

论著

# 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

王佳玉 吴越阳 张佳 刘杰昕

**[摘要]** 目的 探讨经颅多普勒超声(transcranial Doppler, TCD)联合直立倾斜试验(head-up tilt test, HUTT)对直立性脑低灌注综合征(orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome, OCHOs)的诊断价值。方法 选取因晕厥或疑似直立不耐受就诊、病因考虑为OCHOs的患者。收集患者TCD脑血流指标及HUTT血流动力学指标,并设立健康对照组。比较OCHOs患者与对照组的TCD脑血流指标及HUTT血流动力学指标。结果 共纳入OCHOs患者56例(病例组),对照组21例。在TCD脑血流指标方面,同平卧位相比,病例组患者在倾斜直立位的收缩期、舒张期末和平均脑血流速度下降绝对值均显著高于对照组,搏动指数和循环阻力指数增加绝对值也显著高于对照组( $P$ 均 $<0.01$ )。在HUTT血流动力学指标方面,两组之间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。绘制受试者工作特征曲线,同平卧位相比,病例组患者在倾斜直立位的收缩期、舒张期末及平均脑血流速度分别下降14.5、9.5和13.5 cm/s,其诊断OCHOs的敏感性分别为94.6%、87.5%和91.1%,特异性分别为95.2%、85.7%和95.2% ( $P<0.01$ )。结论 TCD联合HUTT对OCHOs患者的诊断有重要价值。

**[关键词]** 直立不耐受;直立性脑低灌注综合征;经颅多普勒超声;直立倾斜试验

**[中图分类号]** R445.1; R743 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095-9354(2022)05-0330-06  
**DOI:**10.13308/j.issn.2095-9354.2022.05.006

**[引用格式]** 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.

**Diagnostic value of transcranial Doppler combined with head-up tilt test in orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome patients** WANG Jiayu<sup>1</sup>, WU Yueyang<sup>1</sup>, ZHANG Jia<sup>2</sup>, LIU Jiexin<sup>1</sup> (1. Neurosurgery and Cardiology Center, 2. Neurosurgery Center, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the diagnostic value of transcranial Doppler (TCD) combined with head-up tilt test (HUTT) in patients with orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome (OCHOs). **Methods** We selected the patients going to hospital due to syncope or suspected orthostatic intolerance, and their etiology was considered as OCHOs. Cerebral blood flow parameters and hemodynamic parameters of patients were collected separately by TCD and HUTT, and healthy control group was set up. TCD cerebral blood flow parameters and HUTT hemodynamic parameters were compared between the OCHOs patients and the control group. **Results** A total of 56 OCHOs patients (case group) and 21 healthy adults in the control group are enrolled. In terms of TCD cerebral blood flow parameters, compared with the supine position, the absolute values of the decrease of systolic, end-diastolic and mean cerebral blood flow velocity in the case group are significantly higher than those in the control

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诊断与评估研究。

通信作者:刘杰昕,E-mail:jiexinliu@hotmail.com

group during the tilt upright position; the absolute values of the increase of pulse index and circulation resistance index are also significantly higher than those in the control group ( $P < 0.01$ ). There is no significant difference in HUTT hemodynamic parameters between the two groups ( $P > 0.05$ ). The receiver operator characteristic curve is drawn. Compared with the supine position, systolic, end-diastolic and mean cerebral blood flow velocity in the case group decrease by 14.5, 9.5 and 13.5 cm/s, respectively during the tilt upright position. Their sensitivity is separately 94.6%, 87.5% and 91.1% while the specificity is separately 95.2%, 85.7% and 95.2% in diagnosing OCHOs ( $P < 0.01$ ). **Conclusion** TCD combined with HUTT plays an important role in diagnosing OCHOs.

