

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.03.005

❖ 临床研究 ❖

镜像疗法结合 MOTomed 智能运动训练对脑卒中恢复期患者肢体运动功能障碍及皮质运动区 μ 波的影响

田建, 姜军, 王寒明, 宋爽, 耿久军, 张宁

(首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心, 北京 100043)

【摘要】目的: 探讨镜像疗法(MT)结合 MOTomed 智能运动训练对脑卒中恢复期患者肢体运动功能障碍及皮质运动区 μ 波的影响。**方法:** 选取 104 例脑卒中患者为研究对象, 根据治疗方式不同分为研究组和对照组, 每组各 52 例。对照组给予 MT 疗法, 研究组在此基础上增加 MOTomed 智能运动训练, 4 周为 1 个疗程, 连续训练 3 个疗程。比较两组患者治疗前、治疗 12 周后简式 Fugl-Meyer 评分(FMA)、Berg 平衡量表(BBS)、改良 Ashworth 评分量表(MAS)、肌力分级、功能独立性量表(FIM)、日常生活活动(ADL)、大脑皮质运动区 μ 波 Cz/CPz/CP3/C3 的脑电图(EEG)信号及 MOTomed 智能运动训练时患侧对称性、主动训练总距离及训练强度。**结果:** 治疗后, 两组患者 FMA 和 BBS 评分均高于治疗前($P < 0.05$), 且研究组高于对照组($P < 0.05$); MAS 评分均较治疗前下降($P < 0.05$), 且研究组低于对照组($P < 0.05$); 研究组肌力 $> III$ 级 40 例(76.92%), 对照组肌力 $> III$ 级 30 例(57.69%), 研究组明显高于对照组($P < 0.005$); 两组患者 FIM、BI 指数均高于治疗前($P < 0.05$), 且研究组高于对照组($P < 0.05$); μ 抑制值均低于治疗前($P < 0.05$), 且研究组 Cz/CPz/CP3/C3 4 个电极处皮质 μ 抑制值低于对照组($P < 0.05$); 研究组患侧对称性、主动训练总距离及训练强度均高于治疗前及对照组($P < 0.05$), 但对对照组治疗前后各指标比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论:** MT 结合 MOTomed 智能运动训练可改善脑卒中恢复期患者肢体运动功能和平衡功能, 增强其日常活动功能, 且对皮质运动区 μ 波具有抑制作用。

【关键词】 脑卒中; 镜像疗法; MOTomed 智能运动训练; 肢体运动功能障碍; μ 波

【中图分类号】 R743.3 **【文献标志码】** A

Effects of mirror therapy combined with MOTomed intelligent motor training on limb motor dysfunction and μ wave in cortical motor area in convalescent stroke patients

TIAN Jian, JANG Jun, WANG Han-ming, SONG Shuang, GENG Jiu-jun, ZHANG Ning

(Rehabilitation Medical Center, Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100043, China)

【Abstract】 Objective: To analyze the effects of mirror therapy(MT) combined with MOTomed intelligent motor training on limb motor dysfunction and μ wave in cortical motor area in convalescent stroke patients. **Methods:** A total of 104 stroke patients were selected as the research object. They were divided into study group and control group according to different treatment methods, with 52 cases in each group. The control group received MT therapy, and the research group added MOTomed intelligent exercise training on this basis, with 4 weeks as a course of training for 3 consecutive courses. Simple FuGL-Meyer Scale(FMA), Berg Balance Scale(BBS), Modified Ashworth Scale(MAS), Muscle strength grade Functional Independence Scale(FIM), activities of daily Living(ADL), EEG signal of μ wave Cz/CPz/CP3/C3 of cerebral cortex motor area, affected side symmetry, total active training distance and training intensity during MOTomed intelligent motor training were compared between the two groups before treatment and after 12 weeks of treatment. **Results:** The scores of FMA and BBS in the two groups after treatment were higher than before, and the scores of FMA and BBS in the study group were higher than those in the control group($P < 0.05$). After treatment, The MAS score of the two groups decreased, and the MAS score of the study group was lower than that of the control group($P < 0.05$). After treatment, 40 cases(76.92%) in the study group had muscle strength of III or above, while 30 cases(57.69%) in the control group had muscle strength of III or above, which was significantly higher than that in the control group($P < 0.05$). After treatment, THE FIM and BI indexes of the two groups were higher than before, and the FIM and BI indexes of the research group were higher than those of the control group($P < 0.05$). After treatment, the μ inhibition values of Cz/CPz/CP3/C3 in the study group were lower than those in the control group($P < 0.05$), and the μ inhibi-

