

· 临床研究 ·

多导睡眠监测脑瘫儿童与健康儿童睡眠结构的对比分析

王军 刘碧博 郭倩玉 许文静 王俊辉 朱登纳 熊华春 袁俊英

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 通过多导睡眠监测(PSG)比较脑瘫儿童与健康儿童、不同严重程度和不同临床分型脑瘫儿童睡眠结构差异。**方法** 选取2019年7月至2021年5月期间在我院就诊的1~15岁脑瘫儿童56例并纳入观察组,同期选取健康儿童30例纳入对照组。对上述2组儿童进行整夜PSG监测,比较其睡眠结构差异并分析原因。**结果** 入选脑瘫儿童睡眠障碍发生率(55.4%)明显高于健康儿童(20.0%),组间差异具有统计学意义($P<0.05$);脑瘫儿童睡眠潜伏期[(39.63±26.35)min]较健康儿童[7.25(2.50, 19.75)min]明显增加,快眼动睡眠(REM)时间[(97.58±38.52)min]及百分比[(18.48±6.35)%]较健康儿童明显减少,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$);重度脑瘫患儿总睡眠时间[(458.47±95.62)min]、睡眠效率[(74.26±13.63)%]、快眼动睡眠(REM)时间[(68.90±42.70)min]及百分比[(13.87±7.12)%]均不及轻、中度脑瘫患儿,入睡后清醒时间[51.00(38.50, 174.50)min]较轻、中度脑瘫患儿明显增加,组间差异具有统计学意义($P<0.05$);不随意运动型脑瘫患儿快眼动睡眠(REM)时间[(76.75±41.37)min]及百分比[(14.46±6.95)%]均不及痉挛型脑瘫患儿,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 脑瘫儿童睡眠障碍发生率明显高于健康儿童,其睡眠障碍以入睡困难、REM期睡眠缩短为主,并以重度脑瘫和不随意运动型脑瘫患儿睡眠问题较严重。

【关键词】 脑性瘫痪; 儿童; 多导睡眠监测; 睡眠结构

基金项目: 河南省科技厅重点研发与推广专项(202102310359)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.010

The sleep structure of healthy children and of children with cerebral palsy

Wang Jun, Liu Bibo, Guo Qianyu, Xu Wenjing, Wang Junhui, Zhu Dengna, Xiong Huachun, Yuan Junying

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 compare the differences in sleep structure between healthy children and children with cerebral palsy (CP) using polysomnography (PSG). **Methods** Fifty-six children aged 1–15 hospitalized for cerebral palsy formed the experimental group, while 30 healthy children served as controls. Both groups were given 24-hour PSG, and their sleep structures were compared and analyzed. **Results** The incidence of sleep disorders in the children with cerebral palsy (55.4%) was significantly higher than among the healthy children (20.0%). The average sleep latency was significantly higher than among the healthy children, while the duration and the percentage of the rapid eye movement (REM) stage were significantly lower than among the healthy children. Total sleep time [(458.47±95.62)min], sleep efficiency [(74.26±13.63)%], duration of REM [(68.90±42.70)min] and REM percentage [(13.87±7.12)%] were all significantly lower for the children with severe cerebral palsy than for those with mild or moderate disorder. Their time to wake up after falling asleep was significantly longer. Moreover, the duration of REM and the REM percentage of children with dyskinetic cerebral palsy were significantly lower than for those with spastic cerebral palsy. **Conclusions** The incidence of sleep disorders among children with cerebral palsy is higher than among healthy children. They have more difficulty in falling asleep and have a shorter REM stage. Children with severe cerebral palsy and involuntary cerebral palsy have more sleep problems.

