

正中神经重复外周磁刺激联合常规康复训练对痉挛型偏瘫患儿上肢和手功能的疗效分析

王 敏, 仇爱珍, 吴 野, 孟露露

基金项目: 徐州市卫生健康委科技项目(编号:XWKYHT20210539)

作者单位: 徐州市儿童医院康复科, 江苏 221000

第一作者: 王 敏, 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 痉挛型偏瘫上肢功能的康复治疗。E-mail: wm18796286423@126.com

通信作者: 吴 野, 在职研究生, 医学学士, 副主任医师, 研究方向: 痉挛型偏瘫上肢功能的康复治疗。E-mail: 82179545@qq.com

[摘要] **目的** 分析正中神经重复外周磁刺激(rPMS)联合常规康复训练对痉挛型偏瘫患儿上肢和手功能的疗效。**方法** 招募2022年6月至2023年6月徐州市儿童医院康复科收治的痉挛型偏瘫患儿61例。采用随机数字表法将其分为观察组(30例)和对照组(31例)。两组患儿均进行常规康复训练, 观察组在常规康复训练之前进行正中神经rPMS, 对照组在常规康复训练之前进行正中神经伪刺激。分别于治疗前、治疗4周后通过Caroll上肢功能测试(UEFT)、组块测试(BBT)和复旦中文版脑瘫幼儿手功能分级系统(Mini-MACS)对患儿上肢和手功能进行疗效评定。**结果** 与治疗前比较, 两组患儿治疗后抓握能力、协调性明显改善, 且UEFT总分、BBT评分显著提高, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。治疗后, 观察组抓握能力改善程度优于对照组, UEFT总分、BBT评分高于对照组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组治疗前后Mini-MACS分级比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 治疗后, 观察组Mini-MACS分级显著优于对照组($P < 0.05$)。**结论** 正中神经rPMS联合常规康复训练能有效改善痉挛型偏瘫患儿上肢和手功能。

[关键词] 痉挛型偏瘫; 正中神经重复外周磁刺激; 上肢运动功能障碍; 手功能

[中图分类号] R 742.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2024)03-0302-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2024.03.11

Analysis of the effect of median nerve repetitive peripheral magnetic stimulation combined with conventional rehabilitation training on upper limbs and hand function in pediatric patients with spastic hemiplegia WANG Min, QIU Aizhen, WU Ye, MENG Lulu. Department of Rehabilitation, Xuzhou Children's Hospital, Jiangsu 221000, China

[Abstract] **Objective** To analyze the effect of median nerve repetitive peripheral magnetic stimulation(rPMS) combined with conventional rehabilitation training on upper limbs and hand function in pediatric patients with spastic hemiplegia. **Methods** A total of 61 pediatric patients with spastic hemiplegia who were admitted to the Department of Rehabilitation of Xuzhou Children's Hospital from June 2022 to June 2023 were recruited. The pediatric patients were divided into observation group(30 cases) and control group(31 cases) by random number table method. The pediatric patients in both groups received conventional rehabilitation training. The observation group received median nerve rPMS before the conventional rehabilitation training, and the control group received median nerve magnetic pseudo-stimulation before the conventional rehabilitation training. Caroll Upper Extremity Functional Test(UEFT), Box and Block Test(BBT) and Fudan Infant Hand Function Assessment(Chinese version)—Mini-Manual Ability Classification System(Mini-MACS) were used to evaluate the effects of upper limbs and hand function in pediatric patients with spastic hemiplegia before treatment and 4 weeks after treatment, respectively. **Results** Compared with those before treatment, the grasping ability and coordination of the pediatric patients in the two groups were significantly improved after treatment, and their UEFT total scores and BBT scores were significantly elevated, and the differences were statistically significant($P < 0.05$). After treatment, the improvement of grasping ability in the observation group was better than that in the control group, and the UEFT total scores and BBT scores in the observation group were higher than those in the control group, and the

differences were statistically significant($P < 0.05$). There was no significant difference between pre-therapeutic Mini-MACS grading and post-therapeutic Mini-MACS grading in the two groups($P > 0.05$). After treatment, the Mini-MACS grading in the observation group was significantly better than that in the control group($P < 0.05$). **Conclusion** Median nerve rPMS combined with conventional rehabilitation training can effectively improve upper limbs and hand function in pediatric patients with spastic hemiplegia.