[**Key words**] orthostatic intolerance; orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome; transcranial Doppler; head-up tilt test

直立不耐受是指直立时出现的一系列症状和体征,平卧后症状缓解;常见的临床症状包括晕厥、头晕、头痛、黑矇和视力模糊等。直立不耐受可增加老年人跌倒风险<sup>[1]</sup>,增加心血管疾病的患病风险,是心血管疾病死亡率升高的潜在重要原因<sup>[2]</sup>。直立不耐受与自主神经功能障碍相关<sup>[3]</sup>,不同类型的直立不耐受表现为不同的血流动力学反应,而直立倾斜试验(head-up tilt test, HUTT)是评估直立不耐受的标准方法<sup>[4]</sup>。经颅多普勒超声(transcranial Doppler, TCD)能够实时观察脑血流速度的变化,结合体位改变进行脑血流监测,对诊断神经系统疾病有重要作用<sup>[5]</sup>。直立性脑低灌注综合征(orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome, OCHOs)是直立不耐受的常见病因,在血流动力学监测中常漏诊此类患者。由于该病表现为直立性脑灌注下降而没有血压下降和心律失常<sup>[6]</sup>,因此,结合 TCD 和 HUTT 探索平卧位和倾斜直立位的脑血流变化,对 OCHOs 的诊断和鉴别诊断有重要意义。本研究旨在探讨 TCD 联合 HUTT 对 OCHOs 的诊断价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为回顾性研究,选取 2020 年 12 月至 2021 年 6 月因晕厥或直立不耐受而就诊、病因考虑为 OCHOs 的患者。所有患者均完成 TCD 联合 HUTT 和直立不耐受调查问卷。入选标准:①能完成 TCD 联合 HUTT;②神志清楚,能完成直立不耐受调查问卷;③直立不耐受病因考虑为 OCHOs。排除标准:①不能通过任何一侧颞窗完成 TCD;②直立性心动过速;③直立性低血压;④直立性高血压;⑤神经介导的反射性晕厥;⑥阵发性室性心动过速;⑦先天性卵圆孔未闭;⑧脑血管疾病。设立健康对照组,该组人群均完成 TCD 联合 HUTT。

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。临床资料的使用均获得

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

收集病例组和对照组的一般资料,包括年龄、性别、身高、体重。TCD 脑血流指标包括平卧位和倾斜直立位的收缩期、舒张期末和平均血流速度及搏动指数和循环阻力指数。HUTT 血流动力学指标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、每搏输出量、心输出量和系统血管阻力。

### 1.3 直立不耐受评分

通过直立不耐受症状问卷评估患者的直立不耐受程度<sup>[7]</sup>。2003 年, WINKER 等<sup>[8]</sup>提出直立不耐受症状问卷,对 10 个直立不耐受症状(即头晕、头痛、头昏、胸闷、心悸、恶心、手抖、大汗、视物模糊、注意力集中困难)进行评估,对每个直立不耐受症状的发作频率打分:0 分表示无症状,1 分表示该症状平均每月发生 1 次,2 分表示平均每月发生 2~4 次,3 分表示平均每周发生 2~7 次,4 分表示每天多次出现;10 个症状得分相加,最终得到的总分用以评估患者的直立不耐受程度。WINKER 等<sup>[9]</sup>研究表明,利用直立不耐受症状问卷来评估受试者的直立不耐受程度是有效和可靠的。

### 1.4 直立倾斜试验

在 09:00—13:00、保持室温相对稳定于(23±1)℃的情况下完成 HUTT。试验前 4 h 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,不饮用酒、浓茶和含咖啡因的饮料。HUTT 采用 Westminster 方案<sup>[10]</sup>,即受试者在动态心电监测、无创连续血流动力学监测下,首先平卧 5 min,继而开始 45 min 无药物激发 70°被动倾斜直立。HUTT 终止条件:受试者出现同既往类似的直立不耐受症状或晕厥先兆反应(如面色苍白、出汗、黑矇、视力模糊、胸闷、呼吸急促、反应减慢等)。当病例组患者达到 HUTT 终止条件时试验终止,记录其实际倾斜直立时间;健康对照组均完成 45 min 倾斜直立。

