

文章编号: 1004-7220(2022)06-1145-06

不稳定支撑面训练对慢性卒中患者平衡和步态的影响

刘 姣^{1a,1b,1c}, 孟庆华^{1a,1b,1c}, 周鲁星^{1a,1b,1c}, 黄 旭^{1a,1b,1c}, 阎 峰^{1a}, 徐倩漪^{1a},
刘文红², 李 猛², 薛艳艳²

(1. 天津体育学院 a 体育经济与管理学院, b 天津市运动生理与运动医学重点实验室, c 天津市运动损伤与康复虚拟仿真教学中心, 天津 301617; 2. 天津康复疗养中心, 天津 301617)

摘要:目的 探讨不稳定支撑面(unstable support surface, USS)训练对慢性卒中患者平衡、步态和下肢运动功能的影响。方法 将 20 名卒中患者分为两组, 对照组($n=10$)在常规治疗基础上进行 12 周常规康复训练, 实验组($n=10$)在常规治疗的基础上进行 12 周平衡板训练。使用 BBS 量表、Fugl-Meyer 下肢功能量表、10 m 步行速度测试(10 MWT)、6 min 步行距离测试(6 MWD)评估患者干预前后动态平衡、步行和下肢运动功能; 利用 NeuroCom Balance Manager 系统、Qualisys 三维动作捕捉与分析系统和 Kistler 三维测力台测量患者干预前后静态平衡和运动学、动力学步态数据。结果 干预后, 两组之间及实验组组间 BBS 评分、Fugl-Meyer 评分、6 MWD 评分结果差异具有统计学意义($P<0.05$), 实验组组间 10 MWT 评分具有统计学意义($P<0.05$)。干预后, 两组之间及实验组组间两侧负重/下蹲在 90°和 60°时差异具有统计学意义($P<0.05$), 实验组组间负重/下蹲在 30°和 0°时差异具有统计学意义($P<0.05$)。干预后, 两组组间压力中心对称性和髋关节对称性差异具有统计学意义($P<0.05$), 膝、踝关节对称性差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 利用 NeuroCom Balance Manager 系统的平衡板进行 USS 训练能有效改善脑卒中患者平衡、步态和下肢运动功能。

关键词: 脑卒中; 核心稳定性; 不稳定支撑面; 平衡; 下肢; 步态功能

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

DOI: 10.16156/j.1004-7220.2022.06.027

Effects of Unstable Support Surface Training on Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke

LIU Jiao^{1a,1b,1c}, MENG Qinghua^{1a,1b,1c}, ZHOU Luxing^{1a,1b,1c}, HUANG Xu^{1a,1b,1c},
YAN Feng^{1a}, XU Qianyi^{1a}, LIU Wenhong², LI Meng², XUE Yanyan²

(1a. School of Sports Economics and Management, 1b. Tianjin Key Laboratory of Sports Physiology and Sports Medicine, 1c. Tianjin Virtual Simulation Teaching Center of Sports Injury and Rehabilitation, Tianjin University of Physical Education, Tianjin 301617, China; 2. Tianjin Rehabilitation and Sanatorium Center, Tianjin 301617, China)

Abstract: Objective To investigate the effects of unstable support surface (USS) training on balance, gait and lower limb motor function in patients with chronic stroke. **Methods** Twenty stroke patients were divided into two groups. Control group ($n=10$) received 12 weeks of routine rehabilitation training on the basis of conventional

收稿日期: 2022-01-07; 修回日期: 2022-02-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(11372223, 11102135), 天津市自然科学基金项目(17JCZDJC36000, 18JCZDJC35900), 天津市研究生科研创新项目(2021YJSS312)

