

论著

# 神经源性直立性低血压患者直立倾斜试验血流动力学的特点



开放科学(资源服务)  
标识码(OSID)

王佳玉 吴越阳 张佳 刘杰昕

**[摘要]** 目的 探讨神经源性直立性低血压(neurogenic orthostatic hypotension, nOH)患者直立倾斜试验血流动力学参数的特点。方法 选取在我院晕厥门诊就诊并被诊断为典型nOH的患者。收集这些患者直立倾斜试验的血流动力学参数,包括平卧位和倾斜直立位的收缩压、舒张压、平均动脉压、心率、每搏量、心排血量和系统血管阻力,并进行回顾性分析。根据年龄进行分组,≥60岁组46例,<60岁组36例。比较两组患者在平卧位和倾斜直立位第1、2、3分钟上述血流动力学参数的特点。结果 患者从平卧位至倾斜直立位,系统血管阻力均未增加。年龄≥60岁的患者,从平卧位到倾斜直立位,心率增加值、每搏量降低值及其变化幅度均较年龄<60岁患者更小。结论 典型的nOH患者,从平卧位到倾斜直立位,系统血管阻力增加受损。<60岁的患者倾斜直立后心率增加和每搏量降低更显著。

**[关键词]** 神经源性直立性低血压;晕厥;直立倾斜试验;自主神经功能障碍

**[中图分类号]** R540.4;R544.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095-9354(2022)06-0422-07

**DOI:** 10.13308/j.issn.2095-9354.2022.06.008

**[引用格式]** 王佳玉,吴越阳,张佳,等.神经源性直立性低血压患者直立倾斜试验血流动力学特点[J].实用心电学杂志,2022,31(6):422-428.

## Hemodynamic characteristics of patients with neurogenic orthostatic hypotension in head-up tilt test

WANG Jiayu<sup>1</sup>, WU Yueyang<sup>1</sup>, ZHANG Jia<sup>2</sup>, LIU Jiexin<sup>1</sup> (1. Department of Neurocardiology 2. Department of Neurology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the hemodynamic parameter characteristics of patients with neurogenic orthostatic hypotension (nOH) in the head-up tilt test (HUTT). **Methods** Patients diagnosed with typical nOH in the syncope clinic of our hospital were selected. Hemodynamic parameters of these patients during HUTT including systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean arterial pressure, heart rate, stroke volume, cardiac output and systemic vascular resistance in the supine and tilted upright positions were collected, and retrospectively analyzed. The patients were divided into two groups according to age (age ≥60 years group with 46 patients and age <60 years group with 36 patients). The characteristics of the above hemodynamic parameters were compared between the two groups in the supine position, and at the 1st, 2nd, and 3rd minute in tilted upright position. **Results** For all patients, systemic vascular resistance does not increase from the supine to the tilted upright position. The increase of heart rate, the decrease of stroke volume and their degree of variability from the supine to the tilted upright position are significantly lower in patients ≥60 years than those in patients <60 years. **Conclusion** In patients with typical nOH, the increase of systemic vascular resistance from the supine position to

基金项目:空间站工程航天医学实验领域资助项目(HYZHXM01011)

作者单位:100050北京首都医科大学附属北京天坛医院神经心脏中心(王佳玉,吴越阳,刘杰昕)神经病学中心(张佳)

作者简介:王佳玉,副主任医师,主要从事晕厥和自主神经功能的诊断和评估等研究。

通信作者:刘杰昕 E-mail:jiexinliu@hotmail.com

the tilted upright position is impaired. Among these patients < 60 years, heart rate increases and stroke volume decreases significantly in the tilted upright position.

**[Key words]** neurogenic orthostatic hypotension; syncope; head-up tilt test; autonomic dysfunction

直立性低血压(orthostatic hypotension, OH)是自主神经功能障碍的重要表现,也是晕厥的常见病因<sup>[1-2]</sup>。OH患者常出现脑灌注不足症状,使跌倒风险增加,严重影响患者的生活质量。OH病因分为神经源性和非神经源性<sup>[3-4]</sup>。神经源性直立性低血压(neurogenic orthostatic hypotension, nOH)患者由于交感神经释放去甲肾上腺素减少,直立时血管收缩能力下降,常见于糖尿病、帕金森病、多系统萎缩以及单纯自主神经功能衰竭等患者<sup>[5-6]</sup>。由于nOH的病因是外周或中枢神经系统疾病,因此其治疗和改善相对困难<sup>[7-8]</sup>。同时,nOH患者常伴有平卧位高血压,增加了治疗的复杂性和挑战性<sup>[9]</sup>。

临床上,应对以下几类患者进行OH筛查:

