

# 脑瘫与髋关节相关疾病易感性的研究进展



张 博<sup>1,2</sup>, 李 鑫<sup>1,2,3,4</sup>, 杨婷婷<sup>1,2</sup>, 俞鑫璐<sup>1,2</sup>, 庞 伟<sup>1,2,3</sup>

1. 佳木斯大学康复医学院 (黑龙江佳木斯 154007)
2. 佳木斯大学儿童康复神经实验室 (黑龙江佳木斯 154007)
3. 佳木斯大学附属第三医院 (黑龙江佳木斯 154007)
4. 北京体育大学运动医学与康复学院 (北京 100084)

**【摘要】**脑瘫是一组运动和姿势发育障碍性疾病,能够导致儿童继发性肌肉萎缩、挛缩、骨和关节的变形及疼痛。流行病学调查显示,脑瘫与髋关节相关疾病的发生、发展和预后密切相关。髋关节结构的生物学力学改变,股骨头发生偏移,受力点改变引起关节相关疾病。本文就脑瘫与髋关节相关疾病易感性的研究进展作一综述,以便为临床早期干预提供更多理论基础。

**【关键词】**脑瘫; 儿童; 髋关节; 易感性; 痉挛

## Research progress on cerebral palsy and high-risk factors of hip joint related disease

Bo ZHANG<sup>1,2</sup>, Xin LI<sup>1,2,3,4</sup>, Ting-Ting YANG<sup>1,2</sup>, Xin-Lu YU<sup>1,2</sup>, Wei PANG<sup>1,2,3</sup>

1. Rehabilitation Medical College, Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China

2. The Children's Rehabilitation Nerve Laboratory, Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China

3. The Third Affiliated Hospital of Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China

4. School of Sports Medicine and Rehabilitation, Beijing Sport University, Beijing 100084, China

Corresponding author: Wei PANG, Email: pangwei76@aliyun.com

**【Abstract】**Cerebral palsy is a group of motor and postural developmental disorders that can lead to secondary muscle atrophy, contracture, bone and joint deformation, and pain in children. Epidemiological investigation shows that cerebral palsy is closely related to the occurrence, development and prognosis of hip joint related diseases. Changes in biomechanical force lines of the hip joint structure, deviation of the femoral head, and changes in force points cause joint related diseases. In order to provide more theoretical basis for early clinical intervention, this paper reviews the research progress on cerebral palsy susceptibility to hip joint related diseases.

**【Keywords】**Cerebral palsy; Children; Hip joint; Susceptibility; Spasticity

DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202201012](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202201012)

基金项目: 黑龙江省自然科学基金联合引导项目(LH2022H092); 中国残联课题项目(20&YB018); 黑龙江省级领军人才梯队后备带头人资助资金项目(黑人社函【2018】384号)

通信作者: 庞伟, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师, Email: pangwei76@aliyun.com

脑性瘫痪 (cerebral palsy) 是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群, 由发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致, 而脑瘫的运动障碍常伴有继发性肌肉骨骼问题<sup>[1]</sup>。近年来, 流行病学调查显示, 我国 1~6 岁儿童脑瘫患病率为 2.46%<sup>[2]</sup>。根据临床表现可将脑瘫分为痉挛型、不随意运动型、共济失调型和混合型, 其中以痉挛型脑瘫最常见<sup>[3]</sup>。痉挛型以肌张力增高为主, 因而脑瘫儿童髋周肌肉痉挛易引起髋关节疾病的发生<sup>[4]</sup>。由于儿童正处于生长发育的关键时期, 髋关节处肌肉骨骼改变常导致发育异常、活动行走受限等不良症状, 对儿童功能活动及社会参与产生不利影响<sup>[5-6]</sup>。本文将结合最新研究对脑瘫与髋关节相关疾病的进展作一综述, 为临床治疗提供参考。

