

重复经颅磁刺激对脑瘫儿童睡眠障碍的治疗效果分析

王军 张宇航 周丽杰 曹洋洋 王茹 苏春娅 王俊辉 李兵兵 朱登纳 熊华春

郑州大学第三附属医院、河南省儿科疾病临床医学研究中心, 郑州 450052

通信作者: 王军, Email: wj3028@163.com

【摘要】 目的 观察重复经颅磁刺激(rTMS)治疗脑瘫患儿睡眠障碍的临床疗效。**方法** 选取 2020 年 7 月至 2023 年 1 月期间在郑州大学第三附属医院就诊的 102 例脑瘫伴睡眠障碍儿童作为研究对象, 采用随机数字表法将其分为观察组及对照组, 每组 51 例。对照组患儿给予常规康复训练及睡眠健康教育, 观察组患儿在此基础上辅以 rTMS 治疗, 持续治疗 2 周。记录治疗前、后 2 组患儿的的多导睡眠监测(PSG)结果并进行数据分析。**结果** 治疗后 2 组患儿 PSG 各因子监测结果均较治疗前有不同程度改善($P<0.05$); 通过分析非快速眼动睡眠期各时相发现, 干预后重度脑瘫组 N2(浅睡期睡眠深度)百分比、中度脑瘫组 N3(深睡期睡眠深度)百分比的增加幅度均较轻度脑瘫组更显著($P<0.05$); 干预后混合型脑瘫组 N2、N3 百分比、不随意运动型脑瘫组 N3 百分比的增加幅度均较痉挛型脑瘫组更显著($P<0.05$)。**结论** rTMS 治疗可改善脑瘫儿童的睡眠障碍, 尤其对中重度脑瘫患儿 N2 期睡眠、混合型脑瘫及不随意运动型脑瘫患儿 N3 期睡眠的改善作用较显著。

【关键词】 脑性瘫痪; 儿童; 睡眠障碍; 重复经颅磁刺激; 多导睡眠监测

基金项目: 河南省科技厅重点研发与推广专项(212102310440)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.02.007

Transcranial magnetic stimulation can alleviate sleep disorders in children with cerebral palsy

Wang Jun, Zhang Yuhang, Zhou Lijie, Cao Yangyang, Wang Ru, Su Chunya, Wang Junhui, Li Bingbing, Zhu Dengna, Xiong Huachun

The Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University/Henan Clinical Research Center for Pediatric Diseases, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Wang Jun, Email: wj3028@163.com

【Abstract】 Objective To observe any effect of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on sleep disorders among children with cerebral palsy (CP). **Methods** A total of 102 children with CP and disordered sleep were randomly divided into an experimental group and a control group, each of 51. All were given routine rehabilitation and sleep health education, but the experimental group additionally received rTMS for two weeks. The polysomnography (PSG) results of the two groups were recorded and analyzed. **Results** The PSG parameters had improved greatly in both groups after the treatment. The percentage of N2 sleep (depth of sleep during light sleep) in the severe cerebral palsy group and of N3 sleep (depth of sleep during deep sleep) in the moderate cerebral palsy group had increased significantly more than in the mild cerebral palsy group, on average. After the intervention the percentages of N2 and N3 in those with mixed cerebral palsy and of N3 in those with involuntary motor cerebral palsy had increased significantly more than in those with spastic cerebral palsy, on average. **Conclusion** rTMS treatment can improve the sleep disorders of children with cerebral palsy, especially N2 sleep among children with moderate to severe cerebral palsy, N3 sleep in cases of mixed or dyskinetic CP.

