

前庭症状对急性脑干梗死患者平衡与步行功能的影响

黄茂娟 崔立玲 王菲 陈俊英 张玥 巫嘉陵

【摘要】 目的 探讨急性脑干梗死患者前庭症状与平衡和步行功能的相关性。**方法** 共纳入 2023 年 11 月至 2024 年 12 月天津市环湖医院收治的 51 例功能性步行分级量表 > 3 级的急性脑干梗死患者,采用水桶试验评估主观视觉垂直偏斜角度,头晕/眩晕视觉模拟评分(VAS)评估头晕/眩晕程度,动态视敏度评估前庭眼反射功能,特异性活动平衡信心量表(ABC)评估完成各项任务时的主观平衡信心,动态步态指数(DGI)评估客观动态平衡功能。**结果** Spearman 秩相关分析显示,ABC 评分与主观视觉垂直偏斜角度($r_s = -0.414, P = 0.003$)和头晕/眩晕 VAS 评分($r_s = -0.463, P = 0.000$)呈负相关,DGI 指数与主观视觉垂直偏斜角度($r_s = -0.347, P = 0.012$)、头晕/眩晕 VAS 评分($r_s = -0.472, P = 0.000$)和动态视敏度水平面丢失行数($r_s = -0.326, P = 0.019$)呈负相关。多因素线性逐步回归显示,头晕/眩晕 VAS 评分(标准化偏回归系数 = $-0.593, P = 0.000$)对 ABC 评分的影响强度约为主观视觉垂直偏斜角度(标准化偏回归系数 = $-0.268, P = 0.015$)的 2.21 倍;头晕/眩晕 VAS 评分(标准化偏回归系数 = $-0.666, P = 0.000$)对 DGI 指数的影响强度是动态视敏度水平面丢失行数(标准化偏回归系数 = $-0.263, P = 0.010$)的 2.53 倍。进一步 Spearman 秩相关分析显示,头晕/眩晕 VAS 评分与步态参数支撑相时间占比呈正相关($r_s = 0.289, P = 0.039$)。**结论** 急性脑干梗死患者动态平衡功能主要受头晕/眩晕程度的影响,且头晕/眩晕程度与步行支撑相时间占比呈正相关,应引起临床医师和康复治疗师的高度重视。

【关键词】 脑干梗死; 前庭,迷路; 姿势平衡; 步行; 神经康复; 线性模型

Effect of vestibular symptoms on balance and walking function in patients with acute brain stem infarction

HUANG Mao-juan¹, CUI Li-ling², WANG Fei², CHEN Jun-ying², ZHANG Yue², WU Jia-ling³

¹Grade 2022, Clinical College of Neurology, Neurosurgery and Neurorehabilitation, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

²Department of Rehabilitation, ³Department of Neurology, Tianjin Huanhu Hospital, Tianjin 300350, China

Corresponding authors: ZHANG Yue (Email: damoon325@hotmail.com);

WU Jia-ling (Email: wywl2009@hotmail.com)

【Abstract】 Objective To investigate the correlation between vestibular symptoms and balance/walking function in patients with acute brain stem infarction. **Methods** Fifty-one patients with acute brain stem infarction with a Functional Ambulation Category Scale (FAC) grade > 3 admitted to Tianjin Huanhu Hospital between November 2023 and December 2024 were included. The subjective visual vertical skew angle was measured using the Bucket Test. The degree of dizziness/vertigo was evaluated by the Visual Analogue Scales (VAS). The vestibulo-ocular reflex function was assessed by dynamic visual acuity (DVA). The Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC) was used to evaluate the balance confidence during performing various tasks, and the Dynamic Gait Index (DGI) was applied to assess the objective dynamic balance function. **Results** Spearman rank correlation analysis showed that the ABC score was negatively

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2025.05.011

基金项目:天津市卫生健康科技项目重点学科专项(项目编号:TJWJ2023XK024);天津市科技计划项目(项目编号:21JCYBJC00420)

作者单位:300070 天津医科大学神经内外科及神经康复临床学院 2022 级(黄茂娟);300350 天津市环湖医院康复医学科(崔立玲、王菲、陈俊英、张玥),神经内科(巫嘉陵)