通信作者: 孟庆华, 教授, E-mail: 745112962@qq.com

treatment, and experimental group ($n=10$) received 12 weeks of balance plate training on the basis of conventional treatment. BBS scale, Fugl-Meyer lower limb function scale, 10-meter walking speed test (10 MWT) and 6-minute walking distance test (6 MWD) were used to evaluate dynamic balance, walking and lower limb motor function before and after intervention. NeuroCom Balance Manager system, Qualisys 3D motion capture and analysis system and Kistler 3D force platform were used to measure the patient's static balance, as well as their kinematics and dynamic gait data before and after intervention. **Results** After intervention, the differences in BBS score, Fugl-Meyer score and 6 MWD score between control group and experimental group as well as between experimental groups had statistical significance ($P<0.05$), and the difference in 10 MWT score between experimental groups was statistically significant ($P<0.05$). After intervention, the difference in weigh-bearing/squat (WB/S) between control group and experimental group as well as between experimental groups at 90° and 60° had statistical significance ($P<0.05$), and the difference in WB/S between experimental groups at 30° and 0° was statistical significant ($P<0.05$). After intervention, the differences in center of pressure (COP) symmetry and hip joint symmetry between control group and experimental group had statistical significance ($P<0.05$), while the difference in symmetry of knee joint and ankle joint was not statistically significant ($P>0.05$). **Conclusions** USS training with NeuroCom Balance Manager Balance board can effectively improve balance, gait and lower limb motor function in stroke patients.

Key words: stroke; core stability; unstable support surface (USS); balance; lower limb; gait function

脑卒中又称为中风,以突发并且十分迅速出现阻塞性或扩散性脑功能损伤为特征的脑部疾病,是世界第二大死亡和致残的原因,同时在中国也是导致死亡、长期身体运动和认知障碍的主要原因^[1-3]。脑卒中发生后,73%患者存在运动控制方面的缺陷,甚至影响到患者的平衡能力^[4-5];而平衡是一个复杂的功能,包含动态和静态两部分,也是脑卒中发生后患者在社区走动和步态特征的主要决定因素^[6]。因此,进行脑卒中康复的主要目标之一是为了恢复患者平衡功能,改善患者步态,降低发生跌倒风险。核心稳定性训练不仅被应用到亚健康人群的康复训练,而且在脑卒中患者康复训练中的发展也开始变得成熟,逐渐通过减少支撑面积来增加不稳定性,又称为不稳定支撑面 (unstable support surface, USS) 训练。研究表明, USS 训练能刺激中枢神经,提高核心肌群的肌肉收缩力量,兴奋皮质延髓桥网状脊髓路和步态中枢模式发生器,可能会更好地改善患者的平衡和步行功能,增加关节活动的对称性,减少患者发生跌倒的风险^[7-8]。目前, NeuroCom Balance Manager 系统主要被用于卒中后遗症患者、外侧踝关节扭伤、跌倒等疾病干预前后身体压力中心移动指标测试和稳定极限范围测试,是全球范围内最先进的平衡功能评估与训练系统,且该系统附

带的平衡板也是一种有效的不稳定支撑面训练工具^[9-10]。本文旨在观察该系统的平衡板训练对慢性卒中患者平衡和步态功能的影响。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

2020年9月~2021年9月在中国人民解放军联勤保障部队天津康复疗养中心招募受试者20人,并经过康复医院诊断确定为脑卒中患者。

纳入标准:①Brunnstrom 4期患者;②中风后超过12个月,且没有认知障碍,能理解本实验的过程;③能独立行走20 m,无其他重大疾病,之前未使用过平衡板训练;④患者年龄50~65岁;⑤签署受试者知情同意书。

排除标准:①脑卒中后伴有认知障碍;②伴有其他重大疾病,如心脏病等;③骨质疏松严重者或有隐藏的骨折患者;③有其他精神障碍或不能理解和配合完成的患者。

1.2 研究方法

1.2.1 一般资料 患者被随机分为对照组 ($n=10$) 和实验组 ($n=10$)。根据实验要求,已在实验开始前通过问卷调查获取患者的基本信息。结果显示,两组患者的基本状况经比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表1。

表 1 受试者基本状况

Tab. 1 Basic conditions of the subjects

组别	n	年龄/岁	性别		卒中侧别	
			男	女	左	右
对照组	10	61.50±8.96	8	2	4	6
实验组	10	63.83±6.55	8	2	5	5

