

# 交互式头针结合上肢外骨骼机器人对脑卒中患者上肢功能的影响

王子豪<sup>1</sup>, 胡川<sup>2</sup>, 张海泉<sup>2</sup>, 王欣<sup>2\*</sup>

1 山东体育学院, 山东 济南 250102;

2 山东大学附属省立第三医院, 山东 济南 250031

\* 通信作者: 王欣, E-mail: 18530915@qq.com

收稿日期: 2023-06-20; 接受日期: 2023-09-13

基金项目: 山东省中医药科技项目(2020M047)

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2024.01005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**摘要** **目的** 基于中枢-外周-中枢闭环理论,探讨交互式头针结合上肢外骨骼机器人对脑卒中患者上肢功能的影响。**方法** 选择2022年2月—2023年2月在山东大学附属省立第三医院康复治疗中心招募的40例脑卒中患者,采用随机数字表法将患者分为对照组和观察组,每组20例,均进行常规康复治疗。对照组在常规康复治疗的基础上进行上肢外骨骼机器人康复训练,每次25 min,1次/d,5 d/周,共4周。观察组在对照组治疗基础上新增头针留针,与上肢外骨骼机器人相结合进行交互式头针治疗。头针穴选取顶颞前斜线、顶旁2线的定位标准,留针25 min,间隔5 min施行捻转手法1次,1~2 min/次,1次/d,5 d/周,共4周。分别于治疗前后在ICF身体功能与结构领域使用Fugl-Meyer上肢运动功能评估量表(FMA-UE)评估上肢运动功能。在ICF活动领域使用Wolf运动功能测试(WMFT)评估患者上肢执行功能性任务的能力;在ICF参与领域使用改良Barthel指数(MBI)评估患者日常生活活动能力的独立性。**结果** ① 身体功能与结构领域:与治疗前相比,2组治疗4周后FMA-UE评分均明显提高( $P<0.05$ );与对照组相比,观察组治疗后FMA-UE评分提升更显著( $P<0.05$ )。② 活动领域:与治疗前相比,2组治疗4周后WMFT评分均明显提高( $P<0.05$ );与对照组相比,观察组治疗后WMFT评分明显提高( $P<0.05$ )。③ 参与领域:2组治疗4周后MBI评分均明显提高( $P<0.05$ );与对照组相比,观察组治疗后MBI评分提升更显著( $P<0.05$ )。**结论** 交互式头针结合上肢外骨骼机器人可有效改善脑卒中患者上肢运动功能、上肢执行功能性任务能力及日常生活活动能力。

**关键词** 脑卒中;交互式头针;上肢外骨骼机器人;闭环理论;上肢功能

脑卒中在我国具有高发病率和高死亡率的特点,数据显示仅2019年我国新诊断的脑卒中案例就高达394万例<sup>[1-2]</sup>。据统计,只有5%~20%的脑卒中患者能够完全使用上肢,25%的患者能够部分使用,而60%的患者则完全不能使用,这严重影响了患者的生活质量,限制其独立生活所必需的日常生活活动能力<sup>[3]</sup>。随着康复医学的不断发展,基于神经可塑性理论的中枢-外周-中枢的闭环康复理论逐渐应用于临床,并成为脑卒中后上肢及手功能障

碍康复的研究热点。该理论强调将中枢干预和外周干预相结合,形成“闭环”信息反馈传导通路,提高神经可塑性,强化肢体的运动控制模式,对脑卒中后上肢及手功能障碍的康复具有积极意义<sup>[4-5]</sup>。

交互式头针由交互式针刺法发展而来,为我国著名学者陈爽白所创建,提出针刺得气后,患者可在针刺期间主动运动相关部位<sup>[6]</sup>。头针作为一种中枢干预方式,通过促进大脑半球间功能重塑、改善局部脑血流量、增强神经系统可塑性,从而促进肢

引用格式:王子豪,胡川,张海泉,等.交互式头针结合上肢外骨骼机器人对脑卒中患者上肢功能的影响[J].康复学报,2024,34(1):28-33,43.

WANG Z H, HU C, ZHANG H Q, et al. Influence of interactive scalp acupuncture combined with upper limb exoskeleton robot on upper limb function in stroke patients [J]. Rehabil Med, 2024, 34(1): 28-33, 43.

