

[文章编号] 1671-587X(2024)02-0473-08

DOI:10.13481/j.1671-587X.20240221

慢性直立不耐受人群血流动力学模式与缺血性卒中发病风险关系的前瞻性研究

李贯绯, 张逊娟, 庞 猛, 李 淞

(吉林省人民医院神经内科, 吉林 长春 130021)

[摘要] **目的:** 探讨慢性直立不耐受(OI)人群血流动力学模式与缺血性卒中发病风险的关联, 为早期评估缺血性卒中的发病提供依据。**方法:** 以多阶段随机抽样的方法抽取吉林省长春市3个街道/乡镇 ≥ 40 岁638名居民作为研究对象, 经颅多普勒(TCD)联合直立倾斜试验(HUTT)评估OI人群血流动力学模式, 建立OI研究队列; 按血流动力学改变模式将患者分为直立位低血压(OH)组、直立位高血压(OHT)组、体位性心动过速综合征(POTS)组和直立性脑低灌注综合征(OCHOs)组; 对入选的研究对象每半年随访1次, 随访2年; 以首次缺血性卒中发病为观察终点, 收集研究对象基线资料和随访期间缺血性卒中发病情况, 采用Cox比例风险模型分析与缺血性卒中发病风险关联的因素。**结果:** 121例研究对象符合OI诊断标准, 其中OH组80例(66.12%), OHT组35例(28.93%), POTS组5例(4.13%), OCHOs组1例(0.82%); 随访期间, 总体人群确诊新发缺血性脑卒中事件共43例; 在控制相关混杂因素后, 以非OI者为参照, OI全人群、OH和OHT患者发生缺血性卒中的风险分别增加1.527倍[风险比(HR)=2.527, 95%CI: 1.269~5.032, $P < 0.01$]、2.268倍(HR=3.268, 95%CI: 1.603~6.663, $P=0.001$)和2.153倍(HR=3.153, 95%CI: 1.213~8.916, $P=0.008$)。**结论:** OI与缺血性卒中发病风险增加有关, 其中OH组和OHT组患者发病风险增加尤为明显。

[关键词] 直立不耐受; 直立位低血压; 直立位高血压; 缺血性卒中; 经颅多普勒; 直立倾斜试验

[中图分类号] R743.3 **[文献标志码]** A

Prospective study on association between hemodynamic patterns and risk of ischemic stroke in people with chronic orthostatic intolerance

LI Guanfei, ZHANG Xunjuan, PANG Meng, LI Song

(Department of Neurology, People's Hospital, Jilin Province, Changchun 130021, China)

ABSTRACT Objective: To discuss the association between hemodynamic patterns and the risk of ischemic stroke in the people with chronic orthostatic intolerance (OI), and to provide the basis for the early assessment of the onset of ischemic stroke. **Methods:** A total of 638 residents aged ≥ 40 years from three streets/townships in Changchun City of Jilin Province were selected as the subjects by multistage random sampling method. Transcranial Doppler (TCD) combined with head-up tilt test (HUTT) were used to evaluate the hemodynamic patterns of the people with OI, and the OI research cohort was established. The

[收稿日期] 2023-04-19

[基金项目] 吉林省科技厅科技发展计划项目(20200403121SF)

[作者简介] 李贯绯(1977-), 女, 吉林省长春市人, 主任医师, 医学硕士, 主要从事脑血管疾病方面的研究。

[通信作者] 李 淞, 主任医师, 硕士研究生导师(E-mail: lisongz0801@126.com)

