

• 临床研究 •

低频重复经颅磁刺激联合悬吊训练对痉挛型偏瘫脑瘫患儿的影响

全国圣^{1,2}, 王淑婷², 李建飞², 郝赛², 魏然², 苑爱云², 侯梅², 柏广涛³

1. 青岛大学, 山东 青岛 266071; 2. 青岛大学附属妇女儿童医院, 山东 青岛 266000; 3. 青岛大学附属医院

摘要: **目的** 探讨低频重复经颅磁刺激(LF-rTMS)联合悬吊训练(SET)对痉挛型偏瘫脑瘫患儿的影响,为痉挛型偏瘫脑瘫患儿的康复治疗提供参考依据。**方法** 选取 2024 年 1—11 月在青岛大学附属妇女儿童医院治疗的 60 例痉挛型偏瘫脑瘫患儿,按随机数字表法分为对照组、SET 组和联合组,每组各 20 例。对照组接受常规康复治疗,SET 组在对照组基础上接受 SET,联合组在 SET 组基础上接受 LF-rTMS,三组均治疗 4 周。治疗前、治疗 4 周后,采用粗大运动功能测试量表(GMFM-88)D 区(站立)、E 区(走、跑和跳)、Peabody 精细运动发育量表 2(PDMS-2 FM)、Berg 平衡量表(BBS)对三组患儿进行评定,同时采用肱二头肌、肱三头肌、股直肌、胫骨前肌及腹横肌的均方根值(RMS)为表面肌电的主要观察指标。**结果** 治疗 4 周后,三组患儿 GMFM-88 D 区、E 区、BBS 评分及各靶肌肉 RMS 均较治疗前显著改善($P < 0.01$),联合组与 SET 组 PDMS-2 FM 评分高于治疗前($P < 0.01$);组间比较,联合组 GMFM-88 D 区和 E 区评分($F = 9.124, 9.422$)、PDMS-2 FM 评分($F = 9.835$)、BBS 评分($F = 9.019$)优于对照组和 SET 组($P < 0.05$),肱二头肌、肱三头肌、股直肌、胫骨前肌的表面肌电 RMS($F = 10.855, 11.341, 29.272, 27.940$)改善均显著优于对照组和 SET 组($P < 0.05$),联合组和 SET 组腹横肌的表面肌电 RMS 改善显著优于对照组($F = 43.100, P < 0.01$)。**结论** LF-rTMS 联合 SET 能有效提高痉挛型偏瘫脑瘫患儿的粗大运动功能和精细运动功能、改善平衡功能,可尝试在临床推广。

关键词: 低频重复经颅磁刺激; 悬吊训练; 痉挛型偏瘫; 脑瘫

中图分类号: R179

文献标识码: A

文章编号: 1008-6579(2025)09-1015-05

doi: 10.11852/zgetbjzz2025-0094

Effect of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation combined with sling exercise training on children with spastic hemiplegic cerebral palsy

JIN Guosheng^{1,2}, WANG Shuting², LI Jianfei², HUAN Sai², WEI Ran², YUAN Aiyun², HOU Mei², BAI Guangtao³

1. Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China; 2. Women's and Children's Hospital,

Qingdao University, Qingdao, Shandong 266000, China; 3. The Affiliated Hospital of Qingdao University

