

· 论著 · 系统性疾病 ·

# β受体功能亢进症儿童立位与卧位同步12导联心电图T波及ST段变化的临床研究

陈怡桦\* 杨新慧 周兵

河南省儿童医院郑州儿童医院电生理室心电图科(河南 郑州 450000)

**【摘要】目的** 分析β受体功能亢进症患儿立位与卧位同步12导联心电图T波及ST段变化情况。**方法** 选取2021年3月至2023年6月某院收治的50例β受体功能亢进症患儿，将其设为研究组；另外选取同期在该院接受健康体检的50例健康儿童，将其设为对照组。全部研究对象均选择心电综合自动分析仪描记立位与卧位同步12导联心电图检查，比较两组的T波、ST段形态及振幅变化以及不同体位下的心率差。**结果** 研究组的立位心率、卧位心率、卧位与立位心率差均显著高于对照组( $P<0.05$ )。立位与卧位相比较，研究组的T波倒置主要发生在III、aVF导联，T波振幅下降一般发生在II、V3、V4、V5、V6导联，T波倒置且振幅升高一般发生在III、V1、V2导联，当处于卧位时研究组的T波导致变成立位时T波直立发生在V1、V2导联。研究组立位较卧位T波振幅降低幅度在V1、V2导联显著大于对照组( $P<0.05$ )。**结论** β受体功能亢进症患儿表现出心率显著增加，立位与卧位12导联心电图T波振幅及形态存在明显改变，而ST段则无明显变化。

【关键词】β受体功能亢进症；立位；卧位；同步12导联；心电图；T波；ST段

【中图分类号】R540.4+1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.10.051

# βClinical Study on T-wave and ST Segment Changes of 12 lead ECG in Children with Hyperactivity of Receptors in Standing and Lying Positions

CHEN Yi-hua\*, YANG Xin-hui, ZHOU Bing.

Department of Electrophysiology Room ECG, Henan Provincial Children's Hospital Zhengzhou Children's Hospital, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

**Abstract:** **Objective** To analyze the changes of T-wave and ST segment of 12 lead ECG in children with hyperactivity of receptors in standing and lying positions. **Methods** 50 patients admitted to a hospital from March 2021 to June 2023 were selected. Children with hyperactivity of receptors were set as the study group; in addition, 50 healthy children who underwent physical examination in our hospital during the same period were selected as the control group. All the subjects selected the ECG automatic analyzer to record the standing and lying position synchronous 12 lead ECG. The changes of T wave, ST segment morphology and amplitude, and the heart rate difference between standing and lying positions were compared between the two groups. **Results** The standing heart rate, lying heart rate, and the difference between lying and standing heart rates in the study group were significantly higher than those in the control group ( $P<0.05$ ). Compared with supine position, the T wave inversion in the study group was mainly found in leads III and aVF. The decrease in T wave amplitude generally occurred in leads II, V3, V4, V5, and V6, while the inversion and increase in T wave amplitude generally occurred in leads III, V1, and V2. When in supine position, the T wave in the study group changed to upright position, and the T wave upright occurred in leads V1 and V2. The amplitude reduction of T-wave amplitude in the study group was significantly greater in leads V1 and V2 compared to the control group in the supine position ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The heart rate of children with hyperactivity of receptors was significantly increased, and the amplitude and morphology of T wave of 12 lead ECG in standing and lying positions were significantly changed, but there was no significant change in ST segment.

Keywords: βReceptor Hyperfunction; Orthostatic Position; Supine Position; Synchronous 12 Lead; ECG; T Wave; ST Segment

β受体功能亢进症作为临床症候群或者临床综合征之一，主要是因为内源性儿茶酚胺水平无异常而β受体的刺激反应性升高而导致。对于β受体功能亢进症患儿来讲，不仅会出现心悸、乏力，而且可能出现心率增快、多汗以及胸闷等<sup>[1]</sup>。国外学者在1966年首次报道了β受体功能亢进症，主要因为过度劳累、精神创伤、高度焦虑、紧张等引起中枢神经协调功能异常，导致自主神经功能紊乱，增强肾上腺素β受体反应及交感神经张力<sup>[2]</sup>。心脏未出现器质性病变，所以β受体功能亢进症是与神经相关的一种功能性心血管疾病。最近几年，临床中的β受体功能亢进症患儿越来越多常见，然而该疾病的误诊率、漏诊率却比较高，容易与其他疾病相混淆<sup>[3]</sup>。所以深入了解β

