

等速肌力训练结合上肢康复机器人对脑卒中恢复期偏瘫患者上肢功能恢复、生活质量及神经可塑性的影响

杨兰¹, 周小云², 许坚¹, 田宇¹, 陈渭¹

(1. 宝鸡市人民医院康复医学科 陕西 宝鸡 721000; 2. 南通大学附属医院康复治疗中心 江苏 南通 226000)

摘要 **目的:** 探讨等速肌力训练结合上肢康复机器人对脑卒中恢复期偏瘫患者上肢功能恢复、生活质量及神经可塑性的影响。**方法:** 选取 2021 年 3 月—2024 年 3 月在宝鸡市人民医院诊治的 102 例脑卒中恢复期偏瘫患者作为研究对象, 按照随机数字表法将其分为对照组 (51 例, 常规训练) 和研究组 (51 例, 等速肌力训练结合上肢康复机器人训练), 比较两组患者上肢功能恢复、生活质量及神经可塑性。**结果:** 与训练前相比, 两组患者训练 3 个月后上肢动作研究量表 (ARAT)、Fugl-Meyer 上肢运动功能评价量表 (FMA-UE) 评分升高 ($P<0.05$), 与对照组相比, 研究组训练 3 个月后 ARAT、FMA-UE 评分更高 ($P<0.05$)。与训练前相比, 两组患者训练 3 个月后脑卒中专用生活质量量表 (SS-QOL) 各维度评分升高 ($P<0.05$), 与对照组相比, 研究组训练 3 个月后 SS-QOL 各维度评分更高 ($P<0.05$)。与训练前相比, 两组患者训练 3 个月后斜率不对称指数、cM1-Slope、RMT 不对称指数降低, iM1-Slope、cM1-RMT 升高 ($P<0.05$), 与对照组相比, 研究组训练 3 个月斜率不对称指数、cM1-Slope、RMT 不对称指数更低, iM1-Slope、cM1-RMT 更高 ($P<0.05$)。**结论:** 等速肌力训练结合上肢康复机器人训练应用于脑卒中恢复期偏瘫患者, 可促进上肢功能恢复, 提升生活质量, 改善神经可塑性。

关键词 脑卒中; 恢复期; 偏瘫; 等速肌力训练; 上肢康复机器人

中图分类号 R743 R608 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 06-1111-05

Effect of isokinetic exercise combined with upper limb rehabilitation robot on upper limb function recovery, quality of life and neuroplasticity in stroke patients with hemiplegia during the recovery period

YANG Lan¹, ZHOU Xiaoyun², XU Jian¹, TIAN Yu¹, CHEN Wei¹

(1. Department of Rehabilitation Medicine, Baoji People's Hospital, Baoji 721000, China; 2. Rehabilitation Treatment Center, the Affiliated Hospital of Nantong University, Nantong 226000, China)

Abstract **Objective:** To explore the effect of isokinetic exercise combined with upper limb rehabilitation robot on upper limb function recovery, quality of life and neuroplasticity in stroke patients with hemiplegia during the recovery period. **Methods:** 102 stroke patients with hemiplegia treated in Baoji People's Hospital from March 2021 to March 2024 were selected and divided into the control group ($n=51$) and the study group ($n=51$) using a random number table. The control group received conventional rehabilitation training, and the study group received isokinetic exercise combined with upper limb rehabilitation robot training. Upper limb function recovery, quality of life and neuroplasticity of patients in the two groups were compared. **Results:** Compared with that before intervention, the scores of action research arm test (ARAT) and Fugl-Meyer assessment of the upper extremity (FMA-UE) in the two groups were both raised after 3 months of training ($P<0.05$), and the ARAT and FMA-UE

收稿日期: 2024-08-06 录用日期: 2024-08-29

Received Date: 2024-08-06 Accepted Date: 2024-08-29

基金项目: 宝鸡市卫生健康委员会 2019 年度科研计划立项课题 (2020-14)

Foundation Item: Scientific Research Plan Project of Baoji Municipal Health Commission in 2019(2020-14)

通讯作者: 周小云, Email: jsntxiaoyun@126.com

Corresponding Author: ZHOU Xiaoyun, Email: jsntxiaoyun@126.com

引用格式: 杨兰, 周小云, 许坚, 等. 等速肌力训练结合上肢康复机器人对脑卒中恢复期偏瘫患者上肢功能恢复、生活质量及神经可塑性的影响 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (6): 1111-1115.