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFC2004303)

作者简介: 田建(1985-), 女, 初级康复治疗师。E-mail: T137744978@163.com

通讯作者: 王寒明。E-mail: qwertyu20210830@163.com

tion values of Cz/CPz/CP3/C3 in the study group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). After treatment, the symmetry of affected side, total distance of active training and training intensity of the study group were higher than those before treatment and control group ($P < 0.05$), but there was no difference in the indexes of the control group before and after treatment ($P > 0.05$). **Conclusion:** MT combined with MOTomed intelligent motor training can improve the limb motor function and balance function, enhance the daily activity function of stroke patients, and significantly inhibit the μ wave in cortical motor area.

【Key words】 Stroke; Mirror therapy; MOTomed intelligent motor training; Limb motor dysfunction; μ wave

脑卒中是由于脑血管病变引起的脑功能不全,以脑组织损害为病理基础^[1],患者存在步行和生活自理等能力低下。循证医学^[2]表明,对恢复期患者进行早期康复训练进而促使功能恢复是临床治疗和护理的重点。因此,寻求一种能促进患侧神经网络重塑的有效干预手段显得尤为重要和关键。镜像疗法(mirror therapy, MT)是一种结合视觉反馈、运动训练、感觉统合等过程的一种治疗方法,最初用于改善患肢痛患者疼痛症状,目前已逐步应用于脑卒中患者康复训练等^[3]。研究^[4]指出,MT对改善脑卒中恢复期患者肢体运动功能障碍十分有效,但配合其它康复手段还能取得更高的康复效果。随着康复医学的发展,多种新颖的理论和不断兴起。MOTomed 智能运动训练系统是目前用于肢体康复的一种新型设备,主要用于提升肢体功能和协调性^[5]。本研究旨在探讨镜像疗法(MT)结合 MOTomed 智能运动训练对脑卒中恢复期患者肢体运动功能障碍及皮质运动区 μ 波的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2019 年 6 月至 2020 年 12 月首都医科大学附属北京康复医院收治的 104 例脑卒中患者为研究对象,根据治疗方式不同分为研究组和对照组,每组各 52 例。本研究经院伦理委员审核批准,患者或家属知情同意,两组患者性别、年龄、病程、肌力分级及病理类型等一般资料比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。纳入标准:(1)满足《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》对脑卒中的要求,且经 CT 或 MRI 检查确诊为出血性脑卒中或缺血性脑卒中者^[6];(2)生命体征平稳 48 h 后,距最后一次发病时间已超过半年;(3)均存在一侧肢体功能障碍,步行能力弱,但可以无支撑站立 1 min;(4)格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)^[7] > 8 分。排除标准:(1)合并视觉障碍;(2)因小脑-前庭中枢神经系统损伤造成的平衡功能障碍;(3)合并心、肺、肝、肾等重要器官功能障碍者(4)合并骨关节疾病、四肢外伤等影响肢体运动功能者;(5)合并其它慢性疾病病史者。

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

项目	研究组($n=52$)	对照组($n=52$)	t/χ^2 值	P 值
男/女(例)	27/25	24/28	0.346	0.556
年龄(岁)	61.39 \pm 5.78	61.85 \pm 5.64	0.411	0.682
病程(d)	18.15 \pm 3.41	18.46 \pm 3.52	0.456	0.649
脑卒中类型			0.353	0.553
缺血性	31(59.62)	21(40.38)		
出血性	28(53.85)	24(46.15)		
患侧			0.166	0.684
左侧	34(65.38)	18(34.62)		
右侧	32(61.54)	20(38.46)		
GCS 评分(分)	10.84 \pm 1.32	10.53 \pm 1.41	1.157	0.250
肌力分级			0.604	0.963
0 级	10(19.23)	11(21.15)		
I 级	26(50.00)	24(46.15)		
II 级	13(25.00)	15(28.85)		
III 级	2(3.85)	1(1.92)		
IV 级	1(1.92)	1(1.92)		

