

- to auxiliary activity on balance function of patients with stroke at high risk for falls[J]. *Front Neurol*, 2023, 13: 937305. DOI:10.3389/fneur.2022.937305.
- [18] Akbari A, Ghiasi F, Mir M, et al. The effects of balance training on static and dynamic postural stability indices after acute acl reconstruction [J]. *Glob J health Sci*, 2015, 8(4): 68-81. DOI: 10.5539/gjhs.v8n4p68.
- [19] Sadeghi H, Jehu DA, Daneshjoo A, et al. Effects of 8 weeks of balance training, virtual reality training, and combined exercise on lower limb muscle strength, balance, and functional mobility among older men: a randomized controlled trial[J]. *Sports Health*, 2021, 13(6):606-612. DOI:10.1177/1941738120986803.
- [20] 何孝崇, 刘彬, 顾春燕, 等. 运动想象疗法联合平衡功能训练对缺血性脑卒中患者日常活动能力、平衡能力、步行功能的影响[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2019, 27(6): 104-107. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.06.022.
- [21] 苏阳, 石晶晶, 明宝红. 穴位按摩联合语言训练对脑卒中后语言障碍的治疗效果[J]. *中国当代医药*, 2022, 29(12): 129-131, 135. DOI:10.3969/j.issn.1674-4721.2022.12.034.
- [22] 丰有燕, 郑洁皎. 双任务训练在脑卒中患者平衡功能康复中的应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(6): 556-559. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.019.
- [23] 胡旭, 牟翔, 段强, 等. 下肢运动控制强化训练对脑卒中患者下肢功能的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(5): 552-556. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2015.05.013.
- [24] 陈琪琪, 徐乐义, 林玲, 等. 双侧上肢训练对脑卒中早期患者上肢功能障碍的疗效[J]. *临床神经病学杂志*, 2022, 35(3): 208-211. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1648.2022.03.011.
- [25] Ambreen H, Tariq H, Amjad I. Effects of bilateral arm training on upper extremity function in right and left hemispheric stroke [J]. *J Pak Med Assoc*, 2021, 71(1): 302-305. DOI: 10.47391/JPMA.593.
- [26] 王全中. 康复训练对脑卒中后遗症期患者步行能力、平衡功能的影响[J]. *黑龙江医药*, 2019, 32(5): 1201-1203. DOI: 10.14035/j.cnki.hljyy.2019.05.097.

(修回日期:2024-03-24)

(本文编辑:凌琛)

· 临床研究 ·

基于任务导向的康复机器人训练联合双侧上肢训练对脑卒中患者上肢功能恢复的影响

张开兵¹ 胡江宇² 韩若媚³ 张灵灵¹ 方小群¹

¹南昌大学第二附属医院康复医学科,南昌 330000; ²南昌大学护理学院,南昌 330006; ³青岛大学附属医院肾病内分泌科,青岛 266003

通信作者:方小群,Email:454568909@qq.com

【摘要】 目的 观察基于任务导向的上肢康复机器人训练联合双侧上肢训练(BAT)对脑卒中患者上肢运动功能、手灵活性及日常生活活动(ADL)能力的影响。**方法** 采用随机数字表法将120例亚急性期脑卒中患者分为机器人组、BAT组及联合组,每组40例。3组患者均给予对症药物治疗及常规康复干预(包括Bobath疗法、平衡能力训练、ADL能力训练等),BAT组、机器人组在此基础上分别辅以双侧上肢训练或基于任务导向的康复机器人训练,联合组则辅以双侧上肢训练及康复机器人训练。于治疗前、治疗4周后分别采用Fugl-Meyer运动功能量表上肢部分(FMA-UE)及Wolf运动功能量表(WMFT)评估3组患者上肢运动功能恢复情况,同时采用盒子积木试验(BBT)评定患者手运动灵活性,并应用改良Barthel指数量表(MBI)评定患者ADL能力改善情况。**结果** 治疗后3组患者FMA-UE、BBT、MBI及WMFT评分均较治疗前明显改善($P < 0.05$),并且联合组FMA-UE、WMFT、BBT及MBI评分[分别为(48.7±5.4)分、(52.9±5.9)分、(20.44±4.82)分和(76.7±10.6)分]亦显著优于机器人组及BAT组水平,组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 基于任务导向的康复机器人训练或BAT训练均能有效改善亚急性期脑卒中患者的上肢运动功能,提高手的运动灵活性及ADL能力,且两者联用具有协同治疗作用,能进一步提高康复疗效。

