

婴幼儿圆锥动脉干畸形并冠状动脉异位起源 MSCT 诊断与手术复杂程度相关性分析

张秉权, 刘永熙, 邓宇, 曾庆思

【摘要】 目的:研究婴幼儿圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源各类型发生率、构成比,通过回归分析探讨圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的 MSCT 分类对手术复杂程度的预判能力。**方法:**回顾性分析 520 例经手术证实的婴幼儿圆锥动脉干畸形,所有患儿均在广东省妇幼保健院行 MSCT 心脏成像并记录圆锥动脉干畸形、冠状动脉异位起源类型及数量。对不同类型圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的发生率及构成比分别采用行×列 Pearson 卡方检验进行比较,使用 Logistic 回归对手术复杂程度相关指标的预测能力进行分析,与手术结果对照探讨术前 MSCT 心脏成像诊断对手术复杂程度的预测能力。**结果:**婴幼儿圆锥动脉干畸形共 520 例,合并冠状动脉异位起源者 91 例,平均发病率为 17.5%,其中肺动脉闭锁(PA) 23 例,大动脉转位(TGA) 27 例,法洛氏三联症(TOF) 11 例,永存动脉干(PTA) 9 例,右室双出口(DORV) 21 例。在本组圆锥动脉干畸形合并不同类型冠状动脉异位起源中单冠状动脉(SCA)最多,占 61.53%,其次为对侧冠状动脉或无冠窦起源(OO)占 23.07%,冠状动脉多发起源(MO) 9.89%,冠状动脉高位起源(HO) 4.39%,冠状动脉肺动脉起源(PO)最少,占 1.09%。采用行×列 Pearson 卡方检验,卡方值为 27.859, $P=0.033$,说明不同类型圆锥动脉干畸形的冠脉异位起源构成比不全相同即不同类型圆锥动脉干畸形与冠脉异位起源有关联性。本研究冠状动脉异位起源发生率由高到低依次为 PTA(39.13%)>TGA(28.12%)>DORV(22.10%)>PA(17.16%)>TOF(6.35%)。Logistic 回归显示右心室双出口、大动脉转位、对侧冠状动脉或无冠窦起源联合对手术复杂程度有最好的预测效能。**结论:**圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的 MSCT 诊断可有效预测手术复杂程度;当心脏 MSCT 诊断大动脉转位或者右心室双出口时,因涉及动脉调转术而致手术复杂程度增加,如果合并单冠状动脉或对侧冠状动脉异位起源,近端冠状动脉的游离、松解难度增大致动脉调转术中冠状动脉移植失败的风险增加,影响预后;术前必须明确圆锥动脉干畸形类型及伴发冠状动脉异位起源的类型,详细了解冠状动脉起源及其近段走行状态,降低冠状动脉移植风险及改善预后。

【关键词】 婴幼儿; 血管畸形; 肺动脉瓣闭锁; 法洛三联症; 大血管错位; 右室双出口; 冠状动脉疾病; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R542.5; R726.2; R541.1; R543; R541.1; R543.3; R814.4 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)10-1276-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.10.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Correlation analysis of MSCT diagnosis and surgical complexity in infants with conus trunk malformation and ectopic coronary artery ZHANG Bin-quan, LIU Yong-xing, DENG Yu, et al. Department of Radiology, Baiyun Branch, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510500, China

【Abstract】 Objective: To study the incidence and composition ratio of various types of congenital trunk malformation combined with coronary ectopic origin in infants and young children, and through regression analysis, to explore the prediction of the complexity of the operation by MSCT diagnosis of congenital trunk malformation combined with coronary artery ectopic origin ability. **Methods:** A retrospective analysis of 520 cases of conical arterial trunk malformation confirmed by surgery. All children underwent MSCT cardiac imaging at Guangdong Maternal and Child Health Hospital, and the types and number of origins of conical arterial trunk malformation and coronary artery ectopic were recor-

作者单位: 510500 广州, 南方医科大学南方医院白云分院放射科(张秉权); 510010 广东省妇幼保健院放射科(刘永熙); 510120 广州医科大学附属第一医院放射科(邓宇, 曾庆思)