通讯作者:张玥,Email:damoon325@hotmail.com;巫嘉陵,Email:wywl2009@hotmail.com

correlated with the subjective visual vertical skew angle ($r_s = -0.414$, $P = 0.003$) and dizziness/vertigo VAS score ($r_s = -0.463$, $P = 0.000$), and the DGI index was negatively correlated with subjective visual vertical skew angle ($r_s = -0.347$, $P = 0.012$), dizziness/vertigo VAS score ($r_s = -0.472$, $P = 0.000$) and the number of rows lost in the yaw plane of DVA ($r_s = -0.326$, $P = 0.019$). Multifactor linear stepwise regression analysis showed that the strength of the effect of dizziness/vertigo VAS score (standardized partial regression coefficient = -0.593 , $P = 0.000$) on ABC score was approximately 2.21 times greater than that of the subjective visual vertical skew angle (standardized partial regression coefficient = -0.268 , $P = 0.015$); the effect of dizziness/vertigo VAS score (standardized partial regression coefficient = -0.666 , $P = 0.000$) was 2.53 times stronger on the DGI index than the number of rows lost in the yaw plane of DVA (standardized partial regression coefficient = -0.263 , $P = 0.010$). Further Spearman rank correlation analysis showed a positive correlation between dizziness/vertigo VAS score and the proportion of the stance phase time of gait parameter ($r_s = 0.289$, $P = 0.039$). **Conclusions** Dynamic balance function in patients with acute brain stem infarction is mainly affected by the dizziness/vertigo severity. Furthermore, the degree of dizziness/vertigo shows a positive correlation with the proportion of stance phase duration during walking, which warrants heightened attention from both clinicians and rehabilitation therapists.

【Key words】 Brain stem infarctions; Vestibule, labyrinth; Postural balance; Walking; Neurological rehabilitation; Linear models

This study was supported by Key Discipline Special Project of Tianjin Health Science and Technology (No. TJWJ2023XK024), and Tianjin Science and Technology Project (No. 21JCYBJC00420).

Conflicts of interest: none declared

脑干梗死常伴头晕/眩晕、视物不清、姿势异常、行走不稳等前庭症状。前庭信号主要经外周前庭感受器、脑干、丘脑传递至大脑皮质,且延髓背外侧、脑桥被盖与中脑顶盖等区域存在支配眼动与姿势平衡的神经整合中枢及传导束,因此脑干结构损伤可能引发相应前庭症状^[1]。2009年,Barany学会制定前庭疾病国际分类(ICVD)前庭症状分类^[2-3],目前临床有多种评估方法辅助有效识别前庭症状,如头晕/眩晕视觉模拟评分(VAS)、动态视敏度(DVA)、主观视觉垂直(SVV)等^[4-5]。平衡功能障碍在前庭姿势性症状中较常见,可增加患者跌倒风险,严重影响功能恢复及日常生活活动能力。前庭系统在保持身体稳定、减少跌倒风险中发挥重要作用,但姿势性症状外的前庭症状是否与平衡功能存在相关性,目前鲜有报道。既往研究仅关注单一前庭症状或仅考量平衡功能,未对各前庭症状之间进行比较及其对平衡功能影响程度进行分析;加之,对于可独立行走但伴前庭症状的患者,美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分较低,临床易忽视,因此,明确不同前庭症状之间的关系,尤其是对平衡与步行功能的分析,探究前庭症状对脑干梗死患者平衡及步行功能的影响,可为临床诊疗提供新的视角与理论基础。本研究以天津市环湖医院近1年诊断与治疗的急性脑干梗死患者为研究对象,探讨主观视觉垂直偏斜、头晕/眩晕程度、动态视敏度等

前庭症状对主观平衡信心和客观平衡功能的影响,以期临床康复治疗方案的实施提供理论依据。

资料与方法

一、临床资料

1. 纳入标准 (1)缺血性卒中的诊断符合《中国各类主要脑血管病诊断要点2019》^[6]标准,并经头部MRI证实为单纯脑干梗死。(2)发病至入院时间 ≤ 7 d。(3)年龄30~80岁。(4)首次发病。(5)功能性步行分级量表(FAC)分级 > 3 级^[7]。(6)本研究经天津市环湖医院伦理委员会审查批准[审批号:(津环)伦审第(2023-015)号]。(7)所有患者及其家属均对研究项目知情并签署知情同意书。

2. 排除标准 (1)头部MRI或CT证实合并其他部位梗死或其他神经系统疾病。(2)合并耳源性、眼源性及其他原因导致的前庭功能障碍。(3)合并严重视觉障碍如青光眼、白内障等。(4)合并严重心、肺、肝、肾等重要脏器或骨科疾病。(5)合并本体感觉障碍。(6)合并精神障碍、失语等无法配合完成各项检查。(7)既往有眩晕、偏头痛发作、平衡障碍、听觉障碍、关节病等病史。(8)临床资料不完整。

3. 一般资料 选择2023年11月至2024年12月在天津市环湖医院神经康复科住院治疗的急性脑干梗死患者共51例,男性37例,女性14例;年龄为32~74岁,平均 (56.51 ± 9.77) 岁;受教育程度为0~

16 年,中位值 9(9,12)年;病程 1~7 d,中位病程 5(3,6) d;既往合并高血压占 72.55%(37/51)、糖尿病占 37.25%(19/51)、冠心病占 7.84%(4/51),吸烟占 47.06%(24/51)、饮酒占 39.22%(20/51);入院时 NIHSS 评分 0~5 分,中位评分 1(0,2)分;梗死灶分别位于延髓 10 例(19.61%),脑桥 37 例(72.55%),脑桥与延髓交界区 1 例(1.96%),延髓+脑桥 1 例(1.96%),延髓+脑桥与延髓交界区 1 例(1.96%),中脑 1 例(1.96%);右利手 47 例(92.16%),左利手 4 例(7.84%);静态视力 4.10~5.20,中位值 4.80(4.70,5.00)。