Citation: YANG L, ZHOU X Y, XU J, et al. Effect of isokinetic exercise combined with upper limb rehabilitation robot on upper limb function recovery, quality of life and neuroplasticity in stroke patients with hemiplegia during the recovery period[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(6): 1111-1115.

scores in the study group were higher after 3 months of training than those in the control group ($P < 0.05$). Compared with that before training, the scores of various dimensions of the stroke-specific quality of life scale (SS-QOL) in the two groups were both increased after 3 months of training ($P < 0.05$), and the scores of various dimensions of SS-QOL in the study group were higher after 3 months of training than those of the control group ($P < 0.05$). Compared with that before training, the slope asymmetry index, cM1 Slope, and RMT asymmetry index decreased in both groups after 3 months of training ($P < 0.05$), while iM1 Slope and cM1 RMT increased in both groups after 3 months of training ($P < 0.05$). Moreover, compared with the control group, the slope asymmetry index, cM1 Slope, and RMT asymmetry index were lower in the study group after 3 months of training ($P < 0.05$), while iM1 Slope and cM1 RMT asymmetry index were higher in the study group after 3 months of training ($P < 0.05$). **Conclusion:** The application of isokinetic exercise combined with upper limb rehabilitation robot training in stroke patients with hemiplegia during the recovery period can promote upper limb function recovery, improve quality of life, and enhance neuroplasticity.

Key words Stroke; Convalescence; Hemiplegia; Isokinetic Muscle Strength Training; Upper Limb Rehabilitation Robot

脑卒中作为一种常见的脑血管疾病,其高发病率、高致残率及高复发率已成为全球范围内严重的公共卫生问题^[1]。脑卒中导致的上肢功能障碍严重影响患者生活质量^[2]。传统康复方法虽有效但存在局限性^[3]。随着科技进步,机器人辅助训练成为新趋势,等速肌力训练技术结合上肢康复机器人以其精准、个性化、可视化的特点为患者提供高效康复训练^[4]。该技术确保患者肌肉在各角度承受最大负荷,增强力量,改善功能。上肢康复机器人模拟上肢运动,提供多样训练模式,提升患者兴趣和参与度^[5]。同时能够实时监测生理信号,优化治疗方案^[6]。本研究聚焦于等速肌力训练与上肢康复机器人在脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复、生活质量提升及神经可塑性改善方面的综合效果,以期临床康复提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年3月—2024年3月在本院诊治的脑卒中恢复期偏瘫患者102例。纳入标准:①经MRI或者CT诊断为脑卒中;②发病时间在2周~6个月,处于恢复期;③第一次发病;④单侧偏瘫;⑤改良Ashworth分级为1~3级;⑥在医院签署知情同意书。排除标准:①处于急性期或属于病情危重者;②有严重的心血管疾病者;③有血液系统相关疾病者;④有免疫系统相关疾病者;⑤伴有肿瘤者;⑥精神方面的疾病者。按照随机数表法将其分为对照组(51例,常规训练)和研究组(51例,等速肌力训练结合上肢康复机器人训练),两组患者基线资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性(见表1)。本研究获得医学伦理委员会的审核和批准。

1.2 方法 两组均实施基础药物治疗,包括降糖、斑块管理、神经保护、血压控制、循环促进及血脂调节。

1.2.1 对照组 采用常规康复训练方案,包括肢体位置优化、关节活动训练、辅助工具应用、移动技能训练,并加强言语与吞咽功能的恢复练习,每次训练1 h,每日1次,持续3个月。

1.2.2 研究组 在常规康复基础上,增用等速肌力训练结合上肢康复机器人训练,等速肌力训练包括以下几个方面。

1.2.2.1 热身与准备阶段(5~10 min): ①轻柔按摩。首先对患者上肢轻柔按摩,特别是针对肌肉紧张或僵硬的部分,促进血液循环和肌肉放松。②关节放松。通过缓慢、小幅度的关节活动,如肩关节环转、肘关节屈伸等,帮助关节囊和周围软组织放松,准备进入正式训练。