作者简介: 张秉权(1976—), 男, 广东东莞人, 硕士研究生, 主任医师, 主要从事心胸影像诊断工作。

基金项目: 广东省医学科学技术研究基金项目(C2019086)

ded. The incidence and composition ratio of different types of congenital trunk malformation combined with coronary ectopic origin were compared employing row×column Pearson chi-square test. Multiple regression was used to explore potential indicators that affected the complexity of surgery. Logistic regression was used to evaluate the complexity of surgery. The predictive power of related indexes was analyzed and compared with the surgical results to explore the predictive power of preoperative MSCT cardiac imaging diagnosis for the degree of surgical review. **Results:** There were 520 cases of conical artery malformation in infants and 91 cases with ectopic coronary origin. The average incidence was 17.5%, including 23 cases of pulmonary atresia PA, 27 cases of transposition of the great arteries, and tetralogy of Fallot TOF. In 11 cases, 9 cases of permanent arterial trunk PTA, 21 cases of right ventricular double outlet DORV. In this group of conical artery malformations with different types of coronary ectopic origins, single coronary artery SCA accounted for the most, accounting for 61.53%, followed by contralateral coronary artery or non-coronary sinus origin OO, accounting for 23.07%, and coronary artery multi-originated MO accounted for 9.89%, the high origin of the coronary artery HO was 4.39%, and the coronary pulmonary artery originated the least PO, accounting for 1.09%. Using row×column Pearson chi-square test, the chi-square value was 27.859, and the *P* value was 0.033. So, the different types of conical artery malformations had different origins of coronary artery ectopic composition ratio, that was, different types of conical artery malformations and coronary ectopic coronary artery. The origin is related. The incidence of coronary ectopic origin in this study was PTA (39.13%) > TGA (28.12%) > DORV (22.10%) > PA (17.16%) > TOF (6.35%). Logistic regression showed that the combination of double right ventricular outlet, transposition of the great arteries, contralateral coronary artery or non-coronary sinus origin had the best predictive power for the complexity of surgery, indicating that the different types of conical artery malformations have different origins of coronary artery ectopic composition ratio, that was, different types of conical artery malformations and coronary ectopic coronary artery. The origin was related. The incidence of coronary ectopic origin in this study was PTA (39.13%) > TGA (28.12%) > DORV (22.10%) > PA (17.16%) > TOF (6.35%). Logistic regression showed that the combination of double right ventricular outlet, transposition of the great arteries, contralateral coronary artery or non-coronary sinus origin had the best predictive power for the complexity of surgery, indicating that the different types of conical artery malformations had different origins of coronary artery ectopic composition ratio, that was, different types of conical artery malformations and coronary ectopic coronary artery. The origin was related. The incidence of coronary ectopic origin in this study was PTA (39.13%) > TGA (28.12%) > DORV (22.10%) > PA (17.16%) > TOF (6.35%). Logistic regression showed that the combination of double right ventricular outlet, transposition of the great arteries, contralateral coronary artery or non-coronary sinus origin had the best predictive power for the complexity of surgery. The incidence of coronary ectopic origin in this study was PTA (39.13%) > TGA (28.12%) > DORV (22.10%) > PA (17.16%) > TOF (6.35%). Logistic regression showed that the combination of double right ventricular outlet, transposition of the great arteries, contralateral coronary artery or non-coronary sinus origin had the best predictive power for the complexity of surgery. **Conclusion:** The MSCT diagnosis of conical artery malformation combined with ectopic coronary artery can effectively predict the complexity of surgery; when cardiac MSCT diagnoses transposition of the great arteries or double right ventricular outlet, the complexity of the surgery increases due to arterial switch surgery. If combined with single coronary, the origin of the artery or the contralateral coronary artery is ectopic, and the difficulty of the free and loosening of the proximal

coronary artery increases, which increases the risk of coronary artery graft failure during arterial switch surgery and affects the prognosis; the type of conical artery malformation and its associated Types of ectopic origin of coronary artery, learn more about the origin of coronary artery and its proximal course, reduce the risk of coronary artery transplantation and improve the prognosis.

【Key words】 Infant; Vascular Malformations; Pulmonary atresia; Tetralogy of fallot; Transposition of great vessels; Double outlet right ventricle; Coronary artery disease; Tomography, X-ray computed

先天性心脏病是小儿心脏疾病中最常见的一种类型,以超声行先天性心脏病的筛查及用于诊断和手术指导。心脏超声检查对于常见的室间隔缺损、房间隔缺损等先天性心脏病诊断效能良好,但对复杂先心病伴随的心脏周围血管畸形显示不佳。近年来心电门控磁共振成像在婴幼儿先心病的研究增多,由于时间分辨率及空间分辨率低于 MSCT,冠状动脉成像一直无法广泛推广,尤其是心率高于成人的婴幼儿患者。

随着 CT 探测器性能不断提升,层出不穷的低剂量扫描序列大量涌现,心脏 MSCT 扫描的辐射剂量极大降低,辐射剂量已不再是限制儿童心脏 CT 检查的缺点,使其在儿童心脏血管中的应用具有很大的优势,对于复杂先心病周围血管畸形的显示优于超声,尤其是冠状动脉的显示。

