

冠状动脉-肺动脉瘘 CTA 征象分析

刘家骥¹, 王倩²

(遵义市第一人民医院 1. 放射科; 2. 心脏超声科, 遵义 563000)

【摘要】目的:通过冠状动脉 CTA(coronary CT angiography, CCTA)检查资料分析冠状动脉-肺动脉瘘(coronary-pulmonary fistula, CPF)的解剖学信息。**方法:**回顾性分析 71 例 CPF 患者 CCTA 资料,对其供血动脉情况,瘘口位置、大小及与周围解剖结构关系,瘘口流入类型,主、肺动脉直径等进行分析测量,计算瘘口大小、供血动脉管径及瘘口距肺动脉瓣距离的 95%置信区间,并统计分析不同来源供血血管管径差异、瘘口宽度与主、肺动脉直径及优势供血动脉直径的相关性,另外统计分析不同流入类型病例间瘘口大小及供血动脉管径差异。**结果:**98.5%的病例(70/71)集中在肺动脉干 12 点至 3 点方向,60.6%的病例(43/71)为双侧供血,9.9%的病例(7/71)为右冠状动脉供血,29.6%的病例(21/71)为左冠状动脉供血,42.3%的病例(30/71)为烟雾型,46.5%的病例(33/71)为喷射型,排除瘘口位于左肺动脉干的孤立病例后,瘘口大小、瘘口与肺动脉瓣距离及供血动脉直径的平均值分别为 (2.5 ± 1.1) 、 (3.1 ± 2.0) 、 (15.1 ± 6.7) mm,95%置信区间分别为 2.6~3.6、13.8~15.5、2.2~2.8 mm。右冠状动脉发出的供血动脉位置近于左冠状动脉($t=11.03, P<0.05$),而两侧发出的供血动脉管径无统计学差异($P>0.05$);瘘口的大小与主动脉管径及供血动脉管径存在正相关($r=0.505, P<0.05$),与肺动脉管径无相关性;不同流入类型的病例在瘘口大小、供血动脉管径方面均无统计学差异($P>0.05$)。**结论:**CCTA 能直观显示 CPF 的解剖特点并测量相关解剖数值,为临床对 CPF 的评估及治疗方式选择提供有用的信息。

【关键词】动脉-动脉瘘;冠状动脉;肺动脉;体层摄影术;X 线计算机

【中图分类号】R814.42

【文献标志码】A

【收稿日期】2018-10-31

An analysis of the computed tomography angiography features of coronary-pulmonary fistula

Liu Jiaji¹, Wang Qian²

(1.Department of Radiology; 2.Department of Echocardiography, The First Hospital of Zunyi)

【Abstract】Objective: To analyze the anatomical information of coronary-pulmonary fistula(CPF) based on the examination data from coronary computed tomography angiography (CCTA). **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the CCTA data of 71 patients with CPF. Analyses and calculations were performed on the fistula feeding arteries, location and size of the fistula orifice and its relationship with surrounding anatomical structures, type of inflow to the fistula, and diameters of the aorta and the pulmonary artery with the 95% confidence intervals[CIs] evaluated for the fistula orifice size, diameter of its feeding arteries, and distance between the fistula orifice and the pulmonary valve. Statistical analyses were made on the differences in diameters of feeding arteries and the correlation of the width of the fistula orifice with the diameters of the aorta, the pulmonary artery, and the dominant feeding arteries. In addition, statistical analyses were made on the differences between cases with different types of inflow to the fistula in terms of the fistula orifice size and the diameter of feeding arteries. **Results:** Ninety-eight point five percent(70/71) of the cases had a fistula in the pulmonary trunk in the direction of 12 o'clock to 3 o'clock, 60.6%(43/71) had bilateral blood supply, 9.9%(7/71) had a blood supply from the right coronary artery, 29.6%(21/71) had a blood supply from the left coronary artery, 42.3%(30/71) showed a "puff of smoke" sign, and 46.5%(33/71) showed an "ejecting" sign. After excluding the isolated case with a fistula in the left pulmonary trunk, mean values of fistula size, distance between the fistula orifice and the pulmonary valve, and diameter of feeding arteries were (2.5 ± 1.1) , (3.1 ± 2.0) , and (15.1 ± 6.7) mm, respectively, with the corresponding 95%CI as 2.6~3.6, 13.8~15.5, and 2.2~2.8 mm, respectively. The location of feeding arteries from the right coronary artery was significantly closer to the fistula compared with that from the left coronary artery($t=11.03, P<0.05$), but there was no significant difference in the diameter of feeding arteries from both sides($P>0.05$). The fistula orifice size was positively correlated with the diameter of the aorta and the feeding arteries($r=0.505, P<0.05$), but not correlated with the diameter of the pulmonary artery. There were no significant differences between cases with different types of inflow to the fistula in terms of fistula orifice size or the diameter of feeding arteries($P>0.05$). **Conclusion:** CCTA can