## 1 髋关节相关疾病流行病学特征与发病机制

### 1.1 流行病学特征

与脑瘫儿童密切相关的髋关节疾病主要表现为髋关节脱位和半脱位、髋臼发育不良及髋关节挛缩等。国内外脑瘫儿童髋关节疾病的发病率、患病率存在明显差异。刘建军等采用多种量表对 248 名脑瘫儿童进行评估, 结果显示髋关节半脱位和脑瘫分型显著相关, 半脱位发生率为 32.7%<sup>[7]</sup>。Wordie 等对苏格兰 1 171 名 2~16 岁脑瘫儿童的调查结果显示, 髋关节脱位患病率为 10%, 在粗大运动功能分级系统 (gross motor function classification system, GMFCS) IV 和 V 级脑瘫儿童中最常见, 并与既往相关研究结果一致<sup>[8-9]</sup>。另外, Karim 等调查了孟加拉国 199 例登记注册的脑瘫儿童, 结果显示约 20% 的脑瘫儿童存在髋关节发育不良<sup>[10]</sup>。Mechlenburg 等对丹麦 688 例脑瘫儿童的横断面调查研究显示, 髋关节挛缩患病率为 22%, 其中男性患病率显著高于女性 (25% vs. 16%)<sup>[11]</sup>。

脑瘫儿童髋关节部位炎症常由继发性损伤引起, 由 A 型链球菌引起的痉挛型脑瘫儿童化脓性关节炎极为罕见<sup>[12]</sup>。脑瘫儿童髋关节炎也由髋关节脱位未及时诊治进展而成, 而脑瘫儿童因脱位及其他因素导致的髋关节炎, 则需在未来研究中进一步阐明。我国与其他国家在脑瘫儿童髋关节发病率、患病率上存在差异, 可能与在髋关节

检测项目、医疗卫生资源、医疗卫生保健服务系统、科学研究和早期精准诊断等方面存在差距相关。为此, 开展脑瘫儿童髋关节疾病早期预防、早期筛查、早期干预项目, 对降低我国脑瘫儿童髋关节疾病发病率、患病率及功能障碍程度具有重要意义。

### 1.2 发病机制

内收肌挛缩、股骨近端发育异常和髋臼发育不良是脑瘫引起的常见髋关节异常。脑瘫儿童髋周肌力失衡、肌张力低下, 以及运动功能下降, 易发生髋关节发育不良<sup>[13]</sup>。Larkin-Kaiser 等对 10 例接受过内收肌松解术治疗髋关节脱位且 GMFCS III-V 级的脑瘫儿童进行研究, 运用凝胶电泳法测定内收肌群蛋白的分子量和激光衍射法测量肌节长度后发现肌蛋白分子量、肌节长度增加会相应增加髋关节脱位风险<sup>[14]</sup>。另有研究发现, 脑瘫儿童下肢肌肉中线粒体功能降低, 会增加运动时的做功, 需要募集的能量相应增加, 最终耐力下降, 关节疲劳程度增加<sup>[15]</sup>, 提示脑瘫儿童肌线粒体功能状态与髋关节疾病发生也存在一定的关系。而且关节负重少, 股骨头和髋臼缺少适当的应力刺激, 会引起脑瘫儿童关节出现畸形及步态异常。痉挛、髋周肌群张力异常和运动功能障碍为神经肌肉髋关节发育不良的危险因素, 常引起继发性形态学改变<sup>[16]</sup>。脑瘫儿童持续高肌张力, 未能正常负重行走及必需微量元素缺乏均可导致髋关节处病变, 对此应予以关注。

另外, 痉挛型脑瘫儿童髋关节处肌肉异常可能与基因差异表达有一定联系。一项纳入 8 名脑瘫儿童和 11 名正常儿童的病例对照研究中, 儿童骨骼肌组织和细胞体外培养分析结果显示, 两组组织中的 87 个基因和细胞的 90 个基因存在显著差异表达<sup>[17]</sup>。与此同时, 另一项采用基因测序技术对脑瘫儿童肌肉组织进行分析的研究也发现了类似的基因表达差异性<sup>[18]</sup>。提示痉挛型脑瘫儿童肌肉发育功能的改变可能与相关基因差异表达有关, 后续需进一步大样本研究来准确解释两者关系。