Corresponding author: BAI Guangtao, E-mail: guangtao217@163.com

Abstract: **Objective** To investigate the therapeutic effects of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (LF-rTMS) combined with suspension exercise therapy (SET) in children with spastic hemiplegic cerebral palsy (CP), in order to provide evidence for rehabilitation strategies. **Methods** Sixty children with spastic hemiplegic CP treated at Women's and Children's Hospital, Qingdao University between January and November 2024 were enrolled in this study, and were randomly assigned to control group (conventional rehabilitation, $n = 20$), SET group (control treatment + SET, $n = 20$), or combined group (SET treatment + LF-rTMS, $n = 20$). All groups received 4 weeks of intervention. Outcomes were assessed pre- and post-treatment using Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88) domains D (standing) and E (walking/running/jumping), Peabody Developmental Motor Scales-2 Fine Motor (PDMS-2 FM), Berg Balance Scale (BBS). Besides, the root mean square value (RMS) of the biceps brachii, triceps brachii, rectus femoris, tibialis anterior and transversus abdominis muscles was used as the main observation index of surface electromyography (sEMG). **Results** After 4 weeks, all groups showed significant improvements in GMFM-88 domain D and E, BBS scores, and RMS of all target muscles ($P < 0.01$), the PDMS-2 FM scores in the combined group and the SET group were higher than those before treatment ($P < 0.01$). Comparisons between groups revealed that the combined group had superior GMFM-88 domain D ($F = 9.124$) and E ($F = 9.422$) scores, PDMS-2 FM ($F = 9.835$), and BBS ($F = 9.019$) compared to both other groups ($P < 0.05$), significantly greater RMS improvements in biceps ($F = 10.855$), triceps ($F =$

基金项目: 2025—2027 年青岛市医疗卫生重点学科建设项目(青卫科教字[2024]3-49)

作者简介: 全国圣(1992—),男,主管治疗师,硕士学位,主要研究方向为儿童康复治疗。

通信作者: 柏广涛, E-mail: guangtao217@163.com

11.341), rectus femoris ($F=29.272$), and tibialis anterior ($F=27.940$) versus controls and SET group ($P<0.05$), and the combined group and SET group had greater improvements in transversus abdominis RMS ($F=43.100$) versus controls ($P<0.01$). **Conclusion** LF-rTMS combined with SET can effectively improve the gross motor function and fine motor function, and balance function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy, and try to promote in clinical practice.

Keywords: low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation; sling exercise therapy; hemiplegia spasticity; cerebral palsy

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)简称脑瘫,是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群,这种症候群是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致^[1]。痉挛型偏瘫为脑瘫常见分型,约占 34%~39%^[2],主要表现为偏瘫侧肢体运动和感觉功能障碍,不同程度地影响患儿的粗大和精细运动发育。低频重复经颅磁刺激(low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation, LF-rTMS)是指在单次指令后以相等的时间连续释放频率 $\leq 1\text{Hz}$ 的刺激。LF-rTMS 刺激痉挛型偏瘫脑瘫患儿健侧大脑运动皮层区(primary motor cortex area, M1)时,可抑制健侧 M1 区,减轻健侧半球对患侧半球的半球间抑制作用,增强患侧皮质兴奋性,重建半球间平衡,促使患侧半球大脑皮层功能恢复。悬吊训练(sling exercise therapy, SET)是临床常用方法之一,通过在不稳定的状态下进行主动训练,提高核心稳定性,改善患儿的运动和平衡功能。近年来,已有关于 rTMS 联合其他康复技术用于脑瘫患儿治疗的临床研究^[3-5],但国内外鲜有关于 rTMS 联合 SET 应用于痉挛型偏瘫脑瘫治疗的报道。本研究将 LF-rTMS 和 SET 相结合,探究其在痉挛型偏瘫脑瘫患儿康复治疗中的实际效果和应用价值,以期临床提供依据。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2024 年 1—11 月期间在青岛大学附属妇女儿童医院康复科治疗的痉挛型偏瘫脑瘫患儿 60 例为研究对象,并按随机数字表法分为对照组、SET 组和联合组,每组各 20 例。纳入标准:1)符合《中国脑性瘫痪康复指南(2022)》制定的脑瘫诊断和痉挛型偏瘫分型标准;2)年龄 3~6 岁;3)粗大运动功能分级(Gross Motor Function Classification System, GMFCS) I~II 级;4)IQ>70,配合程度良好,能听从治疗师指令完成训练任务;5)患者监护人签署知情同意书。排除标准:1)患有先天性心脏病等重大疾病患儿;2)既往有癫痫、精神病史;3)意识不清醒患儿;4)存在视物、听觉障碍患儿;5)颅内金属植入物、体内植入心脏起搏器等 rTMS 治疗绝对禁忌症;6)不能坚持计划完成治疗方案。本研究已

