

星距平衡训练联合足部感觉运动对脑卒中患者运动平衡功能的影响

梁爱峰, 张苗苗, 董凌润, 蒋丹洋, 孙玉倩*

华北理工大学护理与康复学院, 河北 唐山

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月3日; 发布日期: 2026年10月15日

摘要

目的: 探讨星距平衡训练联合足部感觉运动对脑卒中患者运动、平衡功能及日常生活能力的影响。方法: 选取2025年8月~2026年5月华北理工大学附属医院存在下肢运动功能障碍的脑卒中患者96例作为研究对象, 采用随机数字表法将患者分为对照组、试验1组和试验2组, 每组32例, 对照组采取常规康复护理措施, 试验1组在对照组的基础上施加星距平衡训练, 试验2组在试验1组的基础上联合足部感觉运动, 分别于干预前、干预2周后和干预4周后采用Fugl-Meyer下肢运动功能判定量表(FMA-L)、“站起-走”计时活动能力测试(TUGT)、Berg评分量表和改良Barthel指数对患者的运动功能、平衡功能及日常生活能力进行测评。结果: 试验1组丢失患者1例, 试验2组丢失患者2例, 最终各纳入32、31、30例。干预4周后, 试验1组的运动平衡功能及日常生活能力评分显著高于对照组(均 $P < 0.05$)。试验2组的运动平衡功能及日常生活能力评分显著高于对照组和试验1组(均 $P < 0.05$)。结论: 星距平衡训练联合足部感觉运动可以更加有效改善脑卒中患者的运动功能和平衡功能, 提高患者的日常生活自理能力。

关键词

星距平衡训练, 足部感觉运动, 脑卒中, 运动功能, 平衡功能, 康复护理

The Effect of Star Excursion Balance Training Combined with Foot Sensorimotor Training on Motor and Balance Functions in Stroke Patients

Aifeng Liang, Miaomiao Zhang, Lingrun Dong, Danyang Jiang, Yuqian Sun*

School of Nursing and Rehabilitation, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

Received: September 12, 2026; accepted: October 3, 2026; published: October 15, 2026

*通讯作者。

文章引用: 梁爱峰, 张苗苗, 董凌润, 蒋丹洋, 孙玉倩. 星距平衡训练联合足部感觉运动对脑卒中患者运动平衡功能的影响[J]. 护理学, 2026, 15(10): 280-288. DOI: 10.12677/ns.2026.1510352

Abstract

Objective: To explore the effects of star-offset balance training combined with foot sensorimotor training on motor function, balance function and activities of daily living in stroke patients. **Methods:** A total of 96 stroke patients with lower-extremity motor dysfunction treated in the Affiliated Hospital of North China University of Science and Technology from August 2025 to May 2026 were recruited in this study. The patients were divided into a control group, experimental group 1 and experimental group 2 using the random-number table method, with 32 patients in each group. The control group received routine rehabilitation nursing. On the basis of routine rehabilitation nursing, experimental group 1 was administered star-offset balance training, while experimental group 2 received additional foot sensorimotor training based on the intervention for experimental group 1. The Fugl-Meyer Assessment-Lower Extremity (FMA-L), Timed Up and Go Test (TUGT), Berg Balance Scale and modified Barthel Index were used to evaluate patients' motor function, balance function and activities of daily living before intervention, at 2-week and 4-week follow-ups after intervention. **Results:** One patient was lost to follow-up in experimental group 1 and two patients were lost to follow-up in experimental group 2. The final sample sizes were 32, 31 and 30 patients for the control group, experimental group 1 and experimental group 2, respectively. After 4-week intervention, experimental group 1 obtained significantly higher scores of motor function, balance function and activities of daily living than the control group (all $P < 0.05$). Experimental group 2 achieved significantly higher scores in the above-mentioned indicators compared with the control group and experimental group 1 (all $P < 0.05$). **Conclusion:** Star-offset balance training combined with foot sensorimotor training can effectively improve motor and balance function, and enhance the self-care ability in activities of daily living among stroke patients.