【Key words】 Cerebral palsy; Children; Polysomnography; Sleep structure

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

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.010

由于电子产品、学习及工作压力等各方面影响,人们睡眠时间逐渐减少、睡眠质量逐渐降低,但人们对睡眠问题并未引起足够重视,特别是在儿童睡眠健康方面^[1];而睡眠缺乏、不健康睡眠模式对儿童及青少年发育、心理、学习方面能产生较成人更严重的后果。相关研究发现,脑瘫(cerebral palsy, CP)儿童因疾病本身及共患病等因素影响,其睡眠问题发生率较高^[2]。本研究拟通过多导睡眠监测(polysomnography, PSG)技术观察对比脑瘫与健康儿童睡眠结构差异,为促进脑瘫儿童睡眠健康提供参考资料。

对象与方法

一、研究对象

本研究脑瘫儿童纳入标准如下:①均符合 2015 年《中国脑性瘫痪康复指南》关于脑瘫的诊断标准^[3];②年龄 1~15 岁;③睡眠习惯调查问卷得分 ≥ 54 分,并能积极配合进行整夜 PSG 监测;④患儿家属对本研究知晓并签署知情同意书,同时本研究经郑州大学第三附属医院伦理学委员会审批[(2019)医伦审第 47 号]。患儿排除标准包括:①近 1 周内口服可能影响睡眠质量或结构的药物;②近 1 周内呼吸道感染、腹痛、腹泻、过敏等情况;③合并有癫痫或其它遗传代谢疾病。

本研究健康儿童纳入标准包括:①年龄 1~15 岁;②睡眠习惯调查问卷得分 ≥ 54 分并能积极配合进行整夜 PSG 监测;③无抑郁、焦虑等负面情绪;④无哮喘、心肺、神经系统等疾病。

选取 2019 年 7 月至 2021 年 5 月期间在郑州大学第三附属医院儿童康复科就诊的脑瘫儿童 56 例并纳入观察组,参照粗大运动功能分级(gross motor function classification system, GMFCS)标准^[3]分为 3 组:轻度(I 级)22 例,中度(II~III 级)19 例,重度(IV~V 级)15 例;参照运动障碍性质分为 3 组:痉挛型 28 例,混合型 15 例,不随意运动型 13 例。选取同期来我院进行正常体检的健康儿童 30 例纳入对照组。2 组儿童性别、年龄及体重等一般资料情况(详见表 1)经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 入选时 2 组儿童一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	体重 (kg, $\bar{x}\pm s$)
		男	女		
观察组	56	37	19	4.18 $\pm$ 3.12	17.51 $\pm$ 8.22
对照组	30	19	11	4.81 $\pm$ 3.35	18.29 $\pm$ 7.25

二、研究方法

1. 问卷评定:选用儿童睡眠习惯问卷(children's sleep habits questionnaire, CSHQ)^[4],通过发放问卷调查方式由儿童监护人一次性完成,参与问卷调查的监

护人需对患儿睡眠状况有深入了解。依据 2017 年发布的《0~5 岁儿童睡眠卫生指南》推荐,如患儿 CSHQ 总分 ≥ 54 分则认为睡眠质量不良^[4]。

2. 多导睡眠监测(PSG):为消除首日效应,入选对象在正式监测前 1 晚要进行 1 次预监测。选用澳大利亚康迪 Grael PSG 多导睡眠监测系统,记录睡眠参数包括: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)——指整夜监测过程中真正睡眠时间总和;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)——指监测过程中所有清醒时间之和(TRT-SL-TST);⑥非快动眼睡眠(non rapid eye movement, NREM)第 1, 2, 3 期(即 N1, N2, N3)时间、时间百分比——指 N1、N2、N3 睡眠时间及其占 TST 百分比;⑦快动眼睡眠(rapid eye movement, REM)时间、时间百分比——指 REM 睡眠时间及其占 TST 百分比;⑧REM 期睡眠潜伏时间(REM sleep latency, RL)——指从睡眠起始到第 1 帧 R 期的时间。N1 至 N3 期代表由浅至深的不同睡眠深度, N1 期睡眠指睡眠开始,属于浅睡期;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;REM 期睡眠指快动眼睡眠期;NREM 期与 REM 期具有相互交替规律。上述指标数据均由双人核对后录入,判图规则遵照美国睡眠医学会睡眠及其相关事件判读手册(2.3 版)^[5]。