【关键词】 脑卒中; 任务导向; 双侧上肢训练; 康复机器人训练

基金项目:江西省卫生健康委科研项目(SKJP220229744)

Funding: Scientific Research Project of Jiangxi Provincial Health Commission(SKJP220229744)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.05.007

脑卒中具有高致残率和高死亡率,约 85%的脑卒中患者会出现上肢运动功能障碍,半年内仅有 12%~34%的患者能恢复上肢功能,对其日常生活及工作均造成严重影响^[1-2]。有临床研究报道,基于任务目标为导向的上肢康复机器人训练能刺激大脑皮质功能重组,增强运动神经元的突触传递作用,同时还具有可重复性好、训练强度可控、患者容易接受等优点,能加速卒中患者上肢运动功能恢复^[3]。另外肖府庭等^[4]报道,双侧上肢训练(bilateral arm training, BAT)在改善卒中患者上肢功能方面较传统单侧肢体康复训练更具有优势。但目前国内、外关于 BAT 的研究多以恢复期卒中患者为观察对象,且与上肢康复机器人联用的临床研究鲜见报道^[5]。基于此,本研究联合采用基于任务导向的上肢康复机器人训练及 BAT 训练对亚急性期卒中患者进行干预,发现治疗后患者上肢运动功能获得显著改善。

对象与方法

一、对象及分组

本研究患者纳入标准包括:①均符合《中国各类主要脑血管病诊断要点 2019》关于脑卒中的诊断标准^[6],并经颅脑 CT 或 MRI 检查确诊;②患者年龄 18~75 岁,伴有单侧肢体瘫痪,病程处于亚急性期(卒中后 2~6 个月)^[7];③卒中中为首发且神志清楚、病情平稳,能积极配合相关治疗及评定;④简易智力状况检查量表(mini-mental state examination, MMSE)评分>25 分;⑤偏瘫侧肢体 Brunnstrom 分期为 II~IV 期,偏瘫侧上肢肌力(改良 Ashworth 评级)<III 级;⑥患者坐位平衡等级 \geq 2 级;⑦患者对本研究知晓并签署知情同意书。患者排除标准包括:①既往有癫痫病史或家族史;②偏瘫侧上肢有骨折、关节畸形或活动度严重受限等情况;③伴有视听觉功能受损;④患有精神疾病或行为功能异常;⑤合并重要脏器(如心、肝、肺、肾等)功能障碍或其他严重原发疾病;⑥患有严重骨质疏松或无法耐受治疗等。本研究已同时获南昌大学第二附属医院伦理委员会审批(研临审 2022 第 17 号)。

选取 2022 年 10 月至 2023 年 10 月期间在我院康复科治疗且符合上述标准的 120 例亚急性期脑卒中患者作为观察对象,采用随机数字表法将其分为双侧上肢训练组(简称 BAT 组)、机器人组及联合组,每组 40 例。研究期间共有 5 例患者因自身原因退出,最终机器人组、BAT 组及联合组患者人数分别为 38 例、39 例和 38 例。3 组患者一般资料情况(详见表 1)经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

二、治疗方法

3 组患者均给予常规药物治疗及康复干预,机器人组在此基础上辅以基于任务导向的上肢康复机器人训练, BAT 组则辅以双侧上肢训练,联合组于 BAT 干预结束后再辅以上肢康复机

器人训练。具体治疗内容如下。

1. 常规药物治疗及康复干预:视患者病情给予相应降脂、降糖、抗凝等药物治疗;常规康复干预分为运动训练及物理因子治疗,运动训练包括良肢位摆放、偏瘫侧肢体主动及被动训练、平衡功能训练、Bobath 训练、日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力训练等,每次训练持续约 30 min,每天训练 1 次,每周训练 5 d。物理因子治疗包括中频干扰电疗、神经肌肉电刺激等,每次治疗持续约 30 min,每天治疗 1 次,每周治疗 5 d。

2. 上肢康复机器人训练:选用上海产 ArmGuider[®]型上肢智能能力反馈康复机器人系统,训练前将患者偏瘫侧肢体前臂及手固定于机器人平台的操作杆上,并向其交代训练注意事项。由同一位治疗师对患者上肢偏瘫程度及肘、腕功能进行评估,再根据评估结果为患者设置相应的训练模式(包括主动、助力或被动训练模式等),同时嘱患者根据自身兴趣爱好选择不同类型的游戏训练任务(如捉蝴蝶、水果忍者、记忆纸牌等)。训练开始后指导患者通过偏瘫侧上肢关节进行多维度运动,以控制末端操作杆完成游戏闯关任务,并根据治疗需要及患者恢复情况及时调整训练难度和持续时间。整个训练过程中有治疗师进行安全巡视,若患者出现肌张力突发异常或明显不适等情况时须立即停止训练。上述康复机器人训练每天 1 次,每次训练 30 min,每周训练 5 d,连续训练 4 周。