二、研究方法

1. 功能评估 (1)主观视觉垂直偏斜角度:采用水桶试验^[8]评估主观视觉垂直偏斜角度。患者静坐于半黑暗环境,头部和躯干保持垂直位,先闭眼以屏蔽外界视觉线索,然后睁眼直视 1 个半透明塑料桶,桶底部有一条穿过圆心的黑色直线,测试开始时康复治疗师分别以左偏 45°和右偏 45°为起点顺时针或逆时针缓慢旋转塑料桶,建议多顺时针旋转以增加准确度^[9],当患者认为黑线达垂直位时向治疗师反馈,此时治疗师读取黑线与客观重力方向的偏差角度,即为主观视觉垂直偏斜角度,重复 7 次,取平均值。以主观视觉垂直偏斜角度>2°为病理性偏斜^[10]。(2)头晕/眩晕程度:采用头晕/眩晕 VAS 评分^[11]评估患者头晕/眩晕程度。总评分 10 分,0 分,正常;1~3 分,轻度头晕/眩晕;4~6 分,中度头晕/眩晕;7~10 分,重度头晕/眩晕。(3)前庭眼反射功能:采用动态视敏度测试^[12]评估患者前庭眼反射功能。患者端坐于距离标准对数视力表 5 m 处,头保持正位,人眼与视力表 5.0 行齐平,先进行静态视力检查,再进行动态视力检查,1 位康复治疗师立于患者身后,扶住患者头部,以 2 次/s 速度,左转 20°或右转 20°转动头部(水平摇头)、上仰 20°或低下 20°点头(垂直点头)或者保持患者平视前方,左侧偏离中线 20°或右偏 20°摆动头部(左右摆动),另 1 位治疗师对患者进行视力检查,计算静态视力与动态视力的差值,以反映水平面(yaw)、矢状面(pitch)和冠状面(roll)前庭眼反射功能,丢失行数>2 行提示前庭眼反射功能异常。(4)主观平衡信心:采用特异性活动平衡信心量表(ABC)^[13]评估患者完成各项任务时的主观平衡信心。包括日常生活中基本任务和社区中难度较大任务共 16 项,每项评分 0~100%,各项评分相加取平均值,总评分 100%,评分≥80%为

正常、67%~79%为低平衡功能、≤66%为存在高跌倒风险。(5)客观平衡功能:采用动态步态指数(DGI)^[14]评估患者客观平衡功能。包括基本步态、步速、步行中头部水平转动、步行中头部垂直点头、步行中转身、步行中跨越障碍、步行中绕过障碍物及上下楼梯共 8 个项目,每项评分为 0~3 分,0 分为重度受损、1 分为中度受损、2 分为轻度受损、3 分为正常,总评分 24 分,评分<19 分提示高跌倒风险。(6)步态参数^[15]:将 OPAL 可穿戴传感器(美国 APDM 公司)佩戴于胸骨柄、L₅椎体、头部和双侧足背,患者保持静止并面向正前方,听到提示音后以自然步速行走 7 m,行走中不转身,传感器自动记录并采用 Mobility Lab 软件(<https://apdm.com/wearable-sensors>)分析步态时间参数(包括步频、步速、支撑相时间占比、双支撑相时间占比、终末双支撑相时间占比)和空间参数(包括步幅,躯干冠状面、矢状面、水平面摆动范围)。

2. 统计分析方法 采用 SPSS 27.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示;正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 检验,呈正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。ABC 评分和 DGI 指数与主观视觉垂直偏斜角度、头晕/眩晕 VAS 评分和动态视敏度的相关性采用 Spearman 秩相关分析($r_s \leq 0.30$ 为弱相关、 $0.30 < r_s \leq 0.60$ 为中度相关、 $0.60 < r_s \leq 0.80$ 为较高相关、 $r_s > 0.80$ 为很高相关^[16])。主观视觉垂直偏斜角度、头晕/眩晕 VAS 评分及动态视敏度对 ABC 评分和 DGI 指数的贡献度采用多因素线性逐步回归分析($\alpha_{\text{入}} = 0.05, \alpha_{\text{出}} = 0.10$),再将筛选出的关键因素与步态参数进一步行 Spearman 秩相关分析。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