受体功能亢进症，及早准确诊断该疾病，对于改善患儿预后，保证其生命健康就显得非常重要。本文主要分析了β受体功能亢进症患儿立位与卧位同步12导联心电图T波及ST段变化情况，希望能为诊治β受体功能亢进症提供指导。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2021年3月至2023年6月某院收治的50例β受体功能亢进症患儿，将其设为研究组；其中男女分别为15例、35例，其年龄为3~17岁，平均为(8.64±2.61)岁。另外选取同期在该院接受健康体检的50例健康儿童，将其设为对照组；其中男女分别为18例、32例，其年龄为4~16岁，平

【第一作者】陈怡桦，女，住院医师，主要研究方向：临床医学。E-mail: hnjjfsw14554@126.com

【通讯作者】陈怡桦

均为(8.11±2.85)岁。两组各基线资料比较差异具有可比性( $P>0.05$ )。 $\beta$ 受体功能亢进症的诊断标准:(1)处于学龄期,亦或者是青春期;(2)多见于女性;(3)存在交感神经兴奋诊治,并且与情绪、精神相关,如头晕、乏力、气短、胸闷、心悸等,临床症状多样且易变;(4)心电图检查结果发现仅表现出ST-T改变及窦性心动过速,不存在其他的传导阻滞,也无心律失常等;(5)Holter检测结果表现出明显的昼夜节律,当处于白天活动状态时心电图出现明显改变,当处于夜间入睡状态时心电图则无改变,或者改变轻微;(6)普萘洛尔阻滞后运动试验结果为阴性;普萘洛尔试验结果为阳性;(7)立位时心电图明显改变,卧位时心电图改变减轻;(8)乏氏指数无异常,通过Valsalva动作能对ST-T改变进行纠正;(9)排出其他器质性心脏病。其中必备条件包括了(3)、(4)、(9),结合(5)、(6)、(7)其中的任意两项则能诊断,其他条件则可以参考。

**1.2 方法** 全部研究对象均选择心电综合自动分析仪描记立位与卧位同步12导联心电图检查。研究对象在接受检查之前10分钟,应充分休息,安排两名具有丰富临床实践经验的心电专业人员,选择心电综合自动分析仪对卧位12导联心电图进行描记,注意在第5肋间放置好胸电极。然后在电极位置保持不变的情况下快速站立,进行立位12导联心电图描记。每一采样点设置为2ms,注意在进行采样的过程中无需滤波器,对稳定波形进行常规采集,30秒后进行分类编号处理,存储于计算机档案。纸速为每秒25mm,增益设置为10mm=1mV。安排1名具有丰富临床实践经验的专业心电人员,通过计算机对12导联心电图进行回放显示,根据相关的程序将纸速、振幅放大2~4倍,让纸速为每秒50~100mm,增益设置为20~40mm=1mV。

**1.3 观察指标** 对立位与卧位的T波、ST形态及振幅变化、心率

差进行计算。通过计算机对同步12导联心电图进行回放,自动分析清晰波形,对各导联的T波、ST段振幅进行人工干预测量。T波振幅的水平基线为QRS波起始处Q点,T波峰顶与水平基线的垂直距离则判断为T波振幅。水平基线上缘与波顶的垂直距离为正向波,水平基线下缘与波谷的垂直距离则为负向波,其振幅的代数之和则为双向波振幅。J点后60ms处与水平基线的垂直距离则为ST段的偏移程度。

**1.4 统计学方法** 运用SPSS 21.0软件做统计学处理,计数资料以百分率(%)表示,组间数据比较进行 $\chi^2$ 检验,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间数据比较进行t检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 两组的心率观察** 研究组的立位心率、卧位心率、卧位与立位心率差均显著高于对照组( $P<0.05$ );如表1。

**2.2 研究组的T波形态变化情况观察** 立位与卧位相比较,研究组的T波导致主要发现在III、aVF导联,T波振幅降低主要表现为II、V3、V4、V5、V6导联,T波振幅增加且倒置主要发现在III、V1、V2导联,当处于卧位时研究组的T波导致变成立位时T波直立发生在V1、V2导联;如表2。

**2.3 两组的T波振幅及ST段变化情况观察** 研究组T波振幅立位较卧位在II、III、aVF、V3、V4、V5、V6导联明显降低( $P<0.05$ ),aVL导联明显增高( $P<0.05$ ),aVR导联倒置振幅明显降低( $P<0.05$ )。对照组T波振幅立位较卧位在II、III、aVF、V4、V5、V6导联时明显降低( $P<0.05$ ),aVL、V1导联明显增加( $P<0.05$ ),aVR导联倒置、振幅浮现增加( $P<0.05$ )。其中,和对照组相比较,研究组立位较卧位T波振幅降低幅度在V1、V2导联更大( $P<0.05$ )。

