

# 痉挛型脑瘫儿童粗大运动功能分级与髋腰发育的关系

刘港, 刘丽, 徐林, 马超, 邓博文, 蒋昇源, 于睿钦, 赵毅, 穆晓红  
(北京中医药大学东直门医院, 北京 100010)

**【摘要】** 目的: 探讨痉挛型脑瘫患儿粗大运动功能分级(gross motor function classification system, GMFCS)与髋关节、腰椎发育的关系。方法: 回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 7 月收治的 125 例痉挛型脑瘫患儿, 男 85 例, 女 40 例, 年龄 4~12(8.4±2.9)岁。依据 GMFCS 分为 I、II、III、IV 级组。其中 I 级组 27 例, II 级组 40 例, III 级组 35 例, IV 级组 23 例。通过骨盆正位 X 线片, 测量股骨头偏移百分比(migration percentage, MP)、中心边缘角(central edge angle, CE)、颈干角(neck-shaft angle, NSA)、髋臼指数(acetabular index, AI), 并选取其严重侧髋关节参数值分析, 评价不同 GMFCS 分级与髋关节发育的关系。通过腰椎侧位 X 线片, 测量腰椎矢状位 Cobb 角、腰骶角、腰椎前凸指数、弓顶距, 评价不同 GMFCS 分级与腰椎发育的关系。结果: (1) 119 例痉挛型脑瘫患儿的骨盆正位 X 线片符合测量标准。I-IV 级 4 组 MP 分别为(22.72±3.88)、(26.53±4.36)、(33.84±4.99)、(49.54±7.87)%, 两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ ); 4 组 CE 分别为(30.10±6.99)°、(22.92±4.19)°、(17.91±5.50)°、(-0.70±17.33)°, 两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ ); 4 组 AI 分别为(16.41±2.77)°、(20.46±4.63)°、(23.76±5.10)°、(29.15±7.35)°, 两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ ); 且 GMFCS 分级越高, MP 和 AI 越大, CE 越小。I-IV 级 4 组 NSA 分别为(142.74±10.03)°、(148.66±9.09)°、(151.66±10.52)°、(153.70±8.05)°, GMFCS I 级组与其余 3 组两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), GMFCS I 级组 NSA 明显低于其他 3 组, 其余组间两两比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。 (2) 88 例痉挛型患儿的腰椎侧位 X 线片符合测量标准。I-IV 级 4 组腰椎矢状位 Cobb 角分别为(32.62±11.10)°、(29.86±9.90)°、(31.70±11.84)°、(39.69±6.80)°, GMFCS IV 级腰椎矢状位 Cobb 角明显高于其余 3 组, 两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。其余各组间两两比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ); 4 组腰骶角分别为(31.02±9.91)°、(26.57±9.41)°、(28.08±8.56)°、(27.31±11.50)°, 两两比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ); 4 组腰椎前凸指数分别为(4.14±12.89)、(8.83±13.53)、(13.00±11.78)、(10.76±9.97) mm, 两两比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ ); 4 组弓顶距分别为(9.50±6.80)、(6.68±3.20)、(7.16±4.94)、(6.62±4.13) mm, 两两比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。结论: (1) GMFCS I-IV 级患儿中, GMFCS 分级越高, 髋关节发育越差。 (2) GMFCS III-IV 级患儿可能有更大风险出现腰椎前凸畸形。

**【关键词】** 脑性瘫痪; 粗大运动功能分级; 髋脱位; 腰椎前凸

中图分类号: R682.6

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.01.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Relationship between the gross motor function classification system and hip and lumbar spine development in children with spastic cerebral palsy

LIU Gang, LIU Li, XU Lin, MA Chao, DENG Bo-wen, JIANG Sheng-yuan, YU Rui-qin, ZHAO Yi, MU Xiao-hong (Dongzhimen Hospital of Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100010, China)

**ABSTRACT Objective** To investigate the relationship among the gross motor function classification system (GMFCS) and the development of hip joint and lumbar spine in children with spastic cerebral palsy. **Methods** The clinical data of 125 children with spastic cerebral palsy admitted from January 2018 to July 2021 were retrospectively analyzed. There were 85 males and 40 females, aged from 4 to 12 years old with an average of (8.4±2.9) years. According to GMFCS, the patients were divided into grade I, II, III and IV groups. There were 27 cases in grade I group, 40 cases in grade II group, 35 cases in grade III group and 23 cases in grade IV group. The migration percentage (MP), central edge angle (CE), neck-shaft angle (NSA), acetabular index (AI) were measured by the radiograph of pelvis, abnormal parameters were selected to evaluate the relationship between different GMFCS grades and hip joint development. Lumbar sagittal Cobb angle, lumbar sacral angle, lumbar lordosis index and

基金项目:北京市自然科学基金项目(编号:L192059)