通过青岛大学附属妇女儿童医院伦理委员会审批(编号:QFELLYJ202408)。

1.2 治疗方法 联合组患儿给予常规康复+SET+rTMS 治疗,SET 组常规康复+SET 治疗,对照组仅采用常规康复治疗。

1.2.1 常规康复 常规康复治疗方法包括:运动疗法(主动关节活动度训练、肌力训练、运动控制训练)、作业治疗(上肢力量训练、精细动作训练、双手协调训练),每项 1 次/d,30min/次,每周 5d,为期 4 周。对照组患儿每天额外增加 1 次运动疗法,时间频率等同常规康复治疗。

1.2.2 SET 治疗 SET 治疗包括 1)双手支撑:患儿俯卧位,双上肢垂直支撑于地面,将悬吊带置于膝关节前方,患儿伸展双下肢,保持身体平直状态;2)仰卧伸髋:患儿仰卧位,将悬吊带置于踝关节下方,引导患儿进行抬臀,伸展髋部和膝部,注意不要躯干代偿;3)侧支撑:患儿侧卧位,头下垫软垫,将两臂放于胸前,保持骨盆中立位状态下,进行髋部、膝部伸展并抬臀;4)站立训练:患儿立位,双脚踩在悬吊鞋上,双手握住悬吊绳,保持站立姿势。1 次/d,30min/次,每周 5d,为期 4 周。

1.2.3 rTMS 治疗 rTMS 治疗方法如下:1)使用深圳英智科技有限公司生产的经颅磁刺激仪(型号:M-30 Ultimate)对患儿实施 rTMS 治疗,该治疗操作均由科室同一名受专业培训的康复治疗师完成;2)患儿佩戴定位帽,取舒适的坐位,使用单脉冲模式刺激大脑健侧拇指运动皮层区,连续 10 次刺激中,至少有 5 次诱发拇指外展肌运动(MEP $\geq 50\mu\text{V}$)的最低强度即为静息运动阈值(resting motor threshold, RMT),如果无法测出 RMT,则采用仪器输出强度的 40%进行治疗;3)将“8”字型线圈定位于患儿健侧 M1 区并与头皮相切,进行 1Hz 靶点刺激,强度为 90%RMT,脉冲总数 1 200 次,总时长 20min。以上治疗 1 次/d,每周 5d,为期 4 周。对照组和 SET 组患儿给予假 rTMS 刺激,治疗时刺激线圈垂直于靶点,仪器发出正常工作声音但无实际治疗效果。

1.3 评估工具及方法 患儿在治疗前、后均由同一资深治疗师进行评估,保证前后一致性。

1.3.1 粗大运动功能评定 选取粗大运动功能测试量表 88 项(Gross Motor Function Measure-88, GMFM-88)中的 D 区(站立)和 E 区(走、跑、跳)。每项 0~4 分,D 区 13 项,总分 39 分;E 区 24 项,总分 72 分,得分越高则粗大运动功能越好,该量表具有良好的信效度($ICC>0.90$)。

1.3.2 精细运动功能评定 Peabody 精细运动发育量表 2(Peabody Developmental Motor Scale 2, PDMS-2 FM):分为抓握 26 项和视觉-运动统合 72 项,每项 0~2 分,原始分总分转换为标准分(总分 40 分),标准分越高则精细运动功能越好,该量表具有良好的信效度($ICC>0.90$)。

1.3.3 平衡功能评定 Berg 平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)共 14 项,每项 0~4 分,总分 56 分,得分越高则反映平衡功能越好,该量表具有良好的信效度($ICC>0.95$)。

