FAX 0144-34-7511 e-mail: sa.yabusaki@tomakomai-city-hospital.com

【キーワード】 dual-energy CT, iodine maps, intramural hematoma, aortic dissection, aortitis

【利益相反】 開示すべき利益相反状態はない。

【グラント】 なし。

【Abstract】 We herein report a case of intramural hematoma (IMH) in which dual-energy computed tomography (DECT) analysis was utilized in differentiating it from aortitis. The patient was an 80-year-old man who visited our hospital presenting with lower abdominal pain since three days. On examination, blood tests showed an elevated inflammatory response and a positive D-Dimer. A contrast-enhanced CT examination revealed a thickening of the aortic wall with a high attenuation area of approximately 75 HU extending from the aortic arch to the abdominal aorta. Although aortitis was suspected due to the elevated inflammatory response, the possibility of IMH could not be ruled out, and therefore DECT (IQon, Philips Healthcare) analysis was performed. The thickened aortic wall showed a high attenuation value of approximately 70 HU on virtual non-contrast images and exhibited no iodine uptake on iodine maps. These findings suggested that the thickened aortic wall had minimal enhancement, and the diagnosis of IMH was made based on the presence of a hematoma. DECT analysis is useful in differentiating IMH from aortitis with a reduced radiation exposure.

【緒言】

大動脈解離とは、大動脈の内膜層の断裂や大動脈壁内での出血により、大動脈壁の層が解離することで起こる生命に関わる疾患である。偽腔閉塞型大動脈解離は偽腔内への血液の流入を認めない場合を指す。その臨床的および画像的特徴の類似性から大動脈炎との鑑別が難しいとされるが、今回我々はDual-Energy Computed Tomography (DECT)による解析が診断に有用であった偽腔閉塞型大動脈解離の症例を経験し

ため、若干の文献的考察を加えて報告する。

【症例】

症 例：80歳代、男性
主 訴：下腹部痛
既往歴：脳梗塞
現病歴：3日前より下腹部痛が出現し、汗をかくようになった。その後も症状が持続したため当院消化器内科を受診した。

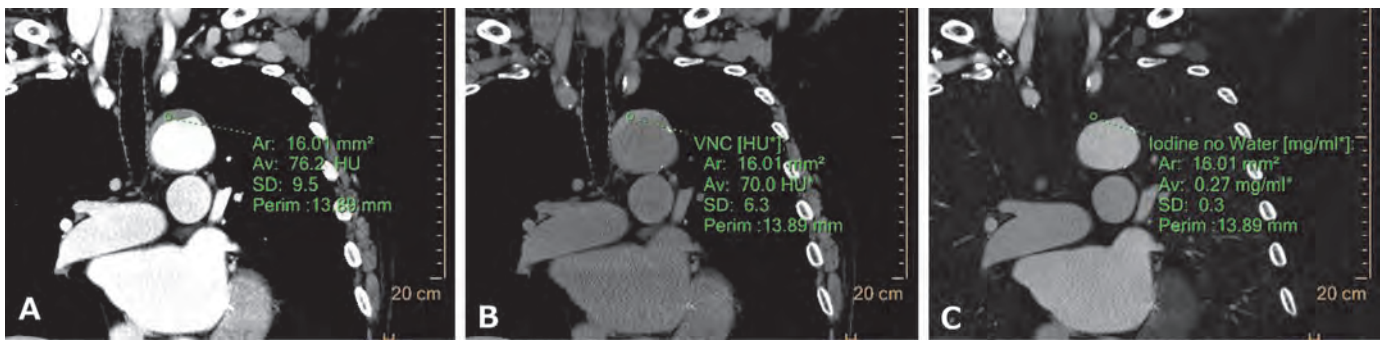


図1 来院時の造影CT：冠状断像（A：造影後、B：仮想単純画像、C：ヨード密度強調画像）。造影後では肥厚した大動脈壁は75 HU前後の高吸収を示しており、仮想単純画像でも70 HU前後の高吸収を示した。ヨード密度強調画像では肥厚した大動脈壁に明らかなヨード含有は見られず、増強効果に乏しい。VNC：virtual non-contrast（仮想単純画像）、iodine no water：ヨード密度強調画像。