## 2 脑瘫与髋关节相关疾病易感性的关系

### 2.1 髋关节脱位

髋关节脱位是脑瘫儿童常见的骨关节异常, 脑瘫的严重程度是髋关节脱位的重要风险因素。痉挛型双瘫、四肢瘫瘫痪范围广泛, 导致严重的

运动功能障碍, 儿童发生髋关节脱位风险相应增加。Shaw 等人的研究认为痉挛型脑瘫对儿童骨骼肌肉系统影响最明显, 易导致继发性髋关节脱位<sup>[19]</sup>。脑瘫儿童出生时髋关节状况与同龄健康儿童相仿, 但随着生长发育, 髋周肌力失衡、颈干角度增加、股前倾角大、髋臼发育不良等易引起髋关节脱位<sup>[20]</sup>。为此, 需要对髋关节脱位的情况进行评估。迁移百分比 (migration percentage, MP) 是分析髋关节脱位的常用指标, 一般认为股骨头 MP > 33% 则容易发生髋关节半脱位。一项多中心队列研究对 235 名 3~10 岁脑瘫儿童采用 MP 进行测量分析, 结果发现 MP > 40% 的髋关节脱位患病率为 24.3%<sup>[21]</sup>。另外, 髋关节脱位与 GMFCS 显著相关, 且此分级系统可直接反映病情严重程度<sup>[7]</sup>。一些学者调查发现, GMFCS I-III 级脑瘫儿童髋关节活动度程度相对较大, 屈曲外展受限程度相对较轻, 故髋关节脱位发生率低; 而 GMFCS IV - V 级儿童运动功能障碍程度较重, 髋关节脱位发生率相对较高<sup>[20]</sup>。另有学者的研究也得出相似的结论, 中重度或未能行走的脑瘫儿童髋关节脱位风险大大增加<sup>[22]</sup>。由此可见, 严重运动功能障碍以及髋周肌群失衡的脑瘫儿童髋关节脱位的风险较大, 所以密切关注并准确评估对脑瘫儿童临床康复治疗具有重要意义。

## 2.2 髋关节发育不良

脑瘫儿童髋周肌肉状况对髋关节发育的影响不容忽视。随病程进展脑瘫儿童髋周肌群挛缩导致继发性骨关节畸形的发展, 引发髋关节发育不良。研究发现, 脑瘫儿童髋关节内收肌痉挛、外展肌无力和负重少, 易于引起股骨近端畸形和进行性髋臼发育不良, 包括股骨颈前倾角增加, 髋外翻和股骨近端骨骺水平或外侧倾斜<sup>[23]</sup>。进一步分析痉挛型脑瘫儿童上坡行走时步行效率, 结果显示与正常发育儿童相比, 脑瘫儿童髋伸展峰值力矩增加、髋外展峰值力矩减少, 以及步速和步幅减少关节活动时的异常姿势加剧了髋关节受累而出现疼痛, 继发引起髋关节异常<sup>[24-26]</sup>。痉挛型脑瘫儿童在步行过程中代偿性的异常步态则会更加明显。Karim 等对痉挛型脑瘫儿童骨盆 X 线检查发现, 痉挛型脑瘫儿童髋关节发育不良较为常见, 部分儿童还会出现骨量减少的情况<sup>[10]</sup>。另外, 随着年龄增长, 持续不断的机械力损害了关节生长, 引起解剖结构、承重力线发生改变, 不断应

力刺激也导致髋臼继发性发育不良, 呈浅、增宽和定向异常表现<sup>[27]</sup>。随着 Reimer's 迁移指数的增加, 髋臼方向向后扭曲, 髋臼表面和体积也会随之减少。这一表现可能是脱位髋关节缺乏股骨头对髋臼的刺激而引起的变化<sup>[28]</sup>。因此, 早期发现、早期诊断、早期治疗髋关节发育异常对改善生活质量具有重要意义。

