

# 重复经颅磁刺激结合 AOT 疗法对偏瘫型脑瘫儿童身体运动功能改善疗效分析

莫丽华 龙耀斌 罗水明 欧彩霞 莫静

广西医科大学第二附属医院康复医学科 广西南宁 530007

**摘要：**目的：观察重复经颅磁刺激（rTMS）结合动作观察疗法（AOT）对偏瘫型脑瘫患儿身体运动功能的临床成效。方法：选取本院2023年3月至2024年2月收治的120例偏瘫型脑瘫患儿并按照数字表法随机分为联合组、AOT组，每组均为60例。AOT组给予AOT治疗（动作包括体位转移、行走、上下楼梯等，体位包括坐位、跪位、站立位等），联合组采用rTMS联合AOT治疗，每天1次，每周5次，连续治疗12周。于治疗前、治疗12周后分别采用粗大运动功能测试量表-88（GMFM-88）、Peabody精细运动发育量表-2（PDMS-2FM）、改良Ashworth分级（MAS）肌张力、Fugl-Meyer运动功能测评法（FMA）、Carroll上肢功能测试量表（UEFT）评分、运动诱发电位（MEP）潜伏期变化评估患儿的身体运动功能改善情况。结果：治疗后，两组患者的GMFM-88评分、PDMS-2FM评分、FMA评分、UEFT评分均呈显著升高趋势变化，且肘屈肌MAS评分、腕屈肌MAS评分、MEP潜伏期均呈降低趋势变化。联合组的总有效率相较于AOT组明显更高（ $P < 0.05$ ）；干预后的联合组的GMFM-88评分（ $145.17 \pm 3.36$ ）、PDMS-2FM评分（ $117.90 \pm 4.56$ ）、FMA评分（ $43.58 \pm 1.08$ ）、UEFT评分（ $26.33 \pm 1.13$ ）均显著高于AOT组，且肘屈肌MAS评分（ $0.60 \pm 0.49$ ）、腕屈肌MAS评分（ $0.38 \pm 0.49$ ）、MEP潜伏期（ $22.42 \pm 0.50$ ）均低于AOT组（ $P < 0.001$ ）。结论：偏瘫型脑瘫患儿实施rTMS结合AOT治疗可以改善运动诱发电位、肌张力，并且能增强运动功能与上肢功能，进而提升患儿疗效，值得临床推广。

**关键词：**重复经颅磁刺激；动作观察疗法；偏瘫型脑瘫；运动功能；疗效

小儿脑瘫是由于围生期缺氧、感染或创伤导致大脑组织损伤的高发性临床疾病，其中偏瘫型脑瘫的主要病因是围生期大脑急性损伤，大部分脑瘫患儿伴有运动功能障碍和智能发育障碍，并且存在明显个体差异性，因此及早实施有效的临床干预对改善患儿功能障碍具有重要指导意义<sup>[1-2]</sup>。动作观察疗法（action observation therapy, AOT）是一种基于大脑镜像神经元衍生出的新型临床疗法，主要是通过先进行动作观察再进行动作模仿的方式激活大脑运动皮质兴奋性，进而促进大脑皮质重塑与运动功能恢复<sup>[3]</sup>。重复经颅磁刺激（repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS）是一种临床治疗运动功能障碍以及神经损伤的有效方案，对大脑皮质区功能重塑具有维持或促进作用，主要作用原理是物理刺激<sup>[4]</sup>。但现阶段临床rTMS联合AOT应用于偏瘫型脑瘫患儿中的案例比较少，因此本研究旨在探讨偏瘫型脑瘫患儿临床治疗中rTMS联合AOT方案的有效性与可行性价值，为后

续的研究推进奠定良好基础。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2023年3月至2024年2月本院收治的120例偏瘫型脑瘫患儿展开调查并按照数字表法随机分组，联合组、AOT组每组均为60例。联合组：男36例，女24例，年龄1~5（ $3.37 \pm 0.29$ ）岁，左右单侧偏瘫例数分别为35例、25例，脑瘫患儿手功能分级系统（MACS）分级I~III级分别为17例、18例、25例；粗大运动功能分级系统（GMFCS）分级I~II级分别为27例、33例；AOT组男32例，女28例，年龄1~5（ $3.35 \pm 0.23$ ）岁，左右单侧偏瘫例数分别为33例、27例，MACS分级I~III级分别为15例、19例、26例；GMFCS分级I~II级分别为29例、31例。附表1。

