

重复性经颅磁刺激联合局部振动治疗 偏瘫型脑性瘫痪儿童疗效研究

李明娣¹, 梁冠军¹, 张大力¹, 张何威¹, 王维², 顾琴^{1*}

¹ 苏州大学附属儿童医院, 江苏 苏州 215003;

² 苏州大学附属第一医院, 江苏 苏州 215006

* 通信作者: 顾琴, E-mail: guqin_1972@163.com

收稿日期: 2023-07-05; 接受日期: 2023-09-22

基金项目: 苏州市民生科技项目(SYSD2020209)

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2023.06006



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

摘要 **目的:**探讨重复性经颅磁刺激(rTMS)联合局部振动(LVB)治疗对偏瘫型脑性瘫痪(HCP)儿童下肢痉挛、平衡功能和步态功能的影响。**方法:**选择2022年1—12月苏州大学附属儿童医院收治的HCP儿童66例,采用随机数字表法分为对照组、rTMS组和rTMS联合LVB组(联合组),每组22例。对照组接受常规康复治疗(包括物理因子治疗、痉挛肌牵伸训练、体位转移训练、站立平衡训练和步态训练等),30 min/次,1次/d,5 d/周,持续治疗12周。rTMS组在此基础上接受低频rTMS治疗,频率5 Hz、强度35%运动阈值(MT)、刺激时间10 s、序列间隔20 s,20 min/次,1次/d,5 d/周,持续治疗12周。联合组在rTMS组基础上接受LVB,振动频率15~20 Hz,位移<7 mm,10 min/次,1次/d,5 d/周,持续治疗12周。分别于治疗前后采用改良Ashworth痉挛评定量表(MAS)评估患儿小腿三头肌的痉挛程度;采用Fugl-Meyer平衡功能评定量表(FM-B)评估患儿平衡功能;采用Gait Watch三维步态分析系统评估患儿三维步态参数(步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲和患侧踝关节屈曲)。**结果:**与治疗前比较,rTMS组和联合组治疗后MAS评分均明显降低,FM-B评分和步态参数(步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲、患侧踝关节屈曲)均明显升高,差异有统计学意义($P<0.05$)。与对照组比较,rTMS组和联合组治疗后MAS评分均明显降低,FM-B评分、患侧步长和步速评分均明显升高($P<0.05$);与rTMS组比较,联合组治疗后MAS评分明显降低,FM-B评分和步态参数(步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲、患侧踝关节屈曲)均明显升高,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**rTMS联合LVB可有效改善HCP儿童下肢痉挛、平衡功能和步态功能,值得临床推广。

关键词 偏瘫型脑性瘫痪;重复性经颅磁刺激;局部振动治疗;痉挛;平衡功能;步态功能;儿童

偏瘫型脑性瘫痪(hemiplegic cerebral palsy, HCP)是常见的脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)类型之一,是足月产婴儿中最常见的脑瘫类型,是早产儿中第2常见的脑瘫类型^[1]。患儿一侧大脑运动皮质和皮质脊髓束受损,致使其对侧运动和感觉功能障碍,会不同程度影响患儿的粗大、精细运动功能发育。下肢痉挛常常会影响患儿运动功能和日常生活,平衡功能不佳、步态不良的问题也会随着身高和体质量的增加而加重^[2]。因此,尽早针对HCP儿

童开展有效康复治疗是减轻下肢痉挛程度和改善预后的关键。

目前,临床上针对痉挛的治疗方式常以药物治疗和肉毒毒素注射为主。近年来,非药物疗法在改善儿童或成人的功能障碍以及改善肌肉痉挛应用的研究越来越多。重复性经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)和局部振动(local vibration, LVB)治疗就是非药物疗法的主要代表。rTMS通过一个固定线圈磁场产生局灶性

引用格式:李明娣,梁冠军,张大力,等.重复性经颅磁刺激联合局部振动治疗偏瘫型脑性瘫痪儿童疗效研究[J].康复学报,2023,33(6):515-520.