NeuroCom Balance Manager 系统最早被用于评估空间飞行员的前庭功能和平衡功能,目前是全球范围内最先进的平衡评估系统,是有效获得人体在动态、静态两种身体姿势状态下的客观测量方式。测量内容为两侧负重/下蹲(weight bearing/squat, WB/S),即患者下蹲 0°、30°、60°、90°,测量其在不同角度下蹲时两侧负重和维持平衡的能力^[9]。

Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)是评估患者平衡功能恢复的常用方法,共 14 个项目,最高分 56 分^[8,11-12]。主要判定患者的身体重心主动转移能力,通过让患者进行坐、站位置下的动静态活动进行整体平衡的评估和测量。当 Berg 评分越高时,说明患者的平衡功能越好。

Fugl-meyer 下肢运动功能评分量表(Fugl-Meyer motor function assessment, FMA)是在 Brunnstrom 功能量表的基础上发展而来,普遍应用于脑卒中患者的肢体运动功能障碍情况的评定。共 17 个项目,每个项目最高 2 分,下肢评分共 34 分。它主要涵盖人体运动、平衡、关节活动度等 5 个领域的内容,很好地应用于评定患者下肢康复疗效,对训练效果的评定具有标准化和科学化^[13-14]。

10 m 步行速度测试量表(10-meter walk test, 10 MWT)是测量患者在 10 m 距离中间部分 6 m 最快速度所用的时间,所用时间越短,步行功能恢复越有效;6 min 步行距离测试量表(6-minute walking distance test, 6 MWD)是指在一个相对较长的场地里,行走 6 min 所能达到的最长距离,距离越长,步行功能越好,两者都是用于测量患者步行功能的恢复情况的标准量表。

Qualisys 三维动作捕捉与分析系统利用高速红外摄像机能准确捕捉高速运动物体的轨迹并进行相关的数据分析,可以建立人体模型、形成运动轨迹、提供数据输出并进行步态分析,主要测量指标包括髋、膝、踝关节活动范围(range of motion, ROM);Kistler 三维测力台主要应用于平衡、步态分

析领域,可以获得不同步态和姿势压力中心(center of pressure, COP),具有较高的可靠性和有效性,被认为是测量患者平衡功能的黄金标准^[15]。测试过程如下:① 让患者在进行测试前,换上统一的服装(短裤)和鞋子,粘贴解剖标记反光球在下肢(两侧髌后上棘、髌后下棘、股骨外侧和内侧髁、内外侧踝、第 1 和第 5 跖骨头部、第 2 跖骨近端以及足跟,共计 20 个),将带有 4 个反光球的支撑板分别被固定在两侧大腿和小腿上;② 患者在固定距离内行走,并确保在行走中两足分别踏在前后放置的两块测力台上,共进行 2 次。

1.2.2 实验方法 两组患者都进行统一的常规康复治疗,包括针灸、理疗等,由医院的康复治疗师进行。对照组在此基础上进行常规康复训练:30 min/d×5 d/周×12 周;实验组在此基础上进行平衡板训练(NeuroCom Balance Manager 系统“U”形平衡板),主要包括:① 坐位重心转移训练;② 站位重心转移训练,30 min/d×5 d/周×12 周,所有训练必须保证最大限度使用躯干平衡和下肢,且两组进行所有训练的运动强度都为最大心率的 70%。

1.3 数据分析

运用 SPSS 统计分析软件对所得实验数据进行分析 and 检验。以配对 *t* 检验比较实验第 1、2 阶段相关参数的差异,以独立 *t* 检验比较实验第 1、2 阶段组间相关参数的差异。显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 量表评分结果

经过配对样本 *t* 检验和独立样本 *t* 检验得知,平衡板干预后对照组(42.3±7.72)和实验组(48.4±4.93)BBS 评分有显著性差异($P < 0.05$);对照组(23.8±6.81)和实验组(29.7±5.58)Fugl-Meyer 评分也有显著性差异($P < 0.05$);对照组(133.59±49.40)和实验组(176.81±37.08)的 6 MWD 评分有显著性差异($P < 0.05$);但对对照组(17.94±10.31)和实验组(12.80±3.78)10 MWT 评分仅在组内干预后有显著差异($P < 0.05$),组间无显著差异($P > 0.05$),见图 1。