表 1 对比两组的基线资料差异

组别	男性 (%)	年龄 (岁)	右单侧偏瘫 (%)	GMFCS 分级		MACS 分级		
				I	II	I	II	III
联合组 (n=60)	36 (60.00)	3.37 ± 0.29	25 (41.67)	27 (45.00)	33 (55.00)	17 (28.33)	18 (30.00)	25 (41.67)
AOT组 (n=60)	32 (40.00)	3.35 ± 0.23	27 (45.00)	29 (48.33)	31 (51.67)	15 (30.00)	19 (31.67)	26 (43.33)
$\chi^2/P$	0.543/0.461	0.149/0.676	0.136/0.713	1.200/0.273		0.170/0.680		

患者纳入标准包括：符合《中国脑性瘫痪康复指南》<sup>[5]</sup>中关于偏瘫型脑瘫诊断标准；MACSI~Ⅲ级；GMFCS 分级 ≤Ⅱ级；临床资料完整；患儿家属在具有知情权情况下签署承诺书，同时本研究已获得医院伦理委员会的审批。排除标准：既往有癫痫发作史；合并视觉/听觉障碍；合并传染性疾病，如肺结核、乙肝等；参与研究期间接受非本研究方案之外的临床治疗。2组患者一般资料情况经统计学比较，发现组间差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )，具有可比性。

### 1.2 方法

2组患者均给予AOT治疗，联合组在此基础上辅以rTMS治疗，具体治疗方法如下。

AOT组给予AOT治疗，具体操作如下：由同一名专业模特按照不同方向、体位与方位拍摄记录日常动作并制作微动作观察视频，动作包括体位转移、行走、上下楼梯等，体位包括坐位、跪位、站立位等，每个方位的每个体位动作重复2~3次，每次1~2min，根据患儿的个人运动协调能力与GMFCS分级制定动作视频训练难度，同时按照动作难度剪辑成不同版本，每个视频控制为10min，患儿均从简单版本向困难版本进行逐阶过渡训练，治疗师在患儿观看视频后进行动作想象、模仿训练指导，30min/次，1次/d，5次/周，连续12周。

联合组在对照组基础上采用OSF-3/T型经颅磁刺激仪（武汉奥赛福医疗科技有限公司）进行rTMS治疗，具体措施如下：以健侧脑皮质运动区为治疗部位，取舒适体位，线圈与颅骨表面相切，频率参数为1Hz，输出强度为16%~24%，15min/次，每天1次，每周5次，之后实施AOT治疗，操作同AOT组一致，连续12周。

### 1.3 观察指标

于治疗前、治疗12周后由同一位经专业培训且对分组不知情的医生对3组患者进行指标评估与记录：①对比治疗12周后两组的疗效，患儿的临床症状消失且可以自行正常行走一定距离为显效，临床症状明显减轻且可以自行独立

行走一定距离为有效，不符合以上标准为无效。显效与有效的总占比为总有效率<sup>[6]</sup>。②干预前与干预12周后评价运动功能，其中粗大运动评价工具是粗大运动功能测试量表-88 (GMFM-88)，分值0~264分，精细运动功能评价工具是Peabody精细运动发育量表-2 (PDMS-2FM)，分值0~196分，两项评分越高，对应表示粗大运动功能/精细运动功能发育越好。③干预前与干预12周后对肘屈肌、腕屈肌采用改良Ashworth分级 (MAS) 评估肌张力，结果按照5个等级计为0~5分，分值越高，表示肌张力越高。④干预前与干预12周后评估上肢功能，评价工具中Fugl-Meyer运动功能测评法 (FMA) 分值0~66分，Carroll上肢功能测试量表 (UEFT) 分值0~99分，两项评分越高，表示上肢功能越好。⑤干预前与干预12周后记录运动诱发电位 (MEP) 潜伏期变化并进行比较。