1.2 方法

对照组给予 MT 疗法:患者静坐于 MT 治疗台前,取一 40 cm \times 40 cm 的镜子置于患者矢状面,将健侧肢体置于镜子反射面,患侧则置于另一面,头颈稍偏向健侧。要求患者循序开展屈伸、旋转、腕部伸展、抓握及对指活动,嘱患者运动期间将健侧幻想为患侧,同时尽可能保持双侧肢体运动保持一致。研究组在此基础上增加 MOTomed 智能运动训练仪(德国 RECK 公司,型号:MOTomed-viva2)智能运动训练:根据患者病情选择合理的训练模式,当患者坐位平衡低于 2 级时采用卧位式,若达到 2 级即可改为坐位式。同时根据患者下肢功能情况调节训练的频率以及强度,若没有主动运动则根据需要进行被动模式,若存在主动运动可采用主动运动。训练期间,需妥善固定患者下肢,嘱其在运动过程中平衡用力。研究组和对照组训练持续 20 min/次,若患者出现不适可适当缩短时间或停止训练,1 次/d, 6 次/周,4 周为 1 个疗程,连续训练 3 个疗程。

1.3 观察指标

(1)下肢运动功能及平衡功能:治疗前后分别采用简式 Fugl-Meyer 评分(Fygl-Meyer assessment, FMA)^[8]及 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)^[9]评估。FMA 最高得分 100 分, < 50 分为严重运动障碍; $50 \sim 84$ 分为明显运动障碍; $85 \sim 95$ 分为中度运动障碍; $96 \sim 99$ 分为轻度运动障碍。BBS

共 14 项,总分 56 分,0 ~ 20 分为坐轮椅;21 ~ 40 分为辅助步行;41 ~ 56 分为独立行走。(2)肌张力和肌力:治疗前后采用改良 Ashworth 评分量表(modified ashworth scale, MAS)^[10]评估肌张力,0 级为正常;1 级为轻度增高,表现为在受累部分被动屈伸时、ROM 之末呈现最小的阻力或出现一过性停顿;1 + 级为轻度增高,表现为被动屈伸时,在关节活动后 50% 范围内出现突然的停顿,然后呈现最小的阻力或释放;2 级为增高较为明显,表现为通过关节活动范围的大部分时肌张力均较明显地增加,但受累部分仍能较容易的被移动;3 级为肌张力严重增加,表现为无法开展被动活动;4 级为肌张力高度增加,表现为受累部分被动屈伸时呈现僵直状态,无法正常活动。按照级别分别计 0 ~ 5 分,分数越低肌张力越正常。肌力分为 0-V 级:0 级为肢体完全不能活动且不见肌肉的收缩;I 级为可见肌肉收缩,但不能引起肢体的运动;II 级为肢体可以活动,但不能对抗重力;III 级为可以对抗重力,但是不能对抗阻力;IV 级肌力为肢体可以抵抗一定的阻力;V 级肌力为肌力正常^[11]。(3)运动功能及日常生活活动:治疗前后分别采用功能独立性量表(functional independence measure, FIM)^[12]及 Barthel 指数(Barthel index, BI)^[13]评估。FIM 包括自理能力、括约肌控制、转移和行走和认知功能(交流和社会认知),共 18 项,每项分为 7 个级别,总分 126 分,分数越高独立程度越高。BI 总分为 100 分,≤20 分为完全依赖,21 ~ 60 分为严重依赖,61 ~ 90 分为中度依赖, >90 分为自理。(4)大脑皮质运动区 μ 波抑制指数:被测者佩戴 64 通道 EEG 电极帽后,使用 Neuroscan 4.5 系统收集患者 Cz/CPz/CP3/C3 的脑电图(electroencephalography, EEG)信号,在患者听到 1 次提示音后立即进行 1 次右侧五指屈伸活动,提示音间隔 5 s,共检测 20 次。提取 α 波数据,并对该比值进行 Log10 对数转换。其中,数值 <0 为存在 μ 波抑制;数值 =0 为没有 μ 抑制;数值 >0 为患者执行手部活动时 μ 波振幅高于该患者安静状态下 μ 波振幅。(5)患侧对称性、主动训练总距离及训练强度:由 MOTomed 智能运动训练系统治疗后机器统计。

1.4 统计学分析

采用 SPSS22.0 软件对数据进行分析与处理。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以[*n*(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者下肢运动功能及平衡功能比较

治疗前,两组患者 FMA、BBS 评分比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。治疗后,两组患者 FMA 和 BBS 评分均升高(*P* < 0.05),且研究组高于对照组(*P* < 0.05)。见表 2。

表 2 两组患者下肢运动功能及平衡功能比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	FMA		BBS	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
研究组(<i>n</i> = 52)	41.52 ± 15.76	84.69 ± 6.51 *	18.63 ± 5.74	38.69 ± 4.31 *
对照组(<i>n</i> = 52)	42.38 ± 14.37	76.38 ± 5.98 *	18.96 ± 5.31	30.26 ± 4.18 *
<i>t</i> 值	0.291	6.779	0.304	7.723
<i>P</i> 值	0.772	<0.001	0.762	<0.001