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2024.01005

体功能恢复<sup>[7]</sup>。外骨骼机器人作为一种外周干预方式,可以为患侧上肢提供密集、重复性、任务导向的肢体运动训练,有效地帮助患者恢复上肢的功能<sup>[8-10]</sup>。头针与上肢外骨骼机器人在临床上被广泛应用,但鲜有研究报道两者结合所带来的临床疗效。

因此,本研究以闭环理论为基础,采用互动式头针结合上肢外骨骼机器人闭环治疗模式,旨在为临床实践提供更为有效的上肢康复治疗方案。

## 1 临床资料

### 1.1 病例选择标准

**1.1.1 纳入标准** ①符合中华医学会神经病学分会2018年制定的脑卒中诊断标准<sup>[11]</sup>,并经CT或MRI证实的首次缺血性或出血性脑卒中的单侧偏瘫患者;②患者采用保守治疗,未经开颅等外科治疗;③脑卒中首次发病;④患者一侧肢体运动功能障碍且上肢无过度痉挛(改良Ashworth量表 $\leq 1^+$ );⑤患侧上肢Brunnstrom分期 $\geq$ IV期;⑥病程 $\leq 6$ 个月。

**1.1.2 排除标准** ①合并严重的心、肾、肝、肺等内科其他疾病;②难以遵循和理解指令,不能配合治疗患者;③同时参与其他康复试验;④晕针或不配合针灸患者。

### 1.2 一般资料

本研究采用随机、单盲、对照试验。本研究样本量采用G\*Power 3.1.9.7版本估算(G\*Power 3.1.9.4版)。在计算样本量时,以Fugl-Meyer上肢运动功能评估量表(Fugl-Meyer upper extremity motor function assessment scale, FMA-UE)的效应量为指标。根据汪军等<sup>[12]</sup>互动式头针结合作业疗法的研究,其试验组Brunnstrom IV~V期的患者FMA-UE在干预前为(42.54 $\pm$ 10.08)分,干预1个月后为(51.00 $\pm$ 7.82)分,以检验水准 $\alpha=0.05$ ,检验效能(1- $\beta$ )=0.80,得出本研究所需每组最小的样本量为9例。考虑到20%左右的退出率,本研究中每组招募了20例参与者,共40例。于2022年2月—2023年2月在山东大学附属省立第三医院招募40例脑卒中患者,均签署了知情同意书,并自愿参加研究。使用随机数字列表将患者分为观察组和对照组各20例,2组一般资料差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。见表1。评估人员不知道组别分布情况,干预前后的评估由同一个治疗师进行。本研究已通过山东大学附属省立第三医院伦理委员会审批通过(审批号:KYLL-2021009)。

表1 2组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between two groups

组别	例数	年龄/( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	性别		偏瘫侧上肢		Brunnstrom分期		病程/( $\bar{x}\pm s$ ,d)	脑卒中类型	
			男	女	右	左	IV	V		脑出血	脑梗死
对照组	20	61.65 $\pm$ 9.91	13	7	9	11	16	4	59.55 $\pm$ 15.83	2	18
观察组	20	58.15 $\pm$ 9.55	12	8	7	13	17	3	74.05 $\pm$ 32.93	3	17
$t/\chi^2$ 值		-1.137	0.744		0.519		0.677		1.775	0.229	
$P$ 值		0.744	0.705		0.519		0.677		0.084	0.633	

## 2 方法

### 2.1 治疗方法

2组均接受脑卒中相关基础药物联合常规康复训练。

**2.1.1 对照组** 在常规康复基础上接受上肢外骨骼机器人治疗。外骨骼机器人使用模型为A6-2康复机器人,由中国广州一康研究院开发。患者可通过电子显示屏进行任务导向性训练,并根据患者的功能调节难度等级,对患者进行循序渐进的训练。训练模式包括肩部、肘部和腕部的主动与被动模式,以及进行单关节以及多关节联合运动,并能够提供三维、更真实的运动轨迹;对单个关节运动进行精确控制,减少异常姿势或运动模式。1次/d,