3. 双侧上肢训练:训练环境要求安静、宽敞、明亮,在正式训练前由同一位不知晓分组情况的专业治疗师评估患者上肢功能障碍程度,并根据评估结果选择适宜的双侧上肢训练项目,包括双手体操棒训练、磨砂板训练、双前臂旋前旋后训练、双肩关节屈曲、外展及内收训练、双手腕关节屈伸训练等,在训练前向患者讲解训练目的及注意事项,同时示范动作要点^[8]。上述肢体训练每天 1 次,每次持续 30 min,每周训练 5 d,连续训练 4 周。

三、疗效评价标准

于治疗前、治疗 4 周后由同一位对分组不知情的资深治疗师对 3 组患者进行疗效评定,分别采用 Fugl-Meyer 量表上肢部分(Fugl-Meyer assessment-upper extremity, FMA-UE)及 Wolf 运动功能量表(Wolf motor function test, WMFT)评估患者上肢功能恢复情况。FMA-UE 量表评定内容共包括 33 个条目,每个条目分值 0~2 分,总分范围 0~66 分,得分越低表示患者上肢运动功能障碍程度越严重^[9]。WMFT 量表主要针对单关节运动、多关节运动、功能性活动计时及运动质量等方面(共 15 项)进行评定,总分范围 0~75 分,得分越高表示患者上肢运动功能恢复情况越好^[10]。采用盒子木块试验(box and block test, BBT)评定患者手功能情况,在木箱中放置若干个颜色各异的 1 英寸小正方体,要求患者在 1 min 内从木箱中尽量多地取出木块并

表 1 入选时 3 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	病程 (d, $\bar{x}\pm s$)	脑卒中类型(例)		偏瘫侧别(例)		卒中部位(例)		
		男	女			脑梗死	脑出血	左侧	右侧	皮质	皮质下	皮质下层
BAT 组	39	23	16	62.8 \pm 10.1	94.3 \pm 51.2	25	14	17	22	20	8	11
机器人组	38	22	16	64.3 \pm 10.7	86.0 \pm 48.1	24	14	18	20	19	10	9
联合组	38	23	15	65.4 \pm 11.2	97.6 \pm 43.5	22	16	17	21	21	7	10

放入另一侧盒中,最后统计拿出的木块数量并计分(每个小木块计 1 分),患者在规定时间内拿出的木块数量越多则表明其手灵活性能越好^[11];选用改良 Barthel 指数量表(modified Barthel index, MBI)评定患者 ADL 能力水平,该量表评定内容主要包括进食、洗澡、修饰、穿衣等共 11 项,满分 100 分,得分越低表示患者生活自理能力越差^[12]。

四、统计学方法

本研究采用 SPSS 25.0 版统计学软件包进行数据分析,符合正态分布且方差齐性的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用最小显著差异法(least-significant difference, LSD),组内比较采用配对样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,计数资料以例数表示,采用卡方检验进行比较, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前 3 组患者 FMA-UE、BBT、MBI 及 WMFT 评分组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。经治疗 4 周后,发现 3 组患者 FMA-UE、BBT、MBI 及 WMFT 评分均显著优于治疗前水平($P < 0.05$),并且联合组上述指标改善幅度亦显著优于机器人组及 BAT 组水平($P < 0.05$),而机器人组与 BAT 组上述指标结果组间差异仍无统计学意义($P > 0.05$)。具体数据见表 2~表 5。

表 2 治疗前、后 3 组患者 FMA-UE 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BAT 组	39	29.3±3.9	37.5±5.2 ^{ab}	-7.851	<0.01
机器人组	38	29.2±4.3	41.2±4.9 ^{ab}	-11.434	<0.01
联合组	38	28.9±4.9	48.7±5.4 ^a	-16.831	<0.01
<i>F</i> 值		0.079	47.493		
<i>P</i> 值		0.923	<0.01		

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与联合组相同时间点比较,^b $P < 0.05$

表 3 治疗前、后 3 组患者 BBT 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BAT 组	39	3.12±1.34	13.72±5.74 ^{ab}	-11.230	<0.01
机器人组	38	2.94±1.95	17.53±5.23 ^{ab}	-16.111	<0.01
联合组	38	3.11±1.74	20.44±4.82 ^a	-20.846	<0.01
<i>F</i> 值		0.136	15.644		
<i>P</i> 值		0.872	<0.01		