1.3.4 表面肌电图检测 采用加拿大 Thought Technology 公司的表面肌电分析系统(FlexComp Infiniti System SA7550)测量患侧肱二头肌、肱三头肌、股直肌、胫骨前肌及腹横肌在主动运动时的均方根值(RMS),其数值与肌肉收缩力大小相关。

1.4 质量控制 1)评估误差控制:统一规划评估场地、时间及频次,确保实验前后评估条件一致。患儿在评估前,不针对评估内容开展专门的预备性训练;2)评估人员控制:保持评估人员的一致性,实验前后均由同一名受专业培训的治疗师进行评估;3)治疗

内容及实施人员控制:治疗师仅依据既定康复方案实施治疗,并不知晓患儿具体分组情况,不允许中途更换治疗师,且所有治疗师的年资、职称等背景资料相近。

1.5 统计学方法 使用 SPSS 25.0 软件对数据进行分析。计数资料采用 χ^2 检验,计量资料符合正态分布用 $\bar{x}\pm s$ 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及 LSD 法检验。 $P<0.05$ 差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究对象基本资料 对照组、SET 组、联合组各 20 例,患儿年龄[(47.65±10.44)月、(48.85±11.10)月、(48.90±9.88)月]、性别(男 12、13、11 例;女 8、7、9 例)、GMFCS 分级(I 级 10、8、8 例;II 级 10、12、12 例)、偏瘫侧(左 9、12、10 例;右 11、8、10 例)比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

2.2 治疗前后粗大运动功能、精细运动功能及平衡功能比较 治疗后,三组患儿 GMFM-88 D、E 区评分及 BBS 均显著高于治疗前($P<0.05$),对照组 PDMS-2 FM 评分与治疗前相比差异无统计学意义($P>0.05$),SET 组和联合组 PDMS-2 FM 评分高于治疗前($P<0.05$)。组间比较,SET 组 GMFM-88 D、E 区、PDMS-2 FM 及 BBS 评分均优于对照组,联合组显著优于对照组与 SET 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 对照组、SET 组、联合组患儿治疗前后 GMFM-88 D、E 区、PDMS-2 FM 及 BBS 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

Tab. 1 Comparison of GMFM-88 D zone, E zone, PDMS-2 FM, and BBS Scores among the control group, SET group, and combined group before and after treatment (score, $\bar{x}\pm s$)

项目	组别	例数	治疗前	治疗后	t 值	P 值
GMFM-88 D 区	对照组	20	20.15±5.39	22.00±5.17	8.373	<0.01
	SET 组	20	20.75±4.98	24.95±4.33 ^a	13.424	<0.01
	联合组	20	21.55±4.01	27.95±3.56 ^{b,c}	27.355	<0.01
	F 值		0.423	9.124		
	P 值		0.657	<0.01		
GMFM-88 E 区	对照组	20	21.35±4.60	23.1±4.78	8.097	<0.01
	SET 组	20	22.75±4.51	26.2±4.38 ^a	11.064	<0.01
	联合组	20	24.35±5.20	29.7±5.23 ^{b,c}	35.667	<0.01
	F 值		1.972	9.422		
	P 值		0.149	<0.01		
PDMS-2 FM	对照组	20	15.95±2.70	16.10±2.67	1.831	0.08
	SET 组	20	17.30±3.05	17.90±2.95 ^a	5.339	<0.01
	联合组	20	17.20±2.73	19.80±2.24 ^{b,c}	14.166	<0.01
	F 值		1.413	9.835		
	P 值		0.252	<0.01		
BBS	对照组	20	27.50±3.12	28.30±3.03	5.141	<0.01
	SET 组	20	29.05±4.79	30.85±4.51 ^a	13.077	<0.01
	联合组	20	30.25±3.77	33.25±3.35 ^{b,c}	10.677	<0.01
	F 值		2.430	9.019		
	P 值		0.097	<0.01		