使用无创连续逐搏血压监测仪(Finometer Model 1, Finapres Medical System, 荷兰),采用指动脉红外光电容积描记法采集血流动力学指标;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。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)计算收缩压、舒张压、平均动脉压、心率、每搏输出量、心输出量、系统血管阻力的逐搏数据。分别计算上述各指标在5 min平卧位的平均值,作为病例组和对照组平卧位血流动力学指标;在病例组中,计算上述各指标在实际倾斜直立时间内的平均值,作为病例组患者倾斜直立位血流动力学指标;在对照组中,计算经45 min倾斜直立后上述各指标的平均值,作为对照组倾斜直立位血流动力学指标。

### 1.5 经颅多普勒超声

使用TCD(EMS-9D,德力凯医疗)分别监测平卧位和倾斜直立位的无创连续脑血流指标。将两个2 MHz的TCD探头置于头架上,通过双侧颞窗,在50~60 mm深度监测双侧大脑中动脉血流情况,记录收缩期、舒张期末和平均脑血流速度,及搏动指数和循环阻力指数。分别计算上述各指标在

5 min平卧位的平均值,作为病例组和对照组平卧位脑血流指标;在病例组中,计算上述各指标在实际倾斜直立时间内的平均值,作为病例组患者倾斜直立位脑血流指标;在对照组中,计算上述各指标在45 min倾斜直立位的平均值,作为对照组倾斜直立位的脑血流指标。

### 1.6 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。计数资料用 $n(\%)$ 表示,两组间比较采用 $\chi^2$ 检验。绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC曲线)并根据曲线下面积(area under curve, AUC)分析脑血流指标对OCHOs的诊断价值。计算约登指数(敏感性+特异性-1),其最大值对应的脑血流指标数值即该脑血流指标的诊断阈值,并评估其特异性和敏感性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组临床资料比较

本研究共纳入OCHOs患者56例(病例组),对照组21例。两组人群在年龄、性别、身高、体重以及体重指数方面比较,差异无统计学意义( $P$ 均 $> 0.05$ )。见表1。

表1 两组一般资料比较

项目	病例组( $n=56$ )	对照组( $n=21$ )	检验统计量	$P$ 值
年龄/岁	29.14 ± 12.70	30.62 ± 6.89	$t = -0.504$	$> 0.05$
男性[ $n(\%)$ ]	19(33.93)	9(42.86)	$\chi^2 = 0.526$	$> 0.05$
身高/cm	168.2 ± 7.27	166.00 ± 7.89	$t = 1.153$	$> 0.05$
体重/kg	62.98 ± 14.73	63.86 ± 13.35	$t = -0.238$	$> 0.05$
体重指数/( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	22.05 ± 3.76	22.99 ± 3.42	$t = -1.004$	$> 0.05$

### 2.2 两组直立倾斜试验血流动力学指标比较

病例组患者实际倾斜直立时间为(1 535.39 ± 647.71) s。分别在平卧位和倾斜直立位状态下,比较病例组患者和对照组人群的血流动力学指标,

差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。从平卧位至倾斜直立位,两组人群血流动力学指标变化的绝对值比较,差异亦均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

表2 两组直立倾斜试验血流动力学指标比较

项目	病例组( $n=56$ )	对照组( $n=21$ )	$t$ 值	$P$ 值
平卧位				
收缩压/mmHg	114.96 ± 10.97	119.53 ± 11.98	-1.587	$> 0.05$
舒张压/mmHg	66.01 ± 7.10	68.27 ± 7.28	-1.238	$> 0.05$
MBP/mmHg	85.58 ± 8.75	88.49 ± 8.65	-1.305	$> 0.05$
心率/(次· $\text{min}^{-1}$ )	69.58 ± 8.23	75.08 ± 12.99	-1.808	$> 0.05$
SV/mL	83.73 ± 25.09	81.36 ± 26.13	0.365	$> 0.05$

