手術適応となった先天性冠動静脈瘻単独3例に対する、 MDCTの有用性に関する検討

成瀬 瞳, 坂本 吉正, 長堀 隆一, 儀武 路雄,
松村 洋高, 井上 天宏, 中尾 充貴, 橋本 和弘

先天性冠動静脈瘻は先天性心疾患において、心臓病の精査、他病変への心臓手術時の検査での発見が多く、単独で手術適応となることは極めて珍しい。また、広域な年齢層に見られ、主心疾患による症状と共に多彩な症状を呈し、確実な診断や、症状への関与の程度を判断した適切な治療を要する。手術は比較的容易だが、病態が多彩で術前に心臓カテーテル検査等の十分な検討を要する。中でも非侵襲的な画像検査で、術前診断、術後評価になりうる Multidetector CT (MDCT) の役割は大きい。2007 年～2011 年に当施設で先天性冠動静脈瘻単独手術適応の成人 3 症例を対象に、MDCT 像と術中所見を比較・検討した。全例において冠動静脈瘻の起始、走行、流出部が正確に描出され、術中所見と一致した。冠動静脈瘻閉鎖に加えて 1 例に冠動脈バイパス術と三尖弁形成術を、他の 1 例に肺静脈隔離術を行い、結果は全例良好であった。

KEY WORDS: congenital coronary arteriovenous fistula, multidetector computed tomography, non-invasive examination

I. はじめに

先天性冠動静脈瘻は先天性心疾患における割合が、0.2～0.4%と稀で、他の心疾患の精査で偶然に発見されることが多い。年齢や症状は様々で、形態も非常に多彩であるため、各々に対して術式を検討することが必要とされる。検査機器や技術の進歩により、各種術前検査が有用な情報として活用されている。心臓カテーテル検査(以下 CAG)が代表的な検査としてあげられるが、近年、multidetector computed tomography(以下 MDCT)の発展が目覚ましく、短時間・広範囲かつ精密な画像を得ることで、その情報をもとに手術計画を立て、確実な治療を行うことができるようになった。

II. 対象・方法

2007 年から 2011 年に当施設において、先天性冠動静脈瘻単独で手術適応となり、画像追跡が可能であった成人 3 症例(Table 1)を対象に、MDCT と術中所見を比較検討した。

III. 結果・症例呈示

[症例 1] 64 歳、女性。40 年前に右冠動脈拡大の原因であ

る動静脈瘻に対して結紮術が試みられたが、術中に ST 変化を認めたため、手術を断念している。数年前より、再手術に関して検討していたが、本人が躊躇していたため、経過観察となっていた。2008 年より心房細動・心房粗動発症。2010 年に入り心不全症状が出現し、加療が必要と判断された。MDCT 画像で、Right coronary artery(以下 RCA)-Right ventricle(以下 RV) fistula, giant RCA, tricuspid regurgitation(以下 TR), mitral regurgitation(以下 MR)認められ、RCA の右室腔への流入による中枢側の拡大と判断され手術となった。

術中、RCA は 3 cm 径と拡大していた。RCA を大動脈起始部より右室開口部まで縦切開。大動脈起始部を心膜パッチで閉鎖し、開口部は直接縫合閉鎖した。その後大伏在静脈にて右室枝 2 本と後下行枝に sequential bypass を行った。三尖弁輪形成術も併せて施行した(Fig. 1)。

[症例 2] 70 歳、女性。健康診断の PET-CT で冠動静脈瘻の可能性を指摘され、精査目的に紹介となった。MDCT 画像より RCA, Left main trunk(以下 LMT), left anterior descending coronary artery(以下 LAD)からの異常血管が瘤を形成し、主肺動脈内に開口している所見が認められた。瘤破裂の危険性があるため、手術となった。

術中、RCA, LMT, LAD からの異常血管が瘤を形成し、主肺動脈内にボール型を呈して吹き出し状に開口していた。MDCT 所見と一致する異常血管を同定し、それぞれを起始部で結紮し、主肺動脈を切開後、主肺動脈内へ吹き出し状に突出した部分を切除、開口部を直接閉鎖した(Fig. 2)。

[症例 3] 74 歳、女性。幼少時より心雑音の指摘があるも、

東京慈恵会医科大学心臓外科(〒105-8461 東京都港区西新橋 3-25-8)

本論文の要旨は、第 26 回日本冠疾患学会学術集会、2012 年 12 月・東京にて発表した。

2013.12.22 受付、2015.01.13 受理

doi: 10.7793/jcoron.21.13-00037

Table 1 Patients' characteristic

Patient No.	Age(y.)	Sex	Symptom	Origin	Site of drainage	Complications	Use of CPB
1	64	female	dyspnea	RCA	RV	af, MR, TR	+
2	70	female	none	RCA, LMT, LAD	PA	—	+
3	74	female	dyspnea	LAD	PA	af	+

