

前瞻性心电门控多期相重建在儿童冠状动脉 CT 检查中的应用

唐世龙,程卓,何玲,范晓,朱昆,刘先凡,张官平

【摘要】 目的:探讨前瞻性心电门控多期相重建技术在儿童冠状动脉 CT 成像中的应用。**方法:**回顾性选取 2017 年 6 月—2018 年 5 月在本院行冠状动脉 CTA 检查且心率为 100~120 次/分的 60 例患儿作为对照组,采用回顾性心电门控多相位扫描技术,重建 40%、45%、50%、70%、75% 和 80% R-R 间期的 6 组图像,选取其中冠状动脉成像质量主观评分最高的期相。前瞻性选取 2018 年 6 月—2019 年 5 月在本院行冠状动脉 CTA 检查且心率为 100~120 次/分的 60 例 2~4 岁患儿作为实验组,采用前瞻性心电门控多期相重建技术,重建 40%、45% 和 50% R-R 间期的三组图像,选取其中冠状动脉成像质量主观评分最高的期相。两组患儿采用相同的扫描参数、对比剂用量和注射方式。对比两组中 CT 扫描的辐射剂量和冠状动脉血管成像质量。**结果:**实验组中冠状动脉 40%、45% 和 50% R-R 间期重建图像的主观评分分别为 4.02 ± 0.70 、 4.88 ± 0.33 和 4.07 ± 0.73 ,对照组中冠状动脉 40%~80% R-R 间期重建图像的主观评分依次为 2.33 ± 1.50 、 4.90 ± 0.52 、 2.30 ± 1.38 、 2.30 ± 1.38 、 1.30 ± 0.62 和 1.18 ± 0.47 ;两组中最佳期相均为 45% R-R 间期,这 2 个期相的冠状动脉重建图像的主观评分之间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。CTA 扫描的有效辐射剂量,实验组为 (0.42 ± 0.07) mGy,对照组为 (2.87 ± 0.48) mGy,实验组较对照组降低 85%,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组中对对比剂用量,实验组为 (19.24 ± 5.12) mL,对照组为 (18.75 ± 4.26) mL,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论:**前瞻性心电门控多期相重建技术可应用于儿童冠状动脉 CT 成像,在不影响冠状动脉成像质量的条件下,可显著降低患儿接受的辐射剂量。

【关键词】 儿童; 前瞻性心电门控; 回顾性心电门控; 冠状动脉; 血管成像; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R814.42; R543.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)04-0529-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.04.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of prospective ECG-gated multi-phase reconstruction technique for coronary artery CT examination in children TANG Shi-long, CHENG Zhuo, HE Ling, et al. Department of Radiology, the Children's Hospital of Chongqing Medical University, the National Clinical Research Center for Child Health, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing 400014, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the application of prospective ECG-gated multi-phase reconstruction technique for coronary artery CT examination in children. **Methods:** 60 children aged 2~4 years with heart rate of 100~120 beats per minute (bpm) who underwent coronary artery CT angiography examination from June 2017 to May 2018 were retrospectively selected as control group. Retrospective ECG gated multi-phase reconstruction technology was used to reconstruct six sets of images at 40%, 45%, 50%, 70%, 75% and 80% R-R interval, the phase with the highest subjective evaluation score of coronary angiography was found out. 60 children aged 2~4 years with heart rate of 100~120 bpm were prospectively selected as study group for coronary artery CT scan from June 2018 to May 2019, ECG-gated multi-phase reconstruction technique was used to reconstruct coronary artery images at 40%, 45% and 50% R-R interval, and the phase with the highest subjective evaluation score of coronary angiography was found out. Scanning parameters, dosage of contrast medium and injection

作者单位: 400014 重庆, 重庆医科大学附属儿童医院放射科/国家儿童健康与疾病临床医学研究中心/儿童发育疾病研究教育部重点实验室(唐世龙, 范晓, 朱昆, 刘先凡, 张官平); 400014 重庆, 儿科学重庆市重点实验室(程卓, 何玲)