1.2.2.2 肌力增强训练(25~30 min): ①等长肌肉收缩。让患者处于特定姿势,如坐姿,手臂自然下垂或置于桌面,治疗师施加适当阻力,让患者对抗阻力进行等长肌肉收缩。例如对于屈肘肌群,治疗师可用手掌抵住患者前臂背侧,让患者尝试屈肘但保持肘部不动。②等长肌肉放松与交替。在完成一组等长收缩后,让患者放松肌肉,然后进行另一组肌肉的等长收缩,如伸肘肌群。通过交替训练,确保各肌群得到均衡锻炼。③动态助力训练。治疗师根据患者的力量水平,在患者主动运动的基础上给予适当的助力,如帮助患者完成更大范围的屈伸动作,逐渐增加患者的主动参与度。④渐进性抗阻训练。随着患者肌力的增强,逐渐增加治疗师施加的阻力,或使用弹力带、沙袋等辅助工具,以提高训练强度。

1.2.2.3 功能性训练(5~10 min): ①日常生活动作模拟。如拿起杯子喝水、梳头、穿衣等,以提高上肢的协调性和实用性。②平衡与稳定性训练。在单脚站立或不稳定平面上进行上肢训练,以增强核心肌群和上肢的稳定性。

1.2.2.4 放松与整理(5 min): ①拉伸放松。对训练过的肌肉进行拉伸,缓解肌肉紧张,预防肌

表 1 两组患者基线资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

Table 1 Comparison of general data between the two groups of patients [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

| 组别 | 年龄 (岁) | 性别 | | BMI (kg/m ²) | 病程 (d) | 脑卒中类型 | | 偏瘫部位 | |
|--------------------------|--------------|------------|------------|--------------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 男 | 女 | | | 脑梗死 | 脑出血 | 左侧 | 右侧 |
| 研究组 (n=51) | 55.10 ± 5.04 | 31 (60.78) | 20 (39.22) | 24.45 ± 1.94 | 60.63 ± 16.37 | 33 (64.71) | 18 (35.29) | 24 (47.06) | 27 (52.94) |
| 对照组 (n=51) | 53.65 ± 5.27 | 26 (50.98) | 25 (49.02) | 24.08 ± 1.53 | 56.73 ± 13.64 | 30 (58.82) | 21 (41.18) | 32 (62.75) | 19 (37.25) |
| <i>t/χ²</i> 值 | 1.420 | 0.994 | | 1.069 | 1.308 | 0.374 | | 2.534 | |
| <i>P</i> 值 | 0.159 | 0.319 | | 0.288 | 0.194 | 0.541 | | 0.111 | |

肉僵硬和疼痛。②冷热敷。根据患者情况可适当使用冷热敷促进恢复，减少训练后的不适感。

1.2.2.5 训练频率与周期：每日进行 1 次训练，每次训练总时长约为 40 min，每周 6 次，持续 3 个月，确保训练的连续性和系统性。

上肢康复采用 A2 智能反馈训练系统。治疗中，患者坐于屏前，患肢固定于末端执行器，直视屏幕。系统预设训练参数，指导动作。屏幕展示苹果树场景，患者需控制患肢采摘苹果并放入篮筐，训练上肢控制力。每日训练 30 min，每周 6 次，持续 3 个月。

1.3 观察指标 ①上肢功能：采用 Fugl-Meyer 上肢运动功能评价量表 (Fugl-Meyer Assessment of the Upper Extremity, FMA-UE)^[7] 评估运动功能，总分 66 分；采用上肢动作研究量表 (Action Research Arm Test, ARAT)^[8] 评估精细化运动，总分 57 分。两者分数越高表明上肢功能越优。②生活质量：采用脑卒中专用生活质量量表 (Stroke-specific Quality of Life, SS-QOL)^[9] 评估生活质量，其专为脑卒中设计，涵盖体力、手功能、记忆思维、移动能力等 8 维度共 59 项，每项评分 1~5 分，得分越高表示生活质量越优。③神经可塑性：于训练前和训练 3 个月后通过双侧 MI 区 RMT、不对称指数、刺激-振幅曲线斜率及其不对称性，结合 ARAT、FMA-UE 评分进行评估。采用 TMS 技术结合 Magstim Bistim² 和 CED 肌电图，以 FDI 热点刺激，监测 EMG 确保放松。RMT 检测中，患侧 MEP 缺失则采用健侧镜像定位，RMT 设为“100% MSO”或“MEP-”。斜率基于不同刺激强度 MEP 振幅计算，RMT ≥ 100% MSO 斜率视为 0。不对称指数量化神经可塑性变化。流程由不知情医师按标准执行。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件对 ARAT、FMA-UE、SS-QOL 评分等数据进行统计分析，计数资料如性别、脑卒中类型、偏瘫部位等用例数 (百分比)[$n(\%)$]表示，行 χ^2 检验；计量资料如 ARAT、FMA-UE、SS-QOL 评分等用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，两组之间行独立样本 *t* 检验，组内训练前和训练 3 个月后行配对 *t* 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 上肢功能恢复情况 与训练前相比，两组训练 3 个月后 ARAT、FMA-UE 评分升高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，与对照组相比，研究组训练 3 个月后 ARAT、FMA-UE 评分更高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，见表 2。

