

· 临床论著 ·

痉挛性脑瘫患儿脊柱发育的影响因素

姜煜, 刘港, 徐林, 任敬佩, 胡传宇, 赵毅, 穆晓红*

(北京中医药大学东直门医院, 北京 100700)

摘要: [目的] 探讨痉挛性脑瘫患儿脊柱发育的影响因素。[方法] 共纳入本院收治的痉挛性脑瘫患者 92 例, 观察脊柱发育情况。采用单因素比较和多元线性回归分析, 探讨脊柱发育的相关因素。[结果] 92 例患儿中, 脊柱矢状面平衡 55 例, 占 59.8%; 脊柱矢状面失平衡 37 例, 占 40.2%。单因素比较, 失衡组的脊柱矢状面轴向距离 (sagittal vertical axis, SVA) [(8.2±2.5) cm vs (2.6±1.5) cm, $P<0.001$]、股骨头向外侧移位值 (migration percentage, MP) [(41.8±17.3)% vs (38.3±19.3)%, $P<0.001$] 显著高于平衡组, 而失衡组癫痫发生率显著低于平衡组 [例 (%), 0 (0.0) vs 6 (10.9), $P=0.038$]。两组年龄、性别、胎龄、出生体重、行走时间、瘫痪肢数、GMFCS 评分、体重、身高、BMI、AI 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。SVA 绝对值与性别 ($r=0.231$, $P=0.027$)、斜视情况 ($r=0.209$, $P=0.045$)、GMFCS 评级 ($r=0.239$, $P=0.022$)、MP 值 ($r=0.226$, $P=0.030$)、AI 值 ($r=0.217$, $P=0.038$) 呈显著正相关。多元线性回归分析表明, GMFCS 评级、性别、AI 值是 SVA 绝对值大的相关因素 ($P<0.05$), 回归方程式为 $Y=-57.715+12.314\text{GMFCS 分级}+29.204\text{ 性别}+1.965\text{AI}$ 。[结论] 本研究发现, GMFCS 分级、AI 值、MP 值、性别和斜视情况影响痉挛性脑瘫患儿的脊柱发育, 且 GMFCS 分级、性别、AI 值可综合预测脑瘫脊柱 SVA 值。

关键词: 痉挛性脑瘫, 脊柱矢状面平衡, 脊柱发育

中图分类号: R687

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2024) 21-1941-05

Factors affecting spinal development in children with spastic cerebral palsy // JIANG Yu, LIU Gang, XU Lin, REN Jing-pei, HU Chuan-yu, ZHAO Yi, MU Xiao-hong. Dongzhimen Hospital, Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100700, China

Abstract: [Objective] To explore the factors affecting spinal development in children with spastic cerebral palsy. [Methods] A total of 92 patients with spastic cerebral palsy admitted to our hospital were included into this study to observe the spinal development. Univariate comparison and multiple regression analysis were used to search the factors related to spinal development. [Results] Among 92 children, 55 (59.8%) were sagittal balance, whereas the remaining 37 (40.2%) were found sagittal spinal imbalance. Regarding to univariate comparison, the imbalance group proved significantly greater than the balance group in terms of deviation of sagittal vertical axis (SVA) [(8.2±2.5) cm vs (2.6±1.5) cm, $P<0.001$] and lateral displacement of femoral head (migration percentage, MP) [(41.8±17.3)% vs (38.3±19.3)%, $P<0.001$], while the incidence of epilepsy in the unbalanced group was significantly lower than that in the balanced group [case (%), 0 (0.0) vs 6 (10.9), $P=0.038$]. There were no significant differences in age, sex, gestational age, birth weight, walking time, number of paralyzed limbs, GMFCS score, weight, height, BMI and AI between the two groups ($P>0.05$). As consequence of paired correlation analysis, the absolute value of SVA was significantly positively correlated to sex ($r=0.231$, $P=0.027$), strabismus ($r=0.209$, $P=0.045$), GMFCS scale ($r=0.239$, $P=0.022$), MP value ($r=0.226$, $P=0.030$), AI value ($r=0.217$, $P=0.038$). In addition, multiple linear regression analysis showed that GMFCS scale, gender and AI value were factors related to absolute value of SVA ($P<0.05$), with a regression equation of $Y=-57.715+12.314\text{GMFCS scale}+29.204\text{ gender}+1.965\text{AI}$. [Conclusion] As findings of this study, the GMFCS scale, AI value, MP value, sex and strabismus impact spinal development of children with spastic cerebral palsy, and GMFCS grade, sex and AI value might comprehensively predict spinal SVA value of cerebral palsy.

