

·临床研究·

天轨悬吊下不同强度核心肌群强化训练对脑卒中患者运动功能的影响

缪舒雅^{1,4}, 何鸣翔², 方星¹, 程一淇¹, 刘亚杰¹, 李丽萍^{1,3*}

1 浙江中医药大学附属杭州市中医院, 浙江 杭州 310007;

2 浙江中医药大学研究生院, 浙江 杭州 310053;

3 浙江大学医学院附属邵逸夫医院新疆兵团阿拉尔医院, 新疆 阿拉尔 843300;

4 浙江省瑞安市中医院, 浙江 温州 325200

* 通信作者: 李丽萍, E-mail: 38860934@qq.com

收稿日期: 2024-03-24; 接受日期: 2024-06-30

基金项目: 浙江省康复医学会2023年科研基金项目(ZKKY2023006); 2021年浙江省卫生健康科技计划项目(2021KY923)

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2025.05010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



摘要 **目的** 观察天轨悬吊辅助下不同强度核心肌群强化训练对脑卒中患者运动能力及日常生活能力的影响。**方法** 选取2023年5月—2024年2月在浙江中医药大学附属杭州市中医院针灸康复科收治入院的脑卒中平衡功能障碍患者72例,按照随机数字表法分为常规康复组、核心1组、核心2组,每组24例。3组分别脱落2例,其中常规康复组因患者自行退出和再发脑出血分别脱落1例,核心1组因患者转院脱落2例,核心2组因患者出院和无法全程配合训练分别脱落1例,最终66例完成本试验。3组均给予控制血压、血糖等基础药物对症治疗并进行30 min的常规康复训练;核心1组和核心2组则在常规康复组的基础上分别给予核心肌群稳定训练15 min和30 min;3组训练均为每日1次,每周5 d,持续4周。分别于治疗前、治疗2周及治疗4周后,采用Fugl-Meyer运动功能评分表(FMA)、改良Barthel指数(MBI)量表对3组运动能力及日常生活能力进行评分;运用三维步态动作捕捉与训练系统测试记录3组步行时的步幅、步速、双腿支撑相触地时长;应用肌肉骨骼超声探测3组瘫痪侧肌肉厚度。**结果** 与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后FMA评分均升高($P < 0.05$);与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后FMA评分均升高($P < 0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗4周后FMA评分升高($P < 0.05$)。与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后MBI评分均升高($P < 0.05$);与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后MBI评分均升高($P < 0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗2周后、治疗4周后MBI评分均升高($P < 0.05$)。与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后步幅均增大($P < 0.05$),步速均增快($P < 0.05$),双腿支撑相触地时长均减少($P < 0.05$);与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后步幅均增大($P < 0.05$),步速均增快($P < 0.05$),双腿支撑相触地时长均减少($P < 0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗2周后、治疗4周后步幅均增大($P < 0.05$),步速均增快($P < 0.05$),双腿支撑相触地时长均减少($P < 0.05$)。与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后腹横肌、腹直肌厚度均增加($P < 0.05$);与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后腹横肌、腹直肌厚度均增加($P < 0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗2周后、治疗4周后腹横肌、腹直肌厚度均增加($P < 0.05$)。3组腹内斜肌、腹外斜肌厚度治疗前后比较均无明显变化($P > 0.05$)。**结论** 天轨悬吊辅助下核心肌群强化训练可以有效改善脑卒中患者的日常生活能力及平衡功能,且30 min的训练强度效果优于15 min,4周的训练周期效果优于2周。

关键词 脑卒中;天轨悬吊法;核心肌群;平衡;运动功能

引用格式: 缪舒雅,何鸣翔,方星,等.天轨悬吊下不同强度核心肌群强化训练对脑卒中患者运动功能的影响[J].康复学报,2025,35(5):514-521.

MIAO S Y, HE M X, FANG X, et al. Effects of core muscle strengthening training with different intensities under overhead suspension on motor function of stroke patients [J]. Rehabil Med, 2025, 35(5): 514-521.

