

镜像视觉反馈训练对痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿上肢功能的影响

牛国辉¹ 王军¹ 张晓莉² 李林琛¹ 刘红星¹ 崔博¹ 王鑫¹ 谢加阳¹ 朱登纳¹

¹郑州大学第三附属医院儿童康复科, 郑州 450052; ²郑州大学第三附属医院小儿神经内科, 郑州 450052

通信作者: 朱登纳, Email: zhudengna@126.com

【摘要】 目的 观察镜像视觉反馈训练对痉挛型偏瘫脑性瘫痪(简称脑瘫)患儿上肢功能及肌张力的影响。**方法** 纳入符合条件的2~5岁痉挛型偏瘫脑瘫患儿76例,采用随机数字表法分为对照组和治疗组,每组38例。对照组失访2例,未完成6个月康复治疗3例;治疗组失访1例,未完成6个月康复治疗3例;最终纳入对照组33例,治疗组34例。对照组进行常规康复治疗,包括作业疗法、运动疗法、推拿、物理因子治疗等,每项治疗每日1次,每次30 min,每周5次,治疗3周为1个疗程,疗程结束后休息1周开始下个疗程康复治疗,共治疗6个疗程(6个月);治疗组在常规康复治疗基础上加用镜像视觉反馈训练,治疗时间为每日1次,每次30 min,每周5次,治疗3周为1个疗程,疗程结束后休息1周开始下个疗程康复治疗,共治疗6个疗程(6个月)。分别于治疗前及治疗3个月后和治疗6个月后,采用Fugl-Meyer运动功能评定量表(FMA)、Peabody精细运动发育量表(PDMS-FM)、改良Ashworth评定量表(MAS)、肌电积分值(iEMG)对2组患儿的上肢运动功能、精细运动功能和肌张力进行评估。**结果** 治疗3个月和治疗6个月后,2组患儿FMA评分[治疗组(32.38±4.79)和(38.24±4.83)分;对照组(28.30±5.68)和(32.79±5.49)分]、PDMS-FM总评分[治疗组(123.74±16.54)和(145.68±13.43)分;对照组(111.21±17.62)和(123.94±15.83)分]、抓握能力评分[治疗组(31.68±6.28)和(37.41±5.39)分;对照组(26.79±5.74)和(31.82±4.98)分]和视觉运动整合评分[治疗组(92.06±11.34)和(108.26±8.40)分;对照组(84.42±12.12)和(92.12±11.08)分]分别与治疗前组内比较及治疗后同时间点组间比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。MAS评分[治疗组(2.26±0.83)和(1.85±0.89)分;对照组(2.18±0.88)和(1.82±0.95)分]和iEMG值[治疗组(16.27±3.17)和(14.26±3.50) μ V;对照组(16.88±3.15)和(15.00±3.09) μ V]与治疗前组内比较,差异有统计学意义($P<0.05$),但治疗后同时间点组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 镜像视觉反馈训练能够有效改善痉挛型偏瘫脑瘫患儿的上肢功能,但不能降低肌张力。

【关键词】 镜像视觉反馈; 偏瘫; 脑性瘫痪; 上肢运动功能

基金项目:河南省医学科技攻关计划省部共建项目(SBGJ2018047)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.08.008

Mirror visual feedback training can improve the upper extremity functioning of children with spastic hemiplegia

Niu Guohui¹, Wang Jun¹, Zhang Xiaoli², Li Linchen¹, Liu Hongxing¹, Cui Bo¹, Wang Xin¹, Xie Jiayang¹, Zhu Dengna¹

¹Department of Children's Rehabilitation, ²Department of Pediatric Neurology, The Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Zhu Dengna, Email: zhudengna@126.com

【Abstract】 Objective To observe the effect of mirror visual feedback training on upper limb function and muscle tension in children with spastic hemiplegia resulting from cerebral palsy (SHCP). **Methods** Seventy-six children aged 2-5 with SHCP were randomly divided into a control group of 33 and a treatment group 34. All were given routine occupational therapy, physical therapy, massage and physical agents. Each therapy session lasted 30 minutes daily, 5 times a week over 3 weeks as a course of treatment. There was a one week interval after each of 6 courses, so the total treatment lasted 6 months. The treatment group was additionally trained with mirror visual feedback with the same schedule. Before, as well as after 3 and 6 months of treatment, each patient's upper limb motor function, fine motor function and muscle tone were evaluated using the Fugl-Meyer motor function assessment scale (FMA), the Peabody fine motor development scales (PDMS-FM), the modified Ashworth scale (MAS) and inte-

grated electromyograms (iEMGs). **Results** There were no significant differences between the two groups before treatment. After both 3 and 6 months significant improvement was observed in both groups' average FMA score, PDMS-FM total score, grip, and visual motor integration. At both points the treatment group's averages were significantly better than those of the control group. The average MAS and iEMG results, however, were not significantly different at either time point. **Conclusions** For children with spastic hemiplegia caused by cerebral palsy, mirror visual feedback training can effectively improve upper limb functioning, but it cannot reduce their muscle tone.