圆锥动脉干畸形是与圆锥动脉干异常发育相关的发绀型先天性心脏病,常见类型包括法洛四联症、完全型大动脉转位、右室双出口、肺动脉闭锁、永存动脉干。现代胚胎学研究证实大动脉相关的先天性心脏畸形主要与胚胎早期的圆锥动脉干发育异常密切相关。冠状动脉异位起源主要是胚胎发育过程中冠状动脉向主动脉窦融合过程中误差所致冠状动脉起源于主动脉窦中的异常位置。圆锥动脉干畸形常合并冠状动脉异位起源,术前详细了解冠状动脉冠起源及其走行是一个很重要的项目,详细的影像学资料能为手术的选择提供帮助^[1]。张秉权等^[2]对 276 例圆锥动脉干畸形的 MSCT 回顾性分析发现合并冠状动脉异位起源的发生率达 17%,冠状动脉异位起源的类型以单支冠脉类型最多,高达 48.94%。后续研究发现单支冠脉在主动脉与肺动脉间走行(Ⅱb 型)最多,占 51%^[3]。本研究在之前的基础上通过增加样本量,得到各种类型圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的构成比组间差异有统计学意义,结果与临床更接近。此类型先心病大部分需要早期手术矫治,本研究对不同类型圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源进行统计,探讨术前心脏 MSCT 分类对手术复杂程度的预测能力。

材料与方法

1. 病例资料

本研究通过了医院伦理委员会的审查。回顾性分析 2014 年 10 月—2019 年 10 月在广东省妇幼保健院经手术证实圆锥动脉干畸形患儿 520 例,其中法洛四联症(TOF)173 例,完全性大动脉转位(TGA)96 例,肺动脉闭锁(PA)134 例,右室双出口(DORV)95 例,永存动脉干(PTA)23 例。男 335 例,女 185 例,平均年龄 13.5 月,男女比约 1.8:1,男稍多于女,可能与患儿家长是否选择手术有关。所有患儿均于心脏 MSCT 成像后 3d 至 2 个月内行手术治疗。

本组研究病例的纳入标准:术前行 128 层螺旋 CT 心脏成像和经胸壁超声心动图(TTE)检查诊断为圆锥动脉干畸形;所有患儿均经手术证实。

本组研究病例的排除标准:未能配合完成 MSCT 心脏成像;心律不齐或心率>180 次/分。

2. 检查方法

所有患儿均使用德国 Siemens Definition AS+128 层 CT 行心血管成像。为安抚婴幼儿,常规使用口服水合氯醛(50 mg/kg)并据需要另外静脉注射咪达唑仑(0.1 mg/kg)。常规使用铅皮护罩对患儿的晶状体和性腺进行保护。取仰卧位扫描。均采用机器预设儿童心脏扫描模式(Cardiac childrenheart ECG),扫描范围自胸廓入口至左膈下 2 cm^[4-7]。使用非离子型对比剂欧乃派克(300 mg I/mL),剂量为 1.0~2.0 mL/kg,用双筒高压注射器,注射流率 0.5~2.0 mL/s,流率=对比剂总量/(扫描时间+8),然后以相同流率追加 1.0~2.0 mL/kg 体重的生理盐水。对比剂尽量从下肢注入,次选上肢注入。使用自动跟踪手动触发技术,将 ROI 放置在扫描野之外的空气中,注射对比剂后 5 s 开始跟踪监测,当心脏一侧较浓显影而另一侧浅显影时,手动触发切入扫描,触发后 7 s 开始正式扫描。扫描参数参考罗海营等^[5,6,8-11],采用低剂量前瞻性心电门控扫描技术,管电压 80~100 kV,结合西门子 CareDose 4D 综合管电流调节技术,准直 128×0.625 mm,转速为 0.3 s/r,层厚 0.6 mm。因患儿心率高达每分钟 120~160 次搏动,故采用收缩末期 ECG 同步扫描;相反,心率达到每分钟 100 次搏动的患儿选择舒张末期 ECG 同步扫描。收缩末期前瞻性心电门控采集时间窗为 40% R-R 间期,

利用宽容度重建 40％和 50％时相,舒张末期采集时间窗为 R-R 间隔的 80％^[12,13]。

3. 有效剂量(ED)换算及图像质量

有效剂量(ED)换算使用容积 CT 剂量指数(CT-DIvol)和剂量长度乘积(DLP),根据 $ED=DLP\times k$ 公式计算 ED(mSv)。k 为儿童胸部检查特定的转换因子,<1 岁为 0.039 mSv/(mGy·cm),1~2 岁为 0.026 mSv/(mGy·cm)^[14,15]。范丽娟等^[7]、Thomas 等^[14]的研究表明,在明显降低辐射剂量(降低约 74％)的同时获得满足诊断需要的图像质量。

