

doi:10.13407/j.cnki.jpp.1672-108X.2023.07.012

· 论著 ·

CT/MR 增强检查中对比剂对新生儿肾功能的影响

赵晓玉, 卢晓静, 史香芬, 高松伟, 张旭峰, 邢进远, 张晓坚 (郑州大学第一附属医院, 郑州 450052)

[摘要]目的:探讨电子计算机断层扫描(CT)和核磁共振(MR)增强检查中对比剂对新生儿肾功能的影响及年龄与肾功能指标的相关性。方法:回顾性分析 2017 年 1 月至 2021 年 5 月郑州大学第一附属医院接受 CT/MR 检查的 81 例新生儿临床资料,根据是否实施增强检查分为对比剂组 38 例和对照组 43 例,统计并比较两组患儿临床资料、检查时的年龄、体质量及检查不同时间点的年龄、血肌酐(Scr)和肾小球滤过率(GFR),分析新生儿年龄与肾功能指标的相关性。结果:两组患儿性别、是否早产、娩出方式、检查方式、镇静剂应用、原发病分布等比较差异无统计学意义($P>0.05$)。两组患儿检查时的年龄、体质量以及检查不同时间点的年龄、Scr、GFR 水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。Spearman 相关性分析显示,Scr 水平与年龄呈负相关($r=-0.606, P<0.01$),GFR 水平与年龄呈正相关($r=0.508, P<0.01$)。结论:新生儿在 CT/MR 增强检查中应用对比剂对其肾功能无明显影响,新生儿年龄与 Scr 水平呈负相关,与 GFR 水平呈正相关。

[关键词]对比剂;新生儿;肾功能;电子计算机断层扫描;核磁共振

[中图分类号]R729

[文献标识码]A

[文章编号]1672-108X(2023)07-0045-04

Effects of Contrast Medium on Renal Function of Neonates in CT/MR Enhanced Examination

Zhao Xiaoyu, Lu Xiaojing, Shi Xiangfen, Gao Songwei, Zhang Xufeng, Xing Jinyuan, Zhang Xiaojian (The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

[Abstract] Objective: To probe into the effects of contrast medium on renal function of neonates in computed tomography (CT) and magnetic resonance (MR) enhanced examination and the correlation between age and renal function indicators. Methods: Clinical data of 81 neonates received CT/MR examination in the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University from Jan. 2017 to May 2021 were retrospectively analyzed. All patients were divided into 38 cases in the contrast group and 43 cases in the control group according to whether enhancement test was performed. The general data, age at the time of examination, body mass, age, serum creatinine (Scr) and glomerular filtration rate (GFR) at different time points of two groups were collected and compared. The correlation between neonatal age and renal function was analyzed. Results: There was no significant difference in gender, premature delivery, delivery method, examination method, sedative application and primary disease distribution between two groups ($P>0.05$). There was no statistically significant difference between the age at the time of examination and body mass, age, Scr and GFR at different time points ($P>0.05$). Spearman correlation analysis showed that Scr was negatively correlated with age ($r=-0.606, P<0.01$), GFR was positively correlated with age ($r=0.508, P<0.01$). Conclusion: The application of contrast medium in CT/MR enhanced examination has no significant effect on renal function of neonates. Neonatal age was negatively correlated with Scr levels and positively correlated with GFR levels.

[Keywords] contrast medium; neonates; renal function; computed tomography; magnetic resonance

影像学检查是临床疾病诊治中的重要辅助工具,电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)及核磁共振(magnetic resonance, MR)在临床中的应用较广泛^[1]。增强扫描是 CT/MR 常用检查技术,需注射对比剂,以增强病灶对比度,对病灶定性诊断提供有价值的参考信息^[2]。随着对比剂的广泛使用,其导致的肾功能损害逐渐受到临床重视^[3]。对比剂引起肾脏损害定义为对比剂急性肾损伤(contrast induced-acute kidney injury, CI-AKI),是常见的医院获得性肾损伤,在成人及儿童中均有发生,其发生率为 0.8%~34.8%,但关于对比剂对新生儿肾功能的影响及 CI-AKI 的发生鲜有报道^[4-5]。Scr 水平升高是诊断 CI-AKI 的重要标准,其在肾功能正常成人中的水平较稳定,新生儿因肾小管功能尚未发育成熟,Scr 水平无固定参考范围,无法作为 CI-AKI 诊断参考^[6]。因此,了解对比剂对新生儿肾功能的影响,对于新生儿对