本组 51 例患者主观视觉垂直偏斜角度为 0°~12°,中位角度 2(1,4)°;头晕/眩晕 VAS 评分 0~6 分,中位值 0(0,2)分;动态视敏度水平面丢失 0~8 行、中位值 2(2,3)行,矢状面丢失 0~5 行、中位值 2(1,3)行,冠状面丢失 0~5 行、中位值 2(1,3)行;ABC 评分 2.50%~100%,中位值 90.00%(79.38%,98.75%);DGI 指数 0~24 分,中位值 23(19,23)分。Spearman 秩相关分析显示,ABC 评分与主观视觉垂直偏斜角度($r_s = -0.414, P = 0.003$)和头晕/眩晕 VAS 评分($r_s =$

表 1 ABC 评分和 DGI 指数与主观视觉垂直偏斜角度、头晕/眩晕 VAS 评分和动态视敏度的 Spearman 秩相关分析**Table 1.** Spearman rank correlation analysis of ABC score and DGI index with subjective visual vertical skew angle, dizziness/vertigo VAS score and DVA

观察指标	ABC 评分		DGI 指数	
	r_s 值	P 值	r_s 值	P 值
主观视觉垂直偏斜角度	-0.414	0.003	-0.347	0.012
头晕/眩晕 VAS 评分	-0.463	0.000	-0.472	0.000
动态视敏度				
水平面丢失行数	-0.239	0.091	-0.326	0.019
矢状面丢失行数	-0.118	0.409	-0.261	0.064
冠状面丢失行数	-0.104	0.468	-0.191	0.179

ABC, Activities-Specific Balance Confidence Scale, 特异性活动平衡信心量表; DGI, Dynamic Gait Index, 动态步态指数; VAS, Visual Analog Scales, 视觉模拟评分

-0.463, $P = 0.000$) 呈负相关, 而与动态视敏度水平面丢失行数、矢状面丢失行数、冠状面丢失行数无相关性 (均 $P > 0.05$); DGI 指数与主观视觉垂直偏斜角度 ($r_s = -0.347$, $P = 0.012$) 和头晕/眩晕 VAS 评分 ($r_s = -0.472$, $P = 0.000$)、动态视敏度水平面丢失行数 ($r_s = -0.326$, $P = 0.019$) 呈负相关, 而与动态视敏度矢状面丢失行数、冠状面丢失行数无相关性 (均 $P > 0.05$, 表 1)。

以 ABC 评分作为因变量, 主观视觉垂直偏斜角度、头晕/眩晕 VAS 评分作为自变量, 行多因素线性逐步回归分析, 结果显示, 头晕/眩晕 VAS 评分 (标准化偏回归系数 = -0.593, $P = 0.000$) 对 ABC 评分的影响强度是主观视觉垂直偏斜角度 (标准化偏回归系数 = -0.268, $P = 0.015$) 的 2.21 倍 (表 2)。以 DGI 指数作为因变量, 主观视觉垂直偏斜角度、头晕/眩晕 VAS 评分、动态视敏度水平面丢失行数为自变量, 行多因素线性逐步回归分析, 结果显示, 头晕/眩晕 VAS 评分 (标准化偏回归系数 = -0.666, $P = 0.000$) 对 DGI 指数的影响强度是动态视敏度水平面丢失行数 (标准化偏回归系数 = -0.263, $P = 0.010$) 的 2.53 倍, 而主观视觉垂直偏斜角度对 DGI 指数的影响无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 3)。上述结果提示, 对患者完成各项任务时主观平衡信心和客观平衡功能均有较大影响的变量是头晕/眩晕 VAS 评分。

将头晕/眩晕 VAS 评分与步态时间和空间参数进一步行 Spearman 秩相关分析, 结果显示, 头晕/眩晕 VAS 评分与支撑相时间占比呈正相关 ($r_s = 0.289$, $P = 0.039$), 而与步频、步速、双支撑相时间占比、终

末双支撑相时间占比、步幅和躯干摆动范围 (冠状面、矢状面、水平面) 无相关性 (均 $P > 0.05$, 表 4)。

讨 论

脑干梗死常引发头晕/眩晕、定向障碍、姿势不稳及静态张力不平衡等前庭症状^[17]。急性脑干梗死患者的头晕/眩晕症状若不及时干预, 易长期遗留且进一步引起焦虑或抑郁情绪^[18]。既往研究显示, 约 53% 的脑干梗死患者存在主观视觉垂直病理性倾斜^[19]。垂直半规管和耳石接收到冠状面的垂直偏斜角度变化时, 将前庭信号传递至延髓前庭神经核, 并通过双侧神经传导通路至少 4 次交叉传递至丘脑。该通路可以调节前庭信号的传入, 将前庭神经核与位于中脑被盖和丘脑的头-眼协调整合中心联系起来, 调节自我运动和对垂直方向的感知。前庭信号从丘脑传递至颞顶叶皮质的多感觉整合中心, 形成整体前庭知觉^[20-21]。当双侧前庭张力在冠状面出现急性不平衡时表现为前庭觉异常, 异常程度超过本体觉和视觉代偿时即出现主观视觉垂直病理性倾斜, 导致对重力方向和垂直方向的感知偏差^[22]。研究表明, 垂直感知障碍使患者难以保持直立位, 重心偏离稳定极限面, 无法保持姿势稳定和安全运动^[23-24]。由于耳石对相对于重力的头部线性加速度和头部倾斜均有反应, 因此单纯依靠前庭觉无法区分头部对重力的感知。在对周围环境的感知中, 前庭觉将自身定位于外部环境的整体框架中, 不依赖自我视角; 视觉则以自我为中心, 通过视觉信号与前庭觉信号相结合, 准确识别头部运动知觉^[25]。运动状态下头部运动信号经半规管感受器由前庭传导通路上行传递至前庭神经核, 再由内侧纵束激活动眼神神经核和展神经核, 支配双侧眼动, 使之与头部运动方向相反, 形成前庭眼反射, 以维持视野的清晰。若前庭眼反射通路受损, 可出现震颤幻视, 导致患者对周围环境以及自身处于环境空间中的位置估计出现错误, 增加跌倒风险^[26]。