visualize the anatomical characteristics of CPF and measure relevant anatomical structures, thus providing useful information for clinical evaluation and therapeutic method selection for CPF.

【Key words】arterio-arterial fistula; coronary artery; pulmonary artery; tomography, X-ray computed

作者介绍: 刘家骥, Email: shangyouyihao@sina.com,

研究方向: 心血管系统影像诊断。

通信作者: 刘家骥, Email: shangyouyihao@sina.com。

基金项目: 贵州省省市科技合作专项资金资助项目(编号: 省市科合[2015]54 号)。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20190918.1715.017.html>

(2019-09-19)

冠状动脉-肺动脉瘘(coronary-pulmonary fistula, CPF)指冠状动脉与肺动脉之间存在异常血管交通,血液由冠状动脉的异常分支血管通过瘘口直接分流入肺动脉,作为冠状动脉瘘的一种特殊类型,可单独发生或合并其他先天性心脏病。本文通过回顾分析 71 例患者 CTA 影像资料进行分析,对相关信息进行整理,以期对 CPF 的诊断及治疗提供翔实的数据支持。

1 资料与方法

1.1 基本资料

收集整理 2014 年 5 月至 2018 年 8 月经冠状动脉 CTA (coronary CT angiography, CCTA)扫描诊断的 CPF 患者 87 例,排除标准:①图像质量不佳,影响瘘口、供血动脉等信息判断;②扫描范围未完全包含瘘口;③肺动脉干显示不足 2/3 管径的病例,经排除后共 71 例患者纳入分析,其中男 37 例,女 34 例,年龄 14~85 岁,平均 58 岁,扫描机型包括西门子炫速二代双源 CT、GE lightspeed VCT 及东芝 320 排 CT,均采用心电门控扫描,扫描完成后选择冠状动脉最佳显示时像重建,重建厚度 0.500~0.625 mm,重建完成后容积数据统一上传 PACS 系统进行后处理分析。

1.2 后处理方法及图像分析、测量

图像后处理采用锐科 PACS 系统自带冠状动脉分析软件包进行,由 2 名高年资影像诊断医师共同重建容积再现(volume rendering, VR)、曲面重组(curved planar reconstruction, CPR)及多平面重组(multi-planar reconstruction, MPR)数据并对病例进行观察、分析及测量,遇争议时共同协商解决。观察并测量如下指标:

1.2.1 供血动脉情况 按供血血管起源分为左冠供血、右冠供血或双侧供血,根据供血血管管径判断双侧供血中的优势血管,供血血管管径超过对侧 1 mm 即认定为该侧优势型,否则为均衡型,通过 CPR 图像测量供血动脉开口位置与其承载冠状动脉冠窦开口的距离。