作者简介: 唐世龙(1982—), 男, 重庆大足人, 硕士, 主管技师, 主要从事 CT 和 MRI 扫描技术。

通信作者: 张官平, E-mail: 3033270299@qq.com

protocols of contrast medium were the same in both groups. The radiation dose and image quality of coronary artery were compared between the two groups. **Results:** In the study group, the image quality scores of 40%, 45% and 50% phase were 4.02 ± 0.70 , 4.88 ± 0.33 and 4.07 ± 0.73 , respectively. In the control group, the image quality scores of 40%, 45%, 50%, 70%, 75% and 80% phase were 2.33 ± 1.50 , 4.90 ± 0.52 , 2.30 ± 1.38 , 2.30 ± 1.38 , 1.30 ± 0.62 and 1.18 ± 0.47 , respectively. The highest subjective evaluation score of coronary artery reconstruction images was 45% phase in both groups with no statistically significant difference ($P > 0.05$). The average effective radiation dose (ED) in the study group was (0.42 ± 0.07) mGy, and in the control group was (2.87 ± 0.48) mGy, the ED in study group was 85% lower than that of the control group, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The contrast medium volume in the study group was (19.24 ± 5.12) mL, in the control group was (18.75 ± 4.26) mL, there was no significant difference ($P > 0.05$). **Conclusion:** The prospective ECG-gated multi-phase reconstruction technique can be applied as a routine coronary artery CT examination method in children, which can significantly reduce the radiation dose received by children without affecting the imaging quality.

【Key words】 Children; Prospective ECG-gated; Retrospective ECG-gated; Coronary artery; Angiography; Tomography, X-ray computed

随着 CT 软件和硬件的快速发展,降低了 CT 扫描的辐射剂量,提高了扫描速度,使儿童冠状动脉 CTA 检查在临床上得到了广泛应用。在以往的研究中,部分儿童因心脏搏动速率快而导致冠状动脉 CTA 检查失败,为了提高检查成功率,对于心率较快的儿童均采用回顾性心电门控技术进行冠状动脉 CTA 扫描,但其辐射剂量比前瞻性心电门控技术高约 70%^[1-2],由于儿童为 X 线高敏感人群,敏感性是成人的 10 多倍^[3-5];因此,如何采用前瞻性心电门控技术对心率较快儿童进行冠状动脉 CTA 检查是近年来研究的热点。本研究通过回顾性分析心率较快儿童回顾性心电门控冠状动脉 CTA 图像中的最佳期相,再将最佳期相运用到心率较快儿童冠状动脉 CTA 前瞻性心电门控技术中去,旨在减少心率较快儿童进行冠状动脉 CTA 检查时接受的辐射剂量。

材料与方法

1. 一般资料

对照组:回顾性选取 2017 年 6 月—2018 年 5 月在本院行冠状动脉 CTA 检查且心率为 100~120 次/min 的 2~4 岁患儿 60 例;实验组:前瞻性选取 2018 年 6 月—2019 年 5 月来我院拟行冠状动脉 CTA 检查且心率为 100~120 次/min 的 2~4 岁患儿 60 例。所有患儿均检查成功,无对比剂过敏情况发生。两组患儿均为临床或超声检查后怀疑冠状动脉异常(如冠状动脉瘤、冠状动脉起源异常等)而拟行冠状动脉 CTA 以进一步确诊者。对照组:男女比例 29 : 31,年龄 (2.8 ± 0.5) 岁,体重 (12.7 ± 1.4) kg;实验组:男女比例 33 : 27,年龄 (3.1 ± 0.6) 岁,体重 (13.1 ± 1.2) kg。

本研究经医院伦理委员会批准,实验组患儿检查前家属均签署知情同意书。

2. CT 检查方法

使用 Philips Brilliance iCT 256 层 CT 扫描仪进行扫描,检查前所有患儿到镇静中心予以镇静(水合氯醛口服,0.5 mL/kg)。扫描参数:80 kV,动管电流调节技术,剂量指数 13,螺距 0.4,扫描层厚 5.00 mm,重建层厚 0.67 mm,数据采用 idose4 迭代重建算法,扫描范围自心脏下缘至气管隆突水平,扫描方向为足头向,采用阈值触发扫描,触发 ROI 设置在气管隆突下 5 mm 水平胸主动脉管腔内,ROI 大小 10 mm²,阈值设为 100 HU,达阈值后 7 s 开始扫描。采用 Bracco 双筒高压注射器,对比剂为欧乃派克(350 mg I/mL),注射流率 2.0 mL/s,经右肘正中静脉团注对比剂(剂量 1.5 mL/kg,总量上限为 25 mL)后再注入 45 mL 生理盐水冲管。