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2025.05010

©《康复学报》编辑部, 开放获取 CC BY-NC-ND 4.0 协议

© Rehabilitation Medicine, OA under the CC BY-NC-ND 4.0

脑卒中是临床高发疾病,也是我国居民主要死亡原因之一。每年我国脑卒中患者超过200万,该疾病治疗费用高,恢复时间长,给病患家庭带来沉重的负担^[1]。由于中枢受损,脑卒中患者的躯干及肢体的控制能力大大减退,大部分患者存在肌张力、肌力及平衡功能障碍,表现为肢体活动和日常生活能力障碍^[2-3]。提高脑卒中患者平衡能力,对患者早日恢复步行能力,回归正常家庭生活和社会生活尤为重要^[4]。有研究显示,核心肌群强化训练可以有效帮助脑卒中患者改善平衡能力,从而进一步提高患者的步行能力^[5]。天轨悬吊运动疗法是一种将身体部分悬吊起来,让人体处于不稳定状态的训练方法,可以更好地激发核心肌群力量,从而改善患者的运动平衡功能。天轨悬吊运动疗法可以在一定程度上降低患者训练初期的摔倒风险,有效减轻患者心理负担,对改善脑卒中患者平衡能力及提高日常生活能力有较大作用。因此,本研究旨在探讨天轨悬吊下不同强度核心肌群强化训练对脑卒中患者运动功能及日常生活的影响。

1 临床资料

1.1 病例选择标准

1.1.1 纳入标准 ①符合《中国急性缺血性卒中诊

治指南2023》^[6]中关于脑卒中的诊断标准;②年龄40~80岁;③首次发病,病程≤6月者;④病情稳定,能理解研究实施者的动作指令,配合完成研究训练者;⑤临床表现为单侧肢体功能障碍者;⑥脑卒中前无明显的下肢运动功能障碍病史,发病后有明显的下肢运动功能障碍者;⑦入院Holden步行功能分级(Functional Ambulation Category, FAC)≥I级, Berg量表(Berg Balance Scale, BBS)评分≤40分者。

1.1.2 排除标准 ①合并重大疾病者;②其他病因(如脑肿瘤、脑外伤、脑炎等)引起偏瘫者。

1.2 一般资料

选取2023年5月—2024年2月在浙江中医药大学附属杭州市中医院针灸康复科收治入院的脑卒中平衡功能障碍患者72例,按照随机数字表法分为常规康复组、核心1组、核心2组,每组24例。3组分别脱落2例,其中常规康复组因患者自行退出和再发脑出血分别脱落1例,核心1组因患者转院脱落2例,核心2组因患者出院和无法全程配合训练分别脱落1例,最终66例完成本试验。3组一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表1。本研究经浙江中医药大学附属杭州市中医院医学伦理委员会审批通过(审批号:2023 KLL062)。

表1 3组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data in three groups

组别	例数	年龄/($\bar{x}\pm s$,岁)	平均病程/[$M(P_{25}, P_{75})$,d]	性别		卒中类型		瘫痪侧	
				男	女	脑梗死	脑出血	左	右
常规康复组	22	65.76±10.46	38(15,52)	14	8	20	2	10	12
核心1组	22	65.61±7.93	45(28,72)	13	9	21	1	11	11
核心2组	22	65.73±9.95	45(19,107)	15	7	20	2	12	10

2 方法

2.1 实验分组

2.1.1 常规康复组 根据《中国急性缺血性卒中诊治指南2023》给予控制血压、血糖等基础药物对症治疗,并且按照指南均给予常规康复训练(如步行训练、肌力训练、良肢位摆放、抑制痉挛等)^[6-7],每日1次,每次30 min,每周5 d,持续训练4周。

2.1.2 核心1组 在“2.1.1”所述基础用药和常规康复训练的基础上,联合天轨悬吊辅助下核心肌群强化训练,每日1次,每次15 min,每周5 d,持续训练4周。

2.1.2.1 核心肌群强化训练方法 ①多裂肌和腹

横肌的协同收缩:仰卧位,屈膝,双足平放于垫子上,取脊柱中立位并与腰垫保持小间隙,深吸气放松腹部肌肉,双手分别置于肚脐上下,缓慢呼气,收缩腹部,保持10 s,然后平静呼吸,休息10 s后重复上述训练。同理行坐位、俯卧位、站立位和四点跪位训练,每个动作10~15次。②改良桥式运动:仰卧位,以双足及肩部为支点,双膝屈曲90°,抬起臀部、背部、下肢,髋、膝、肩呈一直线;随着难度增加逐渐增加高度和维持时间,直至一侧足抬离床面并伸直下肢。

2.1.2.2 天轨悬吊运动疗法 ①天轨悬吊辅助上下肢-躯干的姿势控制训练:采用上海正梓医疗器械有限公司生产的丹麦Guldmann GH3+型多功能悬

吊设备。在患者正前方放置1个Bobath球,在天轨悬吊辅助下,将患手或双手置于球面,随口令指示移动球体。医师纠正并确保姿势正确,促使肩胛骨运动,根据实际情况调整难度。②天轨悬吊辅助下骨盆控制训练:采用上述设备对患者进行悬吊减重,减重量为能使其保持平衡的最小量。患者坐于Bobath球上,躯干抗重力伸展,核心控制,保持身体稳定,配合呼吸,进行骨盆左右旋转训练、骨盆左右倾斜及前后倾斜训练、立位双足并立骨盆左右移动和左右倾斜训练、双足前后立位骨盆各方向运动控制训练。每个动作重复10~20遍。根据实际情况选择适当的辅助或阻力,避免健侧过度代偿。