LI M D, LIANG G J, ZHANG D L, et al. Therapeutic effect of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with local vibration therapy on children with hemiplegic cerebral palsy [J]. Rehabil Med, 2023, 33(6): 515-520.

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2023.06006

感应电流,具有调节大脑皮质兴奋性的作用。有研究显示,低频rTMS对儿童偏瘫上肢功能改善具有较好的治疗作用^[3],常用作临床辅助治疗之一。LVB是一种无创、经济、有效的治疗肌肉痉挛的设备^[4],利用振动治疗仪的振动作用,可有效缓解痉挛、调整本体感觉^[5];也可以减轻脑损伤患者肢体痉挛和偏侧忽略,改善步行功能等^[6]。但LVB技术缓解肌肉痉挛的效果维持时间短暂,治疗停止后,患儿一旦行走过多,可能再次出现肌肉痉挛,从而影响运动功能和步态表现。本研究尝试采用rTMS联合LVB治疗HCP儿童,取得良好疗效。

1 临床资料

1.1 病例选择标准

1.1.1 诊断标准 符合《中国脑性瘫痪康复指南(2015):第一部分》^[7]有关HCP的诊断标准及临床分型,并经MRI或头颅CT检查证实仅一侧大脑半球存在局灶性脑损伤。

1.1.2 纳入标准 ① 年龄30~48月龄;② 患儿能独立步行,粗大运动功能分级(gross motor function classification system, GMFCS)为I级;③ 偏瘫侧下肢改良Ashworth痉挛分级(modified Ashworth scale, MAS)≤II级;④ 患儿认知功能佳,可理解简单指令;⑤ 家长配合,自愿签署知情同意书。

1.1.3 排除标准 ① 下肢接受过矫形手术;② 有癫痫发作史;③ 合并前庭、小脑等其他感觉功能障碍;④ 联合使用其他降张力治疗手段。

1.1.4 中止和脱落标准 ① 患儿在方案实施期间自行退出;② 患儿依从性不佳,无法配合完成全程治疗。

1.2 一般资料

选择2022年1—12月苏州大学附属儿童医院康复科收治的HCP儿童66例。采用随机数字表法分为对照组、rTMS组和rTMS联合LVB组(联合组),每组22例。3组性别、年龄及偏瘫侧等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表1。本研究方案经苏州大学附属儿童医院伦理管理委员会审批通过(审批号:2020CS065)。

表1 3组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data in three groups

| 组别 | 例数 | 性别 | | 年龄/($\bar{x}\pm s$,月) | 偏瘫侧 | |
|-------|----|----|----|-------------------------|-----|----|
| | | 男 | 女 | | 左 | 右 |
| 对照组 | 22 | 11 | 11 | 35.57±9.71 | 11 | 11 |
| rTMS组 | 22 | 10 | 12 | 37.35±10.94 | 11 | 11 |
| 联合组 | 22 | 11 | 11 | 36.22±10.61 | 12 | 10 |

2 方法

2.1 治疗方法

2.1.1 对照组 对照组接受常规康复治疗,主要包括物理因子治疗、痉挛肌牵伸训练、体位转移训练、站立平衡训练和步态训练等,30 min/次,1次/d,5 d/周,持续治疗12周。

2.1.2 rTMS组 在对照组基础上进行rTMS治疗。rTMS治疗时采用rTMS治疗仪(丹麦丹迪公司,型号:MagPro R30),选择MCF-B65型号水冷却圆形线圈,线圈内径7.5 cm。刺激时,患儿取舒适卧位或坐位,使线圈正中对准患儿健侧脑皮质运动区(M1区),记录电极放在上肢的拇短展肌肌腹处,记录运动诱发电位(motor evoked potentials, MEP)。治疗过程中调整线圈的最佳位置以获得最大MEP波幅。以5次刺激中有3次及以上能引起对侧拇短展肌≥100 μV运动电位的最小刺激强度为运动阈值(motor threshold, MT)。rTMS治疗参数为:频率5 Hz、强度35% MT、刺激时间10 s、序列间隔20 s。rTMS治疗20 min/次,1次/d,5 d/周,持续治疗12周。