patients were divided into orthostatic hypotension (OH) group, orthostatic hypertension (OHT) group, postural tachycardia syndrome (POTS) group, and orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome (OCHOs) group according to the changes of hemodynamics. The subjects were followed up once every six months for two years, and the first incidence of ischemic stroke of the subjects was regarded as the observation endpoint; the baseline data and incidence of ischemic stroke of the subjects during the follow-up period were collected; Cox proportional hazards model was used to analyze the association factors with the risk of ischemic stroke. **Results:** A total of 121 subjects were diagnosed with OI, including 80 subjects (66.12%) in OH group, 35 subjects (28.93%) in OHT group, 5 (4.13%) subjects in POTS group, and 1 subject (0.82%) in OCHOs group. During the follow-up period, the overall people had 43 confirmed new cases of ischemic stroke. After controlling the related confounding factors, compared with non-OI individuals, the risk of ischemic stroke in the entire OI people, as well as in the OH and OHT patients, was increased by 1.527 times [hazard ratio (HR)=2.527, 95% confidence interval (CI): 1.269–5.032, $P<0.01$], 2.268 times (HR=3.268, 95% CI: 1.603–6.663, $P=0.001$), and 2.153 times (HR=3.153, 95% CI: 1.213–8.916, $P=0.008$), respectively. **Conclusion:** OI is associated with the increased risk of ischemic stroke, particularly in the patients in OH and OHT groups.

KEYWORDS Orthostatic intolerance; Orthostatic hypotension; Orthostatic hypertension; Ischemic stroke; Transcranial doppler; Head-up tilt test

慢性直立不耐受(orthostatic intolerance, OI)是一组具有临床表现和血流动力学特征异质性的综合征^[1],与多种疾病相关。以往的研究^[2-4]多集中在OI与帕金森病、高血压和糖尿病自主神经病变等的关系,关于OI与卒中风险的前瞻性研究较少。既往研究^[5-7]显示:直立位低血压(orthostatic hypotension, OH)与缺血性卒中风险增加有关,可能与反复出现脑灌注不足有关。但OI患者血流动力学模式与缺血性脑卒中发病风险关系的相关研究报道较少。直立倾斜试验(head-up tilt test, HUTT)是评估OI的重要方法,经颅多普勒(Transcranial Doppler, TCD)联合HUTT在常规HUTT基础上同时进行脑血流的实时监测,能够更全面分析OI患者血流动力学改变。基于此,本研究采用TCD联合HUTT对社区中老年人群进行OI评估,分析其血流动力学,探讨OI人群血流动力学模式与缺血性卒中发病风险的关联,为评估缺血性卒中发病风险提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究是以社区中老年人群为基础的前瞻性队列研究。采用多阶段随机抽样方法,根据吉林省长春市行政区划、城乡比例和人口构成分布等因素,于2021年1月—2022年12月抽取长春市朝阳区1个街道、双阳区2个乡镇,每个街道/乡镇随机抽取2个居/村委会常住居民作为研究对

象,进行OI评估,建立OI研究队列。纳入标准:①年龄 ≥ 40 岁;②随访时间至少1年以上。排除标准:①既往有缺血性卒中病史;②严重的心脏病史;③严重的脑血管狭窄;④妊娠;⑤不能完成10 min HUTT者;⑥TCD检查颞窗穿透不良者。所有研究对象均签署知情同意书。由于中老年人进行TCD检查时颞窗穿透不良情况比较常见,并且本研究采用TCD联合HUTT检查方法,该检查方法对声窗要求比常规进行TCD检查更高,因此约有1/3居民在筛选期不能完成该试验而未被纳入本研究。

1.2 临床资料收集 收集研究对象基线临床资料,包括基本人口学信息(性别、年龄、身高和体重)、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病、血脂异常和近2周降压药用药情况)、个人生活习惯(吸烟、饮酒和体育运动情况)、平卧位血压和心率。

1.3 TCD联合HUTT方案 采用TCD(深圳Delica公司,型号:EMS-9PB)联合HUTT评估受检者OI情况和血流动力学模式。TCD方法^[8-9]:平卧位时将2 MHz的TCD探头用头架固定于受检者任意一侧颞窗,于50~60 mm深度检测大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)的血流速度和搏动指数(pulsatility index, PI),随机自动显示所得频谱,并采集原始数据。HUTT方法^[10-11]:受检者在倾斜台上至少平卧10 min,记录静息状态下的血压、心率、MCA的血流速度和PI。将倾斜台