来院時現症：体温 36.5 °C、血圧178/108 mmHg、心拍数72 bpm、SpO₂ 98 % (room air)、腹部軟、筋性防御・反跳痛なし。

血液検査：WBC 10,830 / μ l、RBC 490 \times 10⁴ / μ l、Hb 15.7 g/dl、PLT 21.1 \times 10⁴ / μ l、CRP 14.95 mg/dl、D-dimer 1.54 μ g/mlであり、血液生化学検査では肝機能、腎機能、電解質に異常を認めなかった。

画像所見・経過：造影後1相のみのCTが撮像されており、大動脈弓部から腹部大動脈にかけて壁の肥厚を認め、肥厚した大動脈壁の吸収値は75 HU前後と高吸収を示していた(図

1A)。この時点で当院循環器内科へ紹介となったが、造影後1相のみのCT所見と炎症反応の上昇からは大動脈炎と偽腔閉塞型大動脈解離の鑑別がつかず、当科に相談された。そこで我々はDECT (IQon, Philips Healthcare)による解析を施行した。肥厚した大動脈壁は、仮想単純画像でも70 HU前後の高吸収を示し(図1B)、ヨード密度強調画像で明らかなヨード含有を認めなかった(図1C)。なお、この4時間後に撮像された非造影CTにおいても、肥厚した大動脈壁が70 HU前後の高吸収を示すことが確認された(図2)。これらの所見から肥厚した大動脈壁は増強効果に乏しく、血腫を見ていると判断され、偽腔閉塞型大動脈解離(Stanford B型、DeBakey III b型)の診断となった。当院循環器内科に緊急入院となり、降圧療法が開始された。1週間後のfollow up CTでは、造影後および仮想単純画像で大動脈壁の吸収値が50～60 HUとやや低下しており(図3A, B)、ヨード密度強調画像で明らかなヨード含有を認めなかった(図3C)。これと同時に撮像された非造影CTにおいても、大動脈壁が50 HU前後の吸収値を示し、仮想単純画像と同様の所見であったことが確認された(図4)。その後、症状は軽快し、血圧管理も良好で、入院から18日後に退院となった。

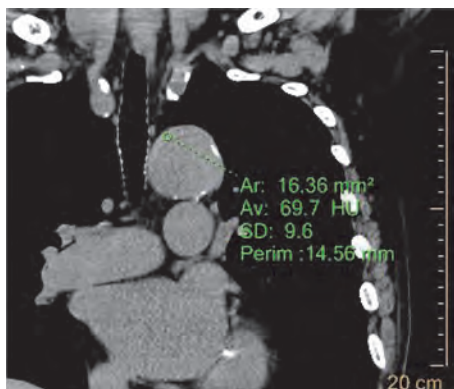


図2 来院4時間後に撮像された非造影CT：冠状断像。肥厚した大動脈壁は70 HU前後の高吸収を示し、来院時の仮想単純画像(図1B)と同様の所見。

【考察】

大動脈解離とは、大動脈の内層の断裂や大動脈壁内での

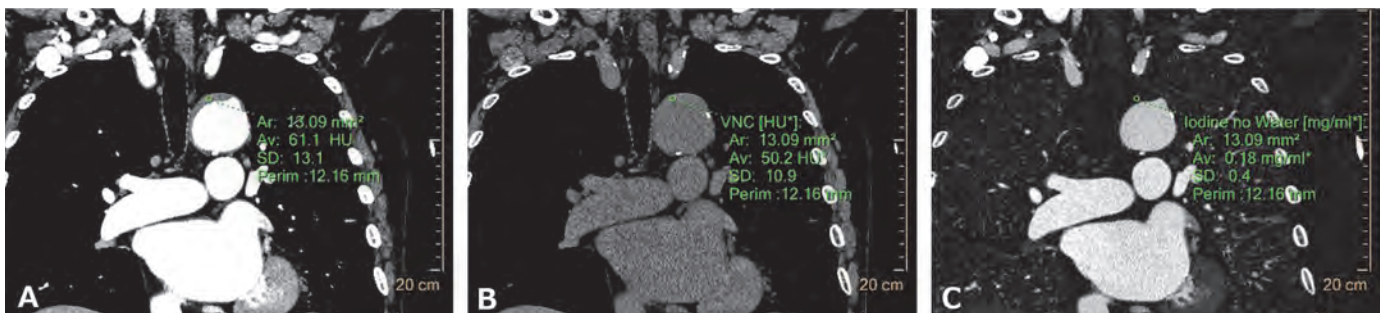


図3 入院から1週間後に撮像された造影CT：冠状断像（A：造影後、B：仮想単純画像、C：ヨード密度強調画像）。造影後および仮想単純画像で大動脈壁の吸収値は50～60 HUとやや低下していた。ヨード密度強調画像では、引き続き明らかなヨード含有は見られず、増強効果に乏しい。