Key words: spastic cerebral palsy, spinal sagittal balance, spinal development

脑性瘫痪 (cerebral palsy, CP) 是指由于早产、难产、窒息或黄疸等引起的一种非进行性脑损伤, 主要表现为姿势异常和运动障碍。CP 的患病率为每 1 000 例活产婴儿 2.0~3.5 例^[1]。痉挛性脑瘫 (spas-

tic cerebral palsy, SCP) 约占 CP 患者的 60%, 其特征包括肌张力增高、腱反射亢进、肌肉痉挛, 常导致肢体畸形^[2], 严重者丧失正常行走能力, 需要终生护理, 给家庭和社会带来了沉重的负担。

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110005

作者简介: 姜煜, 硕士研究生, 研究方向: 中西医结合骨科, (电话)010-84013323, (电子信箱)jiangyu1230216@163.com

* 通信作者: 穆晓红, (电话)010-80816655, (电子信箱)muxiaohong2006@126.com

在生长发育高峰期的幼儿阶段, CP患者因肌肉痉挛、感觉异常等, 会出现躯体姿势控制异常^[3]。在生长发育早期即进展为不对称的异常姿势和异常的运动模式, 导致脊柱发育异常, 出现脊柱畸形^[4]。流行病学研究表现, 21%~64%的CP会发生脊柱畸形, 且脊柱畸形发病时间多早于10岁^[5], 因SCP人群脊柱控制能力较差, 更易出现脊柱畸形的情况^[6]。脊柱畸形可引发更多运动功能、姿势维持和转移障碍, 甚至引起内科疾病, 严重影响脑瘫患者生活质量^[7]。而儿童期的脊柱畸形仍有除手术外可矫正的可能, 早期发现、早期开展靶向性矫正措施可改善甚至消除脊柱畸形, 避免日后创伤较大的脊柱矫形手术。

长期临床发现, CP患者因肌肉力量弱、肌张力高导致的长期姿势异常, 往往难以保持直立, 出现脊柱矢状面失衡, 如胸椎和腰椎的曲度过度后凸、骨盆前倾、骨盆后倾等变化。因此, 选用脊柱矢状面轴向距离(sagittal vertical axis, SVA)作为评价脊柱矢状面失衡的标准, 旨在通过分析各临床变量与SVA的相关性, 明确影响SCP儿童脊柱发育异常的因素, 以提高早期诊断能力。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 符合SCP诊断标准; (2) 年龄3~18岁; (3) 能够在站立状态下拍摄高质量的脊柱全长正侧位X线片; (4) 脊柱全长正侧位的影像拍摄范围包括完整的第7颈椎和骨盆全貌; (5) 可获得可靠的电子医疗记录。

排除标准: (1) 排除合并除因SCP以外其他脊柱疾病, 如脊柱结核、脊髓栓系综合征等; (2) 排除既往有任何脊柱或矫形外科手术史的患儿; (3) 临床资料不完整者。

1.2 一般资料

病例资料来源于2022年1月—2022年10月就诊于本科的SCP患儿, 共92例患者符合上述标准, 纳入本研究, 其中男66例, 女26例。入院后对患儿进行脊柱全长正侧位X线片拍摄, 后期由研究者统一进行影像学测量。入组患儿的平均年龄(10.7±5.1)岁。本研究获得北京中医药大学东直门医院医院伦理委员会审核批准(批准文号为: 2023DZMEC-102-02), 所有患者家属均知情同意。

1.3 评价指标

资料来源于本院病历系统和北京中医药大学脑瘫

中心数据库。提取并记录患儿年龄、性别、胎龄、出生体重、行走时间、瘫痪肢数、粗大运动功能评分(the Gross Motor Function Classification System, GMFCS)、体重、身高、BMI、是否癫痫、是否斜视、SVA绝对值、股骨头向外侧移位(migration percentage, MP)、髋臼指数(acetabular index, AI)等指标。由临床经验丰富的同一医师对CP患儿的GMFCS进行分级, 并记录上传。

