

论著·临床研究

直立性高血压儿童卧位、立位心电图T波和ST段振幅变化及其临床意义

邹润梅 李芳 林萍 许毅 王成

(中南大学湘雅二医院儿童医学中心儿童心血管专科 / 中南大学儿科学研究所, 湖南 长沙 410011)

[摘要] **目的** 探讨直立性高血压(OHT)儿童卧位与立位心电图T波和ST段振幅变化及其临床意义。**方法** 选取确诊为OHT患儿49例为OHT组,同期按年龄与性别匹配43例健康儿童为对照组。测量两组卧位与立位12导联心电图心率、各导联T波和ST段振幅,比较同组卧位和立位T波振幅、ST段振幅,并比较两组卧位、立位T波振幅差和ST段振幅差。**结果** 对照组aVR、V₁、V₄~V₆导联T波振幅立位较卧位降低($P<0.05$),V₄、V₅导联ST段振幅立位较卧位增加($P<0.05$)。OHT组II、aVR、aVF、V₄~V₆导联T波振幅立位较卧位降低($P<0.05$),II导联ST段振幅立位较卧位增加($P<0.05$)。OHT组II、V₆导联立位、卧位T波振幅差较对照组增大(均 $P<0.05$)。V₆导联卧位、立位T波振幅差对OHT有诊断价值($P<0.05$),V₆导联T波振幅差最佳截断值为0.105 mV,灵敏度为72.10%,特异度为57.10%。**结论** V₆导联卧位、立位T波振幅差对OHT儿童具有一定的诊断价值。
[中国当代儿科杂志, 2019, 21(7): 696-700]

[关键词] 直立性高血压;卧位心电图;立位心电图;T波;ST段;振幅;儿童

T wave and ST segment amplitude changes in the supine and standing electrocardiograms of children with orthostatic hypertension and their clinical significance

ZOU Run-Mei, LI Fang, LIN Ping, XU Yi, WANG Cheng. Department of Pediatric Cardiology, Children's Medical Center, Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China (Wang C, Email: wangcheng2nd@csu.edu.cn)

Abstract: Objective To examine the changes in T wave and ST segment amplitude in the supine and standing electrocardiograms (ECG) of children with orthostatic hypertension (OHT) and to determine their clinical significance. **Methods** A total of 49 children with OHT were included in the OHT group. Forty-three age- and sex-matched healthy children were included in the control group. Heart rate and T wave and ST segment amplitude were measured in both groups. T wave amplitude and ST segment amplitude in supine ECG were compared with those in standing ECG within each group. The differences in supine vs standing T wave amplitude and ST segment amplitude were compared between the OHT and control groups. **Results** In the control group, T wave amplitude in leads aVR, V₁, and V₄-V₆ were significantly lower in standing ECG than in supine ECG ($P<0.05$); ST segment amplitude in leads V₄ and V₅ were significantly higher in standing ECG than in supine ECG ($P<0.05$). In the OHT group, T wave amplitude in leads II, aVR, aVF, and V₄-V₆ were significantly lower in standing ECG than in supine ECG ($P<0.05$); ST segment amplitude in lead II was significantly higher in standing ECG than in supine ECG ($P<0.05$). The differences in T wave amplitude in lead II and V₆ between supine and standing ECG were significantly higher in the OHT group than in the control group ($P<0.05$). Difference in T wave amplitude in lead V₆ between supine and standing ECG was a significant diagnostic marker for OHT ($P<0.05$). This marker had 72.10% sensitivity and 57.10% specificity for the diagnosis of OHT at the optimal cut-off value of 0.105 mV. **Conclusions** Difference in T wave amplitude in lead V₆ between supine and standing ECG has certain diagnostic value for OHT. **[Chin J Contemp Pediatr, 2019, 21(7): 696-700]**

Key words: Orthostatic hypertension; Supine electrocardiogram; Standing electrocardiogram; T wave; ST segment; Amplitude; Child

