

论 著

64层螺旋CT血管造影在婴幼儿法洛三联症诊断中的价值

梁超逸 李庚武* 王 昶

安徽医科大学附属省儿童医院(安徽省儿童医院)影像中心(安徽 合肥 230051)

【摘要】目的 探讨64层多排螺旋CT血管造影技术(CTA)在婴幼儿法洛三联症(TOF)及伴发畸形诊断中的价值。方法 选取2016年1月至2019年1月临床诊断TOF的58例患儿,行64层多排螺旋CT血管造影检查,并用多平面重建(MPR)、容积成像(VR)、最大密度投影(MIP)进行图像重组。同时行超声心动图(UCG)检查,以手术结果为“金标准”,比较两种检查方法在TOF患儿心血管畸形中的诊断准确率。结果 58例TOF患儿中53例为典型TOF,5例为非典型TOF。经手术确诊内心畸形186处,CTA检查出184处,诊断准确率为98.92%,UCG检查出181处,诊断准确率97.3%,两种检查方法对内心畸形的诊断准确率无统计学意义($P>0.05$);手术确诊心外畸形67处,CTA检查漏诊1处,超声心动图漏诊30处,误诊2处,CTA对心外大血管畸形的诊断符合率为98.51%,明显高于UCG(55.22%),二者差异有统计学意义($P<0.01$)。结论 64层多排螺旋CT血管造影技术能准确清晰地显示TOF的解剖形态以及为术前评估提供重要依据。

【关键词】先天性心脏病;法洛三联症;CT血管造影;体层摄影术;X线计算机;超声心动图

【中图分类号】R725.4; R445.3

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.04.023

The Value of 64-Slice Spiral CT Angiography in the Diagnosis of Tetralogy of Fallot in Infants

LIANG Chao-yi, LI Geng-wu*, WANG Chang.

Image Center, Children's Clinical College of Anhui Medical University (Anhui Provincial Children's Hospital), Hefei 230051, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of 64-slice multi-slice spiral CT angiography (CTA) in tetralogy of Fallot (TOF) and its associated malformations in infants. **Methods** Fifty-eight children with TOF diagnosed clinically from January 2016 to January 2019 were selected for 64-slice multi-slice spiral CT angiography. Multiplanar reconstruction (MPR), volume imaging (VR) and maximum intensity projection (MIP) were used for image reconstruction. At the same time, echocardiography (UCG) was performed to compare the accuracy of the two methods in the diagnosis of cardiovascular malformations in children with TOF. **Results** Among 58 cases of TOF, 53 cases were typical TOF and 5 cases were atypical TOF. Among 186 intracardiac malformations confirmed by operation, 184 were detected by CTA, the diagnostic accuracy rate was 98.92%, 181 by UCG, the diagnostic accuracy rate was 97.3%. There was no significant difference between the two methods in the diagnostic accuracy of intracardiac malformations ($P>0.05$). The diagnostic accuracy of CTA for extracardiac malformations was 98.51%, which was significantly higher than that of UCG (55.22%). There were significant statistical differences between CTA and UCG ($P<0.01$). **Conclusion** 64-slice multi-slice spiral CT angiography can accurately and clearly display the anatomy of TOF and provide important basis for preoperative evaluation.

Keywords: Congenital Heart Disease; Tetralogy of Fallot; CT Angiography; Tomography; X-Ray Computed; Echocardiography

法洛三联症(tetralogy of fallot, TOF)是一种小儿常见的复杂心脏畸形,占所有先天性心脏病的10%左右,发病率是紫绀型复杂先心病的首位^[1-2],包括右室流出道梗阻和(或)肺动脉狭窄(pulmonary stenosis, PS)、对位不良室间隔缺损(ventricular septal defect, VSD)、主动脉骑跨及继发的右心室肥厚,而且还常可伴有多种心内及心外大血管复杂变化的畸形。因此术前包括细节的正确诊断决定了治疗手术方式及疗效。本研究通过分析58例TOF手术病例(包括5例在外院手术)的64层螺旋CT的CTA影像资料,通过与手术及超声ECG检查结果对照,探讨64层螺旋CT在TOF术前精准评估能力,而且也为其复杂先天性心脏病提供影像诊断借鉴。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年1月至2019年1月间临床诊断TOF的58例患儿作为研究对象,患儿年龄在10~45个月,年龄中位数为34个月;男32例,女26例。临床表现主要有气促、紫绀、心脏杂音、活动后心悸、生长发育落后、杵状指、心功能衰竭等。所有病例术前均行常规胸片、超声心动图(ultrasonic cardiogram, UCG)及64层螺旋CT的血管增强检查,其中采用心电门控扫描技术51例,另7例采用增强动脉早期大血管成像扫描。