1.4 影像检查与测量方法

脊柱全长正侧位X线片拍摄要求: 拍摄前均用铅围裙保护患者性腺。正位: 要求患者去除鞋子及各种矫正装置, 自然状态站立, 背部紧邻摄影支架, 双手自然下垂手心向前, 听鼻线与水平面平行。对于无法自行站立的患者, 可借助辅助装置站立。侧位: 患者右侧站立位, 身体右肩部及臀部靠近摄影架, 身体正中矢状面与摄影支架平行, 下颌与地面平行。

SVA为第七颈椎椎板中点铅垂线至骶骨上终板后上角的垂直距离。当C₇铅垂线位于骶骨后上角前方时, SVA为正值, 反之为负值。定义5cm为脊柱矢状位平衡的临界值, SVA绝对值超过5cm为脊柱矢状位失衡^[8]。

AI为通过双侧髋臼“y”形软骨顶点画一直线并加以延长, 再从“y”形软骨顶点向骨性髋臼顶部外侧上缘最突出点连一直线, 此线与骨盆水平等夹角即为AI值; MP: 股骨头最外侧到髋臼外缘距离为A, 股骨头横径为B, 两者之间比值为MP, $MP=A/B \times 100\%$, 反映股骨头偏离髋臼程度, 反之提示髋臼对股骨头覆盖程度。

骨盆指标测量结果全部获得来自受影响严重一侧的髋关节。该类指标由本院2名熟练的放射科医生利用PACS成像系统进行测量。对所得的数据取平均值。

1.5 统计学方法

使用SPSS 26.0软件对数据进行统计分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本t检验, 资料呈非正态分布时, 采用Mann-whitney U检验。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。以SVA值为因变量, 其他资料为自变量行二元多因素逻辑回归分析。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 是否矢状面失衡的单项因素比较

92 例患儿中，脊柱矢状面平衡 55 例，占 59.8%；发生脊柱矢状面失衡 37 例，占 40.2%。两组患者单项因素比较见表 1。失衡组的 SVA 值、MP 值显著高于平衡组 ($P<0.05$)，平衡组癫痫发生率显著高于失衡组 ($P<0.05$)。两组年龄、性别、胎龄、出生体重、行走时间、瘫痪肢数、GMFCS 评分、体重、身高、BMI、AI 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 1. 是否脊柱矢状面失衡两组患儿的单项因素比较

Table 1. Univariate comparison between the imbalance group and the balance group

指标	失衡组 (n=37)	平衡组 (n=55)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	10.2±4.7	11.0±5.4	0.495
性别(例,男/女)	8/29	18/37	0.246
胎龄(周, $\bar{x} \pm s$)	33.6±4.6	33.3±5.1	0.643
出生体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	2.6±0.7	2.4±0.8	0.336
起始行走时间(岁, $\bar{x} \pm s$)	2.2±1.3	2.6±1.5	0.285
瘫痪肢数(例, 1/2/3/4)	0/26/5/6	1/37/12/5	0.481
GMFCS 评级(例, 1/2/3/4/5)	0/9/11/10/7	2/19/13/18/3	0.175
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	35.0±19.8	36.4±16.9	0.449
身高(cm, $\bar{x} \pm s$)	135.4±24.4	137.7±22.1	0.630
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	18.0±4.1	18.1±4.2	0.481
癫痫[例(%)]	0(0.0)	6(10.9)	0.038
斜视[例(%)]	11(29.7)	9(16.4)	0.136
SVA 绝对值(cm, $\bar{x} \pm s$)	8.2±2.5	2.6±1.5	<0.001
MP(% , $\bar{x} \pm s$)	41.8±17.3	38.3±19.3	<0.001
AI(° , $\bar{x} \pm s$)	18.3±5.5	17.7±4.9	0.279

2.2 SVA 绝对值与其他因素的两两相关分析

SVA 绝对值与其他因素的两两相关分析结果见表 2。通过 *Pearson* 或 *Spearman* 分析显示，SVA 绝对值与性别 ($r=0.231, P=0.027$)、斜视情况 ($r=0.209, P=0.045$)、GMFCS 评级 ($r=0.239, P=0.022$)、MP 值 ($r=0.226, P=0.030$)、AI 值 ($r=0.217, P=0.038$) 呈显著正相关。