3. 睡眠障碍诊断:分别从失眠、睡眠相关呼吸障碍、中枢嗜睡性疾病、睡眠-清醒昼夜节律障碍、异态睡眠、睡眠运动相关障碍、其他睡眠障碍等 7 个方面进行诊断,诊断标准参照第 3 版睡眠障碍国际分类(International Classification of Sleep Disorders, ICSD)相关条目^[6]。

三、统计学分析

采用 SPSS 25.0 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,非正态分布计量资料用 M(P25, P75)表示,计数资料用百分率(%)表示。正态分布计量资料组间比较采用独立样本 t 检验,非正态分布计量资料组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;正态分布且方差齐的多组计量资料比较采用单因素方差分析,正态分布方差不齐的多组计量资料、非正态分布的多组计量资料比较采用 Kruskal-Wallis 检验,两两比较采用最小显著差异法(least-significant difference, LSD)- t 检验;计数资料比较采用连续性校正 χ^2 检验, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、脑瘫儿童与健康儿童睡眠障碍情况比较

根据儿童病史、睡眠情况、CSHQ 问卷得分及 PSG 监测结果由专业睡眠医师进行临床诊断,发现 2 组儿童白天睡眠时间无统计学差异($P>0.05$),最终诊断结果显示 56 例脑瘫儿童中有 31 例符合睡眠障碍诊断标准,睡眠障碍发生率为 55.4%,其中失眠 8 例,中枢嗜睡性疾病 1 例,睡眠相关呼吸障碍 1 例,异态睡眠 15 例,睡眠运动相关障碍 2 例,失眠合并睡眠呼吸障碍 1 例,异态睡眠合并睡眠相关呼吸障碍 1 例,异态睡眠合并睡眠运动相关障碍 2 例;30 例健康儿童中有 6 例符合睡眠障碍诊断标准,睡眠障碍发生率为 20.0%,其中失眠 1 例,睡眠相关呼吸障碍 1 例,异态睡眠 3 例,异态睡眠合并睡眠运动相关障碍 1 例。2 组儿童睡眠障碍发生率组间差异具有统计学意义($P<0.05$)。

二、脑瘫儿童与健康儿童整夜 PSG 监测结果比较

通过对 2 组儿童 PSG 数据进行比较,发现脑瘫儿童睡眠潜伏时间、N2 期睡眠时间及百分比均较健康儿童显著增加,REM 期睡眠时间及百分比均较健康儿童

明显减少,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$);2 组儿童其它各睡眠结构参数组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。具体数据见表 2。

三、不同严重程度脑瘫患儿整夜 PSG 监测结果比较

与轻、中度脑瘫患儿比较,重度脑瘫患儿总睡眠时间、REM 期睡眠时间及百分比均明显减少,睡眠效率明显降低,入睡后清醒时间显著增加($P<0.05$);重度脑瘫患儿 N3 期睡眠时间及百分比较轻度脑瘫患儿明显减少($P<0.05$);中、重度脑瘫患儿 N2 期百分比较轻度脑瘫患儿明显增加($P<0.05$)。具体数据见表 3。

四、不同临床分型脑瘫患儿整夜 PSG 监测结果比较

与痉挛型脑瘫患儿比较,不随意运动型、混合型脑瘫患儿 REM 期睡眠时间及百分比均明显减少,N2 期百分比则显著增加(均 $P<0.05$);与不随意运动型脑瘫患儿比较,痉挛型脑瘫患儿 R 期睡眠潜伏时间明显增加,混合型脑瘫患儿 R 期睡眠潜伏时间则显著缩短,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。具体数据见表 4。