### 1.4 统计学方法

将所得数据录入SPSS 24.0软件进行统计分析，符合正态性分布和方差齐性检验的计量资料通过 ( $\bar{x} \pm s$ ) 形式表示，组间数据对比以独立样本t检验，组内数据对比以配对样本t检验；计数资料通过%形式表示，以 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 表示数据具有显著统计学差异。

## 2 结果

### 2.1 临床疗效的组间对比结果

联合组相较于AOT组具有更高总有效率且差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。见表2。

表 2 对比两组的临床疗效

组别	显效	有效	无效	总有效率
联合组 (n=60)	30 (50.00)	21 (35.00)	9 (15.00)	51 (85.00)
AOT组 (n=60)	25 (41.67)	16 (26.67)	19 (31.67)	41 (68.33)
$\chi^2/P$				4.658/0.031

### 2.2 干预前后的运动功能结果组间比较

两组干预后的GMFM-88、PDMS-2FM评分相较于干预前均明显提高且干预后的联合组具有更高分值，组间与组内

干预前后比较的差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。见表 3。

表 3 干预前后的运动功能结果组间比较

组别	GMFM-88 (分)			PDMS-2FM (分)		
	干预前	干预后	t/P	干预前	干预后	t/P
联合组 (n=60)	77.87 ± 4.34	145.17 ± 3.36	-93.081/<0.001	65.10 ± 3.38	117.90 ± 4.56	-67.663/<0.001
AOT 组 (n=60)	78.00 ± 4.64	124.85 ± 3.19	-75.046/<0.001	64.60 ± 3.13	99.35 ± 3.46	-57.316/<0.001
t/P	-0.163/0.871	33.973/<0.001		0.841/0.402	25.103/<0.001	

### 2.3 干预前后的肢体张力结果组间比较

分更低, 组间与组内干预前后比较的差异均有统计学意义

两组干预后的肘屈肌 MAS 评分、腕屈肌 MAS 评分相 (  $P<0.05$  )。见表 4。

较于干预前均明显降低且干预后的联合组的两项 MAS 评

表 4 干预前后的肢体张力结果组间比较

组别	肘屈肌 MAS (分)			腕屈肌 MAS (分)		
	干预前	干预后	t/P	干预前	干预后	t/P
联合组 (n=60)	3.98 ± 0.83	0.60 ± 0.49	26.856/<0.001	4.17 ± 0.81	0.38 ± 0.49	33.123/<0.001
AOT 组 (n=60)	3.83 ± 0.81	2.47 ± 0.50	10.503/<0.001	3.88 ± 0.87	2.50 ± 0.50	11.181/<0.001
t/P	1.002/0.318	-20.506/<0.001		1.856/0.283	-23.312/<0.001	

### 2.4 干预前后的上肢功能结果组间比较

分更高, 组间与组内干预前后比较的差异均有统计学意义

两组干预后的 FMA 评分、UEFT 评分相较于干预前 (  $P<0.05$  )。见表 5。

均明显升高且干预后的联合组的两项 FMA 评分、UEFT 评

表 5 干预前后的上肢功能结果组间比较

组别	FMA (分)			UEFT (分)		
	干预前	干预后	t/P	干预前	干预后	t/P
联合组 (n=60)	26.22 ± 1.06	43.58 ± 1.08	-90.648/<0.001	12.90 ± 0.84	26.33 ± 1.13	-68.352/<0.001
AOT 组 (n=60)	26.57 ± 1.00	35.57 ± 1.17	-48.480/<0.001	13.00 ± 0.78	21.08 ± 0.85	-57.245/<0.001
t/P	-1.863/0.065	39.034/<0.001		-0.676/0.500	28.766/<0.001	

### 2.5 干预前后的 MEP 潜伏期结果组间比较

两组干预后的 MEP 潜伏期相较于干预前均明显降低且干预后的联合组的 MEP 潜伏期更低, 组间与组内干预前后比较的差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。见表 6。

表 6 干预前后的 MEP 潜伏期结果组间比较

组别	MEP 潜伏期 (ms)		
	干预前	干预后	t/P
联合组 (n=60)	30.52 ± 0.50	22.42 ± 0.50	8.288/<0.001
AOT 组 (n=60)	30.58 ± 0.50	25.02 ± 0.85	45.069/<0.001
t/P	-0.729/0.467	-20.389/<0.001	