4. 评价标准

冠状动脉异位起源的 MSCT 分类参考蔡军等^[16],包括单冠状动脉(SCA)、对侧冠状动脉或无冠窦起源(OO)、冠状动脉多发起源(MO)、冠状动脉肺动脉起源(PO)、冠状动脉高位起源(HO)5 种类型。据圆锥动脉干畸形类型及是否合并冠状动脉异位起源可使用多种术式进行治疗如法洛四联症根治术、Rastelli 手术、动脉调转术(Switch 手术)等;动脉调转术普遍适用于大动脉转位及右心室双出口畸形,术中涉及冠状动脉移植,移植成功与否决定手术成败并影响患儿预后。冠状动脉异位起源的单支冠脉类型在冠脉移植后容易出现狭窄导致心肌低灌注。所以把手术复杂程度按照是否涉及动脉调转术以及是否伴有冠状动脉异位起源尤其是单支冠脉类型,划分为 6 个等级(表 1)。

表 1 手术复杂程度分级标准

等级	分级标准
1	不涉及动脉调转术,无合并冠脉异位起源
2	不涉及动脉调转术,合并非单支冠脉异位起源
3	不涉及动脉调转术,合并单支冠脉异位起源
4	涉及动脉调转术,无合并冠脉异位起源
5	涉及动脉调转术,合并非单支冠脉异位起源
6	涉及动脉调转术,合并单支冠脉起源

5. 图像后处理

所有图像重建层厚 0.75 mm,层间隔 0.5 mm,卷积核 B26f,扫描后均将数据发送到 SyngoMMWP 工作站行分析后处理,图像后处理包括多平面重组(MPR)、最大密度投影(MIP)和容积再现(VR)等方法重组。

6. 统计学分析

采用 SPSS 21 及 MedCalc 19.0.7 软件进行统计学分析,计数资料以个数及百分比％表示。对圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的发生率、构成比采用行×列 Pearson 卡方检验进行比较。检验水准为 $P<0.05$,差异有统计学意义。利用 Logistic 回归建立预测模型,分析潜在指标预测手术复杂程度的价值。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 不同类型圆锥动脉干畸形并冠状动脉异位起源发生率的比较

婴幼儿圆锥动脉干畸形共 520 例,合并冠状动脉异位起源者 91 例,占比为 17.5％,其中肺动脉闭锁(PA)23 例,大动脉转位(TGA)27 例,法洛四联症(TOF)11 例,永存动脉干(PTA)9 例,右室双出口(DORV)21 例,行 Pearson 卡方检验,卡方值 31.057,相伴概率 0.000,说明圆锥动脉干畸形类型与冠状动脉异位起源发生率有关联性。冠状动脉异位起源发生率由高到低依次为 PTA(39.13％)>TGA(28.12％)>DORV(22.10％)>PA(17.16％)>TOF(6.39％)(表 2)。

表 2 不同类型圆锥动脉干畸形合并冠脉异位起源发生率

疾病	总例数	发病例数	发生率(％)
大动脉转位	96	27	28.12
法洛四联症	172	11	6.39
永存动脉干	23	9	39.13
右室双出口	95	21	22.10
肺动脉闭锁	134	23	17.16

2. 不同类型冠状动脉异位起源构成比的比较

本组圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的类型中以单冠状动脉(SCA)最多,占 61.53％(图 1~3),其次为对侧冠状动脉或无冠窦起源(OO),占 23.07％,冠状动脉多发起源(MO)占 9.89％,冠状动脉高位起源(HO)为 4.39％,冠状动脉肺动脉起源(PO)最少,占 1.09％。对不同类型圆锥动脉干畸形并冠状动脉异位起源的构成比行 R×C Pearson 卡方检验,卡方值 27.817, $P=0.033$,说明不同类型圆锥动脉干畸形的

表 3 不同类型圆锥动脉干畸形合并冠脉异位起源构成比

圆锥动脉畸形	冠状动脉异位起源类型					合计
	冠状动脉肺动脉(PO)	冠状动脉高位(HO)	冠状动脉多发(MO)	对侧冠状动脉或无冠窦(OO)	单冠状动脉(SCA)	
大动脉转位	1	2	3	8	13	27
法洛氏四联症	0	0	0	5	6	11
永存动脉干	0	0	0	5	4	9
右室双出口	0	0	1	1	19	21
肺动脉闭锁	0	2	5	2	14	23
合计构成比(％)	1.09	4.39	9.89	23.07	61.53	91