## 2.3 髋关节挛缩

痉挛是最常见的运动障碍, 痉挛引起周围组织改变是关节挛缩发生的基础。痉挛型脑瘫儿童髋关节周围结构异常 (如髋周肌力失衡、肌张力失衡) 和肌肉变形导致关节对位和 (或) 对线异常引起关节周围挛缩畸形<sup>[29]</sup>。脑瘫儿童神经肌肉异常, 如肌张力异常、肌无力和选择性运动控制能力下降, 导致继发性肌肉骨骼问题, 如股骨头和生长的髋臼之间机械负荷的影响导致的挛缩和骨性畸形。研究表明, 髋关节痉挛或挛缩与 GMFCS 存在相关性, GMFCS IV、V 级脑瘫儿童髋关节挛缩发生率明显高于 GMFCS I 级脑瘫儿童群体<sup>[12]</sup>。内收肌痉挛是脑瘫儿童髋周常见症状之一, 造成儿童运动发育落后和异常, 如剪刀步态; 关节挛缩可使关节变得僵硬, 限制儿童粗大运动功能和移动能力。因此, 脑瘫儿童需要良好的体位姿势 (即保持骨盆处于正常位置) 和良好的坐位舒适度, 有助于改善髋关节挛缩。

## 2.4 股骨颈骨折

正常的骨骼系统发育和矿化离不开维生素 D。脑瘫儿童由于营养状况不良常伴有骨密度降低, 以及运动和姿势发育障碍, 关节负重少和髋关节处缺少生理性刺激而引起的维生素 D 减少, 进而导致骨密度减少、骨折风险增加<sup>[30]</sup>。股骨颈骨折发生率高, 因儿童认知和沟通能力受限无法及时发现, 易引起持续性髋关节疼痛<sup>[31]</sup>。研究发现, 脑瘫儿童容易出现钙、维生素 D 缺乏以及骨密度降低状况, 导致机体微量元素缺乏, 骨代谢不良, 骨折风险相应增加<sup>[32-33]</sup>。另外, 维生素 D 缺乏引起骨矿化受损和活动过程中骨应力增加, 加之类固醇类激素应用使得骨代谢紊乱, 可导致骨密度降低引发骨折和髋关节疼痛<sup>[34]</sup>。微量元素缺乏、骨密度降低、关节负重少等相关不利因素极大增加骨折风险, 影响脑瘫儿童生活质量。因此, 提高脑瘫儿童摄食能力将有效改善机体微量元素缺乏, 从而改善骨密度及运动功能发育。



### 3 脑瘫其它因素与髋关节相关疾病的关系

脑瘫儿童治疗过程中也可能引起髋关节异常；同样，脑瘫相关异常姿势得不到矫正也可引起髋关节异常。研究显示，异常姿势易导致肌肉疲劳，骨和关节处肌肉附着点受力不均衡发生髋

关节异常改变<sup>[35]</sup>。因此，对不同年龄儿童治疗时，需考虑各年龄段、性别和 GMFCS 水平，使用无痛训练项目替代有痛训练项目。针对以上情况需联合各学科，多方位、多角度进行全面干预，以极大提高儿童生活质量和社会参与度。脑瘫与髋关节相关疾病的相关性如表 1 所示。

表1 脑瘫与髋关节相关疾病相关性

Table 1. Correlation between cerebral palsy and hip joint related disease

相关因素	具体因素	髋关节相关疾病
脑瘫分型	痉挛型	髋关节脱位、髋关节发育不良、髋关节挛缩、股骨颈骨折
GMFCS 分级	IV-V 级	髋关节发育不良、髋关节半脱位、髋关节挛缩
痉挛	内收肌痉挛	髋关节挛缩、髋关节脱位
营养、姿势	微量元素、负重等缺乏	股骨颈骨折
髋周软组织	髋周肌力失衡	髋关节挛缩