Fund program: Beijing Natural Science Foundation (No. L192059)

通讯作者: 穆晓红 E-mail: muxiaohong2006@163.com

Corresponding author: MU Xiao-hong E-mail: muxiaohong2006@163.com

apical distance were measured by lateral lumbar radiographs to evaluate the relationship between different GMFCS grades and lumbar spine development. **Results** ① Among the 125 spastic cerebral palsy children, there were 119 cases of pelvic radiographs that met the measurement standards. In the four groups with grade I, II, III, IV, MP was (22.72±3.88), (26.53±4.36), (33.84±4.99), and (49.54±7.87)%, CE was (30.10±6.99)°, (22.92±4.19)°, (17.91±5.50)°, and (-0.70±17.33)°, AI was (16.41±2.77)°, (20.46±4.63)°, (23.76±5.10)°, and (29.15±7.35)°, respectively, there were significant differences between the two comparisons ( $P<0.05$ ). And the higher GMFCS grade, the greater MP and AI, and the smaller CE. The NSA was (142.74±10.03)°, (148.66±9.09)°, (151.66±10.52)°, and (153.70±8.05)° in four groups with grade I, II, III, IV, respectively. The differences between the two comparisons of the GMFCS grade I group and the other three groups were statistically significant ( $P<0.05$ ). NSA of GMFCS I group was significantly lower than that of the others, there was no significant difference among other groups ( $P>0.05$ ). ② Among the 125 spastic cerebral palsy children, there were 88 cases of lumbar spine radiographs that met the measurement standards. ③ The lumbar sagittal Cobb angle was (32.62±11.10)°, (29.86±9.90)°, (31.70±11.84)°, and (39.69±6.80)° in the four groups with grade I, II, III, IV, respectively; GMFSS of grade IV group was significantly higher than that of other three groups, there was significant difference between the two comparisons ( $P<0.05$ ); there were no significant differences between other groups ( $P>0.05$ ). In the four groups with grade I, II, III, IV, the lumbosacral angle was (31.02±9.91)°, (26.57±9.41)°, (28.08±8.56)°, and (27.31±11.50)°, the lumbar lordosis index was (4.14±12.89), (8.83±13.53), (13.00±11.78), and (10.76±9.97) mm, the arch apex distance was (9.50±6.80), (6.68±3.20), (7.16±4.94), and (6.62±4.13) mm, respectively, there were no significant differences between the two comparisons ( $P>0.05$ ). **Conclusion** ① In children with GMFCS grade I-IV, the higher the GMFCS grade, the worse the hip develops. ② Children with GMFCS grade III-IV may be at greater risk for lumbar kyphosis.

**KEYWORDS** Cerebral palsy; Gross motor function classification system; Hip dislocation; Lumbar lordosis

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)是指大脑发育未成熟阶段由于早产、难产、窒息及黄疸等原因引起的非进行性脑损伤,形成以姿势异常和运动障碍为主的综合征<sup>[1]</sup>。脑瘫典型特征为肌张力增高,肌肉痉挛可导致肌腱挛缩、关节僵硬,进而发展为关节畸形。髋关节发育异常(髋关节半脱位、脱位)和脊柱畸形(腰椎前凸、脊柱侧弯等)为其常见畸形<sup>[2]</sup>,给患儿康复训练造成了巨大阻碍,且严重降低了患儿移动能力和生活质量。如何早期预测、早期干预减少畸形发生率是临床的重点和难点。粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)是根据脑瘫患儿运动能力随年龄变化的规律设计的一套分级系统<sup>[3]</sup>,解决了临床医生通过各自经验判断脑瘫严重程度的不一致性,提高了诊断精确性,目前被广泛应用于粗大运动功能发育的预测等方面<sup>[4]</sup>。选择该分级系统,预测髋关节、脊柱发育的情况具有良好的可行性和科学性<sup>[5-6]</sup>。本研究回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 7 月收治的 125 例痉挛型脑瘫患儿,测量髋关节和腰椎的影像学参数,探讨不同 GMFCS 分级患儿之间髋关节和腰椎发育的关系,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:年龄 2~12 岁;符合痉挛型脑性瘫痪诊断标准<sup>[7]</sup>;未接受任何脊柱手术或矫形手术;至少可获得高质量的骨盆正位 X 线片(平卧位)和腰椎侧位 X 线片(站立位)的一种;可获得可靠的电子病