表1 两组的心率观察(次/min)

组别	例数	立位心率	卧位心率	卧位与立位心率差
对照组	50	94.08±13.07	84.43±14.02	9.65±6.95
研究组	50	121.11±17.53	103.15±19.22	17.84±10.22
t		8.7410	5.5641	4.6857
P		0.0001	0.0001	0.0001

表2 研究组的T波形态变化情况观察(n=50)

T波变化	导联											
	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
振幅降低	5	24	1	-	1	9	-	1	17	31	32	37
倒置	1	5	17	-	2	15	1	8	4	4	2	1
倒置振幅加深	-	-	16	-	1	2	10	7	2	2	-	-
倒置变为直立	-	-	-	2	1	-	5	3	2	1	-	-

## 3 讨 论

$\beta$ 受体功能亢进症患儿的临床症状无特异性,而且多种多样,主要表现为心悸、气短、胸闷等,部分患者可能存在胸痛

或心前区不适等<sup>[4]</sup>。 $\beta$ 受体功能亢进症患儿常常伴乏力、情绪易激动、焦虑、失眠等,并且可能伴记忆力下降、手足发麻以及头晕头痛等,另外还可能出现自主神经功能紊乱,如手颤

抖、多汗、口干以及低热等<sup>[5]</sup>。现阶段临床中在诊断β受体功能亢进症时，还缺乏统一和规范的标准，在临床儿科中，部分疾病的临床表现与β受体功能亢进症类似。临床中应采用科学和合理的方法来诊断β受体功能亢进症，不仅要注意与心脏神经症进行准确鉴别，而还需要与甲亢、病毒性心肌炎等疾病进行鉴别，以减少误诊、漏诊<sup>[6]</sup>。

心电图T波能对心室的快速复极化过程进行准确反应，与动作电位3相对应，临床中有多种因素均可能会在一定程度上影响3相快速复极，常见的如自主神经及其递质、体型变化、躯体发育情况、导联等，其他影响因素还包括了性别、年龄以及种族等；3相快速复极一旦受到以上相关因素的影响，不仅会导致T波形态出现变化，而且也会导致其振幅出现一定改变，因自主神经紊乱所引起的T波改变被称之为原发性T波改变，其在临床中的发生风险大约为20%~40%<sup>[7]</sup>。心室外膜下座位心脏交感神经分布的主要区域，其会对离子通道通透性进行调节，进而来影响心肌细胞复极<sup>[8]</sup>。去甲肾上腺素的来源主要为交感神经末梢，其会让通道蛋白酶出现磷酸化，而这一过程主要是去甲肾上腺素通过结合心肌细胞膜β肾上腺素能实现，让通道蛋白质的开发几率发生变化，不但会导致复极相钾离子快速外流，快速实现复极化，而且还能让有效不应期明显缩短。因此，如果交感神经出现兴奋过度，则会导致T波出现双峰，或者是发生T波低平、T波倒置。

现阶段临床中在对心脏自主神经功能进行评估时，直立试验是最有效的评定手段之一。人体在从平卧位调整到直立位的这一过程中，需要生理性、瞬时适应调节重力，无论是腹部，亦或者是下肢，血容量会突然增加，血容量(10%~25%)进入到组织间隙<sup>[9]</sup>。而在转移血容量时，不仅会降低心室充盈量、动脉血压以及动脉压力感受器压力，而且也会突然减少回心血量，进而代偿性增强交感神经活性，增加心率及血压水平，特别是舒张压水平。β肾上腺素受体水平一旦出现反应性上升，则会引起β受体功能亢进症，然而体内游离以及分泌的内源性儿茶酚胺水平却并没有出现异常，另外也有研究发现β受体功能亢进症的病理过程与心脏自主神经功能异常密切相关<sup>[10]</sup>。全面分析心脏效应细胞发现，其受体大部分均为β受体，一旦β受体的反应性升高，则会导致交感神经功能亢进，进而缩短除极阈电位时间及不应期，加快传导速度，增加自律性和心肌收缩力，除此之外心率水平以及血压水平也会相应升高。而对于β受体功能亢进患者来讲，体位性心动过速综合征也是其常见表现之一，如果患者接受异丙肾上腺素治疗，就算给药剂量较小，也会引起强烈反应，而选择β受体阻滞剂服用则能有效缓解相关症状。相关临床研究结果显示，如果体位出现变化，则会导致体位性心动过速综合征患者血容量出现转移，进而增加血浆血管紧张素II水平，减少循环中的血容量，导致局部血流量发生失调，降低一氧化氮的生物利用度。开展直立试验心电图检查，β受体功能亢进症患儿不仅可能出现窦性心动过速，表现为阵发性，也可能呈现为持续性，同时还能观察到T波改变。而开展动态心电图检查，则能观察到β受体功能亢进症患儿表现出日间型的期前收缩，而心率高峰期、期间收缩高峰期