2.2 负重/下蹲结果

在不同下蹲角度下,两侧负重的干预效果也不相同。结果表明,对照组(14.8±8.34)和实验组

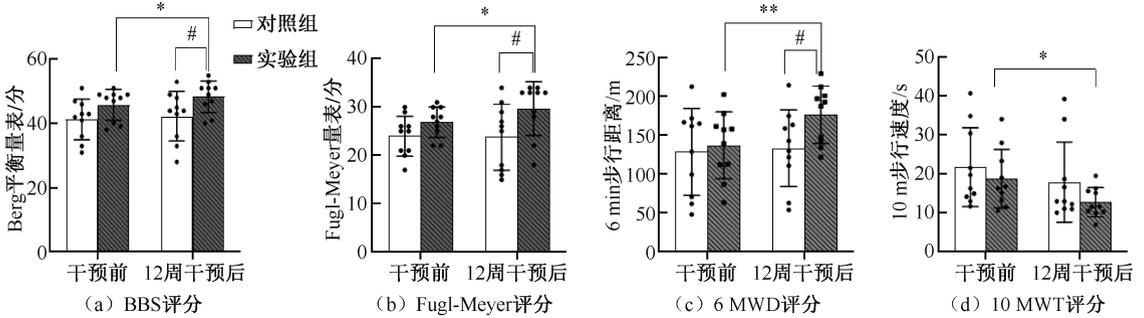


图1 量表评分比较

Fig. 1 Comparison of scale score (a) BBS score, (b) Fugl-Meyer score, (c) 6 MWD score, (d) 10 MWT score

注: *[#] $P < 0.05$; **^{##} $P < 0.01$ 。

(8.0 ± 4.90) 在屈膝下蹲 90° 时, WB/S 有显著差异 ($P < 0.05$); 在下蹲 60° 时, 对照组 (11.8 ± 9.07)、实验组 (6.8 ± 8.06) WB/S 也有显著差异 ($P < 0.05$)。但是在下蹲至 30° 、 0° 时, 对照组 (11.2 ± 7.00 ; 11.0 ± 7.13)、实验组 (9.6 ± 6.45 ; 9.2 ± 6.94) 组内有显著差异 ($P < 0.05$), 组间无显著差异 ($P > 0.05$), 见图 2。

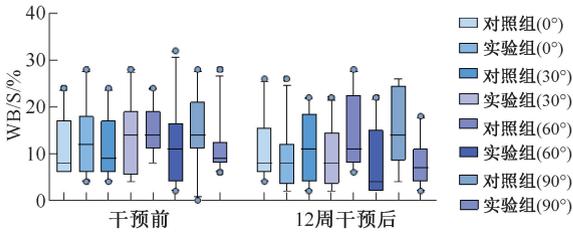


图2 负重/下蹲比较

Fig. 2 Comparison of weigh-bearing/squat

2.3 运动学、动力学特征

研究证明, 正常成人在步行时下肢髋、膝、踝关节 ROM 为 40° 、 70° 、 30° ^[16]。干预后对照组健侧、患侧髋关节 ROM 分别为 $41.00^\circ \pm 8.11^\circ$ 、 $37.39^\circ \pm$