2.1.3 联合组 在rTMS组基础上进行LVB治疗。LVB治疗采用LVB治疗仪(日本松下公司,型号:EV2610),振动治疗前,将振动治疗仪置于患儿前臂,让患儿感受正常的振动感觉。治疗时,患儿取俯卧位或舒适侧卧位,患儿髋关节、膝关节和踝关节置于伸展位,进行局部振动治疗。首先,将LVB治疗仪振动头无压力置于患侧小腿三头肌,沿肌肉走行治疗4 min;然后在小腿三头肌肌腹丰厚处固定振动1 min,重复进行1次,振动频率15~20 Hz,位移<7 mm,10 min/次,1次/d,5 d/周,持续治疗12周。

2.2 观察指标

分别于治疗前后由2名评估人员进行以下指标评估,对评估人员设盲,评估人员不清楚患儿分组治疗情况,评估后各项指标取其均值。

2.2.1 痉挛程度 采用MAS评估2组患儿小腿三头肌的痉挛程度。MAS是临床常用的痉挛程度分级量表,评定方法便捷,具有良好的评定者间信度^[8]。按照被动活动时,肢体的抵抗程度可分为0级、I级、I+级、II级、III级、IV级6个等级,分别赋予0~5分。评分越高表示痉挛程度越严重。

2.2.2 平衡功能 采用Fugl-Meyer平衡功能评定(balance subscale of Fugl-Meyer test, FM-B)量表评估患儿平衡功能。FM-B量表共包含7项检查,每项

分值0~2分,总分14分。得分越高表示患儿平衡功能越好^[9]。

2.2.3 步态参数 采用Gait Watch三维步态分析系统(章和智能公司)评估患儿三维步态参数^[10]。该系统借助多关节无线传感装置,通过步态分析软件实时采集患者运动时下肢各关节的空间运动参数(步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲和患侧踝关节屈曲),并以三维骨骼动画形式记录,对步行规律进行客观分析,实现精准的数字化步态分析。

2.3 统计学方法

采用SPSS 25.0统计软件进行数据分析。计量资料符合正态分布采用 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,组内比较采用配对样本 t 检验;组间比较采用单因素方差分析,方差齐组间两两比较采用LSD- t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

3 结果

3.1 3组治疗前后MAS评分比较

与治疗前比较,rTMS组和联合组治疗后MAS评分均明显降低,差异具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组比较,rTMS组和联合组治疗后MAS评分均明显降低,差异具有统计学意义($P<0.05$)。与rTMS组比较,联合组治疗后MAS评分明显降低,差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

表2 3组治疗前后MAS评分比较 $(\bar{x}\pm s)$ 分

| 组别 | 例数 | 治疗前 | 治疗后 |
|-------|----|-----------|-----------------------------|
| 对照组 | 22 | 2.17±0.66 | 1.95±0.47 |
| rTMS组 | 22 | 2.19±0.82 | 1.61±0.24 ¹⁾²⁾ |
| 联合组 | 22 | 2.16±0.69 | 1.27±0.33 ¹⁾²⁾³⁾ |

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与对照组比较,2) $P<0.05$;与rTMS组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the control group, 2) $P<0.05$; compared with the rTMS group, 3) $P<0.05$ 。

3.2 3组治疗前后FM-B评分比较

与治疗前比较,rTMS组和联合组治疗后FM-B评分均明显升高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组比较,rTMS组和联合组治疗后FM-B评分均明显升高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。与rTMS组比较,联合组治疗后FM-B评分明显升高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表3。

