

# 心脏移植患儿的心电图分析

张露莹 许淑淑

**【摘要】** 目的 探讨采用双腔静脉吻合合法行心脏移植的患儿手术前后心电图的变化分析及临床意义。方法 选取 2017~2025 年在本中心采用双腔静脉吻合合法行同种异体原位心脏移植的 14 例患儿作为研究对象, 回顾性分析其手术前后不同随访阶段的心电图检查结果。结果 术后患儿的平均心室率较快, 心电图多表现为非缺血性 T 波改变。但患儿室性心动过速、心房颤动、心房扑动、房室阻滞、室内阻滞、室性早搏等心律失常表现较前明显改善, 同时结合超声心动图, 患儿术前心室大、心房大等心电图表现恢复至正常, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。结论 对于采用双腔静脉吻合合法行心脏移植的患儿, 心电图检查对其手术前后的心电图动态变化、治疗过程的监测以及预后评估具有临床意义。

**【关键词】** 原位心脏移植; 双腔静脉吻合合法; 心电图

**【中图分类号】** R541.7 R540.4+1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-0272(2025)05-349-05

**【引用格式】** 张露莹, 许淑淑. 心脏移植患儿的心电图分析[J]. 临床心电学杂志, 2025, 34(5): 349-353.

**The analysis of electrocardiogram in pediatric patients with heart transplantation** ZHANG Luying, XU Shushu. Women and Children's Medical Center Affiliated to Guangzhou Medical University, Guangzhou Guangdong 510000, China.

**【Abstract】 Objective** To explore the change analysis and clinical significance of the preoperative and postoperative electrocardiograms (ECGs) in pediatric patients who had undergone heart transplantation with the double-lumen venoplasty technique. **Methods** A total of 14 pediatric patients who underwent allogeneic orthotopic heart transplantation with double-lumen venoplasty technique in our center from 2017 to 2025 were selected as research subjects, the retrospective analysis was conducted on the preoperative and postoperative ECG examination results at different follow-up stages. **Results** The average ventricular rate of the pediatric patients was a bit faster than normal after the operation, and the common phenomena of electrocardiograms (ECGs) were non-ischemic T-wave changes. However, there was significant improvement in arrhythmias such as ventricular tachycardia, atrial fibrillation, atrial flutter, atrioventricular block, intraventricular block, and ventricular premature contractions compared to preoperative conditions. Additionally, echocardiography revealed that preoperative ECG manifestations such as ventricular and atrial enlargement returned to normal, with statistically significant differences ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** For pediatric patients who underwent heart transplantation using the double-lumen venoplasty technique, ECG examination holds clinical significance in monitoring dynamic changes before and after surgery, guiding treatment, and assessing prognosis.

**【Keywords】** Orthotopic heart transplantation; Double-lumen venoplasty technique; Electrocardiogram

自 1968 年实现首例真正意义上成功的儿童心脏移植手术以来, 现如今儿童心脏移植技术的发展已有 50 余年, 已成为世界范围内终末期心脏病患儿的有效治疗方法。不同于成年人, 由于儿童移植所期望更长的预期寿命, 儿童受体的心脏移植面临着更

多的挑战: 如供心短缺、供受体大小匹配评估困难、先天性心脏病适应症的差异和血管畸形带来的手术复杂性<sup>[1]</sup>, 以及移植后的管理问题等。我国儿童心脏移植虽起步较晚, 但近年来得到了快速的发展, 不仅体现在移植数量上的增长, 还体现在质量上的提升<sup>[2]</sup>。

作者单位: 510000 广东 广州, 广州医科大学附属妇女儿童医疗中心

作者简介: 张露莹, 主要从事临床心电图诊断工作, E-mail: 874195977@qq.com

目前,国内关于采用双腔静脉吻合合法行心脏移植患儿手术前后心电图的变化分析较少。本研究通过对我院心脏中心行同种异体原位心脏移植的14例患儿手术前后不同随访阶段心电图变化进行回顾性分析,并结合超声心动图检查结果,探讨采用双腔静脉吻合合法行心脏移植的患儿手术前后心电图的变化分析及临床意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选择2017年1月至2025年1月在我院心脏移植中心采用双腔静脉吻合合法行原位心脏移植手术的14例患儿作为研究对象,且所有患儿术后恢复良好并顺利出院。其中男性患儿6例,女性患儿8例,年龄在6个月到16岁之间,平均(9.8±4.6)岁,体重6.5~73(33.2±20.2)kg。术前原发病包括扩张型心肌病9例,限制型心肌病1例,复杂先天性心脏病4例(其中右旋心合并矫正型大动脉转位1例,单心室2例,完全型大动脉转位1例)。按照纽约心脏协会(NYHA分级),所有患儿术前心功能分级均为IV级。左心室射血分数12~28(22.3±6.0)%。术前均有反复心力衰竭发作及不同程度的心律失常,通过常规心血管手术或药物保守治疗效果不佳,均属终末期心脏病患儿,预期寿命小于1年。