注:与对照组比较^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与 SET 组比较^c $P<0.05$ 。

2.3 治疗前后表面肌电参数比较 治疗后,三组患儿各靶肌肉 RMS 较治疗前均有改善($P<0.05$)。组间比较,SET 组治疗后肱二头肌、肱三头肌、胫骨前肌及腹横肌 RMS 值高于对照组($P<0.05$),股直肌 RMS 与对照组比较差异无统计学意义($P>$

0.05);联合组治疗后所有靶肌肉 RMS 值均显著高于对照组($P<0.01$),与 SET 组相比,肱二头肌、肱三头肌、股直肌、胫骨前肌 RMS 值均显著高于 SET 组($P<0.05$ 或 <0.01)。见表 2。

表 2 对照组、SET 组、联合组患儿治疗前后 RMS 指标比较($\mu V, \bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of RMS index among the control group, SET group, and combined group before and after treatment ($\mu V, \bar{x} \pm s$)

组别		例数	肱二头肌	肱三头肌	腹横肌	股直肌	胫骨前肌
治疗前	对照组	20	27.96±4.49	19.52±1.83	11.30±1.54	29.11±2.28	22.86±2.37
	SET 组	20	27.80±4.12	19.61±2.32	11.86±1.50	29.70±1.84	22.39±2.22
	联合组	20	27.16±3.41	20.36±1.96	12.28±1.71	30.35±1.88	23.04±1.74
	F 值		0.223	1.011	1.908	0.523	0.494
	P 值		0.801	0.37	0.158	0.595	0.613
治疗后	对照组	20	30.58±4.39	21.88±1.91	14.62±1.63	33.30±2.23	25.87±2.18
	SET 组	20	33.15±3.34 ^a	23.48±2.86 ^a	18.82±2.09 ^a	33.84±1.65	27.24±1.86 ^a
	联合组	20	36.34±3.96 ^{b,c}	25.10±1.36 ^{b,c}	19.14±1.37 ^b	37.58±1.70 ^{b,d}	30.27±1.63 ^{b,d}
	F 值		10.855	11.341	43.100	29.272	27.940
	P 值		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

注:三组患儿治疗后与治疗前比较均有显著改善($P<0.01$);组间比较,与对照组比较^a $P<0.05$,^b $P<0.01$;与 SET 组比较^c $P<0.05$,^d $P<0.01$ 。

3 讨 论

国内外研究已证实 rTMS 联合其他治疗技术更有利于改善肢体痉挛,提高运动功能和步行功能,且安全性较高,具有很高的应用价值^[6-8]。《儿童脑性瘫痪经颅磁刺激治疗专家共识》^[9]推荐痉挛型偏瘫脑瘫患儿优先使用 LF-rTMS 刺激健侧,吴野等^[10]的研究也发现 LF-rTMS 刺激对痉挛型偏瘫脑瘫患儿上肢功能的疗效较高频 rTMS 更好。

3.1 SET 对痉挛型偏瘫脑瘫患儿运动功能的影响

痉挛型偏瘫脑瘫患儿常因肌肉痉挛及腱反射亢进,导致姿势控制协调障碍,影响运动表现^[11]。改善肌群间的协调性,有助于抑制患儿的异常姿势,提高运动功能^[12]。本研究结果显示,治疗 4 周后 SET 组腹横肌和四肢 RMS 较治疗前显著增加($P<0.01$),运动功能、平衡功能较治疗前改善明显($P<0.01$),效果优于对照组($P<0.05$)。这一结果说明 SET 通过机体在不稳定的平面下主动运动,提高核心肌群力量及稳定性,为四肢运动创造支点,改善肌肉间协调发力,优化力量的产生、传递和控制,提高了运动表现^[13]。