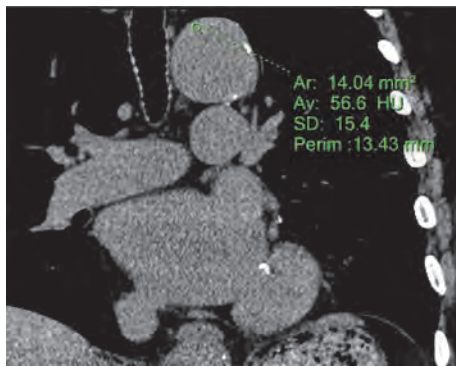


図4 入院から1週間後に撮像された非造影CT：冠状断像。肥厚した大動脈壁は50 HU前後の高吸収を示し、同時に撮像された仮想単純画像(図3B)と同様の所見。

出血により、大動脈壁の層が解離することで起こる生命に関わる疾患である。年間10万人あたり10例の発症率で、70歳代に最も多く、危険因子には、高血圧、脂質異常症、マルファン症候群に代表される結合組織疾患などがある¹。

近年の画像検査の進歩により、大動脈中膜が血腫により剥離しているが、内膜層の裂け目(tear)が見られない壁内血腫(intramural hematoma: IMH)と呼ばれる病態が見出されるようになった。IMHの直接の原因としては、vasa vasorumの自然破裂、病理学的新血管からの出血、顕微鏡的内膜断裂、penetrating aortic ulcers (PAU)などの説があるが、未だに論争的となっている²。IMHはtearを伴う大動脈解離や破裂へと進展することがあり³、大動脈解離のvariantとして扱うことが提案されている⁴。臨床的に見ると、IMHとtearを伴う偽腔閉塞型大動脈解離とを鑑別することは困難な場合も多く、欧米ではtearを伴うものも含んだ「IMH with ulcer」、「IMH with ULP」などの表現が広く用いられ、原義のIMHとは異なった使われ方をされている¹。そのため、今回は混乱を避けるためにIMHという用語を使用せず、本邦で広く認知され、tearの有無によらない「偽腔閉塞型大動脈解離」として扱うこととした。

一方、大動脈解離と同様に高齢者に好発する大動脈炎とし

てIgG4関連大動脈周囲炎や巨細胞性動脈炎がある。これらの大動脈炎では大動脈壁が肥厚することにより偽腔閉塞型大動脈解離と混同されることがある^{5,6}。また、大動脈炎でCRPの上昇がみられるように、大動脈解離の発症後にもCRPが上昇することが知られており^{7,8}、これも両者の区別を難しくする一つの要因となっている。自験例でもCRP 14.95 mg/dlと高値を示しており、大動脈炎が疑われる根拠となっていた。大動脈解離におけるCRPの上昇は、解離した大動脈壁の炎症反応の程度を表し、病変部の損傷を反映している可能性があると考えられている⁹。

偽腔閉塞型大動脈解離を大動脈炎と鑑別するにあたり、造影前後でのCTの撮像が有用とされている。大動脈炎では肥厚した大動脈壁が造影前に低吸収(< 40 HU)を示し、かつ造影後に増強効果を伴うのに対し、偽腔閉塞型大動脈解離では造影前からより高吸収(> 50 HU)を示す¹⁰。また偽腔閉塞型大動脈解離では造影剤の静脈内投与による壁内血腫の吸収値への影響はないとされる¹¹。

仮想単純画像や仮想単色X線画像、ヨード密度強調画像などのDECTによる解析技術は、様々な臓器におけるヨード造影剤の可視性を高めることが示されている¹²⁻¹⁴。仮想単純画像では、ヨードと認識した物質を除去して計算上の単純CT画像として表示することができ、単純CTが撮像されていない場合でも造影前の組織の吸収値を推定することができる。自験例と同様に、偽腔閉塞型大動脈解離の診断にも仮想単純画像が用いられた報告があり、仮想単純画像は真の非造影画像と同等の高い診断確信度を有するとされ、単純CTの撮像を省略することで被ばく放射線量の低減も期待される¹⁵。一方、ヨード密度強調画像では、画素値のスケールがCT値ではなくmg/mlのヨード密度として表現される。ヨードを含む部分が白く表示され、それ以外の部分が黒く表示されるため、関心領域がヨード造影剤により増強されているかどうかを視覚的に判断することができる¹⁶。なお、ヨード密度のカットオフ値に言及した文献は極めて少ない。左心耳血栓を血 flow うっ滞と鑑別す