表 2 入选脑瘫儿童与健康儿童 PSG 监测结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	总记录时间(min)	总睡眠时间(min)	入睡后清醒时间(min)	睡眠效率(%)
观察组	56	607.53±64.81	512.98±80.55	30.25(14.13,73.75)	87.15(79.83,92.80)
对照组	30	624.73±96.18	518.57±105.12	57.50(22.00,99.88)	87.75(75.60,93.03)
组别	睡眠潜伏时间(min)	R 期睡眠潜伏时间(min)	N1 期睡眠时间(min)	N1 期百分比(%)	N2 期睡眠时间(min)
观察组	39.63±26.35	107.00±59.22	30.00(14.25,46.38)	6.25(2.85,8.75)	305.34±67.02
对照组	7.25(2.50,19.75) ^a	96.00(35.63,142.88)	35.40±18.62	6.45(3.93,8.45)	271.48±73.24 ^a
组别	N2 期百分比(%)	N3 期睡眠时间(min)	N3 期百分比(%)	REM 期睡眠时间(min)	REM 期百分比(%)
观察组	59.84±11.87	75.95±52.34	14.56±9.77	97.58±38.52	18.48±6.35
对照组	52.63±11.48 ^a	86.48±49.81	16.66±9.64	125.18±52.52 ^a	23.51±8.07 ^a

注:与观察组相同指标比较,^a $P<0.05$

表 3 不同严重程度脑瘫患儿 PSG 监测结果比较($\bar{x}\pm s$)

病情程度	例数	总记录时间(min)	总睡眠时间(min)	入睡后清醒时间(min)	睡眠效率(%)
轻度	22	597.66±54.37	523.25±63.69	17.75(12.75,52.13)	87.83±5.72
中度	19	610.08±60.83	544.13±65.98	9.00(22.00,41.00)	89.31±7.48
重度	15	618.77±83.73	458.47±95.62 ^{ab}	51.00(38.50,174.50) ^{ab}	74.26±13.63 ^{ab}
病情程度	睡眠潜伏时间(min)	R 期睡眠潜伏时间(min)	N1 期睡眠时间(min)	N1 期百分比(%)	N2 期睡眠时间(min)
轻度	42.25±30.46	98.32±32.21	42.25±30.46	5.25(2.43,8.88)	280.12±73.15
中度	29.95±19.37	109.18±43.72	29.95±19.37	5.94±3.69	334.95±53.10 ^a
重度	48.07±25.29 ^b	116.97±97.65	48.07±25.29 ^b	6.30(4.80,8.20)	304.83±61.68
病情程度	N2 期百分比(%)	N3 期睡眠时间(min)	N3 期百分比(%)	REM 期睡眠时间(min)	REM 期百分比(%)
轻度	52.97±11.41	97.93±50.55	17.25(12.78,23.35)	109.56±27.75	20.89±4.95
中度	61.72±8.21 ^a	71.34±50.04	13.02±8.67	106.33±35.71	19.32±5.45
重度	63.90(58.00,78.70) ^a	49.53±46.64 ^a	10.33±9.57 ^a	68.90±42.70 ^{ab}	13.87±7.12 ^{ab}

注:与轻度脑瘫患儿相同指标比较,^a $P<0.05$;与中度脑瘫患儿相同指标比较,^b $P<0.05$

表 4 不同临床分型脑瘫患儿 PSG 监测结果比较($\bar{x}\pm s$)

脑瘫分型	例数	总记录时间(min)	总睡眠时间(min)	入睡后清醒时间(min)	睡眠效率(%)
痉挛型	28	603.21±56.32	518.14±73.40	39.25(14.85, 52.38)	85.71±7.25
混合型	15	603.50±67.96	497.77±110.73	20.00(9.00, 128.00)	82.65±14.63
不随意运动型	13	621.46±80.32	519.42±53.97	23.50(9.25, 98.50)	89.40(77.90, 94.95)