3.2 LF-rTMS 联合 SET 对痉挛型偏瘫脑瘫患儿的改善作用

已有研究证实 rTMS 可以激发大脑皮质功能重组,对脑瘫患儿的运动功能、肢体痉挛有改

善作用,并被《中国脑性瘫痪康复指南(2022)》推荐使用^[14-15]。本研究结果显示,LF-rTMS 联合 SET 对患儿的粗大运动功能、精细运动功能、平衡功能及靶肌肉 RMS 的改善效果优于常规康复治疗 and SET ($P<0.05$),表明 LF-rTMS 联合 SET 对痉挛型偏瘫脑瘫患儿治疗效果更佳。推测其可能机制为:1) rTMS 通过改变突触结构和传递效能激活大脑重塑。Cambiaghi 等^[16]发现,经过 rTMS 处理后的小鼠神经元的树突复杂性增加,树突长度和交叉数量增加。2) rTMS 可以改善脑血流量,增加血清脑源性神经营养因子和 25-(OH)D 浓度,改善粗大运动功能^[17]。3) LF-rTMS 可抑制健侧皮质兴奋性,相对增强患侧皮质兴奋性,重建半球间平衡,促进患侧大脑皮层功能恢复,进而提高患侧肢体功能。4) LF-rTMS 联合 SET 形成中枢-外周,外周-中枢的刺激环路,调节皮质脊髓束与运动单位之间的联通,使患儿异常的神经-肌肉控制模式得到改善,两者协同作用可以改善痉挛型偏瘫脑瘫患儿异常姿势和运动模式,提高运动、平衡功能。

综上所述,本研究结果表明 LF-rTMS 联合 SET 对痉挛型偏瘫脑瘫患儿的粗大运动功能、精细运动功能、平衡功能改善明显,是一种安全、无痛的治疗方法,值得临床推广。然而,需要指出的是,本研究病例数量较为有限,治疗时间相对较短,病例选