3. 图像分析和数据测量

对照组:采用回顾性心电门控技术,回顾性重建 40%、45%、50%、70%、75% 和 80% R-R 间期共 6 个期相的图像,对比 6 个期相影像冠状动脉血管 VR 图和 MIP 图,找出其中最能显示冠状动脉血管最佳影像期相;实验组,采用前瞻性心电门控多期相重建技术,重建 40%、45% 和 50% R-R 间期共 3 个期相的图像,对比 3 个期相的冠状动脉 VR 和 MIP 重组图像,找出其中冠状动脉显示最佳的期相。

根据美国心脏学会对冠状动脉的分段法,选取冠状动脉左主干、左回旋支近段和远段、左前降支的近、中和远段以及右主干的近、中和远段共 9 个部位进行图像质量的主观和客观评价。采用飞利浦 Intelli

Space Portal V6.0 工作站,将原始数据导入后处理软件,获得冠状动脉血管树的 VR 图和 MIP 图;由两位具有 5 年以上工作经验的技师和一名主管技师参与 CT 值的测量工作,测量冠状动脉以上 9 处的 CT 值,所有患儿 9 处的测量位置尽量保持一致^[6-7],并同时测量冠状动脉旁脂肪组织的 CT 值,以冠状动脉旁脂肪组织 CT 值的标准差(standard deviation,SD_{脂肪})作为背景噪声,计算图像的对比噪声比(contrast-to-noise ratio,CNR):

$$CNR=\frac{\text{冠状动脉 CT 值}-\text{冠状动脉旁脂肪组织 CT 值}}{\text{冠状动脉旁脂肪组织 SD 值}} \quad (1)$$

由两位具有 5 年以上工作经验的放射医师对冠状动脉以上 9 处的图像质量采用 5 分法进行主观评分,如有分歧则由另外一位放射科副主任医师进行最终评判。评分标准:5 分,冠状动脉 9 段均充盈良好,显示清晰;4 分,冠状动脉左回旋支远段、左前降支远段、右主干远段其中一处充盈较差,其余处均充盈良好;3 分,冠状动脉左回旋支远段、左前降支远段和右主干远段三处中有两处充盈较差,其余处均充盈良好;2 分,冠状动脉左回旋支远段、左前降支远段和右主干远段均充盈较差或其余处有任意一处充盈较差;1 分,冠状动脉左主干和右主干任意一处充盈较差。图像质量评分为 3 分及以上视为冠状动脉 CTA 检查成功,满足诊断需求^[8-9]。

辐射剂量:记录实验组和对照组 CTA 检查的剂量长度乘积(dose length product,DLP)、CT 容积剂量指数(CT dose index volume,CTDIvol),并计算有效辐射剂量(effective dose,ED)值,计算公式:ED=DLP×k,k 值取 0.026mSv/mGy·cm^[10]。

4. 统计学分析

采用 SPSS 22.0 统计学软件,计量数据以均数±标准差表示。实验组与对照组中相同部位 CT 值、辐射剂量和对比剂用量等定量指标的比较采用两独立样本 *t* 检验;实验组与对照组中冠脉图像质量主观评分的比较采用卡方检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 冠状动脉图像质量的主观评价

表 1 对照组中各期相冠状动脉 CTA 图像质量主观评分 (例)

评分	40%	45%	50%	70%	75%	80%
5 分	11	54	6	0	0	0
4 分	4	6	9	0	0	0
3 分	2	0	5	3	5	2
2 分	20	0	27	15	8	7
1 分	23	0	13	42	47	51
均值	2.33±1.50	4.90±0.30	2.30±1.38	1.35±0.38	1.30±0.62	1.18±0.47