[收稿日期] 2019-01-02; [接受日期] 2019-04-30

[基金项目] 湖南省自然科学基金青年基金项目(2018JJ3730)。

[作者简介] 邹润梅,女,博士,主治医师。

[通信作者] 王成,男,主任医师,教授。Email: wangcheng2nd@csu.edu.cn。

直立性高血压 (orthostatic hypertension, OHT) 是 Streeten 等于 1985 年提出的以体位变化引起血压调节异常的现象, 表现为平卧位血压正常, 直立位后血压升高^[1], 多以舒张压升高为主, 且血压波动幅度较大。OHT 多发生在中老年高血压、糖尿病患者以及血压正常的青年人, 是隐匿性高血压、无症状脑梗死、黄斑变性等疾病的危险预测因素^[2-3]。2012 年, 杜军保教授团队首次提出儿童 OHT 的概念, 并对其临床特征进行研究, 发现 OHT 多见于青春发育期儿童^[4], 其发生与交感神经过度激活、神经体液因子改变及压力反射敏感性增高有关^[5]。《儿童晕厥诊断指南 (2016 年修订版)》中 OHT 的直立试验或直立倾斜试验 (head-up tilt test, HUTT) 阳性反应的标准如下: 平卧位血压正常, 直立试验或 HUTT 3 min 内血压升高, 收缩压升高 ≥ 20 mm Hg 和 / 或舒张压升高幅度达到标准 (6~12 岁 ≥ 25 mm Hg, 13~18 岁 ≥ 20 mm Hg); 或血压最大值达到标准 (6~12 岁 $\geq 130/90$ mm Hg, 13~18 岁 $\geq 140/90$ mm Hg)^[6]。OHT 的诊断依赖于 HUTT, 但 HUTT 可能存在诱发暂时性失语、心律失常等并发症风险^[7-8], 且在基层医院开展较困难。探讨新的诊断及预测指标对儿童 OHT 诊断具有重要意义。

心血管系统受自主神经调节, 交感神经和迷走神经相互作用对心脏的影响可通过心电图波形表现出来^[9]。交感神经兴奋时, 心率增快, P 波振幅增加, PR 间期和 QRS 波时限缩短, T 波低平或倒置, ST 段下移; 迷走神经兴奋时, 心率减慢, P 波增幅降低, PR 间期和 QRS 波时限延长, T 波高尖, ST 段上抬^[10]。人体从卧位迅速转变为立位时, 可使 300~900 mL 的血液从中央血管再分配到外周血管, 引起一系列心血管代偿反应, 以维持内环境稳定。OHT 患者从卧位变为立位, 交感神经过度激活, 儿茶酚胺分泌增加, 会导致体表心电图 T 波及 ST 段改变。但是, 目前关于 OHT 儿童卧位、立位心电图 T 波、ST 段振幅变化尚未见报道。本研究旨在探讨 OHT 儿童卧位、立位心电图 T 波和 ST 段振幅的变化及其在 OHT 诊断中的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2008 年 7 月至 2017 年 4 月在中南大学

湘雅二医院儿童医学中心儿童心血管专科就诊的儿童病例, 通过详细询问病史、体格检查及必要的辅助检查 (包括常规 12 导联心电图、24 h 动态心电图、超声心动图、脑电图、头颅 CT 或 MRI 等), 排除器质性心脑血管疾病。最终纳入 49 例通过临床表现和 HUTT 确诊为 OHT 患儿为 OHT 组 (年龄 5~14 岁, 平均年龄 10.9 ± 2.4 岁, 男 35 例, 女 14 例), 同期按年龄和性别匹配 43 例在本院儿童保健专科门诊体检的健康儿童为对照组 (年龄 4~14 岁, 平均年龄 10.8 ± 2.6 岁, 男 32 例, 女 11 例)。两组年龄 ($t=0.160$, $P=0.873$) 和男女性别比 ($\chi^2=0.103$, $P=0.748$) 差异无统计学意义, 具有可比性。