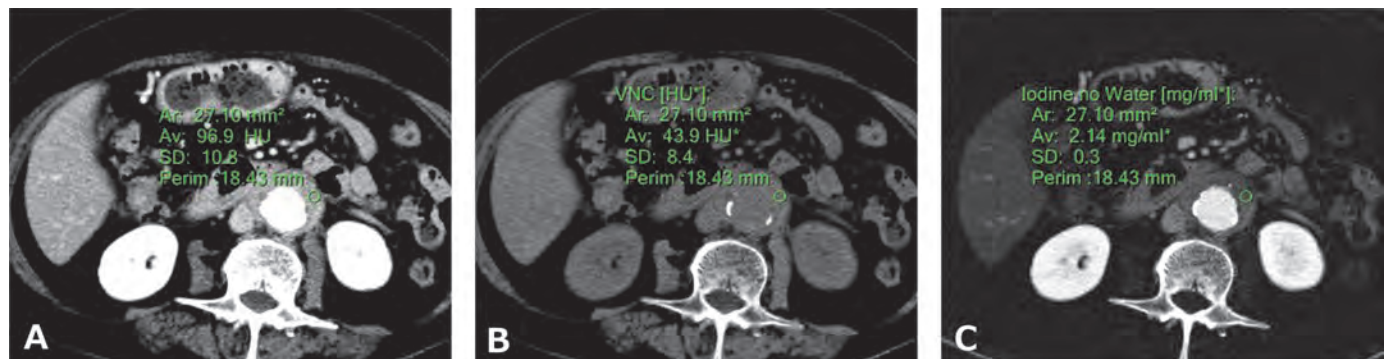


図5 50歳代女性、IgG4関連大動脈周囲炎(参考症例)：造影CT、腎レベルの横断像(A：造影後、B：仮想単純画像、C：ヨード密度強調画像)。腹部大動脈に壁肥厚を認め、造影後に高吸収を示した。仮想単純画像ではより低吸収を示し、ヨード密度強調画像で明らかなヨード含有が見られ、肥厚した大動脈壁は増強効果を伴っている。

るためにヨード密度のカットオフ値を1.74 mg/mlに設定した報告はあるものの¹⁷、ヨード密度は投与された造影剤量や撮像タイミングなどの影響を受けるため、一律にカットオフ値を定めることは困難と考える。したがって、ヨード密度強調画像における増強効果の有無の判定に関しては、現在のところ定性的な評価に頼らざるを得ない。自験例でも、ヨード密度強調画像を定性的に評価することにより、肥厚した大動脈壁が増強効果に乏しいと判断した。参考として、IgG4関連大動脈周囲炎の症例のヨード密度強調画像も提示する(図5)。ヨード密度強調画像が偽腔閉塞型大動脈解離と大動脈炎との鑑別に役立ったとする報告は、我々が調べ得た限りでは未だなく、新たな診断ツールとして有用と考えている。ヨード密度強調画像は、仮想単純画像と同様に単純CT撮像の省略に寄与する可能性があり、これらを組み合わせることで、今後のCT検査における被ばく放射線量の低減も期待される。

【結語】

DECTによる解析が診断に有用であった偽腔閉塞型大動脈解離の1例を経験した。DECTによる解析技術は、偽腔閉塞型大動脈解離と大動脈炎との鑑別のほか、被ばく放射線量の低減に有用と期待される。