对照组中,冠状动脉 CTA 图像质量主观评分达 4~5 分者均在 40%、45% 和 50% 这三个期相中,其中 45% 期相中 5 分的图像最多,达 50 例(表 1,图 1)。因此,在实验组中使用前瞻性心电门控多期相重建技术时,将重建期相设置为 40%、45% 和 50%。

实验组中,绝大部分患儿的冠状动脉 CTA 图像质量主观评分能达到 4~5 分,其中 45% 期相中 5 分图像最多,达 53 例(表 2,图 2~3)。

对照组和实验组中最佳期相均为 45% R-R 间期,对照组图像质量评分的均值为 4.90±0.30,实验组为 4.88±0.33,两组间差异无统计学意义($\chi^2=0.086$,*P*=0.769)。所有患儿的图像质量均能满足诊断需求。

表 2 实验组中各期相冠状动脉 CTA 图像质量主观评分 (例)

评分	40%	45%	50%
5 分	13	53	15
4 分	37	7	27
3 分	8	0	5
2 分	2	0	3
1 分	0	0	0
均值	4.02±0.70	4.88±0.33	4.07±0.73

2. 图像质量客观评价

实验组和对照组中最佳期相图像上冠状动脉各部位的 CT 值和 CNR 及组间比较结果见表 3~4。实验组与对照组之间冠状动脉各部位的 CT 值和 CNR 的差异均无统计学意义(*P*>0.05)。

表 3 最佳期相 CTA 图像上冠状动脉各部位的 CT 值 (HU)

部位	实验组	对照组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
左主干	569.71±13.07	567.29±14.97	2.897	0.073
左回旋支				
近段	559.23±21.24	548.18±24.13	3.895	0.137
远段	476.25±22.56	480.46±15.91	-11.698	0.325
左前降支				
近段	552.18±23.12	549.16±26.27	13.275	0.085
中段	534.25±20.29	538.23±25.41	-7.683	2.076
远段	490.33±16.25	501.21±18.44	-9.877	1.023
右主干				
近段	571.28±23.16	567.23±19.76	11.874	0.987
中段	541.29±14.81	547.62±26.17	-22.156	0.753
远段	461.35±17.72	455.89±20.17	12.352	0.932

3. 诊断结果

对照组手术或介入诊断结果:冠状动脉正常 12 例,冠状动脉瘤 11 例,冠状动脉开口异常 5 例,冠状动脉扩张或细小 22 例,冠状动脉瘘 3 例,其它 7 例;对照

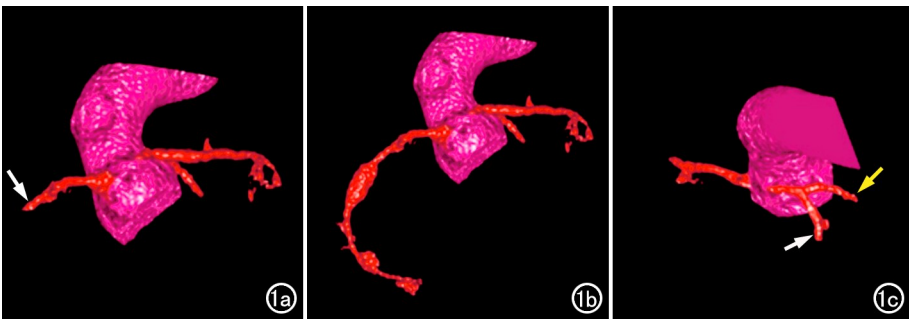


图 1 对照组患儿,男,3.3 岁,扫描时心率 113 次/min,VR 重组图像。a) 重建期相为 40%,右冠状动脉中段开始显示不完整(箭),左冠状动脉显示良好; b) 重建期相为 45%,左、右冠状动脉均显示良好; c) 重建期相为 75%,右冠状动脉自中段开始显示不完整,左冠状动脉回旋支远段(黄箭)和前降支自中段(白箭)开始显示不完整。