## 3 讨论

偏瘫型脑瘫的发生率约为 36%, 并且大脑中枢神经损

伤是主要发病机制, 偏瘫型脑瘫患儿健侧半球的交互性半球间抑制 (reciprocal inter hemispheric inhibition, RIHI) 作用异常增强会对其患肢肢体运动功能产生影响, 最终诱发单侧肢体运动功能障碍与残疾<sup>[7]</sup>。

正常情况下, 体内的两侧大脑半球间存在 RIHI 作用, 并通过该途径维持功能匹配与动态平衡, 脑瘫患儿发病后患侧大脑皮质运动神经元损伤导致该平衡被打破, 进一步造成肢体肌张力异常改变, 对患儿的运动功能恢复造成不利影响, 因此改善双侧脑半球间的 RIHI 作用并促进其恢复至动态平衡状态对改善脑瘫患儿运动功能具有重要意义<sup>[8-9]</sup>。李水帝等<sup>[10]</sup>表示 rTMS 可调节大脑皮层活动兴奋并具有持续

性,通过该途径可以降低脑瘫患儿肌张力并提高粗大运动控制能力。本研究中疗效以及运动功能、肢体张力评估结果均显示联合组的rTMS联合AOT干预效果更明显,因此提示rTMS联合AOT干预是增强偏瘫型脑瘫患儿运动功能以及改善肌张力的可靠方法。镜像神经元是在大脑中映射他人动作意图的视觉运动神经元,通过以上功能参与动作理解模仿等过程,并且是影响运动功能恢复的关键因素,AOT是在镜像神经理论基础上制定的新型康复治疗方,可以通过动作观察与模仿激活儿童的镜像神经系统,以此刺激患者的肌肉收缩并改善肌张力<sup>[11]</sup>。中枢神经系统损伤会导致周围功能区域的代偿能力受损,而应用AOT干预可以通过丰富、完善的动作观察训练视频吸引患儿注意力,以此增强患儿的训练主动性与经验积累,最终起到提升运动功能训练效果的作用<sup>[12]</sup>。rTMS是一种安全、无创的新型临床神经性疾病治疗方案,主要通过磁信号刺激大脑中枢发挥调节神经功能与大脑皮质功能的作用,同时能通过调控运动神经元兴奋传导改善肌张力与运动功能,而rTMS可对突触进行调控,并通过抑制神经元异常兴奋传导以及脑内神经递质表达等途径改变膜电位与肌张力<sup>[13]</sup>。

有研究证实大部分偏瘫型脑瘫患儿存在上肢功能障碍,并且对其他肢体功能发育等亦会产生一定影响<sup>[14]</sup>。运动诱发电位是运动皮层在经颅磁刺激作用下产生,可通过观察肌肉运动负荷定位定量评估皮质脊髓兴奋性,而MEP潜伏期是直观反映运动皮质兴奋性的敏感指标,MEP潜伏期异常升高则表示运动皮质兴奋处于抑制状态<sup>[15]</sup>。本研究结果显示联合组的MEP潜伏期与上肢功能评分均优于AOT组,因此提示rTMS联合AOT干预可增强偏瘫型脑瘫患儿的上肢功能并降低肌张力。分析其原因可能是通过观察动作刺激患儿的视觉功能,并进一步激活镜像神经元,重复观察以及动作模仿可以反复激活对应的大脑区域,以此完成对应大脑皮质区域重塑并提升其动作执行能力,进而增强患儿的上肢功能<sup>[16]</sup>。脑瘫偏瘫患儿主要是患侧大脑皮质功能损伤导致大脑半球间RIHI功能失衡,而rTMS可直接对患儿大脑皮质运动区的健侧半球进行磁刺激,通过此途径促进神经网络重组,使患儿患侧大脑皮质可塑性提升,rTMS的瞬间磁场刺激可通过电流刺激促进大脑皮质功能区的功能性兴奋快速传导与神经递质分泌,进而达到神经元去极化以及大脑皮质神经网络重建目的,从而改善患儿上肢功能<sup>[17-18]</sup>。

