

董健, 杨磊, 颜媛, 等. 冠状动脉 CTA 在冠状动脉-肺动脉瘘中诊断价值的回顾性研究[J]. CT 理论与应用研究, 2017, 26(4): 519-524. doi:10.15953/j.1004-4140.2017.26.04.15.

Dong J, Yang L, Yan X, et al. Coronary artery CT angiography in coronary-pulmonary fistula: A retrospective study[J]. CT Theory and Applications, 2017, 26(4): 519-524. (in Chinese). doi:10.15953/j.1004-4140.2017.26.04.15.

冠状动脉 CTA 在冠状动脉-肺动脉瘘中 诊断价值的回顾性研究

董健, 杨磊, 颜媛, 温静, 张春燕, 陈孝柏, 温廷国, 王仁贵[✉]

(首都医科大学附属北京世纪坛医院放射中心, 北京 100038)

摘要: 目的: 探讨冠状动脉 CTA 在冠状动脉-肺动脉瘘 (CPF) 诊断中的临床价值。材料和方法: 回顾性分析 2011 年 10 月至 2016 年 10 月于我院行冠脉 CTA 确诊的 CPF 共 13 例, 其中男 8 例, 女 5 例, 年龄范围 53~71 岁, 平均年龄 62 岁, 心率 61~73 次/min, 所有患者均行回顾性心电门控冠状动脉 CTA 成像, 所得图像采用容积再现 (VR)、最大密度投影 (MIP)、多平面重组 (MPR) 和曲面重组 (CPR), 观察 CPF。结果: 13 例确诊为 CPF 的患者中, 单侧冠状动脉供血 7 例, 双侧冠状动脉同时供血 6 例, 其中左前降支近段为主要供血动脉共 8 例 (61.5%)。所有 CPF 均于心表面观察到不规则高密度迂曲扩张血管团, 表现为“团簇状”改变, 13 例可见畸形血管团, 7 例肺动脉可见“喷射征”, 6 例可见肺动脉内“烟雾征”。5 例供血动脉可见动脉瘤形成。9 例供血冠状动脉呈轻-中度狭窄, 且均位于畸形血管开口近端。结论: 冠脉 CTA 可准确检出 CPF, 迂曲扩张的“团簇状”血管团和冠状动脉-肺动脉瘘口“喷射征”是 CPF 的典型征象。

关键词: 冠状动脉; 肺动脉; 瘘; 冠脉 CTA

doi:10.15953/j.1004-4140.2017.26.04.15 中图分类号: R 812; R 445 文献标志码: A

冠状动脉-肺动脉瘘 (coronary-pulmonary fistula, CPF) 是指冠状动脉主干或分支与肺动脉之间异常沟通, 形成 CPF, 冠状动脉血液通过瘘口进入肺动脉, 是一种少见的先天性心血管发育畸形^[1-3]。CPF 临床表现缺乏特异性, 早期多无典型的临床表现和血流动力学异常, 容易漏诊或误诊, 而晚期常导致心肌缺血及心功能障碍, 甚至存在动脉瘤破裂的风险^[4-5]。因此, CPF 的早期诊断及积极干预治疗患者的预后具有重要价值。随着多层螺旋 CT 技术的进展, 冠状动脉 CTA 已成为诊断冠状动脉疾病的首选方法^[1, 6-7], 与 DSA 相比具有较好的一致性。因此, 本研究通过回顾性分析 CPF 的 CTA 征象, 探讨冠状动脉 CTA 在 CPF 的诊断价值。

1 材料与方法

1.1 病例资料

本研究回顾性分析 2011 年 10 月至 2016 年 10 月于我院行冠状动脉 CTA 检查并最终确诊为 CPF 患者 13 例, 其中, 男 8 例, 女 5 例, 年龄范围 53~71 岁, 平均年龄 62 ± 12.4 岁。主诉无特异性, 主要包括反复胸闷, 心悸, 伴有或不伴有胸痛。