### 1.2 心脏移植手术方法

采用双腔静脉吻合法:取胸部正中切口开胸,纵切心包悬吊,常规经上下腔静脉-升主动脉建立体外循环。切除受体心脏,保留左房后壁肺静脉开口部位心房片。将供体心脏植入受体纵隔,冰泥保护。采用袖状缝合技术,将受体左上肺静脉处与供心左房左上侧切口以5-0 prolene线连续缝合,再以6-0 prolene线连续吻合下腔静脉以及升主动脉。开放升主动脉阻断钳后心脏自动恢复窦性节律,以6-0 prolene线连续缝合吻合上腔静脉,以5-0 prolene线连续缝合吻合肺动脉。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 常规12导联体表心电图检查

采用日产光电9130P型心电图分析仪,检查前协助患儿以肌肉放松状态仰卧于检测床上,均匀涂抹电极液并确保心电图电极与皮肤充分接触,开始记录同步12导联心电图,设置走纸速度为25 mm/s,电压为10 mm/mV。待基线平稳,记录到的心电图形清晰。各类异常小儿心电图的诊断标准参照《实用小儿心电图学》第3版<sup>[9]</sup>。术后需每天监测体表心电图

变化,并在术后3个月进行随访观察。

#### 1.3.2 超声心动图检查

采用飞利浦EPIQ7C彩色多普勒超声心动图检查仪,检查时患儿须在安静状态下并取仰卧位,超声探头均匀涂抹耦合剂且频率设定为1~5 MHz,分别对左室长轴、胸骨上窝、心尖区多部位、剑突下四腔心等多个切面进行仔细探查并测量心脏各个超声参数指标。超声诊断标准参照《现代心脏超声诊断学》第1版<sup>[9]</sup>。术后也定时监测患儿超声心动图的变化。

#### 1.3.3 统计学方法

采用SPSS27.0统计学软件对数据进行处理分析。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示;计数资料以例数或百分率(%)表示。 $P$ 值<0.05为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患儿术后1周内心电图变化

术后1周内,有13例患儿的心室率均超过相应年龄段的正常心室率范围,表现为窦性心动过速。ST-T改变有3例,T波改变7例。右束支阻滞5例,其中完全性右束支阻滞2例,不完全性右束支阻滞3例。心室预激(A型)伴ST-T改变1例。偶发房性早搏1例。右室高电压4例。1例术后3天出现了急性排斥反应,床边体表心电图由窦性心动过速、完全性右束支阻滞转变为室性心动过速、缺血性ST-T改变,经激素冲击、抗心律失常等内科积极治疗后,心电图表现为窦性心动过速、ST-T改变。

### 2.2 患儿术后3个月心电图随访情况

术后3个月随访14例患儿的心电图表现,仍有10例患儿存在窦性心动过速。T波改变10例,其中非缺血性T波改变8例,心电图表现为T波低平、浅双向或浅倒置。不完全性右束支阻滞仍有1例。房性早搏消失。4例右室高电压全部恢复正常。心室预激(A型)伴ST-T改变1例仍存在。发生排斥反应的1例患儿经过内科治疗后好转,心电图表现为窦性心动过速、T波改变。14例患儿术后的心电图指标较术前得到明显的改善,少见心律失常或缺血性T波改变,差异具有统计学意义( $P$ 值<0.05)(见表1)。图1为1例复杂先天性心脏病患儿手术前后的随访心电图。

### 2.3 结合术后超声心动图

患儿术前心室大、心房大等心电图表现恢复至正常,同时左室射血分数值得到明显改善,均>55%,在正常范围内。术前肺动脉高压的患儿在术后积极应用降肺压等药物综合治疗后多恢复至正常。

表 1 患儿手术前后心电图情况

心电图表现	术前/例(%)	术后 3 月/例(%)	P 值
窦性心动过速	5(35.71)	10(71.43)	>0.05
室性心动过速	2(14.29)	0	<0.05
室性早搏	2(14.29)	0	<0.05
室内阻滞	4(28.57)	0	<0.05
房室阻滞	3(21.43)	0	<0.05
右束支阻滞	0	1(7.14)	>0.05
心房颤动	2(14.29)	0	<0.05
心房扑动	3(21.43)	0	<0.05
室性/交界性逸搏	2(14.29)	0	<0.05
ST 段改变	2(14.29)	0	<0.05
T 波改变	3(21.43)	10(71.43)	>0.05
ST-T 改变	2(14.29)	0	<0.05
心室预激	0	1(7.14)	>0.05
心室大	8(57.14)	0	<0.05
心房大	7(50.00)	0	<0.05