1.2.2 瘘口情况 采用 MPR 作通过瘘口垂直于肺动脉干切面,按钟表法记录瘘口位置,以肺动脉干前上缘为 12 点方向。

1.2.3 瘘口分流 采用 MRP 经瘘口作对比剂分流束走行切面,测量瘘口最大宽度,并根据分流的对比剂形态及参考文献,分为如下 3 种情况:喷射型,对比剂呈束状经瘘口流入肺动脉;烟雾型,对比剂团状或烟雾状经瘘口流入肺动脉;不能判断,主肺动脉缺乏密度差异不能判断分流情况。

1.2.4 主、肺动脉情况 于横断面测量肺动脉干最宽处最大横径,并测量同层面升主动脉最大横径。

1.3 统计学处理

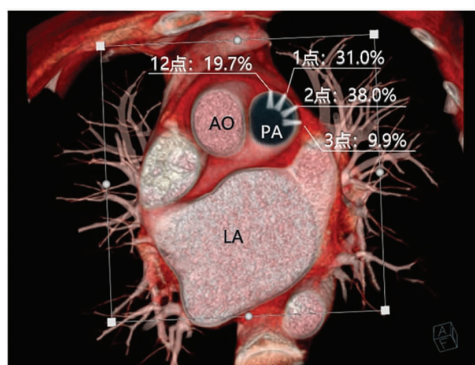
统计软件采用 SPSS 19.0 软件包,对瘘口宽度与主、肺动脉直径及瘘口宽度与优势供血动脉直径的相关性进行统计分析,统计方法采用 Spearman 相关性分析;并运用 *t* 检验对比喷射型与烟雾型病例间主、肺动脉直径的差异及左、右冠供血血管间的管径差异;同时计算瘘口大小、供血动脉管径

及瘘口距肺动脉瓣距离的 95%参考值范围。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本影像征象

所有病例均于肺动脉周围观察到迂曲走行的血管网,与肺动脉间可见瘘口相连,供血血管均不同程度扩张,其中有 19 例形成囊性动脉瘤。其中 70 例瘘口开口位置在肺动脉干 12 点至 3 点位置(图 1),1 例位于左肺动脉干。排除瘘口位于左肺动脉干的孤立病例,瘘口大小的均值为 3.1 mm,瘘口大小均值的 95%CI=2.6~3.6 mm(图 2),瘘口位置分布及瘘口分流类型见表 1。



AO:主动脉;PA:肺动脉;LA:左心房

图 1 肺动脉干短轴切面 CPF 病例瘘口开口位置分布及所占比例示意图

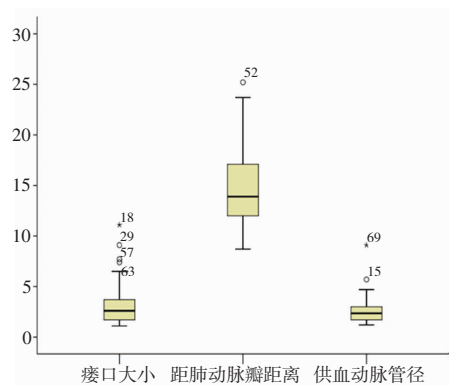


图 2 70 例 CPF 病例瘘口大小、瘘口距肺动脉瓣距离及供血动脉管径的 95%置信区间箱式图

2.2 供血血管情况

71 例患者中,7 例为右冠状动脉供血,21 例为左冠状动脉供血,43 例为双侧冠状动脉供血,双侧冠状动脉供血的病例中,右冠优势型 9 例,左冠优势型 16 例,均衡型 18 例。所有病例中有 7 例存在冠状动脉外的供血动脉,其中 5 例于纵隔内与支气管动脉分支吻合,1 例与乳内动脉分支吻合,有 1 例外纵隔内看到多发迂曲血管,但由于扫描范围的关系,难以确定其远端是否与其他血管有异常交通。供血血管的起源方面,右侧供血血管直接起源于右冠窦 24 例,起源于右冠状