### 4 髋关节相关疾病与脑瘫儿童功能的关系

髋关节相关疾病与运动功能和日常生活活动能力显著相关，髋关节相关疾病的发生和发展会限制脑瘫儿童粗大运动功能和步行功能。Pinero 等通过吉列功能评估问卷、粗大运动功能评估量表和儿科效果数据采集工具测量了 181 名脑瘫儿童髋关节挛缩状况对功能预后的影响，结果显示随着髋关节挛缩程度的增加，生活质量、整体功能、移动能力、身体功能和粗大运动功能（站立、行走、跑步和跳跃）均呈下降趋势<sup>[36]</sup>。GMFCS IV 级或 V 级髋关节发育不良的脑瘫儿童会随着年龄的增长而出现解剖结构病理改变，影响运动功能。髋关节疾病会产生不稳定性髋关节相关疼痛和日常生活活动能力受限，这将增加脑瘫儿童对照顾者的依赖程度，严重降低其生活质量<sup>[37]</sup>。髋关节内收肌痉挛为主要临床表现的痉挛型脑瘫儿童，患侧肌张力增加，痉挛程度明显，步行功能和步态异常改变，影响儿童平衡能力和肢体协调性<sup>[38]</sup>。对于髋关节挛缩得到良好治疗的儿童，移动能力明显改善。髋关节相关疾病引起的各种障碍应予以评估和采取相应的治疗措施，以实现功能的改善和提高。髋关节合并其他并发症亦可影响脑瘫儿童功能，如多肌肉挛缩需要进一步研究分析其对功能的影响。

### 5 髋关节相关疾病的监测与防治

脑瘫儿童伴有感知觉障碍，往往难以感知髋关节病变和疼痛，所以髋关节检测势在必行。目前监测髋关节脱位最常用的测量方法为 MP，测量股骨头到髋臼边缘外侧的百分比，具有很高的观察者结果再现性及观察者间结果统一性，简明易懂且表面效度好、可靠性高<sup>[39]</sup>。MP 测量被广泛认为是鉴别脑瘫患者髋关节脱位的金标准<sup>[40]</sup>。加强髋关节有效、准确、科学的监测有助于预防脑瘫儿童髋关节相关疾病的发生，从而逐渐达到生活自理的目的。

髋关节检测时，需考虑不同年龄生长发育特点，便于制定准确有效的康复计划。研究表明，鞘内注射巴氯芬、亚低温疗法和硫酸镁治疗早产儿可降低脑瘫发生率，减少脑瘫发病人群，从根本上减少髋疾病的发生<sup>[41]</sup>。联合疗法防治脑瘫具有很好的疗效，如体外冲击波疗法与肉毒杆菌毒素 A 治疗脑瘫儿童，可改善痉挛状况，提高关节活动度，增强运动能力<sup>[42]</sup>。肉毒杆菌毒素 A 注射可减少内收肌痉挛，改善髋周肌力失衡状况，从而有效防止髋关节疾病的发生。姿势管理对严重运动功能障碍的脑瘫儿童至关重要，可以预防挛缩、畸形、疼痛和异常姿势。姿势管理需多学科交叉联合，包括日夜的姿势摆放、设备和身体活动，可帮助保持或改善身体结构和功能。

## 6 结语

脑瘫儿童常伴有继发性肌肉骨骼问题，髋关节结构复杂，所涉及相关疾病更多，如髋关节脱位、髋关节发育不良、髋关节前部软骨退行性病变等，建议增加对此类儿童的关注。微观结构以及基因层面来探讨脑瘫儿童髋关节疾病状况是很好的切入点，将有助于指导临床。未来还需进一步研究联合运用《国际功能、疾病和健康分类（儿童和青少年版）》（ICF-CY）框架对脑瘫儿童髋关节相关疾病准确评估、精准诊断和个性化干预，提高其近期和远期效果。在日后临床工作中联合多学科以加强对脑瘫儿童髋关节相关疾病的管理，改善整体功能，提高生活质量，早日融入社会。