25 min/次,5 d/周,共4周。

**2.1.2 观察组** 在对照组基础上接受头针-外骨骼机器人相结合的中枢-外周-中枢闭环康复训练,在头针留针期间配合上肢外骨骼机器人进行上肢运动训练,外骨骼机器人训练模式与对照组一致。头针由针灸医师实施治疗,头针穴位选取《针灸学》<sup>[13]</sup>中顶颞前斜线、顶旁2线的定位标准。顶颞前斜线的中2/5段,即督脉前神聪穴至胆经悬厘穴连线的中2/5;顶旁2线,即督脉旁开2.25寸,从胆经正营穴向后引约1.5寸的线至承灵穴。操作方法:局部消毒后,采用规格为0.30 mm $\times$ 40 mm的华佗牌一次性无菌针灸针,针尖与头皮呈15°快速进针,针尖抵于帽状腱膜下,至指下阻力感减少时将针身调整为与头

皮平行,缓慢刺入约25~35 mm,采用快速连续捻转手法,频率约200次/min,留针共25 min,间隔5 min施行捻转手法1次,1~2 min/次,1次/d,5 d/周,共4周。

## 2.2 评定方法

采用单盲法,评估治疗师对患者分组不知情,2组干预前后的评估均由同一位治疗师实施。

## 2.3 观察指标

**2.3.1 上肢运动功能** 根据国际功能、残疾和健康分类(International Classification of Functioning, Disability and Health Framework, ICF)的概念<sup>[14-15]</sup>,使用FMA-UE来衡量身体功能与结构领域,得分越高说明运动障碍越小,身体功能与结构领域表现越好,该量表可以敏感地反应上肢轻度至中度偏瘫患者的运动功能及协调的提高程度<sup>[16]</sup>。

**2.3.2 上肢运动任务执行功能** Wolf运动功能测试(Wolf motor function test, WMFT)用于衡量ICF活动领域,主要用于评估上肢执行功能性任务的能力,分数越高,活动领域表现越好,该量表对于轻度至中度损伤的脑卒中患者具有更高的敏感度<sup>[17]</sup>。

**2.3.3 日常生活活动能力** 改良Barthel指数(modified Barthel index, MBI)用于衡量ICF参与领域,MBI主要用来评估患者完成日常生活活动能力,总分100分是最高分,更高的分数表明患者可以更独立地完成日常生活,参与领域表现越好<sup>[18]</sup>。

## 2.4 统计学方法

采用SPSS 25.0版本进行统计分析。2组计量资料首先使用Shapiro-Wilk检验是否为正态分布,若呈正态分布,采用 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,组间比较采用独立样本 $t$ 检验,组内比较采用配对样本 $t$ 检验;组间比较采用Mann-Wilcoxon  $U$ 检验,组内比较采用Wilcoxon配对样本非参数检验;计数资料采用(例)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 2组治疗前后FMA-UE评分比较

与治疗前相比,2组治疗后FMA-UE评分差异具有统计学意义( $P<0.05$ );与对照组相比,观察组FMA-UE评分改善程度明显更好,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。见表2。

表2 2组治疗前后FMA-UE评分比较 $(\bar{x}\pm s)$  分  
Table 2 Comparison of FMA-UE score before and after treatment between two groups  $(\bar{x}\pm s)$  Scores

组别	例数	治疗前	治疗后	$t$ 值	$P$ 值
对照组	20	44.20±7.71	45.95±7.79 <sup>1)</sup>	-10.483	<0.05
观察组	20	42.65±5.59	50.55±5.46 <sup>1)2)</sup>	-8.097	<0.05
$t$ 值		-7.28	2.162		
$P$ 值		0.471	<0.05		

注:与治疗前比较,1)  $P<0.05$ ;与对照组比较,2)  $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1)  $P<0.05$ ; compared with the control group, 2)  $P<0.05$ .