2.3 SVA 绝对值与其他因素的多元逐步回归分析

以是否脊柱矢状面失衡为因变量，选择两两相关分析中性别、斜视情况、GMFCS 分级、MP 值、AI 值等阳性因素为自变量行多元逐步回归分析，设置方程为向前逐步回归，多元逐步回归分析结果见表 3。方程有效性经方差检验有效 ($F=6.647, P<0.001$)。结果显示：GMFCS 分级、性别、AI 值是脊柱矢状面失衡的独立危险因素 ($P<0.05$)，斜视情况、MP 值不是脊柱矢状面失衡的独立危险因素 ($P>0.05$)。说明高 GMFCS 分级、性别、高 AI 会增大 CP 患儿发生脊柱

矢状面失衡的风险。

表 2. SVA 绝对值与其他因素的两两相关分析

Table 2. Pairwise correlation analysis between absolute value of SVA and other factors in 92 CP children

指标	r 值	P 值
年龄	0.037	0.724
性别	0.231	0.027
胎龄	-0.078	0.457
出生体重	0.005	0.962
起始行走年龄	-0.067	0.527
瘫痪肢数	-0.009	0.931
有无癫痫	-0.175	0.095
斜视情况	0.209	0.045
GMFCS 评级	0.239	0.022
体重	0.066	0.531
身高	0.016	0.878
BMI	0.026	0.806
MP	0.226	0.030
AI	0.217	0.038

采用 $P<0.05$ 为入选， $P>0.10$ 为移出标准的 Stepwise 法，第一步自变量“GMFCS 分级”入选，复合相关系数 $R=0.239$ ；第二步自变量“性别”入选， $R=0.365$ ；第三步自变量“AI”入选， $R=0.430$ ；方程有效性经方差检验， $F=6.647, P<0.001$ 。多元线性逐步回归分析结果见表 3，多元线性逐步回归方程为：

$$Y = -57.715 + 12.314 \text{MFCS 分级} + 29.204 \text{性别} + 1.965 \text{AI}.$$

3 讨论

痉挛性脑瘫患者脊柱发育异常是普遍的临床问题。SVA 值是评价脊柱矢状面平衡的金标准之一，且与患者相关生活质量密切相关^[9]，已广泛运用在大多数脊柱疾病监测项目中。在儿童、青少年特发性脊柱畸形中，矢状位紊乱也最常见，常表现为脊柱矢状弯曲变直^[10]。因此，本研究选择 SVA 作为因变量，探索与多个变量的相关性，探索痉挛性脑瘫患儿脊柱发育的影响因素，并建立预测模型方程，为早期预测脊柱病变提供依据。

本研究发现，SCP 患者 SVA 值与性别显著相关。女性脊柱发育异常的概率高于男性，这与 Chung 等^[11]、Yan 等^[12] 研究结果一致。女性进入青春期较男性早，生长发育速度整体快于男性，在身高增长的高峰期，脊柱异常发育也会进入最大进展阶段^[11]。与男性相比，女性在出生时脊椎椎骨的横截面积较

小，且这种差别贯穿两性一生^[13]；与同龄男性相比，女性腰椎活动度、灵活性更大；女性骨骼抗压能力不足，脊柱韧带更为松弛，腰背肌肉力量相对薄弱^[14]，女性脊柱较易发生畸形。女性脊柱发育受到体内激素影响较大，雌激素水平异常直接影响骨代谢

和重塑，导致骨生长发育异常；雌激素水平异常会导致女性月经初潮延迟，骨骼发育和性成熟延迟，进一步增加脊柱畸形可能性^[15]。这些生理因素均会加重女性脑瘫患者出现脊柱发育异常的概率。

表 3. 其他因素的多元线性逐步回归分析结果
Table 3. Results of multiple linear stepwise regression analysis of other factors

自变量	回归系数 <i>B</i>	标准误 <i>SE</i>	标准化回归系数	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
常数项	-57.715	22.510	-	-2.564	0.012
GMFCS 分级	12.314	4.211	0.286	2.925	0.004
性别	29.204	9.818	0.291	2.974	0.004
AI 值	1.965	0.834	0.227	2.355	0.021

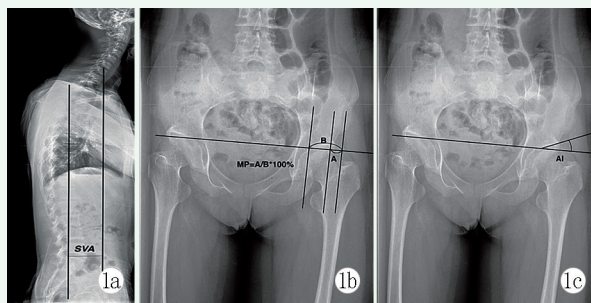


图 1. 患者影像测量方法。1a: SVA 测量方法示意图；1b: MP 值测量方法示意图；1c: AI 值测量方法示意图。
Figure 1. Imaging measurement method for the 92 patients. 1a: SVA measurement; 1b: MP value measurement; 1c: AI measurement.