升高至头高位 70° , 在受检者可耐受的前提下, 持续监测上述参数。持续时间随阳性反应随时停止, 如受检者出现明显OI症状或血压 $<80/50$ mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 时, 立即终止检查。如未出现阳性反应, 则持续到最长时间45 min。

1.4 结果判定 参考《直立倾斜试验规范应用中国专家共识2022》^[11], 根据HUTT检查中的血压、心率和脑血流速度 (cerebral blood flow velocity, CBFv) 的变化模式, 将其分为OI组和非OI组, OI组进一步分为OH、体位性心动过速综合征 (postural orthostatic tachycardia syndrome, POTS)、直立性高血压 (orthostatic hypertension, OHT) 和直立性脑低灌注综合征 (orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome, OCHOs) 亚型。OH判定标准: 倾斜后收缩压下降 ≥ 20 mmHg或舒张压下降 ≥ 10 mmHg, 或收缩压降至90 mmHg以下, 可伴或不伴有脑低灌注症状。POTS判定标准: 心率在HUTT初期增加 ≥ 30 min^{-1} , 或心率 ≥ 120 min^{-1} , 并持续30 s以上, 同时收缩压下降幅度 <20 mmHg, 并伴有OI临床症状及CBFv下降。OHT判定标准: 卧位血压正常, 倾斜后收缩压升高 ≥ 20 mmHg或收缩压较平卧时增加120%^[12]。OCHOs判定标准^[13]: HUTT中CBFv下降, 不伴有OH、心动过缓或心动过速。CBFv下降判定标准: HUTT中CBFv $<90\%$ (第1分钟)、 $<89\%$ (第5分钟)、 $<86\%$ (第10分钟), 基线值为100%。

1.5 终点事件 对入选的研究对象每半年随访1次, 随访2年。以首次缺血性卒中发病为观察终点, 按照《中国各类主要脑血管病诊断要点2019》^[14]的诊断标准对发生的急性缺血性脑卒中事件进行核实登记。

1.6 统计学分析 采用SPSS 26.0统计软件进行统计学分析。各组研究对象的年龄、血压、心率、BMI和平均脑血流速度变化率符合正态分布, 以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 2组间样本均数比较采用两独立样本 t 检验; 多组间样本均数比较采用单因素方差分析, 采用LSD- t 检验进行事后两两比较。各组研究对象的性别、吸烟情况、饮酒情况、既往糖尿病史、既往冠心病史、血脂异常和是否应用降压药物治疗以 n (%)表示, 各组间率的比较采用 χ^2 检验。对主要变量分别作单因素Cox回归分析, 得出风险比 (hazard ratio, HR) 和95%置信区间 (confidence interval, CI), 分析其对缺血性卒中发病的影响。

以未经协变量调整的Cox回归模型为模型1, 经过性别和年龄调整的模型为模型2, 纳入性别、年龄、饮酒情况、高血压、血脂异常、缺乏体育运动和伴有CBFv下降等为协变量的模型为模型3。计算3个模型中OI与缺血性卒中发病风险的HR值和HR的95%CI。单因素Cox回归分析以双侧 $P<0.01$ 为差异有统计学意义, 多因素分析以双侧 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况 共638名研究对象最终纳入本研究, 平均年龄为(62.3 \pm 9.7)岁, 男女性别比为1.26:1。121例研究对象符合OI诊断标准, 与非OI组比较, OI组患者更缺乏运动, 且更易并发高血压病 ($P<0.05$)。2组研究对象性别、年龄、吸烟情况、饮酒情况、BMI、卧位血压、心率、既往糖尿病史、既往冠心病史、血脂异常和是否应用降压药物治疗情况比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表1。