1.2 方法 CT扫描技术采用Philips Brilliance 64层螺旋CT机行低剂量扫描。该组病例患儿年龄均较小,检查前灌肠或口服10%水合氯醛(0.6~1.0mL/kg)镇静,待其熟睡后行多排螺旋CTA成像。对于心律规整、心率<140次/min患儿,使用心电门控的心脏扫描方式。行低剂量薄层扫描,横断面重建分别按R-R间期40%、45%(收缩期);75%、80%(舒张期)的相位进行。对于心率>140次/min的患者,采用增强动脉早期大血管成像扫描。对比剂选用非离子型的碘增强剂,浓度为350mg(I)/mL,总量1.5~2mL/kg,注射速率1.0~3.0mL/s,注射后非门控扫描延迟时间为14~25s。

【第一作者】梁超逸,男,医师,主要研究方向:儿童胸部影像诊断。E-mail: 1537929201@qq.com

【通讯作者】李庚武,男,主任医师,主要研究方向:儿童胸部影像诊断。E-mail: ligengwu215@163.com

门控扫描应用对比剂示踪技术CT值以200HU为阈值诱发扫描。扫描结束后图像拆分至Philips Brilliance Workspace Portal工作站,对横断面薄层重组的图像进行最大密度投影重组(maximum intensity projection, MIP)、多平面重组(multiplanar reformation, MPR)、容积再现(volume rendering, VR)及切割等,由从事心血管专业的放射高年资主治以上的2名医师进行图像分析及诊断。所有患儿均行UCG检查。

1.3 统计学分析 本研究的数据统计学处理均使用SPSS 17.0软件,计数资料采用%表示,组间比较行 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义, $P<0.01$ 为差异有统计学意义;计量资料使用($\bar{x} \pm s$)表示;2名医师诊断一致性采用Kappa值表示,Kappa值 ≥ 0.75 一致性较好, $0.4 \leq$ Kappa值 <0.75 一致性一般,Kappa值 <0.4 为一致性差。

2 结果

2.1 检查结果一致性 2名医师在诊断心内畸形一致性为1.00,心外畸形一致性为0.921,一致性均较好。

2.2 两种检查方法在心内畸形中的诊断结果对比 58例TOF患儿中53例为典型TOF,术前UCG及CTA均准确诊断(图1~2),另有5例CTA诊断为不典型TOF。伴发心内畸形的诊断

中,CTA漏诊2例,因患儿心率较快,无法进行门控扫描导致漏诊;UCG误诊1例,漏诊4例,2例诊断为右室双腔并有VSD伴PS(瓣上轻度),2例ECG诊断为VSD伴PS(右室流出道);1例诊断为右室双出口。经手术确诊心内畸形186处,CTA检查的诊断准确率98.92%,UCG的诊断准确率97.3%,两种检查的诊断准确率差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 两种检查方法在心内畸形中的诊断结果比较(例)

心内畸形	手术确诊	CTA			UCG		
		确诊	漏诊	误诊	确诊	漏诊	误诊
主动脉骑跨	58	58	0	0	53	4	1
肺动脉狭窄	58	58	0	0	58	0	0
室间隔缺损	58	58	0	0	58	0	0
房间隔缺损	12	10	2	0	12	0	0
合计	186	184	2	0	181	4	1

2.3 两种检查方法在心外畸形中的诊断结果对比 经手术确诊心外畸形67处,CTA检查确诊66处(图2、图3)、漏诊1处,超声心动图漏诊30处,误诊2处,将左位主动脉弓误诊为右位主动脉弓。CTA对心外大血管畸形的诊断符合率为98.51%,明显高于UCG(55.22%),二者差异有统计学意义($P<0.01$),见表2。