脑瘫分型	睡眠潜伏时间(min)	R 期睡眠潜伏时间(min)	N1 期睡眠时间(min)	N1 期百分比(%)	N2 期睡眠时间(min)
痉挛型	39.75±28.77	100.25±45.23	38.55(19.25, 54.38)	7.25(4.06, 9.03)	285.27±67.66
混合型	43.70±25.16	89.60±50.72	18.00(12.00, 28.00) ^a	3.50(2.50, 6.30) ^a	308.37±63.52
不随意运动型	34.69±23.13	92.00(52.40, 124.00) ^{ab}	37.29±25.38	7.36±5.58	345.09±54.00 ^a

脑瘫分型	N2 期百分比(%)	N3 期睡眠时间(min)	N3 期百分比(%)	REM 期睡眠时间(min)	REM 期百分比(%)
痉挛型	55.00±11.65	73.25(54.86, 109.50)	15.45±10.17	112.39±30.50	21.48±4.75
混合型	62.97±10.69 ^a	80.07±54.46	15.52±9.41	87.97±40.33 ^a	16.35±5.98 ^a
不随意运动型	66.64±9.48 ^a	60.31±47.74	11.54±9.40	76.75±41.37 ^a	14.46±6.95 ^a

注:与痉挛型脑瘫患儿相同指标比较, ^a $P<0.05$;与混合型脑瘫患儿相同指标比较, ^b $P<0.05$

讨 论

本研究结果表明,入选脑瘫儿童睡眠障碍发生率明显高于健康儿童($P<0.05$),与既往报道结果类似^[7];通过对比 2 组儿童 PSG 数据,发现脑瘫儿童睡眠潜伏期较健康儿童明显延长($P<0.05$),提示脑瘫儿童入睡较困难。分析其原因包括以下方面,首先脑瘫儿童的骨骼肌肉特征是造成此类睡眠状况的主要因素,睡眠起始需要整个机体参与,运动功能水平、姿势限制、痉挛程度以及伴随的身体、肌肉不适等均与其有关^[8]。痉挛型脑瘫在脑瘫患者中占比较高,因其肌张力持续增高,关节活动范围减小,肢体分离运动受限,患者进而出现体位转换困难,导致入睡障碍、夜醒等^[9]。部分脑瘫患儿夜间需佩戴矫形辅具进行骨骼肌肉管理,不能自由变换姿势以缓解肌肉痉挛,也会导致入睡困难及夜醒^[10]。其次疼痛也是诱发脑瘫儿童睡眠障碍的重要原因,如采取相应手段减轻患儿疼痛或疼痛引起的不适,能提升患儿睡眠质量。有研究对 35 例痉挛型脑瘫儿童鞘内植入巴氯芬泵 6 个月,发现能缓解患儿疼痛程度,减少夜间觉醒次数^[11]。除上述因素外,脑瘫共患病、家庭环境及康复训练等方面也可能引起睡眠障碍,其具体作用机制还需进一步探讨。

本研究发现入选脑瘫儿童 N2 期睡眠时间及百分比均较健康儿童明显增加($P<0.05$),REM 期睡眠时间及百分比均较健康儿童明显减少($P<0.05$)。上述结果提示脑瘫儿童持续存在的脑损伤会导致睡眠调节机制改变,引起睡眠结构紊乱,深、浅睡眠交替过渡时间延长^[12],其发病机制可能与脑瘫引起大脑单胺类神经递质失调有关^[13-14]。人体单胺类神经递质主要包括 5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-TH)、多巴胺(dopamine, DA)、去甲肾上腺素(norepinephrine, NA)等,上述递质在 NREM-REM 交替循环中具有重要作用^[15]。机体调控 REM 睡眠的脑区主要为脑干,还受延髓巨细