### 3.2 2组治疗前后WMFT评分比较

与治疗前相比,2组治疗后WMFT评分有所升

高( $P<0.05$ );与对照组相比,观察组WMFT评分改善程度明显更好( $P<0.05$ )。见表3。

表3 2组治疗前后WMFT评分比较 $(\bar{x}\pm s)$  分  
Table 3 Comparison of WMFT score before and after treatment between two groups  $(\bar{x}\pm s)$  Scores

组别	例数	治疗前	治疗后	$t$ 值	$P$ 值
对照组	20	44.25±9.07	46.55±9.58 <sup>1)</sup>	-8.172	<0.05
观察组	20	44.30±7.65	52.05±7.35 <sup>1)2)</sup>	-4.721	<0.05
$t$ 值		0.019	2.036		
$P$ 值		0.985	<0.05		

注:与治疗前比较,1)  $P<0.05$ ,与对照组比较,2)  $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1)  $P<0.05$ ; compared with the control group, 2)  $P<0.05$ .

### 3.3 2组治疗前后MBI评分比较

与治疗前相比,2组治疗后MBI评分差异具有统计学意义( $P<0.05$ );与对照组相比,观察组MBI

评分改善程度明显更好,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。见表4。

表4 2组治疗前后MBI评分比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	20	65.40±8.28	69.15±8.64 <sup>1)</sup>	-8.463	<0.05
观察组	20	67.65±13.25	78.50±12.00 <sup>1)2)</sup>	-6.468	<0.05
<i>t</i> 值		0.644	2.827		
<i>P</i> 值		0.523	<0.05		

注:与治疗前比较,1)  $P<0.05$ ;与对照组比较,2)  $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1)  $P<0.05$ ; compared with the control group, 2)  $P<0.05$ .

## 4 讨论

### 4.1 互动式头针结合上肢外骨骼机器人可有效改善脑卒中患者上肢运动功能

脑卒中患者上肢运动功能障碍是ICF身体功能与结构领域关注的重点,故本研究采用FMA-UE作为主要结局指标评估患者运动功能的改善程度。结果显示,观察组FMA-UE评分在干预4周后改善程度优于对照组,表明将互动式头针与上肢外骨骼机器人相结合可有效改善脑卒中患者上肢运动功能。这一结果可能与闭环理论的作用机制相关<sup>[19]</sup>,互动式头针作为中枢干预方式,通过针刺顶颞前斜线、顶旁2线对大脑运动功能区施加刺激,提高大脑可塑性,从而促进脑组织重建及脑功能重组;并将上肢外骨骼机器人作为外周干预方式,强化脑卒中后患侧肢体的运动控制训练,强化其感觉和运动控制模式,对大脑皮层产生正反馈,两者相结合产生了相辅相成、相互促进的功能,从而从整体上改善脑卒中患者的上肢运动功能。

此外,脑卒中患者运动功能障碍是由于大脑病灶周围组织中残存支配运动的皮层面积大小和/或兴奋性大幅降低,但通过运动训练和增加运动感觉的体验,可以调节患者病灶周围神经可塑性<sup>[20]</sup>。研究显示,脑卒中患者经过外骨骼机器人康复训练后,其大脑半球之间的运动诱发电位不平衡现象得到改善,从而对促进上肢运动功能恢复具有重要意义<sup>[21]</sup>。而互动式头针作为我国传统医学与现代康复医学的有机结合,强调针刺与康复同步,主张患者在肢体功能障碍进行功能性康复训练的同时,实施头针治疗<sup>[22]</sup>。头针可作为中枢干预方式,对神经可塑性具有积极作用,如郎奕等<sup>[23]</sup>通过针刺顶颞前斜线发现其对脑卒中患者的神经功能恢复具有

促进作用,促进患者锥体外系运动调节中枢及部分感觉皮层灰质结构重塑,诱发相应脑区功能代偿。汪瑛等<sup>[24]</sup>采用经颅彩超测定头针对脑血流动力学的影响,发现头针可以提高大脑前动脉、大脑中动脉的血流速度和搏动指数,有助于改善患者神经功能缺损。

因此,本研究充分利用互动式头针改善神经可塑性的优点,将其与外骨骼机器人相结合,从而形成了中枢-外周-中枢闭环治疗模式。我们的结果与以往研究一致,如李元进等<sup>[25]</sup>将对照组进行作业疗法,观察组采用头针与上肢机器人结合训练,发现对改善患者上肢运动功能比作业疗法具有更显著的临床疗效。本研究在其基础上深入探讨互动式头针的作用,发现互动式头针结合外骨骼机器人在改善上肢运动功能方面较单纯的外骨骼机器人具有更为积极的影响。