2.1.3 核心2组 在“2.1.1”所述基础用药和常规康复训练的基础上,核心2组联合天轨悬吊辅助下核心肌群强化训练,具体训练方法参照“2.1.2.1”。每日1次,每次30 min,每周5 d,持续训练4周。

2.2 观察指标

分别于治疗前、治疗2周后及治疗4周后,对3组运动功能、日常生活能力、步行及平衡功能进行评估。

2.2.1 运动功能评分 采用Fugl-Meyer运动功能评分表(Fugl-Meyer Assessment, FMA)对患者运动功能进行评分,总表100分,上肢66分,下肢34分,总共17小项,每项有0、1、2这3个分值,能自主活动评为0分,有部分自主活动评为1分,正常活动评为2分,该量表分数与患者运动功能呈正相关,可评定脑卒中患者运动功能^[8]。

2.2.2 日常生活能力评分 采用改良Barthel指数(modified Barthel Index, MBI)量表对患者日常生活能力进行评分,总分100分,分为10项,每项0~15分不等,包括洗澡、更衣、上下楼梯、床轮椅转移等。该量表分数与日常生活能力呈正相关的关系,可评定卒中患者日常自主生活能力^[9]。

2.2.3 步行及平衡功能评分 采用三维步态动作捕捉与训练系统(Gait Watch)测定,采用丹麦Guldmann GH3+型天轨移位系统对患者进行天轨悬吊训练,运用三维步态动作捕捉与训练系统记录患者的步幅、步速双腿支撑相触地时长等数据,使患者的步行功能更加客观量化^[10]。

2.2.4 核心肌群厚度评分 采用肌肉骨骼超声探测患者瘫痪侧腹直肌、腹横肌、腹内斜肌、腹外斜肌等肌肉厚度^[11]。

2.3 统计学方法

采用SPSS 25.0统计学软件对所得数据进行分析。计量资料不服从正态分布,数据采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用Wilcoxon秩和检验;计量资料服从正态分布,数据采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用单因素方差分析,组内多个时间点比较采用重复测量方差分析,其中对不满足球形检验的统计量采用Greenhouse-Geisser法矫正自由度和 P 值,事后比较采用Bonferroni法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 3组不同时间点FMA评分比较

治疗前,3组FMA评分组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。重复测量的方差分析结果显示,3组治疗前后的时间效应具有统计意义($F_{\text{时间}} = 120.93, P < 0.001$),不同组别的效应具有统计学意义($F_{\text{组间}} = 6.11, P = 0.003$),且时间与分组的交互效应同样具有统计学意义($F_{\text{交互}} = 13.43, P < 0.001$)。组内比较,与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后FMA评分均升高($P < 0.05$)。组间比较,与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后FMA评分均升高($P < 0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗4周后FMA评分升高($P < 0.05$)。见表2。

表2 3组治疗前后FMA评分比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of FMA scores in three groups before and after treatment ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗2周后	治疗4周后
常规康复组	22	46.64 ± 16.63	55.67 ± 15.25 ¹⁾	62.36 ± 14.63 ¹⁾
核心1组	22	43.88 ± 15.69	56.67 ± 15.13 ¹⁾²⁾	64.27 ± 13.26 ¹⁾²⁾
核心2组	22	44.18 ± 16.38	56.33 ± 15.17 ¹⁾²⁾³⁾	73.55 ± 13.76 ¹⁾²⁾³⁾

注:与治疗前比较,1) $P < 0.05$;与常规康复组比较,2) $P < 0.05$;与核心1组比较,3) $P < 0.05$ 。

Note: compared with that before treatment, 1) $P < 0.05$; compared with the conventional rehabilitation group, 2) $P < 0.05$; compared with the core group 1, 3) $P < 0.05$.