续表

项目	病例组( $n=56$ )	对照组( $n=21$ )	$t$ 值	$P$ 值
心输出量/( $L \cdot \min^{-1}$ )	$5.80 \pm 1.83$	$6.14 \pm 2.49$	-0.665	>0.05
SVR/( $\text{mmHg} \cdot \min \cdot L^{-1}$ )	$0.97 \pm 0.32$	$1.04 \pm 0.51$	-0.545	>0.05
倾斜直立位				
收缩压/mmHg	$113.54 \pm 11.98$	$117.41 \pm 13.13$	-1.229	>0.05
舒张压/mmHg	$73.07 \pm 9.26$	$74.44 \pm 8.73$	-0.584	>0.05
MBP/mmHg	$88.85 \pm 9.94$	$91.29 \pm 9.29$	-0.978	>0.05
心率/( $\text{次} \cdot \min^{-1}$ )	$87.51 \pm 9.12$	$92.03 \pm 15.97$	-1.225	>0.05
SV/mL	$57.11 \pm 16.50$	$58.80 \pm 21.58$	-0.367	>0.05
心输出量/( $L \cdot \min^{-1}$ )	$5.04 \pm 1.31$	$5.24 \pm 1.83$	-0.544	>0.05
SVR/( $\text{mmHg} \cdot \min \cdot L^{-1}$ )	$1.15 \pm 0.34$	$1.22 \pm 0.55$	-0.602	>0.05
从平卧位至倾斜直立位指标变化绝对值				
收缩压/mmHg	$1.85 \pm 6.84$	$2.12 \pm 8.25$	-0.147	>0.05
舒张压/mmHg	$7.07 \pm 4.71$	$6.17 \pm 4.29$	-0.765	>0.05
MBP/mmHg	$3.26 \pm 5.16$	$2.80 \pm 5.37$	-0.351	>0.05
心率/( $\text{次} \cdot \min^{-1}$ )	$17.93 \pm 6.63$	$16.96 \pm 8.54$	0.529	>0.05
SV/mL	$26.62 \pm 12.88$	$22.56 \pm 13.69$	1.211	>0.05
心输出量/( $L \cdot \min^{-1}$ )	$0.76 \pm 0.83$	$0.90 \pm 1.16$	-0.569	>0.05
SVR/( $\text{mmHg} \cdot \min \cdot L^{-1}$ )	$0.17 \pm 0.16$	$0.18 \pm 0.20$	-0.278	>0.05

MBP:平均动脉压;SV:每搏输出量;SVR:系统血管阻力。

### 2.3 两组经颅多普勒超声脑血流指标比较

在平卧位,病例组患者收缩期、舒张期末和平均血流速度均显著高于对照组( $P < 0.01$ ),循环阻力指数显著低于对照组( $P < 0.05$ );两组的搏动指数差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

在倾斜直立位,病例组患者的舒张期末血流速度显著低于对照组,搏动指数和循环阻力指数显著高于对照组( $P < 0.05$ )。收缩期和平均血流速度两

组之间差异均无统计学意义( $P \geq 0.05$ )。

从平卧位至倾斜直立位,两组人群的脑血流指标变化绝对值间的差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。与对照组相比,病例组患者从平卧位至倾斜直立位,收缩期、舒张期末和平均脑血流速度下降绝对值,及搏动指数和循环阻力指数增加的绝对值均显著增大( $P < 0.01$ )。见表3。