比剂的使用指导及 CI-AKI 评价有重要意义。本研究评估了 CT/MR 增强检查中对比剂对新生儿肾功能的影响并分析年龄与新生儿肾功能指标的相关性。

1 资料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2017 年 1 月至 2021 年 5 月郑州大学第一附属医院接受 CT/MR 检查的 81 例新生儿临床资料。根据是否实施增强检查分为对比剂组 38 例(实施增强检查)和对照组 43 例(未实施增强检查)。纳入标准:(1)接受 CT/MR 检查;(2)检查时年龄 ≤ 30 d;(3)至少接受 1 项增强检查;(4)均因疾病需实施 CT/MR 检查。排除标准:(1)生后 30 d 内同时接受碘和钆造影剂两种类型对比剂;(2)先天性肾功能不全、系统性红斑狼疮、肾囊肿等肾脏疾病;(3)中重度脱水及多脏器功能衰竭

(非肾功能衰竭)。

1.2 方法

1.2.1 影像学检查方法 实施检查前新生儿家属均签署知情同意书,哭闹无法配合者以苯巴比妥注射液(天津金耀药业有限公司,国药准字 H12020381,0.1 g/1 mL) 5 mg/kg 静脉推注,在睡眠状态下进行检查。CT:采用 64 排 Revolution CT(美国 GE 公司),增强扫描以碘海醇注射液[扬子江药业有限公司,国药准字 H10970327,50 mL : 17.5 g(I)]2 mL/kg 静脉推注。MR:采用 Siemens Avanto 1.5T MR(德国西门子)行常规横断面扫描,根据具体情况增加扫描切面,增强扫描以钆喷酸葡胺注射液(Bayer Pharma AG,国药准字 J20171008,15 mL : 469.01 mg/mL) 0.1 mL/kg 静脉推注。

1.2.2 血肌酐(Scr)及肾小球滤过率(GFR)检测 抽取新生儿肘静脉血 5 mL,2 500 r/min 离心 20 min,分离血清,以酶法(试剂盒由上海执诚生物科技有限公司)及 LX-20 全自动生化分析仪(美国贝克曼公司)检测 Scr 水平,采用 Schwartz 公式^[7]计算 GFR, $GFR = k \times \text{身长}(\text{cm}) / \text{Scr}(\text{mg/dL})$,其中 <1 岁早产儿 k 为 0.33, <1 岁足月儿为 0.45。经查询临床资料获得所有新生儿在 CT/MR 检查前 72 h 内检测 Scr 水平,并获得检查后 1~2 d(可视为检查后 24 h,对比剂组 10 例,对照组 12 例)、检查后 3~5 d(可视为检查后 72 h,对比剂组 17 例,对照组 13 例)、检查后 6~9 d(可视为检查后 7 d,对比剂组 14 例,对照组 13 例)、检查后 10~28 d(可视为检查后 30 d,对比剂组 15 例,对照组 17 例)检测的 Scr 水平,通过计算获得 GFR 后,比较各组 Scr 和 GFR 水平。

1.2.3 观察指标 (1)两组患儿检查前后不同时间点基线资料;(2)两组患儿检查时的身长、体质量及检查不同时间点年龄比较;(3)两组患儿检查前后不同时间点 Scr、GFR 水平比较;(4)Scr、GFR 水平与年龄的相关性。

1.3 统计学方法

应用 SPSS 23.0 软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验,计数资料以百分率表示,采用 χ^2 检验,指标的相关性分析采用 Spearman 分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿检查前后不同时间点基线资料比较

两组患儿检查前后不同时间点性别、是否早产、娩出方式、检查方式、镇静剂应用及原发病分布等比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 两组患儿检查时年龄、体质量及检查不同时间点年龄比较

两组患儿检查时年龄、身长、体质量比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。两组患儿检查前、检查后 1~2 d、检查后 3~5 d、检查后 6~9 d、检查后 10~28 d 年龄比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

2.3 两组患儿检查前后不同时间点 Scr、GFR 水平比较

两组患儿检查前、检查后 1~2 d、检查后 3~5 d、检

查后 6~9 d、检查后 10~28 d 的 Scr、GFR 水平比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 1 两组患儿检查前后不同时间点基线资料比较 例