Keywords

Star Excursion Balance Training, Foot Sensorimotor Training, Stroke, Motor Function, Balance Function, Rehabilitation Nursing

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

脑卒中是一种急性神经功能缺损综合征，其发生源于脑血管病变导致的脑部血液循环障碍[1]。脑卒中发病后引起一系列复杂的功能障碍，包括运动、感觉、平衡以及认知等方面，其中运动和平衡功能障碍是影响患者生活质量的主要因素之一。据统计，61%~83%的患者存在运动平衡功能障碍[2]，即便患者已接受规范化的康复治疗，仍有 50%~60%遗留不同程度的功能障碍，导致其日常活动能力持续受损[3]，因此脑卒中患者的运动平衡功能康复具有长期性。有研究表明[4]，星距平衡训练以任务导向为目标的阶梯式训练模式，范围涉及踝，膝，髋关节运动，可改善患者的下肢运动平衡功能。足部感觉运动可以改善患者下肢本体感觉功能[5]。本体感觉与平衡功能之间存在双向交互作用[6]，目前临床上更侧重于运动平衡功能障碍的康复治疗，对本体感觉训练重视程度不足。本研究联合星距平衡训练和足部感觉运动，帮助脑卒中患者解决出院后普遍缺乏专业、可持续的居家康复护理手段这一现实困境，针对我国脑卒中患者状况进行适应性改良，弥补以往训练忽略足部根基控制作用的不足，有效提升患者的下肢运动和平衡功能，从而提高患者的日常生活能力。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

选取 2025 年 8 月~2026 年 5 月华北理工大学附属医院存在下肢运动功能障碍的脑卒中患者 96 例作为研究对象。随机分为 3 组, 每组 32 例。

2.1.1. 纳入标准

① 符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2023》[7]制定的脑卒中诊断标准, 临床头颅 MRI 或 CT 确诊; ② 脑卒中引起一侧下肢运动功能障碍; ③ 可独立平地行走 ≥ 10 m, 可独立站立 ≥ 30 s, 患侧下肢改良 Ashworth 痉挛分级 ≤ 2 级[8]; ④ 无其他严重影响下肢运动的疾病, 如风湿性关节炎、腰椎间盘突出症、下肢外伤; ⑤ 患者及其家属均了解本研究内容, 自愿签署书面知情同意文件。

2.1.2. 排除标准

① 存在重度听、视及语言功能损伤, 无法完成正常沟通者; ② 智力障碍、精神疾病; ③ 参与其他研究项目的患者。

2.1.3. 脱落标准

① 主动退出; ② 依从性差; ③ 病情加重或突发疾病。

2.1.4. 随机化与分配隐藏

本研究采用随机数字表法进行分组, 将 96 例患者编号 1~96, 读取随机数字表生成随机序列并排序, 分为对照组、试验 1 组和试验 2 组, 每组 32 例患者。患者编号及对应分组放入密封不透明的信封中, 按照患者的入院顺序依次拆开信封并实施相应的干预方案。本研究仅对结局评估者实施单盲, 结局评估由不参与干预实施的专职评估人员完成, 评估者对分组情况保持盲态。受试者仅以研究编号标识, 禁止评估者与干预治疗师沟通分组信息, 同时嘱受试者不得主动告知评估者训练方案。所有测评工作完成、数据录入锁定后进行揭盲。本研究为避免沾染, 安排患者在不同训练教室开展训练, 错峰进行干预。

2.2. 干预方案

2.2.1. 对照组干预方案

对照组接受为期 4 周的常规康复训练, 每日 30 min, 每周 5 次, 内容包括运动疗法、作业疗法、健康宣教、营养干预及心理疏导。运动疗法包括关节活动、重心转移、坐位与站立平衡训练, 每个动作重复 10~12 次, 改善肢体活动能力与基础平衡功能; 出院后居家训练包含坐位转移训练、跨越障碍物、步行训练及情景模拟练习。作业疗法以日常生活活动训练为主, 包括站立穿衣、地面取物、居家活动模拟等基础活动练习, 提升患者独立生活能力。同时向患者及家属宣教良肢位摆放、跌倒及并发症防控、居家康复要点, 纠正错误康复认知; 根据患者情况制定低盐低脂、高蛋白高维生素的个体化饮食方案; 动态评估心理状态, 给予心理疏导, 缓解负性情绪, 提升康复依从性。

2.2.2. 干预组干预方案

干预组包括两组, 试验 1 组进行星距平衡训练, 试验 2 组进行星距平衡训练联合足部感觉运动。试验 2 组先进行足部感觉运动后再进行星距平衡训练。具体干预内容如下:

1) 星距平衡训练

① 扶墙浅半蹲: 双手轻扶墙壁, 双脚与肩同宽、逐渐调整膝关节弯曲角度控制训练难度, 最低点停 6~10 秒。② 站姿提踵: 患者双手扶墙, 前脚掌支撑身体、抬离脚后跟, 以动作顶峰维持时长调整训练强度, 最高点维持 5 秒后缓慢落下还原。③ 坐位髋外展: 臀部坐实, 身体挺立, 患侧肢体缓慢向外做髋外

展,控制外展角度来提升训练难度,达到角度后停顿3秒。④ 迈步固定:患者单腿固定伸直,另一条腿按指定方向、距离完成迈步,落脚前需在指定距离上方停顿5秒。⑤ 重心转移:患者完成迈步固定落脚后进行该方向身体重心转换,缓慢将身体重心交替转移至患侧、健侧下肢。⑥ 传接配合:患者和家属配合,在身体重心切换后开展传接球动作,逐渐增加传接球的距离。根据患者功能恢复情况的动态评估,循序渐进的提升各项训练内容的难度等级。每个动作重复6~8次,第2周最后一次训练时评估患者是否进阶训练,适当增加患者的训练难度。患者按照①~⑥的顺序进行训练,④~⑥为连续进行的一套整体动作,在一个方向完成三项任务后再进行下一个方向的动作。患者1~2周进行前后内外4个方向的迈步固定。3~4周进行8个方向(前、前外、外、后外、后、后内、内、前内)的迈步固定,每侧肢体进行同侧各方向的训练见图1。患者每完成一次动作可根据自身情况休息5~10秒,不同动作组间可休息2~3分钟。每次训练30 min,每日训练1次,每周5 d,共4周。

2) 足部感觉运动

① 脚趾张蜷保持:脚趾尽量向外展开,脚趾间的缝隙最大化;再向内蜷曲贴合脚掌,脚趾向内收拢,使脚趾前端尽量贴合脚掌,交替进行。② 脚趾并拢挤压:大脚趾向其他四趾用力挤压并拢,避免内扣或收缩。③ 脚趾交替抬压:缓慢抬大脚趾、压其他四趾,其他四个脚趾用力压向地面;之后大脚趾压向地面、同时抬其他四趾,交替进行。④ 脚趾依次起落:五趾同时抬起,进行动作保持,之后从小趾开始依次放下。⑤ 脚跟多维行走:仅用脚跟着地,向前、向后、向左右侧面各行走5步,保持身体平衡。⑥ 多面弓步保持:两个腿交替向前迈步,使前腿膝盖弯曲,大腿与地面平行,小腿垂直于地面,后腿伸直,脚跟贴地,身体保持直立,形成弓步姿势。⑦ 足内侧缘行走:重心移至双脚内边缘,用前脚掌及脚跟内边缘着地行走5步。⑧ 楼梯边缘抬放:前脚掌踩楼梯边缘、脚后跟悬空,抬脚后跟,再放下脚后跟低于台阶平面。患者每个动作均保持5 s,变换动作时可以休息5~10 s,每个动作重复4次,前3次睁眼进行训练,最后1次闭眼进行训练,分别在硬地板,软垫上进行训练,为保证患者安全,研究者或家属在一旁陪同,并且邻墙进行训练。每次训练30 min,每日训练1次,每周5 d,共4周。