2.2 生活质量 与训练前相比，两组训练 3 个月后 SS-QOL 各维度评分升高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，与对照组相比，研究组训练 3 个月后 SS-QOL 各维度评分更高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，见表 3。

2.3 神经可塑性 与训练前相比，两组训练 3 个月后斜率不对称指数、cM1-Slope、RMT 不对称指数降低，iM1-Slope、cM1-RMT 升高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。与对照组相比，研究组训练 3 个月斜率不对称指数、cM1-Slope、RMT 不对称指数更低，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，iM1-Slope、cM1-RMT 更高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，见表 4。

3 讨论

脑卒中致偏瘫患者众多，上肢功能障碍尤其^[10]。康复训练对其恢复至关重要，但常规方法精准性不足。等速肌力手法训练模拟专业设

表 2 两组患者 ARAT、FMA-UE 评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)Table 2 Comparison of ARAT and FMA-UE scores between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$, score)

| 组别 | ARAT | | FMA-UE | |
|------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| | 训练前 | 训练 3 个月后 | 训练前 | 训练 3 个月后 |
| 研究组 (n=51) | 38.10 ± 7.11 | 53.47 ± 10.87 ^a | 36.22 ± 8.53 | 53.73 ± 10.91 ^a |
| 对照组 (n=51) | 37.61 ± 8.45 | 45.73 ± 9.08 ^a | 36.53 ± 10.84 | 46.88 ± 8.96 ^a |
| t 值 | 0.317 | 3.906 | 0.162 | 3.461 |
| P 值 | 0.752 | <0.001 | 0.871 | 0.001 |

注: 训练前相比, ^aP<0.05表 3 两组患者 SS-QOL 各维度评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)Table 3 Comparison of SS-QOL scores in each dimension between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$, score)

| 指标 | 研究组 (n=51) | 对照组 (n=51) | t 值 | P 值 | |
|-------|------------|---------------------------|---------------------------|--------|--------|
| 记忆与思维 | 训练前 | 56.96 ± 5.41 | 57.94 ± 5.38 | 0.918 | 0.361 |
| | 训练 3 个月后 | 72.55 ± 4.97 ^a | 70.02 ± 4.37 ^a | 2.728 | 0.008 |
| 社会活动 | 训练前 | 55.08 ± 5.35 | 53.76 ± 5.68 | 1.203 | 0.232 |
| | 训练 3 个月后 | 78.35 ± 5.14 ^a | 67.12 ± 8.82 ^a | 7.861 | <0.001 |
| 语言交流 | 训练前 | 55.96 ± 6.50 | 56.53 ± 7.09 | 0.422 | 0.674 |
| | 训练 3 个月后 | 68.84 ± 6.77 ^a | 62.33 ± 7.87 ^a | 4.476 | <0.001 |
| 生活能力 | 训练前 | 45.71 ± 7.13 | 45.10 ± 6.03 | 0.465 | 0.643 |
| | 训练 3 个月后 | 75.25 ± 5.15 ^a | 65.37 ± 5.32 ^a | 9.538 | <0.001 |
| 情绪状况 | 训练前 | 44.14 ± 5.91 | 42.90 ± 5.09 | 1.132 | 0.260 |
| | 训练 3 个月后 | 61.08 ± 5.71 ^a | 56.73 ± 6.29 ^a | 3.662 | <0.001 |
| 手功能 | 训练前 | 43.45 ± 3.99 | 42.08 ± 5.09 | 1.516 | 0.133 |
| | 训练 3 个月后 | 64.73 ± 5.34 ^a | 60.94 ± 5.30 ^a | 3.592 | 0.001 |
| 移动能力 | 训练前 | 45.24 ± 5.28 | 44.88 ± 3.43 | 0.400 | 0.690 |
| | 训练 3 个月后 | 75.33 ± 3.00 ^a | 65.59 ± 4.03 ^a | 13.854 | <0.001 |
| 体力状况 | 训练前 | 50.08 ± 4.84 | 50.76 ± 5.51 | 0.668 | 0.505 |
| | 训练 3 个月后 | 79.14 ± 2.57 ^a | 66.86 ± 3.50 ^a | 20.173 | <0.001 |