时间	项目	对比剂组	对照组	χ^2	P
检查前	性别(男/女)	25/13	25/18	0.610	>0.05
	早产/足月	11/27	17/26	1.267	>0.05
	手术娩出/阴道娩出	10/28	12/31	0.014	>0.05
	CT/MR	30/8	33/10	0.042	>0.05
	检查时镇静/未镇静	26/12	29/14	0.003	>0.05
检查后 1~2 d	原发病:NP/NRDS/CHD/BL/其他	11/10/8/5/4	15/10/8/6/4	0.366	>0.05
	性别(男/女)	4/6	6/6	0.323	>0.05
	早产/足月	5/5	4/8	0.264	>0.05
	手术娩出/阴道娩出	2/8	3/9	0.441	>0.05
	CT/MR	8/2	10/2	0.523	>0.05
检查后 3~5 d	检查时镇静/未镇静	7/3	8/4	0.392	>0.05
	原发病:NP/NRDS/CHD/BL/其他	5/2/2/1/0	4/3/3/1/1	0.315	>0.05
	性别(男/女)	13/4	10/3	0.338	>0.05
	早产/足月	5/12	4/9	0.338	>0.05
	手术娩出/阴道/引道娩出	3/14	4/9	0.165	>0.05
检查后 6~9 d	CT/MR	13/4	10/3	0.382	>0.05
	检查时镇静/未镇静	13/4	11/2	0.248	>0.05
	原发病:NP/NRDS/CHD/BL/其他	6/4/3/3/1	5/3/3/1/1	0.155	>0.05
	性别(男/女)	11/3	9/4	0.323	>0.05
	早产/足月	4/10	3/10	0.360	>0.05
检查后 10~28 d	手术娩出/阴道娩出	2/12	5/8	0.101	>0.05
	CT/MR	11/3	11/2	0.410	>0.05
	检查时镇静/未镇静	10/4	11/2	0.273	>0.05
	原发病:NP/NRDS/CHD/BL/其他	5/3/3/1/2	5/4/2/1/1	0.323	>0.05
	性别(男/女)	12/3	12/5	0.353	>0.05
检查后 10~28 d	早产/足月	9/6	13/4	0.248	>0.05
	手术娩出/引道娩出	5/10	6/11	0.376	>0.05
	CT/MR	11/4	12/5	0.360	>0.05
	检查时镇静/未镇静	12/3	13/4	0.410	>0.05
	原发病:NP/NRDS/CHD/BL/其他	6/4/3/1/1	7/4/2/2/2	0.244	>0.05

注:NP-新生儿肺炎;NRDS-新生儿呼吸窘迫综合征;CHD-先天性心脏病;BL-早产儿脑损伤

表 2 两组患儿检查时身长、体质量及检查不同时间点年龄比较

变量	对比剂组		对照组		t	P
	例数	均值	例数	均值		
检查时身长/cm	38	49.73±4.21	43	48.70±5.76	0.803	>0.05
检查时体质量/kg	38	3.20±0.85	43	3.00±0.90	0.904	>0.05
检查不同时间点年龄/d						
检查前	38	17.43±4.66	43	16.52±4.01	0.833	>0.05
检查时	38	19.53±6.12	43	17.30±5.28	1.552	>0.05
检查后 1~2 d	10	24.00±4.68	12	22.30±4.82	0.753	>0.05
检查后 3~5 d	17	21.06±4.72	13	23.73±4.76	1.439	>0.05
检查后 6~9 d	14	18.42±5.16	13	17.37±5.32	0.481	>0.05
检查后 10~28 d	15	35.32±8.90	17	32.44±9.03	0.860	>0.05

2.4 Scr、GFR 水平与年龄的相关性分析

Spearman 相关性分析显示,Scr 水平与年龄呈负相关($r = -0.606, 95\% \text{ CI } -0.721 \sim -0.457, P < 0.01$),GFR 水平与年龄呈相关($r = 0.508, 95\% \text{ CI } 0.339 \sim 0.645, P < 0.01$),见图 1、图 2。