【Key words】 Mirror visual feedback; Hemiplegia; Cerebral palsy; Upper limb motor function

Funding: A Medical Science and Technology Research Project of Henan Province (SBGJ2018047)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.08.008

脑性瘫痪(简称脑瘫)是儿童时期最为常见的肢体残疾,痉挛型约占脑瘫的 80%^[1],而偏瘫型脑瘫在痉挛型中最为常见,约占 38%^[2],主要表现为偏侧肢体运动功能障碍、肌张力增高。多数偏瘫患儿能够独立行走,但上肢功能障碍较为严重。目前,对痉挛型偏瘫脑瘫患儿上肢功能的康复治疗主要集中于任务导向训练、手臂双侧强化训练、限制-诱导运动疗法、运动观察疗法、肉毒毒素注射后的作业治疗等^[3]。这些治疗可以有效提高神经系统的支配及协调能力,但在治疗时间、治疗强度或者治疗时机方面还缺乏统一的标准,或者治疗强度较大、患儿的依从性较差,需要进一步改进与完善^[4-8]。

近年来,已有大量研究证实,镜像视觉反馈训练可以改善成人脑卒中偏瘫患者上下肢功能,提高其日常生活能力^[9-11]。镜像视觉反馈训练的优势在于可发挥患儿的主观能动性,所需治疗的时间较短,患儿的依从性较高^[12]。虽也有研究将该方法应用于痉挛型偏瘫脑瘫患儿,发现其双手协调性得到了一定改善^[13],但该方法对其肢体功能影响的相关临床研究仍较少见报道,也未见其对患儿肌张力影响的研究报道,故对其临床疗效需要进一步验证。基于此,本研究在常规康复治疗基础上辅以镜像视觉反馈训练治疗痉挛型偏瘫脑瘫患儿,观察该疗法对患儿上肢运动功能、精细运动功能以及肌张力的影响。现报道如下。

对象与方法

一、研究对象及分组

入选标准:①符合《中国脑性瘫痪康复指南》^[14]的脑瘫诊断标准,分型属于痉挛型偏瘫;②年龄 2~5 岁;③粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system,GMFCS)分级 I~II 级;④手功能分级系

统(manual ability classification system,MACS)分级 I~III 级;⑤能听懂指令,可配合完成检查和治疗;⑥患儿家属签署知情同意书。

排除标准:①有肢体关节挛缩畸形;②合并听觉和/或视觉障碍;③有心肝肾等严重性疾病;④最近半年接受过肉毒毒素注射或手术治疗。

选取 2018 年 10 月至 2020 年 10 月郑州大学第三附属医院儿童康复科收治且符合上述标准的痉挛型偏瘫脑瘫患儿 76 例,按随机数字表法分为对照组和治疗组,每组 38 例。对照组失访 2 例,未完成 6 个月康复治疗 3 例;治疗组失访 1 例,未完成 6 个月康复治疗 3 例;最终纳入研究资料为对照组 33 例,治疗组 34 例。2 组患儿的性别、平均年龄、偏瘫侧别、GMFCS 分级以及 MACS 分级等一般临床资料经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,具体数据详见表 1。本研究获郑州大学第三附属医院医学伦理委员会审核批准(批准文号 2021-122-01)。

二、治疗方法

对照组采用常规康复治疗,包括作业疗法、运动疗法、推拿、物理因子治疗等,每项治疗每日 1 次,每次 30 min,每周 5 次,治疗 3 周为 1 个疗程,疗程结束后休息 1 周开始下个疗程的康复治疗,共治疗 6 个疗程(6 个月)。

治疗组在常规康复治疗的基础上加用镜像视觉反馈训练^[15]。在正式训练之前进行相关练习,以提高治疗的配合度和依从性。具体方法如下:引导患儿注视健侧上肢镜像,用手触摸患儿患侧肢体后告诉患儿把镜中的影像想象是刚才触摸的肢体,然后指导患儿观察健侧上肢运动在镜子中的影像,同时辅助患侧肢体完成同样的动作,随后引导患儿再次观察健侧上肢运动在镜子中的影像并告诉患儿想象患侧肢体的运动与