本试验经中南大学湘雅二医院伦理委员会批准 [(2014) 伦审第 (研 012 号)], 并取得受试者本人或监护人书面知情同意。

1.2 研究方法

(1) HUTT 方法: 根据文献报道的方法进行 HUTT 操作^[11]。

(2) 心电图描记: 卧位、立位心电图于 HUTT 检查前一天进行。儿童安静仰卧, 采用广东中山 SR-1000A 心电综合自动分析仪描记卧位同步 12 导联体表心电图, 随后受检儿童保持电极位置不变, 站立 5 min 后描记立位同步 12 导联体表心电图, 测量各导联 T 波、ST 段振幅。T 波振幅测量: 以 QRS 波起始部位作参考水平线, 正向 T 波振幅为参考水平线至波形顶点的垂直距离, 负向 T 波自参考水平线至波形底端的垂直距离, 双向 T 波为正向振幅和负向振幅的代数和。ST 段偏移程度: J 点后 60 ms 处距参考水平线的垂直距离。定标电压: 1 mV=10 mm, 走纸速度: 25 mm/s。T 波振幅差: 同导联卧位 T 波振幅与立位 T 波振幅的差值。ST 段振幅差: 同导联卧位 ST 段振幅与立位 ST 段振幅的差值。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 17.0 统计软件进行数据处理。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 同组卧位和立位指标比较采用配对样本 t 检验, 两组间比较采用独立样本 t 检验。非正态分布资料以中位数 (四分位数) [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示, 同组卧位和立位指标比较采用 Wilcoxon 符号秩检验, 两组间比较采用 Mann-Whitney U 秩和检验。采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic curve, ROC) 曲线评价预测指标的灵敏度和特异度,

曲线下面积 (area under the curve, AUC) 表示预测指标的预测能力。AUC 为 0.5~0.7 表示诊断价值较低; 0.7~0.9 表示诊断价值中度; >0.9 表示诊断价值较好。当约登指数 (灵敏度与特异度之和减去 1) 最大时, 其灵敏度和特异度达到最佳, 选择该节点作为预测指标的最佳截断值。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 对照组卧位、立位 12 导联心电图 T 波及 ST 段振幅比较

对照组心率立位较卧位增快 [(94±14) vs (77±13) 次/min, t=10.238, P<0.001]。对照组 aVR、V₁、V₄~V₆ 导联 T 波振幅立位较卧位降低 (P<0.05), V₄、V₅ 导联 ST 段振幅立位较卧位增加 (P<0.05); 余各导联卧位和立位 T 波振幅、卧位和立位 ST 段振幅比较差异无统计学意义 (P>0.05)。见表 1~2。

2.2 OHT 组卧位、立位 12 导联心电图 T 波及 ST 段振幅比较

OHT 组心率立位较卧位增快 [(96±15) vs (82±14) 次/min, t=7.688, P<0.001], II、aVR、aVF、V₄~V₆ 导联 T 波振幅立位较卧位降低 (P<0.05), II 导联 ST 段振幅立位较卧位增加 (P<0.05); 余各导联卧位和立位 T 波振幅、卧位和立位 ST 段振幅比较差异无统计学意义 (P>0.05)。见表 3~4。

表 1 对照组卧位与立位心电图 T 波振幅比较

$[\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$, mV, n=43]

导联	卧位	立位	t/(Z) 值	P 值
I	0.36±0.13	0.34±0.12	1.167	0.250
II	0.36±0.17	0.34±0.13	0.748	0.459
III	0.00±0.18	-0.04±0.16	1.926	0.059
aVR	-0.35±0.12	-0.30±0.16	-2.173	0.035
aVL	0.17±0.12	0.19±0.12	-1.332	0.190
aVF	0.20±0.13	0.16±0.13	1.969	0.056
V ₁	-0.20(-0.33, 0.12)	-0.17(-0.29, 0.09)	(-2.100)	0.036
V ₂	0.2±0.4	0.3±0.4	-1.823	0.075
V ₃	0.36±0.29	0.34±0.28	0.497	0.622
V ₄	0.53±0.26	0.38±0.23	4.207	<0.001
V ₅	0.48±0.23	0.36±0.19	4.730	<0.001
V ₆	0.38±0.14	0.30±0.14	5.946	<0.001

表 2 对照组卧位与立位心电图 ST 段振幅比较

$[\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$, mV, n=43]