表3 两组经颅多普勒超声脑血流指标比较

项目	病例组( $n=56$ )	对照组( $n=21$ )	$t$ 值	$P$ 值
平卧位				
收缩期血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$102.39 \pm 18.03$	$83.67 \pm 12.08$	5.243	<0.01
舒张期末血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$50.07 \pm 12.30$	$38.29 \pm 7.44$	5.100	<0.01
平均血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$67.41 \pm 13.19$	$53.38 \pm 8.73$	5.408	<0.01
搏动指数	$0.79 \pm 0.18$	$0.86 \pm 0.12$	-1.585	>0.05
循环阻力指数	$0.51 \pm 0.08$	$0.54 \pm 0.05$	-2.100	<0.05
倾斜直立位				
收缩期血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$70.02 \pm 16.13$	$75.67 \pm 10.78$	-1.483	>0.05
舒张期末血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$27.86 \pm 9.78$	$33.62 \pm 6.05$	-2.520	<0.05
平均血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$42.45 \pm 11.23$	$47.67 \pm 6.92$	-1.988	0.05
搏动指数	$1.04 \pm 0.25$	$0.89 \pm 0.15$	3.115	<0.05
循环阻力指数	$0.61 \pm 0.08$	$0.55 \pm 0.06$	2.526	<0.05
从平卧位至倾斜直立位指标变化的绝对值				
收缩期血流速度/( $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )	$32.38 \pm 12.70$	$8.00 \pm 5.21$	11.938	<0.01

续表

项目	病例组( $n=56$ )	对照组( $n=21$ )	$t$ 值	$P$ 值
舒张期末血流速度/ $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	$22.21 \pm 11.61$	$4.67 \pm 4.64$	9.473	$<0.01$
平均血流速度/ $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	$24.96 \pm 11.98$	$5.71 \pm 3.93$	10.600	$<0.01$
搏动指数	$0.24 \pm 0.27$	$0.03 \pm 0.16$	4.257	$<0.01$
循环阻力指数	$0.09 \pm 0.10$	$0.01 \pm 0.06$	4.255	$<0.01$

#### 2.4 经颅多普勒超声脑血流指标对直立性脑低灌注综合征的诊断效能

绘制 ROC 曲线,分别计算收缩期、舒张期末及平均血流速度的 AUC 值,及其诊断 OCHOs 的敏感性和特异性。TCD 联合 HUTT 时,同平卧位相比,

在倾斜直立位,病例组患者的收缩期、舒张期末及平均脑血流速度分别下降 14.5、9.5 和 13.5  $\text{cm/s}$ ,其诊断 OCHOs 的敏感性分别为 94.6%、87.5% 和 91.1%,特异性分别为 95.2%、85.7% 和 95.2% ( $P < 0.01$ )。见表 4。

表 4 经颅多普勒超声脑血流指标对直立性脑低灌注综合征的诊断效能

项目	AUC(95% CI)	$P$ 值	阈值/ $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	敏感性/%	特异性/%
收缩期血流速度下降程度	0.979(0.960~0.998)	$<0.01$	14.5	94.6	95.2
舒张期末血流速度下降程度	0.937(0.885~0.990)	$<0.01$	9.5	87.5	85.7
平均血流速度下降程度	0.954(0.909~0.999)	$<0.01$	13.5	91.1	95.2

### 3 讨论

直立不耐受是指患者在直立时出现晕厥、头晕、心悸、黑矇或视物模糊等症状,临床分型包括直立性低血压、直立性心动过速、阵发性窦性心动过速、直立性高血压和 OCHOs 等<sup>[11]</sup>。临床工作中常使用 HUTT 来评估不同类型的直立不耐受患者,但由于其仅采用血流动力学模式评估,因此当 HUTT 结果阴性或直立倾斜反应正常时,常将 OCHOs 患者归为非特殊性疾病或精神心理因素导致的临床症状,从而延误诊治<sup>[12]</sup>。TCD 联合 HUTT 对 OCHOs 的诊断和鉴别诊断有重要意义。

OCHOs 常表现为直立性头晕,女性患者多见(约占 60%),且 35% 的患者合并偏头痛<sup>[11]</sup>。本研究表明,在 56 例 OCHOs 患者中,66.07% (37/56) 为女性,与 NOVAK<sup>[11]</sup> 的报道一致。本研究还进行了脑和脑血管磁共振、TCD 增强试验和 TCD 微栓子监测,除外先天性卵圆孔未闭和脑实质及脑血管疾病所致的头晕、头痛。