表 1 2 组患儿的一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (月, $\bar{x}\pm s$)	偏瘫侧别(例)		GMFCS(例)		MACS(例)		
		男	女		左	右	I	II	I	II	III
对照组	33	22	11	38.42±9.40	19	14	23	10	15	14	4
治疗组	34	21	13	38.15±9.44	14	20	22	12	17	13	4

刚才辅助完成的动作一样。经过多次引导患儿能够完成后开始进行正式训练。

镜像视觉反馈训练:在一相对安静的房间,让患儿端坐在桌旁,将双面镜垂直于桌面,放于患儿双上肢正中间,并调节至其可看到自身镜像。指导患儿观察健侧上肢在镜子中的影像,并将影像想象成患肢在做运动,让患儿产生大脑同时控制双手的错觉。活动的具体方式:①肩关节的外展和内收以及屈曲和伸展、前臂旋前及旋后、腕关节背伸及屈曲等;②对不同质量、大小、形状的物品进行抓握、拿起、放下等动作的训练。设定具体的训练内容要根据患儿的评估情况,结合日常生活,注意趣味性。以提高精细运动功能和日常生活活动能力为主,如穿珠、拍手、拼图、套圈、捏夹子、画画、拧瓶盖、搭积木等。同时患侧上肢尽可能完成与健侧上肢一样的动作。治疗难度由易到难。治疗时间为每日 1 次,每次 30 min,每周 5 次,治疗 3 周为 1 个疗程,疗程结束后休息 1 周开始下个疗程康复治疗,共治疗 6 个疗程(6 个月)。

三、疗效评价方法

分别于治疗前、治疗 3 个月和 6 个月后,由经过专业培训且对分组不知情的康复医师对 2 组患儿进行评定。具体评定内容如下:①采用 Fugl-Meyer 评估量表^[16](Fugl-Meyer assessment, FMA)上肢部分评定患儿上肢运动功能,包含 33 个项目,每个项目按照患儿完成程度进行评分,分为 0、1、2 分,总分 66 分;分数越高,表明上肢功能越好;②采用 Peabody 精细运动发育量表^[17](Peabody developmental motor scales-fine motor, PDMS-FM)评定上肢精细运动功能和协调功能,包括抓握功能 26 项,视觉-运动整合 72 项;分数越高,表明上肢功能越好;③采用表面肌电分析系统(SA7550 型,南京伟思医疗科技股份有限公司)的肌电积分值^[18](integrated electromyogram, iEMG)评估肱二头肌的肌张力,取仰卧位,使患儿尽量放松,测试过程中,测试者牵拉患儿肘关节运动使患儿肘关节达到最大伸展度,重复 3 次,每次测试间隔 5 min,取平均值;数值越高,提示患肢的肌张力越高;④采用改良 Ashworth 评定量表^[19](modified Ashworth scale, MAS)评定肘关节屈肌肌张力,为统计方便,将量表中的 0、I、I⁺、II、III、IV 级分别记为 0、1、2、3、4、5 分;评分越高,提示患肢的肌张力越高。

四、统计学方法

使用 SPSS 21.0 版统计学软件对所有数据进行统计学分析处理,计数资料用例数表示,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,结果均符合正态分布,组间治疗前比较采用独立样本 t 检验,多个不同时间点比较采用重复测量的方差分析。 $P < 0.05$ 认为差

异有统计学意义。

结 果

一、2 组患儿治疗前后各时间点 FMA 评分比较

治疗前,2 组患儿的 FMA 评分比较,组间差异无统计学意义($t = 0.50, P > 0.05$)。与组内治疗前比较,2 组患儿的 FMA 评分均在治疗后随时间延长逐渐提高($F = 616.03, P < 0.001$);组间比较,2 组在提高 FMA 评分方面差异有统计学意义($F = 5.69, P = 0.02$)。具体数据详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前及后不同时间点的 FMA 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗 3 个月	治疗 6 个月
对照组	33	25.27±5.26	28.30±5.68 ^a	32.79±5.49 ^a
治疗组	34	24.62±5.53	32.38±4.79 ^{ab}	38.24±4.83 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组治疗后同时间点比较,^b $P < 0.01$