[**Key words**] Spastic hemiplegia; Median nerve repetitive peripheral magnetic stimulation; Upper limb motor dysfunction; Hand function

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP),简称脑瘫,我国小儿 CP 患病率为 2.46%^[1]。痉挛型是 CP 最常见的分型,痉挛型偏瘫约占痉挛型 CP 的 58.85%^[1]。在临床工作中,痉挛型偏瘫患儿上肢功能障碍以手功能障碍为主,表现为拇指内收、易握拳、垂腕和背屈受限等。手在大脑的代表区占比远远超过身体其他部位,所以手功能的康复最为困难,目前仍是 CP 患儿康复治疗的难题。目前,针对上肢及手功能的康复训练方法主要包括限制性诱导疗法、动作观察疗法、手-臂双侧强化训练和康复机器人等^[2-3]。这些康复治疗以训练为主,没有专门针对手功能的康复治疗方法,由于患儿年龄小,依从性及耐受性差,难以长期坚持。重复外周磁刺激(repetitive peripheral magnetic stimulation, rPMS)是对外周神经肌肉进行 rPMS 的一种新型康复方法,安全性较好^[4]。研究证实 rPMS 联合康复训练能改善脑卒中患者上肢功能障碍^[5]。目前, rPMS 治疗主要用于成人脑卒中患者,治疗靶点主要为肌肉。正中神经 rPMS 的刺激靶点是正中神经。研究发现对正中神经 rPMS 会引起健康成人大脑皮质兴奋性增加,手部灵巧性提升^[6]。目前尚未发现将正中神经 rPMS 用于治疗痉挛型偏瘫患儿上肢功能障碍的报道。鉴于此,本文将正中神经

rPMS 应用于痉挛型偏瘫患儿,旨在为痉挛型偏瘫患儿上肢及手功能的治疗提供临床参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 招募 2022 年 6 月至 2023 年 6 月徐州市儿童医院康复科收治的痉挛型偏瘫患儿 61 例。纳入标准:(1)符合《中国脑性瘫痪康复指南(2015)》^[7]中关于 CP 的诊断标准及临床分型。(2)年龄 2~4 岁。(3)粗大运动功能分级系统^[8](Gross Motor Function Classification System, GMFCS)为 I~II 级。(4)复旦中文版脑瘫幼儿手功能分级系统[Fudan Infant Hand Function Assessment (Chinese version)—Mini-Manual Ability Classification System (Mini-MACS)]^[9]为 III 级及以下。(5)认知功能正常,能听懂指令,依从性良好,完成全程治疗。(6)患侧手有抓握能力。排除标准:(1)伴有其他遗传性、代谢性疾病及严重并发症者。(2)上肢进行过矫形手术者。(3)6 个月内接受过肉毒素治疗者。(4)有癫痫病史者。采用随机数字表法将其分为观察组(30 例)和对照组(31 例),两组基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1,具有可比性。本研究获徐州市儿童医院医学伦理委员会批准(批号:2022-05-11-H11),研究对象监护人签署知情同意书。

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

组别	例数	性别		年龄 (岁)	GMFCS 分级		Mini-MACS 分级			偏瘫侧	
		男	女		I	II	I	II	III	左	右
观察组	30	19(63.33)	11(36.67)	3.87±0.33	26(86.67)	4(13.33)	0(0.00)	8(26.67)	22(73.33)	13(43.33)	17(56.67)
对照组	31	20(64.52)	11(35.48)	3.89±0.35	28(90.32)	3(9.68)	0(0.00)	7(22.58)	24(77.42)	10(32.26)	21(67.74)
$\nu/\chi^2/Z$		0.090		0.021	0.002			0.367		0.796	
P		0.923		0.932	0.963			0.713		0.372	

1.2 治疗方法 两组患儿均进行常规康复训练,包括作业训练和推拿。作业训练:治疗师对患儿进行一对一作业训练。首先对患儿进行功能障碍评估,根据评估结果制定个性化方案,训练内容以任务为导向,激发患儿主动参与性为主,主要包括上肢关节活动度训练、抓握能力训练、操作能力及日常生活能

力训练等。具体内容包括偏瘫侧拇指外展训练、肩腕及肘关节活动训练、拇指对指训练、前臂旋前旋后训练、捏小丸和搭积木等。0.5 h/次,3 次/d,5 d/周,连续 4 周。推拿:患儿取仰卧位,首先对患儿肩关节及上肢肌肉采用放松手法进行推拿,然后按揉肩井、臂臑、曲池、手三里等穴位。0.5 h/次,1 次/d,5 d/周,