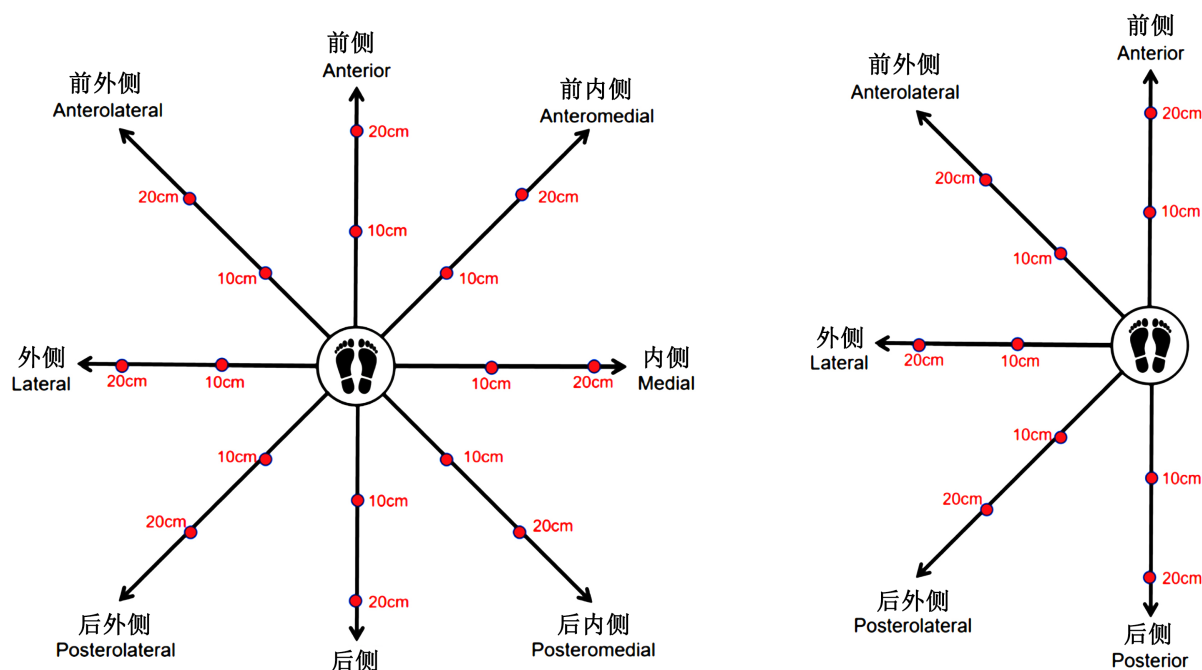


Figure 1. Schematic diagram of star excursion balance training

图1. 星距平衡训练示意图

2.3. 观察指标

1) Fugl-Meyer 下肢功能判定量表(FMA-LE) [9]: 该量表由 Fugl-Meyer 等学者于 1975 年基于 Brunnstrom 脑卒中运动恢复理论编制, 专门用于评估脑卒中偏瘫患者的下肢运动功能。汉化版量表内部一致性 Cronbach's α 系数为 0.935, 信效度优良。量表共 17 项, 每项最高 2 分, 总分范围 0~34 分。评分结果与下肢运动功能呈正相关, 分值越高, 运动功能越好。

2) “站起-走”计时活动能力测试(TUGT) [10]: 该方法为 1991 年开发, 是评估患者综合移动和平衡功能的标准化测评方法。测评患者从扶手椅起身开始, 步行往返 3 米距离至重新坐下的总时间, 测试可使用助行器具。测试 3 次取均值作为最终成绩, 用时越短表明运动功能越好。

3) Berg 平衡量表(Berg Balance Scale, BBS) [11]: 该量表由 Berg 等人于 1989 年编制, 广泛应用于脑卒中、老年跌倒风险人群的平衡功能评定, 此量表共有 14 项内容, 满分 56 分, 每项 0~4 分, 分值越高表明平衡功能越好。该量表的 Cronbach's α 系数为 0.864。

4) 改良 Barthel 指数(Modified Barthel Index, MBI) [12]: 该量表由 Shah 等修订, 中文版由 Leung 等于 2007 年发表, 广泛应用于脑卒中、功能障碍患者的日常自理能力评定。每个项目得分为 0~10 分, 最高分为 100 分。各条目依据患者独立完成程度划分 5 个评分等级: ≥ 100 分(表示功能正常), 71~99 分(存在轻度功能障碍), 46~70 分(中度功能障碍), 21~45 分(重度功能障碍), ≤ 20 分(完全依赖他人)。Cronbach's α 系数为 0.929。

2.4. 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行统计分析。使用 Shapiro-Wilk 正态性检验与方差齐性检验对数据的正态性和方差齐性分别进行验证。符合正态分布的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示; 使用重复测量方差分析来分析重复测量数据; 使用单因素方差分析来进行组间比较; 使用重复测量方差分析进行组内比较。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 三组患者一般资料比较

干预过程中试验 1 组有 1 例患者因疾病复发不能继续进行试验而脱落, 试验 2 组有 2 例患者因依从性不好, 拒绝继续参与康复训练而脱落。最终纳入有效样本 93 例, 其中对照组 32 例, 试验 1 组 31 例, 试验 2 组 30 例。三组患者在年龄、性别、脑卒中性质、患侧下肢肌力、偏瘫侧方面差异均无统计学意义($P > 0.05$), 一般资料均衡可比。见表 1。