二、2 组患儿治疗前后各时间点 PDMS-FM 评分比较

治疗前,2 组患儿的 PDMS-FM 总评分、抓握功能评分、视觉-运动整合评分比较,组间差异均无统计学意义($t = 0.63, 0.96, 0.48, P > 0.05$)。治疗 3 个月和 6 个月后,与组内治疗前比较,2 组患儿的 PDMS-FM 总评分、抓握功能评分、视觉-运动整合评分均在治疗后随时间延长逐渐提高($F = 749.53, 416.21, 564.77, P < 0.001$);组间比较,2 组在提高 PDMS-FM 评分、抓握功能评分、视觉-运动整合评分方面差异有统计学意义($F = 7.40, 5.72, 8.03, P < 0.05$);时间因素与分组因素有交互作用($F = 89.63, 53.43, 68.92, P < 0.001$)。具体数据详见表 3。

表 3 2 组患儿治疗前后各时间点 PDMS-FM 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PDMS-FM 总分	抓握能力	视觉-运动整合
对照组				
治疗前	33	100.48±18.32	24.73±5.40	75.76±13.19
治疗 3 个月	33	111.21±17.62 ^a	26.79±5.74 ^a	84.42±12.12 ^a
治疗 6 个月	33	123.94±15.83 ^a	31.82±4.98 ^a	92.12±11.08 ^a
治疗组				
治疗前	34	97.79±16.42	23.47±5.34	74.32±11.32
治疗 3 个月	34	123.74±16.54 ^{ab}	31.68±6.28 ^{ab}	92.06±11.34 ^{ab}
治疗 6 个月	34	145.68±13.43 ^{ab}	37.41±5.39 ^{ab}	108.26±8.40 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组治疗后同时间点比较,^b $P < 0.01$

三、2 组患儿治疗前后各时间点表面肌电评定比较

治疗前,2 组患儿的肱二头肌 iEMG 比较,组间差异无统计学意义($t = 1.08, P > 0.05$)。治疗 3 个月和

6 个月后,与组内治疗前比较,2 组患儿的肱二头肌 iEMG 均在治疗后随时间延长逐渐降低 ($F=1720.80, P<0.001$);组间比较,2 组在降低 iEMG 方面差异无统计学意义 ($F=1.04, P=0.36$);时间因素与分组因素无交互作用 ($F=0.88, P=0.35$)。具体数据详见表 4。

表 4 2 组患儿治疗前后各时间点肱二头肌 iEMG 比较 ($\mu V, \bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗 3 个月	治疗 6 个月
对照组	33	19.94±3.11	16.88±3.15 ^a	15.00±3.09 ^a
治疗组	34	19.09±3.33	16.27±3.17 ^{ab}	14.26±3.50 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.01$;与对照组治疗后同时间点比较,^b $P>0.05$

四、2 组患儿治疗前后各时间点 MAS 评分比较

治疗前,2 组患儿的 MAS 评分比较,组间差异无统计学意义 ($t=0.37, P>0.05$)。治疗 3 个月和 6 个月后,与组内治疗前比较,2 组患儿的 MAS 评分均在治疗后随时间延长逐渐降低 ($F=80.57, P<0.001$);组间比较,2 组在降低 MAS 评分方面差异无统计学意义 ($F=0.005, P=0.95$);时间因素与分组因素有交互作用 ($F=80.57, P<0.001$)。具体数据详见表 5。

表 5 2 组患儿治疗前后各时间点 MAS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗 3 个月	治疗 6 个月
对照组	33	2.61±0.86	2.18±0.88 ^a	1.82±0.95 ^b
治疗组	34	2.53±0.83	2.26±0.83 ^a	1.85±0.89 ^b

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05, ^bP<0.01$

讨 论

大部分痉挛型偏瘫脑瘫患儿上肢受累重于下肢,不同程度的上肢功能障碍限制了患儿的日常生活、学习与娱乐休闲活动^[20]。本研究结果显示,2 组患儿经 3 个月和 6 个月治疗后 FMA 评分、PDMS-FM 总评分、抓握功能评分、视觉-运动整合评分均较组内治疗前明显提高,且治疗组治疗后的上述评分均优于对照组;但在降低 MAS 评分和 iEMG 值方面 2 组之间并没有区别,提示镜像视觉反馈训练可以改善痉挛型偏瘫脑瘫患儿的上肢运动及精细运动功能,但不能降低肌张力。