表 3 两组患儿检查前后不同时间点 Scr、GFR 水平比较

时间	Scr/($\mu\text{mol/L}$)				GFR/[$\text{mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$]			
	对比剂组		对照组		对比剂组		对照组	
	例数	均值	例数	均值	例数	均值	例数	均值
检查前	38	39.11 \pm 12.09	43	42.58 \pm 13.85	38	46.92 \pm 12.57	43	50.46 \pm 15.53
检查后 1~2 d	10	35.45 \pm 11.01	12	29.50 \pm 6.33	10	49.93 \pm 12.90	12	58.80 \pm 14.89
检查后 3~5 d	17	32.45 \pm 7.38	13	28.45 \pm 8.25	17	57.78 \pm 16.84	13	70.57 \pm 20.08
检查后 6~9 d	14	21.42 \pm 6.30	13	25.10 \pm 7.78	14	72.47 \pm 20.20	13	57.96 \pm 15.74
检查后 10~28 d	15	20.12 \pm 4.33	17	22.01 \pm 7.01	15	100.83 \pm 31.89	17	85.16 \pm 25.73

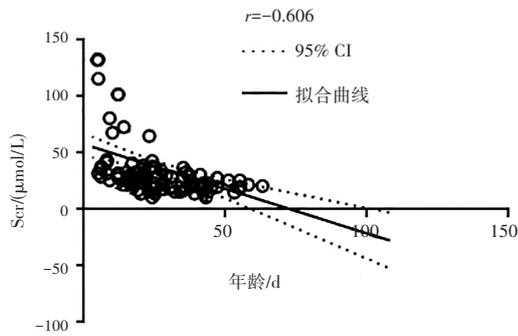


图 1 Scr 水平与年龄相关性散点图 ($n=81$)

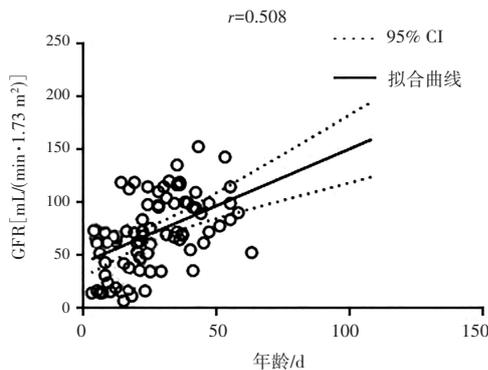


图 2 GFR 水平与年龄相关性散点图 ($n=81$)

3 讨论

CI-AKI 是指如无其他病因引起的肾功能损害,应用对比剂后 48 h 或 72 h 内出现的 Scr 水平 $>0.5 \text{ mg/dL}$ 或高于基础值的 20%,可显著增加临床患者的病死率和不良反应发生率^[8-9]。近年来随着对比剂的不断应用和发展,从高渗到低渗,再到等渗,其安全性不断升高,且非离子对比剂的使用极大降低了肾毒性及 CI-AKI 发生率,但受年龄、肾功能、伴发疾病等多因素影响,仍时有发生^[10]。新生儿因肾脏解剖和生理指标与成人差异较大,无 Scr 阈值,成人 CI-AKI 诊断标准仅可供参考^[11]。因此了解对比剂对新生儿肾功能的影响对新生儿造影检查指导具有重要意义。

本研究结果显示,两组患儿检查前后不同时间点性别、是否早产、娩出方式、检查方式、镇静剂应用及原发病分布等比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),两组患儿检查前、检查后 1~2 d、检查后 3~5 d、检查后 6~9 d、检查后 10~28 d 的 Scr、GFR 水平比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),提示 CT/MR 增强检查中对比剂的使用对新生儿肾功能无明显影响。目前对成人急性肾脏损伤的诊断中不仅包括 Scr 水平急剧升高,还有尿量急剧减少。

本研究为回顾性分析,无法对新生儿尿量进行评估,故以 Scr 水平作为评价指标。正常情况下,普遍认为血管内注射对比剂后 Scr 水平在 24~48 h 内升高,48~72 h 内达到高峰,2 周内基本可恢复基线水平^[12]。本研究中新生儿检查后 Scr、GFR 水平与检查前比较有所差异,检查后不同时间点样本量无法保证为同一患儿,因此无法对检查前后不同时间点 Scr 和 GFR 水平进行有效对比。通过对比剂组与对照组在性别、是否早产及产后年龄方面进行匹配,两组患儿检查前后不同时间点 Scr、GFR 水平变化一致。Schwartz G 等^[13]研究通过比较 4 d~15 岁患儿注射对比剂实施增强 MR 检查的 Scr 及胆红素,发现对比剂使用组与未使用组比较差异无统计学意义,且对比剂注射 24 h 内均无不良反应发生。Martí-Bonmatí L 等^[14]研究对 6 个月以内儿童注射对比剂实施 MR 增强检查,结果显示无不良事件发生。提示对无已知的肾功能障碍新生儿应用对比剂对肾功能无明显影响。