例记录。

排除标准:非单纯痉挛型脑性瘫痪,脊柱或骨盆存在其他病变,如脊柱结核、脊髓拴系综合征、股骨头坏死等;观察资料不全,影响评估者。

### 1.2 临床资料

回顾性分析 2018 年 1 月至 2021 年 7 月于北京中医药大学东直门医院住院的痉挛型脑瘫患儿,共 125 例符合病例选择标准,男 85 例,女 40 例,年龄 4~12(8.4±2.9)岁。所有患儿入院后行骨盆正位 X 线片、腰椎侧位 X 线片检查。由同一医师按照 GMFCS 分级并记录于北京中医药大学脑瘫中心数据库中,分级方法详见表 1。纳入患儿中, I 级组 27 例, II 级组 40 例, III 级组 35 例, IV 级组 23 例。各组间患儿性别、年龄差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 2。经筛选,119 例患儿有符合测量标准的骨盆正位 X 线片,88 例患儿有符合测量标准的腰椎侧位 X 线片。本研究因纳入样本数量有限,未涉及 GMFCS-V 级患儿。本研究已通过北京中医药大学东直门医院伦理委员会审查(编号:DZMEC-KY-2019-85)。

### 1.3 观察项目与方法

**1.3.1 影像拍摄要求** 拍摄骨盆平片时,要求患儿平卧位,骨盆无倾斜、旋转;双下肢中立位,髌骨垂直向上。对于下肢畸形无法自行摆出上述体位的患儿,在医师协助下,使用棉垫放置于双腿之间或大腿下,以确保骨盆位置相对正常。拍摄腰椎侧位 X 线片时,要求患儿脱掉鞋子,以减少踝足矫形装置对 X 线片的影响。患儿保持直立站姿,不要前伸或后仰。

表 1 中文版脑瘫患儿 GMFCS 分级标准(2-12 岁)

Tab.1 The Chinese version of GMFCS for cerebral palsy (2-12 years old)

| 分级    | 运动能力                            |
|-------|---------------------------------|
| I 级   | 不受限制行走,在完成更高级的运动技巧上受限           |
| II 级  | 不需要使用辅助器械行走,在室外和社区内行走受限         |
| III 级 | 使用辅助器械行走,在室外和社区内的行走受限           |
| IV 级  | 自身移动受限,需要被转动或者在室外和社区内使用电动移动器械行走 |
| V 级   | 即使在使用辅助技术的情况下,自身移动仍然严重受限        |

表 2 痉挛型脑性瘫痪患儿各 GMFCS 分级组一般资料比较

Tab.2 Comparison of general data of children with spastic cerebral palsy among the GMFCS grading groups

| 组别           | 例数/例(%)  | 性别/例           |    | 年龄( $\bar{x}\pm s$ )/岁 |
|--------------|----------|----------------|----|------------------------|
|              |          | 男              | 女  |                        |
| GMFCS-I 级组   | 27(21.6) | 21             | 6  | 9.6±2.5                |
| GMFCS-II 级组  | 40(32.0) | 24             | 16 | 8.1±2.9                |
| GMFCS-III 级组 | 35(28.0) | 27             | 8  | 8.1±2.8                |
| GMFCS-IV 级组  | 23(18.4) | 13             | 10 | 8.2±3.0                |
| 检验值          |          | $\chi^2=5.100$ |    | $Z=5.846$              |
| P 值          |          | 0.166          |    | 0.119                  |

对于无法自行站立的患儿,在医师协助下,患儿借助辅助装置达到扶站目的,以确保腰椎位置保持相对直立。

**1.3.2 髋关节影像学指标测量<sup>[8]</sup>** (1)股骨头偏移百分比(migration percentage,MP):通过两髋臼内下缘顶点作一连线 H 线,并以髋臼外上缘作一垂线,垂线外侧股骨头部分(A)与股骨头横径(B)的比值乘以%即为股骨头偏移百分比。(2)中心边缘角(central edge angle,CE):股骨头中心至髋臼外上缘的连线,与股骨头中心的垂线形成的夹角。(3)颈干角(neck-shaft angle,NSA):股骨颈的长轴与股骨干纵轴之间形成的角度称为颈干角。(4)髋臼指数(acetabular index,AI):髋臼内下缘顶点和外上缘顶

点连线与 H 线所成的夹角。

**1.3.3 腰椎影像学指标测量<sup>[9]</sup>** (1)腰椎矢状位 Cobb 角:L<sub>1</sub>上终板与 S<sub>1</sub>上终板形成的夹角。(2)腰骶角:S<sub>1</sub>上终板与水平线形成的夹角。(3)腰椎前凸指数:S<sub>1</sub>后上缘至从 T<sub>12</sub>椎体后下缘所引垂线的距离 B。(4)弓顶距:T<sub>12</sub>椎体后下缘与 S<sub>1</sub>后上缘连线至椎体后缘的最远距离。

影像学参数均由 2 位专业的放射科医师采用北京中医药大学东直门医院影像系统-IMPAX Client 测量,当 2 位放射科医师测量偏差较大时,请求第 3 人协商确定测量值,所有数值均取平均值。