本研究从患者主观平衡信心和客观平衡功能两方面评价动态平衡功能, Spearman 秩相关分析显示, ABC 评分与主观视觉垂直偏斜角度和头晕/眩晕 VAS 评分呈负相关, DGI 指数与主观视觉垂直偏斜角度、头晕/眩晕 VAS 评分和动态视敏度水平面丢失行数呈负相关。既往研究显示, 动态视敏度 ($P = 0.019$) 和 DGI 指数 ($P = 0.008$) 是单侧前庭功能下降患者发生跌倒的预测因素^[27], 与本研究结果相一

表 2 ABC 评分与主观视觉垂直偏斜角度和头晕/眩晕 VAS 评分的多因素线性逐步回归分析**Table 2.** Multifactor linear stepwise regression analysis of ABC score with subjective visual vertical skew angle and dizziness/vertigo VAS score

变量	回归系数	SE	t 值	P 值	标准化偏回归系数
主观视觉垂直偏斜角度	-1.861	0.740	-2.515	0.015	-0.268
头晕/眩晕 VAS 评分	-7.005	1.257	-5.574	0.000	-0.593
截距	97.170	2.734	35.543	0.000	0.000

VAS, Visual Analog Scales, 视觉模拟评分。The same for Table 3

表 3 DGI 指数与头晕/眩晕 VAS 评分和动态视敏度水平面丢失行数的多因素线性逐步回归分析**Table 3.** Multifactor linear stepwise regression analysis of DGI index with dizziness/vertigo VAS score and number of rows lost in the yaw plane of DVA

变量	回归系数	SE	t 值	P 值	标准化偏回归系数
头晕/眩晕 VAS 评分	-1.901	0.280	-6.793	0.000	-0.666
动态视敏度水平面丢失行数	-0.780	0.291	-2.682	0.010	-0.263
截距	24.603	0.932	26.390	0.000	0.000

表 4 头晕/眩晕 VAS 评分与步态参数的 Spearman 秩相关分析**Table 4.** Spearman rank correlation analysis of dizziness/vertigo VAS score and gait parameters

观察指标	r_s 值	P 值
步态时间参数		
步频	-0.014	0.922
步速	-0.124	0.387
支撑相时间占比	0.289	0.039
双支撑相时间占比	0.220	0.120
终末双支撑相时间占比	0.192	0.178
步态空间参数		
步幅	-0.121	0.398
躯干冠状面摆动范围	-0.245	0.083
躯干矢状面摆动范围	-0.132	0.355
躯干水平面摆动范围	-0.068	0.634

致。由此推测,对于具有前庭症状的脑干梗死患者,头晕/眩晕程度可影响平衡功能及维持平衡的信心,进一步表明前庭中枢在维持姿势稳定中具有不可替代的作用。前庭中枢病变的代偿主要涉及小脑和脑干结构^[17],脑干梗死患者的前庭传导通路受损可经其他通路补偿。前庭眼反射通路损伤引发的动态代偿涉及全脑的学习过程,除神经回路调节外,小脑通过调节视觉或本体觉在感觉传入的权重中形成感觉替代,同时通过增加扫视或平滑追踪等眼动以维持凝视的稳定^[28-29]。由于小脑和外周前庭感受器的结构完整,代偿形成更顺利;同时,动态平衡功能的维持与视觉系统、前庭系统、本体觉系统密切相关,前庭皮质将三者的感觉信息统合形成视觉、姿势稳定和空间定向的整体认知,动态视敏度是其中一部分,可以部分解释动态视敏度对前庭中枢损伤患者 ABC 评分和 DGI 指数的影响不明显。人体在执行直线行走、跨障碍物行走和头部转向行走等平衡任务时,水平面的平衡控制多于矢状面和冠状面^[30]。前庭眼反射主要发挥维持凝视稳定、视野清晰和平衡的作用,当代偿无法弥补水平面前庭眼反射功能下降带来的影响时,可出现平衡和步行功能下降,这是水平面丢失行数明显影响 DGI 指数的原因。主观视觉垂直病理性偏斜的出现提示人体对重力方向和垂直方向的估计错误,其准确定位主要依靠前庭觉,因此,前庭功能障碍可影响姿势稳定和平衡功能,且很可能伴主观视觉垂直偏斜,