表3 3组治疗前后FM-B评分比较 $(\bar{x}\pm s)$ 分

Table 3 Comparison of FM-B score in three groups

| 组别 | 例数 | 治疗前 | 治疗后 |
|-------|----|------------|------------------------------|
| 对照组 | 22 | 10.05±2.49 | 10.63±2.72 |
| rTMS组 | 22 | 10.63±2.56 | 12.19±2.03 ¹⁾²⁾ |
| 联合组 | 22 | 10.07±2.64 | 13.65±2.14 ¹⁾²⁾³⁾ |

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与对照组比较,2) $P<0.05$;与rTMS组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the control group, 2) $P<0.05$; compared with the rTMS group, 3) $P<0.05$ 。

3.3 3组治疗前后步态参数比较

与治疗前比较,3组治疗后步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲、患侧踝关节屈曲均明显升高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组比较,rTMS组步速和患侧步长均明显升高($P<0.05$),联合组治疗后步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲、患侧踝关节屈曲均明显升高($P<0.05$);与rTMS组比较,联合组治疗后步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲、患侧踝关节屈曲均明显升高,差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表4。

4 讨论

4.1 rTMS联合LVB治疗可以改善HCP儿童下肢痉挛

本研究结果显示,与对照组、rTMS组比较,联合组治疗后MAS评分明显更低,提示rTMS联合LVB治疗对降低HCP儿童下肢痉挛的效果更明显。这与任露等^[11]研究结果一致。可能与以下因素有关:

- ① 由于病变侧大脑皮质功能受损,偏瘫患儿两侧大脑半球间功能失衡,患侧大脑皮质功能受健侧大脑抑制^[12],rTMS治疗使患侧半球对患侧肢体易化作用得到加强,从而降低肌张力^[13]。这与NARDONE等^[14]研究发现rTMS对HCP儿童皮质脊髓束活动、功能连通性和临床痉挛有治疗作用的结果相似。
- ② LVB是一种借助于机械振动刺激肌肉的本体感受器,可激活初级Ia肌梭和高尔基肌腱器官,诱发反射通路的突触前抑制增加,使相互抑制和反复抑制发生改变,起到降低肌张力的效果^[15]。师昉等^[16]、MOREAU等^[17]研究发现LVB治疗可有效促进脑损伤偏瘫或脑瘫儿童肢体运动障碍患者肢体痉挛水平降低,促进运动功能恢复。rTMS和LVB两者通过调整大脑皮质兴奋性和脊髓反射通路,起到相互叠加的效果,有助于重塑神经网络,易化部分患侧运动通路,从而起到缓解肌肉痉挛的效果。

表4 3组治疗前后步态参数评分比较($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Comparison of Gait Watch score in three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 例数 | 时间 | 步速/(cm/s) | 患侧步长/cm | 患侧髋关节屈曲/° | 患侧膝关节屈曲/° | 患侧踝关节屈曲/° |
|-------|----|-----|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 对照组 | 22 | 治疗前 | 40.06±8.28 | 35.24±6.64 | 26.20±5.18 | 46.14±8.71 | 4.25±1.67 |
| | | 治疗后 | 45.31±8.91 ¹⁾ | 39.21±6.3 ¹⁾ | 29.79±6.31 ¹⁾ | 51.88±9.23 ¹⁾ | 5.43±2.18 ¹⁾ |
| rTMS组 | 22 | 治疗前 | 41.15±9.33 | 36.19±6.32 | 27.07±6.34 | 46.52±9.03 | 4.29±1.68 |
| | | 治疗后 | 50.92±9.49 ¹⁾²⁾ | 43.48±7.26 ¹⁾²⁾ | 32.16±7.85 ¹⁾ | 52.49±10.12 ¹⁾ | 6.39±2.21 ¹⁾ |
| 联合组 | 22 | 治疗前 | 42.15±9.19 | 38.22±6.76 | 27.10±6.82 | 47.10±9.11 | 4.52±1.83 |
| | | 治疗后 | 56.95±10.03 ¹⁾²⁾³⁾ | 48.72±8.73 ¹⁾²⁾³⁾ | 37.39±7.74 ¹⁾²⁾³⁾ | 58.78±10.09 ¹⁾²⁾³⁾ | 7.91±2.72 ¹⁾²⁾³⁾ |

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与对照组比较,2) $P<0.05$;与rTMS组比较,3) $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the control group, 2) $P<0.05$; compared with the rTMS group, 3) $P<0.05$.