**1.4 统计学处理**

采用 SPSS 25.0 统计分析软件对数据进行统计分析,定量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )形式表示,各组间 NSA、腰椎矢状位 Cobb 角、腰骶角比较采用方差分析,各组间年龄、MP、CE、AI、腰椎前凸指数、弓顶距比较采用非参数检验。性别、例数等定性资料以例(%)表示,采用 $\chi^2$ 检验。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 各 GMFCS 分级组髋关节参数比较**

119 例痉挛型脑瘫患儿骨盆正位 X 线片符合标准,对双侧髋均进行测量,在指标统计时均采用较严重的一侧髋关节数值。各 GMFCS 分级组间,患儿 MP、CE、AI 各组间两两比较差异均有统计学意义(P<0.05),且 GMFCS 分级越高,MP 和 AI 越大,CE 越小。GMFCS I 级组 NSA 显著低于其余 3 组,两两比较差异均有统计学意义(P<0.05),但其余组间差异无统计学意义(P>0.05)。研究结果表明在 GMFCS I-IV 级,GMFCS 等级越高的患儿髋关节发育越差,更容易出现髋关节脱位,见表 3。典型病例影像学资料见图 1。

**2.2 各 GMFCS 分级组腰椎参数比较**

88 例痉挛型脑瘫患儿腰椎侧位 X 线片符合测量标准。GMFCS-IV 级患儿腰椎矢状位 Cobb 角明显高于其余 3 组,两两比较差异均有统计学意义(P<

表 3 痉挛型脑性瘫痪患儿各 GMFCS 分级组髋关节参数比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.3 Comparison of hip parameters of children with spastic cerebral palsy among GMFCS grading groups( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别           | 例数 | MP/%       | CE/°        | NSA/°        | AI/°       |
|--------------|----|------------|-------------|--------------|------------|
| GMFCS-I 级组   | 27 | 22.72±3.88 | 30.10±6.99  | 142.74±10.03 | 16.41±2.77 |
| GMFCS-II 级组  | 40 | 26.53±4.36 | 22.92±4.19  | 148.66±9.09  | 20.46±4.63 |
| GMFCS-III 级组 | 35 | 33.84±4.99 | 17.91±5.50  | 151.66±10.52 | 23.76±5.10 |
| GMFCS-IV 级组  | 23 | 49.54±7.87 | -0.70±17.33 | 153.70±8.05  | 29.15±7.35 |
| 检验值          |    | $Z=84.351$ | $Z=69.755$  | $F=6.593$    | $Z=53.599$ |
| P 值          |    | 0.000      | 0.000       | 0.000        | 0.000      |

0.05), 其余组间两两比较差异无统计学意义。腰骶角、腰椎前凸指数、弓顶距各组间两两比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。通过比较平均值发现, GM-FCS III-IV 级患儿可能有更大风险出现腰椎前凸畸形, 见表 4。典型病例影像学资料见图 2。

### 3 讨论

脑瘫在我国发病率为 1.8%~4%<sup>[11]</sup>, 致残性高, 极大限制了患儿的运动功能和日常生活能力。痉挛型脑瘫作为脑瘫的重要类型<sup>[2]</sup>, 典型特征是肌张力增高, 肌肉长期处于痉挛状态。痉挛型脑瘫患儿髋关节周围肌群存在明显的肌力、肌张力的不平衡, 这是脑瘫患儿髋关节发育异常的重要原因。研究报道<sup>[12]</sup>, 严重的脑瘫患儿中髋关节半脱位或全脱位发生率为 2.5%~59%。髋关节是人体力线的重要受力点, 髋关节发育异常或者髋关节脱位必然会导致下肢力线的偏移, 进而导致脊柱侧弯、骨盆偏移等, 进一步限制患儿移动能力。另有研究发现, 痉挛型脑瘫患儿腰椎

脊柱裂、脊柱侧弯发生率明显高于普通儿童, 这可能与先天性脊柱发育畸形及竖脊肌痉挛有关<sup>[13]</sup>。

### 3.1 不同 GMFCS 分级与髋关节发育的关系

本研究发现, 不同 GMFCS 分级脑瘫患儿 MP、CE、AI 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 且 GMFCS 分级越高, MP 和 AI 越大, CE 越小。GMFCS I 级组 NSA 显著低于其余 3 组 ( $P<0.05$ )。提示高 GMFCS 等级患儿更容易出现髋关节发育不良。MP 值因较少受拍摄体位影响, 是目前公认的简便、准确评估髋关节半脱位的重要指标。大部分学者将 33% 定义为半脱位的 MP 界值。当  $MP>50%$  时, 将进一步发展为股骨头逃逸性外侧移位, 并将持续加重。当 MP 在 52%~68% 时, 股骨头的压应力将导致最大速率与程度的髋臼畸变<sup>[14]</sup>。AI 值是衡量髋臼发育的重要指标, 其与 MP 具有直接相关性, 两者联合预测明显优于单一指标预测。CE 值测量因受股骨头中心位置影响, 其与 MP 值具有一致性, MP 值越大, CE 值越小<sup>[15]</sup>。