① 疑似或患有自主神经功能障碍相关的神经系统疾病的患者,如帕金森病、多系统萎缩、路易体痴呆、单纯性自主神经功能障碍;② 曾发生不能确定病因的跌倒或晕厥的患者;③ 患有与自主神经功能障碍相关的外周神经病变的患者,如淀粉样变性、糖尿病;④ 服用多种药物的≥70岁的患者;⑤ 体位变化发生头晕或仅在站立时发生非特异性症状的患者。OH筛查手段具体包括诊室内和家中坐位、站立位血压监测,自主神经功能评价,动态血压监测以及相关生物学标志物检测;早期识别有nOH风险的人群,并进行适当治疗,这是至关重要的<sup>[10]</sup>。

本研究为回顾性研究,旨在探讨典型nOH患者在直立倾斜试验(head-up tilt test, HUTT)中血流动力学的特点以及年龄对血流动力学的影响。既往研究多采用袖带法监测血压,可能导致体位变化时血流动力学参数测量的不及时,而本研究使用无创连续逐搏血压监测,旨在提高血流动力学参数监测的及时性和准确性,为临床准确识别OH患者以及探讨其血流动力学变化模式提供基础。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2021年1至12月在首都医科大学附属北京天坛医院神经心脏中心晕厥门诊就诊、明确诊断为典型nOH的患者,根据年龄进行分组(≥60岁组和<60岁组)。所有患者均完成HUTT。典型OH的诊断标准:在70°头高位直立倾斜后3min内,收缩压下降≥20 mmHg或舒张压下降≥10 mmHg<sup>[11-13]</sup>。

nOH的诊断标准:除符合OH诊断标准外,还伴有自主神经系统损伤<sup>[10]</sup>。对患者进行综合评估,排除心源性、血管性、医源性等其他原因引起的非神经源性OH。

研究方案符合《赫尔辛基宣言》的伦理准则,并经医院伦理委员会批准。对患者临床资料的使用已获得患者本人及其家属或法定监护人的知情同意。

### 1.2 资料收集

收集患者的一般资料(年龄、性别、身高、体重)和既往病史(高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病、脑血管病、外周血管疾病)。HUTT的血流动力学参数包括平卧位和倾斜直立位的收缩压(systolic blood pressures, SBP)、舒张压(diastolic blood pressures, DBP)、平均动脉压(mean arterial pressures, MAP)、心率(heart rate, HR)、每搏量(stroke volume, SV)、心排血量(cardiac output, CO)和系统血管阻力(systemic vascular resistance, SVR)。

### 1.3 直立倾斜试验

HUTT均在09:00—13:00、保持室温相对稳定于(23±1)℃的情况下完成。受试者试验前4h禁食,停用可影响自主神经功能和心血管活性的药物至少5个半衰期,不饮酒、浓茶和含有咖啡因的饮料。在动态心电监测、无创连续血流动力学监测下,受试者先平卧5min,继而开始70°头高位HUTT。试验终止条件:患者出现晕厥或晕厥先兆反应(如面色苍白、出汗、黑矇、视力模糊、胸闷、呼吸急促、反应减慢等),血压显著降低(收缩压≤80 mmHg或舒张压≤50 mmHg)和(或)心动过缓(窦性心率≤40次/min超过10s,伴或不伴窦性停搏≥3s)。如倾斜直立20min内未达到终止条件,则于倾斜直立状态下舌下含服硝酸甘油片0.25mg,继续进行药物负荷试验,最长达15min;在HUTT全程中,一旦达到终止条件,立即终止试验。

### 1.4 血流动力学参数分析

血压和心率数据使用无创连续逐搏血压监测仪(指动脉红外光电容积描记法,Finometer Model 1,Finapres Medical System,荷兰)采集。手指夹置于右手中指第二指节,高度传感器分别固定于手指夹和患者心脏水平位置,并在试验开始前,使用设备内置的上臂袖带血压测量仪校正连续血压数据<sup>[14-16]</sup>。获取患者血压的逐搏变化数据后,脱机

后使用 BeatScope 1.1a 软件(内置 Modelflow 算法)计算 SBP、DBP、MAP、HR、SV、CO 和 SVR 的逐搏数据。分别计算上述各参数在 5 min 平卧位的平均值,作为患者平卧位血流动力学参数。如果患者在倾斜直立 3 min 内未达到终止条件,则分别计算倾斜直立位每分钟(第 1、2、3 分钟)各血流动力学参数的平均值。如果患者在倾斜直立 3 min 内达到终止条件,则终止 HUTT,计算其在实际倾斜直立时间内每分钟各血流动力学参数的平均值。