3.2 3组不同时间点MBI评分比较

治疗前,3组 MBI 评分组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。重复测量的方差分析结果显示,3组治疗前后的时间效应差异具有统计学意义($F_{\text{时间}}=139.34, P<0.001$),不同组别的效应差异具有统计学意义($F_{\text{组间}}=13.486, P<0.001$),且时间与分组的交互效应同样具有统计学意义($F_{\text{交互}}=$

14.16, $P<0.001$)。组内比较,与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后 MBI 评分均升高($P<0.05$)。组间比较,与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后 MBI 评分均升高($P<0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗2周后、治疗4周后 MBI 评分均升高($P<0.05$)。见表3。

表3 3组治疗前后 MBI 评分比较($\bar{x}\pm s$)
Table 3 Comparison of MBI scores in three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗2周后	治疗4周后
常规康复组	22	52.12±12.73	60.30±14.44 ¹⁾	68.36±14.11 ¹⁾
核心1组	22	51.09±11.87	64.58±12.06 ¹⁾²⁾	76.06±11.31 ¹⁾²⁾
核心2组	22	53.03±13.66	64.88±14.37 ¹⁾²⁾³⁾	83.36±9.25 ¹⁾²⁾³⁾

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与常规康复组比较,2) $P<0.05$;与核心1组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the conventional rehabilitation group, 2) $P<0.05$; compared with the core group 1, 3) $P<0.05$.

3.3 3组治疗前后步态参数比较

对治疗前3组的步幅、步速、双腿支撑相触地时长进行组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。重复测量的方差分析结果显示,3组治疗前后的时间效应具有统计学意义(步幅: $F_{\text{时间}}=120.93, P<0.001$;步速: $F_{\text{时间}}=91.61, P<0.001$,双腿支撑相触地时长: $F_{\text{时间}}=221.36, P<0.001$),不同组别的效应差异具有统计学意义(步幅: $F_{\text{组间}}=20.316, P<0.001$;步速: $F_{\text{组间}}=17.325, P<0.001$;双腿支撑相触地时长: $F_{\text{组间}}=30.308, P<0.001$),且时间与分组的交互效应差异同样具有统计学意义(步幅: $F_{\text{交互}}=359.56, P<0.001$;步速: $F_{\text{交互}}=12.67, P<0.001$;双腿

支撑相触地时长: $F_{\text{交互}}=17.86, P<0.001$)。

组内比较,与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后步幅均增大($P<0.05$),步速均增快($P<0.05$),双腿支撑相触地时长均减少($P<0.05$)。组间比较,与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后步幅均增大($P<0.05$),步速均增快($P<0.05$),双腿支撑相触地时长均减少($P<0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗2周后、治疗4周后步幅均增大($P<0.05$),步速均增快($P<0.05$),双腿支撑相触地时长均减少($P<0.05$)。见表4。

表4 3组治疗前后三维步态动作捕捉与训练系统参数比较($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Comparison of parameters of three-dimensional gait motion capture and training system in three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	步幅/cm			步速/(cm/s)		
		治疗前	治疗2周后	治疗4周后	治疗前	治疗2周后	治疗4周后
常规康复组	22	40.03±6.62	41.91±6.09 ¹⁾	46.52±6.84 ¹⁾	28.76±5.69	31.36±5.50 ¹⁾	34.97±6.30 ¹⁾
核心1组	22	38.36±8.49	45.42±7.11 ¹⁾²⁾	50.76±6.92 ¹⁾²⁾	29.15±7.79	34.82±5.65 ¹⁾²⁾	38.61±5.67 ¹⁾²⁾
核心2组	22	39.85±9.68	49.85±5.84 ¹⁾²⁾³⁾	56.97±6.33 ¹⁾²⁾³⁾	30.00±8.47	39.24±7.11 ¹⁾²⁾³⁾	44.39±7.56 ¹⁾²⁾³⁾

组别	例数	双腿支撑相触地时长/%		
		治疗前	治疗2周后	治疗4周后
常规康复组	22	45.12±4.60	43.42±2.77 ¹⁾	38.36±3.66 ¹⁾
核心1组	22	44.67±5.28	41.06±3.75 ¹⁾²⁾	35.91±3.93 ¹⁾²⁾
核心2组	22	44.91±4.81	37.24±3.38 ¹⁾²⁾³⁾	31.55±3.18 ¹⁾²⁾³⁾

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与常规康复组比较,2) $P<0.05$;与核心1组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the conventional rehabilitation group, 2) $P<0.05$; compared with the core group 1, 3) $P<0.05$.

3.4 3组治疗前后腹部肌肉厚度比较

对治疗前3组的腹肌厚度进行组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。重复测量的方差分析结果显示,3组治疗前后的时间效应差异具有统计意义(腹横肌: $F_{\text{时间}}=432.45, P<0.001$;腹直肌: $F_{\text{时间}}=707.214, P<0.001$),不同组别的效应差异具有统计学意义(腹横肌: $F_{\text{组间}}=47.020, P<0.001$;腹直肌: $F_{\text{组间}}=31.338, P<0.001$),且时间与分组的交互效应同样具有统计学意义(腹横肌: $F_{\text{交互}}=118.03,$