2.2 OI患者血流动力学模式 根据TCD联合HUTT血流动力学模式, 将本组OI患者进一步分为OH组80例(66.12%)、OHT组35例(28.93%)、POTS组5例(4.13%)和OCHOs组1例(0.82%)。由于POTS和OCHOs患者入组例数少, 未被纳入统计分析。结果显示: 在仰卧位时, 各组患者基线平均脑血流速度 (mean cerebral blood flow velocity, mCBFv) 和PI比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与基线比较, 在倾斜1、5和10 min时OH组患者mCBFv变化率分别为 $-10.1\%\pm 8.9\%$ 、 $-11.5\%\pm 7.3\%$ 和 $-16.6\%\pm 10.8\%$, 较非OI组明显减低 ($P<0.05$); OHT组患者mCBFv变化率与非OI组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见图1; 3组间OI患者PI比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.3 OI与缺血性脑卒中发病风险关联分析 随访2年期间, 共43例患者发生新发缺血性脑卒中事件, 其中OI组发生新发缺血性脑卒中事件19例。以是否发生缺血性卒中作为结局变量 (截尾=0, 发病=1), 以相关因素为协变量, 进行Cox回归分析, 协变量的赋值情况见表2。缺血性脑卒中发病的单因素Cox回归分析结果显示: 差异有统计学意义 ($P<0.1$) 的危险因素有5项, 包括男性、伴有CBFv下降、大量饮酒、并发高血压及血脂异常, 见表3。多因素Cox回归模型分析结果显示: 在控

表1 OI组与非OI组研究对象基线特征

Tab. 1 Baseline characteristics of subjects in OI group and non-OI group

Item	OI group(n=121)	Non-OI group(n=526)	χ^2/t	P
Male [n(%)]	68(56.2)	288(54.8)	0.830	0.773
Age (years, $\bar{x}\pm s$)	63.1 \pm 11.1	62.1 \pm 9.6	0.918	0.360
BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$, $\bar{x}\pm s$)	23.5 \pm 2.7	23.7 \pm 2.6	0.761	0.447
Supine SBP (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	136.6 \pm 21.8	134.9 \pm 18.4	0.776	0.439
Supine DBP (mmHg, $\bar{x}\pm s$)	81.1 \pm 12.4	80.2 \pm 10.6	0.766	0.445
Supine heart rate (beat \cdot min $^{-1}$, $\bar{x}\pm s$)	75.7 \pm 13.4	74.8 \pm 10.9	0.729	0.466
Current smoking [n(η /%)]	23(19.0)	119(16.0)	0.363	0.547
Heavy alcohol drinking [n(η /%)]	11(9.0)	30(5.7)	1.902	0.168
Physical inactivity [n(η /%)]	37(30.8)	107(20.3)	5.957	0.015
Hypertension [n(η /%)]	43(35.5)	118(22.4)	9.037	0.004
Diabetes [n(η /%)]	24(19.8)	84(16.0)	1.057	0.343
Coronary heart disease [n(η /%)]	5(4.1)	18(3.4)	0.145	0.784
Dyslipidemia [n(η /%)]	29(24.0)	95(18.1)	2.215	0.158
Antihypertensive medication [n(η /%)]	18(14.9)	58(11.0)	1.718	0.205

BMI: Body mass index; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure.

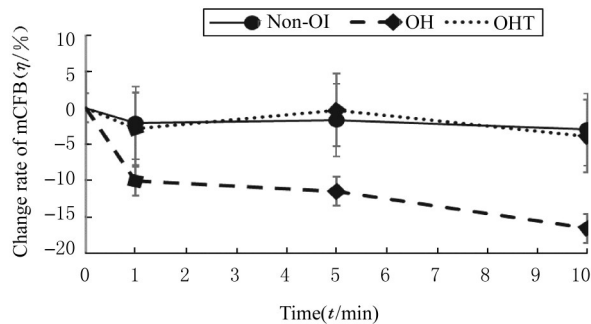


图1 不同时间点3组患者血流动力学情况

Fig. 1 Hemodynamic situations of patients in three groups at different time points