患者倾斜直立后,SBP、DBP、MAP 的最小值分别表示为  $SBP_{min}$ 、 $DBP_{min}$ 、 $MAP_{min}$ ;SV 和 CO 的最小值分别表示为  $SV_{min}$  和  $CO_{min}$ ;HR 和 SVR 的最大值分别表示为  $HR_{max}$  和  $SVR_{max}$ 。患者从平卧位到倾斜直立位血流动力学参数变化的数值分别表示如下:  
 $\Delta SBP_{min} = SBP_{平卧位} - SBP_{min}$ ,  $\Delta DBP_{min} = DBP_{平卧位} - DBP_{min}$ ,  $\Delta MAP_{min} = MAP_{平卧位} - MAP_{min}$ ,  $\Delta HR_{max} = HR_{平卧位} - HR_{max}$ ,  $\Delta SV_{min} = SV_{平卧位} - SV_{min}$ ,  $\Delta CO_{min} = CO_{平卧位} - CO_{min}$  和  $\Delta SVR_{max} = SVR_{平卧位} - SVR_{max}$ 。从平卧位到倾斜直立位血流动力学参数变化的幅度分别表示如下:  
 $\Delta SBP_{min}(\%) = (SBP_{平卧位} - SBP_{min}) / SBP_{平卧位}$ ,  $\Delta DBP_{min}(\%) = (DBP_{平卧位} - DBP_{min}) / DBP_{平卧位}$ ,  $\Delta MAP_{min}(\%) = (MAP_{平卧位} - MAP_{min}) / MAP_{平卧位}$ ,

$\Delta HR_{max}(\%) = (HR_{平卧位} - HR_{max}) / HR_{平卧位}$ ,  $\Delta SV_{min}(\%) = (SV_{平卧位} - SV_{min}) / SV_{平卧位}$ ,  $\Delta CO_{min}(\%) = (CO_{平卧位} - CO_{min}) / CO_{平卧位}$  和  $\Delta SVR_{max}(\%) = (SVR_{平卧位} - SVR_{max}) / SVR_{平卧位}$ 。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用  $t$  检验;不符合正态分布的计量资料采用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,两组间比较采用秩和检验。计数资料采用  $n(\%)$  表示,两组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用重复测量方差分析,比较平卧位和倾斜直立位每分钟血流动力学参数的变化。所有统计检验均为双侧检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

本研究共纳入 82 例患者,其中男 68 例、女 14 例。根据患者年龄进行分组, $\geq 60$  岁组 46 例, $< 60$  岁组 36 例。 $\geq 60$  岁组患者高血压发生率显著高于  $< 60$  岁组(52.17% vs. 27.78%,  $P < 0.05$ )。两组患者在性别、糖尿病、高脂血症、冠心病、脑血管病和外周血管疾病方面差异无统计学意义。两组患者一般资料比较见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

项目	$\geq 60$ 岁组 ( $n = 46$ )	$< 60$ 岁组 ( $n = 36$ )	检验统计量	$P$ 值
年龄/岁	68.57 $\pm$ 6.95	51.00 $\pm$ 5.98	$t = 12.060$	$< 0.01$
男性 [ $n(\%)$ ]	40(86.96)	28(77.78)	$\chi^2 = 1.202$	$> 0.05$
身高/cm	169.65 $\pm$ 6.44	172.00 $\pm$ 8.26	$t = -1.447$	$> 0.05$
体重/kg	70.57 $\pm$ 10.42	69.44 $\pm$ 12.97	$t = 0.434$	$> 0.05$
体重指数/( $kg \cdot m^{-2}$ )	24.49 $\pm$ 3.14	23.32 $\pm$ 2.88	$t = 1.733$	$> 0.05$
高血压 [ $n(\%)$ ]	24(52.17)	10(27.78)	$\chi^2 = 4.952$	$< 0.05$
糖尿病 [ $n(\%)$ ]	16(34.78)	12(33.33)	$\chi^2 = 0.019$	$> 0.05$
高脂血症 [ $n(\%)$ ]	22(47.83)	16(44.44)	$\chi^2 = 0.093$	$> 0.05$
冠心病 [ $n(\%)$ ]	18(39.13)	8(22.22)	$\chi^2 = 2.666$	$> 0.05$
脑血管病 [ $n(\%)$ ]	24(52.17)	18(50.00)	$\chi^2 = 0.038$	$> 0.05$
外周血管疾病 [ $n(\%)$ ]	2(4.35)	2(5.56)		$> 0.05$

### 2.2 血流动力学分析

患者在倾斜直立第 1、2 分钟的 SBP、DBP、MAP 显著降低( $P$  均  $< 0.01$ ),SV、CO 在倾斜直立第 1、2、

3 分钟均显著降低( $P < 0.05$ ),HR 在倾斜直立第 1、2 分钟显著升高( $P < 0.01$ ),SVR 在倾斜直立第 1 分钟显著降低( $P < 0.01$ )。见表 2。

表 2 平卧位和倾斜直立位每分钟血流动力学参数的比较

项目	平卧位 ( $n = 82$ )	倾斜直立 第 1 分钟 ( $n = 82$ )	$t$ 值	$P$ 值	倾斜直立 第 1 分钟 ( $n = 76$ )	倾斜直立 第 2 分钟 ( $n = 76$ )	$t$ 值	$P$ 值	倾斜直立 第 2 分钟 ( $n = 66$ )	倾斜直立 第 3 分钟 ( $n = 66$ )	$t$ 值	$P$ 值