$P<0.001$;腹直肌: $F_{\text{交互}}=181.81, P<0.001$)。组内比较,与治疗前比较,3组治疗2周后、治疗4周后腹横肌、腹直肌厚度均增加($P<0.05$)。组间比较,与常规康复组比较,核心1组和核心2组在治疗2周后、治疗4周后腹横肌、腹直肌厚度均增加($P<0.05$);与核心1组比较,核心2组在治疗2周后、治疗4周后腹横肌、腹直肌厚度均增加($P<0.05$)。3组腹内斜肌、腹外斜肌厚度治疗前后差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表5。

表5 3组治疗前后瘫痪侧腹部肌肉超声厚度比较($\bar{x}\pm s$) mm
Table 5 Comparison of ultrasound thickness of paralyzed flank muscles in three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$) mm

组别	例数	腹横肌			腹直肌		
		治疗前	治疗2周后	治疗4周后	治疗前	治疗2周后	治疗4周后
常规康复组	22	3.38±0.56	3.47±0.58 ¹⁾	3.62±0.58 ¹⁾	7.18±0.98	7.37±0.98 ¹⁾	7.58±0.96 ¹⁾
核心1组	22	3.26±0.45	3.74±0.48 ¹⁾²⁾	4.24±0.52 ¹⁾²⁾	7.16±0.94	7.92±0.96 ¹⁾²⁾	8.69±0.97 ¹⁾²⁾
核心2组	22	3.23±0.43	4.00±0.52 ¹⁾²⁾³⁾	4.90±0.50 ¹⁾²⁾³⁾	7.11±1.12	8.50±1.07 ¹⁾²⁾³⁾	9.54±1.09 ¹⁾²⁾³⁾

组别	例数	腹内斜肌			腹外斜肌		
		治疗前	治疗2周后	治疗4周后	治疗前	治疗2周后	治疗4周后
常规康复组	22	5.42±1.30	5.42±1.30	5.43±1.30	4.58±1.22	4.58±1.22	4.59±1.23
核心1组	22	5.48±0.96	5.48±0.96	5.51±0.95	4.54±1.11	4.54±1.11	4.55±1.10
核心2组	22	5.79±1.19	5.79±1.20	5.77±1.20	4.66±1.13	4.66±1.13	4.66±0.00

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与常规康复组比较,2) $P<0.05$;与核心1组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the conventional rehabilitation group, 2) $P<0.05$; compared with the core group 1, 3) $P<0.05$.

3.5 不良事件

本研究未发生摔倒、腰膝酸软、腰腿痛、扭伤、骨折、眩晕、晕厥等不良事件。

4 讨论

脑卒中后遗症患者往往会存在包括认知功能、吞咽功能、平衡功能在内的多种功能障碍,严重影响患者的工作、日常生活和社会交往能力,其中平衡功能的减退尤为突出^[12]。有相关研究显示,超过70%的卒中患者会出现平衡功能障碍,而平衡功能是人体保持姿势、准确完成相应动作的前提条件^[13]。在改善患者平衡能力的训练中,核心肌群稳定性的训练被广泛接受并认可^[12]。核心肌群包括多裂肌、腹横肌、腹直肌、腰方肌等,是人体躯干肌群中的重要组成部分,对上下肢的活动有着承上启下的作用。脑卒中患者早期康复训练中运用天轨悬吊辅助不仅可以避免患者在支撑力不足时的跌倒风险,还可通过提升患者对躯干及骨盆的控制能力来改善患者的平衡能力,能更早进行直立状态下

的步行训练^[14]。

本研究采用的天轨悬吊辅助下核心肌群强化训练针对腰部的重要稳定肌、躯干后侧肌群及下肢肌群进行了有效锻炼,如多裂肌、腹横肌、横突间肌、背阔肌、臀大肌、股二头肌等。肌力的大小与肌肉的横截面积呈正相关,而肌肉横截面积又与肌肉厚度相关。相关研究表明,进行激发核心肌群稳定性的训练可以有效增加腹横肌厚度^[15]。本研究显示,经过4周的治疗,核心1组和核心2组腹横肌和腹直肌厚度增加,优于常规康复组,证实天轨悬吊模式下的训练对于提升核心肌群稳定性的优越性。此外,4周治疗周期相较于2周治疗周期显示出更显著的效果,表明持续的训练对于提升患者的步行能力和日常生活技能至关重要。

在天轨悬吊模式下,患者处于相对不稳定平面,局部稳定肌可以被快速激活,对及早恢复患者步行能力和日常生活能力有很大帮助,这也进一步验证了局部肌肉与整体稳定肌整合训练对于人体稳定性的重要性。同时悬吊训练通过“弱链”训练,