【Key words】 Cerebral palsy; Children; Sleep disorders; Repetitive transcranial magnetic stimulation; Polysomnography

Funding: A Key Research and Development and Promotion Special Project of the Department of Science and Technology of Henan Province (202102310359)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2024.02.007

睡眠对儿童的生活及健康至关重要, 但脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)儿童由于脑功能存在不同程度损伤, 可能导致其控制睡眠及觉醒的昼夜节律中枢发生

功能紊乱, 从而出现严重的睡眠障碍, 这会导致脑瘫儿童情绪低落、注意力下降^[1], 同时还会影响康复疗效、降低生活质量^[2-3], 故改善脑瘫儿童的睡眠质量具有重

要的临床意义。重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)是一种安全、无创的物理干预手段,近年来逐渐应用于睡眠障碍治疗领域并取得不错疗效^[4]。基于此,本研究采用 rTMS 对脑瘫儿童进行干预,并观察治疗前、后患儿睡眠障碍改善情况,获得满意康复疗效。

对象与方法

一、对象及分组

选取 2020 年 7 月至 2023 年 1 月期间在郑州大学第三附属医院就诊的 102 例脑瘫伴睡眠障碍儿童作为研究对象。患儿纳入标准包括:①均符合《脑性瘫痪的定义、诊断标准及临床分型》关于儿童脑瘫的诊断标准^[5];②匹兹堡睡眠质量指数量表(Pittsburgh sleep quality index, PSQI)筛选总分 ≥ 7 分^[6],即提示患儿存在睡眠障碍;③年龄 2~15 岁;④近 3 个月期间未使用抗精神病、镇静催眠类药物;⑤患儿家属对本研究知晓并签署知情同意书。患儿排除标准包括:①患有其他神经系统疾病或可导致睡眠障碍的疾病,如合并注意力缺陷障碍、抑郁症或不能配合整夜 PSG 监测等;②患有心、肝、肺、肾等重要器官功能障碍或躯体疾病;③有癫痫或脑部手术史;④对本研究治疗方法不耐受或存在 rTMS 治疗禁忌证;⑤中途修改诊断结果或最近 3 个月期间接受过睡眠干预等。本研究同时经郑州大学第三附属医院医学伦理委员会审批[(2019)医伦审第 47 号]。采用随机数字表法将上述患儿分为观察组及对照组,每组 51 例,2 组患儿一般资料情况(详见表 1)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。

二、研究方法

所有入选患儿均给予常规康复训练及睡眠健康教育,其中睡眠健康教育包括制订合理的作息时间表,建立良好的睡眠周期,养成良好的睡眠习惯,定时睡眠,尽可能让患儿自行入睡,睡前注意避免接触电子产品,不要过于兴奋,最好在孩子睡前讲故事或让其聆听轻柔优美的音乐,睡眠环境要求安静并保持舒适的温度及湿度等。

观察组患儿在上述干预基础上辅以 rTMS 治疗,选用武汉产 YRD CCY-II 型经颅磁刺激仪,磁刺激靶区选择右侧前额叶背外侧皮质区(dorsolateral prefron-

tal cortex, DLPFC),根据国内 rTMS 治疗专家共识^[7]建议,设置磁刺激频率为 1.0 Hz,刺激强度为 80%运动阈值水平,连续刺激 25 s 为 1 个序列,每个序列结束后间歇 3 s,共刺激 40 个序列。上述 rTMS 治疗每天 1 次,每周治疗 5 d,连续治疗 2 周,共治疗 10 次。

三、多导睡眠监测

治疗前、后 2 组患儿均进行持续时间 >6 h 的多导睡眠监测(polysomnography, PSG),完整记录监测到的音频、录像资料,经双人核对后录入 PSG 监测数据模块,判读规则遵循美国睡眠医学会睡眠及其相关事件判读手册规则、术语和技术规范^[7-9],并生成相应的 PSG 监测报告。本研究具体分析的睡眠参数包括:①总记录时间(total recording time, TRT)——指从关灯到开灯的时间;②总睡眠时间(total sleep time, TST)——指整夜睡眠监测过程中患儿真正睡眠时间总和;③睡眠潜伏时间(sleep latency, SL)——指从关灯上床至出现第 1 帧任何睡眠期的时间;④睡眠效率(sleep efficiency, SE%)——指 $TST/TRT \times 100\%$;⑤入睡后清醒时间(wake-time after sleep onset, WASO)——指入睡后清醒活动时间的总和($TRT-SL-TST$);⑥非快速眼动睡眠(non rapid eye movement, NREM)第 1,2,3 期(即 N1, N2, N3)时间百分比——指 N1, N2, N3 期睡眠时间占 TST 的百分比,其中 N1 期睡眠指睡眠起始阶段, N2 期睡眠指开始正式睡眠,属于浅睡期, N3 期睡眠指深度睡眠期;⑦快速眼动睡眠(rapid eye movement, REM)时间百分比——指 REM 睡眠时间占 TST 的百分比, NREM 期与 REM 期具有规律交替特性;⑧REM 期睡眠潜伏时间(REM sleep latency, RL)——指睡眠起始至出现第 1 帧 R 期的时间。