* *P* < 0.05,与组内治疗前相比。

2.2 两组患者肌张力和肌力比较

治疗前,两组患者 MAS 评分比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。治疗后,两组患者 MAS 评分均下降(*P* < 0.05),且研究组低于对照组(*P* < 0.05);研究组肌力 ≥ III 级患者占比高于对照组(*P* < 0.05)。见表 3。

表 3 两组患者肌张力及肌力比较($\bar{x} \pm s, n(\%)$)

组别	MAS 评分(分)		肌力 ≥ III 级
	治疗前	治疗后	
研究组(<i>n</i> = 52)	3.62 ± 0.64	1.75 ± 0.14 *	40(76.92)
对照组(<i>n</i> = 52)	3.69 ± 0.78	2.35 ± 0.29 *	30(57.69)
<i>t</i> / χ^2 值	0.5003	13.456	4.370
<i>P</i> 值	0.618	<0.001	0.037

* *P* < 0.05,与组内治疗前相比。

2.3 两组患者运动功能及日常生活活动比较

治疗前,两组患者 FIM、BI 指数评分比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。治疗后,两组 FIM、BI 指数评分均升高(*P* < 0.05),且研究组高于对照组(*P* < 0.05)。见表 4。

表 4 两组患者运动功能及日常生活活动比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	FIM 评分		BI 评分	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
研究组(<i>n</i> = 52)	73.21 ± 14.39	90.71 ± 6.75 *	54.35 ± 8.69	84.75 ± 6.38 *
对照组(<i>n</i> = 52)	73.85 ± 14.52	84.17 ± 7.25 *	54.98 ± 8.74	77.95 ± 7.34 *
<i>t</i> 值	0.226	4.761	0.369	0.713
<i>P</i> 值	0.822	<0.001	5.042	<0.001

* *P* < 0.05,与组内治疗前相比。

2.4 两组患者大脑皮质运动区 μ 波抑制指数比较

治疗前,两组患者大脑皮质运动区 μ 波抑制指数比较,差异无统计学意义(*P* > 0.05)。治疗后,两组患者 Cz/CPz/CP3/C3 4 个电极处皮质 μ 抑制指

数均降低,且研究组低于对照组($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 两组患者大脑皮质运动区 μ 波抑制指数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	Cz		CPz		CP3		C3	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
研究组($n=52$)	-0.13 ± 0.05	$-0.29 \pm 0.11^*$	-0.14 ± 0.08	$-0.36 \pm 0.11^*$	-0.13 ± 0.05	$-0.39 \pm 0.08^*$	-0.15 ± 0.06	$-0.28 \pm 0.11^*$
对照组($n=52$)	-0.14 ± 0.08	$-0.19 \pm 0.09^*$	-0.16 ± 0.07	$-0.23 \pm 0.08^*$	-0.14 ± 0.03	$-0.21 \pm 0.11^*$	-0.14 ± 0.05	$-0.21 \pm 0.09^*$
t 值	0.764	5.074	1.357	6.892	1.237	9.543	0.923	3.552
P 值	0.446	<0.001	0.178	<0.001	0.219	<0.001	0.358	0.001

* $P < 0.05$,与组内治疗前相比。

2.5 两组患侧对称性、主动训练总距离及训练强度比较

治疗前,两组患者患侧对称性、主动训练总距离及训练强度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

治疗后,研究组患侧对称性、主动训练总距离及训练强度高于治疗前($P < 0.05$),且主动训练距离及训练强度高于对照组($P < 0.05$);但对照组各指标与治疗前比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 6。

表 6 两组患侧对称性、主动训练总距离及训练强度比较($\bar{x} \pm s$)

组别	患侧对称性(%)		主动训练总距离(km)		训练强度(周)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
研究组($n=52$)	35.62 ± 15.74	$42.41 \pm 15.87^*$	3.94 ± 1.15	$4.71 \pm 1.17^*$	6.13 ± 1.52	$9.74 \pm 2.23^*$
对照组($n=52$)	35.83 ± 15.87	37.41 ± 15.24	3.78 ± 1.12	3.96 ± 1.23	6.19 ± 1.48	6.25 ± 1.63
t 值	0.068	1.639	0.719	3.186	0.204	9.111
P 值	0.946	0.104	0.474	0.002	0.839	<0.001