对核心肌群进行针对性的改善训练,使力量控制得到更优化,提高中枢系统对肌肉的控制^[16]。腹横肌和腹直肌作为核心肌群的重要组成部分,其厚度的增加可以有效反映核心肌群的稳定性在相应增强。而腹内斜肌与腹外斜肌的厚度在训练前后无明显差异,可能与不稳定平面下腹内、外斜肌对维持躯干稳定性的作用相对有限有关,也可能与本研究设计的动作、强度不能很好地调动到腹内、外斜肌等有关。

FMA 和 MBI 评分可以有效评估卒中患者平衡功能、偏瘫侧的肢体功能与日常生活能力^[9-10],本研究中核心 1 组和核心 2 组在治疗 2 周和 4 周后的 FMA 和 MBI 评分均有提升,且优于常规康复组,证明天轨悬吊辅助下训练核心肌群的训练方式可以通过优化核心肌群力量来改善患者的日常生活能力和平衡功能。

脑卒中后偏瘫患者的躯干控制能力与患者的步态及日常生活能力高度相关^[17]。卒中导致患者躯干肌力下降、本体感觉也相应较前下降,其姿势改变控制能力及肌肉活动都较前下降,患者相应出现偏瘫步态。三维步态动作捕捉与训练系统(Gait Watch)分析可以客观定量地将患者步行状态可视化,通过记录患者步幅、步速、双腿支撑相触地时长等相关数据,不仅可以找出患者异常步态的问题所在并予以指导,还具有客观评价患者康复前后步态变化的作用。本研究中核心 1 组和核心 2 组在治疗 4 周后的双腿支撑相触地时长、步幅、步速指标分析显示,患者步行状态均较前显著改善,且核心 2 组优于核心 1 组和常规康复组,进一步表明天轨悬吊辅助下核心肌群强化训练可以通过增加腹肌厚度、改善核心肌群力量来恢复患者的步行功能,证实高强度康复训练在改善患者步行和平衡功能方面的显著效果。本研究结果还显示,与常规康复训练相比,天轨悬吊辅助下的核心肌群强化训练可以增加腹肌厚度,增强核心肌群控制力量,从而有效改善卒中患者偏瘫侧运动功能、步行及日常生活能力,且每日 30 min 训练强度的疗效优于每日 15 min,训练 4 周的疗效优于训练 2 周。

综上所述,天轨悬吊辅助下不同强度的康复训练可以有效训练核心肌群,从而有效改善患者步行功能、平衡能力及日常生活能力。但本研究中只设计了 2 种强度的训练方式及 2 种治疗周期,且 4 周的康复治疗周期对于脑卒中后遗症患者来说较短,尚

需跟踪患者的长期康复进展,评估天轨悬吊辅助下核心肌群训练的长期效果,以及患者在回归家庭和社会生活后的功能维持情况,后续还需进一步完善相关研究。

参考文献

- [1] WU S M, WU B, LIU M, et al. Stroke in China: advances and challenges in epidemiology, prevention, and management [J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(4): 394-405.
- [2] 杨宇德, 陈中华, 李锡民, 等. Lokomat 机器人训练时长对卒中偏瘫患者步行功能提升效果的临床研究[J]. *中国康复*, 2023, 38(12): 707-710.
YANG Y D, CHEN Z H, LI X M, et al. Clinical study on the effect of Lokomat robot training duration on the improvement of walking function in stroke patients with hemiplegia [J]. *Chin J Rehabil*, 2023, 38(12): 707-710.
- [3] 朱晓敏, 刘惠林, 刘元旻, 等. 脑卒中患者步行中自发性转身方向与平衡和跌倒风险间的关系[J]. *中国康复理论与实践*, 2023, 29(5): 510-515.
ZHU X M, LIU H L, LIU Y M, et al. Relationship among spontaneous turning direction, balance and fall risk in stroke patients during walking [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2023, 29(5): 510-515.
- [4] 庄霁雯, 郑洁皎, 陈秀恩, 等. 脑卒中平衡功能障碍治疗的研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(10): 1127-1131.
ZHUANG J W, ZHENG J J, CHEN X E, et al. Advance in treatment for balance dysfunction in stroke (review) [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2016, 22(10): 1127-1131.
- [5] KARTHIKBABU S, GANESAN S, ELLAJOSYULA R, et al. Core stability exercises yield multiple benefits for patients with chronic stroke: a randomized controlled trial [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2022, 101(4): 314-323.
- [6] 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, 彭斌, 等. 中国急性缺血性卒中诊治指南 2023[J]. *中华神经科杂志*, 2024, 57(6): 523-559.
Chinese Society of Neurology, Cerebrovascular Disease Group, PENG B, et al. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2023 [J]. *Chin J Neurol*, 2024, 57(6): 523-559.
- [7] 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. 中国脑出血诊治指南(2019)[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(12): 994-1005.
Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute intracerebral hemorrhage 2019 [J]. *Chin J Neurol*, 2019, 52(12): 994-1005.
- [8] RECH K D, SALAZAR A P, MARCHESE R R, et al. Fugl-Meyer Assessment Scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29(1): 104463.
- [9] WANG Y C, CHANG P F, CHEN Y M, et al. Comparison of

