

· 综 述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.07.023

## 儿童血管迷走性晕厥的发病机制及诊疗进展\*

买迪娜·艾尼<sup>1</sup>综述,涂丹娜<sup>2△</sup>审校

(1. 武汉科技大学医学院,武汉 430065;2. 湖北省妇幼保健院儿内科,武汉 430070)

**[摘要]** 血管迷走性晕厥(VVS)是自主神经介导性晕厥的主要类型,也是儿童晕厥最常见的病因,其发病率女孩高于男孩,多数预后良好,但发作频繁时严重影响患儿身心健康及生活质量。近年来,随着对儿童晕厥基础疾病确诊率的提高,VVS的研究逐渐成为儿童心血管领域的关注热点。本文重点围绕该病的发病机制、诊断及治疗3个方面对儿童VVS的最新研究成果进行阐述。

**[关键词]** 儿童;血管迷走性晕厥;发病机制;诊断;治疗

**[中图分类号]** R725.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2023)07-1078-06

## Progress in pathogenesis, diagnosis and treatment of vasovagal syncope in children\*

MAIDINA Aini<sup>1</sup>, TU Danna<sup>2△</sup>

(1. School of Medicine, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430065, China;

2. Department of Pediatrics, Maternal and Child Health Hospital of Hubei Province, Wuhan, Hubei 430070, China)

**[Abstract]** Vasovagal syncope (VVS) is the main type of autonomic nerve mediated syncope and the most common cause of syncope in children. The incidence rate of VVS in girls is higher than that in boys, and most of them have a good prognosis, however, frequent attacks seriously affect the physical and mental health and life quality of children. In recent years, with the improvement of the diagnosis rate of the children's basic syncope diseases, the study of VVS has gradually become a hot topic in the field of pediatric cardiovascular disease. This article focused on the three aspects of pathogenesis, diagnosis and treatment to elaborate the latest research results of VVS in children.

**[Key words]** children; vasovagal syncope; pathogenesis; diagnosis; treatment

晕厥是指短暂性脑血供减少或中断而引起的临床急症,以短暂性意识丧失、肌张力障碍及自主性的姿势维持困难等为主要特征,具有短暂性和自限性。作为儿童及青少年时期的常见病症,近年来其发病率呈上升趋势,女孩约为男孩的1.5倍<sup>[1]</sup>。根据基础疾病的不同,可将晕厥分为自主神经介导性晕厥(neurally mediated syncope, NMS)、心源性晕厥和脑血管病所致的晕厥。血管迷走性晕厥(vasovagal syncope, VVS)约占NMS的3/5~4/5,为目前儿童晕厥最常见的病因<sup>[2]</sup>。VVS的发生是由某些应激因素诱发使得交感神经张力下降和/或迷走神经张力增高而引起血压的下降。发作诱因包括长时间站立、由仰卧或蹲位迅速转为直立位、情绪紧张或恐惧、环境潮湿等<sup>[3]</sup>。基于不同血流动力学特征,VVS被分为血管抑制型、

心脏抑制型和混合型,而血管抑制型(以直立位血管收缩反应降低导致低血压为主)为VVS最常见类型<sup>[4]</sup>。

虽然VVS大多为良性病程,但对于发作频繁的患儿其身心健康及生活质量严重受影响,故对VVS进行深入研究和治疗干预具有重要意义。

### 1 VVS病因及发病机制

#### 1.1 Bezold-Jarish(B-J)反射学说

B-J反射由各种诱因如长期处于站立位、突发情绪激动或异常潮湿的环境等使儿童下肢和其他静脉系统血液停滞,回心血量骤然减少而引起。机体随之即增加交感神经冲动、减少迷走神经冲动来确保机体正常血量和大脑充足的血液供应。因VVS儿童儿茶酚胺水平升高,交感神经极度兴奋,致使心室肌剧烈