导联	卧位	立位	t/(Z) 值	P 值
I	0.06(0.03, 0.09)	0.06(0.04, 0.10)	(-0.676)	0.499
II	0.07±0.05	0.08±0.05	1.458	0.152
III	0.01(-0.02, 0.03)	0.01(-0.03, 0.04)	(0.000)	1.000
aVR	-0.06±0.04	-0.06±0.05	0.000	1.000
aVL	0.02(0.01, 0.05)	0.03(0.01, 0.05)	(-0.155)	0.877
aVF	0.04(-0.01, 0.06)	0.05(-0.01, 0.09)	(-0.658)	0.511
V ₁	0.04(0.03, 0.10)	0.05(0.00, 0.09)	(-0.181)	0.856
V ₂	0.14(0.09, 0.21)	0.13(0.05, 0.21)	(0.000)	1.000
V ₃	0.14±0.08	0.17±0.12	1.722	0.092
V ₄	0.12(0.09, 0.16)	0.13(0.07, 0.18)	(-2.055)	0.015
V ₅	0.07±0.05	0.09±0.06	-2.274	0.028
V ₆	0.05±0.03	0.06±0.04	-1.215	0.231

表 3 OHT 组卧位、立位心电图 T 波振幅比较

$[\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$, mV, n=49]

导联	卧位	立位	t/(Z) 值	P 值
I	0.34±0.12	0.32±0.13	-1.579	0.121
II	0.39±0.16	0.32±0.18	-4.681	<0.001
III	0.09(-0.04, 0.16)	0.07(-0.10, 0.15)	(-1.211)	0.226
aVR	-0.32(-0.40, -0.22)	-0.23(-0.38, -0.18)	(-2.663)	0.008
aVL	0.13(0.08, 0.20)	0.16(0.12, 0.26)	(-1.588)	0.112
aVF	0.24(0.14, 0.29)	0.17(0.10, 0.26)	(-2.981)	0.003
V ₁	-0.13(-0.23, 0.10)	-0.09(-0.19, 0.14)	(-1.380)	0.168
V ₂	0.2±0.4	0.2±0.3	-0.643	0.523
V ₃	0.4±0.4	0.3±0.3	-0.918	0.363
V ₄	0.49(0.26, 0.70)	0.34(0.18, 0.56)	(-3.501)	<0.001
V ₅	0.50±0.25	0.36±0.23	-4.119	<0.001
V ₆	0.38(0.26, 0.44)	0.23(0.16, 0.38)	(-5.340)	<0.001

表 4 OHT 组卧位、立位心电图 ST 段振幅比较

$[\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$, mV, n=49]

导联	卧位	立位	t/(Z) 值	P 值
I	0.06(0.04, 0.07)	0.06(0.04, 0.08)	(-1.508)	0.132
II	0.06±0.04	0.07±0.05	-2.121	0.039
III	0.00±0.03	0.01±0.04	-0.471	0.640
aVR	-0.06(-0.08, -0.03)	-0.06(-0.08, -0.03)	(-1.922)	0.055
aVL	0.03(0.02, 0.04)	0.03(0.02, 0.06)	(-1.068)	0.285
aVF	0.03(0.01, 0.05)	0.04(0.01, 0.06)	(-1.185)	0.236
V ₁	0.04(0.02, 0.08)	0.04(0.02, 0.08)	(-0.553)	0.581
V ₂	0.10(0.05, 0.20)	0.12(0.05, 0.18)	(-1.032)	0.302
V ₃	0.10(0.07, 0.20)	0.12(0.07, 0.19)	(-1.080)	0.280
V ₄	0.09(0.05, 0.16)	0.09(0.06, 0.16)	(-1.912)	0.062
V ₅	0.07(0.03, 0.10)	0.07(0.04, 0.10)	(-1.357)	0.175
V ₆	0.04(0.03, 0.07)	0.04(0.03, 0.07)	(-0.961)	0.337