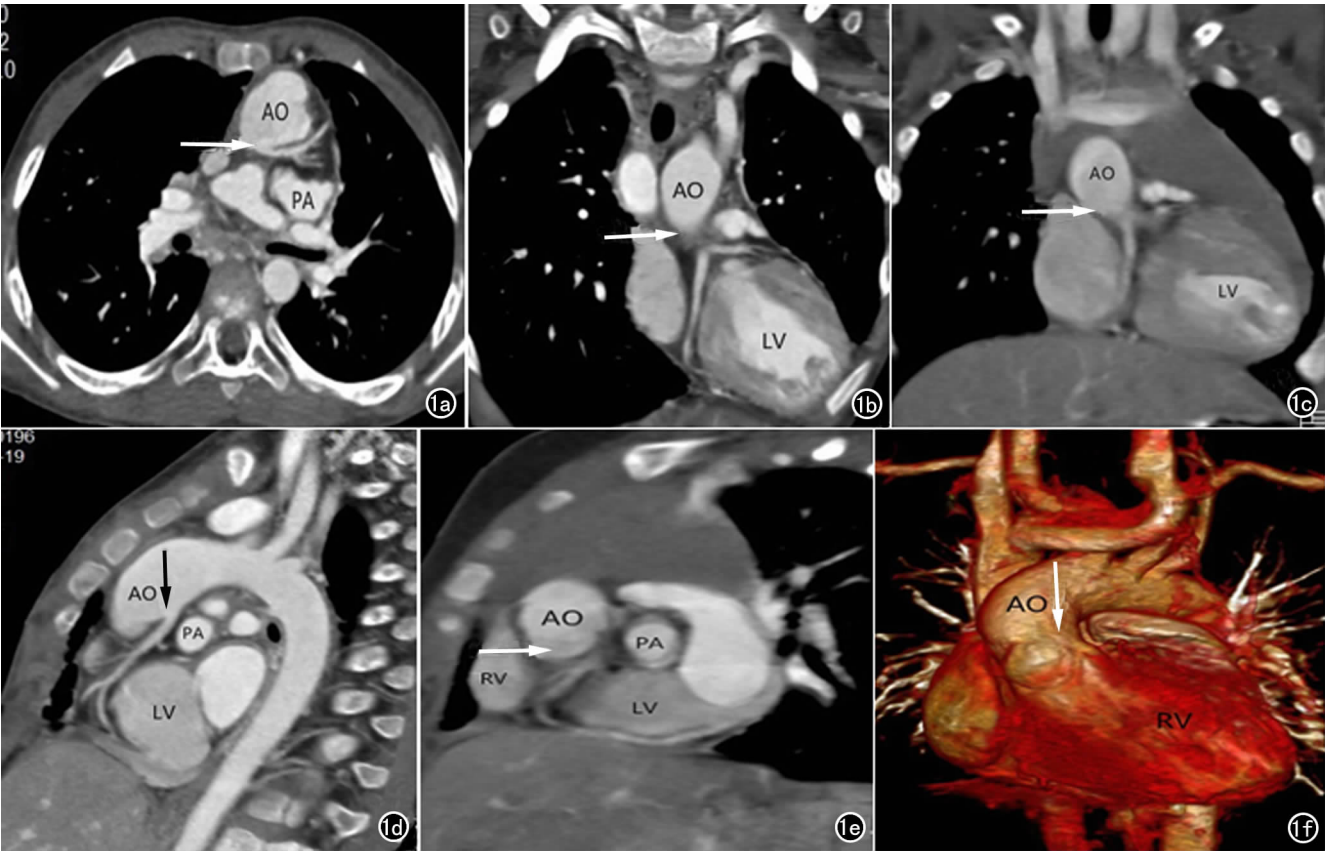


图 1 男,9 个月。大动脉转位并单支冠状动脉异位起源,单支冠脉走行于主动脉与肺动脉之间。a)横断面(箭);b)冠状面(箭);c)下一层面冠状面(箭);d)矢状面(箭);e)斜矢状面(箭);f)VR(箭)。

冠脉异位起源构成比不全相同即不同类型圆锥动脉干畸形与冠脉异位起源有关联性(表 3)。

3. 回归分析

潜在因素筛选:据前面发生率及构成比的数据分析,把圆锥动脉干畸形的完全型大动脉转位、右心室双出口以及冠状动脉异位起源的单冠状动脉(SCA)、对侧冠状动脉或无冠窦起源(OO)分别作为独立变量引入回归方程,使用逐步法进行 Logistic 回归分析。

因素赋值:如前所述,圆锥动脉干畸形手术复杂程度与是否涉及动脉调转术密切相关,故对手术复杂程度 1~3 等级进行赋值 0,对手术复杂程度 4-6 等级进行赋值 1。

Logistic 回归分析:以手术复杂程度为因变量,单因素 Logistic 回归提示右心室双出口、大动脉转位、单

冠状动脉可能是手术复杂程度影响因素。多因素 Logistic 回归进一步证实右心室双出口、大动脉转位是独立影响因素。右心室双出口、大动脉转位、对侧冠状动脉或无冠窦起源联合,对于手术复杂程度预测正确率 95.38%,ROC 曲线下面积(AUC)0.942,标准误差 0.012,95%的置信区间 0.918~0.960,说明其联合的预测效能良好(表 4)。