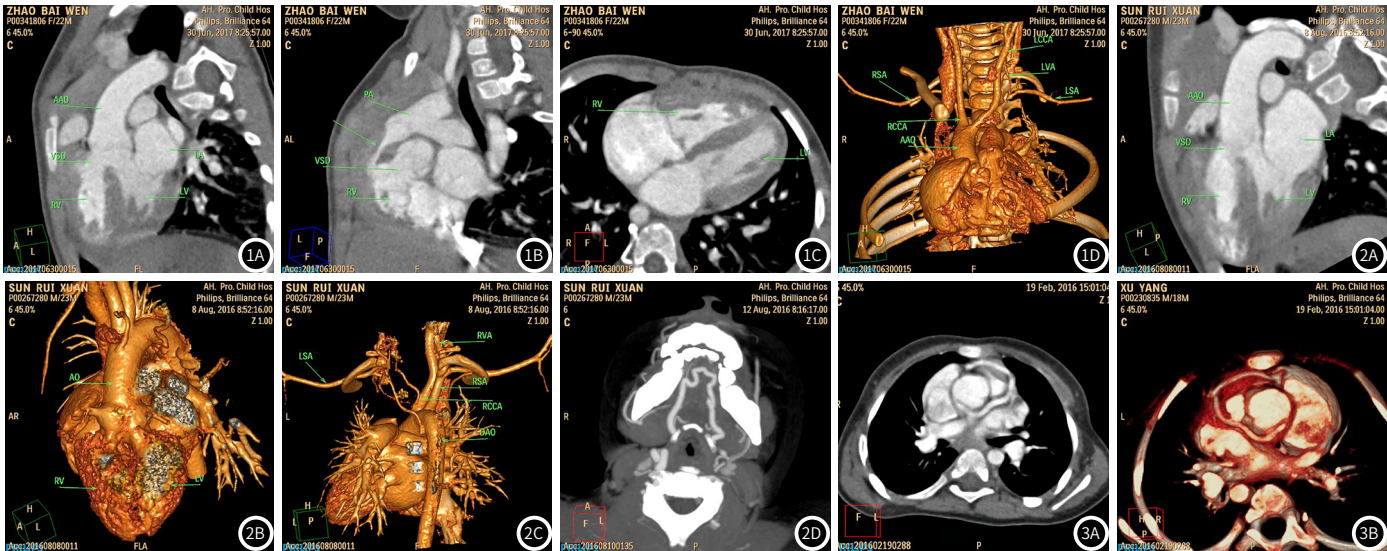


图1 TOF+ASD伴有右位主动脉弓右位降主动脉患儿。图1A: 斜矢状轴位MIP显示室间隔缺损及主动脉骑跨;图1B: 正矢状位MPR图显示右室流出道狭窄及肺动脉瓣增厚;图1C: 心脏四腔位显示右心室肌层肥厚及房间隔小分流并显示右位降主动脉;图1D: VR重建图显示了右位主动脉弓右位降主动脉及主动脉弓第一分支为左无名动脉。**图2** TOF伴有主动脉右弓右降,左颈总动脉、左锁骨下动脉主要由右侧的颈动脉侧支供血。图2A(冠状轴位MIP)及图2B(前部稍有切割VR)显示了室间隔缺损及主动脉骑跨;图2C: 斜位VR图显示左颈总、左锁骨下动脉与主动脉弓未相连,结合图2D(颈部横轴位MIP)证实左颈总、左锁骨下动脉主要由侧支供血,其较大侧支为舌下的侧支动脉。**图3** 法洛四联症伴右冠状动脉起自左冠状动脉,绕行于右室流出道前方,图3A(横轴位MPR)及图3B(MIP彩图)均清楚显示右冠状动脉起源及走行。

3 讨论

法洛四联症为一种常见的复杂先天性心脏病,手术治疗是主要的诊疗方案^[3]。TOF除了有肺动脉狭窄、室间隔缺损、主动脉骑跨三大畸形及继发右心室肥厚外,还可伴有心内的房间隔缺损等畸形,以及心外的主动脉、冠状动脉、肺动脉分支、腔静脉等多种大血管异常,术前应准确了解法洛四联症本身及伴随畸形的细节,尤其要精确了解肺动脉及分支发育状况。有效精准的影像学检查是手术成功的关键之一,因此术前采取有