2.3 对照组和 OHT 组 T 波、ST 段振幅差比较

OHT 组和对对照组卧位、立位心率差差异无统计学意义 $[(15 \pm 13) \text{ vs } (18 \pm 11)]$, $t=-1.151$, $P=0.253$ 。OHT 组 II、V₆ 导联 T 波振幅差较对照组增大 ($P<0.05$)；两组其余导联 T 波振幅差及 12 导联 ST 段振幅差比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 5~6。

表 5 对照组和 OHT 组 T 波振幅差比较

$[\bar{x} \pm s \text{ 或 } M(P_{25}, P_{75})]$, mV

导联	对照组 (n=43)	OHT 组 (n=49)	t/(Z) 值	P 值
I	0.01 ± 0.06	0.02 ± 0.10	0.631	0.530
II	0.02 ± 0.14	0.07 ± 0.10	2.019	0.046
III	-0.07 ± 0.10	0.00 ± 0.09	0.205	0.838
aVR	0.03(-0.01, 0.08)	0.05(0.01, 0.11)	(1.567)	0.117
aVL	-0.02 ± 0.09	-0.02 ± 0.10	0.313	0.755
aVF	0.03 ± 0.09	0.04 ± 0.10	0.501	0.618
V ₁	0.04(-0.05, 0.09)	0.01(-0.04, 0.06)	(1.163)	0.245
V ₂	0.02 ± 0.13	0.02 ± 0.17	0.048	0.962
V ₃	0.01(-0.01, 0.14)	0.05(-0.06, 0.12)	(0.677)	0.495
V ₄	0.09(0.00, 0.26)	0.10(-0.01, 0.22)	(0.227)	0.820
V ₅	0.12 ± 0.16	0.14 ± 0.12	0.788	0.433
V ₆	0.07 ± 0.08	0.12 ± 0.11	2.422	0.017

表 6 对照组和 OHT 组 ST 段振幅差比较

$[\bar{x} \pm s \text{ 或 } M(P_{25}, P_{75})]$, mV

导联	对照组 (n=43)	OHT 组 (n=49)	t/(Z) 值	P 值
I	0.00(-0.03, 0.01)	0.00(-0.03, 0.01)	(0.359)	0.720
II	-0.01 ± 0.05	-0.01 ± 0.04	-0.047	0.962
III	0.00(-0.02, 0.01)	0.00(-0.03, 0.01)	(-0.439)	0.660
aVR	0.00(-0.02, 0.01)	-0.01(-0.02, 0.02)	(-0.397)	0.691
aVL	0.00(-0.02, 0.01)	0.00(-0.02, 0.01)	(1.037)	0.300
aVF	0.00(-0.04, 0.01)	0.01(-0.03, 0.01)	(0.154)	0.878
V ₁	0.00(-0.03, 0.01)	0.00(-0.01, 0.03)	(0.028)	0.051
V ₂	-0.01(-0.05, 0.04)	-0.01(-0.04, 0.04)	(0.806)	0.931
V ₃	-0.02 ± 0.08	-0.02 ± 0.08	-0.269	0.789
V ₄	-0.03(-0.04, 0.01)	-0.02(-0.06, 0.02)	(-0.016)	0.987
V ₅	-0.02(-0.04, 0.00)	-0.01(-0.04, 0.02)	(-1.103)	0.270
V ₆	-0.01(-0.02, 0.01)	0.00(-0.02, 0.02)	(-0.749)	0.454

2.4 诊断性试验评价

绘制 II、V₆ 导联 T 波振幅差 ROC 曲线，II 导联 T 波振幅差 AUC 为 0.594 (95%CI: 0.476~0.713, $P=0.119$)，提示其对 OHT 无诊断价值。V₆ 导联 T 波振幅差 AUC 为 0.668 (95%CI: 0.557~0.779,

$P=0.006$)，提示其对 OHT 有诊断价值。V₆ 导联 T 波振幅差最佳截断值为 0.105 mV，灵敏度为 72.10%，特异度为 57.10%，阳性似然比为 1.68，阴性似然比为 0.49，约登指数为 29.20%。为便于临床应用，选取界值为 0.10 mV 进行诊断性试验评价，灵敏度为 61.22%，特异度为 65.11%，阳性似然比为 1.75，阴性似然比为 0.60，约登指数为 26.33%。见图 1。