Table 1. Comparison of general data among three groups of patients
表 1. 三组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	脑卒中类型(例)		下肢分级(例)			偏瘫侧(例)	
		男	女		脑梗死	脑出血	3	4	5	左侧	右侧
对照组	32	21	11	63.78 $\pm$ 9.12	29	3	8	20	4	14	18
试验 1 组	31	21	10	62.23 $\pm$ 11.08	29	2	5	22	4	17	14
试验 2 组	30	18	12	64.57 $\pm$ 8.84	26	4	4	23	3	16	14
统计量		$\chi^2 = 0.425$		$F = 0.459$	$\chi^2 = 0.875^*$		$\chi^2 = 0.188^*$			$\chi^2 = 0.913$	
P		0.81		0.63	0.63		0.78			0.63	

注: *表示最小期望值 < 5 , 选用 Fisher 确切概率法计算。

3.2. 三组患者干预前后平衡功能比较

重复测量方差分析结果显示, 干预因素和时间因素在 Berg 评分的主效应显著($F_{\text{组间}} = 10.508$ 、 $F_{\text{时间}} = 698.012$, 均 $P < 0.001$); 三组患者在干预因素和时间因素之间存在交互作用($F_{\text{交互}} = 66.407$, $P < 0.001$), 详情见表 2。

Table 2. Comparison of Berg balance scale scores before and after intervention among three groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

表 2. 三组患者干预前后 Berg 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	干预前	干预 2 周后	干预 4 周后
对照组	32	33.03 $\pm$ 4.27	35.28 $\pm$ 4.46	37.81 $\pm$ 4.67
试验 1 组	31	33.48 $\pm$ 4.55	37.19 $\pm$ 4.35	40.97 $\pm$ 4.69
试验 2 组	30	33.63 $\pm$ 4.63	40.03 $\pm$ 4.63	47.50 $\pm$ 4.52

重复测量方差分析: $F_{\text{组间}} = 10.508$ 、 $F_{\text{时间}} = 698.012$ 、 $F_{\text{交互}} = 66.407$, 均 $P < 0.001$ 。

3.3. 三组患者干预前后运动功能比较

重复测量方差分析结果显示, 干预因素和时间因素在 FMA-LE 评分的主效应显著($F_{\text{组间}} = 5.552$ 、 $F_{\text{时间}} = 651.406$, 均 $P < 0.05$); 三组患者在干预因素和时间因素之间存在交互作用($F_{\text{交互}} = 49.285$, $P < 0.05$)。干预因素和时间因素在 TUGT 用时的主效应显著($F_{\text{组间}} = 4.643$ 、 $F_{\text{时间}} = 819.766$, 均 $P < 0.05$); 三组患者在干预因素和时间因素之间存在交互作用($F_{\text{交互}} = 66.911$, $P < 0.05$), 详情见表 3、表 4。

Table 3. Comparison of FMA-LE scores before and after intervention among three groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

表 3. 三组患者干预前后 FMA-LE 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	干预前	干预 2 周后	干预 4 周后
对照组	32	20.69 $\pm$ 3.17	22.28 $\pm$ 3.37	24.16 $\pm$ 3.48
试验 1 组	31	21.13 $\pm$ 3.25	23.03 $\pm$ 3.30	26.45 $\pm$ 3.34
试验 2 组	30	20.83 $\pm$ 3.07	24.43 $\pm$ 3.22	29.83 $\pm$ 3.24

重复测量方差分析: $F_{\text{组间}} = 5.552$ 、 $F_{\text{时间}} = 651.406$ 、 $F_{\text{交互}} = 49.285$, 均 $P < 0.05$ 。

Table 4. Comparison of TUGT scores before and after intervention among three groups of patients (second, $\bar{x} \pm s$)

表 4. 三组患者干预前后 TUGT 用时比较(秒, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	干预前	干预 2 周后	干预 4 周后
对照组	32	23.63 $\pm$ 5.38	22.05 $\pm$ 5.16	20.05 $\pm$ 4.98
试验 1 组	31	23.33 $\pm$ 4.96	20.52 $\pm$ 4.60	16.98 $\pm$ 4.40
试验 2 组	30	23.03 $\pm$ 5.00	18.81 $\pm$ 4.61	12.85 $\pm$ 4.33

重复测量方差分析: $F_{\text{组间}} = 4.643$ 、 $F_{\text{时间}} = 819.766$ 、 $F_{\text{交互}} = 66.911$, 均 $P < 0.05$ 。