### 4.2 互动式头针结合上肢外骨骼机器人可有效改善脑卒中患者日常生活活动能力

本研究结果显示,观察组治疗4周后WMFT和MBI评分改善更高,这表明互动式头针结合上肢外骨骼机器人可有效改善患者上肢执行功能性任务的能力和日常生活活动能力,对于ICF活动与参与2个领域均具有积极作用。这可能与以下因素有关:① ICF活动和参与领域虽然分别有不同的定义(任务或行动的执行及参与生活情境),但这2种结构通常被视为一类<sup>[26]</sup>,日常生活活动能力中的进食、修饰、穿衣、洗澡等功能性任务常常需要上肢来完成,意味着上肢执行功能性任务的能力提升与日常生活活动能力的改善正相关。② 日常生活环境中通常需要完成许多功能性活动或任务,在执行这种运动任务之前,大脑产生运动电位的复性偏倚峰

值,代表大脑在运动策划/执行时所需要的能力或所需要付出的努力程度<sup>[27]</sup>。而头针可使大脑皮质突触活动减弱,大脑运动策划/执行时所需要的能量减少,从而提高现有神经元群体在处理整个运动过程的效率,并激活受损脑区与运动相关皮层区域的神经元,使得偏瘫侧肢体执行运动任务的能力得到改善<sup>[28]</sup>。刘建浩等<sup>[29]</sup>还发现,头针具有即刻效应,即针刺10 min后可以使脑卒中患者患侧肌力提高2级以上的即刻效应。③当患者上肢执行以任务为导向的训练时,可以产生皮质重组及神经可塑性方面的积极改善<sup>[30-31]</sup>,而上肢康复机器人可提供的密集、重复、以任务为导向的训练,对患者损伤的脑组织恢复产生积极影响,可增强运动皮层的积极重组,并提高患者的日常生活活动能力<sup>[32]</sup>。MILOT等<sup>[33]</sup>通过上肢外骨骼机器人提供的任务导向性训练,改善了患者皮质脊髓束损伤的不对称性,将肢体功能改善结果转化成功能表现的显著改善。

## 5 小 结

本研究通过充分利用互动式头针的即刻效应,在利用头针激活中枢的同时结合上肢外骨骼机器人的肢体训练,对闭环理论进行了改进。与以往研究相比,本研究在脑卒中上肢康复闭环理论中引入了互动式头针作为中枢干预方式的研究,丰富了中枢干预方式的种类。本研究结果表明将互动式头针与上肢外骨骼机器人有机结合,形成闭环式信息反馈通路对改善患者上肢运动功能及日常生活活动能力具有积极影响,进一步丰富了中枢-外周-中枢闭环理论。

本研究同样存在一些局限性,首先样本量相对较小,干预时间较短,这些初步结果应该由未来有更多参与者、更长干预时间的多中心研究来证实。其次,我们的评估指标没有对患者中枢神经进行量化评估,后续研究可通过磁共振或脑近红外等技术运用脑神经学指标深入探讨该闭环训练模式对大脑皮层的机制影响。

## 参考文献

[1] WANG W, JIANG B, SUN H, et al. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480 687 adults [J]. *Circulation*, 2017, 135(8): 759-771.

[2] MA Q F, LI R, WANG L J, et al. Temporal trend and attributable risk factors of stroke burden in China, 1990-2019: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *Lancet Public Health*, 2021, 6(12): e897-e906.

[3] TEASELL R, MEHTA S, PEREIRA S, et al. Time to rethink long-term rehabilitation management of stroke patients [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2012, 19(6): 457-462.

[4] 贾杰. “中枢-外周-中枢”闭环康复: 脑卒中后手功能康复新理念[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(11): 1180-1182.

JIA J. "Central-peripheral-central" closed-loop rehabilitation: a new concept of hand function rehabilitation after stroke [J]. *Chin J Rehabil Med*, 2016, 31(11): 1180-1182.

[5] 梁天佳. 脑卒中偏瘫上肢功能障碍康复治疗研究进展[J]. *广西医科大学学报*, 2018, 35(7): 1026-1028.

LIANG T J. Research progress on rehabilitation treatment of hemiplegic upper limb dysfunction after stroke [J]. *J Guangxi Med Univ*, 2018, 35(7): 1026-1028.