4.2 rTMS联合LVB治疗可以改善HCP儿童平衡功能

本研究结果显示,与对照组和rTMS组比较,联合组治疗后FM-B评分明显更高,提示rTMS联合LVB治疗可更有效改善HCP儿童平衡功能。这与张伟等^[18]研究结果一致。可能与以下因素有关:①低频rTMS可以通过改变神经元膜的极性,诱导健侧半球皮质产生长期抑制样可塑性^[19],促进大脑重新建立两侧皮质功能的平衡^[20]。有研究表明,低频rTMS可有效改善偏瘫患者肢体平衡和运动功能^[21]。rTMS具有长期抑制样可塑性的优势,这使得rTMS更容易与其他方法联合^[22]。李新剑等^[23]研究发现,低频rTMS联合康复训练可以促进脑瘫儿童平衡和运动功能改善。②LVB产生的感觉信号同时到达初级躯体感觉和初级运动皮层^[24],以一种分离的方式传递到大脑皮层^[25],改变肌梭传入纤维末梢的兴奋性,使潜在的运动单位进一步激活,以改善本体感觉和神经系统功能,促进患者平衡和运动功能恢复^[26-27]。

4.3 rTMS联合LVB治疗可以改善HCP儿童步态功能

本研究结果显示,与对照组和rTMS组比较,联合组治疗后步速、患侧步长、患侧髋关节屈曲、患侧膝关节屈曲、患侧踝关节屈曲均明显升高。提示rTMS联合LVB治疗可以有效改善HCP儿童的步态功能。可能与以下因素有关:①HCP儿童小腿三头肌的痉挛程度和平衡功能对步行能力有较大的影响^[28]。rTMS联合LVB可改善由于肌肉痉挛所导致的肌肉延展性降低的问题,提高步行时髋、膝、踝关节的屈曲角度。这与鲍赛荣等^[29]研究结果一致。②步速和步长是衡量步行功能的重要指标^[30]。步

速与平衡功能相关,平衡功能越好,步速越快,两侧步长越对称^[31]。此外,髋、膝、踝关节的关节活动度对患儿步态有直接影响。步长受髋关节和踝关节屈曲范围影响,步速、两侧步长一致性受膝关节屈曲范围影响^[32]。临床上经常发现偏瘫患儿站立或行走时会减少患侧支撑负重的时间,患侧步长明显短于健侧。由于小腿三头肌痉挛,偏瘫患儿踝关节屈曲角度不足,步行时患侧足廓清能力不足,患儿常采用划圈步态或过度屈曲膝关节等代偿机制,使得步速减慢。本研究采用rTMS联合LVB治疗HCP儿童,可以促使中枢神经系统发出调节指令,更多潜在的运动单位被激活,患侧肢体在实际的运动中能够募集到更多的运动单位,使患侧下肢在步行时做出更多的支撑,也更好地控制身体平衡性,从而改善HCP儿童步态功能^[33]。这与LEE和CHON等^[34]研究结果一致。

5 小结

rTMS联合LVB治疗可以降低HCP儿童肢体肌张力,缓解痉挛,改善平衡功能和步态功能,值得临床推广使用。但由于本研究仍存在一些不足之处,如样本量偏小、观察时间较短,缺乏随访等。下一步研究将扩大样本量、延长观察时间、开展出院后随访等,为rTMS联合LVB治疗改善HCP儿童下肢痉挛、平衡功能和步态功能提供依据。

参考文献

- [1] 李西野,李梦晓,黄彬洋,等. 脑瘫儿童流行病学及康复现状的调查分析[J]. 中国当代医药, 2021, 28(33): 176-179.
LI X Y, LI M X, HUANG B Y, et al. Investigation and analysis of epidemiology and rehabilitation status of children with cerebral palsy [J]. China Mod Med, 2021, 28(33): 176-179.
- [2] 颜华,张惠佳,李惠枝,等. 肌电生物反馈电刺激治疗偏瘫型脑