【引用文献】

1. 日本循環器学会, 日本心臓血管外科学会, 日本胸部外科学会, 日本血管外科学会, 日本医学放射線学会, 日本心臓病学会, 日本脈管学会. 2020年改訂版 大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン.
2. Herrán FL, Bang TJ, Restauri N, Suby-Long T, Alvarez Gómez DI, Sachs PB, Vargas D. CT imaging of complications of aortic intramural hematoma: a pictorial essay: *Diagn Interv Radiol*, 2018;24(6):342-347.
3. von Kodolitsch Y, Csösz SK, Koschyk DH, Schalwat I, Loose R, Karck M, Dieckmann C, Fattori R, Haverich A, Berger J, Meinertz T, Nienaber CA. Intramural hematoma of the aorta: predictors of progression to dissection and rupture: *Circulation*, 2003 Mar 4;107(8):1158-63.
4. Nienaber CA, Eagle KA. Aortic dissection: new frontiers in diagnosis and management: Part I: from etiology to diagnostic strategies: *Circulation*, 2003 Aug 5;108(5):628-35.
5. Babur Güler G, Cantürk E, Güler E, Oran G, Demir GG, Akçevin A, Barutçu İ. IgG4-related aortitis mimicking intramural hematoma: *Anatol J Cardiol*, 2016 Sep;16(9):728-9.
6. Byeon K, Han J, Kim JS, Kim WS, Choe YH, Lee EJ, Kim DK. Immunoglobulin G4-related periaortitis mimicking an intramural hematoma: *Ann Thorac Surg*, 2011 Oct;92(4):1506-8.
7. Kitai T, Kaji S, Kim K, Ehara N, Tani T, Kinoshita M, Furukawa Y. Prognostic value of sustained elevated C-reactive protein levels in patients with acute aortic intramural hematoma: *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014;147:326-31.
8. Gu J, Hu J, Zhang HW, Xiao ZH, Fang Z, Qian H, Zhong MH, Guo YQ, Zhang EY, Shi YK, Meng W. Time-dependent changes of plasma inflammatory biomarkers in type A aortic dissection patients without optimal medical management: *J Cardiothorac Surg*, 2015 Jan 16;10:3.
9. Kuehl H, Eggebrecht H, Boes T, Antoch G, Rosenbaum S, Ladd S, Bockisch A, Barkhausen J, Erbel R. Detection of inflammation in patients with acute aortic syndrome: comparison of FDG-PET/CT imaging and serological markers of inflammation: *Heart*, 2008;94:1472-1477.
10. Hartlage GR, Palios J, Barron BJ, Stillman AE, Bossone E, Clements SD, Lerakis S. Multimodality imaging of aortitis: *JACC Cardiovasc Imaging*, 2014 Jun;7(6):605-19.
11. Lemos AA, Pezzullo JC, Fasani P, Gullo M, Giannitto C, Lo Gullo R, Biondetti PR. Can the unenhanced phase be eliminated from dual-phase CT angiography for chest pain? Implications for diagnostic accuracy in acute aortic intramural hematoma: *AJR Am J Roentgenol*, 2014 Dec;203(6):1171-80.
12. Mileto A, Nelson RC, Paulson EK, Marin D. Dual-Energy MDCT for Imaging the Renal Mass: *AJR Am J Roentgenol*, 2015 Jun;204(6):W640-7.
13. Macari M, Spieler B, Kim D, Graser A, Megibow AJ, Babb J, Chandarana H. Dual-source dual-energy MDCT of pancreatic adenocarcinoma: initial observations with data generated at 80 kVp and at simulated weighted-average 120 kVp: *AJR Am J Roentgenol*, 2010 Jan;194(1):W27-32.
14. Lourenco PDM, Rawski R, Mohammed MF, Khosa F, Nicolaou S, McLaughlin P. Dual-Energy CT Iodine Mapping and 40-keV Monoenergetic Applications in the Diagnosis of Acute Bowel Ischemia: *AJR Am J Roentgenol*, 2018 Sep;211(3):564-570.
15. Si-Mohamed S, Dupuis N, Tatard-Leitman V, Rotzinger D, Boccacini S, Dion M, Vlassenbroek A, Coulon P, Yagil Y, Shapira N, Douek P, Bousset L. Virtual versus true non-contrast dual-energy CT imaging for the diagnosis of aortic intramural hematoma: *Eur Radiol*, 2019 Dec;29(12):6762-6771.
16. Oda S, Nakaura T, Utsunomiya D, Funama Y, Taguchi

- N, Imuta M, Nagayama Y, Yamashita Y. Clinical potential of retrospective on-demand spectral analysis using dual-layer spectral detector-computed tomography in ischemia complicating small-bowel obstruction: *Emerg Radiol*, 2017 Aug;24(4):431-434.
17. Hur J, Kim YJ, Lee HJ, Nam JE, Hong YJ, Kim HY, Lee JW, Choi BW. Cardioembolic stroke: dual-energy cardiac CT for differentiation of left atrial appendage thrombus and circulatory stasis: *Radiology*, 2012 Jun;263(3):688-95.