这也许可以解释本研究 ABC 评分和 DGI 指数与主观视觉垂直倾斜角度均呈负相关的结论。头晕/眩晕 VAS 评分反映头晕/眩晕程度,引起头晕/眩晕的原因众多,其中大部分与前庭功能障碍有关。脑干梗死因损伤前庭传导通路,导致前庭功能障碍,当错误的前庭觉、视觉与本体觉发生中枢整合冲突时,患者出现头晕/眩晕。前庭系统在空间定位和导航中起重要作用,前庭功能障碍可引起空间定向障碍,严重影响步行功能,且错误的运动知觉影响姿势稳定;同时,头晕/眩晕通过减少步行中头部自然摆动以减轻前庭系统的感知负荷,这也许可以解释本研究 ABC 评分和 DGI 指数与头晕/眩晕 VAS 评分均呈负相关的结论。

支撑相是步行中足部与地面接触的阶段,一般约占步态周期的 60%,其中双足同时接触地面的阶段称为双支撑相;终末双支撑相指身体重心向前移动过中点至足趾准备离开地面的阶段。本研究结果显示,急性脑干梗死患者头晕/眩晕 VAS 评分与步态参数中支撑相时间占比呈正相关,一方面是由于前庭功能下降,患者对视觉及本体觉的依赖增加,出现视线焦点下移(如紧盯地面),并通过延长支撑相时间以确认下肢的本体觉反馈;另一方面是由于脑干梗死引起的前庭觉、本体觉及视觉在前庭中枢整合过程中发生障碍,从而引起头晕/眩晕,姿势调整决策无法在正常的支撑相时间内完成,跌倒风险增加,故需延长支撑相时间以维持步态稳定。而头

晕/眩晕 VAS 评分与步频、步速、步幅、躯干摆动范围等无明显相关性,推测是由于本研究纳入的脑干梗死患者小脑和大脑结构完整,且排除神经肌肉骨骼系统疾病,前庭功能在步态参数的调节中并非起主导作用,而是受更复杂的神经系统多感觉整合功能的调节。