续表

项目	平卧位		t 值	P 值	倾斜直立第 1 分钟		t 值	P 值	倾斜直立第 2 分钟		t 值	P 值
	(n=82)	倾斜直立第 1 分钟 (n=82)			(n=76)	倾斜直立第 2 分钟 (n=76)			(n=66)	倾斜直立第 3 分钟 (n=66)		
DBP/mmHg	70.84 ± 9.54	59.71 ± 11.64	14.287	<0.01	61.11 ± 10.84	58.54 ± 11.63	3.971	<0.01	60.13 ± 11.41	60.71 ± 11.82	-1.284	>0.05
MAP/mmHg	96.11 ± 12.62	77.92 ± 14.29	18.750	<0.01	79.85 ± 12.94	74.37 ± 14.56	6.056	<0.01	76.65 ± 14.07	77.28 ± 15.06	-0.978	>0.05
HR/(次·min <sup>-1</sup> )	67.76 ± 9.94	72.28 ± 13.20	-7.587	<0.01	72.64 ± 13.58	77.38 ± 14.66	-14.605	<0.01	76.53 ± 15.22	76.33 ± 14.76	0.651	>0.05
SV/mL	115.25 ± 38.45	96.84 ± 34.23	8.326	<0.01	100.03 ± 33.46	85.22 ± 30.48	15.313	<0.01	87.45 ± 30.99	85.73 ± 29.23	2.581	<0.05
CO/(L·min <sup>-1</sup> )	7.64 ± 2.27	6.73 ± 1.97	6.077	<0.01	6.96 ± 1.85	6.34 ± 1.80	9.217	<0.01	6.40 ± 1.76	6.29 ± 1.72	2.449	<0.05
SVR/(dyn·s·cm <sup>-5</sup> )	0.82 ± 0.24	0.75 ± 0.23	3.654	<0.01	0.74 ± 0.24	0.76 ± 0.25	-1.774	>0.05	0.76 ± 0.25	0.79 ± 0.25	-2.984	<0.01

SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; MAP: 平均动脉压; HR: 心率; SV: 每搏量; CO: 心排量; SVR: 系统血管阻力。在倾斜直立时, 第 1 分钟有 6 例患者、第 2 分钟有 10 例患者因符合终止条件而终止倾斜直立, 因此在进行平卧位和倾斜直立位每分钟血流动力学参数比较时, 样本量存在差异。

平卧位时, ≥60 岁组患者的 HR 显著低于 <60 岁组患者 (P < 0.01)。与 <60 岁患者相比, ≥60 岁患者倾斜直立第 1、2、3 分钟 HR 更低, 而 SV 更高, 且差异有统计学意义 (P 均 < 0.01)。见表 3。

表 3 两组患者平卧位和倾斜直立位每分钟血流动力学参数比较

项目	平卧位				倾斜直立第 1 分钟			
	≥60 岁组 (n=46)	<60 岁组 (n=36)	t 值	P 值	≥60 岁组 (n=46)	<60 岁组 (n=36)	t 值	P 值
SBP/mmHg	141.94 ± 22.34	132.97 ± 18.88	1.929	>0.05	115.92 ± 22.25	106.51 ± 17.90	2.166	<0.05
DBP/mmHg	69.87 ± 10.15	72.08 ± 8.68	-1.043	>0.05	59.13 ± 9.90	60.47 ± 13.65	-0.515	>0.05
MAP/mmHg	95.99 ± 13.42	96.27 ± 11.69	-0.101	>0.05	78.51 ± 13.97	77.17 ± 14.85	0.419	>0.05
HR/(次·min <sup>-1</sup> )	64.43 ± 8.61	72.02 ± 10.01	-3.620	<0.01	67.42 ± 10.72	78.49 ± 13.59	-4.123	<0.01
SV/mL	118.80 ± 44.82	110.73 ± 28.31	0.994	>0.05	104.49 ± 38.53	87.07 ± 25.05	2.471	<0.05
CO/(L·min <sup>-1</sup> )	7.45 ± 2.45	7.89 ± 2.05	-0.882	>0.05	6.80 ± 2.14	6.64 ± 1.76	0.346	>0.05
SVR/(dyn·s·cm <sup>-5</sup> )	0.86 ± 0.29	0.76 ± 0.15	1.842	>0.05	0.76 ± 0.26	0.74 ± 0.20	0.337	>0.05
项目	倾斜直立第 2 分钟				倾斜直立第 3 分钟			
	≥60 岁组 (n=44)	<60 岁组 (n=32)	t 值	P 值	≥60 岁组 (n=38)	<60 岁组 (n=28)	t 值	P 值
SBP/mmHg	104.28 ± 24.41	100.42 ± 13.88	0.872	>0.05	109.21 ± 24.60	103.86 ± 16.09	1.064	>0.05
DBP/mmHg	56.26 ± 10.67	61.68 ± 12.31	-2.001	0.05	58.30 ± 11.47	63.98 ± 11.70	-1.974	>0.05
MAP/mmHg	72.99 ± 15.32	76.26 ± 13.43	-0.996	>0.05	76.02 ± 15.99	78.98 ± 13.82	-0.785	>0.05
HR(次·min <sup>-1</sup> )	71.32 ± 11.85	85.73 ± 14.17	-4.818	<0.01	69.64 ± 10.64	85.41 ± 14.86	-4.787	<0.01
SV/mL	92.69 ± 34.82	74.97 ± 19.44	2.824	<0.01	95.33 ± 31.14	72.70 ± 20.54	3.553	<0.01
CO/(L·min <sup>-1</sup> )	6.40 ± 2.12	6.25 ± 1.28	0.378	>0.05	6.50 ± 1.96	6.00 ± 1.30	1.219	>0.05
SVR/(dyn·s·cm <sup>-5</sup> )	0.75 ± 0.27	0.77 ± 0.23	-0.387	>0.05	0.82 ± 0.28	0.82 ± 0.21	-1.054	>0.05

SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; MAP: 平均动脉压; HR: 心率; SV: 每搏量; CO: 心排量; SVR: 系统血管阻力。在倾斜直立时, 第 1 分钟有 6 例患者、第 2 分钟有 10 例患者因符合终止条件而终止倾斜直立, 因此在进行每分钟血流动力学参数比较时, 样本量存在差异。

同 <60 岁患者相比, ≥60 岁患者倾斜直立后, HR<sub>max</sub> 更低, SV<sub>min</sub> 更高, 且差异均有统计学意义 (P 均 < 0.01); 从平卧位到倾斜直立位, HR 增加值 (ΔHR<sub>max</sub>) 的绝对值以及 SV 减小值 (ΔSV<sub>min</sub>) 显著减小 (P < 0.01), 对应的变化幅度 ΔHR<sub>max</sub> (%) 和 ΔSV<sub>min</sub> (%) 也显著减小 (P < 0.05)。见表 4。

表 4 两组患者从平卧位至倾斜直立位血流动力学参数变化的数值及变化幅度比较

项目	≥60 岁组 (n = 46)	<60 岁组 (n = 36)	t 值	P 值
SBP <sub>min</sub> /mmHg	87.91 ± 23.55	82.39 ± 20.53	1.114	>0.05
DBP <sub>min</sub> /mmHg	45.78 ± 11.55	48.50 ± 15.49	-0.910	>0.05
MAP <sub>min</sub> /mmHg	60.70 ± 14.44	61.39 ± 17.41	-0.197	>0.05
HR <sub>max</sub> / (次 · min <sup>-1</sup> )	76.65 ± 12.64	90.06 ± 16.23	-4.205	<0.01
SV <sub>min</sub> /mL	75.51 ± 34.12	52.18 ± 17.72	3.999	<0.01
CO <sub>min</sub> / (L · min <sup>-1</sup> )	4.76 ± 1.87	4.47 ± 1.26	0.803	>0.05
SVR <sub>max</sub> / (dyn · s · cm <sup>-5</sup> )	1.06 ± 0.39	1.09 ± 0.41	-0.341	>0.05
ΔSBP <sub>min</sub> /mmHg	54.03 ± 16.54	50.58 ± 23.54	0.746	>0.05
ΔDBP <sub>min</sub> /mmHg	24.09 ± 10.74	23.58 ± 10.83	0.211	>0.05
ΔMAP <sub>min</sub> /mmHg	35.29 ± 11.69	34.88 ± 15.11	0.138	>0.05
ΔHR <sub>max</sub> / (次 · min <sup>-1</sup> )	-12.22 ± 6.33	-18.03 ± 10.66	2.894	<0.01
ΔSV <sub>min</sub> /mL	43.28 ± 20.33	58.54 ± 20.10	-3.391	<0.01
ΔCO <sub>min</sub> / (L · min <sup>-1</sup> )	2.69 ± 1.69	3.42 ± 1.72	-1.908	>0.05
ΔSVR <sub>max</sub> / (dyn · s · cm <sup>-5</sup> )	-0.20 ± 0.26	-0.32 ± 0.39	1.697	>0.05
ΔSBP <sub>min</sub> (%) /%	38.40 ± 10.85	37.60 ± 14.78	0.271	>0.05
ΔDBP <sub>min</sub> (%) /%	34.22 ± 14.12	33.70 ± 17.22	0.152	>0.05
ΔMAP <sub>min</sub> (%) /%	36.85 ± 11.05	36.47 ± 15.32	0.127	>0.05
ΔHR <sub>max</sub> (%) /%	-18.84 ± 8.89	-25.05 ± 14.55	2.253	<0.05
ΔSV <sub>min</sub> (%) /%	37.64 ± 14.76	52.30 ± 11.15	-4.952	<0.01
ΔCO <sub>min</sub> (%) /%	35.91 ± 17.81	42.39 ± 13.95	-1.806	>0.05
ΔSVR <sub>max</sub> (%) /%	-25.79 ± 28.98	-44.41 ± 60.00	1.713	>0.05

SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; MAP: 平均动脉压; HR: 心率; SV: 每搏量; CO: 心排量; SVR: 系统血管阻力。ΔSBP<sub>min</sub> = SBP<sub>平卧位</sub> - SBP<sub>min</sub>, ΔDBP<sub>min</sub> = DBP<sub>平卧位</sub> - DBP<sub>min</sub>, ΔMAP<sub>min</sub> = MAP<sub>平卧位</sub> - MAP<sub>min</sub>, ΔHR<sub>max</sub> = HR<sub>平卧位</sub> - HR<sub>max</sub>, ΔSV<sub>min</sub> = SV<sub>平卧位</sub> - SV<sub>min</sub>, ΔCO<sub>min</sub> = CO<sub>平卧位</sub> - CO<sub>min</sub>, ΔSVR<sub>max</sub> = SVR<sub>平卧位</sub> - SVR<sub>max</sub>, ΔSBP<sub>min</sub> (%) = (SBP<sub>平卧位</sub> - SBP<sub>min</sub>) / SBP<sub>平卧位</sub>, ΔDBP<sub>min</sub> (%) = (DBP<sub>平卧位</sub> - DBP<sub>min</sub>) / DBP<sub>平卧位</sub>, ΔMAP<sub>min</sub> (%) = (MAP<sub>平卧位</sub> - MAP<sub>min</sub>) / MAP<sub>平卧位</sub>, ΔHR<sub>max</sub> (%) = (HR<sub>平卧位</sub> - HR<sub>max</sub>) / HR<sub>平卧位</sub>, ΔSV<sub>min</sub> (%) = (SV<sub>平卧位</sub> - SV<sub>min</sub>) / SV<sub>平卧位</sub>, ΔCO<sub>min</sub> (%) = (CO<sub>平卧位</sub> - CO<sub>min</sub>) / CO<sub>平卧位</sub>, ΔSVR<sub>max</sub> (%) = (SVR<sub>平卧位</sub> - SVR<sub>max</sub>) / SVR<sub>平卧位</sub>。

### 3 讨论

OH 的发病率随年龄增长而升高,半数患者伴有卧位高血压,常不被早期识别或出现漏诊,而这可能是一个与心脑血管系统疾病全因死亡率升高相关的因素,也容易被忽视<sup>[3]</sup>。在 HUTT 时进行连续无创血压测量,使我们能够观察到血压从平卧位到倾斜直立位的快速变化,并据此研究 nOH 患者潜在的血流动力学机制<sup>[17-18]</sup>。

#### 3.1 系统血管阻力增加受损

SVR 增加是从平卧位到倾斜直立位时收缩压得以维持的主要决定性因素。而在本研究中, nOH 患者从平卧位到倾斜直立位时, SVR 增加受损。

生理情况下人体主动站立时,下肢和腹部的肌肉收缩,压迫下肢和腹腔的血管,增加回心血量,从而维持血压。而在本研究中, nOH 患者在倾斜直立

状态下血压下降,原因是 CO 增加和 SVR 增加之间的供需不匹配,甚至可能出现 SVR 的明显下降。不同病因 OH 患者的 SVR 增加受损有不同的机制<sup>[2, 19-20]</sup>: 在非 nOH 患者中,由于循环系统血容量较低, SVR 不增加,因此 CO 降低,通常伴有代偿性心动过速;在 nOH 患者中,交感去甲肾上腺素能衰竭导致倾斜直立时 SVR 增加受损。此外,血管活性药物和精神类药物也会影响 SVR。因此,明确 OH 的病因对患者的治疗和预后尤为重要。HUTT 可作为评估自主神经功能的重要无创检测方法<sup>[13-21]</sup>,再结合心率和 SVR 的变化趋势,可做出进一步评估。鉴于 SVR 在维持直立位血压方面的重要作用,使用腿部弹力袜和反复倾斜训练对改善 nOH 患者的症状可能有效<sup>[22-24]</sup>。

#### 3.2 倾斜直立的血流动力学变化模式

本研究比较了典型 nOH 患者在倾斜直立后每

分钟血流动力学参数变化的幅度,发现其最大幅度发生在倾斜直立的第1分钟,此后2 min血流动力学参数变化的幅度均减缓。这种血流动力学变化模式不同于初发型OH和延迟型OH。