连续4周。(1)观察组:在常规康复训练前进行正中神经 rPMS 治疗。选用武汉依瑞德医疗设备新技术有限公司生产的磁刺激神经调控治疗仪和儿童专用圆形线圈。患儿取坐位,将上肢置于治疗台上,保持治疗部位皮肤清洁。刺激部位为患侧正中神经-掌面腕横纹上2 cm,刺激强度为100% 阈值,刺激频率为20 Hz,刺激4 s,间隔11 s,共治疗20 min,1次/d,5 d/周,连续4周。(2)对照组:在常规康复训练前进行正中神经伪刺激。伪刺激时线圈工作能发出正常“啪嗒”声而无脉冲,其余同正中神经 rPMS 治疗。

1.3 疗效评定 由不了解分组情况和治疗内容的治疗师分别在治疗前、治疗4周后对患儿进行Caroll上肢功能测试(Caroll Upper Extremity Functional Test, UEFT)^[10]、组块测试(Box and Block Test, BBT)^[11]和复旦中文版Mini-MACS分级,并记录评定结果。(1)UEFT是目前公认的比较适合痉挛型偏瘫患儿上肢功能的评定方法。UEFT共有33个评定项目,主要评定抓握能力(块状抓握、柱状抓握、侧捏、对指捏)、协调性(放置物品、前臂旋前旋后)等,总分99分,得分越高说明上肢功能越好。(2)BBT用于评定手抓握的灵活性。患儿在60 s内将1 cm²的木块跨过15.2 cm高的分隔从盒子的一边移到另一边,记录移动的木块数。健侧手和患侧手各评2次,取平均值记为分数。(3)治疗师对痉挛型偏瘫患儿进

行复旦中文版Mini-MACS分级评定时,根据年龄和分级标准进行分级,以比较患儿治疗前后手功能。根据年龄进行分组:2岁组、3岁组、4岁组。预先设定与日常生活相关的适龄实物操作项目,2岁组使用杯子喝水、抓积木放入玩具桶中、使用勺子或逐页翻书等;3岁组拧开小瓶盖或在纸上画横竖线、画圆圈;4岁组解纽扣、在区域内涂色等。复旦中文版Mini-MACS分为Ⅰ~Ⅴ级:Ⅰ级,能成功且轻松地操作物体;Ⅱ级,与Ⅰ级比较,完成的速度和质量有所下降;Ⅲ级,操作物体困难,动作执行缓慢;Ⅳ级,只能简单操作易于控制的物体;Ⅴ级,不能操作物体。

1.4 统计学方法 应用SPSS 20.0统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组 t 检验,同组治疗前后比较采用配对 t 检验。计数资料以例数(百分率)[$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验。等级资料的组间比较采用秩和检验,同组治疗前后比较采用配对秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组治疗前后UEFT评分比较 与治疗前比较,两组患儿治疗后抓握能力、协调性明显改善,且UEFT总分显著提高,差异有统计学意义($P < 0.05$),治疗后,观察组抓握能力改善程度优于对照组,UEFT总分高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表2。

表2 两组治疗前后UEFT评分比较[($\bar{x} \pm s$),分]

组 别	例数	抓握能力		协调性		UEFT 总分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	30	14.73 ± 3.41	24.67 ± 2.87 *	6.97 ± 2.38	10.10 ± 1.77 *	21.70 ± 4.05	34.83 ± 3.24 *
对照组	31	14.16 ± 4.14	18.29 ± 3.16 *	7.16 ± 1.77	10.64 ± 1.76 *	21.35 ± 3.43	28.97 ± 3.19 *
t		0.588	8.237	0.363	1.206	0.359	7.116
P		0.559	<0.001	0.718	0.233	0.721	<0.001

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$

2.2 两组治疗前后BBT评分比较 与治疗前比较,两组患儿治疗后BBT评分显著提高($P < 0.05$),治疗后,观察组BBT评分显著高于对照组($P < 0.05$),见表3。

2.3 两组治疗前后复旦中文版Mini-MACS分级比较 两组治疗前后Mini-MACS分级比较差异无统计学意义($P > 0.05$),治疗后,观察组Mini-MACS分级显著优于对照组($P < 0.05$),见表4。

表3 两组治疗前后BBT评分比较[($\bar{x} \pm s$),分]