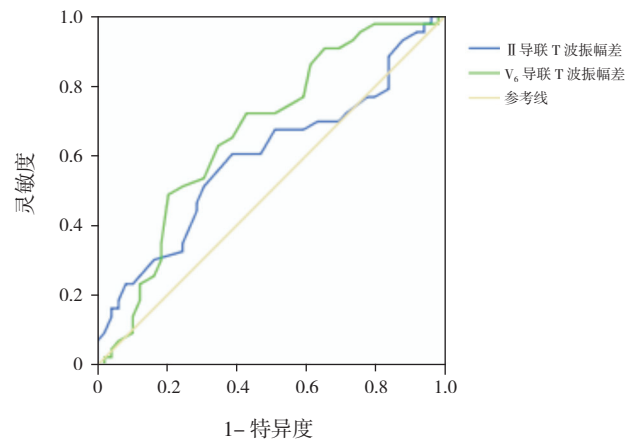


图 1 II、V₆ 导联 T 波振幅差 ROC 曲线

3 讨论

OHT 是直立不耐受的类型之一，与心血管疾病的发生风险和靶器官的损害密切相关。儿童 OHT 临床症状多样，可表现为晕厥、头晕、胸闷、心悸、乏力、恶心、黑蒙等^[12]。尽管儿童期 OHT 预后良好，但症状反复发作严重影响患儿的身心健康和生活质量。人体血压在一定时间内维持相应的百分位数水平。儿童期血压水平异常可能会延续至成人期，可作为成年期心血管疾病发生风险的预测因素^[13]。探讨 OHT 新的诊断及预测指标，早期发现儿童期血压异常，尽早给予干预和治疗，可以减少成年期心血管疾病的发生风险。

心电图 T 波代表心室复极过程，其形态取决于心肌动作电位 3 相复极的不同步性，影响心肌动作电位 3 相复极的因素可引起 T 波改变。自主神经功能紊乱是引起 T 波形态变化最主要的因素。QRS 波终点到 T 波开始段即为 ST 段，相当于动作电位 2 相平台期。正常人 ST 段偏移受心率的影响，心率增快则 2 相平台期时程缩短，ST 段偏移增大。

OHT患者从卧位变为立位时, β 受体反应性增高, 交感神经过度激活, 心肌细胞膜通道开放增加, 复极相钾离子外流加快, 有效不应期缩短, 动作电位3相快速复极, 导致T波振幅低平。体位变化对ST段影响较小^[14]。卧位、立位心电图操作简便易行, 探讨其在OHT诊断中的作用有重要的临床意义。

有研究显示健康儿童与血管迷走性晕厥儿童的卧位T波振幅无差异, 立位T波振幅有显著差异^[15]。本课题组既往对122例不明原因胸闷和静息期胸痛的儿童研究发现, HUTT阳性组较HUTT阴性组II、III、aVF、V₅导联卧位与立位心电图T波振幅差及心率差增大, 但两组ST段振幅差无统计学意义^[16]。本研究发现OHT组II、aVR、aVF、V₄~V₆导联T波振幅立位较卧位降低, II、V₆导联卧位、立位T波振幅差较对照组增大。V₆导联卧位、立位T波振幅差对OHT有诊断意义, 当V₆导联T波振幅差为0.10 mV时, 诊断OHT的灵敏度为61.22%, 特异度为65.11%。对体位性心动过速综合征(postural tachycardia syndrome, POTS)儿童和青少年中的研究显示, 当同时出现心电图卧位、立位心率差为15次/min, V₅、V₆导联T波振幅差分别为0.10 mV时, 诊断POTS的灵敏度为37.8%, 特异度为81.3%^[17]。本研究未发现卧位、立位心率差及V₅导联T波振幅差对OHT有诊断价值, 可能与OHT和POTS不同血流动力学类型有关。本研究显示OHT儿童从卧位变为立位时, II导联ST段振幅增加, 其余导联ST段变化无统计学差异, 可能与描记立位心电图时患儿站立时间不足, 对自主神经功能影响较小, 或自主神经功能紊乱导致的心电图改变维持时间较短等因素有关。文中部分T波振幅和ST段振幅出现标准差大于均数, 可能与研究对象年龄差异、振幅测量实验误差等因素有关。