3.4. 三组患者干预前后日常生活能力比较

重复测量方差分析结果显示, 干预因素和时间因素在改良 Barthel 指数评分的主效应显著($F_{\text{组间}} = 7.298$ 、 $F_{\text{时间}} = 737.490$, 均 $P < 0.05$); 三组患者在干预因素和时间因素之间存在交互作用($F_{\text{交互}} = 34.115$, $P < 0.05$), 详情见表 5。

Table 5. Comparison of Modified Barthel Index scores before and after intervention among three groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

表 5. 三组患者干预前后改良 Barthel 指数评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	干预前	干预 2 周后	干预 4 周后
对照组	32	71.09 $\pm$ 6.10	75.13 $\pm$ 6.24	80.16 $\pm$ 6.58
试验 1 组	31	71.61 $\pm$ 6.05	77.81 $\pm$ 6.29	84.52 $\pm$ 6.99
试验 2 组	30	72.00 $\pm$ 6.16	80.73 $\pm$ 6.18	91.20 $\pm$ 6.59

重复测量方差分析: F 组间 = 7.298、F 时间 = 737.490、F 交互 = 34.115, 均 $P < 0.05$ 。

4. 讨论

4.1. 星距平衡训练联合足部感觉运动对脑卒中患者平衡功能的影响

脑卒中患者平衡功能障碍严重影响患者站立、转移、行走等能力,还会增加摔倒和二次伤害的风险,导致患者日常生活活动能力下降[13]。因此平衡功能是确保个体能够安全、顺利地进行各种日常事务的基础前提。干预 4 周后试验 2 组各项指标改善幅度显著优于试验 1 组和对照组,组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$),该结果与 Burcal 等[14]研究结论一致,但其研究未干预足底感觉;本研究联合足部感觉运动后 Berg 评分提升更显著,提示修复足底外周感觉输入可增强星距平衡训练的疗效。

人体静态与动态姿势平衡的实现,依托于中枢神经系统对视觉、本体感觉及前庭系统多模态感觉信号进行层级化整合与精准调控[15]。星距平衡训练通过多方向、阶梯式重心转移练习,反复刺激足底、踝关节、膝关节的压力感受器,让大脑更精准感知身体位置、重心偏移方向与幅度,改善对身体姿态的感知与判断,引导患者主动控制重心在支撑面内稳定移动,抑制健侧代偿性偏斜,减少跌倒风险[16]。足部感觉运动主要针对患者足部进行精细的动作训练,通过脚趾训练和不同姿势的步行训练,增强患者足部和下肢的本体感觉输入,持续性的促进足踝部的肌肉收缩[17]。足部感觉运动可精准激活足底机械感受器,提升躯体位置觉、震动觉及承重感知敏感度,为中枢提供实时、准确的姿势与重心信息,弥补脑卒中后感觉缺失导致的平衡失控[18]。联合干预中持续的感觉刺激与平衡任务可激活顶叶、小脑、基底节及前庭核团,促进神经突触重构与环路代偿,增强中枢对姿势稳定的预判、调节与纠错能力,从神经层面特异性改善平衡控制,而非仅改善肢体运动执行能力[19]。

星距平衡训练联合足部感觉运动形成了完整的感觉传入、中枢整合、运动修正反馈闭环,促进前庭、视觉、本体感觉三系统整合,可有效加快姿势校正反射与平衡恢复反应。

4.2. 星距平衡训练联合足部感觉运动对脑卒中患者运动功能及日常生活能力的影响

下肢运动功能恢复是脑卒中康复的基石目标。本研究运动功能结果与下肢平衡功能趋势一致,干预 4 周后组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。由此可见,星距平衡训练能够改善脑卒中患者的下肢运动障碍,两种方案协同开展的康复增益更为突出。星距平衡训练过程中,患者需持续对目标指令、外界环境及任务相关信息进行判断与整合,充分调动触觉、视觉、运动觉等多系统进行协同运作[20]。该训练能够促进中枢神经系统调控肢体运动,患者在完成动作的过程中可实时获取运动反馈,及时修正自身动作模式,进而重塑正常运动程序与神经调控网络,最终实现肢体运动功能的改善与恢复[21]。其结合足部感觉运动弥补了传统康复忽视远端控制的不足,足部感觉反馈可调节下肢肌群协同收缩节律,缓解肌张力异常与关节活动受限,重建下肢正常运动控制模式。星距平衡训练通过不同方向的迈步固定,能够充分激活髋、膝、踝关节周围肌肉的持续性收缩,而每个伸展方向的运动需求各不相同,因此肌肉激活模式