四、统计学分析

本研究选用 Excel 软件建立数据库,采用 SPSS 26.0 版统计学软件包进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,多组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料以中位数 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,多组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,组间两两比较采用最小显著差异法(least-significant difference, LSD)- t 检验或 Mann-Whitney U 检验;计数资料以百分率($\%$)表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

表 1 入选时 2 组脑瘫患儿一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)
		男	女			
观察组	51	33	18	5.2 $\pm$ 3.2	107.5 $\pm$ 18.6	18.2 $\pm$ 7.7
对照组	51	29	22	5.3 $\pm$ 2.6	108.3 $\pm$ 23.9	19.0 $\pm$ 10.2

结 果

一、治疗前、后 2 组患儿整夜 PSG 监测结果比较

治疗前 2 组患儿 PSG 各因子监测结果组间差异均无统计学意义 ($P>0.05$) ; 治疗后观察组患儿 PSG 各因子监测结果均较治疗前明显改善 ($P<0.05$) , 对照组治疗后仅有睡眠效率、总睡眠时间、夜间觉醒次数较治疗前明显改善 ($P<0.05$) ; 通过进一步组间比较发现, 治疗后观察组患儿 PSG 各因子监测结果亦显著优于对照组患儿 ($P<0.05$) 。具体数据见表 2。

二、治疗前、后不同严重程度脑瘫患儿 PSG 监测结果比较

参照粗大运动功能分级系统 (gross motor function classification system, GMFCS) 相关标准将观察组脑瘫患儿分为 3 组, 其中轻度 (Ⅰ~Ⅱ级) 组 19 例, 中度 (Ⅲ级) 组 17 例, 重度 (Ⅳ~Ⅴ级) 组 15 例。对上述各组脑瘫患儿 PSG 监测结果治疗前、后差值 (治疗后-治疗前) 进行两两组间比较, 发现重度组 N2 百分比差值、中度组 N3 百分比差值均显著优于轻度组 ($P<0.05$) 。具体数据见表 3。

表 2 治疗前、后 2 组脑瘫患儿整夜 PSG 监测结果比较

组别	例数	睡眠效率 (%)	总睡眠时间 (min)	REM 潜伏期 (min)	睡眠潜伏期 (min)	夜间觉醒次数 (次)
观察组						
治疗前	51	84.15±10.81	510.00 (451.00, 558.50)	128.00 (92.00, 155.50)	43.54±17.08	4.86±2.39
治疗后	51	89.46±7.41 ^{ab}	553.00 (503.50, 590.30) ^{ab}	90.40 (63.50, 117.00) ^{ab}	22.04±12.15 ^{ab}	2.80±1.73 ^{ab}
对照组						
治疗前	51	81.30 (77.10, 89.10)	481.00 (440.50, 534.60)	135.59±55.83	32.22±14.04	4.68±1.48
治疗后	51	88.00 (80.20, 90.90) ^a	523.70 (450.50, 550.40) ^a	134.81±55.15	31.00±14.29	3.41±1.18 ^a
t1/t2		-1.814/-2.908	-1.750/-2.647	-0.894/-4.233	-0.733/-3.886	-0.208/-3.121
P1/P2		0.070/0.004	0.080/0.008	0.372/<0.001	0.464/<0.001	0.836/0.002
组别	例数	REM (%)	N1 (%)	N2 (%)	N3 (%)	
观察组						
治疗前	51	16.40±4.78	9.50 (5.20, 19.30)	43.79±4.20	18.50 (17.20, 20.70)	
治疗后	51	23.90±4.53 ^{ab}	2.50 (2.00, 3.20) ^{ab}	52.04±4.42 ^{ab}	26.30 (23.90, 28.50) ^{ab}	
对照组						
治疗前	51	16.07±6.40	13.23±4.67	43.20±8.54	18.46±6.19	
治疗后	51	17.48±5.36	12.18±4.00	42.10±8.50	18.48±5.19	
t1/t2		-1.526/-5.505	-1.041/-8.707	-1.844/-6.124	-0.525/-7.380	
P1/P2		0.127/<0.001	0.298/<0.001	0.065/<0.001	0.599/<0.001	