表 1 CPF 患者 CTA 瘘口情况及供血情况统计表

瘘口位置			瘘口分流			供血情况			供血优势			供血动脉开口		
位置	例	占比 (%)	类型	例	占比 (%)	类型	例	占比 (%)	类型	例	占比 (%)	位置	支	占比 (%)
12点	14	19.7	烟雾型	30	42.3	双侧供血	43	60.6	均衡型	18	41.9	右冠窦	24	21.0
1点	22	31.0	喷射型	33	46.5	左侧供血	21	29.6	左侧型	16	37.2	右冠状动脉	27	23.7
2点	27	38.0	不能判断	8	11.3	右侧供血	7	9.9	右侧型	9	20.9	左主干	5	4.4
3点	7	9.9										左前降支	57	50.0
其他	1	1.4										左回旋支	1	0.9

动脉 27 例,左侧供血血管中,起源于左主干 5 例,左前降支 57 例,回旋支 1 例,排除瘘口位于左肺动脉干的孤立病例,右冠来源的供血动脉管径为 (2.5 ± 1.3) cm ($n=51$),左冠来源的供血动脉管径均值为 (2.5 ± 1.0) mm ($n=62$),供血动脉直径的 $95\%CI=2.2\sim 2.8$ mm,瘘口与肺动脉瓣距离为 (15.1 ± 6.7) mm ($n=70$), $95\%CI=13.8\sim 15.5$ mm,瘘口大小为 (3.1 ± 2.0) mm ($n=70$), $95\%CI=2.6\text{ mm}\sim 3.6\text{ mm}$ (图 2)。右侧供血动脉开口处距冠窦的开口距离 (11.4 ± 8.4) mm ($n=51$),右侧供血动脉开口处距冠窦的开口距离 (30.4 ± 13.8) mm ($n=62$);肺动脉管径为 (25.1 ± 3.8) mm,主动脉管径为 (33.2 ± 4.8) cm ($n=70$)。

2.3 统计学处理

在瘘口大小与血管直径相关性检验中,瘘口大小与供血动脉管径及主动脉宽度间存在相关相关性($P<0.05$),瘘口越大,其对应的供血动脉管径与主动脉宽度则相对较大,而瘘口大小与肺动脉管径无明显相关(r 值=0.164 $P=0.17$)。对于不同流入模式的 t 检验中,去除不能判断流入模式的病例,烟雾型和喷射型病例在瘘口大小、肺动脉宽度及供血动脉直径间未见明显统计学差异($P>0.05$),在供血动脉方面,右冠供血动脉的发出位置近于左冠状动脉发出位置($t=11.03$, $P<0.01$),而左、右冠状动脉发出的供血动脉管径间未见统计学差异($t=0.019$, $P=0.85$)。

3 讨论

CPF 既往认为是一种罕见的冠状动脉疾病,通常在冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)中发现,大多数患者无明显症状,发病率难以评估^[1],但随着 CT 设备性能的提高 CCTA 检查的普及,其检出率逐渐提高,可达到 CCTA 检查的 0.68%^[2]。无症状小 CPF 是否需治疗目前还有争议,但分流量大、合并心力衰竭、肺动脉高压、冠状动脉缺血等情况的患者具有通过介入治疗或外科治疗的适应证,CCTA 检查具有无创、低风险的优势,更适合用于 CPF 患者的筛查和评估。

本组资料均呈现了 CPF 的典型特征:与肺动脉交通的瘘口,来源于冠状动脉的供血动脉以及肺动脉周围迂曲走行的血管网。与 Lim 等^[2]得到的结果类似,本组 CPF 瘘口绝大多数位于肺动脉前壁及左

侧壁,其中位于左前壁 2、3 点方向的瘘口占到了 69%(49/71),这种瘘口的分布也使肺动脉周围的血管网主要分布在肺动脉的前壁及左侧壁周围,距离胸骨较近,对于需要经胸骨入路进行手术的患者需要提醒术者在开胸时注意保护瘘血管网。