图 1 各 GMFCS 分级组典型病例的骨盆正位 X 线片 1a. 男, 8 岁, GMFCS I 级, 左髋 MP 26.9%, 有髋脱位发生风险 1b. 男, 5 岁, GMFCS II 级, 右髋 MP 30.1%, 有髋脱位风险 1c. 女, 4 岁, GMFCS III 级, 左髋 MP 38.1%, 右髋 MP 36.8%, 双髋半脱位 1d. 男, 6 岁, GMFCS IV 级, 右髋 MP 52.7%, 左髋 48.3%, 右髋全脱位, 左髋半脱位<sup>[10]</sup>

Fig.1 Orthotopic pelvic radiographs of typical cases in each GMFCS grading groups 1a. An 8-year-old boy of spastic cerebral palsy with GMFCS grade I, which had a risk of left hip dislocation with MP of 26.9% 1b. A 5-year-old boy of spastic cerebral pals with GMFCS grade II, which had a risk of right hip dislocation with MP of 30.1% 1c. A 4-year-old girl of spastic cerebral palsy with GMFCS grade III, the left hip MP was 38.1% and the right hip MP was 36.8%, with bilateral hip subluxation 1d. A 6-year-old boy of of spastic cerebral palsy with GMFCS grade IV, the right hip MP was 52.7% and left hip MP was 48.3%, with right hip total dislocation and left hip subluxation

表 4 痉挛型脑性瘫痪患儿各 GMFCS 分级组腰椎参数比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.4 Comparison of lumbar spine parameters of children with spastic cerebral palsy among GMFCS grading groups ( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别           | 例数 | 腰椎矢状位 Cobb 角/° | 腰骶角/°       | 腰椎前凸指数/mm   | 弓顶距/mm    |
|--------------|----|----------------|-------------|-------------|-----------|
| GMFCS-I 级组   | 27 | 32.62±11.10    | 31.02±9.91  | 4.14±12.89  | 9.50±6.80 |
| GMFCS-II 级组  | 40 | 29.86±9.90     | 26.57±9.41  | 8.83±13.53  | 6.68±3.20 |
| GMFCS-III 级组 | 35 | 31.70±11.84    | 28.08±8.56  | 13.00±11.78 | 7.16±4.94 |
| GMFCS-IV 级组  | 23 | 39.69±6.80     | 27.31±11.50 | 10.76±9.97  | 6.62±4.13 |
| 检验值          |    | F=3.043        | F=0.883     | F=5.876     | Z=1.256   |
| P 值          |    | 0.033          | 0.453       | 0.118       | 0.740     |



图 2 各 GMFCS 分级组典型病例的腰椎侧位 X 线片 2a. 男, 8 岁, GMFCS I 级, 腰椎前凸指数 4.3 mm 2b. 男, 8 岁, GMFCS II 级, 腰椎前凸指数 7.7 mm 2c. 女, 6 岁, GMFCS III 级, 腰椎前凸指数 15.9 mm 2d. 女, 8 岁, GMFCS IV 级, 腰椎前凸指数 20.6 mm

Fig.2 Lumbar lateral X-rays of typical cases in each GMFCS grading groups 2a. An 8-year-old boy of spastic cerebral palsy with GMFCS grade I and lumbar lordosis index of 4.3 mm 2b. An 8-year-old boy of spastic cerebral palsy with GMFCS grade II and lumbar lordosis index of 7.7 mm 2c. A 6-year-old girl of spastic cerebral palsy with GMFCS grade III and lumbar lordosis index of 15.9 mm 2d. A 8-year-old girl of spastic cerebral pals with GMFCS grade IV and lumbar lordosis index of 20.6 mm

本研究联合各指标发现, 随着 GMFCS 分级提升, 股骨头偏移越明显, 髌臼发育越差。其主要有以下几点原因: (1) 脑瘫患儿存在先天性髌关节脱位。脑瘫儿童多有早产、难产、剖宫产的病史, 产时过度牵拉下肢以及臀位妊娠等均可能增加先天性髌关节脱位风险<sup>[16]</sup>。(2) 髌关节周围肌群肌张力不平衡。髂腰肌、内收肌、髌外展肌是髌关节周围主要肌群, 协同作用使髌关节活动。脑瘫患儿因上运动神经元损害, 常表现为肌肉痉挛, 即肌张力增高。研究发现, 长期处于痉挛状态的内收肌造成大腿持续内收, 并影响髌外展肌发育, 导致外展肌肌力、肌张力下降。肌力及肌张力的不平衡, 将导致髌关节进一步内收, 股骨头向外牵拉, 加重髌关节脱位<sup>[17]</sup>。(3) 痉挛型脑瘫患儿平衡能力差。痉挛型脑瘫患儿常表现为下肢肌张力增高, 此外因肌张力高带来的跟腱挛缩、关节畸形等共同作用使脑瘫患儿表现为剪刀步态、平衡能力差、行走时左右摇晃, 诸多因素共同导致下肢力线的偏移, 加重了髌关节不稳定性<sup>[18]</sup>。(4) 脑瘫患儿常发育迟缓, 步行能力差, 步行时间晚, 髌臼因负重少得不到良好的发育。髌臼周围韧带松弛, 肌群力量差均增加髌关节半脱位风险<sup>[19]</sup>。