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$;t1、P1 表示治疗前 2 组比较,t2、P2 表示治疗后 2 组比较

表 3 观察组不同严重程度脑瘫患儿其 PSG 监测结果治疗前、后差值比较

组别	例数	睡眠效率 (%)	总睡眠时间 (min)	REM 潜伏期 (min)	睡眠潜伏期 (min)	夜间觉醒次数 (次)
轻度组	19	2.65±14.05	52.24±78.03	-19.3 (-40.00, -1.00)	-19.07±11.72	-2.43±2.02
中度组	17	7.27±12.10	51.50 (14.45, 134.75)	-30.70 (-46.30, -26.60)	-25.81±51.75	-2.76±2.21
重度组	15	6.47±13.51	4.95±88.93	-22.22±27.39	-19.69±9.09	-3.51±3.00
F		0.623	1.515	1.618	0.246	0.877
P		0.541	0.230	0.209	0.783	0.422
P1		0.303	0.979	0.080	0.520	0.684
P2		0.409	0.125	0.525	0.954	0.197
P3		0.865	0.141	0.294	0.582	0.378
组别	例数	REM (%)	N1 (%)	N2 (%)	N3 (%)	
轻度组	19	9.54±6.26	-3.30 (-5.00, -1.80)	5.20 (3.70, 8.90)	4.70 (4.30, 8.30)	
中度组	17	8.06±5.08	-4.41±4.22	9.16±5.05	8.89±3.30 ^a	
重度组	15	8.97±4.83	-4.17±3.33	10.03±5.73 ^a	8.60 (5.90, 12.00)	
F		0.329	0.179	3.343	3.315	
P		0.722	0.837	0.044	0.045	
P1		0.424	0.561	0.058	0.021	
P2		0.765	0.710	0.020 [△]	0.058	
P3		0.642	0.852	0.610	0.720	

注:与轻度组比较,^a $P<0.05$;P1 指轻度组与中度组比较;P2 指轻度组与重度组比较;P3 指中度组与重度组比较

三、治疗前、后不同临床分型脑瘫患儿 PSG 监测结果比较

将观察组脑瘫患儿按照运动障碍的性质进行临床分型,共有痉挛型脑瘫患儿 21 例,混合型脑瘫患儿 16 例,不随意运动型脑瘫患儿 14 例。对不同临床分型脑瘫患儿 PSG 监测结果治疗前、后差值(治疗后-治疗前)进行两两组间比较,发现混合型脑瘫组患儿 N2、N3 百分比差值、不随意运动型脑瘫组患儿 N3 百分比差值均显著优于痉挛型脑瘫组患儿($P<0.05$)。具体数据见表 4。

讨 论

有文献报道脑瘫儿童睡眠障碍发生率明显高于健康儿童,而睡眠障碍对儿童生长发育及疾病康复均具有不利影响^[10-11]。本研究采用 PSQI 量表调查后发现,入选脑瘫儿童睡眠障碍发生率高达 65.63%,其睡眠质量、睡眠时间、睡眠效率等因子得分均明显高于健康儿童。Hulst 等^[12]研究结果也显示 72.2%的脑瘫患儿经常出现睡眠问题,而正常发育儿童该比例约为 46.4%。造成上述现象的原因可能是由于脑瘫患儿常伴有脑损伤或大脑特定区域病理改变,且上述受损脑区通常涉及睡眠及觉醒功能;另外脑瘫儿童除脑损伤外,通常还伴有不同程度的情绪变化、运动障碍、疼痛等异常表现,进一步加重了脑瘫儿童的睡眠障碍程度^[13]。