瘘口大小的差异较大,最小的一例瘘口宽度仅 1.5 cm,最大的一例瘘口宽度达到 11.1 cm,由于瘘口周围迂曲血管较多并且贴近肺动脉,而肺动脉通常是斜行走行,仅靠标准的横矢冠面图像难以较好展示瘘口大小及位置,在图像后处理时要注意通过分流的对比剂追踪瘘口位置,通过 MPR 选择最佳切面以显示瘘口并测量(图 3),为临床治疗方案的选择提供尽可能详细的资料^[3-4]。另外,瘘口距离肺动脉瓣的距离通常较近,本组资料瘘口距肺动脉瓣环的均值为 15.1 mm,最小值仅 8.7 mm,当需要经肺动脉对瘘口进行操作时,需注意对肺动脉瓣的影响。

在供血动脉来源方面,71 例病例共检出 114 支供血动脉,其中左冠状动脉来源的占 55.3% (63/114),略多于右冠状动脉来源,与李景雷等^[5]报道的比例类似,其中发出位置最多见的是左前降支,占 50% (57/114),而左回旋支来源的最为少见,仅占 0.09% (1/114)。43 例病例为双侧供血(60.6%),稍高于既往 Lee 等用 CCTA 研究报导的 53.1% 的多支起源率^[6],明显高于 Said 等^[7]及沈健等^[8]通过 CAG 研究报道的 20%、23.7% 的结果,这可能是由于 CPF 的供血动脉常较为纤细,且其发出的主动脉窦及走行肺动脉根部均是血管搏动比较大的地方,要清楚地显示这些较小的供血血管更多依赖 CT 的时间分辨率与空间分辨率,本组数据更多来源于西门子炫速二代双源 CT,其时间分辨率达到了 75 ms,使其冻结血管搏动的能力更强,能有助于发现更为细小的供血动脉,这应该是 CCTA 对多支供血的 CPF 检出率提高的重要因素。而在 CCTA 与 CAG 检查存在的供血动脉数量的差异较大,供血动脉发出的位置是一个需要注意的问题,本组中有 24(24/114, 21%) 支供

血动脉直接起源于冠窦,这种情况在 CAG 对冠状动脉进行选择造影时容易遗漏,另外有 5 支起源于左主干及 11 支起源于右冠状动脉近端的供血动脉,其开口处距离冠状动脉开口小于 5 mm,这种情况有可能导致该支血管对比剂充盈不佳而遗漏。当然,也应该注意到,CCTA 检查中所有冠状动脉是同时显示,容易存在将一些与血管网临近的正常冠状动脉分支误认为是供血动脉的可能性。要更准确地判断 CPF 患者的供血情况,CCTA 与 CAG 两种方法联合应用无疑更为准确。

另外,本组有 7 例病例(9.8%)发现瘘血管除冠状动脉供血外,尚与其他血管存在交通,其中 5 例与支气管动脉交通,1 例与乳内动脉交通,另一例由于扫描范围所限未能明确其交通支来源,这种多重血管供血的情况可能是由于瘘血管压力的增高引起的体循环动脉间吻合支的扩张,这也提示 CPF 供血并非仅仅局限于冠状动脉,在需要进行心导管造影检查或治疗时需充分考虑可能存在的交通支情况。

从血流动力学角度看,肺动脉的阻力相对心肌血管床较低,高压的主动脉血更容易通过瘘口流向低阻力的肺动脉,从而形成左向右分流,由于分流水平位于主-肺动脉间,其分流方式类似于动脉导管未闭(patent ductus arteriosus,PDA),但从本组数据结果来看,CPF 并不像 PDA 那样容易引起肺动脉高压导致肺动脉扩张,并继发引起左、右心室增大,本组病例的肺动脉干直径均值仅为 25.1 mm,且瘘口大小与肺动脉管径并无明显相关性,提示 CPF 对肺动脉形态及血流动力学的影响有限,这应该与 CPF 瘘口相对 PDA 来说通常较小且分流量较少有关,本组病例瘘口均值仅为 3.1 mm。而瘘口大小与主动脉管径的相关性检验表明两者存在正相关,这可能是因为冠状动脉供血主要在左室舒张期,升主动脉的收缩是冠状动脉供血的主要动力来源之一。CPF 所导致的分流影响了心肌的供血,反馈性使主动脉压力增高来代偿心肌供血不足,而瘘口越大从冠状动脉窃血量越大,所需代偿越多,使得主动脉宽度与瘘口宽度存在相关性。