\* 基金项目:湖北省自然科学基金(2021CFB558);湖北省武汉市中青年医学骨干人才培养工程([2018]116)。 作者简介:买迪娜·艾尼(1995—),住院医师,在读硕士研究生,主要从事儿童心血管疾病研究。 △ 通信作者,E-mail:tdn\_tutu@163.com。

收缩,进一步引发“心室排空”效应。此时,左心室后下壁感受器 C 纤维被激活,矛盾性引起交感神经阻滞及迷走神经张力增加,血压及心排血量迅速下降,一过性脑供血不足而出现意识丧失,因此属于异常 B-J 反射<sup>[2]</sup>。

B-J 反射支持 VVS 目前绝大多数临床表现,这也是使用  $\beta$  受体阻滞剂治疗 VVS 的根据之一<sup>[5]</sup>。据此,B-J 反射学说认为 VVS 患儿的脑血流减少主要是由于外周血管扩张及心输出量减少所致。然而外周血管阻力与心输出量在 VVS 中的效应尚存在争议。FU 等<sup>[6]</sup>研究提出 VVS 患者的发病是由心输出量降低所介导,可能不伴有外周血管阻力下降。而 LI 等<sup>[7]</sup>针对 VVS 青少年群体的研究却发现外周血管阻力及心输出量减低均参与了 VVS 患者中低血压的发生,且外周血管阻力降低占主导地位。然而,国内的相关研究与上述观点存在矛盾,认为直立倾斜试验期间,患儿从仰卧位向阳性反应出现的体位过渡时,外周血管阻力升高,但心排血量降低<sup>[7]</sup>。考虑 VVS 的病理生理可能受患儿年龄等因素的影响。

### 1.2 自主神经功能紊乱

近来,关于晕厥患儿的心室后电位(ventricular late potential,VLP)、心率变异性(heart rate variability,HRV)、P 波及心室复极化参数 QT、心率减速力(heart rate deceleration rate,DC)、加速指数(acceleration index,AI)等评价自主神经功能的的心脏电生理参数的众多研究表明,异常的自主神经活动是参与 VVS 发病的重要因素。

WANG 等<sup>[8]</sup>通过 24 h 动态心电图(Holter 监测)对比观察 VVS 患儿与体位性心动过速患儿的 HRV,发现 VVS 患儿高于后者,且该指标可作为鉴别两者的重要依据。ZHENG 等<sup>[9]</sup>首次应用 DC 定量评估 VVS 患儿的心脏自主神经调控特征,提示其在无症状期仍有显著增高的副交感张力,同时发现 DC 也可有效识别晕厥,具有潜在的辅助诊断价值。KOLARCZYK 等<sup>[10]</sup>回顾性分析 30 例患儿的心电图和 24 h 动态心电图的 3 个阶段 T 波形态、振幅和复极期参数(QT、QTpeak、Tpeak-Tend)发现 VVS 组患儿相对对照组的 QTc 显著延长。

上述参数的变化为 VVS 的治疗提供了众多新的靶点。然而它们也可能受到运动、情绪、隐匿性心脏疾病等的影响,其诊断及治疗价值有待进一步证实。

### 1.3 神经-体液因素

有学者发现,仰卧位时 VVS 患儿血中儿茶酚胺水平较站立位有所升高,且肾上腺素水平的升高更加明显<sup>[11]</sup>。LI 等<sup>[2]</sup>的研究发现 VVS 患儿仰卧位时血清去甲肾上腺素和肾上腺素水平略高于健康儿童,且

血清肾上腺素在晕厥发生前就开始升高,在发作期间继续升高,最高可达晕厥前水平的 5 倍。但体内儿茶酚胺的水平及变化受情绪、体位等众多因素的影响,故其机制需进一步研究证实。

### 1.4 血管相关因素的影响

VVS 患儿交感神经极度兴奋、儿茶酚胺水平异常增高,使得  $\beta_2$  受体激活一氧化氮(nitric oxide,NO)合成酶使血管内皮释放 NO 增多,从而引起血管舒张,提示 NO 可能参与了 VVS 的发病过程<sup>[12]</sup>。有学者提出 VVS 可能存在红细胞源性硫化氢( $H_2S$ )升高,这使血流介导的内皮依赖性舒张(blood flow-mediated endothelium-dependent relaxation,FMD)值明显升高,引起机体血压急剧下降<sup>[13]</sup>。