一致，当处于夜间睡眠时，心率则会消失或者减少60%；很少出现房室传导组织，同时基本上是一过性；另外出现一过性的ST-T改变。

本研究中，研究组的立位心率、卧位心率、卧位与立位心率差均显著高于对照组( $P<0.05$ )；研究结果表明，β受体功能亢进症患儿在出现体位变化时交感神经兴奋性会出现更加明显的变化。另外，立位与卧位相比较，研究组的T波导致主要发生在III、aVF导联，T波振幅降低主要表现为II、V3、V4、V5、V6导联，T波振幅增加且倒置主要发生在III、V1、V2导联，当处于卧位时研究组的T波导致变成立位时T波直立发生在V1、V2导联。研究结果显示，当β受体功能亢进症患儿的体位充平卧位调整为直立位时，会导致β受体反应出现异常升高，增加交感神经兴奋性，增加开放心肌细胞膜通道，缩短有效不应期，加快复极相钾离子的速率，快速复极动作电位3相，T波振幅倒置或者低平。在体位调整的过程中，自主神经会表现出不均匀性的分布，进而导致交感神经兴奋性出现异常增加。本研究中，与对照组相比较，研究组立位较卧位T波振幅降低幅度在V1、V2导联更大；研究结果显示，当体位从卧位调整为立位时，β受体功能亢进症患儿的交感神经兴奋程度明显更高。通过深入分析和研究T波形态可知，T波倒置、低平以及倒置且振幅加深的分布区域主要是在II、III、aVF、V4、V5、V6导联，类似于T波振幅的变化情况，出现这种情况可能是因为交感神经功能亢进所导致。

综上所述，β受体功能亢进症患儿表现出心率显著增加，立位与卧位12导联心电图T波振幅及形态存在明显改变，而ST段则无明显变化。

## 参考文献

- [1] 路晓晓, 彭军, 李环, 等. 儿茶酚胺敏感性室性心动过速的临床特点及随访结果分析[J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(5): 385-389.
- [2] 孙琪青, 王芳洁, 郑瑞利, 等. RYR2基因变异导致儿茶酚胺敏感性多形性室性心动过速5例患儿的临床表型及遗传学分析[J]. 中华医学遗传学杂志, 2023, 40(8): 960-965.
- [3] 李翠兰, 袁越, 刘文玲, 等. CASQ2基因c. 381C>T突变致儿茶酚胺敏感性多形性室性心动过速的分子机制[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(7): 692-699.
- [4] 李奇蕊, 袁越, 高路, 等. CASQ2基因变异致儿童儿茶酚胺敏感性多形性室性心动过速的临床及遗传学特点分析[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(13): 999-1003.
- [5] 林明杰, 彭军, 吴林. 儿茶酚胺敏感性室速: 从机制到治疗——中国心电学会遗传心律失常专题讨论会纪要[J]. 临床心电学杂志, 2021, 30(1): 66-70.
- [6] 唐维晞, 邓和平, 陈彦汝, 等. 心肌酶谱、动态心电图及冠状动脉CT血管造影诊断嗜铬细胞瘤儿茶酚胺性心脏损害价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(7): 1296-1300, 1364.
- [7] 陈明琰, 陈源, 周柳英. 108例新生儿缺氧缺血性脑病心电图及MRI影像学特点分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(11): 8-10.
- [8] 王宝平, 曹文晓. 稳心颗粒治疗β-受体功能亢进症的疗效观察[J]. 实用心脑肺血管病杂志, 2011, 19(10): 1748-1748.
- [9] 张乾忠. 儿童β受体功能亢进症的诊断与治疗[J]. 中国实用儿科杂志, 2010, 25(4): 255-257.
- [10] 杨敏, 张雷, 李丽丽. 双源CT冠脉成像与12导联动态心电图在冠心病诊断及不良心脏事件预测中的应用价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(12): 70-73.

(收稿日期: 2024-03-05)

(校对编辑: 翁佳鸿)