## 参考文献

- 1 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，中国医师协会康复医师分会儿童康复专业委员会，等. 中国脑性瘫痪康复指南(2022)第一章：概论[J]. 中华实用儿科临床杂志，2022，37(12): 887-892. [Children's Rehabilitation Committee of Chinese Medical Association of Rehabilitation, Pediatric Cerebral Palsy Rehabilitation Committee of China Disabled Persons Rehabilitation Association, Chinese Medical Doctor Association Rehabilitation Physician Branch Children Rehabilitation Professional Committee, et al. Chinese rehabilitation guidelines for cerebral palsy (2022) part 1: overview[J]. Chinese Journal of Applied Clinical Pediatrics, 2022, 37(12): 887-892.] DOI: [10.3760/cma.j.cn101070-20220505-00500](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn101070-20220505-00500).
- 2 李晓捷，邱洪斌，姜志梅，等. 中国十二省市小儿脑性瘫痪流行病学特征[J]. 中华实用儿科临床杂志，2018，33(5): 378-383. [Li XJ, Qiu HB, Jiang ZM, et al. Epidemiological characteristics of cerebral palsy in twelve province in China[J]. Chinese Journal of Applied Clinical Pediatrics, 2018, 33(5): 378-383.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.05.013](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.05.013).
- 3 te Velde A, Morgan C, Novak I, et al. Early diagnosis and classification of cerebral palsy: an historical perspective and barriers to an early diagnosis[J]. J Clin Med, 2019, 8(10): 1599. DOI: [10.3390/jcm8101599](https://doi.org/10.3390/jcm8101599).
- 4 Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, et al. Cerebral palsy[J]. Nat Rev Dis Primers, 2016, 2: 15082. DOI: [10.1038/nrdp.2015.82](https://doi.org/10.1038/nrdp.2015.82).
- 5 Huser A, Mo M, Hosseinzadeh P. Hip surveillance in children with cerebral palsy[J]. Orthop Clin North Am, 2018, 49(2): 181-190. DOI: [10.1016/j.ocl.2017.11.006](https://doi.org/10.1016/j.ocl.2017.11.006).
- 6 Lins LAB, Watkins CJ, Shore BJ. Natural history of spastic hip disease[J]. J Pediatr Orthop, 2019, 39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1): S33-S37. DOI: [10.1097/BPO.0000000000001347](https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001347).
- 7 刘建军，汝洁玉，张雁，等. 痉挛型脑瘫患儿髋关节半脱位的相关因素分析[J]. 中国康复，2020，35(4): 191-193. [Liu JJ, Ru JY, Zhang Y, et al. Analysis of relevant factors of hip subluxation in children with spastic cerebral palsy[J]. Chinese Journal of Rehabilitation, 2020, 35(4): 191-193.] DOI: [10.3870/zgkf.2020.04.006](https://doi.org/10.3870/zgkf.2020.04.006).
- 8 Wordie SJ, Robb JE, Häggglund G, et al. Hip displacement and dislocation in a total population of children with cerebral palsy in Scotland[J]. Bone Joint J, 2020, 102-b(3): 383-387. DOI: [10.1302/0301-620X.102B3.BJJ-2019-1203.R1](https://doi.org/10.1302/0301-620X.102B3.BJJ-2019-1203.R1).
- 9 Bugler KE, Gaston MS, Robb JE. Hip displacement in children with cerebral palsy in Scotland: a total population study[J]. J Child Orthop, 2018, 12(6): 635-639. DOI: [10.1302/1863-2548.12.180106](https://doi.org/10.1302/1863-2548.12.180106).
- 10 Karim T, Al Imam MH, Golland P, et al. Hip dysplasia among children with spastic cerebral palsy in rural bangladesh[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 494. DOI: [10.1186/s12891-019-2805-8](https://doi.org/10.1186/s12891-019-2805-8).
- 11 Mechlenburg I, Østergaard MTF, Menzel CB, et al. Hip contractures were associated with low gross motor function in children with cerebral palsy[J]. Acta Paediatr, 2021, 110(5): 1562-1568. DOI: [10.1111/apa.15717](https://doi.org/10.1111/apa.15717).
- 12 Singh S, Davidson J, Carey T, et al. Group A streptococcal septic hip arthritis in a child with spastic triplegic cerebral palsy[J]. J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev, 2021, 5(8): e20.00228. DOI: [10.5435/JAAOSGlobal-D-20-00228](https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-20-00228).
- 13 许晶莉，黄少昂，叶长青，等. 学龄期脑性瘫痪儿童髋关节发育与髋周肌肉状况的相关性分析[J]. 中国中西医结合儿科学，2016，8(1): 88-90. [Xu JL, Huang SA, Ye CQ, et al. Correlation between development of hip joint and the ambient muscle tone in school-age children with cerebral palsy[J]. Chinese Pediatrics Of Integrated