### 1.5 生物活性肽的影响

血浆神经肽 Y(plasma neuropeptide Y,NPY)是一种与心血管代谢相关的生物活性肽,对调节血压和心肌收缩力起重要作用。研究发现 VVS 患儿仰卧位时 NPY 水平明显降低,提示其可能通过增加体位调节时的总外周血管阻力(total peripheral vascular resistance,TPVR)和降低心输出量(cardiac output,CO)参与 VVS 的发病<sup>[14]</sup>。

C 型利钠肽(C-type natriuretic peptide,CNP)作为一种小分子蛋白组成的心血管活性肽,不仅参与调节血管紧张度和血压,还控制广泛的心血管效应。李红霞等<sup>[15]</sup>的研究表明,VVS 患儿 CNP 的血浆水平明显高于健康儿童。

因此,这些生物活性肽也可能参与了 VVS 的发生。

### 1.6 肠道微生物

BAI 等<sup>[16]</sup>收集 20 例 VVS 患儿和 20 例健康对照患儿的粪便标本,采用 16S rRNA 基因测序法分析肠道菌群,发现疣微菌科是 VVS 患儿主要的肠道细菌,与 VVS 的临床症状和血流动力学有关,提示肠道微生物群可能参与了 VVS 的发生发展。

### 1.7 其他

SONG 等<sup>[17]</sup>发现限制钠摄入引起的血浆酰基肉碱紊乱与其相关细胞能量代谢可能参与了儿童 VVS 的发病。也有报道指出,铁的储存不足和维生素  $B_{12}$  的缺乏都与 NMS 的发病密切相关<sup>[18]</sup>。此外,血容量减少、脑血管调节功能障碍、血管内皮功能异常、遗传等因素也可能参与了 VVS 的发生发展<sup>[19]</sup>。

总之,VVS 的发病机制非常复杂,每位患儿因个体差异而患病的机制也不尽相同,故有针对性的个体化治疗将可能成为未来 VVS 的诊治趋势。

## 2 诊断及辅助检查

徐文瑞等<sup>[20]</sup>制订了儿童晕厥诊断程序,内容包括

详细的病史询问、体格检查(卧立位心率和血压监测)及心电图检查等。并提出了 VVS 的诊断标准:(1) 年长儿多见;(2) 有晕厥表现;(3) 多有诱发因素;(4) 改良直立倾斜试验(head-upright tilt test, HUT) 达到阳性标准;(5) 除外其他疾病等。对于存在基础心血管疾病的患儿则有必要进一步根据具体情况选择 1 项或多项下列检查,如超声心动图、24 h 动态心电图、右心导管检查术、心血管造影、运动试验等明确<sup>[2]</sup>。

## 2.1 HUT

晕厥的突发性使得无法在发作期间监测其血流动力学变化,而 HUT 可用于刺激机体引发晕厥且有效地模拟发作进程,被称作诊断晕厥的“金标准”。在排除其他可能的原因后,HUT 用于记录复发性晕厥患者的血管迷走神经反射,且在疑似 VVS 患者中诊断使用率相对较高<sup>[21]</sup>。

由于改良 HUT 对 VVS 诊断价值更高、用时更短,目前在临床上被广泛应用。其中出现先兆晕厥或晕厥为阳性,伴有或不伴有以下症状:(1) 心率减慢、窦性心动过缓( $<50$  次/min),窦性停搏代以交界性逸搏心律或一过性二度或二度以上房室传导阻滞或长达 3 s 以上的心脏停搏;(2) 血压下降,收缩压 $\leq 80$  mm Hg 和(或)舒张压 $\leq 50$  mm Hg,或平均动脉压下降 $\geq 25\%$ <sup>[22]</sup>。