### 3.2 不同 GMFCS 分级与腰椎发育的关系

本研究分析了不同 GMFCS 分级腰椎矢状位 Cobb 角、腰椎前凸指数、弓顶距及腰骶角的关系, 旨在探讨不同 GMFCS 分级与腰椎前凸的相关性。统计分析发现矢状位 Cobb 角 IV 级组相较其他 3 组差异有统计学意义, 这可能与该分组运动功能差, 行走时间短相关。其余指标各组间差异均无统计学意义, 提

示在 GMFCS I - III 级间未见明显腰椎前凸程度的差别。比较腰椎前凸指数平均值, III - IV 级明显增大, 提示 GMFCS III - IV 级患儿可能有更大风险出现腰椎前凸畸形。

相较正常儿童, 痉挛型脑瘫患儿腰椎发育迟缓及腰椎稳定性差, 可能与以下原因相关。(1) 关节突、棘突等骨化延迟及骨化不足<sup>[12]</sup>。关节突关节以及棘突都是稳定腰椎的重要结构, 其发育不良将进一步导致椎体、椎板、椎弓根、附属韧带等发育差, 进而出现腰椎峡部裂、腰椎滑脱、腰椎前凸等脊柱发育畸形。(2) 高肌张力以及运动功能差。腰椎在正常发育过程中缺乏相应的应力刺激, 进一步加重腰椎发育不良。脊柱畸形是痉挛性脑瘫患儿重要并发症之一, 其主要包括胸椎后凸畸形及腰椎前凸畸形, 进一步导致运动功能障碍、胸腔容积减少, 甚至导致肺功能异常<sup>[20]</sup>。一项脑瘫患者脊柱自然发育史的研究认为<sup>[21]</sup>, 高 GMFCS 分级、痉挛性四肢瘫、髌关节脱位是脊柱侧弯进展的危险因素。另有 2 项研究<sup>[22-23]</sup>认为, 脊柱畸形发生率与 GMFCS 分级呈正相关, 且在高 GMFCS 分级组中, 脊柱侧弯 Cobb 角、胸椎后凸角度、腰椎前凸角度随年龄增长提升, 但研究均存在样本量少的缺陷, 国内学者对不同 GMFCS 分级与腰椎发育相关性研究较少。本研究采用的 4 项腰椎参数指标客观评价腰椎前凸程度 (既往研究多采用其评价脑瘫儿童腰椎稳定性<sup>[24-25]</sup>), 旨在探讨不同 GMFCS 分级与腰椎前凸的关系。笔者认为高 GMFCS 分级可能是腰椎前凸的一个重要原因, 对于痉挛程度高、运动能力差的患儿, 早期脊柱畸形的预防和纠正是必

要的。

### 3.3 髋脱位与脊柱畸形在脑瘫患者中的关系

脑瘫患儿异常运动模式是本病特征性表现,本研究认为,高 GMFCS 分级是髋脱位以及腰椎前凸的重要原因。脊柱-骨盆-下肢为人体力线重要结构,维持其矢状面和冠状面的平衡才能保持正常的人体力线<sup>[26]</sup>。一旦平衡被打破,则需要调整姿态来代偿,而长期的异常姿态又反过来作用于脊柱、骨盆、关节等,严重者可发展为脊柱侧弯、骨盆扭转、关节畸形。脊柱是承重及传导力量的重要躯干骨,髋关节是人体最重要的承重关节,两者互相影响,在脑瘫患儿中,其理论探讨如下:(1)髋脱位加重脊柱畸形。髋关节为多个肌肉共同附着点,如髂腰肌、臀大肌、内收肌等,正常情况下,各组肌肉协助髋关节承重,控制髋关节屈曲和旋转,维持下肢力线稳定。肌张力高是痉挛型脑瘫患者的重要特征,髋关节周围过高的肌张力引起肌肉挛缩,主要表现为髋关节的内收和屈曲。长期的髋关节屈曲姿态是髋关节后脱位的重要诱发因素,也使下肢力线后移,当发生髋脱位时,髋关节-脊柱矢状面平衡被打破,为维持直立姿势,腰椎代偿性前凸。而当髋关节挛缩内收时,髋关节-脊柱冠状面平衡被打破,骨盆冠状面倾斜旋转,进而导致腰椎侧凸畸形<sup>[22]</sup>。(2)脊柱畸形导致髋关节发育不良或脱位。研究<sup>[27]</sup>认为,在特发性脊柱侧弯的患者中,胸椎、腰椎的侧凸会引发骨盆旋转,而旋转的骨盆则进一步导致髋关节半脱位。由于脑瘫患者长期异常姿势,最终发展为髋关节全脱位。