- responsiveness of the Barthel Index and modified Barthel Index in patients with stroke [J]. *Disabil Rehabil*, 2023, 45(6): 1097-1102.
- [10] 贺飞, 张辽, 蒋志明, 等. 三维步态分析系统在评价虚拟现实技术干预脑卒中后偏瘫步态效果中的研究[J]. *辽宁中医杂志*, 2024, 51(2): 131-134.
- HE F, ZHANG L, JIANG Z M, et al. Effect of three-dimensional gait motion capture and training system on hemiplegic gait rehabilitation in stroke patients [J]. *Liaoning J Tradit Chin Med*, 2024, 51(2): 131-134.
- [11] 林君, 宋成宪, 李舜, 等. 核心稳定性训练对脑卒中患者平衡功能及腹肌厚度的影响[J]. *中国临床研究*, 2017, 30(4): 498-501.
- LIN J, SONG C X, LI S, et al. Effect of core stability training on balance function and abdominal muscle thickness in stroke patients [J]. *Chin J Clin Res*, 2017, 30(4): 498-501.
- [12] CHEN X F, GAN Z H, TIAN W C, et al. Effects of rehabilitation training of core muscle stability on stroke patients with hemiplegia [J]. *Pak J Med Sci*, 2020, 36(3): 461-466.
- [13] DEVETAK G F, BOHRER R C D, RODACKI A L F, et al. Center of mass in analysis of dynamic stability during gait following stroke: a systematic review [J]. *Gait Posture*, 2019, 72: 154-166.
- [14] MORENO-SEGURA N, MARTÍN-SAN AGUSTÍN R, GARCÍA-BAFALLUY S, et al. Effects of core training on trunk function, balance, and gait in stroke patients: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *Clin Rehabil*, 2022, 36(12): 1635-1654.
- [15] YOON H S, CHA Y J, YOU J S H. Effects of dynamic core-postural chain stabilization on diaphragm movement, abdominal muscle thickness, and postural control in patients with subacute stroke: a randomized control trial [J]. *NeuroRehabilitation*, 2020, 46(3): 381-389.
- [16] 胡川, 杨晓, 顾莹, 等. 悬吊运动训练配合重复经颅磁刺激对脑卒中后 Pusher 综合征疗效分析[J]. *康复学报*, 2020, 30(5): 400-404.
- HU C, YANG X, GU Y, et al. Effect analysis on suspension exercise training combined with repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of post-stroke pusher syndrome [J]. *Rehabil Med*, 2020, 30(5): 400-404.
- [17] KIM S M, JANG S H. The effect of a trunk stabilization exercise program using weight loads on balance and gait in stroke patients: a randomized controlled study [J]. *NeuroRehabilitation*, 2022, 51(3): 407-419.

Effects of Core Muscle Strengthening Training with Different Intensities under Overhead Suspension on Motor Function of Stroke Patients

MIAO Shuya^{1,4}, HE Mingxiang², FANG Xing¹, CHENG Yiqi¹, LIU Yajie¹, LI Liping^{1,3*}

¹ Hangzhou Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou, Zhejiang, 310007, China;

² Graduate School of Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou, Zhejiang 310053, China;

³ Zhejiang University Sir Run Run Shaw Alaer Hospital, Alaer, Xinjiang 843300, China;

⁴ Ruian Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wenzhou, Zhejiang 325200, China