[6] 陈爽白. 互动式针刺法再探[J]. *针刺研究*, 2002, 27(2): 159-161.

CHEN S B. Complementary dynamic acupuncture therapy [J]. *Acupunct Res*, 2002, 27(2): 159-161.

[7] 李薇, 林丹, 邹忆怀, 等. 头针治疗缺血性脑卒中后偏瘫机制研究进展[J]. *中国中医药信息杂志*, 2021, 28(5): 128-132.

LI W, LIN D, ZOU Y H, et al. Progress of the mechanism of hemiparesis after ischaemic stroke treated with head acupuncture [J]. *Chin J Inf on Tradit Chin Med*, 2021, 28(5): 128-132.

[8] HEBERT D, LINDSAY M P, MCINTYRE A, et al. Canadian stroke best practice recommendations: stroke rehabilitation practice guidelines, update 2015 [J]. *Int J Stroke*, 2016, 11(4): 459-484.

[9] FRISOLI A, PROCOPIO C, CHISARI C, et al. Positive effects of robotic exoskeleton training of upper limb reaching movements after stroke [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2012, 9: 36.

[10] BERTANI R, MELEGARI C, DE COLA M C, et al. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis [J]. *Neurol Sci*, 2017, 38(9): 1561-1569.

[11] 彭斌, 刘鸣, 崔丽英. 与时俱进的新指南: 《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》解读[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9): 666-682.

PENG B, LIU M, CUI L Y. New evidence, new guideline: interpretation of the Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2018 [J]. *Chin J Neurol*, 2018, 51(9): 666-682.

[12] 汪军, 裴建, 崔晓, 等. 互动式头针结合作业疗法治疗脑卒中上肢运动功能障碍: 随机对照研究[J]. *中国针灸*, 2015, 35(10): 983-989.

WANG J, PEI J, CUI X, et al. Interactive dynamic scalp acupuncture combined with occupational therapy for upper limb motor impairment in stroke: a randomized controlled trial [J]. *Chin Acupunct Moxibustion*, 2015, 35(10): 983-989.

[13] 梁繁荣, 王华. 针灸学[M]. 4版. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 34, 48-49, 97, 120.

LIANG F R, WANG H. *Acupuncture* [M]. 4th edition. Beijing: China Press of Traditional Chinese Medicine, 2016: 34, 48-49, 97, 120.

[14] TSE T, DOUGLAS J, LENTIN P, et al. Measuring participation after stroke: a review of frequently used tools [J]. *Arch Phys Med*