在对比剂使用前,评估 CI-AKI 的发生风险对于预防和降低 CI-AKI 发生率有重要意义^[15]。GFR 是评估 CI-AKI 发生风险的重要指标,对于 $1.73 \text{ m}^2 > 60 \text{ mL/min}$ 患儿存在肾功能不全情况,CI-AKI 发生风险较高,需谨慎使用对比剂^[16]。GFR 的获得可通过直接检测和公式推算两种方法,直接检测价格昂贵且操作复杂,故公式推算法应用较广泛。美国肾脏病基金会 (NKF) 推荐评价儿童 GFR 的数学模型为 Schwartz 公式,其计算值虽和实际有误差,但在同一批样本中的误差相同,因此不影响其在儿童中的性别、年龄分布趋势^[17]。新生儿的肾脏结构和功能尚未完全发育成熟,且受母体循环中残留的 Scr 影响,生后早期 Scr 水平较高,在生后 2 年内,肾功能逐渐发育成熟,Scr 水平随之降低^[18-19]。Scr 水平是决定 GFR 的关键,因此 GFR 因 Scr 水平随时间变化而变化。本研究结果显示,Scr 水平与年龄呈负相关,GFR 水平与年龄呈正相关,符合新生儿正常生理变化趋势,提示对比剂对新生儿无明显肾毒性。

综上所述,CT/MR 增强检查中对比剂的使用对新生儿肾功能无明显影响,Scr 水平与新生儿年龄呈负相关,GFR 水平与新生儿年龄呈正相关。本研究局限性在于样本量较小,未获得所有患儿检查前后不同时间点肾功能指标,结果仅适用于无肾功能异常新生儿,今后仍需进一步实施前瞻性、大样本量研究。

参考文献:

[1] IRAHA Y, OKADA M, IRAHA R, et al. CT and MR imaging of gynecologic emergencies [J]. Radiographics, 2017, 37 (5):