GMFCS 分级是一种临床常用评价 CP 患者粗大运动功能的方法。本研究表明，GMFCS 分级与脊柱矢状面平衡呈显著正相关，即 GMFCS 分级越高，脑瘫患者运动功能越差，出现脊柱问题的风险越高。与既往研究结果类似，在一项对 666 名脑瘫儿童的研究中，发现 GMFCS 4 级或 5 级者在 18 岁之前患中度或重度脊柱侧弯的风险约为 50%，远高于 GMFCS 1~3 级者^[16]。Pettersson 等^[17]研究发现，脑瘫患儿使用脊柱矫形器的频率随 GMFCS 水平的增加而显著增加。因此，需要更加关注 GMFCS 分级的较高级别，即 4~5 级患者是肢体残疾程度较高的人群。

脑瘫患儿斜视发生率为 38%~47%，远高于正常儿童^[18]。本文首次研究痉挛性脑瘫患者斜视情况与脊柱发育之间的关系。斜视情况与脊柱发育呈显著正相关，SCP 伴有斜视的患者脊柱发育较差。眼球的转动与颈椎的活动一致，颈椎的运动是眼球运动受限时为保证眼视野的最大化的有益补充。因此，斜视患者会出现颈椎代偿性异常运动，进而影响脊柱发育。脑瘫患者的眼功能发育，也应当引起重视。

骨盆是保持人体行走稳定性的关键结构，骨盆异常直接影响脊柱的对齐，或引起全身代偿性姿势异常，继而引发脊柱畸形^[19]。髋关节脱位是脑瘫患者中第二大常见畸形，大约 1/3 的脑瘫儿童会出现髋关节脱位，进而表现为骨盆畸形，且脑性瘫痪患儿的脊柱畸形多继发于骨盆畸形之后^[20]。本文选用 AI 和 MP 作为髋关节发育的指标，MP 反映股骨头偏离髋臼程度，AI 反映髋臼发育程度^[21]，可直观展现髋脱位畸形情况^[22]。本研究中发现，SVA 值与 AI 值和 MP 值呈显著正相关。因此监测脑瘫患者脊柱发育的同时，还需要监测髋关节、骨盆的异常。

本研究发现 GMFCS 水平、AI 值、MP 值、性别和斜视情况影响痉挛性脑瘫患儿的脊柱发育，且 GMFCS 水平、AI 值和性别可综合预测脑瘫脊柱 SVA 值，因此脑瘫患者定期随访、拍摄 X 线片，有助于动态监测脊柱发育。

参考文献

- [1] Wimalasundera N, Stewenson VL. Cerebral palsy [J]. Pract Neurol, 2016, 16 (3) : 184-194. DOI: 10.1136/practneurol-2015-001184.
- [2] 穆晓红, 李筱叶. 痉挛性脑性瘫痪外科治疗专家共识 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (1) : 77-81. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.01.15. Mu XH, Li XY. Expert consensus on the surgical treatment of spastic cerebral palsy [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (1) : 77-81. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.01.15.
- [3] Pierret J, Caudron S, Paysant J, et al. Impaired postural control of axial segments in children with cerebral palsy [J]. Gait Posture, 2021, 86: 266-272. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2021.03.012.
- [4] Aed El-Nabie WAE, Saleh MSM. Trunk and pelvic alignment in relation to postural control in children with cerebral palsy [J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2019, 32 (1) : 125-130. DOI: 10.