效的影像学方法检查是临床手术成功的前提和必须项目。
3.1 64层螺旋CT的扫描及重组技术 64层螺旋CT扫描在儿童患者应扫至膈下2~3cm,64SCT扫描速度快而且范围大,克服了常规CT难以达到的检查要求。本研究采用一站式扫描,心率 <140 次/min,采用心电门控扫描,图像显示好,本研究中51例采用门控扫描;7例因心率 >140 次/min,采用动脉期扫描,根据注射部位及年龄、畸形的情况、体重等决定延迟时间一般约14~25s;一般说来延迟扫描时间随左右分流越大而相对越短;注射静脉离心脏越近,患儿年龄越小,扫描延迟时

表2 两种检查方法在心外畸形中的诊断结果对比(例)

心外畸形	手术确诊	CTA			UCG		
		确诊	漏诊	误诊	确诊	漏诊	误诊
主动脉右弓右降	14	14	0	0	9	5	2
主动脉左弓迷走右锁骨下动脉	9	9	0	0	6	3	0
主动脉右弓迷走左锁骨下动脉	7	7	0	0	5	2	0
主动脉弓缩窄	3	3	0	0	1	2	0
左头臂动脉由侧支供血	1	1	0	0	0	1	0
冠状动脉异常	2	2	0	0	0	2	0
动脉导管未闭	5	5	0	0	3	2	0
主肺侧支循环(>2mm)	11	10	1	0	4	7	0
左肺动脉未发育	1	1	0	0	0	1	0
左上腔静脉永存	9	9	0	0	6	3	0
无名静脉低位	5	5	0	0	3	2	0
合计	67	66	1	0	37	30	2

间应稍小。延迟扫描时间如稍太短,会在左右心房及腔静脉内产生高密度对比剂伪影,影响左、右心房及其房室瓣等的观察,从而漏误诊,本研究漏诊2处小ASD。有学者采用动、静脉等多期扫描避免此缺陷,但为了不增加患儿的辐射剂量,而是采取扫描方向与造影剂注入心脏方向相反方向扫描及适当延迟后扫描时间,仔细分析、测量和观察左右心房对比剂CT值来解决此类问题。也有研究者采用对比剂注射“浓度递减法”来减小腔静脉内伪影^[4]。

3.2 心电门控对诊断的影响 儿童呼吸、心搏伪影对64层螺旋CT扫描的心脏图像影响很大,因此对于不能合作的小儿一定要作好镇静工作,待患儿深睡时检查。有研究认为,使用心电门控扫描的与不使用心电门控的血管成像扫描对于心腔内的畸形均能显示,但前者所测量的大小与手术较为一致,图像较为清楚,对比度更好^[5];未使用心电门控的患者,虽能够显示畸形,但图像质量稍差,无法进行缺损大小的精准测量,时有小ASD的漏误诊,本研究漏诊2例小ASD;对心外大血管病变两者均能满意显示,但未使用心电门控的图像质量稍差,但对2组间畸形的诊断差异无统计学意义,这被本研究所证实。

3.3 64层螺旋CT对TOF基本畸形及合并畸形的诊断 TOF采取何种手术方式主要取决于肺动脉及分支发育情况和右室流出道有无梗阻及梗阻程度。肺动脉及分支发育情况对决定能否采取根治手术有重要意义。(1)主动脉骑跨程度^[6-7]是诊断TOF拟或右室双出口的关键因素之一。如果在横断位原始图像上判断,由于身体和心长轴存在角度,容易产生误判。运用重建MPR图像判断,能够明显提高判断准确性,但由于重建角度、位置不一均可导致明显判断的偏差^[8],因此本研究病例均在心脏长短轴图像上进行,尤其是短轴图,提高了精准度,本研究5例不典型TOF病例超声误判,而CT准确诊断,而被手术所证实。(2)TOF室间隔缺损为对位不良型非限制性缺损,常常位于膜部或膜周部,直径往往大于主动脉瓣直径的75%,形态通常为椭圆形或类圆形,测量位置及方式常导致所测大小偏差。为给手术补片的大小等提供精准参考,CT测量应在主动脉骑跨显示最清晰的重建图上进行。CT测量值往往大于