1.2 检查方法

所有检查均在 PhilipBrilliance iCT (Philips Healthcare, Cleverland, Ohio, USA) 进行, 扫描范围为支气管隆突下 2 cm 至膈顶。采用回顾性心电门控模式, 管电流峰值 500 mA, 扫描参数如下: 管电压 100 kVp, 管电流 120~500mA, 扫描野 (FOV) 250 mm × 250 mm, 矩阵 512 × 512, 机架转速 0.27 s, 螺距 0.18。采用团注追踪技术, 感兴趣区放置于升主动脉, 阈值设置为 150 HU, 延迟时间 5 s (图 1)^[7-9]。使用高压注射器团注对比剂 60 mL (碘帕醇, 370 mg/L), 后续 30 mL 生理盐水, 流率 5.5 mL/s。所有原始数据均按照 75% R-R 间期进行重建, 如存在早搏或一过性心律不齐导致伪影影响图像质量, 则将原始数据进行心电图编辑, 进行不同期相重建。

1.3 图像后处理与分析

所有图像分析均在 Philips 工作站 (Extended Brilliance workspace, Philips Healthcare, Cleveland, Ohio, USA) 进行, 重建层厚 0.9 mm, 重组间隔 0.45 mm, 将冠脉血管进行曲面重建 (CPR)、多平面重组 (MPR)、容积再现 (VR) 和最大密度投影 (MIP) 成像, 对 CPF 进行评价。

图像分析由两名有工作经验的放射科医师, 分别对轴位、CPR、MPR、MIP 和 VR 图像进行图像评价, 分析图像征象并取得一致。观察内容包括冠状动脉异常分支供血动脉 (瘘血管) 起源, 瘘血管的分布和数目, 瘘血管的形态 (迂曲扩张、团簇状分布), 肺动脉瘘口的位置和数目, 以及肺动脉瘘口的征象 (喷射征等), 并记录肺动脉是否增宽。

2 结果

本组 13 例 CPF 中, 从异常血管起源、迂曲扩张血管团、瘘口及 CTA 征象三方面入手, 分析结果:

(1) 异常血管的起源, 单侧冠状动脉者共 7 例 (53.8%), 包括左前降支 1 例, 左圆锥支共 1 例, 左前降支第 2 分支 1 例, 起源于右圆锥支 4 例; 起源于两支或以上共 6 例 (46.2%), 包括左主干与右圆锥支 1 例, 左右圆锥支 1 例, 左前降支第二分支与右圆锥支 1 例, 左前降支、左右圆锥支 1 例, 左主干、左前降支、左右圆锥支起源 1 例, 左主干、左前降支、左右圆锥支及主动脉弓微小侧枝混合起源 1 例。

(2) 迂曲扩张血管团, 所有 CPF 均可见“团簇状”异常血管团走行分布于肺动脉表面, 即“附壁征”(100%), 相应迂曲走行的血管管腔轻-中度扩张, 其内可见对比剂充盈, 提示该迂曲扩张血管团存在盗血。5 例 (38.5%) 供血动脉可见动脉瘤形成, 其中 2 例动脉瘤位于左圆锥支, 1 例位于右圆锥支, 1 例可见混合多发动脉瘤。9 例 (69.2%) 供血冠状动脉的近段管腔呈轻到中度狭窄, 且均位于畸形血管开口近端。

(3) 瘘口及瘘口的 CTA 征象, 本组 CPF 均可见肺动脉瘘口形成, 且瘘口均为 1 个, 混

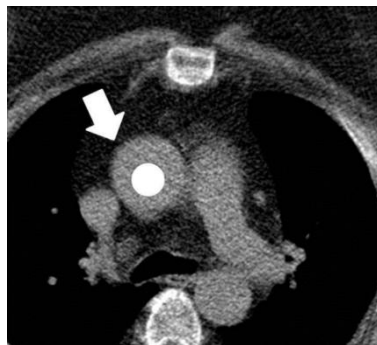


图 1 采用对比剂团注追踪技术, 感兴趣区放置于升主动脉, 触发阈值设置为 150 HU, 延时时间 5 s

Fig. 1 Region of interest was placed in the aorta, and the threshold was set at 150 HU, with 5 s delay as the initiating time

合起源的 CPF, 均为多支异常迂曲扩张动脉彼此沟通后, 与肺动脉形成 1 个瘘口。位于肺动脉前壁共 10 例 (76.9%), 侧壁 3 例 (23.1%)。瘘口 CTA 征象突出表现为“喷射征”与“烟雾征”。

“喷射征”是指冠脉 CTA 上, 贴附于肺动脉表面的迂曲扩张动脉血管团通过瘘口向肺动脉内射血, 表现为高密度的对比剂呈放射状喷射入低密度的肺动脉内 (图 2 和图 3)。“烟雾征”是指低密度的肺动脉内出现高密度烟雾样分布的高密度对比剂, 通常位于迂曲扩张的血管团贴附处的肺动脉内壁下缘。本组 13 例中, “喷射征” 7 例 (53.8%), “烟雾征” 6 例 (46.2%)。