也不同,与郭晓贝等[22]的研究结果相符,不同方向的迈步训练能有效提高患者的运动功能。脑卒中患者由于下肢运动功能障碍,会适应性的过度使用健侧肢体,导致患肢出现失用性肌肉萎缩,影响肢体运动功能恢复[23]。本研究加强患侧肢体训练可有效激活中枢神经可塑性调控机制,促进大脑运动皮层神经元轴突侧支发芽与新生,构建全新的神经调控网络[24],促进患者运动功能的恢复。星距平衡训练联合足部感觉运动的训练任务可促进加速下肢整体的血液循环,改善营养供给,提升血管弹性与循环稳定,避免出现关节肌肉挛缩、活动受限[25]。

干预4周后试验2组的日常生活能力显著高于对照组和试验1组。脑卒中后足部本体感觉障碍、下肢控制能力下降及动态平衡缺损,是导致患者行走、洗漱、如厕、穿衣等日常生活活动受限的关键因素[19]。足部作为人体主要的负重与感觉感知部位,感觉输入异常会直接造成姿势调节滞后、步态不稳,大幅降低患者独立完成日常活动的的能力,是制约日常生活能力恢复的重要原因[26]。两种训练方式联合应用形成良好互补效应,构建了完整的感觉运动康复体系。在足部感觉修复、下肢局部功能改善的基础上,强化躯体整体平衡与协调能力,从根本上解决患者站立不稳、行走费力、日常活动代偿等问题,显著提升患者独立生活能力。

4.3. 局限性

① 本研究为单中心研究,样本量有限;研究仅纳入可站立、认知良好的脑卒中患者,不适用于重度偏瘫及严重认知障碍人群。② 采用星距平衡训练联合足部感觉运动干预,无法单独区分两种训练各自的效应。③ 干预周期较短,仅评价干预后的短期疗效,未进行长期随访。④ 结局指标缺乏足底压力、运动捕捉等客观生物力学指标,难以深入阐释该干预方案改善下肢功能的内在机制。

5. 结论

综上所述,星距平衡训练联合足部感觉运动可有效改善脑卒中下肢运动功能障碍患者的运动平衡功能及日常生活能力。该方法操作简便、安全可靠,无需专业复杂的康复设备,适合脑卒中患者进行居家康复训练。后续可开展多中心大样本研究,延长随访时长并完善客观检测指标,并增加生物力学客观指标,进一步验证该训练方案的有效性。

声 明

本研究已获得华北理工大学伦理委员会批准(审批号:2025094),患者均签署知情同意书。

参考文献

- [1] 贾建平,陈生弟. 神经病学[M]. 第8版. 北京:人民卫生出版社,2018:186-188.
- [2] Komiya, M., Maeda, N., Narahara, T., Suzuki, Y., Fukui, K., Tsutsumi, S., *et al.* (2021) Effect of 6-Week Balance Exercise by Real-Time Postural Feedback System on Walking Ability for Patients with Chronic Stroke: A Pilot Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Brain Sciences*, **11**, Article No. 1493. <https://doi.org/10.3390/brainsci11111493>
- [3] Tong, Y., Pendy, J.T., Li, W.A., Du, H., Zhang, T., Geng, X., *et al.* (2017) Motor Imagery-Based Rehabilitation: Potential Neural Correlates and Clinical Application for Functional Recovery of Motor Deficits after Stroke. *Aging and disease*, **8**, 364-371. <https://doi.org/10.14336/ad.2016.1012>
- [4] Ganesh, G.S., Chhabra, D., Pattnaik, M., Mohanty, P., Patel, R. and Mrityunjay, K. (2015) Effect of Trunk Muscles Training Using a Star Excursion Balance Test Grid on Strength, Endurance and Disability in Persons with Chronic Low Back Pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, **28**, 521-530. <https://doi.org/10.3233/bmr-140551>
- [5] Kos, N., Brcar, M., Brcar, M., *et al.* (2025) Effectiveness of Multicomponent Balance Training and Sensorimotor Foot Mobilization on Postural Stability in Patients Following Brain Tumor Surgery. *Life (Basel, Switzerland)*, **15**, Article No. 579.
- [6] 张彪. 本体感觉训练对偏瘫患者平衡功能及感觉整合的影响[D]:[硕士学位论文]. 太原:中北大学,2016.