注: 与训练前相比, ^aP<0.05

备效果,通过调节阻力匹配肌力,增强患者肌力、改善运动功能^[11-13],结合上肢康复机器人可发挥两者优势,显著提升脑卒中偏瘫患者的肌力、运动功能及神经可塑性,为精准化、个性化治疗提供新途径,促进患者恢复^[14-15]。

安丹蕾等人^[16]的一项回顾性研究结果显示,下肢康复机器人结合等速肌力训练有效提升老年脑卒中偏瘫患者的神经功能,增强步行能力、Lovett 肌力评级及平衡能力,且安全性高。舒国建等人^[17]对三组脑卒中患者均行常规康复, A 组加下肢康复机器人, B 组加等速肌力训练, C 组联合两者。结果显示, C 组联合疗法在提升下

肢肌力、平衡与步行能力上优于单独应用,疗效更佳。本研究结果显示等速肌力训练结合上肢康复机器人训练应用于脑卒中恢复期偏瘫患者,可促进上肢功能恢复,提升生活质量,改善神经可塑性,这与上述学者研究结论基本一致。这是由于等速肌力训练能够精准评估肌肉功能,匹配患者肌力变化,确保科学训练。上肢康复机器人能够全面评估关节活动度与肌力,定制个性化方案^[18]。两者结合,可有效避免肌肉痉挛,显著增强上肢肌力与功能,提高日常生活能力,改善心理状态,提升生活质量^[19],并提供多样训练模式,提升患者参与度。同时还可促进神经

表 4 两组患者神经可塑性比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

Table 4 Comparison of neuroplasticity between the two groups of patients [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

| 指标 | 研究组 (n=51) | 对照组 (n=51) | t 值 | P 值 | |
|----------------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|--------|--------|
| 斜率不对称指数 | 训练前 | 96.65 ± 2.54 | 97.27 ± 2.29 | 1.309 | 0.193 |
| | 训练 3 个月后 | 50.20 ± 16.34 ^a | 88.06 ± 12.37 ^a | 13.192 | <0.001 |
| iM1-Slope ($\mu V/1\% MSO$) | 训练前 | 5.25 ± 1.45 | 5.16 ± 1.42 | 0.345 | 0.731 |
| | 训练 3 个月后 | 26.12 ± 8.06 ^a | 8.22 ± 2.66 ^a | 15.054 | <0.001 |
| cM1-Slope ($\mu V/1\% MSO$) | 训练前 | 108.61 ± 36.53 | 106.27 ± 35.39 | 0.328 | 0.744 |
| | 训练 3 个月后 | 22.22 ± 7.02 ^a | 76.49 ± 25.27 ^a | 14.778 | <0.001 |
| RMT 不对称指数 | 训练前 | 61.71 ± 20.44 | 60.00 ± 19.4 | 0.432 | 0.666 |
| | 训练 3 个月后 | 17.65 ± 5.15 ^a | 45.86 ± 15.69 ^a | 12.202 | <0.001 |
| cM1-RMT ($\% MSO$) | 训练前 | 52.14 ± 1.23 | 52.57 ± 1.55 | 1.554 | 0.123 |
| | 训练 3 个月后 | 65.39 ± 5.82 ^a | 57.71 ± 5.15 ^a | 7.064 | <0.001 |

注：与训练前相比，^a $P < 0.05$

可塑性，增强神经肌肉控制，形成稳定运动模式。唐泽文等人^[20]的研究结果显示，联合干预能优化脑卒中致偏瘫患者上肢肌肉激活与运动单位同步性，增强肌力，提升生活质量。相比常规康复，等速肌力与机器人训练更精准、个性化，可实时反馈确保训练高效、科学，解决反馈不及时、记录不客观等问题，使治疗效果最大化。

综上，等速肌力训练结合上肢康复机器人训练应用于脑卒中恢复期偏瘫患者，可促进上肢功能恢复，提升生活质量，改善神经可塑性。

利益冲突声明： 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明： 杨兰负责论文构思和撰写，数据汇总；周小云负责数据收集和整理，数据分析；许坚负责论文设计及可行性分析指导，质量控制和审查，监督管理；田宇负责数据收集和分析；陈渭负责数据收集和分析，绘制图表。

参考文献

[1] 刘小红, 刘景珍, 温启强. 手足十二针联合肢体评估训练康复系统在脑卒中偏瘫患者肢体功能恢复中的应用观察 [J]. 四川中医, 2022, 40(6): 194-197.