表 4 最佳期相 CTA 图像上冠状动脉各部位的 CNR

部位	实验组	对照组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
左主干	48.23±13.68	52.78±16.33	-3.981	1.097
左回旋支				
近段	55.24±17.63	50.29±20.16	6.823	0.096
远段	46.11±21.39	47.37±19.66	-13.045	0.393
左前降支				
近段	44.25±23.24	46.16±20.18	-7.452	1.054
中段	40.13±16.54	38.27±17.65	9.812	1.056
远段	42.33±16.21	44.21±19.47	-10.313	0.986
右主干				
近段	63.28±23.19	60.38±19.32	15.287	1.234
中段	55.22±16.76	52.18±26.57	4.576	2.121
远段	45.35±17.99	47.89±20.63	-9.217	0.896

组 CTA 诊断结果:冠状动脉正常 10 例,冠状动脉瘤 11 例,冠状动脉开口异常 5 例,冠状动脉扩张或细小 22 例,其它 12 例。实验组手术或介入诊断结果:冠状

动脉正常 15 例,冠状动脉瘤 8 例,冠状动脉开口异常 6 例,冠状动脉扩张或细小 18 例,冠状动脉瘘 2 例,其它 11 例;实验组 CTA 诊断结果:冠状动脉正常 9 例,冠状动脉瘤 8 例,冠状动脉开口异常 9 例,冠状动脉扩张或细小 21 例,其它 13 例。对照组患儿冠状动脉 CT 检查诊断结果的符合率为 92%,实验组为 87%。

4. 辐射剂量

两组中辐射剂量相关指标值、对比剂用量及组间比较结果见表 5。两组间辐射剂量指标值的差异均有统计学意义($P<0.05$),实验

组患儿接受的有效辐射剂量较对照组约低 85%。两组患儿对比剂用量的差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 5 辐射剂量指标值和对比剂用量

指标	实验组	对照组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
CTDIvol(mGy)	1.41±0.27	6.73±1.17	-7.362	0.000
DLP(mGy·cm)	16.83±2.85	112.89±7.63	-13.664	0.000
ED(mGy)	0.42±0.07	2.87±0.48	-4.375	0.000
对比剂用量(mL)	19.24±5.12	18.75±4.26	8.971	0.784