择地域较为局限,是否具有普遍意义,后续还需更大样本的研究进行深入研究,以期为临床治疗提供更可靠的依据。

参考文献

- [1] 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,中国医师协会康复医师分会儿童康复专业委员会,等.中国脑性瘫痪康复指南(2022)第一章:概论[J].中华实用儿科临床杂志,2022,37(12):887-892.
Chinese Association of Rehabilitation Medicine Pediatric Rehabilitation Committee, Chinese Association of Rehabilitation of Disabled Persons Rehabilitation Committee for Cerebral Palsy, Chinese Medical Doctor Association Pediatric Rehabilitation Committee, et al. Chinese rehabilitation guidelines for cerebral palsy (2022) part 1: Overview[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2022, 37(12): 887-892. (in Chinese)
- [2] Beani E, Menici V, Ferrari A, et al. Feasibility of a home-based action observation training for children with unilateral cerebral palsy: An explorative study [J]. Front Neurol, 2020, 11: 16.
- [3] 季宇宏,吉媛红,孙宝东.针刺联合重复经颅磁刺激对脾肾虚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 YH, Ji YH, Sun BD. Effects of acupuncture combined with repetitive transcranial magnetic stimulation on motor function and cerebral hemodynamics in children with spastic cerebral palsy of spleen and kidney deficiency syndrome[J]. Acupuncture Research, 2019, 44(10): 757-761. (in Chinese)
- [4] 柳晓艳,李智怡,赵洋,等.重复经颅磁刺激联合认知语言康复训练对脑瘫患儿智能发育的影响[J].中国实用医刊,2022,49(16):74-77.
Liu XY, Li ZY, Zhao Y, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with cognitive and language rehabilitation training on intellectual development in children with cerebral palsy[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2022, 49(16): 74-77. (in Chinese)
- [5] 刘会杰,张贵春,陈小松.重复经颅磁刺激联合强制性诱导疗法在偏瘫型脑瘫患儿中的应用效果[J].中国实用医刊,2021,48(15):97-100.
Liu HJ, Zhang GC, Chen XS. Application effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with constraint-induced therapy in children with hemiplegic cerebral palsy[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2021, 48(15): 97-100. (in Chinese)
- [6] Dadashi F, Lotfian M, Rafieenazari Z, et al. Does repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) have therapeutic effects on dynamic balance of children with cerebral palsy? [J]. Annual Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc, 2019, 2019: 425-428.
- [7] Christmas PM, Sackley C, Feltham MG, et al. A randomized controlled trial to compare two methods of constraint-induced movement therapy to improve functional ability in the affected upper limb in pre-school children with hemiplegic cerebral palsy: Catch trial[J]. Clinical rehabilitation, 2018, 32(7): 909.
- [8] 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 GJ, Gu Q, Li MD, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with constraint-induced therapy on upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy[J]. Chinese Journal of Phys Med Rehabil, 2020, 42(6): 515-518. (in Chinese)
- [9] 中华医学会儿科学分会康复学组,中国康复医学会物理治疗专委会.儿童脑性瘫痪经颅磁刺激治疗专家共识[J].中华实用儿科临床杂志,2022,37(5):333-337.
Rehabilitation Group of the Pediatric Branch of Chinese Medical Association, Physical Therapy Committee of Chinese Association of Rehabilitation Medicine. Expert consensus on the treatment of cerebral palsy in children with transcranial magnetic stimulation[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2022, 37(5): 333-337. (in Chinese)
- [10] 吴野,巩尊科,李新剑,等.不同模式经颅磁刺激对痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿上肢运动功能的影响[J].中国康复医学杂志,2019,34(11):1368-1370.
Wu Y, Gong ZK, Li XJ, et al. Effects of different patterns of transcranial magnetic stimulation on upper limb motor function in children with spastic hemiplegic cerebral palsy [J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(11): 1368-1370. (in Chinese)
- [11] 梁亚利,张静,廖瑞松,等.痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿的步态分析[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(6):450-452.
Liang YL, Zhang J, Liao RS, et al. Gait analysis in children with spastic hemiplegic cerebral palsy[J]. Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2017, 39(6): 450-452. (in Chinese)
- [12] Pavão SL, Santos AN, Oliveira AB, et al. Postural control during sit-to-stand movement and its relationship with upright position in children with hemiplegic spastic cerebral palsy and in typically developing children[J]. Braz J Phys Ther, 2015, 19(1): 18-25.
- [13] 焦建红.核心稳定性训练应用于不随意运动型脑瘫患儿的临床疗效及对粗大运动功能恢复的影响探讨[J].医学理论与实践,2019,32(6):915-917.
Jiao JH. Clinical efficacy of core stability training in children with dyskinetic cerebral palsy and its impact on the recovery of gross motor function[J]. Medical Theory and Practice, 2019, 32(6): 915-917. (in Chinese)

(下转第 1029 页)