- 瘫下肢运动功能障碍的疗效观察[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17(10):986-989.
- YAN H, ZHANG H J, LI H Z, et al. Observation on the therapeutic effect of EMG biofeedback electrical stimulation on motor dysfunction of lower limbs in hemiplegic cerebral palsy [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2011, 17(10):986-989.
- [3] 梁冠军, 顾琴, 李明娣, 等. 重复经颅磁刺激联合强制性诱导疗法对偏瘫型脑瘫患儿上肢功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(6):515-518.
- LIANG G J, GU Q, LI M D, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation can improve the effectiveness of constraint-induced movement therapy for hemiplegic [J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2020, 42(6):515-518.
- [4] NARO A, LEO A, RUSSO M, et al. Breakthroughs in the spasticity management: are non-pharmacological treatments the future? [J]. J Clin Neurosci, 2017, 39:16-27.
- [5] 季宇宏, 吉媛红, 孙宝东. 针刺联合重复经颅磁刺激对脾肾虚弱证痉挛型脑瘫患儿运动功能及脑血流动力学的影响[J]. 针刺研究, 2019, 44(10):757-761.
- JI Y H, JI Y H, SUN B D. Effect of acupuncture combined with repetitive transcranial magnetic stimulation on motor function and cerebral hemodynamics in children with spastic cerebral palsy with spleen-kidney deficiency [J]. Acupunct Res, 2019, 44(10):757-761.
- [6] CASALE R. Focal, local or segmental vibration? [J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2015, 51(4):507-508.
- [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):第一部分[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(7):747-754.
- Pediatric Rehabilitation Professional Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine, Cerebral Palsy Rehabilitation Professional Committee for Pediatric of China Association for Rehabilitation of the Handicapped, Compiling Committee of Guidelines for Rehabilitation of Cerebral Palsy in China. Guidelines for rehabilitation of cerebral palsy in China (2015): part I [J]. Chin J Rehabil Med, 2015, 30(7):747-754.
- [8] 杨林萍, 蔡方成. 儿童中枢性磁运动诱发电位的研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2001, 23(3):166-169.
- YANG L P, CAI F C. Development of motor evoked potentials induced by transcranial magnetic stimulation in children [J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2001, 23(3):166-169.
- [9] 王玉龙. 康复功能评定学[M]. 3版. 北京:人民卫生出版社, 2018:194-214.
- WANG Y L. Rehabilitation evaluation and assessment [M]. 3rd Ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018:194-214.
- [10] RECH K D, SALAZAR A P, MARCHESE R R, et al. Fugl-meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(1):104463.
- [11] 任露, 高畅, 沈小雨. 重复经颅磁刺激联合脑循环治疗仪对痉挛型脑瘫患儿全身运动功能、脑血流动力学的影响[J]. 中国康复, 2023, 38(3):153-158.
- REN L, GAO C, SHEN X Y. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with cerebral circulation therapeutic instrument on systemic motor function and cerebral hemodynamics in children with spastic cerebral palsy [J]. Chin J Rehabil, 2023, 38(3):153-158.
- [12] CORTI M, PATTEN C, TRIGGS W. Repetitive transcranial magnetic stimulation of motor cortex after stroke: a focused review [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2012, 91(3):254-270.
- [13] DIONÍSIO A, DUARTE I C, PATRÍCIO M, et al. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation for stroke rehabilitation: a systematic review [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2018, 27(1):1-31.
- [14] NARDONE R, SEBASTIANELLI L, FERRAZZOLI D, et al. Brain functional reorganization in children with hemiplegic cerebral palsy: assessment with TMS and therapeutic perspectives [J]. Neurophysiol Clin, 2021, 51(5):391-408.
- [15] SEO H G, OH B M, LEIGH J H, et al. Effect of focal muscle vibration on calf muscle spasticity: a proof-of-concept study [J]. PM R, 2016, 8(11):1083-1089.
- [16] 师昉, 李福亮, 吕泽平. 局部振动治疗仪对偏瘫患者下肢痉挛及三维步态参数的效果研究[J]. 中国医药导报, 2020, 17(29):119-122.
- SHI F, LI F L, LYU Z P. Effect of local vibration therapeutic apparatus on lower limb spasticity and three-dimensional gait parameters in patients with hemiplegia [J]. China Med Her, 2020, 17(29):119-122.
- [17] MOREAU N G, BODKIN A W, BJORNSON K, et al. Effectiveness of rehabilitation interventions to improve gait speed in children with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis [J]. Phys Ther, 2016, 96(12):1938-1954.
- [18] 张伟, 李瑞青, 谷玉静, 等. 局部振动与体外冲击波治疗对脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌痉挛和步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(4):318-323.
- ZHANG W, LI R Q, GU Y J, et al. Effects of local vibration and extracorporeal shock wave therapy on triceps spasticity and the walking ability of hemiplegic stroke survivors [J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2022, 44(4):318-323.
- [19] LEO A, NARO A, MOLONIA F, et al. Spasticity management: the current state of transcranial neuromodulation [J]. PM R, 2017, 9(10):1020-1029.
- [20] GENTNER R, WANKERL K, REINSBERGER C, et al. Depression of human corticospinal excitability induced by magnetic *Theta*-burst stimulation: evidence of rapid polarity-reversing metaplasticity [J]. Cereb Cortex, 2008, 18(9):2046-2053.
- [21] DADASHI F, LOTFIAN M, RAFINEENAZARI Z, et al. Does repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) have therapeutic effects on dynamic balance of children with cerebral palsy? [C]// 2019 41st Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. Berlin, Germany: IEEE, 2019:425-428.
- [22] GATZINSKY K, BERGH C, LILJEGREN A, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the primary motor cortex in management of chronic neuropathic pain: a systematic review [J]. Scand J Pain, 2020, 21(1):8-21.
- [23] 李新剑, 仇爱珍, 金鑫, 等. 重复经颅磁刺激联合康复训练治疗