*Correspondence: LI Liping, E-mail: 38860934@qq.com

ABSTRACT Objective To observe the effects of core muscle group training with different intensities assisted by overhead suspension on motor function and activities of daily living in stroke patients. **Methods** A total of seventy-two stroke patients with balance disorders admitted to the Department of Acupuncture and Rehabilitation, Hangzhou Traditional Chinese Medicine Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medical University, from May 2023 to February 2024 were selected. They were divided into conventional rehabilitation group, core group 1, and core group 2 according to the random number table method, with 24 patients in each group. There were 2 cases lost to follow-up in each of the 3 groups: one case voluntarily withdrew and the other one dropped out due to recurrent cerebral hemorrhage in the conventional rehabilitation group; 2 cases in the core group 1 dropped out due to transfer to another hospital; 1 case in the core group 2 dropped out due to discharge and 1 case due to inability to cooperate with the entire training course. Finally, 66 cases completed the trial. All three groups were given basic symptomatic treatment with drugs for blood pressure and blood glucose control, as well as 30 minutes of routine rehabilitation training. In addition to the routine rehabilitation training, the core group 1 and core group 2 were given core muscle group stability training for 15 minutes and 30 minutes respectively. The training for all three groups was conducted once a day, 5 days a week, for a continuous period of 4 weeks. Before treatment, 2 weeks and 4 weeks after treatment, the Fugl-Meyer Assessment (FMA) and modified Barthel Index (MBI) scales were used to evaluate the motor function and activities of daily living of the 3 groups; the 3D gait motion capture and training system was used to test and record the step length, walking speed, and touchdown duration of the double-limb support phase during walking of the 3 groups; musculoskeletal ultrasound was used to measure the muscle thickness of the paralyzed side of the 3 groups. **Results** Compared with the pre-treatment period, the FMA scores of all three groups increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P < 0.05$). Compared with the conventional rehabilitation group, the FMA scores of the core group 1 and core group 2 both increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P < 0.05$). Compared with core group 1, the FMA scores of the core group 2 increased after 2 weeks and 4

weeks of treatment ($P<0.05$). Compared with the pre-treatment period, the MBI scores of all three groups increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P<0.05$). Compared with the conventional rehabilitation group, the MBI scores of the core group 1 and core group 2 both increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P<0.05$). Compared with the core group 1, the MBI scores of the core group 2 increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P<0.05$). Compared with the pre-treatment period, all three groups showed an increase in stride length ($P<0.05$), an increase in gait speed ($P<0.05$), and reduced double-limb support phase duration ($P<0.05$) after 2 weeks and 4 weeks of treatment. Compared with the conventional rehabilitation group, both the core group 1 and the core group 2 had larger stride length ($P<0.05$), faster gait speed ($P<0.05$), and reduced double-limb support phase duration ($P<0.05$) after 2 weeks and 4 weeks of treatment. Compared with the core group 1, the core group 2 exhibited larger stride length ($P<0.05$), faster gait speed ($P<0.05$), and reduced double-limb support phase duration ($P<0.05$) after 2 weeks and 4 weeks of treatment. Compared with the pre-treatment period, the thickness of the transverse abdominis and rectus abdominis in all three groups increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P<0.05$). Compared with the conventional rehabilitation group, the thickness of the transverse abdominis and rectus abdominis in the core group 1 and the core group 2 both increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P<0.05$). Compared with the core group 1, the thickness of the transverse abdominis and rectus abdominis in the core group 2 increased after 2 weeks and 4 weeks of treatment ($P<0.05$). There was no significant difference in the thickness of the internal oblique abdominis and external oblique abdominis before and after treatment in all three groups ($P>0.05$). **Conclusion** Core muscle group strengthening training assisted by overhead suspension can effectively improve the activities of daily living and balance function of stroke patients, with 30 minutes of training showing better effects than 15 minutes training, and a 4-week training period showing better effects than 2 weeks.

KEY WORDS stroke; overhead suspension; core muscle group; balance; motor function

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.05010

(上接第 513 页)

decreased in the electroacupuncture group ($P<0.05$); compared with the model group, the abundance of Lactobacillaceae and Bifidobacteriaceae in the gut microbiota increased in the electroacupuncture group ($P<0.05$); compared with the model group, beneficial bacteria such as Bifidobacterium and Lactobacillus were significantly enriched in the gut of the electroacupuncture group ($P<0.05$). Compared with the model group, the content of Th17 cells in the colonic lymph nodes was significantly reduced in the electroacupuncture group ($P<0.05$); compared with the model group, the content of Treg cells in the colonic lymph nodes significantly increased in the electroacupuncture group ($P<0.05$). Compared with the model group, the expression levels of P I NP, β -CTX, IL-17, IL-6, and TNF- α all decreased in the electroacupuncture group ($P<0.05$); the expression levels of 25(OH) D_3 , IL-10, and TGF- β all increased ($P<0.05$). Compared with the model group, bone mineral density significantly increased in the electroacupuncture group ($P<0.05$). **Conclusion** Electroacupuncture at Pishu and Shenshu can increase E_2 levels, upregulate the abundance of Bifidobacteriaceae and Lactobacillaceae, and regulate the gut microbiota-Th17/Treg axis. These effects can effectively improve bone metabolic imbalance caused by estrogen deficiency, and then prevent and treat PMOP.

KEY WORDS postmenopausal osteoporosis; gut microbiota; Th17/Treg axis; bone metabolism; electroacupuncture

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.05009