CPB: Cardio Pulmonary Bypass, RCA: Right Coronary Artery, LMT: Left Main coronary Trunk, LAD: Left Anterior Descending branch

RV: Right Ventricle, PA: Pulmonary Artery, af: atrial fibrillation, MR: Mitral Regurgitation, TR: Tricuspid Regurgitation

Fig. 1

A: Three-dimensional volume rendered MDCT image of the RCA-RV fistula

B: The RCA-RV fistula of the actual heart (arrow)

C: Post-operative 3D MDCT image;

The SVG bypassed to the RCA (arrow) and closed opening cite of the fistula (arrowhead)

A | B | C

症状ないため経過観察していた。呼吸困難感を訴え、紹介受診。MDCT 画像にて、LAD から異常血管が 40 mm 大の瘤を形成し、その後主肺動脈に流入している所見が得られ、手術となった。

MDCT 通り、LAD からの異常血管が瘤を形成し、pulmonary artery (以下 PA) の弁上に開口していた。異常血管を LAD 分岐部で結紮。瘤を切開し、瘤内より PA 開口部を閉鎖した。瘤壁は大きく切除し、縫合閉鎖した。併せて Cardioblate (Medtronic Co., MN, USA) を用いて発作性心房細動に対し、Pulmonary Vein isolation を施行した (Fig. 3)。

全例、術後経過は良好であり、術後 CT 検査で瘻孔残存などの異常所見は認められなかった (Fig. 1-C, 2-E & F, 3-C)

IV. 考 察

先天性冠動静脈瘻は、冠動脈と心内腔、あるいは心臓周囲の大血管との間に交通路を形成する冠動脈先天性奇形である。先天性心疾患に置ける割合が、0.2~0.4%と稀で、他の心疾患の精査で偶然に発見されることが多い。年齢や症状は様々で、形態も非常に多彩であり、起始部や開口部に関しては決まった傾向はない^{1,2)}。若年時には無症状のことも多いが、加齢と共に呼吸困難、胸痛、動悸、心房

細動等の症状を呈することがある。症状がある場合には、治療適応となるが、無症状であっても将来的に、心電図上での虚血性変化や、不整脈、弁膜症、心不全、破裂、血管炎、心内膜炎等の合併症を起こす可能性があるため、治療適応となることが多い。治療方法には、カテーテルによるコイル塞栓術、手術が挙げられる。コイル塞栓術の適応は、塞栓する血管に安全にカテーテルを挿入出来る、塞栓する血管に大きな側枝がない、単一の細い血管である、瘻孔の開口部が多発性でない等の条件を満たす必要があるため、適応症例が限られている。また、瘻残存や再発が起きやすいと言われている^{1,2)}。今回報告した 3 症例は、その点でコイル塞栓術の適応からは外れること、冠動脈バイパス術、三尖弁形成術、肺静脈隔離術が併せて必要であったため、手術治療を選択した。手術をする際には、多彩な病態に対して血管の同定、それぞれの術式を検討することが必要とされるが、以前から施行されている心エコー、CAG に加えて、MDCT の有用性が注目されている。

MDCT においては 1 回転で多くのスライスを得られる多列化により、撮影時間が短縮され、空間分解能が向上したこと、ガントリ回転速度が上がり、マルチセクタ再構成法により、時間分解能が向上したことで、心臓への応用が

Fig. 2

- A: MDCT image of the drainage cite of PA (arrow head)
 B: 3D MDCT image of the fistula
 C: The fistula of the actual heart
 D: Opened PA (arrow) view, the fistula formed like a balloon (star)
 E: MDCT image of PA (star) after the operation
 F: Post-operative a normal shape of 3D MDCT image in the LCA (arrow)

Fig. 3

- A: 3D MDCT image of the fistul
 B: Fistula of the actual heart (stars)
 C: 3D MDCT image of the coronary artery. The arrow shows repaired cite of the LCA

A	B	C
---	---	---

本格的になった。具体的には2004年に64列CTが登場してから、臨床応用されている。ただし、CAGの時間分解能は8 ms、空間分解能は0.02 mm程度とされており、MDCTの分解能は1桁以上劣っていることになる。

また、心臓CTの被爆線量は撮影条件により異なるが、64列CTでは男性：13～15 mSv、女性：18～21 mSv程度と報告されており、CAGの3～6 mSvよりも多い傾向にある。そのため、被爆低減をはかる必要があり、心臓CTが拡張期のみのデータで再構成を行うことを利用して、平均4 mSv程度での撮影を可能とし、結果CAGと同等の被爆線量となっている。