组 别	例数	治疗前	治疗后
观察组	30	6.53 ± 3.15	15.73 ± 3.99 *
对照组	31	6.71 ± 4.02	10.03 ± 3.15 *
t		0.190	6.199
P		0.850	<0.001

注:与同组治疗前比较,* $P < 0.05$

表 4 两组治疗前后复旦中文版 Mini-MACS 分级比较[*n*(%)]

组 别	例数	治疗前			治疗后		
		I	II	III	I	II	III
观察组	30	0(0.00)	8(26.67)	22(73.33)	2(6.67)	15(50.00)	13(43.33)
对照组	31	0(0.00)	7(22.58)	24(77.42)	0(0.00)	11(35.48)	20(64.52)
<i>Z</i>			0.367			2.433	
<i>P</i>			0.713			0.015	

3 讨论

3.1 目前,痉挛型偏瘫患儿上肢功能,尤其是手功能的康复仍是难题。rPMS 是一种治疗运动障碍患者外周神经肌肉的新型神经调控方式,具有安全、无侵入性等优点,可以通过无痛刺激穿透更深的结构,并产生肌肉收缩和感觉传入^[12]。本研究通过使用磁脉冲(非传统的电流)进行重复刺激,将正中神经作为 rPMS 的刺激靶点,目的是观察 rPMS 对正中神经能否像刺激肌肉那样起到相似的作用。本研究结果显示,观察组治疗后 UEFT 总分高于治疗前,且高于对照组,证实正中神经 rPMS 能改善痉挛型偏瘫患儿上肢功能。正中神经 rPMS 改善上肢功能的作用机制可能是:(1)通过顺行和逆行神经冲动的双向传导直接使运动和感觉神经纤维去极化从而产生神经信号;(2)在肌肉节律性收缩和松弛过程中间接激活本身的机械感受器从而产生神经信号。这两种神经信号传入中枢神经系统,激活并重塑中枢神经系统,从而发挥疗效^[13-14]。

3.2 脑损伤后患者会出现肌阵挛,持续的肌阵挛会造成患者关节僵硬和关节活动障碍^[15],由于痉挛型偏瘫患儿健侧上肢功能的过度代偿,往往会降低患侧上肢的使用,造成上肢功能尤其是手功能障碍越来越严重,对日常生活造成极大困扰。本研究结果显示,观察组治疗后复旦中文版 Mini-MACS 分级显著优于对照组,BBT 评分显著高于对照组,说明正中神经 rPMS 联合常规康复训练在改善痉挛型偏瘫患儿的手功能方面效果显著,而在上肢的协调性改善方面,两者疗效相当。由于患儿年龄小,配合度不高,本研究中反映手功能的指标主要是抓握能力,对于拇指外展等功能未作具体比较。

3.3 对偏瘫侧肢体进行 rPMS 可以诱导受损侧大脑额顶叶环路的激活,增加皮质运动兴奋性^[16],这些神经生理变化可以解释 rPMS 治疗后患者运动功能的改善。陈祚等^[17]发现右侧正中神经电刺激促醒疗法能通过激活右手运动及感觉功能相关脑区,兴奋

局部大脑皮质,产生促醒效应。Li 等^[18]发现外周电刺激患侧正中神经可改善脑卒中患者的患侧手功能。Jia 等^[6]将正中神经 rPMS 应用于正常健康成人,发现正中神经 rPMS 可提高皮质运动兴奋性,改善正常健康成人的手功能,在正中神经 rPMS 结束后 24 h 内仍然有效。本研究发现正中神经 rPMS 应用于年龄偏小的 CP 患儿中有一定疗效,为痉挛型偏瘫患儿上肢功能尤其是手功能的康复提供了新的治疗方案。

3.4 从贾杰^[19]的“中枢-外周-中枢”闭环康复理论来看,正中神经 rPMS 作为一种“外周干预”方式,是通过感觉运动系统向中枢神经系统不断输入刺激,进而激活脑部功能区。正中神经 rPMS 可以最大限度地平衡大脑左右半球的皮质兴奋性,且存在刺激后效应。在正中神经 rPMS 后进行康复训练能更好地强化患侧大脑半球的皮质功能重塑,从而提高康复治疗效果。因此,本研究将正中神经 rPMS 放在常规康复治疗前进行,目的是增加正中神经 rPMS 的后效应,提高康复效率。

综上所述,正中神经 rPMS 联合常规康复训练可明显改善痉挛型偏瘫患儿的上肢和手功能,且安全性较高,可在年龄偏小的 CP 患儿中推广使用。今后研究将进一步增加样本量,延长随访时间以及丰富实验设计,为痉挛型偏瘫患儿上肢和手功能的康复治疗提供更多的临床依据。

参考文献

[1] 李曉捷,邱洪斌,姜志梅,等. 中国十二省市小儿脑性瘫痪流行病学特征[J]. 中华实用儿科临床杂志,2018,33(5):378-383.