FMA 评估量表是目前较为公认且使用广泛的偏瘫患者运动功能评定方法,已被证明有很好的信度和效度。本研究采用 FMA 上肢部分评定患儿的上肢运动功能,与组内治疗前比较,2 组患儿的 FMA 评分均在治疗 3 个月和 6 个月后逐渐提高;组间比较还发现,治疗组在提高 FMA 评分方面明显优于对照组 ($P<0.05$),说明镜像视觉反馈训练可以提高痉挛型偏瘫脑瘫患儿的上肢运动功能,这与文献报道^[21]一致。

PDMS-FM 评分能够有效反映脑瘫儿童的精细运

动功能,故本研究采用 PDMS-FM 评定患儿的上肢精细运动功能。本研究结果显示,与组内治疗前比较,2 组患儿在治疗 3 个月和 6 个月后的 PDMS-FM 总评分、抓握功能评分、视觉-运动整合评分均逐渐提高;组间比较还发现,治疗组在提高 PDMS-FM 总评分、抓握功能评分、视觉-运动整合评分方面均明显优于对照组 ($P<0.05$),且在视觉-运动整合方面改善更为明显 ($P<0.001$),这与 Narimani 等^[22]的研究相符。考虑这种疗效上的差别可能是由于大部分脑瘫患儿同时存在姿势和肢体肌张力异常,手的运动功能受限较感觉输入受限更为严重,故而导致视觉-运动整合能力比抓握能力更容易提高。

MAS 操作简便易行,是目前临床上应用最为广泛的评定肌痉挛程度的方法,该方法用于上肢肌肉痉挛评定时具有较好的信度。本研究发现,与组内治疗前比较,2 组患儿的 MAS 评分均在治疗 3 个月和 6 个月后逐渐降低;但组间比较,治疗组与对照组对比差异无统计学意义。

表面肌电图是从皮肤表面通过电极引导记录下来的神经-肌肉系统活动时的生物电信号,具有简便、非侵入、无辐射、易实施、定量等优点。iEMG 可以反映肌张力的变化,iEMG 值与肌张力呈正相关^[23]。因患儿易哭闹紧张,配合度较差,故选取被动活动状态 iEMG 作为观察指标。本研究发现,与组内治疗前比较,2 组患儿的 iEMG 均在治疗 3 个月和 6 个月后逐渐降低;但组间比较,治疗组与对照组对比差异无统计学意义。这与 MAS 的评估一致,说明镜像视觉反馈训练并不能比常规康复治疗更有效改善肌张力。在康复治疗过程中对局灶性痉挛明显的偏瘫型脑瘫患儿可以酌情采用肉毒毒素注射等手段缓解痉挛,以期更好地提高疗效。

镜像视觉反馈训练的作用机制与镜像运动神经元系统关系密切,镜像神经元是一类特殊的神经元,在个体执行特定动作以及观察其它同类执行相同或相似动作时均会产生兴奋。由于运动前皮质区和视觉输入之间联系紧密,所以健侧肢体运动时产生的神经冲动,通过交互作用传导到患侧,诱导患侧皮质功能重组,从而促进肢体功能的恢复^[24-26]。本研究中,患儿在镜像视觉反馈训练后均未见明显不良反应,说明脑瘫患儿进行镜像视觉反馈训练是安全可行的。

综上所述,镜像视觉反馈训练能够有效改善痉挛型偏瘫脑瘫患儿的上肢整体运动功能和精细运动功能,适合在临床应用。然而,本研究的局限在于样本量偏少,康复治疗及随访时间较短,这有待于在今后的临床研究中不断增加样本量并进行长期随访。