## 2.2 心电图及 24 h 动态心电图 Holter 监测

自主神经功能紊乱是参与 VVS 发病的重要原因之一,故通过体表心电图及 24 h 动态心电图 Holter 监测来定量获得多种评价自主神经功能的心脏电生理参数在 VVS 的诊断和治疗效果评价中起着不可替代的作用。国内 ZHENG 等<sup>[9]</sup>首次应用 DC 定量评估 VVS 患者的心脏自主神经调控特征,发现 DC 具有潜在的辅助诊断价值。也有研究报道,由 24 h 动态心电图 Holter 监测记录获得的 Lorenz 散点图可用来诊断各种类型心率失常<sup>[23]</sup>,可能对 VVS 也有一定的辅助诊断意义。

## 2.3 其他

有研究者发现 VVS 组心电图心率变异性频域指标最大频域功率小时、肌酸激酶(CK)及肌酸激酶同工酶(CK-MB)明显低于对照组,提出明确该病的诱因与先兆症状并综合考量 24 h 动态心电图 Holter 监测、CK、CK-MB 等辅助检查结果可作为评估 VVS 患儿病情的重要依据<sup>[24]</sup>。

## 3 治 疗

晕厥发生时的及时诊治、防止意外发生及提高患儿生活质量是治疗 VVS 的主要目的。随着对 VVS 的不断研究与探索,目前儿童 VVS 无论是在早期识别、诊断还是治疗及预后等方面都有了巨大进展,而

个体化治疗策略更是为广大患儿生活质量的提高起到了重要作用。发作期的治疗包括健康宣教、药物治疗、射频消融、起搏治疗及其他等。

### 3.1 发作时的治疗

发作时应立即使患儿平卧,保持头低位,监测生命体征、血氧饱和度,检测血糖、血电解质,并进行心电图检查。若存在血压、心率不稳定,则根据患儿情况进行吸氧、扩容、心肺复苏等抢救措施。若生命体征平稳,则可在监护下予以观察,待意识恢复后继续完善检查评估病情、分析病因<sup>[25]</sup>。

### 3.2 发作间期的治疗

#### 3.2.1 非药物治疗

目前 VVS 的一线治疗主张保守治疗,多采用健康教育及生活方式的物理干预。

##### 3.2.1.1 健康教育

国内沙子墨等<sup>[26]</sup>通过 HUT,结合 VVS 患者随访结果提示健康教育可以减少此类患者再发晕厥风险。因此,临床医师应明确向患儿、家长甚至学校普及 VVS 的性质及其注意事项。

##### 3.2.1.2 自主神经功能锻炼

也称直立训练,具体操作为:在家长看护下,嘱患儿双脚足跟离墙 15 cm,头枕部及后背上部紧靠墙壁站立,双手自然垂放于身体两侧。站立时间以 3~5 min/次起,每周逐渐增加至 25 min/次,2 次/d,具体以患儿能耐受的时间为主。干毛巾擦拭也是自主神经功能锻炼的方法之一。在家长的帮助下,充分暴露患儿双前臂内侧及双小腿内侧面,以质地柔软的干毛巾自肢体近段至远端来回擦拭至皮肤略微发红,每个部位 5 min,2 次/d,帮助神经功能的恢复<sup>[27]</sup>。研究表明,加速指数(acceleration index, AI)和心率(heart rate, HR)在由仰卧位到直立位的增加程度对预测 VVS 患儿直立训练的疗效有一定的预测价值。VVS 患儿中尤其对于 AI $<26.77$  的患儿,直立训练可能有效性更高<sup>[28]</sup>。此外,有研究表明中药生脉散联合直立训练可更好地降低 VVS HUT 阳性率<sup>[29]</sup>。