4. 统计学综合分析

综合发生率、构成比及 Logistic 回归分析结果,本研究显示当心脏 MSCT 诊断大动脉转位或右心室双出口畸形同时伴发单冠状动脉或对侧冠状动脉异位起源,提示手术复杂程度将增加。

5. 术前圆锥动脉畸形 MSCT 诊断与手术结果对比

本组 91 例经手术证实的圆锥动脉干畸形合并冠

表 4 潜在因素 Logistic 回归分析

变量	单因素		多因素	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
右心室双出口	3.275(2.640~4.064)	<0.0001	5.537(4.043~7.584)	<0.0001
大动脉转位	3.201(2.609~3.936)	<0.0001	5.528(4.047~7.552)	<0.0001
单冠状动脉 SCA	2.391(1.352~4.227)	0.0027	—	—
对侧冠状动脉或无冠窦起源_OO	1.472(0.624~3.475)	0.3774	0.0099(0.0019~0.534)	0.0071

注:手术复杂程度分级 1、2、3 级赋值 0,手术复杂程度分级 4、5、6 级赋值 1

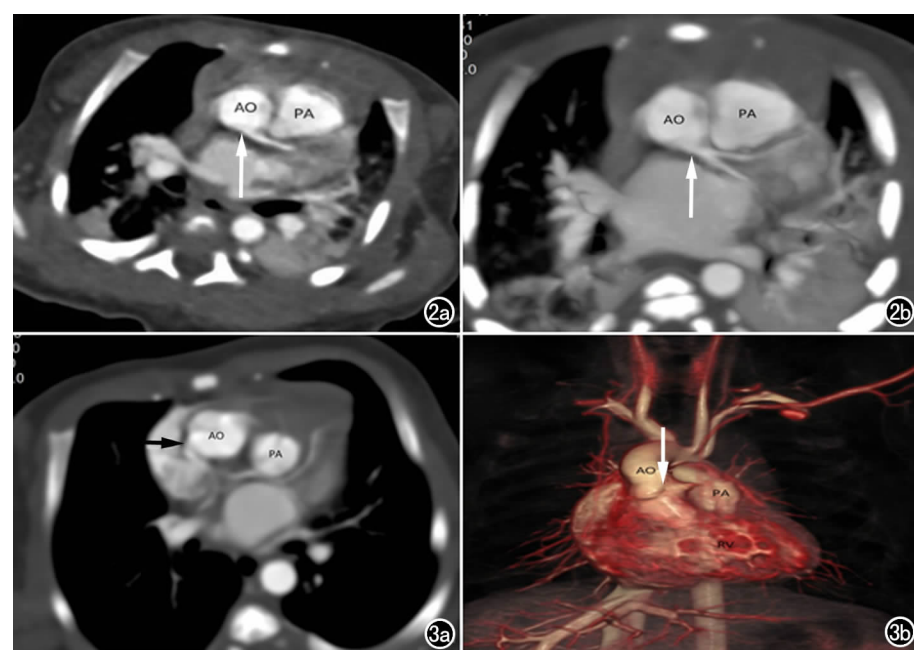


图2 女,1d。右心室双出口并单支冠状动脉异位起源。a)横断面(箭); b)MIP(箭)。图3 男,7d。右心室双出口并单支冠状动脉异位起源,单支冠脉分出左冠脉主干肺动脉后成襻走行。a)横断面(箭); b)VR(箭)。AO-主动脉,PA-肺动脉

状动脉异位起源患儿,术前心脏 MSCT 均显示了冠脉异位起源的类型,与手术结果相符,冠状动脉异位起源的显示率为 100%。其中 6 例单冠脉畸形病例清晰显示了开口,发出的左右冠脉分支显示不清,包括 2 例右冠脉、3 例左冠脉回旋支、1 例左冠脉前降支,术前未能准确描述中远段走行情况,原因是心率过快,6 例患儿心率均在每分钟 160 次搏动以上,最高达到了 180 次/分,左右冠脉或单支冠脉主要分支的显示率为 93.4%。

讨论

随着 CT 扫描速度及探测器性能的不提高,与心电图(ECG)同步数据采集融合的低剂量扫描序列广泛应用,以及各厂家优化的低剂量综合扫描方案不断涌现,先心病患儿的低剂量 MSCT 心脏成像除了显示房室缺损、大血管连接异常外,冠状动脉解剖也得以清晰显示,成为术前评估的重要手段之一,但是圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的 MSCT 分类对于手术复杂程度预测分析鲜有报道。

圆锥动脉干畸形患儿绝大多数需要早期进行外科手术矫治,大动脉转位术(Switch 手术)是首选术式,尤其右心室双出口、大动脉转位。大动脉做调转术虽效果较理想,但是术中冠状动脉移植是手术成功的关键,不同类型的冠状动脉畸形是术后早期和晚期死亡的危险因素之一,当冠状动脉起源于单个冠窦或起源于对侧冠窦,或者冠状动脉走行于主动脉壁内的或仅