5.74° ; 实验组健侧、患侧髋关节 ROM 分别为 $41.31^\circ \pm 4.16^\circ$ 、 $37.39^\circ \pm 5.74^\circ$ 。对照组健侧、患侧膝关节 ROM 分别为 $61.23^\circ \pm 10.56^\circ$ 、 $47.51^\circ \pm 22.26^\circ$; 实验组健侧、患侧膝关节 ROM 分别为 $60.81^\circ \pm 11.50^\circ$ 、 $54.04^\circ \pm 18.38^\circ$ 。对照组健侧、患侧踝关节 ROM 分别为 $26.24^\circ \pm 5.79^\circ$ 、 $34.71^\circ \pm 9.05^\circ$; 实验组健侧、患侧 ROM 分别为 $27.68^\circ \pm 4.67^\circ$ 、 $30.47^\circ \pm 5.55^\circ$ 。对照组在干预后两侧下肢髋、膝、踝关节 ROM 仍存在显著差异 ($P < 0.05$), 实验组在干预后两侧下肢髋、膝、踝关节 ROM 无显著差异 ($P > 0.05$), 干预后对照组 (0.82 ± 0.19) 和实验组 (1.02 ± 0.30) COP 对称性组内比较都有显著差异 ($P < 0.05$); 对照组 (0.90 ± 0.10) 和实验组 (0.96 ± 0.07) 髋关节 ROM 对称性组内比较都有显著性 ($P < 0.05$); 对照组 (0.76 ± 0.28 ; 0.78 ± 0.16) 和实验组 (0.88 ± 0.23 ; 0.93 ± 0.16) 膝、踝关节 ROM 对称性比较无显著性差异 ($P > 0.05$), 见图 3。

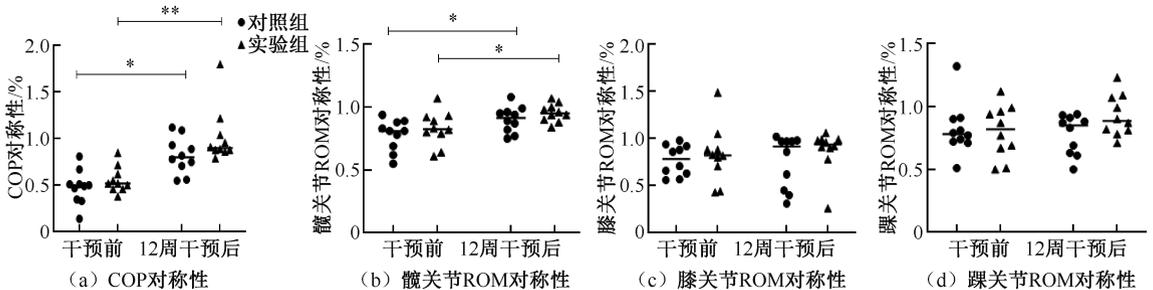


图3 运动学、动力学特征比较

Fig. 3 Comparison of kinematic characteristics (a) COP symmetry, (b) ROM symmetry of hip joint, (c) ROM symmetry of knee joint, (d) ROM symmetry of ankle joint

注: *[#] $P < 0.05$; **^{##} $P < 0.01$ 。

3 讨论

根据以往的研究发现与常规康复训练相比,进行 USS 训练对改善患者 BBS 评分、Fugl-Meyer 评分、6 MWD 评分更有效^[17]。郝川等^[18]研究发现,进行不稳定支撑面训练在提高 10 MWT 评分上更优于常规训练,但本文结果只体现出实验组组内的显著性,并未体现两组组间的显著性,推测原因是训练器械不同,前者采用的是卧位悬吊训练和坐位不稳定支撑面训练。虽然两种训练方法的比较存在分歧,但是结果均表明在平衡板上的训练仍然对平衡和步行功能起到改善作用。

当人体维持静态平衡时,身体重心越低,躯干稳定效果越差^[19]。因此,当脑卒中患者在 NeuroCom Balance Manager 测试板上时,以规定姿势(双脚与肩同宽站在双脚刻度线内,双臂垂直于身体两侧)进行下蹲 0°、30°、60°、90°,到 90°时身体最不稳定,0°最稳定。由于患者两侧负重不对称,在下蹲 90°时,两侧负重变化更为明显。实验组通过进行平衡板训练能明显改善患者在下蹲 90°、60°时的两侧负重不对称性,且与对照组相比也有明显差异。在下蹲 30°、0°时,实验组干预前后仍存在差异。当患者保持在静态下蹲 90°、60°时进行平衡板训练,效果优于传统康复训练。因此,利用平衡板进行 USS 训练对脑卒中患者的静态平衡和两侧负重有明显改善,在下蹲 90°、60°改善更为显著。