有研究表明,右侧 DLPFC 区可能与时间知觉功能相关^[14]。本研究选择低频 rTMS 刺激观察组脑瘫患儿右侧 DLPFC 区,发现 2 组脑瘫患儿经干预后其 PSG 各因子得分均有不同程度改善,并且观察组 PSG 各因子

得分亦显著优于对照组水平,表明 rTMS 联合睡眠健康教育对脑瘫患儿睡眠质量具有明显改善作用。其治疗机制可能包括:控制睡眠的中枢主要集中在脑干、间脑及下丘脑等部位,rTMS 诱发的感应电流能对脑干网状结构产生刺激作用,使睡眠控制区神经递质转运发生改变,同时通过对大脑睡眠区域的诱导,能实现对睡眠过程的调控,进而提高睡眠质量^[15-16]。另外低频 rTMS 的磁场效应可引起神经细胞超极化,进而调控神经电活动并降低大脑皮质兴奋性,促使睡眠障碍患儿高度觉醒状态被抑制,加速睡眠转换,并且 rTMS 的治疗效果可持续数周或数月,对巩固脑瘫患儿记忆、清除有毒代谢物、加速新陈代谢及免疫功能恢复等均具有积极影响^[17]。

既往研究表明,脑瘫患儿睡眠障碍与 GMFCS 分级密切相关,如 IV 级、V 级脑瘫患儿其睡眠障碍发生率更高且病情相对较严重^[10-11]。本研究根据 GMFCS 分级标准将观察组脑瘫患儿分为轻、中、重度组,发现治疗后重度组 N2 百分比、中度组 N3 百分比增加幅度均较轻度组显著,表明 rTMS 治疗对中、重度脑瘫患儿睡眠障碍的改善作用优于轻度脑瘫患儿,但仍需进一步扩大样本量以探讨相关作用机制。不随意运动型脑瘫患儿以锥体外系受损为主,同时伴有肌张力障碍及非对称性姿势,其不随意运动增多,中线位活动困难,身体难以维持稳定且较容易出现惊醒、夜醒等;混合型脑瘫患儿其大脑受损部位通常有 2 个或 2 个以上,容易导致睡眠结构发生紊乱,进而影响康复疗效^[11,18-19]。本研究对不同临床分型脑瘫患儿 PSG 监测结果进行比较,发现各类型脑瘫患儿经治疗后其 N2、N3 百分比均较治疗前明显增加,并且治疗后混合型脑瘫组 N2、

表 4 观察组不同临床分型脑瘫患儿其 PSG 监测结果治疗前、后差值比较

组别	例数	睡眠效率 (%)	总睡眠时间 (min)	REM 潜伏期 (min)	睡眠潜伏期 (min)	夜间觉醒次数 (次)
痉挛型脑瘫组	21	1.97±13.51	43.76±87.21	-14.40±47.02	-17.18±14.68	-1.58±0.86
混合型脑瘫组	16	10.00±12.52	63.62±82.98	-34.70(-47.00,-24.13)	-28.17±51.93	-1.91±1.17
不随意运动型脑瘫组	14	4.96±12.66	36.40(-52.25,56.58)	-26.27±23.29	-20.35±9.06	-1.84±1.19
F		1.746	2.061	1.514	0.587	0.501
P		0.185	0.139	0.230	0.560	0.609
P1		0.068	0.494	0.089	0.289	0.350
P2		0.507	0.154	0.412	0.768	0.489
P3		0.294	0.052	0.431	0.493	0.844