A. 术前:右旋心,心房颤动,室内阻滞,室性早搏,ST-T 改变;B. 术后:窦性心律,心率 110 次/分,心室预激(A 型),ST-T 呈继发性改变

图 1 1 例复杂先天性心脏病患儿手术前后的随访心电图

### 3 讨论

近年来,国际及国内对儿童心脏移植技术的开展愈发广泛,为了攻克儿童心脏移植难点,解决供心短缺、供心匹配困难等问题,包括 ABO 血型不相容心脏移植、DCD(Donor after Cardiac Death,心死亡)供心心脏移植、体质量不匹配移植等技术被相继应用<sup>[9]</sup>。有研究显示,标准式原位心脏移植术后易发生各类心律失常<sup>[6]</sup>。因此现儿童心脏移植大多数采用双腔静脉法,且具有全心脏原位移植术式的优点:即只有一个供体心脏的窦房结,手术操作也较容易接受,并且术后并发症少。

本研究对采用双腔静脉吻合合法行心脏移植的 14 例患儿进行术后心电图随访显示,术后 3 个月仍有 10 例患儿存在窦性心动过速,表明儿童心脏移植术后的心脏处于去神经状态<sup>[7]</sup>,即术后供体心脏的各项生理调节不再受自身植物神经影响,而是表现为供体窦房结的固有心率,但其对体液儿茶酚胺的敏感性增加,加上术后异丙肾上腺素等加快心率药物的应用,使移植后患儿在静息状态时心率仍偏快。有文献指出,供心者年龄越小,供体心脏的窦率就越快,两者呈反向变化<sup>[7]</sup>。同时,本研究的 14 例患儿术后均未发现患有病窦综合征,由于双腔静脉吻合合法术式是去除受体的窦房结,仅保留供体的窦房结做心脏主导节律,故病窦的发生率明显降低。

此外,本中心的 14 例心脏移植患儿术后心电图大多数表现为非缺血性 T 波改变,亦有右束支阻滞、偶发房性早搏、右室高电压等心电图表现。非缺血性 T 波改变主要表现为 T 波低平、浅双向或浅倒置。这类非缺血性 T 波改变主要与心脏切除中机械损伤相关。术后较长时间随访发现,有些患儿非缺血性 T 波改变会逐渐恢复至正常,说明移植术中部分心肌的损伤是可逆的。在本研究中,有 5 例患儿在术后 1 周内出现了右束支阻滞,有文献显示右束支阻滞是心脏移植术后较为常见的心律失常,且多数呈不完全性,主要是由于右束支细长且大部分行走于心内膜下,易受到术中机械性损伤<sup>[7]</sup>。

右旋心是一种罕见的由于心脏在胚胎发育过程中出现了向左旋转不良、甚至向右后旋转 180°导致的心脏先天畸形心脏病<sup>[8]</sup>,患者心脏大部分位于右侧胸腔,但房室连接解剖关系正常。与镜面右位心不同,右旋心通常不伴有内脏器官反位,但可伴其他心血管畸形,严重患者常幼年即出现紫绀、胸闷、气促等心力衰竭表现。本研究中,结合影像学检查及心脏

彩超结果,有 1 例复杂先天性心脏病患儿确诊为右旋心伴矫正型大动脉转位,同时合并室间隔缺损等其他心脏结构异常。术前常规心电图示主导心律为心房颤动,心律绝对不齐,QRS 波群宽大畸形,时限 $\geq 0.10$  s,考虑合并室内阻滞。应用双腔静脉吻合合法行原位心脏移植术后,患儿常规心电图示主导心律为窦性心律,但出现了 A 型心室预激,术后超声心动图检查结果示左房增大、室间隔及左室游离壁增厚、呈逆向运动,该患儿心室预激的发生是否与心脏手术术中机械性切割造成左侧旁道存在,使部分来自心房的激动经旁道提早激动心室,还有待继续观察。同时伴 ST-T 改变,心电图上表现为 ST 段呈水平型压低 0.1~0.2 mV,下壁及胸导联 T 波均倒置,提示心肌缺血损伤改变,可能与手术时间过长,移植过程体外循环引起的全身炎症反应综合征最终导致心血管内皮细胞损伤;以及供心低温保存时间过长造成缺血再灌注损伤有关。