### 3.4 本研究存在的局限性

本研究存在以下局限性:(1)纳入患儿年龄差异较大,在不同年龄段之间,髋关节及腰椎影像学参数存在发育上的差别,虽然通过增大样本量来减少组间差异,但仍可能对结果产生影响。(2)患儿本身存在运动障碍,拍摄腰椎站立位 X 线时,存在姿势不一致,研究过程中拍摄前由专人摆体位,统计指标时由专业放射科医生通过腰椎侧位平片影像评价指标进行筛选以期减少误差,但仍可能存在选择偏倚。

### 3.5 总结

综上所述,GMFCS 分级越高,髋关节脱位风险及发生率越大。脊柱畸形方面,肌肉长期痉挛状态使脑瘫患儿脊柱畸形发生率明显高于正常儿童。髋关节发育不良、脊柱侧弯的出现极大损害了患儿移动能力和日常生活能力,因此,在临床工作中,应对脑瘫患儿严重程度进行正确合理的评估,对于有较大风险出现髋关节脱位、脊柱侧弯的一类患儿中,应尽早使用髋关节矫形器或脊柱矫形器加以纠正,以减少畸形发生率和降低畸形发生的严重程度。

### 参考文献

- [1] 穆晓红,李筱叶. 痉挛型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.  
MU X H, LI X Y. Expert consensus on the surgical treatment of spastic cerebral palsy[J]. Orthop J China, 2020, 28(1): 77-81. Chinese.
- [2] 徐林. 脑性瘫痪:现代外科治疗与康复[M]. 北京:人民卫生出版社,2018:55-56.  
XU L. Contemporary surgery and rehabilitation of cerebral palsy [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018: 55-56. Chinese.
- [3] PALISANO R, ROSENBAUM P, WALTER S, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 1997, 39(4): 214-223.
- [4] 史惟,王素娟,杨红,等. 中文版脑瘫患儿粗大运动功能分级系统的信度和效度研究[J]. 中国循证儿科杂志,2006,1(2):122-129.  
SHI W, WANG S J, YANG H, et al. Study on reliability and validity of the Chinese version of the gross motor function classification system for cerebral palsy[J]. Chin J Evid Based Pediatr, 2006, 1(2): 122-129. Chinese.
- [5] EL-SOBKY T A, FAYYAD T A, KOTB A M, et al. Bony reconstruction of hip in cerebral palsy children Gross Motor Function Classification System levels III to V: a systematic review[J]. J Pediatr Orthop B, 2018, 27(3): 221-230.
- [6] SANZ-MENGIBAR J M, ALTSCHUCK N, SANCHEZ-DE-MUNIAIN P, et al. Position between trunk and pelvis during gait depending on the gross motor function classification system[J]. Pediatr Phys Ther, 2017, 29(2): 130-137.
- [7] 陈秀洁,李树春. 小儿脑性瘫痪的定义、分型和诊断条件[J]. 中华物理医学与康复杂志,2007,29(5):309.  
CHEN X J, LI S C. Definition, classification and diagnostic conditions of cerebral palsy in children[J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2007, 29(5): 309. Chinese.
- [8] 马瑞雪,吉士俊,周永德,等. 髋臼发育不良的 X 线参数[J]. 中华骨科杂志,1996,(10):634-635.  
MA R X, JI S J, ZHOU Y D, et al. X-ray parameters of acetabular dysplasia[J]. Chin J Orthop, 1996, (10): 634-635. Chinese.
- [9] 邓博文,徐林,李筱叶,等. 腰骶段 SPR 术对痉挛型脑瘫患儿腰椎稳定性影响的长期观察[J]. 中国矫形外科杂志,2019,27(21):1959-1964.  
DENG B W, XU L, LI X Y, et al. Long-term effect of lumbosacral selective posterior rhizotomy on lumbar stability for spastic cerebral palsy in children[J]. Orthop J China, 2019, 27(21): 1959-1964. Chinese.
- [10] 中华医学会骨科学分会. 发育性髋关节发育不良诊疗指南(2009 年版)[J]. 中国矫形外科杂志,2013,21(9):953-954.  
Chinese Orthopaedic Association. Guidelines for diagnosis and treatment of developmental hip dysplasia (2009 edition)[J]. Orthop J China, 2013, 21(9): 953-954. Chinese.
- [11] CAMACHO-SALAS A, PALLAS-ALONSO C R, DE LA CRUZ-BERTOLO J, et al. Cerebral palsy: the concept and population-based registers[J]. Rev Neurol, 2007, 45(8): 503-508.
- [12] NOVAK I, MORGAN C, FAHEY M, et al. State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy[J]. Curr Neurol Neu-