[2] 梁玉琼,李曉捷,朱琳. 改良强制诱导运动疗法和手-臂双侧强化训练对痉挛型偏瘫儿童上肢功能疗效对比研究[J]. 中国儿童保健杂志,2019,27(12):1313-1316.

[3] 娄普,李文霞,耿香菊,等. 上肢多关节机器人训练对痉挛型偏瘫脑瘫患儿上肢运动功能及日常生活活动能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2022,44(8):712-714.

[4] Kinoshita S, Ikeda K, Hama M, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation combined with intensive physical therapy for gait disturbance after hemorrhagic stroke: an open-label case series[J]. Int J Rehabil Res, 2020,43(3):235-239.

- [5] 李 阳,陈树耿,王传凯,等. 重复外周磁刺激对脑卒中患者上肢痉挛和运动功能的即刻影响[J]. 中国康复理论与实践,2018,24(12):1376-1379.
- [6] Jia Y, Liu X, Wei J, et al. Modulation of the corticomotor excitability by repetitive peripheral magnetic stimulation on the median nerve in healthy subjects[J]. Front Neural Circuits, 2021,15:616084.
- [7] 中国康复医学会儿童康复专业委员会,中国残疾人康复协会小儿脑性瘫痪康复专业委员会,《中国脑性瘫痪康复指南》编委会. 中国脑性瘫痪康复指南(2015)[J]. 中国实用乡村医生杂志,2015,22(22):12-19.
- [8] McDowell B. The Gross Motor Function Classification System—expanded and revised[J]. Dev Med Child Neurol, 2008,50(10):725.
- [9] 陆 恺,史 惟,翟 淳,等. 复旦中文版脑瘫幼儿手功能分级系统的信度和效度研究[J]. 中国循证儿科杂志,2017,12(6):410-415.
- [10] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 北京:人民卫生出版社,2012:358-359.
- [11] Araneda R, Ebner-Karestinos D, Paradis J, et al. Reliability and responsiveness of the Jebsen-Taylor Test of Hand Function and the Box and Block Test for children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2019,61(10):1182-1188.
- [12] Beaulieu LD, Massé-Alarie H, Brouwer B, et al. Noninvasive neurostimulation in chronic stroke: a double-blind randomized sham-controlled testing of clinical and corticomotor effects[J]. Top Stroke Rehabil, 2015,22(1):8-17.
- [13] Nito M, Katagiri N, Yoshida K, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation of wrist extensors enhances cortical excitability and motor performance in healthy individuals[J]. Front Neurosci, 2021,15:632716.
- [14] Veldema J, Bösl K, Nowak DA. Cortico-spinal excitability and hand motor recovery in stroke: a longitudinal study[J]. J Neurol, 2018,265(5):1071-1078.
- [15] 梁 辉,卢 英,刘夕霞,等. 脑卒中后肌痉挛治疗的研究进展[J]. 中国临床新医学,2019,12(11):1251-1254.
- [16] Beaulieu LD, Massé-Alarie H, Camiré-Bernier S, et al. After-effects of peripheral neurostimulation on brain plasticity and ankle function in chronic stroke: the role of afferents recruited[J]. Neurophysiol Clin, 2017,47(4):275-291.
- [17] 陈 祚,王 俭,王宝兰,等. 右侧正中神经电刺激促醒疗法对健康人脑功能影响的 fMRI 研究[J]. 中华物理医学与康复杂志,2019,41(2):91-95.
- [18] Li R, Lu J, Wang M, et al. Ultrasound-guided median nerve electrical stimulation to promote upper limb function recovery after stroke[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2022,2022:3590057.
- [19] 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.

[收稿日期 2023-10-11][本文编辑 余 军 蒋龙艳]

本文引用格式

王 敏,仇爱珍,吴 野,等. 正中神经重复外周磁刺激联合常规康复训练对痉挛型偏瘫患儿上肢和手功能的疗效分析[J]. 中国临床新医学,2024,17(3):302-306.