胞网状结构、下丘脑、丘脑、黑质、基底前脑、淋巴系统及额叶皮质等影响^[16]。脑瘫儿童脑损伤可能累及相关脑区或核团,导致单胺类神经递质失调,出现睡眠结构紊乱(如 NREM-REM 交替失衡),进而缩短 REM 期睡眠时间,但相关脑区或核团受累与脑瘫患儿睡眠障碍的相关性仍需进一步研究。由于 REM 睡眠在机体情绪、学习及记忆方面具有重要作用,对神经系统发育具有积极影响^[17-19],故脑瘫患儿 REM 期睡眠缩短,可能会进一步阻碍其神经系统发育。

通过对轻、中、重度脑瘫患儿睡眠数据比较后发现,脑瘫患儿病情越重,其睡眠问题越多,如与轻、中度脑瘫患儿比较,重度脑瘫患儿总睡眠时间、N3 期及 REM 期睡眠时间明显缩短,睡眠效率明显降低,入睡后清醒时间更久。其作用机制可能是重度脑瘫儿童脑损伤区域更大,其骨骼肌肉特征情况也更复杂,导致夜间睡眠结构更紊乱。既往研究表明,脑瘫儿童睡眠障碍与其粗大运动功能分级(gross motor function calssification system, GMFCS)具有显著相关性,失眠情况在Ⅳ级及Ⅴ级患儿中较常见,与本研究结果基本一致^[20-21]。对比痉挛型、混合型及不随意运动型脑瘫患儿睡眠结果可知:①不随意运动型脑瘫患儿 N3 期及 REM 期睡眠时间最短($P<0.05$);②不同类型脑瘫患儿睡眠潜伏期均较正常儿童明显延长(存在入睡困难等情况),但各类型患儿组间并未发现显著差异;③不同类型脑瘫患儿 REM 期睡眠潜伏时间虽存在差异,但均处于正常范围内。上述结果提示不随意运动型脑瘫儿童睡眠分期结构问题更多,深睡眠时间更少。既往研究发现肌张力障碍和运动障碍脑瘫儿童更易伴发睡眠障碍,不随意运动型脑瘫患儿的睡眠障碍发生率更高,睡眠问题更多^[22]。本研究考虑不随意运动型脑瘫儿童以椎体外系受损为主,伴有肌张力障碍及非对称性姿势,不随意运动增多,其中线位活动困难、身体难以维持稳定而容易出现惊慌、夜醒等情况^[9]。

综上所述,本研究结果表明,脑瘫儿童睡眠障碍发生率较健康儿童高,而睡眠障碍会对患儿认知、体格发育等产生不利影响,应建立长期随访制度观察脑瘫患儿发育情况,并积极选择合适的干预手段改善其睡眠状况,以促进脑瘫患儿健康成长。