SHIN 等<sup>[6]</sup> 研究认为,直立不耐受症状的出现与脑低灌注有关,但一直以来并未将脑血流速度变化纳入直立不耐受的诊断标准。NOVAK<sup>[13]</sup> 将脑血流速度纳入直立不耐受的诊断标准,引入了 OCHOs 的定义,即直立状态下脑血流速度下降,而血压、心率等血流动力学参数正常,未出现直立性低血压或心律失常。NORCLIFFE-KAUFMANN 等<sup>[14]</sup> 研究发现,在此类患者中脑血流速度可下降 20%;本研究

再次证实,OCHOs 患者从平卧位至倾斜直立位后,收缩期、舒张期末脑血流速度和平均脑血流速度下降达 30%~45%,显著高于对照组(约 10%),且搏动指数和循环阻力指数显著增加,而 HUTT 血流动力学指标变化与对照组相比差异无统计学意义。

OCHOs 患者脑灌注下降可能有多种机制参与。首先,脑血流自动调节通过调整血压和脑血流的关系来实现,通过调节脑血管阻力,可在血压发生较大波动时保持脑血流速度恒定。因此,OCHOs 患者在倾斜直立位血压及心率相对稳定时出现脑血流显著下降,提示可能存在脑血流自动调节功能受损<sup>[15-17]</sup>。在本研究中,OCHOs 患者的搏动指数和循环阻力指数增加更为显著,提示患者可能存在脑血管异常收缩,导致血管阻力增加、脑血流量减少。其次,NOVAK<sup>[13]</sup> 研究指出,OCHOs 患者可能存在直立应激的无效代偿,血管顺应性增加,从而导致循环血流量显著减少,回心血量减少,在一定程度上造成心输出量下降。虽然交感神经激活可造成外周血管阻力增加,能够部分代偿心输出量的减少并维持血压,但这种代偿并不能维持直立状态下的脑血流,仍会引发相应的临床症状。

卧位立转换过程中的脑血流调节机制相对复杂,主要包括脑血流的自动调节和自主神经功能调节两方面。在由平卧转为直立后的 30 s 内,由于血液的重新分布,血压和脑血流下降,继而激活压力感受器,反射性引起心率加快和外周阻力血管收缩,从而导致血压升高,脑血流回调,此后血压与脑

血流达到平衡。脑血流回调不全提示存在自主神经功能障碍或脑血流自动调节受损<sup>[18]</sup>。这种回调在TCD脑血流监测中表现为卧立位脑血流变化形成的W波<sup>[19]</sup>。NOVAK<sup>[20]</sup>根据各类型直立不耐受患者脑血流回调的特点,对其进行临床分类,这是本研究所欠缺的。在今后的研究中,可尝试探讨OCHOs患者和健康对照组人群W波回调的特点,进而寻找脑血流自动调节异常的发生机制;同时,还可以结合Valsalva试验评估自主神经功能。

鉴于本研究为回顾性研究,病例组和对对照组样本量偏少,可能存在选择偏倚,从而影响ROC曲线的诊断效能。在今后的研究中,可进一步增加样本量,或在直立不耐受的不同临床分型中比较血流动力学和脑血流指标,从而探讨其不同特点和发生机制。