所有 CPF 病例均经随访证实, 其中 8 例行超声心动检查, 6 例行 DSA 检查, 2 例行外科手术封闭及迂曲血管团切除术。



图 2 CPF 典型征象“喷射征”
Fig.2 Typical CPF imaging features of “jet sign”



(a) “附壁征”



(b) “喷射征”

图 3 CPF 典型征象
Fig 3 Typical CPF imaging feature

3 讨论

CPF 是一种罕见的冠状动脉瘘类的疾病, 发病率约为 0.002%, 占冠状动脉瘘的 15%~20%^[2, 9-11]。CPF 的临床症状不典型, 早期常表现为不特异的胸闷、心悸不适, 间或有胸痛等症状。病变早期瘘口较小, 虽然存在左向右分流, 但往往无明显临床表现, 临床易误诊为冠心病。而当瘘口增大, 冠脉负荷加重, 左向右分流量增大, 导致冠脉供血不足, 甚至出现动脉瘤破裂, 心功能不全时, 往往影响患者预后^[5, 10, 12]。随着 CT 硬件与软件系统的发展, 冠脉 CTA 已成为一种临床的常规检查, 并与 DSA 显示出较好的一致性, 成为冠状动脉疾病所致的心脏病中的一线检查方法, 同时也提高了各种冠状动脉起源与发育异常类疾病 (包括 CPF) 的检出率^[1, 8, 13]。因此, 本研究分析总结冠脉 CTA 检出的 CPF 征象, 为本病的诊断和治疗提供帮助。

CPF 按病因分为先天性和后天性^[2, 11]。先天性 CPF 是因为心肌中血管窦间隙在胚胎时期异常发育逐渐形成; 后天性则常与外伤或医源性 (外科手术) 导致^[5, 12]。肺动脉壁的营养血

供通常由右冠状动脉,左冠状动脉第一分支,动脉圆锥支,左支气管动脉分支,甲状颈干下降支等供应,这些分支在心包内段的肺动脉壁上互相吻合。因此,从组织学发生而言,当患者存在先天性血管窦间隙发育异常时,可在局部形成团簇状迂曲扩张血管团,将冠状动脉与肺动脉沟通,形成 CPF^[2]。既往文献表明,CPF 瘘血管可起源于冠状动脉主干或其他分支血管,以右圆锥支最为常见^[5, 10],本研究中,右圆锥及左冠(及其分支)比例基本无差异,期待进一步扩大样本研究。

本研究中,根据异常血管分布,迂曲扩张的程度、走行以及瘘口的部位等,对 CPF 的征象总结如下:

(1) 不规则“团簇状”分布的迂曲扩张血管团,是冠状动脉或分支与肺动脉相沟通的主要途径。这种迂曲扩张的血管团呈“蔓状”贴附于肺动脉表面以及心脏表面。本组 13 例患者均出现此征象,显示率为 100.0%。

(2) 附壁征,VR 及 MIP 图像上,迂曲扩张异常分支血管攀附于肺动脉壁上,可以直观地显示瘘血管与肺动脉的三维结构关系(图 2 和图 3)。

(3) 喷射征,此征象是冠脉 CTA 诊断 CPF 的特异征象,是指对比剂通过瘘口由迂曲扩张的动脉团射入肺动脉,MPR 上表现为放射状和针芒状的对比剂分布于肺动脉中,共 7 例显示此征象。

(4) 烟雾征,主要表现为附壁的迂曲血管团下局部肺动脉内呈烟雾状相对高密度对比剂分布,这是由于肺动脉内对比剂已排空,而通过瘘口进入肺动脉的异常血流携带对比剂分布于此造成的,共 6 例显示此征象。

CPF 的征象与病变血管的分布、走行及瘘口的位置等多种因素均相关^[1, 6-7, 14],因此,对于冠脉 CTA 成像的技术要求较严格,特别是要观察瘘口的位置和大小时,要求肺动脉内不能有对比剂的分布,否则会掩盖血液通过瘘口时产生的特异性的“喷射征”和“烟雾征”。因此,本研究中对比剂总量为 60 mL,并且随后将生理盐水推注,并将对比剂从肺循环中推出。此外,使用对比剂的团注追踪技术,触发后延时 5 s 进行扫描,在观察肺动脉内“喷射征”及“烟雾征”时未受干扰。