制人口学、脑血管病危险因素及CBFv下降等协变量后(模型3), OI患者发生缺血性卒中的风险是非OI者的2.527倍(HR=2.527, 95%CI: 1.269~5.032, $P<0.01$)。对OH和OHT患者进一步分析结果显示:在校正各种协变量后, 2组患者发生缺血性卒中的风险是非OI组的3.268倍(HR: 3.268, 95%CI: 1.603~6.663, $P=0.001$)和3.153倍(HR: 3.153, 95%CI: 1.213~8.916, $P=0.008$)。见表4。

3 讨论

本研究是以中老年人群众为基础的前瞻性队列研究, 探讨不同血流动力学模式的OI与缺血性卒中发病风险的关系。结果显示:在总体中老年人群众

表2 Cox回归分析协变量赋值表

Tab. 2 Variable assignment table for Cox regression analysis

Variable	Assignment
Gender	Female=0, Male=1
Age(year)	40-49=0, 50-59=1, 60-69=2, 70 years old and above=3
BMI($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	18.5-23.9=0, 24.0-27.9=1, 28.0 and above=2
CBFv decline	No=0, Yes=1
Current smoking	No=0, Yes=1
Heavy alcohol drinking	No=0, Yes=1
Physical inactivity	No=0, Yes=1
Hypertension	No=0, Yes=1
Diabetes	No=0, Yes=1
Coronary heart disease	No=0, Yes=1
Dyslipidemia	No=0, Yes=1

CBFv: Cerebral blood flow velocity.

中, OI患者发生缺血性卒中的长期风险增加, OH及其OHT亚型与缺血性卒中发病风险的关联在中老年人中尤其明显。

通过TCD联合HUTT对本组OI患者血流动力学模式进行分析, 结果显示: OH占66.12%, OHT占28.93%, POTS和OCHOs在本组中老年人中很少见。多因素Cox回归分析结果显示:与非OI人群比较, 中老年人OI患者2年间缺血性卒中发病风险增加1.527倍; OH和OHT患者缺血性

表3 OI与缺血性卒中发病风险的单因素Cox回归分析
Tab. 3 Univariate Cox regression analysis on OI and risk factors of ischemic stroke

Variable	β	SE	Wald χ^2	P	HR (95%CI)
Gender					
Female					1.000
Male	1.098	0.359	9.430	0.002	3.008(1.489-6.073)
Age(year)					
40-					1.000
50-	0.390	0.494	0.006	0.937	1.039(0.395-2.735)
60-	0.310	0.410	0.574	0.449	1.364(0.328-3.636)
70-	0.271	0.364	0.553	0.457	1.311(0.374-3.557)
BMI(kg·m ⁻²)					
18.5-					1.000
24.0-	0.273	0.539	0.257	0.612	1.314(0.457-3.776)
28.0 and above	0.356	0.320	1.236	0.266	1.427(0.762-2.673)
CBFv decline					
No					1.000
Yes	2.124	0.598	12.618	0.000	8.361(2.591-26.987)
Current smoking					
No					1.000
Yes	0.052	0.359	0.021	0.884	1.054(0.522-2.128)
Heavy alcohol drinking					
No					1.000
Yes	1.016	0.411	6.099	0.014	2.761(1.233-6.184)
Physical inactivity					
No					1.000
Yes	0.382	0.387	0.973	0.324	1.465(0.686-3.130)
Hypertension					
No					1.000
Yes	0.841	0.302	7.767	0.005	2.319(1.284-4.190)
Diabetes					
No					1.000
Yes	0.077	0.390	0.039	0.844	1.080(0.503-2.318)
Coronary heart disease					
No					1.000
Yes	0.315	0.723	0.189	0.664	1.730(0.332-5.654)
Dyslipidemia					
No					1.000
Yes	0.888	0.524	2.872	0.090	2.429(0.870-6.783)