组别	例数	REM (%)	N1 (%)	N2 (%)	N3 (%)
痉挛型脑瘫组	21	9.69±6.47	-10.75±6.77	5.77±3.61	4.50(4.00,8.10)
混合型脑瘫组	16	9.62±8.54	-10.25(-18.65,-3.33)	10.93±6.08 ^a	9.18±3.20 ^a
不随意运动型脑瘫组	14	10.42±5.56	-7.34±7.21	8.92±3.93	8.75(6.05,12.13) ^a
F		0.062	1.113	5.898	5.956
P		0.940	0.337	0.005	0.005
P1		0.977	0.993	0.001	0.004
P2		0.761	0.182	0.053	0.009
P3		0.754	0.205	0.240	0.839

注:与痉挛型脑瘫组比较,^a $P<0.05$;P1 指痉挛型脑瘫患儿与混合型脑瘫患儿比较;P2 指痉挛型脑瘫患儿与不随意运动型脑瘫患儿比较;P3 指混合型脑瘫患儿与不随意运动型脑瘫患儿比较

N3 百分比、不随意运动型脑瘫组 N3 百分比的增加幅度均较痉挛型脑瘫组更显著。相关作用机制可能包括:rTMS 能透过大脑皮质作用于颅脑深部,促进局部脑组织灌注,增加神经间连通性进而改善皮质区域性功能;同时低频 rTMS 还能促进机体睡眠-觉醒相关激素及神经递质水平趋于平衡^[20]。由于 N2 期和 N3 期是 NREM 期睡眠的重要组成部分,通过增加 NREM 期睡眠有助于机体恢复精力,提高学习及记忆功能。本研究结果提示 rTMS 治疗可显著改善混合型脑瘫患儿的 N2、N3 期睡眠及不随意运动型脑瘫患儿的 N3 期睡眠,对其康复疗效及生长发育均具有积极影响,这为不随意运动型脑瘫及混合型脑瘫患儿的康复治疗提供了新思路。

目前文献均表明低频 rTMS 的治疗安全性较好,如陈颖等^[21]采用低频 rTMS 刺激 DLPFC 区,发现能显著改善孤独症患儿的睡眠障碍,且治疗过程中未发现明显不良反应;李海峰等^[22]发现低频 rTMS 对痉挛偏瘫型脑瘫患儿具有确切疗效且安全性较好。本研究仅有 1 例 10 岁患儿在 rTMS 治疗过程中出现了持续约 5 min 的轻度头痛,经短暂休息后自行缓解,并未影响后续 rTMS 治疗,其他患儿均未出现类似不良反应,进一步证明了低频 rTMS 是一种安全、有效的物理治疗手段。

综上所述,脑瘫患儿通常合并睡眠功能障碍,睡眠健康教育联合 rTMS 治疗能显著改善脑瘫患儿的睡眠质量,有利于促进脑瘫患儿整体功能恢复。需要指出的是,本研究还存在诸多不足,包括样本量较少且来源单一、未对患儿智力水平及运动障碍程度进行分层干预、未进行远期疗效随访等,后续研究将针对上述不足进行改进,从而更客观地探究 rTMS 对脑瘫患儿睡眠障碍的疗效及作用机制。

参 考 文 献

- [1] Hutson JA, Snow L. Sleep assessments for children with severe cerebral palsy: a scoping review [J]. Arch Rehabil Res Clin Transl, 2020, 2 (4): 100087. DOI: 10.1016/j.arct.2020.100087.
- [2] Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral palsy: an overview [J]. Am Fam Physician, 2020, 101(4): 213-220. DOI: 10.1016/j.jcot.2012.09.001.
- [3] Ophoff D, Slaats MA, Boudewyns A, et al. Sleep disorders during childhood: a practical review [J]. Eur J Pediatr, 2018, 177 (5): 641-648. DOI: 10.1007/s00431-018-3116-z.
- [4] Qi S, Zhang Y, Li X, et al. Improved functional organization in patients with primary insomnia after individually-targeted transcranial magnetic stimulation [J]. Front Neurosci, 2022, 16: 859440. DOI: 10.3389/fnins.2022.859440.
- [5] 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.
- [6] 刘贤臣,唐茂芹,胡蕾,等.匹兹堡睡眠质量指数的信度和效度研究[J].中华精神科杂志,1996,29(2):103-107. DOI: 10.1007/

BF02951625.