* $P < 0.05$,与组内治疗前相比。

3 讨论

脑卒中后由于高位中枢损伤及低位中枢活动失常,肌肉长时间持续牵拉的反射运动与肌群间协同的能力减弱甚至丢失,多数患者存在一侧肢体肌力降低、肌张力升高、平衡功能下降及运动模式异常,下肢平衡能力和步行能力也会受到严重影响。改善患者步态异常、无法行走等症状,是恢复期患者康复治疗的重点^[14]。脑卒中患者健侧肢体运动引起运动同侧大脑半球皮质激活,锥体束传导特性改变,进而影响受支配肌肉的运动和功能恢复,可不同程度地改善脑卒中患者运动缺陷、加强运动功能,如肘关节屈伸、腕关节伸展及手部抓握等^[15-16]。

李洪波等^[17]研究表明,MT 有利于提高脑卒中患者上肢运动功能。本研究结果发现,治疗后研究组各项功能评分改善程度均优于对照组($P < 0.05$),原因可能与 MT 早期用于改善截肢患者幻肢疼痛,给予视觉刺激,在平面镜成像原理以及视错觉、视觉反馈以及情景模拟的支持下,可使患者将健侧活动的画面复制到患侧,但该技术对患者肌痉挛程度改善有限有一定关系。MOTOmed 智能运动训练是一种包含被动训练、助力训练和主动训练 3 种治疗模式的治疗系统。张正辉等^[18]研究指出,MO-TOmed 智能运动训练应用于临床治疗后,老年卒中偏瘫患者的运动和功能发生明显改善。本研究结果显示,治疗后,研究组肌力 \geq III 级患者的占比高于

对照组($P < 0.05$),且两组患者 FIM、BI 指数均较治疗前升高($P < 0.05$),联合 MT 及 MOTOmed 智能运动训练后肌力明显提升($P < 0.05$)。翁萍璇等^[19]采用该种训练时显示,该方法能有效提高脑卒中患者 BI 指数,改善其步态及步行能力,与本研究结果一致,而其减重步态训练侧重于下肢功能训练,与本研究 MT 侧重于上肢运动功能有所不同。但通过 MOTOmed 智能运动训练持续对患者进行重复性训练后,均有效改善患者肢体平衡能及运动功能,原因可能为 MOTOmed 智能运动训练系统能够挖掘脑卒中偏瘫患者肢体残余肌力,改善下肢痉挛、肌肉萎缩、血液循环不畅和肌力过低等现状^[20],其中日开展关节被动运动是防止脑卒中恢复期患者出现肌肉短缩和关节囊挛缩的关键,对肌肉进行持续牵张训练也是早期逆转肌肉挛缩的有效举措^[21]。同时,在 MOTOmed 智能运动训练中,由于前后双向自动安全停止装置的保护,当肌肉突发痉挛时电机会逐渐停止工作,停止数秒后,其会向着相反的方向运转,进而解除痉挛。而且由于该系统能够规范关节活动范围,还可降低康复训练期间制动并发症的发生^[22]。

本研究对两组治疗前后不同位置 4 个电极处皮质 μ 抑制值进行分析,结果显示,治疗后两组患者的 μ 抑制值均低于较治疗前($P < 0.05$),且研究组降低程度更为明显($P < 0.05$)。 μ 节律是 Rolandic 区的生理性脑电活动,通过检测大脑皮层运动区的 μ 波节律即可辨别镜像神经元的活动状况。当 μ

波出现抑制时可提示动作与知觉联觉活性的异常,当被测者对动作做出反应时, μ 波振幅也会随之发生变化,反映为镜像神经元激活^[23-24]。MT 结合 MOTOmed 智能运动训练可提高脑卒中者两侧腹侧运动前区皮质、顶叶区、双侧颞上回等区域 μ 波抑制,促使大脑神经功能重构。提示该方案在脑卒中康复治疗中的可行性。

综上所述,MT 结合 MOTOmed 智能运动训练可改善脑卒中恢复期患者肢体运动功能和平衡功能,增强其日常生活功能,且能抑制皮质运动区 μ 波,值得临床推广。

参考文献

[1] Trompeter K, Weerts J, Fett D, et al. Spinal and Pelvic Kinematics During Prolonged Rowing on an Ergometer vs. Indoor Tank Rowing [J]. Journal of strength and conditioning research, 2021, 35(9): 2622-2628.