#### 3.2.2 药物治疗

##### 3.2.2.1 口服补液盐(ORS-I)

增加饮食中盐的摄入是 VVS 治疗的基础,其机制是通过提高细胞外液的含量来尽可能减少由体位变化所致的血流动力学改变。CHU 等<sup>[30]</sup>提出 VVS 患儿采用基础治疗加 ORS 治疗共 6 个月可明显缓解 VVS 的发生。WEN 等<sup>[23]</sup>发现 ORS 是治疗儿童和青少年 VVS 的有效措施,且建议 2 个月为 1 个疗程。

##### 3.2.2.2 $\beta$ -肾上腺素能受体阻滞剂

$\beta$ -肾上腺素能受体阻滞剂是最常用药物,其用药基础是 VVS 患儿的异常 B-J 反射和高水平的血浆肾

上腺素和去甲肾上腺素,该药通过降低血液中儿茶酚胺的水平来减弱心室过度收缩,从而减少对心脏压力感受器的刺激。

KONG 等<sup>[31]</sup>发现,24 h 尿去甲肾上腺素测量对于预测  $\beta$ -肾上腺素能受体阻滞剂治疗的有效性很有价值,灵敏度为 70%,特异度为 100%。

此外,SONG 等<sup>[32]</sup>证明超声心动图衍生参数,如左心室射血分数和缩短分数均间接代表血浆儿茶酚胺水平,能更好地预测  $\beta$ -肾上腺素能受体阻滞剂对 VVS 患儿的治疗效果。ATICI 等<sup>[33]</sup>研究  $\beta$ -肾上腺素能受体阻滞剂治疗 Arg389Arg 基因型 VVS 患者的效果良好,表明 VVS 的病理生理涉及遗传、心理和环境等多因素。因此,治疗的选择可以基于基因的多态性来决定。

### 3.2.2.3 $\alpha$ -肾上腺素能受体激动剂

此类药物通过增加外周血管的收缩和减少静脉血容量来发挥作用,其代表药物盐酸米多君近年来备受关注。考虑到 VVS 患儿均存在外周血管收缩功能障碍, $\alpha$ -肾上腺素能受体激动剂可作用于  $\alpha$ -肾上腺素能受体,通过收缩小动、静脉来改善临床症状<sup>[1]</sup>。BAGRUL 等<sup>[34]</sup>对复发性 VVS、非药物治疗无效且接受米多君治疗的 24 例平均年龄为(15.12±0.89)岁的患者的档案进行回顾性分析,得出盐酸米多君治疗青少年复发性 VVS 安全有效的结论。

### 3.2.2.4 氟氢可的松

该类药物可增加肾脏对钠的重吸收,增加血容量,升高血管对缩血管物质的反应性,降低副交感神经活性<sup>[35]</sup>。但目前尚无研究提出某种相关的生物标记物来预测此类药物的疗效。

### 3.2.2.5 5-HT 前摄取抑制剂

5-HT 前摄取抑制剂可缓解 VVS 发作时的心动过缓和血压下降,这是由其选择性地抑制突触间隙对 5-HT 的重吸收来实现的<sup>[36]</sup>。

### 3.2.2.6 血管紧张素转换酶抑制剂(angiotensin converting enzyme inhibitors,ACEI)

有学者提出 ACEI 类药物能预防晕厥发生,这个作用是由其降低血中儿茶酚胺水平来实现的。曾春雨等<sup>[37]</sup>提出,卡托普利治疗儿童 VVS 具有非常可观的疗效,认为其能抑制血管紧张素的产生,减少对血管紧张素 II 受体的刺激,抑制儿茶酚胺的分泌,从而打断了迷走神经过度反应来发挥疗效。

### 3.2.3 射频消融

国内颜如玉等<sup>[38]</sup>提出迷走神经节射频导管消融术(radiofrequency catheter ablation,RFCA)从根源上解决了心脏神经功能紊乱的问题,其可能是目前治疗成人 VVS 最有效、可行的方式。AKSU 等<sup>[39]</sup>回顾