综上所述,急性脑干梗死患者动态平衡功能主要受头晕/眩晕程度的影响,且头晕/眩晕程度与步行支撑相时间占比呈正相关,提示急性脑干梗死患者行前庭康复治疗时,优先处理头晕/眩晕,方可改善动态平衡与步行功能,应引起临床医师和康复治疗师的重视。本研究尚存局限性:样本量相对较小,部分数据以患者主观评价为主,观察指标维度较单一;所纳入患者入院时 NIHSS 评分为 0~5 分,具有独立行走能力,神经功能障碍较轻微,无法涵盖全部脑干梗死人群。未来研究将扩大样本量,采用更多客观指标如运动捕捉分析、眼震电图等,对 NIHSS 评分较高的脑干梗死患者进行如静态平衡、姿势症状等分析,全面客观评价以进一步明确前庭症状对平衡姿势等的影响机制。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Vertigo Professional Committee, China Medical Education Association. Chinese expert consensus on the diagnosis and treatment of vascular dizziness/vertigo[J]. Zhongguo Shen Jing Mian Yi Xue He Shen Jing Bing Xue Za Zhi, 2020, 27:253-260. [中国医药教育协会眩晕专业委员会. 血管源性头晕/眩晕诊疗中国专家共识[J]. 中国神经免疫学和神经病学杂志, 2020, 27:253-260.]
- [2] Bisdorff A, Von Brevern M, Lempert T, Newman-Toker DE. Classification of vestibular symptoms: towards an international classification of vestibular disorders[J]. J Vestib Res, 2009, 19 (1/2):1-13.
- [3] Wu ZM, Zhang SZ. International classification and analysis of vestibular symptoms[J]. Zhonghua Er Ke Xue Za Zhi, 2015, 13: 187-189. [吴子明, 张素珍. 前庭症状国际分类与解析[J]. 中华耳科学杂志, 2015, 13:187-189.]
- [4] Chen G, Zhang J, Qiao Q, Zhou L, Li Y, Yang J, Wu J, Huangfu H. Advances in dynamic visual acuity test research[J]. Front Neurol, 2023, 13:1047876.
- [5] Haijoub S, Lacour M. Asymmetry of the subjective visual vertical in patients with unilateral peripheral vestibular deficit[J]. J Audiol Otol, 2024, 28:213-220.
- [6] Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Diagnostic criteria of cerebrovascular diseases in China (version 2019)[J]. Zhonghua Shen Jing Ke Za Zhi, 2019, 52:710-715. [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, 52:710-715.]
- [7] Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired: reliability and meaningfulness[J]. Phys Ther, 1984, 64:35-40.
- [8] Zwergal A, Rettinger N, Frenzel C, Dieterich M, Brandt T, Strupp M. A bucket of static vestibular function[J]. Neurology, 2009, 72:1689-1692.
- [9] Li Y, Zhang Q, Ma XB, Shen JL, Jin YL, Chen XP, Yang J, Chen JY. The effect of different rotation modes on testing resulting of the subjective visual vertical[J]. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi, 2022, 36:665-669. [李越, 张勤, 马孝宝, 沈佳丽, 金玉莲, 陈向平, 杨军, 陈建勇. 不同旋转方式对主观视觉垂直线检测结果的影响[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36:665-669.]
- [10] Zhao YN, Chen GG, Wu JX, Yang J, Zhou LY, Li Y. Clinical application progress of subjective visual vertical test[J]. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi, 2022, 36:884-887. [赵雅楠, 陈钢钢, 吴佳鑫, 杨捷, 周丽媛, 李莹. 主观视觉垂直线检测的临床应用进展[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36:884-887.]
- [11] Uz U, Uz D, Akdal G, Çelik O. Efficacy of Epley maneuver on quality of life of elderly patients with subjective BPPV[J]. J Int Adv Otol, 2019, 15:420-424.
- [12] Zhao D, Jiang ZG, Li CJ. Dynamic visual acuity screening test results analysis of 25 patients with peripheral vertigo[J]. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi, 2024, 38:146-149. [赵东, 姜子刚, 李春娇. 25 例外周性眩晕患者动态视敏度筛查试验结果分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2024, 38:146-149.]
- [13] Sedeño-Vidal A, Hita-Contreras F, Montilla-Ibáñez MA. The effects of vestibular rehabilitation and manual therapy on patients with unilateral vestibular dysfunction: a randomized and controlled clinical study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19:15080.
- [14] Wang L, Zobeiri OA, Millar JL, Schubert MC, Cullen KE. Head movement kinematics are altered during gaze stability exercises in vestibular schwannoma patients[J]. Sci Rep, 2021, 11:7139.
- [15] Zhang Y, Yin MM, Li YQ, Wang LQ, Cui LL, Wang YJ, Wu JL. Characteristics of walking and static standing in stroke patients with or without vestibular symptoms[J]. Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi, 2022, 22:965-972. [张玥, 尹苗苗, 李雅晴, 王利群, 崔立玲, 王雅静, 巫嘉陵. 伴前庭症状与不伴前庭症状的脑卒中患者步行与静态站立特征分析[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2022, 22:965-972.]
- [16] Li K, He J. Medical statistics[M]. 8th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2024: 117. [李康, 贺佳. 医学统计学[M]. 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2024: 117.]
- [17] Brandt T, Dieterich M. The dizzy patient: don't forget disorders of the central vestibular system[J]. Nat Rev Neurol, 2017, 13: 352-362.
- [18] Chen X, Wei D, Fang F, Song H, Yin L, Kaijser M, Gurholt TP, Andreassen OA, Valdimarsdóttir U, Hu K, Duan M. Peripheral vertigo and subsequent risk of depression and anxiety disorders: a prospective cohort study using the UK Biobank[J]. BMC Med, 2024, 22:63.
- [19] Baier B, Thömke F, Wiltling J, Heinze C, Geber C, Dieterich M. A pathway in the brainstem for roll-tilt of the subjective visual vertical: evidence from a lesion-behavior mapping study[J]. J Neurosci, 2012, 32:14854-14858.
- [20] Dieterich M, Brandt T. The bilateral central vestibular system: its pathways, functions, and disorders[J]. Ann NY Acad Sci, 2015, 1343:10-26.
- [21] Dieterich M, Brandt T. Central vestibular networking for sensorimotor control, cognition, and emotion[J]. Curr Opin Neurol, 2024, 37:74-82.
- [22] Schöberl F, Pradhan C, Grosch M, Brendel M, Jostes F,