[2] Junata M, Cheng KCK, Man HS, et al. Kinect-based rapid movement training to improve balance recovery for stroke fall prevention; a randomized controlled trial [J]. Journal of neuroengineering and rehabilitation, 2021, 18(1): 150.

[3] Hendrey G, Holland AE, Mentiplay B, et al. Do Trials of Resistance Training to Improve Mobility After Stroke Adhere to the American College of Sports Medicine Guidelines? A Systematic Review [J]. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2018, 99(3): 584-597.

[4] Karullyny BM, Márcia DS, Cabral VRDC, et al. Effects of Motor Imagery as a Complementary Resource on the Rehabilitation of Stroke Patients: A Meta-Analysis of Randomized Trials [J]. Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association, 2021, 30(8): 105876.

[5] 刘雪洁,王敏,朱贵芹. MOTOmed 智能训练联合痉挛肌电刺激对脑卒中病人下肢肌痉挛的临床疗效 [J]. 蚌埠医学院学报, 2019, 44(3): 43-45, 50.

[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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.

[7] 陆敏,张静. 急性脑损伤患者熵指数与格拉斯哥昏迷评分的相关性研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(1): 47-50.

[8] 郭君怡,徐爱华,叶小聪,等. 体外冲击波联合镜像疗法治疗脑卒中后上肢痉挛的临床疗效 [J]. 中华全科医学, 2019, 17(12): 1989-1992, 1997.

[9] Nickels MR, Aitken LM, Barnett AG, et al. Acceptability, safety, and feasibility of in-bed cycling with critically ill patients [J]. Aust Crit Care, 2020, 33(3): 236-243.

[10] 卞瑞豪,罗子翀,黄鑫,等. 脑卒中腕屈肌的痉挛成分及其与量

表的相关性 [J]. 华西医学, 2018, 33(10): 47-50.

[11] 张学慧,毕霞,孙丹,等. 不同等速肌力训练模式对脑卒中偏瘫患者下肢功能恢复的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(5): 583-585.

[12] 周青青,施加加,倪波业. 扩展 Barthel 指数与功能独立性量表在评定脑卒中患者日常生活活动功能等级中的对比分析 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(7): 602-606.

[13] 王赛华,施加加,孙莹,等. 简体版改良 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): 13-16.

[14] Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 7(7): 8449.

[15] Madhoun HY, Tan B, Feng Y, et al. Task-based mirror therapy enhances the upper limb motor function in subacute stroke patients: a randomized control trial [J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2020, 56(3): 265-271.

[16] Herrador CL, Perez MJ, Martí-García C, et al. Effectiveness of mirror therapy, motor imagery, and virtual feedback on phantom limb pain following amputation: A systematic review [J]. Prosthet Orthot Int, 2018, 42(3): 288-298.

[17] 李洪波,王梦迪,张俊. 早期镜像疗法联合电磁刺激干预脑卒中痉挛型偏瘫的临床研究 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(14): 2435-2438.

[18] 张正辉,曾桃伦,刘国志,等. MOTOmed 智能运动训练对老年卒中偏瘫痉挛患者的疗效分析 [J]. 包头医学院学报, 2019, 35(6): 77-78.

[19] 翁萍璇,郑金利. MOTOmed 智能运动训练联合减重步态训练在脑卒中偏瘫康复治疗中的应用价值 [J]. 当代医药论丛, 2021, 19(11): 95-96.

[20] Hochsprung A, Granja DA, Magni E, et al. Effect of visual biofeedback cycling training on gait in patients with multiple sclerosis [J]. Neurologia (Engl Ed), 2020, 35(2): 89-95.

[21] Broscheid KC, Dettmers C, Vieten M. Is the Limit-Cycle-Attractor an (almost) invariable characteristic in human walking? [J]. Gait Posture, 2018, 63(41): 242-247.

[22] Kotov SV, Isakova EV, Shereshev VI. Possibility of treatment of emotional and behavioral disorders in patients with stroke during rehabilitation [J]. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova, 2019, 119(4): 26-31.

[23] Broderick P, Horgan F, Blake C, et al. Mirror therapy for improving lower limb motor function and mobility after stroke: A systematic review and meta-analysis [J]. Gait Posture, 2018, 63(32): 208-220.

[24] Prideaux N, Barr C, Drummond C, et al. Towards a Clinical Decision-Making Algorithm Guiding Locomotor Therapy Modality in Subacute Stroke: An Exploratory Study [J]. Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association, 2021, 30(12): 106112.

(收稿日期: 2021-10-29

修回日期: 2021-12-13)