性随访难治性 VVS 患者中心脏神经消融术(cardiac nerve ablation,CNA)疗法与保守疗法的长期效果,得出相对保守疗法而言,在高度选择性 HUT 诱导的心脏抑制成年患者中,CNA 与随访期间晕厥复发的显著减少相关。此外,HONG 等<sup>[40]</sup>的研究提出神经节丛消融(GP 消融)可能被认为是运动诱发性 VVS 患者的一种治疗选择。然而,目前 RFCA 在儿童中大多用于室上性心动过速的治疗,而在儿童 VVS 的治疗中尚无报道,今后有望为儿童 VVS 的治疗开辟新天地。

### 3.2.4 起搏治疗

起搏器可在晕厥前检测到患儿心率的下降,并发送频率更快的心室起搏脉冲以增加心率及心输出量,维持脑的血流供应,防止或缓解部分 VVS 患儿迷走神经的过度激活而导致的心脏抑制<sup>[41]</sup>。近年来,闭环刺激起搏(closed loop stimulation pacing,CLS)作为一种新的起搏策略出现在难治性晕厥患者的治疗中。RUZIEH 等<sup>[42]</sup>提出 CLS 在降低难治性心脏抑制型 VVS 的发作频率和严重程度及心脏对 Holter 监测抑制反应方面可能优于常规起搏。PAECH 等<sup>[43]</sup>回顾性收集中位年龄为 2.7 岁(0.8~17.0 岁)的心脏抑制型 VVS 患儿的临床资料,提出 VVI 型起搏器可有效地避免不必要的心室刺激,通过提供足够的起搏心率在抑制期保证心输出量,在 VVS 患儿的治疗中具有较大的发展前景。然而,也有研究报道起搏治疗不推荐于 VVS 的治疗。因此,起搏治疗的疗效仍有相当大的争议,并且在儿童中应用更少,需要大量的临床试验进一步研究证实。

### 3.2.5 其他

PUEL 等<sup>[44]</sup>提出睡眠时的呼吸紊乱与 VVS 之间存在联系,因此适当的处理睡眠呼吸暂停综合征(SAS)可能有助于解决某些患儿的共病复发性 VVS。

## 4 小结与展望

综上所述,VVS 发病机制复杂,目前临床对本病的诊断更多依赖排他性诊断,主要根据详细的病史询问、体格检查、心电图检查及改良 HUT 等结果综合判断,是否存在敏感度及特异度均较高的诊断指标仍亟待解决。同时,VVS 的治疗主要体现个体化原则,目前存在的治疗药物在儿童群体中的应用需更多证据支持。相信随着对儿童 VVS 发病机制的不断深入研究,未来有望在机制上为儿童 VVS 的治疗找到新的靶点,帮助更多的患儿早日恢复身心健康。