- Obermaier K, Sowa C, Jahn K, Bartenstein P, Brandt T, Dieterich M, Zwergal A. Bilateral vestibulopathy causes selective deficits in recombining novel routes in real space[J]. Sci Rep, 2021, 11:2695.
- [23] Karnath HO, Ferber S, Dichgans J. The origin of contraversive pushing: evidence for a second graviceptive system in humans [J]. Neurology, 2000, 55:1298-1304.
- [24] Chow MR, Ayiotis AI, Schoo DP, Gimmon Y, Lane KE, Morris BJ, Rahman MA, Valentin NS, Boutros PJ, Bowditch SP, Ward BK, Sun DQ, Treviño Guajardo C, Schubert MC, Carey JP, Della Santina CC. Posture, gait, quality of life, and hearing with a vestibular implant[J]. N Engl J Med, 2021, 384:521-532.
- [25] Mazibrada G, Tariq S, Pérennou D, Gresty M, Greenwood R, Bronstein AM. The peripheral nervous system and the perception of verticality[J]. Gait Posture, 2008, 27:202-208.
- [26] Jacobson GP, McCaslin DL, Grantham SL, Piker EG. Significant vestibular system impairment is common in a cohort of elderly patients referred for assessment of falls risk [J]. J Am Acad Audiol, 2008, 19:799-807.
- [27] Hall CD, Schubert MC, Herdman SJ. Prediction of fall risk reduction as measured by dynamic gait index in individuals with unilateral vestibular hypofunction[J]. Otol Neurotol, 2004, 25:746-751.
- [28] Deveze A, Bernard-Demanze L, Xavier F, Lavieille JP, Elziere M. Vestibular compensation and vestibular rehabilitation: current concepts and new trends[J]. Neurophysiol Clin, 2014, 44:49-57.
- [29] Zou SG, Peng AQ, Yang T, Liu J, Wang Q. Research progress on visual dependence in vestibular diseases [J]. Zhonghua Er Ke Xue Za Zhi, 2022, 20:679-683.[邹曙光, 彭安全, 杨涛, 刘嘉, 汪芹. 视觉依赖在前庭疾病中的研究进展[J]. 中华耳科学杂志, 2022, 20:679-683.]
- [30] Allum JHJ, Candreia C, Honegger F. Trunk instability in the pitch, yaw, and roll planes during clinical balance tests: axis differences and correlations to vHIT asymmetries following acute unilateral vestibular loss[J]. Brain Sci, 2024, 14:664.

(收稿日期:2025-02-18)

(本文编辑:许畅)

· 小词典 ·

中英文对照名词词汇(三)

经胸超声心动图声学造影

transthoracic echocardiography contrast-enhanced acoustics (cTTE)

颈动脉内膜切除术 carotid endarterectomy(CEA)

颈动脉支架成形术 carotid artery stenting(CAS)

颈内动脉 internal carotid artery(ICA)

抗核抗体 anti-nuclear antibody(ANA)

抗心磷脂抗体 anti-cardiolipin antibody(ACA)

抗中性粒细胞胞质抗体

anti-neutrophil cytoplasmic antibody(ANCA)

扩大的血管周围间隙 enlarged perivascular space(EPVS)

颅内出血 intracerebral hemorrhage(ICH)

颅内动脉粥样硬化性狭窄

intracranial atherosclerotic stenosis(ICAS)

卵圆孔未闭 patent foramen ovale(PFO)

卵圆孔未闭相关卒中因果可能性

patent foramen ovale-associated stroke causal likelihood (PASCAL)

洛桑急性脑卒中登记评分

Acute Stroke Registry and Analysis of Lausanne(ASRAL)

美国国家脂质协会 National Lipid Association(NLA)

美国国立卫生研究院卒中量表

National Institutes of Health Stroke Scale(NIHSS)

美国食品与药品管理局

Food and Drug Administration(FDA)

美国心脏协会 American Heart Association(AHA)

美国卒中协会 American Stroke Association(ASA)

孟德尔随机化 Mendelian randomization(MR)

模式识别受体 pattern recognition receptor(PRR)

脑白质高信号 white matter hyperintensity(WMH)

脑淀粉样血管病 cerebral amyloid angiopathy(CAA)

脑灌注压 cerebral perfusion pressure(CPP)

脑过度灌注综合征 cerebral hyperperfusion syndrome(CHS)

脑桥旁正中动脉 paramedian pontine artery(PPA)

脑深部白质高信号 deep white matter hyperintense(DWMH)

脑实质血肿 parenchymal hematoma(PH)

脑室旁白质高信号

periventricular white matter hyperintense(PWMH)

脑微出血 cerebral microbleeds(CMBs)

脑小血管病 cerebral small vessel disease(CSVD)

脑血管反应性 cerebrovascular reactivity(CVR)

脑血流自动调节 cerebral autoregulation(CA)

脑血容量 cerebral blood volume(CBV)

Alberta脑卒中计划早期CT评分

Alberta Stroke Program Early CT Score(ASPECTS)

内皮细胞白细胞黏附分子

endothelial leukocyte adhesion molecule(ELAM)

逆转录-聚合酶链反应

reverse transcriptase-polymerase chain reaction(RT-PCR)

尿酸 uric acid(UA)

皮质浅表铁质沉着症 cortical superficial siderosis(cSS)

前蛋白转化酶枯草杆菌蛋白酶/Kexin9型

proprotein convertase subtilisin/Kexin type 9(PCSK9)

前庭疾病国际分类

International Classification of Vestibular Disorders(ICVD)

腔隙性梗死 lacunar infarct(LACI)

曲线下面积 area under the curve(AUC)

全基因组关联分析

Genome-Wide Association Study(GWAS)