本研究仅有V₆导联T波振幅差对OHT有诊断价值, 单个指标诊断的特异度较低, 进一步寻找其他预测OHT的指标且多个指标合并, 可提高OHT诊断的特异度。尽管如此, 本研究仍提示卧位、立位心电图V₆导联T波振幅差对OHT具有一定的诊断价值。

[参考文献]

- [1] Streeten DH, Auchincloss JH Jr, Anderson GH Jr, et al. Orthostatic hypertension. Pathogenetic studies[J]. Hypertension, 1985, 7(2): 196-203.
- [2] Nibouche-Hattab WN, Lanari N, Zeraoulia F, et al. Orthostatic hypertension in normotensive type 2 diabetics: what characteristics?[J]. Ann Cardiol Angeiol (Paris), 2017, 66(3): 159-164.
- [3] Bhuchalla BN, McGarrigle CA, O'Leary N, et al. Orthostatic hypertension as a risk factor for age-related macular degeneration: evidence from the Irish longitudinal study on ageing[J]. Exp Gerontol, 2018, 106: 80-87.
- [4] 赵娟, 杨锦艳, 金红芳, 等. 儿童直立性高血压的临床特征[J]. 中华儿科杂志, 2012, 50(11): 839-842.
- [5] 王成, 邹润梅. 儿童直立性高血压研究进展[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2014, 29(1): 2-5.
- [6] 中华医学会儿科学分会心血管学组, 《中华儿科杂志》编辑委员会, 北京医学会儿科学分会心血管学组, 等. 儿童晕厥诊断指南(2016年修订版)[J]. 中华儿科杂志, 2016, 54(4): 246-250.
- [7] Chu W, Wang C, Lin P, et al. Transient aphasia: a rare complication of head-up tilt test[J]. Neurol Sci, 2014, 35(7): 1127-1132.
- [8] 李雯, 王成, 吴礼嘉, 等. 直立倾斜试验阳性反应出现后的心律失常特征[J]. 中华心血管病杂志, 2010, 38(9): 805-808.
- [9] 冉静, 王成. 卧位、立位心电图对心血管自主神经功能的评价[J]. 国际心血管病杂志, 2014, 41(2): 104-106.
- [10] 林治湖, 张树龙. 自主神经与心电图波形[J]. 临床心电学杂志, 2008, 17(4): 257-258.
- [11] Wang C, Li Y, Liao Y, et al. 2018 Chinese Pediatric Cardiology Society (CPCS) guideline for diagnosis and treatment of syncope in children and adolescents[J]. Sci Bull, 2018, 63(23): 1558-1564.
- [12] 王圆圆, 李红霞, 王瑜丽, 等. 儿童直立性高血压的临床观察性研究[J]. 中华高血压杂志, 2018, 26(1): 46-50.
- [13] Koskinen J, Juonala M, Dwyer T, et al. Utility of different blood pressure measurement components in childhood to predict adult carotid intima-media thickness[J]. Hypertension, 2019, 73(2): 335-341.
- [14] 叶雅致. 不同体位心电图ST-T改变分析[J]. 实用心脑血管病杂志, 2011, 19(8): 1356.
- [15] 李智. 血管迷走性晕厥儿童卧位、立位心电图导联T波振幅变化的临床意义[J]. 中国医药指南, 2013, 11(11): 152.
- [16] 李云利, 王成, 李芳, 等. 不明原因胸闷痛静息期儿童卧位与立位心电图T波及ST段振幅变化的临床意义[J]. 中国当代儿科杂志, 2013, 15(9): 771-774.
- [17] 王玉汶, 许毅, 李芳, 等. 儿童青少年体位性心动过速综合征卧位与立位心电图T波及ST段振幅变化[J]. 中国小儿急救医学, 2018, 25(9): 661-667, 672.

(本文编辑: 王颖)