在健康青少年和年轻成年人中使用逐搏血流动力学监测测量SV,并计算CO和SVR,得出在倾斜直立初始时CO增加,而SVR明显下降<sup>[25-26]</sup>。因此,初发型OH的血压下降是由于CO和SVR出现暂时性不匹配。在延迟型OH患者中,SVR的增加明显减少,而CO的下降缓慢<sup>[27]</sup>。延迟型OH与SVR反应受损相关,原因可能与交感缩血管神经功能受损或血管扩张剂的使用有关。

### 3.3 年龄对每搏量和心率变化的影响

在本研究中, $\geq 60$ 岁患者倾斜直立位同平卧位进行相比,SV下降更少,原因是容量血管的硬化和血管顺应性的降低<sup>[28-29]</sup>:一方面,由于直立位时血管收缩能力下降,更多的血液聚集在腹腔内;另一方面,心肌顺应性降低导致需要更多的心脏前负荷来维持左心室充盈。因此,随着年龄的增加,心肌顺应性降低,左心室舒张充盈受限,心脏前负荷降低。在心率加快的情况下,舒张期相对缩短,这种变化会更明显。

随着年龄的增长,自主神经调节能力减弱,倾斜直立后SV下降,心率增加的绝对值减小,而这种变化并没有被SVR的显著增加所充分代偿<sup>[30-31]</sup>,也导致了OH的发生。

### 3.4 本研究的局限性

首先,即使基础疾病的严重程度保持不变,自主神经调节能力也会随年龄的增加而下降,年龄和基础疾病进展的连锁效应增加了OH发生的复杂性。其次,nOH患者血流动力学模式存在性别差异,本研究中82.93%的患者是男性,在以后的研究中,女性患者的样本量需要增加。第三,本研究为单中心研究,限制了其结果的普适性;加之样本量较小,可能会对预测因子和主要不良事件的关联强度产生影响。今后应开展大规模、多中心、前瞻性研究,并对典型nOH进行亚组分析,进一步探讨性别、年龄、基础神经系统疾病等因素对患者血流动力学变化模式、机制等的影响。

综上所述,nOH患者从平卧位到倾斜直立位,SVR增加受损。与 $\geq 60$ 岁的nOH患者相比, $< 60$ 岁的nOH患者倾斜直立后心率升高和SV降低更显著,这可能与自主神经调节能力和血管顺应性有关。

## 参考文献

- [1] TANAKA H, SJOBERG BJ, THULESIUS O. Cardiac output and blood pressure during active and passive standing[J]. *Clin Physiol*, 1996, 16(2): 157-170.
- [2] GOLDSTEIN DS, SHARABI Y. Neurogenic orthostatic hypotension: A pathophysiological approach[J]. *Circulation*, 2009, 119(1): 139-146.
- [3] FINUCANE C, O'CONNELL MD, FAN CW, et al. Age-related normative changes in phasic orthostatic blood pressure in a large population study: Findings from The Irish Longitudinal Study on Ageing (TILDA) [J]. *Circulation*, 2014, 130(20): 1780-1789.
- [4] GRAY-MICELI D, RATCLIFFE SJ, THOMASSON A, et al. Clinical risk factors for orthostatic hypotension: Results among elderly fallers in long-term care[J]. *J Patient Saf*, 2020, 16(3): e143-e147.
- [5] KAUFMANN H, NORCLIFFE-KAUFMANN L, PALMA JA, et al. Natural history of pure autonomic failure: A United States prospective cohort[J]. *Ann Neurol*, 2017, 81(2): 287-297.
- [6] KAUFMANN H, BIAGGIONI I. Autonomic failure in neurodegenerative disorders[J]. *Semin Neurol*, 2003, 23(4): 351-363.
- [7] JONES JD, JACOBSON C, MURPHY M, et al. Influence of hypertension on neurocognitive domains in nondemented Parkinson's disease patients[J]. *Parkinsons Dis*, 2014, 2014: 507-529.
- [8] PILLERI M, FACCHINI S, GASPAROLI E, et al. Cognitive and MRI correlates of orthostatic hypotension in Parkinson's disease[J]. *J Neurol*, 2013, 260(1): 253-259.
- [9] FANCIULLI A, JORDAN J, BIAGGIONI I, et al. Consensus statement on the definition of neurogenic supine hypertension in cardiovascular autonomic failure by the American Autonomic Society (AAS) and the European Federation of Autonomic Societies (EFAS): Endorsed by the European Academy of Neurology (EAN) and the European Society of Hypertension (ESH) [J]. *Clin Auton Res*, 2018, 28(4): 355-362.
- [10] GIBBONS CH, SCHMIDT P, BIAGGIONI I, et al. The recommendations of a consensus panel for the screening, diagnosis, and treatment of neurogenic orthostatic hypotension and associated supine hypertension[J]. *J Neurol*, 2017, 264(8): 1567-1582.
- [11] ARNOLD AC, RAJ SR. Orthostatic hypotension: A practical approach to investigation and management[J]. *Can J Cardiol*, 2017, 33(12): 1725-1728.
- [12] WILLIFORD NN, WARD CC, OLSHANSKY B. Evalua-