卒中发病风险是非OI组的3.268倍及3.153倍。几项以人群为基础的老年队列纵向研究^[15-16]结果表明OH与缺血性卒中发病风险增加有关。心血管健康研究(cardiovascular health study, CHS)对65岁以上老年人群进行中位随访12.6年发现OH与较高的脑梗死发病风险有关联[比值比(odds ratio, OR) = 1.86, 95%CI: 1.36~2.56]。

CUI等^[16]研究发现1次和 ≥ 2 次OH症状发作的 ≥ 60 岁OH患者腔隙性脑梗死的发病风险分别是无OH者的1.893倍和5.359倍。本研究结果显示: ≥ 40 岁OH患者发生缺血性卒中的风险明显增加,与以往研究^[15-16]结果相符。OHT是否增加缺血性卒中发病风险目前相关研究甚少,且研究结论不一。收缩压干预试验(systolic blood

表4 OI与缺血性卒中发病风险的多因素Cox回归分析
Tab. 4 Multivariate Cox regression analysis on OI and risk of ischemic stroke

Group	n	Model 1		Model 2		Model 3	
		HR(95% CI)	P	HR(95% CI)	P	HR(95% CI)	P
Non-OI	526	1.000		1.000		1.000	
OI	121	3.468(1.910-6.299)	<0.01	3.157(2.005-6.621)	<0.01	2.527(1.269-5.032)	<0.01
OH	80	3.677(1.858-7.279)	<0.01	3.348(1.696-6.610)	<0.01	3.268(1.603-6.663)	0.001
OHT	35	3.879(1.601-9.397)	0.003	3.722(1.535-9.022)	0.004	3.153(1.213-8.916)	0.008

Model 1: Univariate; Model 2: Adjusted for gender and age; Model 3: Further adjusted for heavy alcohol drinking, hypertension, dyslipidemia and CBFv decline.

pressure intervention trial, SPRINT) 研究^[17] 纳入了 9 329 例患者, 中位随访时间为 3.26 年, 结果显示直立位收缩压增加 20 mmHg (HR=1.50, 95%CI: 1.02~2.19, P=0.04) 组和直立位舒张压升高超过 10 mmHg (HR=1.25, 95%CI: 0.99~1.59, P=0.06) 组患者心肌梗死、卒中、心力衰竭和(或)心血管死亡等不良事件的发生风险均升高。另外一项研究^[18] 纳入了 3 201 例轻型卒中和短暂性脑缺血发作患者, 根据直立位血压变化将患者分为 4 组: 无直立性血压升高组、收缩期 OHT 组、舒张期 OHT 组和混合 OHT 组, 结果显示: 与无直立性血压升高组比较, 合并收缩期和舒张期 OHT 组的患者脑血管病发生率降低 (OR=0.56, 95%CI: 0.35~0.89), 提示 OHT 与卒中之间无显著相关性。这项研究出现阴性结果可能与仅纳入门诊轻型卒中患者有关。本研究结果显示: 去除其他缺血性卒中危险因素, OHT 仍会增加缺血性卒中发病风险 (HR=3.153, 95%CI: 1.213~8.916)。

OI 增加缺血性卒中发病风险的机制尚不明确, 脑血流量的下降可能与此有关^[19]。既往研究^[20] 显示: OH 患者皮质下脑梗死发病风险增加, 可能与脑血流量下降有关。然而, FOSTER-DINGLEY 等^[21] 对 ≥75 岁的高龄老年人群应用核磁共振评估大脑灰质和白质脑血流量, 结果显示: 与非 OH 组比较, OH 组患者脑血流量差异无统计学意义。本研究结果显示: 在倾斜过程 OH 患者 CBFv 明显下降, 与非 OI 组比较差异有统计学意义。本文作者推测: 从仰卧位到站立位的体位改变可导致血液重新分布到下肢及血压减低, 这可能导致脑血流量减少, OH 患者反复发生的脑血流量减少可能是缺血性卒中发病风险增加的原因^[22]。在本组队列中, 根