## 参考文献

[1] CHESHIRE W J. Syncope [J]. Continuum

- (Minneapolis), 2017, 23(2):335-358.
- [2] LI H X, GAO L, YUAN Y. Advance in the understanding of vasovagal syncope in children and adolescents[J]. *World J Pediatr*, 2021, 17(1):58-62.
- [3] WANG Y R, DU J B, JIN H F, et al. Comorbidity of neurally mediated syncope and allergic disease in children[J]. *Front Immunol*, 2020, 11:1865.
- [4] TAO C, TANG C, JIN H, et al. Pediatric syncope: a hot issue in focus[J]. *Sci Bull (Beijing)*, 2020, 65(7):513-515.
- [5] 梁敏. 儿童血管迷走神经性晕厥的发病机制及治疗[J]. *儿科药学杂志*, 2017, 23(6):59-62.
- [6] FU Q, LEVINE B D. Pathophysiology of neurally mediated syncope: role of cardiac output and total peripheral resistance[J]. *Auton Neurosci*, 2014, 184:24-26.
- [7] LI H X, LIAO Y, HAN Z H, et al. Head-up tilt test provokes dynamic alterations in total peripheral resistance and cardiac output in children with vasovagal syncope[J]. *Acta Paediatr*, 2018, 107(10):1786-1791.
- [8] WANG Y Y, ZHANG C Y, CHEN S, et al. Frequency domain indices of heart rate variability are useful for differentiating vasovagal syncope and postural tachycardia syndrome in children[J]. *J Pediatr*, 2019, 207:59-63.
- [9] ZHENG L H, SUN W, LIU S Y, et al. The diagnostic value of cardiac deceleration capacity in vasovagal syncope[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2020, 13(12):e008659.
- [10] KOLARCZYK E, MARKIEWICZ-ŁOSKOT G, SZYDŁOWSKI L. The repolarization period during the head-up tilt test in children with vasovagal syncope[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(6):1908.
- [11] KONG Q Y, YANG X F, CAI Z F, et al. Twenty-four-hour urine NE level as a predictor of the therapeutic response to metoprolol in children with recurrent vasovagal syncope[J]. *Ir J Med Sci*, 2019, 188(4):1279-1287.
- [12] MÁRQUEZ M F, ALLENDE R, MÁRQUEZ-VELASCO R, et al. Role of nitric oxide in vasovagal syncope. A puzzle solved but there could be another piece[J]. *Heart*, 2018, 104(9):786.
- [13] YANG J Y, LI H X, OCHS T, et al. Erythrocytic hydrogen sulfide production is increased in children with vasovagal syncope[J]. *J Pediatr*, 2015, 166(4):965-969.
- [14] LIAO Y, XU W R, LI H X, et al. Plasma neuropeptide Y levels in vasovagal syncope in children[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2017, 130(23):2778-2784.
- [15] 李红霞, 廖莹, 憨贞慧, 等. 患儿血管迷走性晕厥直立倾斜试验血浆 C 型钠尿肽变化及其意义[J]. *中国实用儿科杂志*, 2017, 32(2):133-136.
- [16] BAI W, CHEN S, TANG C S, et al. Gut microbiota analysis and its significance in vasovagal syncope in children[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2019, 132(4):411-419.
- [17] SONG J Q, TAO C Y, CHEN G Z, et al. Reduced 24-h Sodium excretion is associated with a disturbed plasma acylcarnitine profile in vasovagal syncope children: a pilot study[J]. *Front Pediatr*, 2020, 8:98.
- [18] ZHANG Q Y, LI Y Q, LIAO Y, et al. Significance of red cell distribution width in the differential diagnosis between neurally mediated syncope and arrhythmic syncope in children[J]. *Cardiol Young*, 2017, 27(4):691-696.
- [19] 何坤, 董湘玉. 儿童血管迷走性晕厥研究进展[J]. *兰州大学学报(医学版)*, 2019, 45(2):81-87, 92.
- [20] 徐文瑞, 廖莹, 金红芳, 等. 儿童晕厥诊断和治疗进展[J]. *北京大学学报(医学版)*, 2017, 49(5):756-759.
- [21] BARÓN-ESQUIVIAS G, DÍAZ MARTÍN A J, DEL CASTILLO Á M, et al. Head-up tilt test diagnostic yield in syncope diagnosis[J]. *J Electrocardiol*, 2020, 63:46-50.
- [22] 刘扬, 蒋次波, 李芳, 等. 改良直立试验对儿童及青少年体位性心动过速综合征的诊断价值[J]. *中国小儿急救医学*, 2018, 25(9):709-711.
- [23] WEN C, WANG S, ZOU R, et al. Duration of treatment with oral rehydration salts for vasovagal syncope in children and adolescents[J]. *Turk J Pediatr*, 2020, 62(5):820-825.
- [24] 任增志, 林丽, 王道昉. 儿童血管迷走性晕厥临床分析[J]. *国际儿科学杂志*, 2020, 47(7):507-510.
- [25] 徐文瑞, 金红芳, 杜军保. 进一步关注儿童晕厥