[2] 孙晓燕, 陈艳丽, 颜亚博, 等. 低频电刺激联合康复训练治疗脑卒中偏瘫患者效果及运动功能, 自我效能的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(14): 2750-2753.

[3] 刘银霞, 董虹丽, 汪军华. 运动想象训练联合任务导向性功能训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能恢复的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2024, 46(4): 322-324.

[4] 雷思艺, 葛瑞东, 高蓓瑶, 等. 机器人定量辅助训练对脑卒中恢复期偏瘫患者上肢异常运动模式的即刻影响: 一项表面肌电研究 [J]. 中日友好医院学报, 2022, 36(5): 267-271.

[5] 毛珍芳, 蒋志强, 龙捷, 等. 下肢康复机器人在脑卒中伴重度偏瘫患者康复中的价值及其对不良心理的影响 [J]. 中国医药导报, 2023, 20(29): 78-82.

[6] 孙琦, 谢晶军. 上肢康复机器人对脑卒中患者上肢功能障碍的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2023, 45(09): 833-835.

[7] 聂鹏坤, 杨华, 赵晓峰, 等. 中风患者 Fugl-Meyer 运动功能量表评价一致性检验 [J]. 辽宁中医杂志, 2009, 36(11): 1827-1829.

[8] 瓮长水, 王军, 潘小燕, 等. 上肢动作研究量表在脑卒中患者中的效度 [J]. 中国康复理论与实践, 2008, 14(1): 53-54.

[9] 李军涛, 王伊龙, 于进洪, 等. 脑卒中专门化生存质量量表 (SS-QOL) 中译本在冀南地区效度的研究 [J]. 脑与神经疾病杂志, 2007, 15(3): 177-179.

[10] 刘泉宏, 高俊丽, 郭学斌, 等. 六味地黄汤合八珍汤配合康复训练治疗缺血性脑卒中恢复期疗效观察 [J]. 现代中西医结合杂志, 2022, 31(16): 2273-2276.

[11] HU C, WANG X, PAN T L. Effect of acupuncture combined with lower limb gait rehabilitation robot on improving walking function in stroke patients with hemiplegia [J]. NeuroRehabilitation, 2024, 54(2): 309-317.

[12] Hishikawa N, Sawada K, Maeda H, et al. One-Leg Robotic-assisted gait training efficiently improves gait independence for acute stroke hemiplegic patients [J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2024, 103(5): 444-447.

[13] 丁晓晶, 王勇军, 姜云虎, 等. 等速肌力训练对脑卒中偏瘫患者上肢身体成分的影响 [J]. 中国康复理论与实践, 2022, 28(11): 1265-1269.

[14] 姜林涛, 张广渊, 齐瑞, 等. 等速肌力训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能康复效果的 meta 分析 [J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(3): 388-393.

[15] 李豫, 朱琳, 陈科容, 等. 下肢外骨骼机器人联合传统康复训练对脑卒中患者步行功能恢复的疗效观察 [J]. 昆明医科大学学报, 2024, 45(7): 92-98.

[16] 安丹蕾, 季宇宣, 张瀚之, 等. 下肢康复训练机器人联合等速肌力训练对老年脑卒中偏瘫患者神经功能、步行能力、Lovett 肌力分级及平衡能力的影响 [J]. 临床和实验医学杂志, 2024, 23(4): 377-381.

[17] 舒国建, 刘家庆, 向云, 等. 下肢康复机器人联合等速肌力训练对脑卒中后下肢运动功能影响的临床对照研究 [J]. 中国康复, 2020, 35(7): 339-342.

[18] Holmgren D, Noory S, Moström E. Weaker quadriceps muscle strength with a quadriceps tendon graft compared with a patellar or hamstring tendon graft at 7 months after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. American Journal of Sports Medicine, 2024, 52(1): 69-76.

[19] XU G C, HUO C C, YIN J H, et al. Effective brain network analysis in unilateral and bilateral upper limb exercise training in subjects with stroke [J]. Medical physics, 2022, 49(5): 3333-3346.

[20] 唐泽文, 许方军, 秦成义, 等. 上肢康复机器人联合等速肌力训练对脑卒中恢复期偏瘫患者的康复效果研究 [J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(16): 3183-3186.

编辑：崔明瑞