- Traditional And Western Medicine, 2016, 8(1): 88–90.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-3865.2016.01.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-3865.2016.01.032).
- 14 Larkin-Kaiser KA, Howard JJ, Leonard T, et al. Relationship of muscle morphology to hip displacement in cerebral palsy: a pilot study investigating changes intrinsic to the sarcomere[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 187. DOI: [10.1186/s13018-019-1239-1](https://doi.org/10.1186/s13018-019-1239-1).
- 15 Dayanidhi S. Skeletal muscle mitochondrial physiology in children with cerebral palsy: considerations for healthy aging[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 735009. DOI: [10.3389/fneur.2021.735009](https://doi.org/10.3389/fneur.2021.735009).
- 16 Bertonecelli CM, Altamura P, Bertonecelli D, et al. PredictMed: a machine learning model for identifying risk factors of neuromuscular hip dysplasia: a multicenter descriptive study[J]. *Neuropediatrics*, 2021, 52(5): 343–350. DOI: [10.1055/s-0040-1721703](https://doi.org/10.1055/s-0040-1721703).
- 17 Robinson KG, Crowgey EL, Lee SK, et al. Transcriptional analysis of muscle tissue and isolated satellite cells in spastic cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2021, 63(10): 1213–1220. DOI: [10.1111/dmcn.14915](https://doi.org/10.1111/dmcn.14915).
- 18 Pingel J, Kampmann ML, Andersen JD, et al. Gene expressions in cerebral palsy subjects reveal structural and functional changes in the gastrocnemius muscle that are closely associated with passive muscle stiffness[J]. *Cell Tissue Res*, 2021, 384(2): 513–526. DOI: [10.1007/s00441-020-03399-z](https://doi.org/10.1007/s00441-020-03399-z).
- 19 Shaw KA, Hire JM, Cearley DM. Salvage treatment options for painful hip dislocations in nonambulatory cerebral palsy patients[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2020, 28(9): 363–375. DOI: [10.5435/JAAOS-D-19-00349](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-19-00349).
- 20 Marcström A, Hägglund G, Alriksson-schmidt AI. Hip pain in children with cerebral palsy: a population-based registry study of risk factors[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 62. DOI: [10.1186/s12891-019-2449-8](https://doi.org/10.1186/s12891-019-2449-8).
- 21 Poirot I, Laudy V, Rabilloud M, et al. Patterns of hip migration in non-ambulant children with cerebral palsy: a prospective cohort study[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2020, 63(5): 400–407. DOI: [10.1016/j.rehab.2019.04.008](https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.04.008).
- 22 Lin CY, Chung CH, Matthews DJ, et al. Long-term effect of botulinum toxin A on the hip and spine in cerebral palsy: a national retrospective cohort study in Taiwan[J]. *PLoS One*, 2021, 16(7): e0255143. DOI: [10.1371/journal.pone.0255143](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255143).
- 23 Aroojis A, Mantri N, Johari AN. Hip displacement in cerebral palsy: The role of surveillance[J]. *Indian J Orthop*, 2021, 55(1): 5–19. DOI: [10.1007/s43465-020-00162-y](https://doi.org/10.1007/s43465-020-00162-y).