CPF 的冠脉 CTA 成像对指导下一步临床干预措施具有重要意义^[7, 12-13]。这是由于 CPF 患者存在异常的“左向右分流”,根据病变的进展程度不同,局部迂曲扩张的血管团的大小和范围也存在差异。当瘘口较小,患者的年龄较轻且完全代偿时,患者常无明显症状,此时也不需要进一步干预(图 2)。随着病情的进展,“左向右分流”加重,引起肺动脉及右心负荷增加,导致肺动脉高压和心功能不全时;同时由于“窃血效应”,进而引起心肌缺血等冠心病的表现^[14];此外,异常分支血管重度扩张、走行迂曲,和(或)合并动脉瘤时,需要积极干预治疗^[2-3, 11]。本研究中,后续随访发现 2 例行外科手术切除,主要是由于存在迂曲扩张的血管团和动脉瘤,且患者已表现为肺动脉干明显增宽,心功能不全等症状(图 3),此时应进行积极干预,术后患者恢复良好。

CPF 的比较影像学分析,超声心动检查简便易行,可无创性地显示心脏结构及血流动力学情况^[15-16],对于 CPF,超声心动可显示肺动脉内异常血流及瘘口,但对于供血动脉的检出,由于迂曲扩张血管团的存在而不易评价^[4-5, 9]。此外,对于分流量和瘘口均比较小且无症状的患者,则可能存在漏诊。DSA 是诊断 CPF 的“金标准”,但对瘘口及瘘血管较小同样易于漏诊,此外,由于其空间分辨率有限,对于肺动脉瘘口、瘘血管的走行及周围血管和组织关系显

示常欠满意^[5, 9-10]。冠脉 CTA 的高空间分辨率、快速成像和三维重建技术在准确诊断 CPF, 全面显示的瘘口、局部迂曲扩张血管团, 动脉瘤的有无甚至相应供血冠脉的病变等都具有较大的优势^[1, 4-5, 13, 15-16]。本研究通过冠脉 CTA, 成功检出 5 例冠状动脉瘤, 1 例肺动脉高压。

本研究存在一定的局限性。首先, 病例数较少, 既往文献报道 CPF 由右侧冠状动脉供血的比率高左冠, 且冠脉与肺动脉间有多个瘘口存在的报道, 这与本研究中患者均只有一个瘘口不相吻合, 期待后续研究中扩大样本进行分析。其次, 本研究并未纳入比较影像学, 如介入、超声等, 期待扩大样本后对各项检查进行对比研究。

总之, 冠脉 CTA 成像结合 VR、MIP、CPR、MPR 等重建技术, 可清晰显示 CPF 瘘口位置、异常血管的分布与范围, 为指导下一步的干预措施提供依据。

参考文献

- [1] Siripornpitak S, Pornkul R, Khowsathit P, et al. Cardiac CT angiography in children with congenital heart disease[J]. *European Journal of Radiology*, 2013, 82(7): 1067-1082.
- [2] Mayr A, Gassner EM, Pachinger O, et al. Coronary malformation with multiple fistulae[J]. *International Journal of Cardiology*, 2012, 155(1): e7-e8.
- [3] Chang YP, Chan SW, Chai JW, et al. Pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction in patients with left to right shunt coronary artery fistula: Evaluation with cardiac CT[J]. *International Journal of Cardiovascular Imaging*, 2016, 32(S1): 91-104.
- [4] Hrusca A, Rachisan AL, Gach P, et al. Detection of pulmonary and coronary artery anomalies in tetralogy of Fallot using non-ECG-gated CT angiography[J]. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 2016, 97(5): 543-548.
- [5] Bhat V, Belaval V, Gadabanahalli K, et al. Illustrated imaging essay on congenital heart diseases: Multimodality approach part II: Acyanotic congenital heart disease and extracardiac abnormalities[J]. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 2016, 10(6): E1-E6.
- [6] Al-Mallah MH, Aljizeeri A, Villines TC, et al. Cardiac computed tomography in current cardiology guidelines[J]. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 2015, 9(6): 514-523.
- [7] Hellinger JC, Daubert M, Lee EY, et al. Congenital thoracic vascular anomalies: Evaluation with state-of-the-art MR imaging and MDCT[J]. *Radiologic Clinics of North America*, 2011, 49(5): 969-996.
- [8] Pursnani A, Jacobs JE, Saremi F, et al. Coronary CTA assessment of coronary anomalies[J]. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 2012, 6(1): 48-59.
- [9] Yu F, Lu B, Gao Y, et al. Congenital anomalies of coronary arteries in complex congenital heart disease: Diagnosis and analysis with dual-source CT[J]. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 2013, 7(6): 383-390.
- [10] Xie LJ, Zhang L, Xiao TT, et al. Coronary artery fistula between single right coronary artery and right pulmonary artery: A case report and literature review[J]. *Biomed Central: Cardiovascular Disorders*, 2015, 16(12): 15-171.
- [11] Song G, Ren W, Tang L, et al. Coronary artery fistula from the left circumflex to coronary sinus in infant: Case report with literature review[J]. *International Journal of Cardiology*, 2015, 188(6): 37-39.
- [12] Dicocco JM, Fabian TC, Emmett KP, et al. Optimal outcomes for patients with blunt cerebrovascular injury (BCVI): Tailoring treatment to the lesion[J]. *Journal of the American College of Surgeons*, 2011, 212(4): 549-557.
- [13] Knickelbine T, Lesser JR, Haas TS, et al. Identification of unexpected nonatherosclerotic cardiovascular disease with coronary CT angiography[J]. *Journal of the American College of Cardiology: Cardiovascular Imaging*, 2009, 2(9): 1085-1092.