- [7] 许毅,李达,谭立文,等.重复经颅磁刺激治疗专家共识[J].转化医学杂志,2018,7(1):4-9. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3097.2018.01.002.
- [8] Fabbri M, Beracci A, Martoni M, et al. Measuring subjective sleep quality: a review [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(3): 1082. DOI: 10.3390/ijerph18031082.
- [9] 美国睡眠医学会,编著.美国睡眠医学会睡眠及其相关事件判读手册规则、术语和技术规范 2.3 版[M].北京:人民卫生出版社,2017:11-67.
- [10] Dreier LA, Kapanci T, Lonnemann K, et al. Assessment of sleep-related problems in children with cerebral palsy using the SNAKE sleep questionnaire [J]. Children, 2021, 8 (9): 772. DOI: 10.3390/children8090772.
- [11] 王军,刘碧博,郭倩玉,等.多导睡眠监测脑瘫儿童与健康儿童睡眠结构的对比分析[J].中华物理医学与康复杂志,2022,44(2):143-147. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.010.
- [12] Hulst RY, Gorter JW, Voorman JM, et al. Sleep problems in children with cerebral palsy and their parents [J]. Dev Med Child Neurol, 2021, 63(11): 1344-350. DOI: 10.1111/dmcn.14920.
- [13] Leng Y, Byers AL, Barnes DE, et al. Traumatic brain injury and incidence risk of sleep disorders in nearly 200,000 US veterans [J]. Neurology, 2021, 96 (13): e1792-e1799. DOI: 10.1212/WNL.00000000000011656.
- [14] 任维聪,王铭维,郑志伟,等.右侧背外侧前额叶皮质在时间知觉中的作用:基于经颅磁刺激的研究[J].心理科学,2015,38(5):1051-1057. DOI: 10.16719/j.cnki.1671-6981.2015.05.006.
- [15] Nardone R, Sebastianelli L, Versace V, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation in subjects with sleep disorders [J]. Sleep Med, 2020, 71: 113-121. DOI: 10.1016/j.sleep.2020.01.028.
- [16] 邱小霞.脑瘫患儿睡眠障碍的护理[J].世界睡眠医学杂志,2021,8(4):666-668. DOI: 10.3969/j.issn.2095-7130.
- [17] Zhang B, Luo X, Ning Y, et al. Editorial: investigating the mechanism of TMS using brain imaging methods [J]. Front Neurosci, 2022, 16: 936219. DOI: 10.3389/fnins.2022.936219.
- [18] Di PG, Pellegrino G, Assenza G, et al. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation [J]. Nat Rev Neurol, 2014, 10(10): 597-608. DOI: 10.1038/nrneurol.2014.162.
- [19] Kulkarni S, Jadhav TS. Prevalence of sleep disorders in children with cerebral palsy: a questionnaire-based observational study [J]. J Pediatr Neurosci, 2021, 16(4): 269-272. DOI: 10.4103/jpn.JPN-205-20.
- [20] Feng J, Zhang Q, Zhang C, et al. The effect of sequential bilateral low-frequency rTMS over dorsolateral prefrontal cortex on serum level of BDNF and GABA in patients with primary insomnia [J]. Brain Behav, 2019, 9(2): e01206. DOI: 10.1002/brb3.1206.
- [21] 陈颖,姚春雨,李娟,等.低频重复经颅磁刺激对孤独症谱系障碍儿童睡眠障碍及异常行为的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2022,44(1):65-68. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.01.013.
- [22] 李海峰,尹宏伟,邹艳,等.重复经颅磁刺激对痉挛偏瘫型脑瘫患儿肢体运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(6):433-435. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.06.009.

(修回日期:2023-09-07)

(本文编辑:易 浩)