参 考 文 献

- [1] Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral palsy: an overview[J]. Am Fam Physician, 2020, 101(4):213-220.
- [2] Novak I, Morgan C, Adde L, et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment[J]. JAMA Pediatr, 2017, 171(9):897-907. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2017.1689.
- [3] Novak I, Morgan C, Fahey M, et al. State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy[J]. Curr Neurol Neurosci Rep, 2020, 20(2):3. DOI:10.1007/s11910-020-1022-z.
- [4] Toovey R, Bernie C, Harvey AR, et al. Task-specific gross motor skills training for ambulant school-aged children with cerebral palsy: a systematic review[J]. BMJ Paediatr Open, 2017, 1(1):e78. DOI:10.1136/bmjpo-2017-000078.
- [5] Brandao MB, Mancini MC, Ferre CL, et al. Does dosage matter? A pilot study of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) dose and dosing schedule in children with unilateral cerebral palsy[J]. Phys Occup Ther Pediatr, 2018, 38(3):227-242. DOI: 10.1080/01942638.2017.1407014.
- [6] Dong VA, Fong KN, Chen YF, et al. 'Remind-to-move' treatment versus constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. Dev Med Child Neurol, 2017, 59(2):160-167. DOI:10.1111/dmcn.13216.
- [7] Kim JY, Kim JM, Ko EY. The effect of the action observation physical training on the upper extremity function in children with cerebral palsy[J]. J Exerc Rehabil, 2014, 10(3):176-183. DOI: 10.12965/jer.140114.
- [8] Mathevon L, Bonan I, Barnais JL, et al. Adjunct therapies to improve outcomes after botulinum toxin injection in children: A systematic review[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2019, 62(4):283-290. DOI: 10.1016/j.rehab.2018.06.010.
- [9] Simpson D, Ehrensberger M, Horgan F, et al. Unilateral dorsiflexor strengthening with mirror therapy to improve motor function after stroke: a pilot randomized study[J]. Physiother Res Int, 2019, 24(4):e1792. DOI:10.1002/pri.1792.
- [10] Weber LM, Nilsen DM, Gillen G, et al. Immersive virtual reality mirror therapy for upper limb recovery after stroke: a pilot study[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2019, 98(9):783-788. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001190.
- [11] 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, 63:208-220. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.05.017.
- [12] Perez-Cruzado D, Merchan-Baeza JA, Gonzalez-Sanchez M, et al. Systematic review of mirror therapy compared with conventional rehabilitation in upper extremity function in stroke survivors[J]. Aust Occup Ther J, 2017, 64(2):91-112. DOI:10.1111/1440-1630.12342.
- [13] Palomo-Carrion R, Zuñil-Escobar JC, Cabrera-Guerra M, et al. Mirror therapy and action observation therapy to increase the affected upper limb functionality in children with hemiplegia: a randomized controlled trial protocol[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(3):1051. DOI:10.3390/ijerph18031051.
- [14] 李晓捷,唐久来,马丙祥,等.脑性瘫痪的定义、诊断标准及临床分型[J].中华实用儿科临床杂志, 2014, 29(19):1520. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2014.19.024.
- [15] Feltham MG, Ledebt A, Bennett SJ, et al. The "mirror box" illusion: effect of visual information on bimanual coordination in children with spastic hemiparetic cerebral palsy[J]. Motor Control, 2010, 14(1):68-82. DOI:10.1123/mcj.14.1.68.
- [16] Hernandez ED, Galeano CP, Barbosa NE, et al. Intra- and inter-rater reliability of Fugl-Meyer Assessment of Upper Extremity in stroke[J]. J Rehabil Med, 2019, 51(9):652-659. DOI: 10.2340/16501977-2590.
- [17] 王素娟,李惠,杨红,等.Peabody 运动发育量表[J].中国康复理论与实践, 2006, 12(2):181-182. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2006.02.045.
- [18] Coburn JW, Housh TJ, Cramer JT, et al. Mechanomyographic and electromyographic responses of the vastus medialis muscle during isometric and concentric muscle actions[J]. J Strength Cond Res, 2005, 19(2):412-420. DOI:10.1519/15744.1.
- [19] 郭铁成,卫小梅,陈小红.改良 Ashworth 量表用于痉挛评定的信度研究[J].中国康复医学杂志, 2008, 23(10):906-909. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2008.10.013.
- [20] Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy[J]. Lancet, 2014, 383(9924):1240-1249. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8.
- [21] Park EJ, Baek SH, Park S. Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(11):3227-3231. DOI:10.1589/jpts.28.3227.
- [22] Narimani A, Kalantari M, Dalvand H, et al. Effect of mirror therapy on dexterity and hand grasp in children aged 9-14 years with hemiplegic cerebral palsy[J]. Iran J Child Neurol, 2019, 13(4):135-142.
- [23] Onishi H, Yagi R, Akasaka K, et al. Relationship between EMG signals and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2000, 10(1):59-67. DOI:10.1016/s1050-6411(99)00020-6.
- [24] 肖少华,吴夏静,代菁,等.镜像治疗联合运动想象治疗对脑梗死早期患者下肢运动及平衡功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(8):575-578. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.08.004.
- [25] Gandhi DB, Sterba A, Khatter H, et al. Mirror therapy in stroke rehabilitation: current perspectives[J]. Ther Clin Risk Manag, 2020, 16:75-85. DOI:10.2147/TCRM.S206883.
- [26] 刘旭东,郭华平,何曼,等.镜像视觉反馈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, 2019, 41(6):429-431. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.06.007.

(修回日期:2022-06-10)

(本文编辑:汪玲)