综上,本研究结果提示TCD联合HUTT对OCHOs患者的诊断有重要意义,使用收缩期脑血流速度下降程度诊断OCHOs的敏感性和特异性更高。

### 参考文献

- [ 1 ] SHAW BH, CLAYDON VE. The relationship between orthostatic hypotension and falling in older adults[J]. *Clin Auton Res*, 2014, 24(1):3-13.
- [ 2 ] FEDOROWSKI A, MELANDER O. Syndromes of orthostatic intolerance: A hidden danger[J]. *J Intern Med*, 2013, 273(4): 322-335.
- [ 3 ] NOVAK P. Autonomic disorders[J]. *Am J Med*, 2019, 132(4): 420-436.
- [ 4 ] LEE H, LOW PA, KIM HA. Patients with orthostatic intolerance: Relationship to autonomic function tests results and reproducibility of symptoms on tilt [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 5706. DOI: 10.1038/s41598-017-05668-4.
- [ 5 ] SALNA M, IKEGAMI H, WILLEY JZ, et al. Transcranial Doppler is an effective method in assessing cerebral blood flow patterns during peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Card Surg*, 2019, 34(6): 447-452.
- [ 6 ] SHIN KJ, KIM SE, PARK KM, et al. Cerebral hemodynamics in orthostatic intolerance with normal head-up tilt test[J]. *Acta Neurol Scand*, 2016, 134(2): 108-115.
- [ 7 ] SUNWOO JS, YANG TW, KIM DY, et al. Association of blood pressure variability with orthostatic intolerance symptoms[J]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e0179132. DOI: 10.1371/journal.pone.0179132.
- [ 8 ] WINKER R, BARTH A, DORNER W, et al. Diagnostic management of orthostatic intolerance in the workplace [J]. *Int Arch Occup Environ Health*, 2003, 76(2): 143-150.
- [ 9 ] WINKER R, BARTH A, BIDMON D, et al. Endurance exercise training in orthostatic intolerance: A randomized, controlled trial[J]. *Hypertension*, 2005, 45(3): 391-398.
- [ 10 ] KENNY RA, INGRAM A, BAYLISS J, et al. Head-up tilt: A useful test for investigating unexplained syncope[J]. *Lancet*, 1986, 1(8494): 1352-1355.
- [ 11 ] NOVAK P. Cerebral blood flow, heart rate, and blood pressure patterns during the tilt test in common orthostatic syndromes[J]. *Neurosci J*, 2016: 6127340. DOI: 10.1155/2016/6127340.
- [ 12 ] GIBBONS CH, FREEMAN R. Clinical implications of delayed orthostatic hypotension: A 10-year follow-up study [J]. *Neurology*, 2015, 85(16): 1362-1367.
- [ 13 ] NOVAK P. Orthostatic cerebral hypoperfusion syndrome [J]. *Front Aging Neurosci*, 2016, 8:22. DOI: 10.3389/fnagi.2016.00022.
- [ 14 ] NORCLIFFE-KAUFMANN L, GALINDO-MENDEZ B, GARCIA-GUARNIZ AL, et al. Transcranial Doppler in autonomic testing: Standards and clinical applications[J]. *Clin Auton Res*, 2018, 28(2): 187-202.
- [ 15 ] WANG S, LV W, ZHANG H, et al. Aging exacerbates impairments of cerebral blood flow autoregulation and cognition in diabetic rats [J]. *Geroscience*, 2020, 42(5): 1387-1410.
- [ 16 ] CLAASSEN J, THIJSSEN DHJ, PANERAI RB, et al. Regulation of cerebral blood flow in humans: Physiology and clinical implications of autoregulation [J]. *Physiol Rev*, 2021, 101(4):1487-1559.
- [ 17 ] GREGORI-PLA C, MESQUITA RC, FAVILLA CG, et al. Blood flow response to orthostatic challenge identifies signatures of the failure of static cerebral autoregulation in patients with cerebrovascular disease [J]. *BMC Neurol*, 2021, 21(1): 154. DOI: 10.1186/s12883-021-02179-8.
- [ 18 ] CZOSNYKA M. In a search of pressure which optimizes autoregulation of cerebral blood flow[J]. *Crit Care Med*, 2019, 47(10): 1472-1473.
- [ 19 ] XU WH, WANG H, WANG B, et al. Disparate cardio-cerebral vascular modulation during standing in multiple system atrophy and parkinson disease[J]. *J Neurol Sci*, 2009, 276(1/2): 84-87.
- [ 20 ] NOVAK P. Hypocapnic cerebral hypoperfusion: A biomarker of orthostatic intolerance [J]. *PLoS One*, 2018, 13(9): e0204419. DOI: 10.1371/journal.pone.0204419.

(收稿日期: 2022-06-20)

(本文编辑:顾艳)