- 对促进脑瘫患儿运动功能发育与智力提高的作用[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2015, 18(23): 17-19.
- LI X J, QIU A Z, JIN X, et al. Effect of improvement of intellect and motor function of children with cerebral palsy treated by repetitive transcranial magnetic stimulation combined with rehabilitation training [J]. Chin J Pract Nerv Dis, 2015, 18(23): 17-19.
- [24] ZACKOWSKI K M, DROMERICK A W, SAHRMANN S A, et al. How do strength, sensation, spasticity and joint individuation relate to the reaching deficits of people with chronic hemiparesis? [J]. Brain, 2004, 127(5): 1035-1046.
- [25] SOURON R, BAUDRY S, MILLET G Y, et al. Vibration-induced depression in spinal loop excitability revisited [J]. J Physiol, 2019, 597(21): 5179-5193.
- [26] ROCCHI L, SUPPA A, LEODORI G, et al. Plasticity induced in the human spinal cord by focal muscle vibration [J]. Front Neurol, 2018, 9: 935.
- [27] HAMEED M Q, DHAMNE S C, GERSNER R, et al. Transcranial magnetic and direct current stimulation in children [J]. Curr Neurol Neurosci Rep, 2017, 17(2): 11.
- [28] FERREIRA L A, NETO H P, GRECCO L A, et al. Effect of ankle-foot orthosis on gait velocity and cadence of stroke patients: a systematic review [J]. J Phys Ther Sci, 2013, 25(11): 1503-1508.
- [29] 鲍赛荣, 廖迪, 张其明, 等. 分散式体外冲击波对脑卒中患者下肢痉挛及三维步态参数的效果研究[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(12): 1423-1430.
- BAO S R, LIAO D, ZHANG Q M, et al. Effect of extracorporeal shock wave on lower limb spasm and three-dimensional gait parameters in stroke patients [J]. Chin J Rehabil Med, 2019, 34(12): 1423-1430.
- [30] HUTIN E, PRADON D, BARBIER F, et al. Walking velocity and lower limb coordination in hemiparesis [J]. Gait Posture, 2012, 36(2): 205-211.
- [31] QUAN M H, XUN P C, WANG R, et al. Walking pace and the risk of stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies [J]. J Sport Health Sci, 2020, 9(6): 521-529.
- [32] 恽晓平. 康复疗法评定学[M]. 2版. 北京: 华夏出版社, 2014: 239-282.
- YUN X P. Evaluation and assessment for rehabilitation therapy [M]. 2nd Ed. Beijing: Huaxia Publishing House, 2014: 239-282.
- [33] YIN L, AN Y, CHEN X, et al. Local vibration therapy promotes the recovery of nerve function in rats with sciatic nerve injury [J]. J Integr Med, 2022, 20(3): 265-273.
- [34] LEE B K, CHON S C. Effect of whole body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled experimenter-blinded study [J]. Clin Rehabil, 2013, 27(7): 599-607.