UCG,更接近手术补片要求,可能由于ECG为二维成像,属个人依赖技术,部分超声医师由于图像质量及患者切面的限制难以完全确定VSD的边缘,导致低估室缺的大小。(3)TOF右心室过大后负荷,导致患儿出生后右心室壁很快代偿性增厚,右室流出道圆锥部肌束亦肥厚,加重右心室流出道进一步梗阻,CTA及超声均能很好显示。(4)房间隔缺损(atrial septal defect, ASD)是TOF最常见的心内合并畸形,其它的合并心内畸形少见,本研究中CT较超声漏诊2处ASD,是由于患儿心率较快,未行门控扫描,扫描时间稍早导致左右心房及腔静脉内产生高密度对比剂伪影影响所致。(5)TOF伴发的心外大血管畸形种类繁多,本研究可见动脉导管未闭、主动脉畸形、腔静脉畸形、冠状动脉畸形和大体肺侧枝循环等多种畸形59处,CTA漏诊1处体肺侧支后被介入手术所证实其余准确诊断,而UCG漏误诊断32处(图2、图3)。体现了CTA在心外大血管畸形方面重要的临床应用价值,诊断心外畸形价值高^[9]。(6)TOF外科手术非常重视冠状动脉起源及有无走行异常,其危险性主要由冠状动脉走行是否横跨主肺动脉根部及右室流出道,这可能导致TOF手术死亡的危险因素之一。右冠状动脉起自左冠状动脉或左冠窦,或者左前降支起自右冠状动脉或右冠窦等单支冠状动脉畸形,若异常冠脉横跨右室流出道,手术在行重建右室流出道时极易切断横跨此处冠脉,术中应高度注意确保不能损伤,否则将极易导致患儿死亡。本研究有1例右冠状动脉起自左冠动脉(图3),1例左前降支起自右冠状动脉,并横跨右室流出道前方,术前CTA均准确显示,而超声均漏诊。64层螺旋CT与UCG联合诊断复杂先天性心脏病的准确率可达到99%以上,可以满足临床对心脏解剖畸形的要求,已在很大程度上取代了有创性的心导管检查^[10]。此外,64层螺旋CT还可以同时检测出肺实质及气道的病变,而复杂先心经常伴有气道畸形及狭窄,这也严重影响了心脏手术治疗及预后,因此术前准确诊断很关键。本研究有3例TOF伴有右上叶气管性支气管畸形,此类患儿气管插管如过深极易导致右上肺不张,有1例气管桥畸形,但气管狭窄稍不明显。

(下转第 165 页)

64层CT增强血管造影作为一种无创、安全、且迅速的影像检查方法,具有很高密度分辨率、较高的空间分辨率和时间分辨率^[5],其诊断准确率高,影像图像佳。不仅能一站式检查兼顾心脏及心外大血管畸形,而且也同时发现肺部及气道可能的异常等,与超声结合基本可取代婴幼儿TOF有创性心血管造影检查。

参考文献

- [1] 陈险峰,马小静,江帆,等.双源CT前瞻性心电门控技术在法洛四联症术前评估的应用[J].中华临床医师杂志(电子版),2015,9(19):3659-3662.
- [2] 冯吉贞.法洛氏四联症患者体一肺侧支的分布规律及相关性分析[D].济南:山东大学,2015.
- [3] 胡睿,姜兆磊,刘浩,等.儿童重症法洛四联症行分期手术的临床分析[J].中国胸心血管外科临床杂志,2016,23(9):880-884.
- [4] 张永高,刘书婷,高剑波,等.对比剂优化注射方法在小儿先天性心脏病CT成像中的初步应用研究[J].临床放射学杂志,2013,32(8):1184-1188.
- [5] 李庚武,刘斌,王万勤,等.64螺旋CT诊断复杂先天性心脏的临床价值[J].实用放射学杂志,2010,26(2):183-188.
- [6] Egbe A C,Connolly H M,Qureshi M Y,et al.Surgically constructed double-outlet right ventricle[J].Circulation,2016,133(8):765-767.
- [7] 陈志婧,侯洁,孙玉,等.MDCT诊断右心室双出口[J].中国医学影像技术,2019,35(1):73-76.
- [8] Bilici A,Ilica A T,Karagoz M,et al.Multidetector computed tomography findings of double-outlet right ventricle associated with multiple cardiac and visceral anomalies[J].Heart Surg Forum,2008,11(6):E357-E360.
- [9] 刘海峰,刘燕.多层螺旋CT及彩色多普勒超声检查在儿童先天性心脏病中的应用价值探讨[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(7):60-62.
- [10] Al-Mousily F,Shifrin R Y,Fricker F J,et al.Use of 320-detector computed tomographic angiography for infants and young children with congenital heart disease[J].Pediatr Cardiol,2011,32(4):426-432.

(收稿日期:2020-06-11)