据血流动力学模式判断有少部分患者符合 POTS 和 OCHO_s, 这 2 种亚型患者均有直立性 CBFv 降低而无直立性低血压。影响 CBFv 的因素除了血压改变外, 另外一个主要因素为 CO₂ 浓度。POTS 患者倾斜时未见血压的明显降低, 发生直立性 CBFv 下降推测与低碳酸血症有关, 其可能原因为低碳酸血症引起脑动脉收缩, 减少脑血流量导致^[23]。OCHO_s 患者既未出现血压下降, 也不存在低碳酸血症, 推测 OCHO_s 患者 CBFv 下降可能与脑自动调节功能障碍导致的脑小动脉异常收缩有关^[24]。本组 OHT 患者未发现明显 CBFv 下降, 提示 OHT 患者卒中发病风险增加可能与脑血流量下降。由于本研究中 OHT、POTS 和 OCHO_s 患者数据相对较少, 需要进一步大规模研究来阐明 OI 各亚型 CBFv 变化与缺血性卒中之间的关系。

本研究存在一定的局限性: ①本研究为单中心研究, POTS 和 OCHO_s 亚型患者样本量少, 未能对这 2 种亚型与缺血性卒中发病风险的关联性进行分析, 需要更大规模的前瞻性研究; ②本研究未收录 OHT 纳入标准里倾斜后单纯舒张压 ≥10 mmHg 的患者。由于外周血管收缩和心脏每搏输出量减少, 健康受试者站立时舒张压通常会升高 5~10 mmHg^[25], 故未纳入这部分患者, 可能对结果有所影响; ③因试验条件限制, 本试验未进行呼气末 CO₂ 分压检测, 因此未评估 CO₂ 改变对 CBFv 的影响。

综上所述, 在社区中老年人中, OI 与缺血性卒中发病风险存在关联, 特别是 OH 和 OHT 发生缺血性卒中风险尤为明显, CBFv 下降可能与此有关; 提示在中老年人缺血性卒中防控方面应该重视慢性 OI 的识别, 及时评估血流动力学变化, 对预防缺血性卒中的发生有重要意义。

利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:

李贯绯负责研究设计、实施研究、采集数据、分析数据和论文撰写;张逊娟负责实施研究、采集数据和论文修改;庞猛负责采集数据及分析;李淞指导研究设计并负责论文修改。

[参考文献]