讨 论

对于儿童先天性冠状动脉畸形的诊断以往临床医师通常选取超声检查,但超声检查仅对儿童冠状动脉起始处及主干显示良好,对冠状动脉远端显示欠佳。

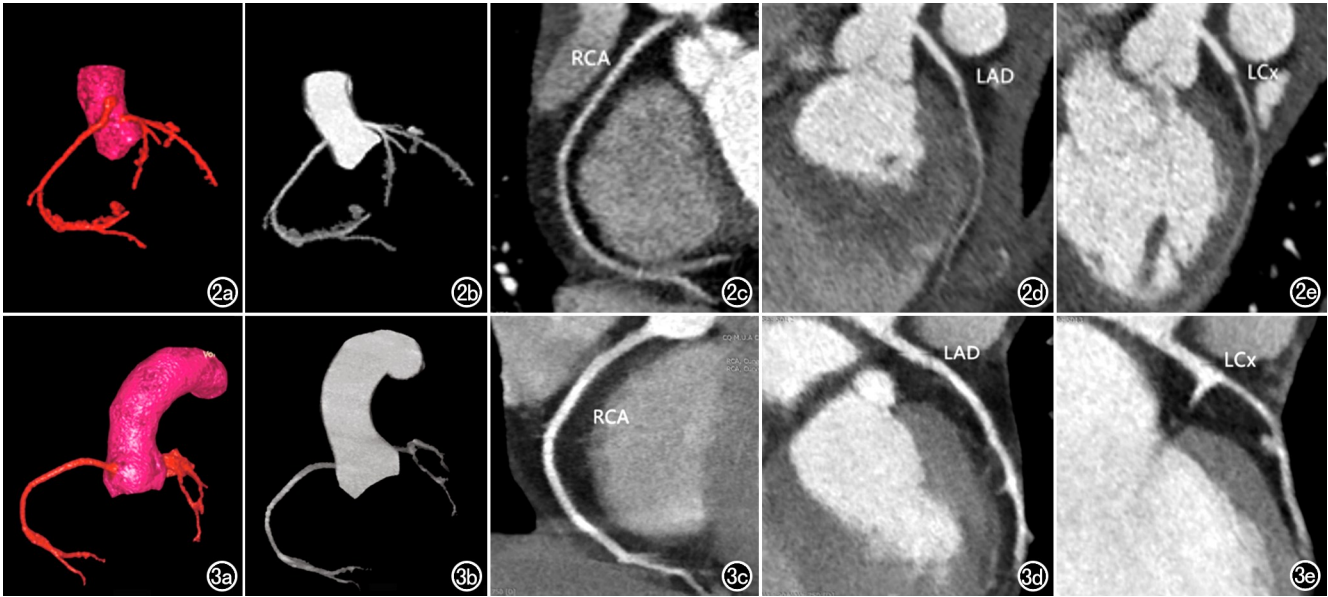


图 2 实验组患儿,男,3.1 岁,扫描时心率 115 次/min,重建期相为 45%。冠状动脉正常,左、右冠状动脉主干及分支均显示清晰。a) VR 图; b) MIP 图; c~d) 分别为右冠脉、左前降支和左旋支 CPR 图。 图 3 实验组患儿,女,3.9 岁,扫描时心率 109 次/min,重建期相为 45%。右侧优势冠状动脉,左、右冠状动脉主干及分支均显示清晰。a) VR 图; b) MIP 图; c~d) 分别为右冠脉、左前降支和左回旋支 CPR 图。

随着 CT 设备的不断更新, CT 成像速度不断提升和辐射剂量下降, CT 检查在临床上应用范围越来越广泛,从而使冠状动脉 CTA 检查已成为儿童先天性冠状动脉畸形的重要检查方式之一。但 CT 扫描有辐射,尤其是儿童对 X 线辐射的敏感性显著高于成人,因此如何降低儿童冠状动脉 CTA 检查的辐射剂量是近年来研究的热点问题之一。

冠状动脉 CTA 检查中,心电门控有前瞻性和回顾性两种技术,回顾性心电门控技术可以在扫描后重建冠状动脉血管任意期相的影像,而前瞻性心电门控技术只能重建扫描前设定的某一期相或某一时间段的影像。冠状动脉 CTA 扫描时采用前瞻性心电门控患者接受的辐射剂量仅为回顾性心电门控的 30%,且能保证图像质量^[1-2,11-12]。在以往儿童冠状动脉 CTA 检查中,由于心率快、心律不稳定和不能主动憋气等原因,大多数情况下采用回顾性心电门控技术。本研究中,患儿接受的有效辐射剂量,实验组为 (0.42 ± 0.07) mGy,对照组为 (2.87 ± 0.48) mGy,差异有统计学意义($P < 0.05$),实验组较对照组低约 85%,与柳青等^[2]的研究结果一致,证实了采用前瞻性心电门控技术进行儿童冠状动脉 CTA 检查,在不影响诊断结果的条件下能显著降低患儿接受的辐射剂量。

心脏搏动周期中,只有心脏等容收缩期和等容舒张期时心脏处于相对静止状态,此时进行冠状动脉 CTA 扫描,冠状动脉显示最清晰。据文献报道,冠脉重建期相的 45% 和 75% 分别最接近于心脏等容收缩期和等容舒张期^[13-14]。因此在对照组中,笔者把重建期相在 45% 和 75% 基础上分别向上、下以 5% 的间隔各多选择了一个期相进行图像重建,共 6 个期相,以避免部分患儿可能存在心脏等容收缩期或等容舒张期延迟或提前。实验组中使用前瞻性心电门控技术,笔者选择了多期相重建技术,而不是选择更能降低辐射剂量的单期相重建技术,是因为从前期对照组回顾性研究结果中可以看到,在心率较快的儿童患者中,成像质量较好者并不是仅集中在 45% 这一个期相上,而只是大多数患儿在 45% 期相时冠脉显示最清晰。