总之,rTMS结合AOT治疗可以缩短偏瘫型脑瘫患儿运动诱发电位与肌张力,并增强运动功能、上肢功能,有助于提升患儿疗效,值得临床推广。本研究仍存在样本量少以及研究时间短的不足,缺乏远期疗效数据,因此后续应延长观察周期并扩大样本量进行深入分析。

#### 参考文献:

- [1] Tapia C, Constanzo J, González V, et al. The Effectiveness of Aquatic Therapy Based on the Halliwick Concept in Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review [J]. *Dev Neurorehabil*, 2023, 26(6-7): 371-376.
- [2] Rebelo F, Mansur IR, Miglioli TC, et al. Dietary and nutritional interventions in children with cerebral palsy: A systematic literature review [J]. *PLoS One*, 2022, 17(7): e0271993.
- [3] Zhang C, Li X, Wang H. Application of action observation therapy in stroke rehabilitation: A systematic review [J]. *Brain Behav*, 2023, 13(8): e3157.
- [4] 傅彩峰,高朝,刘梦姣,等.不同强度的高频重复经颅磁刺激对脑梗死早期患者上肢功能的影响[J].*中国康复医学杂志*,2024,39(9):1304-1309.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Jha KK, Karunanithi GB, Sahana A, et al. Randomised trial of virtual reality gaming and physiotherapy on balance, gross motor performance and daily functions among children with bilateral spastic cerebral palsy [J]. *Somatosens Mot Res*, 2021, 38(2): 117-126.
- [8] Rauf W, Sarmad S, Khan I, et al. Effect of position on gross motor function and spasticity in spastic cerebral palsy children [J]. *J Pak Med Assoc*, 2021, 71(3): 801-805.
- [9] 张新恒,王德强,毕锋莉,等.重复经颅磁刺激治疗痉挛型脑瘫儿童运动功能障碍的研究进展[J].*中华物理医学与康复杂志*,2021,43(3):273-275.
- [10] 李水帝,阳芸,曾柳苑,等.头针结合低频重复经颅

磁刺激对痉挛型脑瘫患儿运动及认知功能的疗效研究[J]. 国际医药卫生导报, 2023, 29(16): 2240-2245.

[11] Giannakopoulos I, Karanika P, Papaxanthis C, et al. The Effects of Action Observation Therapy as a Rehabilitation Tool in Parkinson's Disease Patients: A Systematic Review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(6): 3311.

[12] 张秋, 胥方元, 李卫平, 等. 基于镜像神经元理论的动作观察疗法对痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿下肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(8): 1145-1148.

[13] 赵仙丽, 覃晓宁, 刘益杰, 等. 重复经颅磁刺激改善痉挛型脑瘫患儿运动功能的研究现状[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(10): 935-938.

[14] 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.

[15] 熊丹, 谢海花, 李浩, 等. 不同重复经颅磁刺激模式对脑卒中后上肢运动功能障碍干预效果的网状 Meta 分析[J]. 中国全科医学, 2023, 26(8): 997-1007, 1014.

[16] 樊巍, 周雪, 侯奕慧, 等. 动作观察疗法对脑卒中患者上肢运动功能及日常生活活动能力影响的 meta 分析[J].

中国康复医学杂志, 2021, 36(10): 1276-1282.

[17] 李佳敏, 徐纯鑫, 陈岑, 等. 经颅磁刺激在脑性瘫痪儿童运动功能障碍康复中的应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(3): 416-420.

[18] 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.

#### 作者简介:

莫丽华(1981.04—), 女, 汉族, 籍贯: 广西桂林, 大学本科, 副主任技师, 研究方向: 儿童康复治疗。

#### 基金项目:

课题: 1、广西壮族自治区医疗卫生重点学科建设项目( NO. 桂卫科教发[2022]4号)

2、广西壮族自治区卫健委自筹经费课题《经颅磁刺激结合局部振动对偏瘫型脑瘫上肢运动能力的临床研究》(项目编号: Z20211048)

3、广西壮族自治区卫健委自筹经费课题《经颅磁刺激结合执行功能训练对抽动障碍的研究》(项目编号: Z20210649)。