- [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.
- [8] 刘楠, 李卡. 康复护理学[M]. 第5版. 北京: 人民卫生出版社, 2022: 144.
- [9] Humaira, I., Muhammad, K., Muhammad, H.H.J., *et al.* (2021) Effects of Proprioception Training Programme on Balance among Patients with Diabetic Neuropathy: A Quasi-Experimental Trial. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, **71**, 1818-1821.
- [10] Chan, P.P., Si Tou, J.I., Tse, M.M. and Ng, S.S. (2017) Reliability and Validity of the Timed Up and Go Test with a Motor Task in People with Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **98**, 2213-2220. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.03.008>
- [11] 郭紫琦, 袁淑娟. 脑卒中患者平衡评定量表的研究进展[J]. 临床与病理杂志, 2021, 41(10): 2481-2486.
- [12] 王赛华, 施加加, 孙莹, 等. 简改版改良 Barthel 指数在脑卒中恢复期中的信度与效度研究[J]. 中国康复, 2020, 35(4): 179-182.
- [13] Ding, M., Xu, Y., Wang, Y., Li, P., Mao, Y., Yu, J., *et al.* (2019) Predictors of Cognitive Impairment after Stroke: A Prospective Stroke Cohort Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, **71**, 1139-1151. <https://doi.org/10.3233/jad-190382>
- [14] Burcal, C.J., Trier, A.Y. and Wikstrom, E.A. (2017) Balance Training versus Balance Training with STARS in Patients with Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, **26**, 347-357.
- [15] Menz, H.B., Morris, M.E. and Lord, S.R. (2005) Foot and Ankle Characteristics Associated with Impaired Balance and Functional Ability in Older People. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, **60**, 1546-1552. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.12.1546>
- [16] Lowell, R.K., Conner, N.O., Derby, H., Hill, C.M., Gillen, Z.M., Burch, R., *et al.* (2023) Quick on Your Feet: Modifying the Star Excursion Balance Test with a Cognitive Motor Response Time Task. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **20**, Article No. 1204. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021204>
- [17] Lai, Z.Q., *et al.* (2021) Effects of Intrinsic-Foot-Muscle Exercise Combined with the Lower Extremity Resistance Training on Postural Stability in Older Adults with Fall Risk: Study Protocol for a Randomised Controlled Trial. *Trials*, **22**, Article No. 587.
- [18] 周文星. 足部功能训练对慢性踝关节不稳人群足环节运动的影响[D]: [博士学位论文]. 上海: 上海体育大学, 2024.
- [19] 尤兴翠, 周尉玺, 陈露华, 等. 防跌倒操训练干预在住院老年患者中的应用[J]. 齐鲁护理杂志, 2021, 27(3): 64-68.
- [20] Pierobon, A. (2024) Clinimetrics: The Star Excursion Balance Test. *Journal of Physiotherapy*, **71**, Article No. 61. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2024.11.010>
- [21] 李文昊, 孙泰, 李博阳, 等. 低频脉冲磁场对脑卒中偏瘫患者骨骼肌结构的影响及健康促进的潜在机制[J]. 中国组织工程研究, 2026, 30(36): 9479-9487.
- [22] 郭晓贝, 王颖, 郭月, 等. 方步运动在老年人运动认知风险综合征预防中的应用进展[J]. 中华护理杂志, 2026, 61(6): 852-858.
- [23] 王鸿滨, 甄月阳, 郝习君, 等. 七步循环站立平衡训练联合 Soundsory 认知训练对脑卒中患者的康复效果[J]. 护理学杂志, 2023, 38(17): 108-111.
- [24] Jones, T.A. and Adkins, D.L. (2015) Motor System Reorganization after Stroke: Stimulating and Training toward Perfection. *Physiology (Bethesda, Md.)*, **30**, 358-370.
- [25] 郭晨旭, 支德琴, 王可萌, 等. 改良视觉扫描联合特定任务训练对脑卒中偏瘫患者认知与运动平衡功能的影响[J]. 护理学杂志, 2026, 41(5): 1-6.
- [26] Liang, S.G., Chow, J.C.M., Leung, N.M., Mo, Y.N., Ng, T.M.H., Woo, C.L.C., *et al.* (2024) The Effects of Ankle and Foot Exercises on Ankle Strength, Balance, and Falls in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, **105**, pzae157. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzae157>