对照组冠状动脉图像质量主观评分中,在 40%、45%、50% 这三个期相中,同一患儿至少在其中一个期相时图像质量评分能达 4 分及以上,其中以 45% 期相时评分为 5 分者最多,达 50 例;而 70%、75% 和 80% 这三个期相的主观评分均较低(3 分及 3 分以下)。笔者认为出现上述结果可能是由于患儿心率快,达 100~120 次/分,心脏等容收缩期和等容舒张期的时间均较短,但等容舒张期比等容收缩期时间缩短得更明显一些,导致冠状动脉在相对时间较长的等容收缩期显示得更清楚。由于等容收缩期对应的是 45% 期相,因

此冠状动脉 CTA 图像质量主观评分在 40%、45% 和 50% 这 3 个期相中的得分较高。

对照组冠状动脉 CTA 诊断结果与手术或介入检查后结果对比,符合率为 92%,实验组为 87%,诊断符合率均较高,但还存在一定的误诊,笔者分析原因可能是由于儿童心率较快、部分冠状动脉血管远端显示欠佳所致。

本研究中触发阈值选择的是 100HU,达到触发阈值后延迟 7s 启动扫描,是因为每例患儿的身高不一样,自触发点(气管隆突下 5mm 水平)至扫描起始点(心脏下缘)的距离存在差异,导致触发阈值后开始扫描的起始时间不一样,一般为 4~7s,笔者为了研究的可重复性,统一将达到触发阈值后延迟时间设定为 7s,因此笔者的触发阈值设置为较低值 100HU。本研究中,由于注入的对比剂用量较少,要使冠状动脉显影达到较好效果,提高了对比剂的注射流率;笔者将对对比剂注射流率设置为 2.0mL/s,较常规检查(对比剂注射流率为 1.0~1.5mL/s)偏高一点,本研究中的所有患儿均未发生因对比剂注射流率提高导致的血管破裂、对比剂渗漏等情况。注入对比剂后又注入了 45mL 生理盐水冲管,其用量较常规检查稍增多,是为了保持对比剂到达冠状动脉的压力,保证冠状动脉充盈良好^[15-16]。

本研究的局限性在于只限于 2~4 岁的患儿(来我科行冠状动脉 CTA 检查的患儿大多数为 2~4 岁,其它年龄段的儿童较少,可能与临床发现儿童冠状动脉异常的常见年龄段为 2~4 岁有关),其它年龄段的儿童未纳入研究,患儿心率均为 100~120 次/分,其它心率段的患儿未纳入研究,还有待在以后的研究中进一步完善。

综上所述,前瞻性心电门控多期相重建技术运用到儿童冠状动脉 CTA 检查中,在不影响临床诊断的条件下,能清晰显示冠状动脉主干及其分支并显著降低患儿接受的 X 线辐射剂量,具有较大临床意义,值得推广。

参考文献:

- [1] 杜丽云,冯结映,靳仓正,等.前瞻性心电门控技术降低 128 层 CT 胸痛三联成像辐射剂量的研究[J].中国中西医结合影像学杂志,2017,15(6):654-657.
- [2] 柳青,张智琴,宗会迁,等.心率及心律对 256 层螺旋 CT 冠状动脉 CT 血管造影图像质量的影响[J].中国老年学杂志,2016,36(8):1951-1953.
- [3] Cha MJ, Jeong WK, Choi D, et al. Iterative reconstruction: comparison of techniques for reduced-dose liver computed tomography following transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma[J]. Acta Radiol, 57(12):1429-1437.
- [4] Hsieh SS, Chesler DA, Fleischmann D, et al. A limit on dose reduc-