研究显示,健康人群在步行过程中,两侧下肢步态参数具有对称性^[20]。通过 NeuroCom Balance Manager 系统的平衡板训练干预后,在此基础上同时使用 Qualisys 三维动作捕捉与分析系统、Kistler 三维测力台,更加准确地测量出患者在行走状态下髋、膝、踝关节的 ROM 和对称性比(患侧/健侧^[21]),以及压力中心的对称性比^[22]。结果显示,相比于传统康复训练,平衡板训练能减小两侧下肢行走时髋、膝、踝关节 ROM 的差距,增加两侧下肢行走时髋关节 ROM 的对称性和 COP 的对称性,但是两侧下肢膝、踝关节的 ROM 变化不明显,可能原因是髋关节是连接躯干上下两部分的重要枢纽,是下肢其他关节发力的支点和承重点,同时也是极不稳定的全动关节之一,髋关节的活动范围对身体平衡至关重要^[23-24]。因此,通过 USS 训练刺激核心稳

定性能加强髋关节的稳定性,进一步巩固步行能力。与常规康复训练相比,进行平衡板训练更能缩小患者健侧与患侧髋、膝、踝关节角度范围的差异,增加两侧下肢在行走过程的对称性,降低发生跌倒的概率^[25]。

当卒中发生后,躯干核心部位会发生明显肌力下降,身体重心发生严重偏移,导致其平衡能力下降和姿势摆动幅度增加,进一步造成患侧下肢的负重和稳定性变差^[26]。髋、膝、踝 3 个关节也会伴随着出现异常变化,极大增加了发生跌倒的概率^[27]。此时,就需要加强核心部位的训练。本文认为,进行 NeuroCom Balance Manager 系统的平衡板训练比传统康复训练对改善慢性卒中患者的平衡和步态功能更有效。

4 结论

在常规治疗基础上利用 NeuroCom Balance Manager 系统的平衡板进行训练,能有效改善患者的平衡、步态以及下肢功能,且大部分测试结果显示,平衡板训练要优于常规康复训练。本研究受试者由于实验条件的限制,样本量较小,后续将在二期实验中再继续收集相关的受试者,证实相关结论。

参考文献:

- [1] WU S, ANDERSON CS. Healthy eating for secondary stroke prevention [J]. *Lancet Neurol*, 2021, 20(2): 87-89.
 - [2] 吴雪娇, 刘翠鲜, 郑洁皎, 等. 不同足位坐-站转移对脑卒中偏瘫患者抬离瞬间下肢负重和关节力学参数的影响[J]. *医用生物力学*, 2021, 36(S1): 433.
 - [3] CHAO BH, YAN F, HUA Y, et al. Stroke prevention and control system in China: CSPPC-Stroke Program [J]. *Int J Stroke*, 2021, 16(3): 265-272.
 - [4] WONSETLER EC, BOWDEN MG. A systematic review of mechanisms of gait speed change post-stroke. Part 2: exercise capacity, muscle activation, kinetics, and kinematics [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2017, 24(5): 394-403.
 - [5] 黄旭, 孟庆华, 鲍春雨, 等. 中风偏瘫患者坐-站转移过程中的生物力学分析[J]. *医用生物力学*, 2021, 36(3): 479-484.
- HUANG X, MENG QH, BAO CY, et al. Biomechanical analysis of stroke and hemiplegic patients during the sit-to-