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与联合组相同时间点比较,^b $P < 0.05$

表 4 治疗前、后 3 组患者 WMFT 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BAT 组	39	36.1±5.4	45.5±4.6 ^{ab}	-8.235	<0.01
机器人组	38	35.9±4.9	48.6±6.4 ^{ab}	-9.709	<0.01
联合组	38	35.8±5.2	52.9±5.9 ^a	-13.32	<0.01
<i>F</i> 值		0.034	16.545		
<i>P</i> 值		0.966	<0.01		

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与联合组相同时间点比较,^b $P < 0.05$

表 5 治疗前、后 3 组患者 MBI 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
BAT 组	39	39.6±10.1	66.2±14.3 ^{ab}	-9.494	<0.05
机器人组	38	39.5±9.4	69.9±13.9 ^{ab}	-11.112	<0.05
联合组	38	37.9±11.4	76.7±10.6 ^a	-15.356	<0.05
<i>F</i> 值		0.309	6.387		
<i>P</i> 值		0.734	<0.05		

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.05$;与联合组相同时间点比较,^b $P < 0.05$

讨 论

本研究显示,治疗后联合组患者上肢功能、手灵活度及 ADL 能力均显著优于治疗前及同期机器人组、BAT 组水平,表明基于任务导向的康复机器人训练联合 BAT 训练对亚急性期脑卒中患者上肢功能恢复具有确切疗效。

目前有学者指出,大脑中枢功能重组是脑卒中患者运动功能恢复的主要机制之一^[13]。与传统康复训练比较,本研究采用的基于任务导向的上肢康复机器人训练在促进卒中患者脑功能重组方面更具优势,通过康复机器人可对患者开展个性化康复干预,训练过程中利用力反馈感应技术能实时监测患者肢体发力情况,进而自动选择适合的助力或阻力训练模式,有助于患肢反复进行安全、可控的针对性训练,对改善受损肢体功能具有重要作用^[14]。另一方面康复机器人系统能通过图像、声音等方式向患者提供趣味性十足的任务导向性肢体训练,不仅对患者运动觉、视觉、位置觉等产生强烈的刺激作用,还可提高患者的康复训练依从性。有研究发现,丰富的外界刺激能促进神经细胞相关重塑基因表达,增加神经树突棘及突触数量,加速神经组织重塑^[15];同时反复进行任务导向性训练可促使大脑功能区神经细胞向病灶区域迁移,加速受损神经元修复及再生,从而改善卒中患者偏瘫肢体功能及 ADL 水平^[16]。

目前文献报道,通常情况下人体两侧脑半球功能经胼胝体作用处于动态平衡状态,但卒中会导致一侧脑半球功能障碍、兴奋性下降,并且健侧脑半球对患侧脑半球的抑制作用也会进一步增强,不利于偏瘫侧肢体功能恢复^[17]。陈琪琪等^[18]研究发现,入选脑卒中患者经 BAT 训练后,其偏瘫侧上肢运动功能及生活质量均显著优于给予患侧上肢训练的对照组,证实 BAT 训练在促进卒中患者双侧上肢协同运动及两侧肢体同步化方面较传统患侧上肢训练更有效;本研究也获得类似结果,即 BAT 训练可有效改善卒中患者双手运动协调性,提高上肢运动功能。其作用机制可能包括:BAT 训练能增强大脑半球间联络及与大脑深部的正耦合,进一步提高患侧脑皮质的兴奋性,促使两侧脑半球功能重新恢复动态平衡,有助于偏瘫侧肢体功能改善^[2,19];另外双侧上肢同步运动还能刺激皮质脊髓神经通路,促进脑皮质功能重组,有助于增强偏瘫侧肢体肌肉激活程度,加速卒中患者上肢功能恢复^[4,8,20]。

为进一步提高康复疗效,本研究联合组患者在 BAT 训练基础上辅以上肢康复机器人训练,发现治疗后该组患者上肢运动功能、手运动灵活性及 ADL 能力均显著优于 BAT 组及机器人组。其协同作用机制包括:上肢康复机器人系统可针对卒中患者病情给予基于任务导向的个性化肢体游戏训练,能加速脑神经功能重组,改善患肢运动功能,但对患者双侧肢体运动协调

性无明显影响^[21]。BAT 训练作为一种镜像对称性干预运动,能通过调动双侧上肢协同运动,促进两侧脑半球兴奋性重新恢复动态平衡^[14-16],从而弥补上肢康复机器人训练对患侧肢体运动协调性改善较弱的弊端,并尽可能降低患侧上肢出现习得性废用或损伤的风险^[2-4]。