- 3233/bmr-181212.
- [5] Cloake T, Gardenr A. The management of scoliosis in children with cerebral palsy: a review [J]. *J Spine Surg*, 2016, 2 (4) : 299-309. DOI: 10.21037/jss.2016.09.05.
- [6] Häggglund G, Pettersson K, Czuba T, et al. Incidence of scoliosis in cerebral palsy [J]. *Acta Orthop*, 2018, 89 (4) : 443-447. DOI: 10.1080/17453674.2018.1450091.
- [7] Kumar V, Vatkar AJ, Baburaj V, et al. Pulmonary function after thoracoplasty for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Spine J*, 2022, 31 (11) : 2972-2986. DOI: 10.1007/s00586-022-07375-9.
- [8] Schwab FJ, Hawkinson N, Lafage V, et al. Risk factors for major peri-operative complications in adult spinal deformity surgery: a multi-center review of 953 consecutive patients [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21 (12) : 2603-2610. DOI: 10.1007/s00586-012-2370-4.
- [9] Zhou S, Xu F, Wang W, et al. Age-based normal sagittal alignment in Chinese asymptomatic adults: establishment of the relationships between pelvic incidence and other parameters [J]. *Eur Spine J*, 2020, 29 (3) : 396-404. DOI: 10.1007/s00586-019-06178-9.
- [10] Pesenti S, Prost S, Pomero V, et al. Early dynamic changes within the spine following posterior fusion using hybrid instrumentation in adolescents with idiopathic scoliosis: a gait analysis study [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142 (12) : 3613-3621. DOI: 10.1007/s00402-021-03956-3.
- [11] Chung LY, Nam HK, Rhie YJ, et al. Prevalence of idiopathic scoliosis in girls with central precocious puberty: effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist [J]. *Ann Pediatr Endocrinol Metab*, 2020, 25 (2) : 92-96. DOI: 10.6065/apem.1938164.082.
- [12] Yan B, Lu X, Qiu Q, et al. Predicting adolescent idiopathic scoliosis among chinese children and adolescents [J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 1784360. DOI: 10.1155/2020/1784360.
- [13] Ponrartana S, Aggabao PC, Dharmavaram NL, et al. Sexual dimorphism in newborn vertebrae and its potential implications [J]. *J Pediatr*, 2015, 167 (2) : 416-421. DOI: 10.1016/j.jpeds.2015.04.078.
- [14] Ponrartana S, Fisher CL, Aggabao PC, et al. Small vertebral cross-sectional area and tall intervertebral disc in adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Pediatr Radiol*, 2016, 46 (10) : 1424-1429. DOI: 10.1007/s00247-016-3633-8.
- [15] Liang ZT, Guo CF, Li J, et al. The role of endocrine hormones in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Faseb J*, 2021, 35 (9) : e21839. DOI: 10.1096/fj.202100759R.
- [16] Persson-Bunke M, Häggglund G, Lauge-Pedersen H, et al. Scoliosis in a total population of children with cerebral palsy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37 (12) : E708-E713. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318246a962.
- [17] Pettersson K, Rodby-Bousquet E. Prevalence and goal attainment with spinal orthoses for children with cerebral palsy [J]. *J Pediatr Rehabil Med*, 2019, 12 (2) : 197-203. DOI: 10.3233/prm-180596.
- [18] Seif R, Hmameess G, Eid H, et al. Strabismus repair in children with varying severity of cerebral palsy [J]. *Semin Ophthalmol*, 2022, 37 (2) : 265-267. DOI: 10.1080/08820538.2021.2003823.
- [19] Cheung JPY. The importance of sagittal balance in adult scoliosis surgery [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8 (2) : 35. DOI: 10.21037/atm.2019.10.19.
- [20] Hasler C, Brunner R, Grundshtein A, et al. Spine deformities in patients with cerebral palsy; the role of the pelvis [J]. *J Child Orthop*, 2020, 14 (1) : 9-16. DOI: 10.1302/1863-2548.14.190141.
- [21] 白惠中, 徐林, 刘港, 等. 痉挛型脑瘫患儿髋脱位的相关因素 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (24) : 2238-2242. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.24.06.
- Bai HZ, Xu L, Liu G, et al. Factors associated with hip dislocation in children with spastic cerebral palsy [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (24) : 2238-2242. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.24.06.
- [22] 于睿钦, 徐林, 刘港, 等. 脊神经后根切断术对痉挛型脑瘫髋关节发育的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (9) : 791-795. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.09.05.
- Yu RQ, Xu L, Liu G, et al. Effect of posterior spinal nerve rhizotomy on hip development in spastic cerebral palsy [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (9) : 791-795. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.09.05.

(收稿:2024-01-03 修回:2024-05-31)

(同行评议专家: 孙兆忠, 赵子义, 孙永强)

(本文编辑: 闫承杰)