- stand transfer [J]. *J Med Biomech*, 2021, 36(3): 479-484.
- [6] MADHURANGA P, MATHANGASINGHE Y, ANTHONY DJ. Improving balance with wobble board exercises in stroke patients: Single-blind, randomized clinical trial [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2019, 26(8): 595-601.
- [7] 曹立全, 陈爱华, 谭思洁. 核心肌力理论在运动健身和康复中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(1): 93-97.
- [8] 庄国栋, 陈丹丹, 王婷婷, 等. 不稳定表面进行躯干训练对卒中后恢复期患者躯干肌肉活动和姿势控制的作用[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2019, 22(3): 296-302.
- [9] YOUNG S, WALLMANN HW, QUIAMBAO KL, *et al*. The effects of whole body vibration on the limits of stability in adults with subacute ankle injury [J]. *Int J Sports Phys Ther*, 2021, 16(3): 749-755.
- [10] 杨珺, 彭涛, 魏海棠, 等. 小脑卒中后静态平衡功能和稳定极限范围的临床研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(2): 220-222.
- [11] 金冬梅, 燕铁斌. Berg 平衡量表及其临床应用[J]. *中国康复理论与实践*, 2002, 8(3): 31-33.
- [12] MADHAVAN S, BISHNOI A. Comparison of the mini-balance evaluations systems test with the berg balance scale in relationship to walking speed and motor recovery post stroke [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2017, 24(8): 579-584.
- [13] 桑德春, 纪树荣, 张纓, 等. Fugl-Meyer 量表在社区卒中中康复疗效评定中的应用[J]. *中国康复医学杂志*, 2007, 22(3): 264-265.
- [14] 胡国金, 孙秀丽, 张义发, 等. Fugl-Meyer 量表在脑卒中镜像治疗中应用及与 FIM 量表相关性分析[J]. *临床荟萃*, 2019, 34(2): 116-119.
- [15] MADHAVAN S, PRADHAN S. Relationship between Nintendo's Wii balance board derived variables and clinical balance scores in individuals with stroke [J]. *Gait Posture*, 2020, 6(79): 170-174.
- [16] 王瑞华. 步态分析[J]. *中级医刊*, 1994, 29(4): 9-10.
- [17] YOO J, JEONG J, LEE W. The effect of trunk stabilization exercise using an unstable surface on the abdominal muscle structure and balance of stroke patients [J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(6): 857-859.
- [18] 郝川. 不稳定支撑面躯干稳定性训练对卒中中偏瘫早期患者平衡功能和步行能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(1): 72-75.
- [19] 涂美, 李峰, 代明星, 等. 对健康青年单膝关节不同屈曲角度下的立位静态平衡的探究[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2015, 15(51): 36.
- [20] 刘丽玲, 倪朝民, 岳童, 等. 脑卒中患者步行时足底压力中心不对称性及其与步速的相关性[J]. *中国康复医学杂志*, 2017, 32(4): 409-413.
- [21] 徐光青, 兰月, 毛玉璐, 等. 脑卒中患者步行时下肢运动的三维运动学研究[J]. *中华医学杂志*, 2007, 87(41): 2889-2892.
- [22] FOTIADOU S, AGGELOUSSIS N, GOURGOULIS V, *et al*. Reproducibility of gait kinematics and kinetics in chronic stroke patients [J]. *Neuro Rehabil*, 2018, 42(1): 53-61.
- [23] 贾增钰, 李瑞琴, 李庠. 空间 8R 髋关节康复并联机构的运动学分析[J]. *机械传动*, 2022, 46(2): 28-33.
- [24] 牛博真, 张向宇, 田恺, 等. 骨盆、髋关节周围肌群等长收缩训练对卒中后遗症期患者步行功能的影响[J]. *临床神经病学杂志*, 2018, 31(1): 32-36.
- [25] LI J, ZHONG D, YE J, *et al*. Rehabilitation for balance impairment in patients after stroke: A protocol of a systematic review and network meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2019, 9(7): e26844.
- [26] HENDRICKSON J, PATTERSON KK, INNESS EL, *et al*. Relationship between asymmetry of quiet standing balance control and walking post-stroke [J]. *Gait Posture*, 2014, 39(1): 177-181.
- [27] 张东云, 张骏. 脑卒中平衡功能障碍患者康复研究现状与展望[J]. *按摩与康复医学*, 2018, 9(14): 90-92.
- [28] KARTHIKABABU S, NAYAK A, VIJAYAKUMAR K, *et al*. Comparison of physio ball and plinth trunk exercises regimens on trunk control and functional balance in patients with acute stroke: A pilot randomized controlled trial [J]. *Clin Rehabil*, 2011, 25(8): 709-719.