- [1] VAN CAMPEN C L M C, ROWE P C, VISSER F C. Compression stockings improve cardiac output and cerebral blood flow during tilt testing in myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome (ME/CFS) patients: a randomized crossover trial [J]. *Medicina*, 2021, 58(1): 51.
- [2] KATSI V, PAPAKONSTANTINO I, SOLOMOU E, et al. Management of hypertension and blood pressure dysregulation in patients with Parkinson's disease-a systematic review[J]. *Curr Hypertens Rep*, 2021, 23(5): 26.
- [3] MOROI M K, RUZIEH M, AHMED A, et al. Prevention and management of supine hypertension in patients with orthostatic hypotension [J]. *Am J Ther*, 2021, 28(2): e228-e231.
- [4] GANNON J, CLAFFEY P, LAIRD E, et al. The cross-sectional association between diabetes and orthostatic hypotension in community-dwelling older people[J]. *Diabet Med*, 2020, 37(8): 1299-1307.
- [5] MIN M, SHI T T, SUN C Y, et al. The association between orthostatic hypotension and cognition and stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies[J]. *Blood Press*, 2020, 29(1): 3-12.
- [6] VAN DIJK J G, VAN ROSSUM I A, THIJSS R D, et al. Timing of circulatory and neurological events in syncope[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2020, 7: 36.
- [7] CLAASSEN J A H R, THIJSSSEN D H J, PANERAI R B, et al. Regulation of cerebral blood flow in humans: physiology and clinical implications of autoregulation[J]. *Physiol Rev*, 2021, 101(4): 1487-1559.
- [8] 唐玮婷, 范文捷, 顾慧, 等. 直立不耐受患者卧立位 TCD 脑血流临床分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2021, 24(10): 893-898.
- [9] CASTRO P, FREITAS J, AZEVEDO E, et al. Cerebrovascular regulation in patients with vasovagal syncope and autonomic failure due to familial amyloidotic polyneuropathy[J]. *Auton Neurosci*, 2022, 242: 103010.
- [10] APONTE-BECERRA L, NOVAK P. Tilt test: a review[J]. *J Clin Neurophysiol*, 2021, 38(4): 279-286.
- [11] 中国老年保健医学研究会晕厥分会, 中国生物医学工程学会心律分会, 中国老年学和老年医学学会心血管病专业委员会, 等. 直立倾斜试验规范应用中国专家共识 2022[J]. *中国循环杂志*, 2022, 37(10): 991-1001.
- [12] RAHMAN M, PRADHAN N, CHEN Z Y, et al. Orthostatic hypertension and intensive Blood pressure control; post-hoc analyses of SPRINT[J]. *Hypertension*, 2021, 77(1): 49-58.
- [13] GONZÁLEZ-HERMOSILLO J A, RUBIO-VEGA A, GONZÁLEZ-OLVERA K A F, et al. Early cerebral hypoperfusion in patients with orthostatic intolerance without tachycardia during head-up tilt test is independent of vasovagal response[J]. *Rev Invest Clin*, 2021, 73(6): 388-398.
- [14] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715.
- [15] JURASCHEK S P, LONGSTRETH W T JR, LOPEZ O L, et al. Orthostatic hypotension, dizziness, neurology outcomes, and death in older adults [J]. *Neurology*, 2020, 95(14): e1941-e1950.
- [16] CUI Y, ZHANG H, ZHAO Y X, et al. Home-measured orthostatic hypotension associated with cerebral small vessel disease in a community-based older population[J]. *Hypertens Res*, 2020, 43(8): 798-807.
- [17] PEI J Y, ZHANG H, LI Y N, et al. Relationship between orthostatic blood pressure changes and intensive blood pressure management in patients with hypertension[J]. *Heart*, 2022, 109(2): 111-118.
- [18] BARZKAR F, MYINT P K, KWOK C S, et al. Prevalence of orthostatic hypertension and its association with cerebrovascular diagnoses in patients with suspected TIA and minor stroke [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1): 161-169.
- [19] GERLACH D A, MAIER A, MANUEL J, et al. Real-time magnetic resonance imaging to study orthostatic intolerance mechanisms in human beings: proof of concept[J]. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11(21): e026437.
- [20] CANAVAN M, O'DONNELL M J. Hypertension and cognitive impairment: a review of mechanisms and key concepts[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 821135.
- [21] FOSTER-DINGLEY J C, MOONEN J E F, DE RUIJTER W, et al. Orthostatic hypotension in older persons is not associated with cognitive functioning, features of cerebral damage or cerebral blood flow[J]. *J Hypertens*, 2018, 36(5): 1201-1206.
- [22] XIA X, WANG R, VETRANO D L, et al. From normal cognition to cognitive impairment and dementia: impact of orthostatic hypotension [J]. *Hypertension*,

- 2021,78(3):769-778.
- [23] NOVAK P, GIANNETTI M P, WELLER E, et al. Mast cell disorders are associated with decreased cerebral blood flow and small fiber neuropathy [J]. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 2022, 128(3): 299-306.e1.
- [24] 王佳玉, 吴越阳, 张 佳, 等. 经颅多普勒超声联合直立倾斜试验对直立性脑低灌注综合征的诊断价值[J]. *实用心电学杂志*, 2022, 31(5): 330-335.
- [25] JORDAN J, RICCI F, HOFFMANN F, et al. Orthostatic hypertension: critical appraisal of an overlooked condition[J]. *Hypertension*, 2020, 75(5): 1151-1158.