64列CTの課題として、motion artifactsで評価困難なsegmentが存在すること、不整脈症例では画質が不良なことが挙げられる。これらを克服するために、時間分解能や空間分解能の改善が必要で、現在はこれらの課題に対して工夫された新世代CTが登場している³⁾。今回用いたMDCTは256列CTで、時間分解能は75 ms、空間分解能は0.3 mm程度とより鮮明な画像となっている。

CTによる冠動脈評価に対して、いくつかのガイドラインが出されており、その中でも冠動脈先天奇形と走行異常の評価は、大動脈や肺動脈との位置関係の把握に適していることから、最も有効であるとされている。そのほか中等度リスクの胸痛患者、急性冠症候群の患者に対しては比較的有效、無症候患者やステント開存評価への有用性は低いとの評価である⁴⁾。

冠動静脈瘻を含む冠動脈先天奇形に対して、golden standardとされてきたCAGとMDCTを比較すると、CAGは様々な方向から撮影は可能であるが、得られる画像が2Dにとどまり、血管内腔の情報のみで、外表からの様子がわかりにくい。その反面MDCTは、冠動脈と側副血管や周囲組織との位置関係がより正確に把握でき⁵⁻⁷⁾、心臓全景、あるいは冠動脈のみなどを選択的に、立体的な画像構築が可能のため、術中のイメージがつきやすく、手術計

画を立てやすい。瘤の流入部や開口部の径を計測できるため、直接閉鎖が可能か、あるいは自己心膜等でパッチ形成が必要なのか等を知る事が出来る。症例2、3は肺動脈内にも瘤が形成されており、走行や形態が複雑であったため、MDCTが非常に有用であった。ただ、症例1のように、弁膜症が合併していること、冠動脈の精査が必要なものもあり、実際には術前にCAG、MDCTと併せて検査しているのも現状である。しかし術後検査として、MDCTは外来で行うことも可能であり、術後の活用性が高まっている。

V. 結 語

冠動静脈瘻単独で手術適応となった成人例において、MDCTを用いて術前検査を行い、手術を施行した。MDCT像は術中所見と相違なく、良好な手術成績に繋がった。冠動静脈瘻において、MDCTは非常に有用な非侵襲的検査であり、今後更なる形態診断の精度向上に期待が持たれる。

文 献

- 1) 川島 理, 青野 豪, 阿部秀樹, 他：右心房に直接開口する右冠動脈. 心臓 2011; **12**: 1556-1562
- 2) 小野 稔：先天性冠動静脈瘻. 心臓 1995; **27**: 3-11
- 3) 陣崎雅弘, 田波 稔, 山田 稔, 他：冠動脈CTの進歩と現状. 脈管学 2009; **49**: 465-472
- 4) 日本循環器学会. 冠動脈病変の非侵襲的診断法に対するガイドライン
- 5) Zeina AR, Blinder J, Sharif D, et al: Congenital coronary artery anomalies in adults: non-invasive assessment with multidetector CT. The British Journal of Radiology 2009; **82**: 254-261
- 6) 工藤正幸, 村上卓道, 中内祥文, 他：三次元CT画像を用いた冠動脈の起始異常および開口部起始位置の解剖学的調査 近畿医科大学雑誌. 2010; **35**: 177-184
- 7) Helmy I, Nasr A, Ismail A, et al: Coronary artery anomalies: Role of contrast enhanced MDCT coronary angiography. The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine 2012; **43**: 369-375

Preoperative investigation in 3 cases of congenital coronary arteriovenous fistula utilizing multidetector computed tomography

Hitomi Naruse, Yoshimasa Sakamoto, Ryuichi Nagahori, Michio Yoshitake,
Yohkoh Matsumura, Takahiro Inoue, Mitsutaka Nakao, and Kazuhiro Hashimoto

Department of Cardiac Surgery, Tokyo Jikei Medical University

Congenital coronary arteriovenous fistula (CAVF) is a rare type of congenital heart disease. Because of variation in the age, symptoms, and associated pathologies of the patients, precise diagnosis is important before surgery. Although operative techniques are comparatively easy, detailed treatment planning for abnormal pathology is mandatory. For this purpose, multidetector CT (MDCT) has recently become a key diagnostic modality for visualizing and understanding the origin, course, and drainage of CAVFs. We report 3 patients who required surgery for CAVF as their main cardiac problem. At operation, detection of abnormalities was obvious and easy, because the MDCT information was quite accurate and identical to the actual heart. Closure of the CAVF was performed in all 3 patients, with addition of tricuspid annuloplasty and coronary bypass surgery in one patient and pulmonary vein isolation in one patient. The results were satisfactory.

KEY WORDS: congenital coronary arteriovenous fistula, multidetector computed tomography, non-invasive examination

J Jpn Coron Assoc 2015; 21: 218–222