有单根冠状动脉时,手术风险明显增加^[17-19]。已有文献报道单支冠脉或起源单个动脉窦的冠状动脉是动脉转换手术后早期死亡和晚期发病的独立危险因素^[20]。明确冠状动脉解剖异常是否存在对于动脉转位手术风险评估是必不可少的,因为冠状动脉的完整移植而不发生扭结、扭转和伸展是手术成功的先决条件^[21,22],虽目前冠状动脉移植改良技术已有多种选择,主要是针对高危变异,但是冠状动脉异位起源仍被分类为高危模式,仍是冠状动脉移植术中的棘手问题^[23]。冠状动脉移植时的损伤、扭曲、移植后受压、移植后张力过大、畸形冠状动脉等因素依然为远期再手术和心肌缺血死亡的重要原因^[24,25]。冠状动脉异常分类方法有很多种,目前临床上常用的有 Yacoub 标准及 Leiden 标准,Lei-

den 标准^[26]是目前临床最常用的分类方法,重点对冠状动脉的起源进行描述,便于大动脉转位术的手术计划制定。Nakamura 等^[27]分析大动脉转位术后患儿死亡原因,发现引起患儿死亡的冠状动脉解剖类型中以壁内冠状动脉相关性最高,其次是单冠状动脉,尤其是单支冠脉走行于大血管之间。张秉权等^[3]回顾分析 421 例婴幼儿圆锥动脉干畸形,发现主动脉与肺动脉间走行(Ⅱb)最多,占 51%。单支冠脉是一种具有潜在性危险的冠状动脉畸形,当异常血管走行于主动脉与肺动脉之间时,由于大血管的搏动导致异常血管出现挤牛奶效应,心肌的灌注会受到极大的影响。

基于以上研究,当矫治手术方案包含大动脉转位术、圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源、冠状动脉异位起源类型为单冠状动脉等因素时,矫治手术复杂程度将增加。本研究对 520 例经手术矫治的婴幼儿圆锥动脉干畸形心脏 MSCT 进行回顾性分析,发现圆锥动脉干畸形类型与冠状动脉异位起源发生率有关联性。91 例合并冠状动脉异位起源病例发生率由高到低依次为 PTA(39.13%)>TGA(28.12%)>DORV(22.10%)>PA(17.16%)>TOF(6.39%);不同类型圆锥动脉干畸形的冠脉异位起源构成比不全相同,说明不同类型圆锥动脉干畸形与冠脉异位起源有关联性,以单冠状动脉 SCA 类型最多,占 61.53%;影响手术复杂程度的潜在因素包括右心室双出口、大动脉转位、单冠状动脉 SCA、对侧冠状动脉或无冠窦起源;右

心室双出口、大动脉转位、对侧冠状动脉或无冠窦起源作为独立因素影响手术复杂程度,其联合的准确性高达 95.38%,ROC 曲线下面积(AUC)0.942。综合统计学分析显示右心室双出口、大动脉转位、单冠状动脉、对侧冠状动脉异位起源是影响手术复杂程度的主要独立因素,当右心室双出口或大动脉转位伴发单冠状动脉或对侧冠状动脉异位起源可有效预测手术复杂程度增加。

综上所述,圆锥动脉干畸形合并冠状动脉异位起源的 MSCT 诊断可有效预测手术复杂程度;当心脏 MSCT 诊断大动脉转位或者右心室双出口时,因涉及动脉调转术而致手术复杂程度增加,如果合并单冠状动脉或对侧冠状动脉异位起源,近端冠状动脉的游离、松解难度增大致动脉调转术中冠状动脉移植失败的风险增加,影响预后;术前必须明确圆锥动脉干畸形类型及伴发冠状动脉异位起源的类型,详细了解冠状动脉起源及其近段走行状态,降低冠状动脉移植风险及改善预后。

参考文献:

- [1] 顾群,顾海涛,陆凤霞,等. 大动脉调转术纠治右室双出口(Tausig-Bing 型)合并冠状动脉畸形[J]. 中华小儿外科杂志,2012,33(1):68-69.
- [2] 张秉权,刘永熙,邓宇,等. 婴幼儿圆锥动脉干畸形型先天性心脏病合并冠状动脉异位起源的 MSCT 诊断[J]. 放射学实践,2018,33(6):622-626.
- [3] 张秉权,刘永熙,邓宇,等. 婴幼儿圆锥动脉干畸形合并单支冠脉的 MSCT 诊断[J]. 放射学实践,2019,34(6):675-680.
- [4] Ying L, Jian L, Hongliang Z, et al. Image quality and radiation dose of dual-source CT cardiac angiography using prospective ECG-triggering technique in pediatric patients with congenital heart disease[J]. J Cardiothorac Surg, 2016, 11: 47-53.
- [5] 刘永熙,陈文俊,陈丹,等. 128 层螺旋 CT 在完全性大动脉转位的应用[J]. 放射学实践,2014,29(7):795-800.
- [6] Secinaro A, Curione D, Mortensen KH, et al. Dual-source computed tomography coronary artery imaging in children[J]. Pediatr Radiol, 2019, 49(13):1823-1839.
- [7] 范丽娟,徐冬生,张计旺,等. 宽体探测器低剂量 CT 在婴幼儿先天性心脏病中的应用价值[J]. 中华实用儿科临床杂志,2018,33(13):1004-1007.
- [8] 罗海营,钟小梅,黄美萍,等. 完全性大动脉转位患者冠状动脉解剖分型的多层螺旋 CT 研究[J]. 中华放射学杂志,2016,50(7):504-508.
- [9] 张小勇,崔学龙,曾宪春,等. 第三代双源 CT 低管电压联合低浓度等渗对比剂在头颈心 CTA 一站式成像中的应用[J]. 实用医学杂志,2020,36(13):1813-1817.
- [10] 黄煌,闫莹,刘永熙,等. 低剂量 CT 在婴儿先天性心脏病合并气管狭窄中的应用[J]. 实用放射学杂志,2018,34(1):85-88.
- [11] Habib Geryes B, Calmon R, Donciu V, et al. Low-dose paediatric cardiac and thoracic computed tomography with prospective triggering: Is it possible at any heart rate? [J]. Phys Med, 2018, 49: 99-104.
- [12] Goo HW, Allmendinger T. Combined electrocardiography- and respiratory-triggered CT of the lung to reduce respiratory misregistration artifacts between imaging slabs in free-breathing children: initial experience[J]. Korean J Radiol, 2017, 18(5):860-866.
- [13] Goo HW. Identification of coronary artery anatomy on dual-source cardiac computed tomography before arterial switch operation in newborns and young infants: comparison with transthoracic echocardiography[J]. Pediatr Radiol, 2018, 48(2):176-185.
- [14] Thomas KE, Wang B. Age-specific effective doses for pediatric MSCT examinations at a large children's hospital using DLP conversion coefficients: a simple estimation method[J]. Pediatr Radiol, 2008, 38(6):645-656.
- [15] 张秉权,刘永熙,邓宇,等. 前瞻性与回顾性 MSCT 在儿童复杂性先天性心脏病中的成像质量与剂量比较[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2018,16(2):94-97.
- [16] 蔡军,张龙江,卢光明,等. 双源 CT 冠状动脉成像检查异常冠状动脉起源的意义[J]. 医学研究生学报,2011,24(8):835-839.
- [17] Agematsu K, Nagashima M, Nishimura Y, et al. Corridor technique for coronary arteries from a single arterial sinus[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2020, 28(6):333-335.
- [18] Goldsmith MP, Allan CK, Callahan R, et al. Acute coronary artery obstruction following surgical repair of congenital heart disease[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 159(5):1957-1965.
- [19] Breinholt JP, John S. Management of the adult with arterial switch[J]. Methodist Debakey Cardiovasc J, 2019, 15(2):133-137.
- [20] Oda S, Nakano T, Sugiura J, et al. Twenty-eight years' experience of arterial switch operation for transposition of the great arteries in a single institution[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2012, 42(4):674-679.
- [21] Rudra HS, Mavroudis C, Backer CL, et al. The arterial switch operation: 25-year experience with 258 patients [J]. Ann Thorac Surg, 2011, 92(5):1742-1746.
- [22] Jung JC, Kwak JG, Kim ER, et al. Reoperation for coronary artery stenosis after arterial switch operation[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2018, 27(2):169-176.
- [23] Kirzner J, Pirmohamed A, Ginns J, et al. Long-term management of the arterial switch patient[J]. Curr Cardiol Rep, 2018, 20(8):68.
- [24] Al Anani S, Fughhi I, Taqatqa A, et al. Transposition of great arteries with complex coronary artery variants: time-related events following arterial switch operation[J]. Pediatr Cardiol, 2017, 38(3):513-524.
- [25] Griffiths ER, Pinto NM, Eckhauser AW, et al. Differences in clinical outcomes and cost between complex and simple arterial switches[J]. Cardiol Young, 2018, 28(1):134-141.
- [26] Liebman J, Cullum L, Belloc NB. Natural history of transposition of the great arteries. Anatomy and birth and death characteristics [J]. Circulation, 1969, 40(2):237-262.
- [27] Nakamura Y, Kalfa D, Chai P, et al. Significance of intraoperative revision during arterial switch operation in the current era[J]. World J Pediatr Congenit Heart Surg, 2018, 9(2):194-200.