在瘘口的分流表现形式上存在喷射型和烟雾型两种不同的方式,本组病例除外 8 例不能判断流入方式的病例外,喷射型和烟雾型分别为 30 例与 33 例。冯培等^[9]提出两种流入方式的形成与选择的重建时相有关,当重建时相选择在左室收缩期时由于左室泵血,冠状动脉压力较高则形成喷射型,选择在左室舒张期时冠状动脉压力减低形成烟雾型。本组病例中通过对回顾性心电门控扫描的病例重建

了全心动周期动态观察表面瘘口血流情况随着心动周期存在烟雾型和喷射型间的变化(图 4)。但也存在着收缩期与舒张期均是喷射型或均是烟雾型的情况,这种情况反应了不同病例间瘘口的分流的流速和压力的不同,从一般经验来说瘘口小的流速应该更快更容易形成喷射型。但从统计的情况看两种流入方式间瘘口大小并未存在明显差异性,而两种流入方式病例的肺动脉宽度与主动脉宽度也没有明显的统计学差异,这表明即使不同类型的流入方式间存在着压力和流速的差异,但对大血管的影响均是有限的。

综上所述,CCTA 检查具有时间及空间分辨率高的特点,通过多种处理手段能直观显示 CPF 的解剖特点,并测量相关解剖数值,为临床对 CPF 的评估及治疗方式选择提供有用的解剖学信息。

本研究的不足在于大部分病例均是通过 CCTA 进行诊断,由于患者无临床症状未进一步行 CAG 检查进行对照,虽然排除了显示效果不佳的病例,但在对部分较小的供血动脉及瘘口的分析、测量中容易存在误判,这将在进一步的病例随访中进行补足。

参 考 文 献

- [1] Loukas M, Germain AS, Gabriel A, et al. Coronary artery fistula: a review[J]. Cardiovascular Pathology, 2015, 24(3): 141-148.
- [2] Lim JJ, Jung JI, Lee BY, et al. Prevalence and types of coronary artery fistulas detected with coronary CT angiography[J]. American Journal of Roentgenology, 2014, 203(3): 237-243.
- [3] 王 倩,徐荣良,秦永文,等. 经皮介入封堵治疗 70 例冠状动脉瘘疗效分析——单中心经验[J]. 第二军医大学学报, 2016, 37(4): 505-508.
- [4] 高见书,张国兵,周国伟,等. 电解脱弹簧圈封堵先天性冠状动脉-肺动脉瘘 30 例临床疗效分析[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27(5): 400-403.
- [5] 李景雷,黄美萍,崔燕海,等. 冠状动脉-肺动脉瘘多排螺旋 CT 征象分析[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版), 2013, 34(2): 221-225.
- [6] LEE CM, Song SY, Jeon SC, et al. Characteristics of coronary artery to pulmonary artery fistula on coronary computed tomography angiography[J]. Journal of Clinical Cardiology, 2016, 40(3): 398-401.
- [7] Said SA, Nijhuis RL, Akker JW, et al. Unilateral and multilateral congenital coronary-pulmonary fistulas in adults: clinical presentation, diagnostic modalities, and management with a brief review of the literature[J]. Clinical Cardiology, 2015, 37(9): 536-545.
- [8] 沈 健,陈 亮,赵仙先,等. 冠状动脉-肺动脉瘘的临床和冠状动脉造影特点分析[J]. 临床心血管病杂志, 2016, 32(12): 1192-1194.
- [9] 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.

(责任编辑:唐秋姗)