Therapeutic Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Combined with Local Vibration Therapy on Children with Hemiplegic Cerebral Palsy

LI Mingdi¹, LIANG Guanjun¹, ZHANG Dali¹, ZHANG Hewei¹, WANG Wei², GU Qin^{*}

¹ Children's Hospital of Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215003, China;

² First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215006, China

*Correspondence: GU Qin, E-mail: guqin_1972@163.com

ABSTRACT Objective: To observe the effect of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) combined with local vibration (LVB) therapy on lower limb spasticity, balance function and gait function in children with hemiplegic cerebral palsy (HCP). **Methods:** A total of 66 children with HCP, who were treated in the Children's Hospital of Soochow University from January 2022 to December 2022 were randomly divided into control group, rTMS group and combined group, with 22 cases in each group. The control group received routine rehabilitation training (physical modality therapy, spasmodic muscle stretching training, postural transfer training, standing balance training and gait training, etc), 30 minutes a time, once a day, five days a week, lasting for twelve weeks. The rTMS group received low-frequency rTMS treatment additionally, with a frequency of five Hz and a stimulation intensity of 35% motor threshold (MT), the stimulation time of 10 s, and the interval of 20 s, 20 minutes a time, once a day, five days a week, lasting for 12 weeks. The combined group received LVB therapy in addition to the treatment of the rTMS group, and the vibration frequency was set to 15-20 Hz, within seven mm displacement, 10 minutes a time, once a day, five days a week, lasting for 12 weeks. Before and after treatment, the modified Ashworth scale (MAS) was used to evaluate the muscle tone; the balance subscale of Fugl-Meyer test (FM-B) was used to evaluate the balance function, and the Gait Watch three-dimensional gait analysis system was used to evaluate the three-dimensional gait parameters (stride speed, stride length, hip flexion, knee flexion and ankle flexion of the affected side). **Results:** Compared with that before treatment, MAS scores of the rTMS group and the combined group after treatment decreased significantly, the FM-B scores and gait parameters (stride speed, stride length, hip flexion, knee flexion and ankle flexion of the affected side) increased significantly, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the control group, MAS scores of the rTMS group and the combined group after treatment decreased significantly, FM-B score, stride length and stride speed increased significantly ($P < 0.05$); compared with the rTMS group, MAS score of the combined group after treatment decreased significantly, FM-B score and gait parameters (stride speed, stride length, hip flexion, knee flexion and ankle flexion of the affected side) increased significantly, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** The rTMS combined with LVB therapy can effectively improve the lower limb spasticity, balance function and gait function of children with HCP, which is recommended for clinical application.

KEY WORDS hemiplegic cerebral palsy; repetitive transcranial magnetic stimulation; local vibration therapy; spasm; balance function; gait function; children

DOI:10.3724/SP.J.1329.2023.06006