综上所述,基于任务导向的上肢康复机器人训练联合 BAT 训练对亚急性期脑卒中患者具有协同治疗作用,能进一步改善患者上肢运动功能,增强手运动灵活性,提高其生活自理程度及生活质量,且疗效显著优于单一上肢康复机器人训练或 BAT 训练,该联合疗法值得临床推广、应用。需要注意的是,本研究仍存在诸多不足,包括患者人数较少且来源单一、疗效评估指标有待优化、未进行远期疗效随访等,后续研究将针对上述不足进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Raffin E, Hummel FC. Restoring motor functions after stroke: multiple approaches and opportunities [J]. *Neuroscientist*, 2018, 24 (4): 400-416. DOI: 10.1177/1073858417737486.
- [2] 郑雅丹, 胡晋权, 李奎, 等. 双侧上肢训练影响脑梗死患者脑功能重组的 fMRI 研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(5): 336-341. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.05.004.
- [3] Balasubramanian S, Klein J, Burdet E. Robot-assisted rehabilitation of hand function[J]. *Curr Opin Neurol*, 2010, 23(6): 661-670. DOI: 10.1097/WCO.0b013e32833e99a4.
- [4] 肖府庭, 宋翼龙, 周芳, 等. 双侧上肢运动联合强制性运动疗法对脑卒中患者上肢功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(2): 136-138. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.02.010.
- [5] 王路遥, 卫伟锐, 张荣, 等. 脑卒中后康复机器人联合多种干预方式的研究进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(6): 568-571. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.06.019.
- [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. 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(9): 710-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.09.003.
- [7] 王晶, 曾明, 金敏敏, 等. 运动观察疗法对亚急性期脑梗死后上肢功能障碍患者上肢运动功能和日常生活活动能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(7): 503-506. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.07.005.
- [8] 骆丽, 蔡倩, 孙武东, 等. 双侧训练作为启动训练在脑卒中后重度偏瘫患者上肢康复训练中的临床应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(8): 580-582. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.08.005.
- [9] Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2002, 16(3): 232-240. DOI: 10.1177/154596802401105171.
- [10] Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA, et al. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients [J]. *Exp Neurol*, 1989, 104(2): 125-132. DOI: 10.1016/s0014-4886(89)80005-6.
- [11] Slota GP, Enders LR, Seo NJ. Improvement of hand function using different surfaces and identification of difficult movement post stroke in the Box and Block Test [J]. *Appl Ergon*, 2014, 45(4): 833-838. DOI: 10.1016/j.apergo.2013.10.014.
- [12] Leung SO, Chan CC, Shah S. Development of a Chinese version of the modified Barthel index—validity and reliability [J]. *Clin Rehabil*, 2007, 21(10): 912-922. DOI: 10.1177/0269215507077286.
- [13] Pino GD, Pellegrino G, Assenza G, et al. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation [J]. *Nat Rev Neurol*, 2014, 10(10): 597-608. DOI: 10.1038/nrneurol.2014.162.
- [14] 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(9): 833-835. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.09.015.
- [15] 张秀芳, 高晓盟, 赵娜, 等. 上肢康复机器人训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(3): 180-182. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.03.005.
- [16] 汤从智, 蔡倩, 杨玺, 等. 经颅直流电刺激介入任务导向性训练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*, 2019, 41(8): 570-574. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.08.003.
- [17] Leger M, Paizanis E, Dzahini K, et al. Environmental enrichment duration differentially affects behavior and neuroplasticity in adult mice [J]. *Cereb Cortex*, 2015, 25(11): 4048-4061. DOI: 10.1093/cercor/bhu119.
- [18] 陈琪琪, 徐乐义, 林玲, 等. 双侧上肢训练对脑卒中早期患者上肢功能障碍的疗效[J]. *临床神经病学杂志*, 2022, 35(3): 208-211. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1648.2022.03.011.
- [19] 孙武东, 蔡倩, 徐亮, 等. 经颅直流电刺激联合双侧训练对脑卒中患者上肢功能恢复的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(3): 205-208. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.03.004.
- [20] 王小伟, 吴庆文, 郭瑞玉, 等. 表面肌电在脑卒中患者双侧肢体训练中的应用[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(9): 664-667. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.09.006.
- [21] 王娜娜, 路微波, 吴毅, 等. 上肢康复机器人对脑卒中患者上肢功能及日常生活能力影响的研究进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(9): 706-708. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.09.019.

(修回日期: 2024-02-02)

(本文编辑: 易 浩)