- tion and management of syncope: Comparing the Guidelines of the American College of Cardiology/American Heart Association/Heart Rhythm Society and the European Society of Cardiology [J]. *J Innov Card Rhythm Manag*, 2018, 9(12): 3457–3463.
- [13] BRIGNOLE M, MOYA A, de LANGE FJ, et al. 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(21): 1883–1948.
- [14] WESSELING KH, JANSEN JR, SETTELS JJ, et al. Computation of aortic flow from pressure in humans using a nonlinear, three-element model [J]. *J Appl Physiol*, 1993, 74(5): 2566–2573.
- [15] HARMS MP, WESSELING KH, POTT F, et al. Continuous stroke volume monitoring by modelling flow from non-invasive measurement of arterial pressure in humans under orthostatic stress [J]. *Clin Sci (Lond)*, 1999, 97(3): 291–301.
- [16] JELLEMA WT, WESSELING KH, GROENEVELD AB, et al. Continuous cardiac output in septic shock by simulating a model of the aortic input impedance: A comparison with bolus injection thermodilution [J]. *Anesthesiology*, 1999, 90(5): 1317–1328.
- [17] FREEMAN R, WIELING W, AXELROD FB, et al. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome [J]. *Auton Neurosci*, 2011, 161(1/2): 46–48.
- [18] BUSZKO K, KUJAWSKI S, NEWTON JL, et al. Hemodynamic response to the head-up tilt test in patients with syncope as a predictor of the test outcome: A meta-analysis approach [J]. *Front Physiol*, 2019, 10: 184.
- [19] DEEGAN BM, O'CONNOR M, DONNELLY T, et al. Orthostatic hypotension: A new classification system [J]. *Europace*, 2007, 9(10): 937–941.
- [20] CHESHIRE WP. Clinical classification of orthostatic hypotensions [J]. *Clin Auton Res*, 2017, 27(3): 133–135.
- [21] CHESHIRE WP, Goldstein DS. Autonomic uprising: The tilt table test in autonomic medicine [J]. *Clin Auton Res*, 2019, 29(2): 215–230.
- [22] RICCI F, de CATERINA R, FEDOROWSKI A. Orthostatic hypotension: Epidemiology, prognosis, and treatment [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 66(7): 848–860.
- [23] FANCIULLI A, GOEBEL G, METZLER B, et al. Elastic abdominal binders attenuate orthostatic hypotension in Parkinson's disease [J]. *Mov Disord Clin Pract*, 2016, 3(2): 156–160.
- [24] CANNEY M, O'CONNELL MD, MURPHY CM, et al. Single agent antihypertensive therapy and orthostatic blood pressure behaviour in older adults using beat-to-beat measurements: The Irish Longitudinal Study on Ageing [J]. *PLoS One*, 2016, 11(1): e0146156. DOI: 10.1371/journal.pone.0146156.
- [25] van WIJNEN VK, HOVE DT, FINUCANE C, et al. Hemodynamic mechanisms underlying initial orthostatic hypotension, delayed recovery and orthostatic hypotension [J]. *J Am Med Dir Assoc*, 2018, 19(9): 786–792.
- [26] van WIJNEN VK, HARMS MP, GO-SCHON IK, et al. Initial orthostatic hypotension in teenagers and young adults [J]. *Clin Auton Res*, 2016, 26(6): 441–449.
- [27] van WIJNEN VK, FINUCANE C, HARMS MPM, et al. Noninvasive beat-to-beat finger arterial pressure monitoring during orthostasis: A comprehensive review of normal and abnormal responses at different ages [J]. *J Intern Med*, 2017, 282(6): 468–483.
- [28] VERHEYDEN B, GISOLF J, BECKERS F, et al. Impact of age on the vasovagal response provoked by sublingual nitroglycerine in routine tilt testing [J]. *Clin Sci (Lond)*, 2007, 113(7): 329–337.
- [29] TSUTSUI Y, SAGAWA S, YAMAUCHI K, et al. Cardiovascular responses to lower body negative pressure in the elderly: Role of reduced leg compliance [J]. *Gerontology*, 2002, 48(3): 133–139.
- [30] GUREL NZ, CAREK AM, INAN OT, et al. Comparison of autonomic stress reactivity in young healthy versus aging subjects with heart disease [J]. *PLoS One*, 2019, 14(5): e0216278. DOI: 10.1371/journal.pone.0216278.
- [31] BOCK JM, HUGHES WE, CASEY DP. Age-associated differences in central artery responsiveness to sympatho-excitatory stimuli [J]. *Am J Hypertens*, 2019, 32(6): 564–569.

(收稿日期: 2022-06-02)

(本文编辑: 李政萍)