- (4): 722-727.
- [12] Behairy OG, Mohammad OI, Elahaer OS. Iron-deficiency anemia as a risk factor for acute lower respiratory tract infections in children younger than 5 years[J]. *Egyptian Journal of Bronchology*, 2018, 12(3): 352-357.
- [13] Hassan TH, Badr MA, Karam NA, et al. Impact of iron deficiency anemia on the function of the immune system in children[J]. *Medicine*, 2016, 95(47): e5395.
- [14] Silver MR. Anemia in the long-term ventilator-dependent patient with respiratory failure[J]. *Chest*, 2005, 128(Suppl 2): 568-575.
- [15] Ouellette DR. The impact of anemia in patients with respiratory failure[J]. *Chest*, 2005, 128(Suppl 2): 576-582.
- [16] 中华医学会血液学分会红细胞疾病(贫血)学组. 铁缺乏症和缺铁性贫血诊治和预防的多学科专家共识(2022 年版)[J]. *中华医学杂志*, 2022, 102(41): 3246-3256. Chinese Society of Hematology, Chinese Medical Association, Red Cell Disease (Anemia) Study Group. Multidisciplinary expert consensus on the diagnosis, treatment, and prevention of iron deficiency and iron deficiency anemia (2022 Edition) [J]. *Natl Med J China*, 2022, 102(41): 3246-3256. (in Chinese)
- [17] 邵晓颖, 邵洁, 朱焱, 等. 贵州省 6~36 月龄儿童铁缺乏现状及缺铁性贫血影响因素分析[J]. *中国全科医学*, 2025, 28(27): 3368-3374.
- Shao XY, Shao J, Zhu Y, et al. Analysis of the current status of iron deficiency and factors affecting iron deficiency anemia among children aged 6~36 months in Guizhou Province[J]. *Chin Gen Prac*, 2025, 28(27): 3368-3374.
- [18] 王位苹, 汤庆娅. 静脉补充铁剂防治早产儿缺铁性贫血的价值[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2014, 29(19): 1497-1499.
- Wang WP, Tang QY. Efficacy of intravenous iron for iron deficiency anemia on premature infants[J]. *Chin J Appl Clin Pediatr*, 2014, 29(19): 1497-1499. (in Chinese)
- [19] 中国疾病预防控制中心妇幼保健中心, 中华预防医学会儿童保健分会. 婴幼儿重点呼吸道病毒感染性疾病预防健康教育专家共识[J]. *中国妇幼卫生杂志*, 2024, 15(1): 1-6. National Center for Women and Children's Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention. The Child Health Care Branch of Chinese Preventive Medicine Association. Health education expert consensus on prevention of key respiratory virus infectious diseases in infants[J]. *Chinese Journal of Women and Children Health*, 2024, 15(1): 1-6. (in Chinese)
- 收稿日期: 2025-02-06 修回日期: 2025-03-03 本文编辑: 雷晓梅

(上接第 1019 页)

- [14] Chung MG, Lo WD. Noninvasive brain stimulation: The potential for use in the rehabilitation of pediatric acquired brain injury [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96 (Suppl4): 129-137.
- [15] 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, 中国医师协会康复医师分会儿童康复专业委员会, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2022)第四章: 康复治疗(上)[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2022, 37(16): 1201-1229.
- Chinese Association of Rehabilitation Medicine Committee on Pediatric Rehabilitation, Chinese Association of Rehabilitation of Disabled Persons Committee on Cerebral Palsy in Children, Chinese Medical Doctor Association Rehabilitation Physician Branch Committee on Pediatric Rehabilitation, et al. Chinese Cerebral Palsy Rehabilitation Guidelines (2022) Chapter 4: Rehabilitation Therapy (Part I) [J]. *Chin J Appl Clin Pediatr*, 2022, 37(16): 1201-1229. (in Chinese)
- [16] Cambiaghi M, Crupi R, Bautista EL, et al. The effects of 1-Hz rTMS on emotional behavior and dendritic complexity of mature and newly generated dentate gyrus neurons in male mice[J]. *Int J Env Res Pub He*, 2020, 17(11): 4074.
- [17] 王宁宁, 刘娅静, 虞邦映. 脑瘫患儿血清脑源性神经营养因子和 25-羟维生素 D 浓度变化及 Bobath 疗法联合重复经颅磁刺激的干预效果[J]. *中国妇幼保健*, 2022, 37(24): 4622-4624.
- Wang NN, Liu YJ, Yu BY. Changes in serum brain-derived neurotrophic factor and 25-hydroxyvitamin D concentration in children with cerebral palsy and the intervention effects of bobath therapy combined with repetitive transcranial magnetic stimulation[J]. *Chinese Journal of Maternal and Child Health*, 2022, 37(24): 4622-4624. (in Chinese)
- 收稿日期: 2025-02-07 修回日期: 2025-04-29 本文编辑: 李少闻