- [14] Lee CM, Song SY, Jeon SC, et al. Characteristics of coronary artery to pulmonary artery fistula on coronary computed tomography angiography[J]. Journal of Computed Assisted Tomography, 2016, 40(3): 398-401.
- [15] 周玉祥, 蓝博文, 林一钦, 等. 成人冠状动脉-肺动脉瘘的 MSCT 和超声影像诊断[J]. 放射学实践, 2016, 31(7): 625-629.
Zhou YX, Lan BW, Lin YQ, et al. Value of MSCT angiography and echocardiography in the diagnosis of coronary artery-pulmonary artery fistula in adults[J]. Radiology Practice, 2016, 31(7): 625-629. (in Chinese).
- [16] 冯培, 陈新, 王振栋, 等. CTA 在冠状动脉-肺动脉瘘中的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2015, 26(5): 369-371.
Feng P, Chen X, Wang ZD, et al. CTA in the diagnosis of coronary-to-pulmonary fistula[J]. Journal of China Clinic Medical Imaging, 2015, 26(5), 369-371. (in Chinese).

Coronary Artery CT Angiography in Coronary-pulmonary Fistula: A Retrospective Study

DONG Jian, YANG Lei, YAN Xuan, WEN Jing, ZHANG Chun-yan,
CHEN Xiao-bai, WEN Ting-guo, WANG Ren-gui[✉]

(Beijing Shijitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China)

Abstract: Objective: To investigate the clinical value of coronary CT angiography in detection of coronary-pulmonary artery fistula (CPF). Materials and Methods: Thirteen patients with the diagnosis of CPF were enrolled in this study. All the patients were performed with retrospective ECG-gated coronary CTA, including 8 males and 5 females (age range, 53-71 years, mean age, 62 years old). The heart rate ranged from 61 to 73 bpm. All the raw data were reconstructed with VR, MIP, MPR and CPR, and all the CPF were retrospectively analyzed. Results: In all 13 patients with CPF, 7 were fed with unilateral coronary artery, while the number of bilateral coronary blood supply was 6. The main feeding artery was proximal left anterior descending in 8 patients (61.5%). All CPF demonstrated dilated vascular coat presenting as "clustering shape" on the surface of the heart. All 13 patients demonstrated dilated feeding artery, 7 with "jet sign" in pulmonary artery fistula, while "smoking sign" were demonstrated in 6 patients. 5 aneurysms were detected in the feeding artery, and 9 feeding artery were found stenosis in the proximal point. Conclusion: Coronary CT angiography demonstrates capability in the diagnosis of CPF with characteristic imaging features of "clustering vessel coat" and "jet" sign.

Keywords: coronary artery; pulmonary artery; fistula; coronary artery CT angiography



作者简介: 董健 (1980—), 博士, 首都医科大学附属北京世纪坛医院医师, 主要从事影像诊断方面工作, Tel: 13488692952, E-mail: dongjianradiology@163.com; 王仁贵[✉] (1964—), 首都医科大学附属北京世纪坛医院主任医师, Tel: 13911870396, E-mail: renguiwang@aliyun.com。