- 1569-1586.
- [2] KITAO A, MATSUI O, YONEDA N, et al. Differentiation between hepatocellular carcinoma showing hyperintensity on the hepatobiliary phase of gadoteric acid-enhanced MRI and focal nodular hyperplasia by CT and MRI [J]. Am J Roentgenol, 2018, 211(2): 347-357.
- [3] XU F X, CAI L H, WANG L H. A case of serious adverse reaction after cerebral angiography caused by iohexol [J]. Chin Pharm J, 2012, 47(22): 1802.
- [4] LI Z H, SUN Q L, KANG Z J. Clinical challenges and thinking on contrast medium-induced acute kidney injury in children [J]. Chin J App Clin Pediatr, 2018, 33(5): 326-330.
- [5] PISTOLESI V, REGOLISTI G, MORABITO S, et al. Contrast medium induced acute kidney injury: a narrative review [J]. J Nephrol, 2018, 31(6): 797-812.
- [6] MOMPER J D, YANG J, GOCKENBACH M, et al. Dynamics of organic anion transporter-mediated tubular secretion during postnatal human kidney development and maturation [J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2019, 14(4): 540-548.
- [7] SCHWARTZ G, MUNOZ A, SCHNEIDER M F, et al. New equations to estimate GFR in children in CKD [J]. J Am Soc Nephrol, 2009, 20(3): 629-637.
- [8] XU Y, ZHENG X, LIANG B, et al. Vitamins for prevention of contrast-induced acute kidney injury: a systematic review and trial sequential analysis [J]. Am J Cardiovasc Drugs, 2018, 18(5): 373-386.
- [9] ALMENDAREZ M, GURM H S, MARIANI J J, et al. Procedural strategies to reduce the incidence of contrast-induced acute kidney injury during percutaneous coronary intervention [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2019, 12(19): 1877-1888.
- [10] CASTALDO P, FRASCÁ G M, BRIGANTE F, et al. Low incidence of nephrotoxicity following intravenous administration of iodinated contrast media: a prospective study [J]. Eur Radiol, 2019, 29(7): 3927-3934.
- [11] PENG Y, HOU X L, WEI W R, et al. Diagnostic value of cystatin C in contrast associated acute kidney injury after transcatheter closure for children with congenital heart disease [J]. J Sichuan Univ, 2016, 47(4): 556-559.
- [12] XIAO Y J, LIU M, PENG D Y. Effect of astragalus injection on neutrophil gelatinase associated lipocalin level in patients with contrast-induced nephropathy [J]. J Clin Nephrol, 2019, 19(8): 590-593.
- [13] SCHNEIDER G, SCHÜRHOLZ H, MILES A, et al. Safety and adverse effects during 24 hours after contrast-enhanced MRI with gadobenate dimeglumine (Multi Hance) in children [J]. Pediatr Radiol, 2013, 43(2): 202-211.
- [14] MARTÍ-BONMATÍ L, VEGA T, BENITO C, et al. Safety and efficacy of omniscan (gadodiamide injection) at 0.1 mmol/kg for MRI in infants younger than 6 months of age: phase III open multicenter study [J]. Invest Radiol, 2000, 35(2): 141-147.
- [15] PAN C, REN Y, SHEN S. Risk assessment model of contrast-induced acute kidney injury [J]. Adverse drug reactions journal, 2019, 21(2): 129-134.
- [16] NAMAZI M H, ALIPOURPARSA S, ROOHIGILANI K, et al. Is it necessary to discontinue metformin in diabetic patients with GFR > 60 mL/min per 1.73 m² undergoing coronary angiography: a controversy still exists? [J]. Acta Biomed, 2018, 89(2): 227-232.
- [17] POTTEL H, DUBOURG L, GOFFIN K, et al. Alternatives for the bedside schwartz equation to estimate glomerular filtration rate in children [J]. Adv Chronic Kidney Dis, 2018, 25(1): 57-66.
- [18] FU J Y, ZHAO J, ZHU Y L, et al. The correlation between gestational diabetes blood circulation chemotactic factor level and maternal blood lipid, renal function and neonatal birth weight [J]. J Nanjing Med Univ (Natur Scien), 2017, 37(4): 482-484.
- [19] PERAZZO S, REVENIS M, MASSARO A, et al. A new approach to recognize neonatal impaired kidney function [J]. Kidney Int Rep, 2020, 5(12): 2301-2312.

(编辑:邓境)

(收稿日期:2021-11-17 修回日期:2022-01-23)

doi:10.13407/j.cnki.jpp.1672-108X.2023.07.013

· 论著 ·

SCN5A 基因突变相关儿童心律失常临床分析

张海燕,姚如恩,许静(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心,上海 200127)

[摘要]目的:探讨 SCN5A 基因突变与儿童心律失常的关系。方法:回顾分析 2018 年 1 月至 2020 年 6 月我院诊治的 8 例心律失常合并 SCN5A 基因突变患儿的临床资料。结果:8 例患儿中男 7 例、女 1 例,年龄 5.5(2.5~7.0)岁。晕厥发作为主要临床表现,发生率为 87.5%(7/8)。其中 1 例晕厥发作与窦性静止、房扑有关,6 例晕厥发作与室性心动过速发生有关。6 例发生室性心动过速的患儿中,结合心电图及基因检查,4 例诊断为 Brugada 综合征(Brs),1 例为 3 型长 QT 间期综合征(LQT3),1 例为 Brs 合并 LQT3。3 例患儿合并有左心功能射血分数的明显下降。结论:SCN5A 基因突变与儿童恶性心律失常有关,需要引起重视,必要时应尽早行基因组测序予以精准的治疗。

[关键词] SCN5A 基因;Brugada 综合征;长 QT 间期综合征

[中图分类号] R725.4

[文献标识码] A

[文章编号] 1672-108X(2023)07-0048-04

作者简介:张海燕(1973.05-),女,大学专科,主管技师,主要从事儿童心电功能的综合评价工作,E-mail: haiyan73may@sina.cn.

通信作者:许静(1971.03-),女,大学本科,副主任医师,主要从事儿童意识障碍等脑功能的综合评价工作,E-mail: xujing321@tom.com.