与成人心脏移植相似,术后心脏排斥反应是影响患儿早期生存的主要危险因素,及早发现和及时的免疫抑制治疗可以阻止心脏移植急性排斥反应对心肌造成不可逆性损伤。心内膜心肌活检作为诊断心脏移植术后排斥反应的“金标准”,但反复使用这种有创性检查容易引发心肌穿孔、室间隔损伤或加重心肌炎症反应<sup>[9]</sup>。因此,一些中心综合应用临床表现、多普勒超声技术、心电图、心肌酶、免疫学检查变化等无创性诊断方法来评估患儿是否发生排斥反应。有文献报道,移植后供体心脏出现急性排斥反应时,特异性超声表现有左室射血分数下降、左心室壁厚度增加以及室壁运动的异常变化<sup>[10]</sup>。与体表心电图相比,心肌内心电图(Intramyocardial electrogram, IMEG)是一种新的、更高效的诊断心脏移植后急性排斥反应的检测方法,是通过移植术中所植入的双腔起搏器来描记腔内心电图<sup>[7]</sup>,其诊断灵敏度和特异性高达 90%以上。儿童心脏移植也是凸显 IMEG 监测优势的一个领域,在早期体液排斥反应时,IMEG 有着更较快、准确的诊断意义<sup>[11]</sup>。当发生急性或严重的排斥反应时,通过心肌内心电图可以监测到 QRS 波幅度会明显降低。

综上所述,本中心采用双腔静脉吻合合法行原位心脏移植的 14 例患儿术后心电图有特征性改变:即窦性心律、平均心室率较快、非缺血性 T 波改变。若患儿术后心电图出现缺血性 ST-T 改变、心律失常等明显异常表现,则需要密切追踪及关注。体表心电图

对心脏移植患儿手术前后心电图的动态变化、治疗过程的监测以及预后评估有一定的临床意义。体表心电图检查及其衍生的心电监测新技术(心肌内心电图)应在临床上加以重视,同时结合超声心动图、免疫学检查等方法对患儿心脏移植后进行无创监测,以提高患儿术后存活率及生活质量。

#### 参考文献

- [1] 孙永丰, 张菁, 王国华, 等. 儿童心脏移植单中心回顾分析[J]. 实用器官移植电子杂志, 2021, 9(4): 273-280.
- [2] 刘子康, 乔韡华, 王寅, 等. 中国儿童心脏移植现状与思考[J]. 实用器官移植电子杂志, 2023, 11(3): 202-205.
- [3] 袁越. 实用小儿心电图学 [M]. 第 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 18-40, 184-191, 217-224.
- [4] 杨莉, 刘俐. 现代心脏超声诊断学 [M]. 第 1 版. 广州: 中山大学出版社, 2010: 6-30.
- [5] 朱家德, 吴敏. 儿童心脏移植的治疗进展与展望[J]. 器官移植, 2023, 14(1): 56-61.
- [6] 曹唯, 王守忠, 张鹤平, 等. 不同术式心脏移植患者心电图的观察分析[J]. 中华心律失常学杂志, 2001, 5(3): 160-163.
- [7] 郭继鸿. 心脏移植与心电图 [J]. 临床心电学杂志, 2004, 13(3): 223-229.
- [8] 黄尾平, 张劲林, 苏晞, 等. Ebstein 畸形、右位心及右旋心房室旁道的电生理特性及射频消融[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2019, 33(6): 544-547.
- [9] SPIEGELHALTER D J, STOVIN P G. An analysis of repeated biopsies following cardiac transplantation[J]. Stat Med, 1983, 2(1): 33-40.
- [10] 于岩, 王辉山, 金岩, 等. 超声心动图监测心脏移植术后排斥反应价值研究[J]. 临床军医杂志, 2018, 46(12): 1395-1397.
- [11] GRAUHAN O, MÜLLER J, PFITZMANN R, et al. Humoral rejection after heart transplantation: reliability of intramyocardial electrogram recordings (IMEG) and myocardial biopsy [J]. Transpl Int, 1997, 10(6): 439-445.

(收稿日期: 2025-04-22)

作者·读者·编者

## 《临床心电学杂志》2026 年征订启事

《临床心电学杂志》为双月刊,全年 6 期,定价 18 元/册,全年 108 元。

订阅方式:

邮局订阅: 全国各地邮政局, 邮发代号 26-81; 客户订阅电话: 11185;

中国邮政报刊订阅网址: bk.11185.cn; 合作服务电话 010-68859199。

微信扫描右侧二维码可直接进入订阅页面。



扫码订阅《临床心电学杂志》

《临床心电学杂志》编辑部