- tion possible with CT reconstruction algorithms without prior knowledge of the scan subject[J].Med Phys,43(3):1361-1368.
- [5] Tang S, Liu X, He L, et al. Application of ASiR in combination with noise index in the chest CT examination of preschool-age children[J].Radiol Med,2019,124(6):467-477.
- [6] 曹淑俊,袁小东,吴涛,等.延迟采集和连续采集以及心动周期对冠状静脉 CT 图像质量的影响[J].广东医学,2017,38(12):1845-1848.
- [7] 李颖,李欣,王春祥,等.智能期相选择重组在高心率儿童冠状动脉 CTA 中的应用[J].国际医学放射学杂志,2018,41(5):503-507.
- [8] 李瑛,苏秉亮,赵磊,等.低剂量联合措施在前门控冠状动脉 CT 血管成像中的应用价值[J].放射学实践,2013,28(2):159-162.
- [9] Xing Y, Azati G, Pan CX, et al. Improving patient to patient CT value uniformity with an individualized contrast medium protocol tailored to body weight and Ccontrast medium concentration in coronary CT angiography [J/OL]. PLoS One, 2015, 10 (7): e0132412.DOI:10.1371/journal.pone.0132412.
- [10] American Association of Physicists in Medicine. AAPM report no.96: The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT[G/OL].[2011-01-04].http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_96.pdf
- [11] 于易通,尹卫华,马伟,等.冠状动脉 CTA 个体化对比剂注射方案实现图像质量均一化的可行性研究[J].放射学实践,2019,34(4):427-431.
- [12] Secinaro A, Curione D, Mortensen KH, et al. Dual-source computed tomography coronary artery imaging in children[J].Pediatr Radiol,2019,89(8):609-616.
- [13] Andreini D, Mushtaq S, Pontone G, et al. CT perfusion versus coronary CT angiography in patients with suspected in-stent restenosis or CAD progression[J/OL].JACC Cardiovasc Imaging,2019:e8.DOI:S1936-878X(19)30590-X.
- [14] Kidoh M, Utsunomiya D, Funama Y, et al. The effect of heart rate on coronary plaque measurements in 320-row coronary CT angiography[J].Int J Cardiovasc Imaging,2018,34(12):1977-1985.
- [15] 刘卓,王征,洪楠,等.优化采集时间窗对冠状动脉 CT 血管成像图像质量及辐射剂量的影响[J].放射学实践,2019,34(9):984-988.
- [16] 李建红,杜勇,张光强,等.故障模式和影响分析在预防 CT 增强扫描中造影剂渗漏中的应用[J].齐鲁护理杂志,2020,26(8):70-72.

(收稿日期:2020-05-01-7 修回日期:2020-10-22)

关于开放科学标识(OSID)码告《放射学实践》杂志作者和读者书

《放射学实践》杂志自 2018 年 4 月起正式加入 OSID 开放科学计划。通过在杂志每篇论文上添加开放科学(资源服务)标识码(Open Science Identity, OSID),为读者和作者们提供增值服务。每一篇被纳入 OSID 开放科学计划的论文,将匹配一个专属的 OSID 识别码。此码就如同一个具有交互功能的论文“身份证”,给作者提供了更好地与业界同伴交流成果的途径。

OSID 码中包含以下 5 项内容:①作者介绍论文的语音(不超过 1 分钟);②作者与读者在线交流;③作者与读者互动交流精选问答合集;④作者本篇论文的读者圈;⑤论文附加说明(可选择上传论文相关图片或视频)。其中,作者介绍论文的语音是 OSID 识别码必须包含的内容;论文附加说明中,可上传论文相关图片或视频,这为弥补纸刊载体承载内容的局限性提供了一种有效途径。这 5 项互动内容,让作者的论文转换成知识工作者互动、交流的载体平台,使论文变得与众不同,从而提升论文的阅读量、下载量和引用率,并促进学术交流。上传论文的语音介绍,是一种传播作者学术成果的途径,能更好地展现作者的研究成果,提升作者的影响力和学术评价。

同时,我们会为每篇论文的作者开通一个 OSID 开放科学作者账号,并通过邮件告知作者。作者通过微信扫描邮件中的二维码并关注公众号“SAYS 管理平台”,上传对所著论文的 1 分钟语音介绍,以及附加说明(实验过程、推演数据、图像、视频等),完成本刊稿件录取、发表之前的最后一步。登陆作者账号后,作者即刻拥有所著论文的读者圈和问答,可与读者进行交流互动(读者只需在微信上扫 OSID 码,即可直接向作者提问或互动沟通)。

如您有任何疑问,请咨询工作人员 刘琦(电话:18062026009;微信/QQ:249115562)

董盈盈(电话:15623095186;QQ:2368705356;微信号:UED-Test1)

感谢您对本刊的支持,欢迎继续赐稿!