- roschi Rep, 2020, 20(2):3.
- [13] 张毅, 严凤娇, 曾瑞曦, 等. 痉挛型脑瘫儿童腰椎发育特点及稳定性分析[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(9):809-811.  
ZHANG Y, YAN F J, ZENG R X, et al. The analysis to the lumbar spine growth characteristic and stability statues of spastic cerebral palsy children[J]. Chin J Rehabil Med, 2007, 22(9):809-811. Chinese.
- [14] HÄGGLUND G, ANDERSSON S, DÜPPE H, et al. Prevention of dislocation of the hip in children with cerebral palsy. The first ten years of a population-based prevention programme[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(1):95-101.
- [15] 李杜娟, 周云, 黄晶晶, 等. X 线测量在脑瘫患儿继发髋关节发育不良中的临床应用价值初步分析[J]. 安徽医科大学学报, 2019, 54(1):121-124.  
LI D J, ZHOU Y, HUANG J J, et al. The clinical application value of X-ray measurement in the secondary dislocation of hip joint in children with cerebral palsy[J]. Acta Univ Med Anhui, 2019, 54(1):121-124. Chinese.
- [16] 姜俊, 麻宏伟, 戴晓梅, 等. 先天性髋关节脱位的遗传流行病学研究[J]. 中国医科大学学报, 2006, 35(5):514-517.  
JIANG J, MA H W, DAI X M, et al. Genetic epidemiology of congenital dislocation of the hip[J]. J China Med Univ, 2006, 35(5):514-517. Chinese.
- [17] WIMALASUNDERA N, STEVENSON V L. Cerebral palsy[J]. Pract Neurol, 2016, 16(3):184-194.
- [18] LUCENA -ANTON D, ROSETY -RODRIGUEZ I, MORAL -MUNOZ J A. Effects of a hippotherapy intervention on muscle spasticity in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. Complement Ther Clin Pract, 2018, 31:188-192.
- [19] DORUK ANALAN P, ASLAN H. Association between the elasticity of hip muscles and the hip migration index in cerebral palsy[J]. J Ultrasound Med, 2019, 38(10):2667-2672.
- [20] SAITO N, EBARA S, OHOTSUKA K, et al. Natural history of scoliosis in spastic cerebral palsy[J]. Lancet, 1998, 351(9117):1687-1692.
- [21] YOSHIDA K, KAJIURA I, SUZUKI T, et al. Natural history of scoliosis in cerebral palsy and risk factors for progression of scoliosis[J]. J Orthop Sci, 2018, 23(4):649-652.
- [22] LEE S Y, CHUNG C Y, LEE K M, et al. Annual changes in radiographic indices of the spine in cerebral palsy patients[J]. Eur Spine J, 2016, 25(3):679-686.
- [23] PERSSON-BUNKE M, HÄGGLUND 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.
- [24] 易斌, 徐林, 洪毅, 等. 儿童脑瘫选择性脊神经后根切断术后腰椎结构的变化[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(16):983-987.  
YI B, XU L, HONG Y, et al. Lumbar structural observation of children with cerebral palsy after selective posterior rhizotomy[J]. Natl Med J China, 2001, 81(16):983-987. Chinese.
- [25] 周永富, 常晓涛, 武凯, 等. 腰骶角和腰椎曲度的相关性研究[J]. 中国实用医药, 2019, 14(36):14-16.  
ZHOU Y F, CHANG X T, WU K, et al. Correlation of lumbosacral angle and lumbar curvature[J]. Zhongguo Shiyong Yiyao, 2019, 14(36):14-16. Chinese.
- [26] 黄楷甫, 陈青阳, 孙超, 等. 脊柱矢状面平衡与否对于指导髋臼假体定位的重要意义[J]. 中国骨伤, 2021, 34(5):485-488.  
HUANG K F, CHEN Q Y, SUN C, et al. Significance of spinal sagittal balance for guiding acetabular prosthesis positioning[J]. China J Orthop Traumatol, 2021, 34(5):485-488. Chinese.
- [27] 张波波, 陶惠人. 青少年特发性脊柱侧弯与骨盆关系的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(13):1198-1201.  
ZHANG B B, TAO H R. Relationship between adolescent idiopathic scoliosis and pelvis[J]. Orthop J China, 2016, 24(13):1198-1201. Chinese.

(收稿日期:2021-12-19 本文编辑:王宏)