- 的诊治[J]. 中国医刊, 2016, 51(5): 1-2.
- [26] 沙子墨, 施姣姣, 顾凯, 等. 血管迷走性晕厥单中心 294 例结果分析[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(1): 48-52.
- [27] 王圆圆, 金红芳, 杜军保. 儿童自主神经介导性晕厥的治疗[J]. 中国实用儿科杂志, 2020, 35(8): 585-588.
- [28] TAO C Y, LI X Y, TANG C S, et al. Acceleration index predicts efficacy of orthostatic training on vasovagal syncope in children[J]. *J Pediatr*, 2019, 207: 54-58.
- [29] 马旭辉, 岑明秋, 方天富, 等. 生脉散联合倾斜训练治疗血管迷走神经性晕厥的疗效[J]. 中国现代医生, 2020, 58(27): 58-61.
- [30] CHU W H, WANG C, WU L J, et al. Oral rehydration salts: an effective choice for the treatment of children with vasovagal syncope[J]. *Pediatr Cardiol*, 2015, 36(4): 867-872.
- [31] KONG Q Y, YANG X F, CAI Z F, et al. Twenty-four-hour urine NE level as a predictor of the therapeutic response to metoprolol in children with recurrent vasovagal syncope[J]. *Ir J Med Sci*, 2019, 188(4): 1279-1287.
- [32] SONG J Y, LI H X, WANG Y L, et al. Left ventricular ejection fraction and fractional shortening are useful for the prediction of the therapeutic response to metoprolol in children with vasovagal syncope[J]. *Pediatr Cardiol*, 2018, 39(7): 1366-1372.
- [33] ATICI A, RASIH-SONSOZ M, ALI-BARMAN H, et al. The role of  $\beta$ -1 receptor gene polymorphism in  $\beta$ -Blocker therapy for vasovagal syncope[J]. *Rev Invest Clin*, 2020, 72(5): 300-307.
- [34] BAGRUL D, ECE I, YILMAZ A, et al. Midodrine treatment in children with recurrent vasovagal syncope[J]. *Cardiol Young*, 2021, 31(5): 817-821.
- [35] HASAN B, ALMASRI J, MARWA B, et al. Treatment of postural orthostatic tachycardia syndrome with medication: a systematic review[J]. *J Child Neurol*, 2020, 35(14): 1004-1016.
- [36] 石琳, 邓燕骏. 5-羟色胺、催乳素及皮质醇与血管迷走性晕厥[J]. 中国实用儿科杂志, 2020, 35(8): 595-599.
- [37] 曾春雨, 孙久福, 刘光耀. 卡托普利治疗小儿血管迷走性晕厥的疗效及其机制[J]. 中华儿科杂志, 1998, 36(7): 37-40.
- [38] 颜如玉, 朱世杰, 赵海玉, 等. 射频导管消融术治疗血管迷走性晕厥的进展[J]. 心血管病学进展, 2020, 41(12): 1231-1233, 1263.
- [39] AKSU T, PADMANABHAN D, SHENTHAR J, et al. The benefit of cardioneuroablation to reduce syncope recurrence in vasovagal syncope patients: a case-control study[J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2022, 63(1): 77-86.
- [40] HONG X L, JIANG R H, ZHU J H, et al. Ganglionated plexi ablation to treat exercise-induced vasovagal syncope: a case report [J]. *Heart Rhythm Case Rep*, 2020, 6(11): 854-857.
- [41] BRIGNOLE M, AURICCHIO A, BARON-ESQUIVIAS G, et al. 2013 ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the task force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA) [J]. *Europace*, 2013, 15(8): 1070-1118.
- [42] RUZIEH M, AMMARI Z, DASA O, et al. Role of closed loop stimulation pacing (CLS) in vasovagal syncope[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2017, 40(11): 1302-1307.
- [43] PAECH C, WAGNER F, MENSCH S, et al. Cardiac pacing in cardioinhibitory syncope in children[J]. *Congenit Heart Dis*, 2018, 13(6): 1064-1068.
- [44] PUEL V, GODARD I, PAPAIOANNOU G, et al. Management of sleep apnoea syndrome (SAS) in patients with vasovagal syncope (VVS): a protocol for the VVS-SAS cohort study[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(9): e038791.