- Rehabil, 2013, 94(1): 177-192.
- [15] SANTISTEBAN L, TÉRÉMETZ M, BLETON J P, et al. Upper limb outcome measures used in stroke rehabilitation studies: a systematic literature review [J]. PLoS One, 2016, 11(5): e0154792.
- [16] MICHELLE L, WOODBURY, PHD O, et al. Rasch analysis staging methodology to classify upper extremity movement impairment after stroke [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(8): 1527-1533.
- [17] WOLF S L, CATLIN P A, ELLIS M, et al. Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke [J]. Stroke, 2001, 32(7): 1635-1639.
- [18] UYTENBOOGAART M, STEWART R E, VROOMEN P C A J, et al. Optimizing cutoff scores for the barthel index and the modified rankin scale for defining outcome in acute stroke trials [J]. Stroke, 2005, 36(9): 1984-1987.
- [19] 雒韵韵, 武俊英. 脑卒中后偏瘫上肢功能障碍的康复治疗研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(10): 1815-1818.
- LUO Y Y, WU J Y. Research progress on rehabilitation treatment of hemiplegic upper limb dysfunction after stroke [J]. Chin J Integr Med Cardio-cerebrovascular Dis, 2022, 20(10): 1815-1818.
- [20] FURLAN L, CONFORTO A B, COHEN L G, et al. Upper limb immobilisation; a neural plasticity model with relevance to poststroke motor rehabilitation [J]. Neural Plast, 2016, 2016: 8176217.
- [21] SINGH N, SAINI M, KUMAR N, et al. Evidence of neuroplasticity with robotic hand exoskeleton for post-stroke rehabilitation: a randomized controlled trial [J]. J Neuroeng Rehabil, 2021, 18(1): 76.
- [22] 尹正录, 孟兆祥, 葛晟, 等. 互动式头针结合任务导向性镜像疗法治疗缺血性脑卒中偏瘫上肢功能障碍临床观察[J]. 中国针灸, 2020, 40(9): 918-922.
- YIN Z L, MENG Z X, GE S, et al. Clinical observation of dynamic scalp acupuncture combined with task-oriented mirror therapy for upper limbs function impairment in patients with hemiplegia after ischemic stroke [J]. Chin Acupunct Moxibustion, 2020, 40(9): 918-922.
- [23] 郎奕, 李匡时, 杨嘉颐, 等. 针刺顶颞前斜线对脑梗死偏瘫患者脑灰质重塑的影响[J]. 针刺研究, 2020, 45(2): 141-147.
- LANG Y, LI K S, YANG J Y, et al. Effects of acupuncture on grey matter remodelling of the brain in hemiplegic patients with cerebral infarction in the parieto-temporal anterior oblique line [J]. Acupunct Res, 2020, 45(02): 141-147.
- [24] 汪瑛, 汪节, 江六顺. 头皮针对脑梗死后偏瘫神经功能缺损情况、平衡及步行能力的临床研究[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(8): 242-245.
- WANG Y, WANG J, JIANG L S. Clinical study on the neurological deficit, balance and walking ability of hemiplegia after cerebral infarction by scalp acupuncture [J]. Chin Arch Tradit Chin Med, 2020, 38(8): 242-245.
- [25] 李元进, 万裕萍. 头针与上肢机器人联动疗法对脑卒中偏瘫上肢功能的影响[J]. 长江大学学报(自科版), 2016, 13(30): 38-40, 47, 5.
- LI Y J, WAN Y P. Effect of scalp acupuncture and upper limb robot linkage therapy on upper limb function of hemiplegia after stroke [J]. J Yangtze Univ Nat Sci Ed, 2016, 13(30): 38-40, 47, 5.
- [26] BEAUCHAMP M K, LEE A, WARD R F, et al. Do exercise interventions improve participation in life roles in older adults? A systematic review and meta-analysis [J]. Phys Ther, 2017, 97(10): 964-974.
- [27] LANG W, BEISTEINER R, LINDINGER G, et al. Changes of cortical activity when executing learned motor sequences [J]. Exp Brain Res, 1992, 89(2): 435-440.
- [28] 戴双燕, 吴永刚, 魏燕芳, 等. 基于ERP探讨头针治疗脑卒中偏瘫即刻效应机制的研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2017, 19(8): 1272-1276.
- DAI S Y, WU Y G, WEI Y F, et al. ERP-based study to explore the mechanism of immediate effect of head acupuncture for hemiplegia in stroke [J]. Mod TCM Mat Med World Sci Tech, 2017, 19(8): 1272-1276.
- [29] 刘建浩, 鲍春龄, 朱文增, 等. 针刺头穴治疗中风病偏瘫时发生即刻效应的临床观察[J]. 中医学报, 2013, 28(8): 1259-1260.
- LIU J H, BAO C L, ZHU W Z, et al. Clinical observation of instant effect of scalp-acupuncture treatment of apoplexy hemiplegia [J]. Chin J Chin Med, 2013, 28(8): 1259-1260.
- [30] BAYONA N A, BITENSKY J, SALTER K, et al. The role of task-specific training in rehabilitation therapies [J]. Top Stroke Rehabil, 2005, 12(3): 58-65.
- [31] HUBBARD I J, PARSONS M W, NEILSON C, et al. Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice [J]. Occup Ther Int, 2009, 16(3/4): 175-189.
- [32] NORDIN N, XIE S Q, WÜNSCHE B. Assessment of movement quality in robot-assisted upper limb rehabilitation after stroke: a review [J]. J Neuroeng Rehabil, 2014, 11: 137.
- [33] MILOT M H, SPENCER S J, CHAN V, et al. Corticospinal excitability as a predictor of functional gains at the affected upper limb following robotic training in chronic stroke survivors [J]. Neurorehabil Neural Repair, 2014, 28(9): 819-827.

(下转第43页)