参 考 文 献

- [1] Walker MP. A Societal Sleep Prescription[J]. *Neuron*, 2019, 103(4): 559-562. DOI: 10.1016/j.neuron.2019.06.015.
- [2] Lélis AL, Cardoso MV, Hall WA. Sleep disorders in children with cerebral palsy: an integrative review[J]. *Sleep Med Rev*, 2016, 30: 63-71. DOI: 10.1016/j.smrv.2015.11.008.
- [3] 唐久来, 秦炯, 邹丽萍, 等. 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. DOI: CNKI: SUN; ZGKF.0.2015-07-030.
- [4] 李生慧, 金星明, 沈晓明, 等. 儿童睡眠习惯问卷中文版制定及测量性能考核[J]. *中华儿科杂志*, 2007, 45(3): 176-180. DOI: 10.3760/j.issn:0578-1310.2007.03.005.
- [5] 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[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 11-67.
- [6] American Academy of Sleep Medicine, 著; 高和, 译. 睡眠障碍国际分类[M]. 第3版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 155-193.
- [7] Munyumu K, Idro R, Abbo C, et al. Prevalence and factors associated with sleep disorders among children with cerebral palsy in Uganda; a cross-sectional study[J]. *BMC Pediatr*, 2018, 18(1): 26. DOI: 10.1186/s12887-018-0996-z.
- [8] Newman CJ, O'Regan M, Hensey O. Sleep disorders in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2006, 48(7): 564-568. DOI: 10.1017/s0012162206001198.
- [9] 张月华, 余志华, 孔勉. 脑性瘫痪儿童合并睡眠障碍的机制及治疗研究进展[J]. *中国儿童保健杂志*, 2021, 29(5): 515-517, 522. DOI: 10.11852/zgethjzz2020-0248.
- [10] Fitzgerald DA, Follett J, Van Asperen PP. Assessing and managing lung disease and sleep disordered breathing in children with cerebral palsy[J]. *Paediatr Respir Rev*, 2009, 10(1): 18-24. DOI: 10.1016/j.prrv.2008.10.003.
- [11] Ramstad K, Jahnsen R, Lofterod B, et al. Continuous intrathecal baclofen therapy in children with cerebral palsy-when does improvement emerge? [J]. *Acta Paediatr*, 2010, 99(11): 1661-1665. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2009.01596.x.
- [12] 吴兆芳, 姜琨, 刘文华, 等. 脑瘫儿童睡眠障碍及影响因素的 Logistic 回归分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2011, 19(1): 48-50. DOI: CNKI; SUN; ERT0.0.2011-01-021.
- [13] 李晓捷, 杨影, 姜志梅, 等. 脑瘫仔兔黑质-纹状体系神经元数量及超微结构研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2005, 27(7): 391-394. DOI: 10.3760/j.issn:0254-1424.2005.07.003.
- [14] 何琪, 张骞, 邵先桃, 等. 脊柱推拿对脑瘫幼鼠学习记忆的影响及机制研究[J]. *中医药导报*, 2018, 24(11): 36-39, 44. DOI: 10.13862/j.cnki.cn43-1446/r.2018.11.010.
- [15] 殷晓荣. 神经发育行为障碍儿童的睡眠障碍[J]. *中国儿童保健杂志*, 2017, 25(10): 1030-1033. DOI: 10.11852/zgethjzz2017-25-10-15.
- [16] 孙霄, 杨素荣, 李善群, 等. 快眼动睡眠调节机制及影响药物[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2020, 25(2): 214-220. DOI: 10.12092/j.issn.1009-2501.2020.02.015.
- [17] Miller KE, Gehrmann PR. REM sleep: what is it good for? [J]. *Curr Biol*, 2019, 29(16): 806-807. DOI: 10.1016/j.cub.2019.06.074.
- [18] Knoop MS, de Groot ER, Dudink J. Current ideas about the roles of rapid eye movement and non-rapid eye movement sleep in brain development[J]. *Acta Paediatr*, 2021, 110(1): 36-44. DOI: 10.1111/apa.15485.
- [19] Li W, Ma L, Yang G, et al. REM sleep selectively prunes and maintains new synapses in development and learning[J]. *Nat Neurosci*, 2017, 20(3): 427-437. DOI: 10.1038/nn.4479.
- [20] Elsayed RM, Hasanein BM, Sayyah HE, et al. Sleep assessment of children with cerebral palsy: Using validated sleep questionnaire[J]. *Ann Indian Acad Neurol*, 2013, 16(1): 62-65. DOI: 10.4103/0972-2327.107708.
- [21] Romeo DM, Brogna C, Quintiliani M, et al. Sleep disorders in children with cerebral palsy: neurodevelopmental and behavioral correlates[J]. *Sleep Med*, 2014, 15(2): 213-218. DOI: 10.1016/j.sleep.2013.08.793.
- [22] Löwing K, Gyllensvärd M, Tedroff K. Exploring sleep problems in young children with cerebral palsy-a population-based study[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2020, 28: 186-192. DOI: 10.1016/j.ejpn.2020.06.006.

(修回日期: 2021-10-25)

(本文编辑: 易 浩)