- 24 Ma Y, Liang Y, Kang X, et al. Gait characteristics of children with Spastic cerebral palsy during inclined treadmill walking under a virtual reality environment[J]. *Appl Bionics Biomech*, 2019, 2019: 8049156. DOI: [10.1155/2019/8049156](https://doi.org/10.1155/2019/8049156).
- 25 Mckinnon CT, Morgan PE, Antolovich GC, et al. Pain in children with dyskinetic and mixed dyskinetic/spastic cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2020, 62(11): 1294–1301. DOI: [10.1111/dmcn.14615](https://doi.org/10.1111/dmcn.14615).
- 26 Larsen SM, Ramstad K, Terjesen T. Hip pain in adolescents with cerebral palsy: a population-based longitudinal study[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2021, 63(5): 601–607. DOI: [10.1111/dmcn.14782](https://doi.org/10.1111/dmcn.14782).
- 27 Dohin B. The spastic hip in children and adolescents[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2019, 105(1S): S133–S141. DOI: [10.1016/j.otsr.2018.03.018](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.03.018).
- 28 Józwiak M, Rychlik M, Szymczak W, et al. Acetabular shape and orientation of the spastic hip in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2021, 63(5): 608–613. DOI: [10.1111/dmcn.14793](https://doi.org/10.1111/dmcn.14793).
- 29 Angelis S, Vynichakis G, Trellopoulos A, et al. Derotational subtrochanteric osteotomy and external fixation for the treatment of neurogenic hip dislocation in children with cerebral palsy: could this be a viable method of treatment?[J]. *Cureus*, 2020, 12(3): e7437. DOI: [10.7759/cureus.7437](https://doi.org/10.7759/cureus.7437).
- 30 Maruyama K, Nakamura K, Nashimoto M, et al. Bone fracture in physically disabled children attending schools for handicapped children in Japan[J]. *Environ Health Prev Med*, 2010, 15(3): 135–140. DOI: [10.1007/s12199-009-0121-x](https://doi.org/10.1007/s12199-009-0121-x).
- 31 Toro G, Moretti A, Paoletta M, et al. Neglected femoral neck fractures in cerebral palsy: a narrative review[J]. *EFORT Open Rev*, 2020, 5(1): 58–64. DOI: [10.1302/2058-5241.5.190019](https://doi.org/10.1302/2058-5241.5.190019).
- 32 Chidomere RI, Ukpabi IK, Chukwudi NK, et al. Micronutrient levels in children with cerebral palsy in abia state, nigeria[J]. *West Afr J Med*, 2020, 37(7): 812–818. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33296493/>.
- 33 Gwasikoti N, Bhalla K, Kaushik JS, et al. Vitamin D, Bone

- mineral density and serum IGF-1 level in non-ambulatory children with cerebral palsy[J]. *Indian Pediatr*, 2021, 58(9): 836-838. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33864451/>.
- 34 Mariani P, Buttaro M, Comba F, et al. Bilateral simultaneous femoral neck fracture mimicking abdominal pain in a cerebral palsy patient[J]. *Case Rep Orthop*, 2014, 2014: 925201. DOI: [10.1155/2014/925201](https://doi.org/10.1155/2014/925201).
- 35 Schmidt SM, Hägglund G, Alriksson-Schmidt AI. Bone and joint complications and reduced mobility are associated with pain in children with cerebral palsy[J]. *Acta Paediatr*, 2020, 109(3): 541-549. DOI: [10.1111/apa.15006](https://doi.org/10.1111/apa.15006).
- 36 Pinero JR, Goldstein RY, Culver S, et al. Hip flexion contracture and diminished functional outcomes in cerebral palsy[J]. *J Pediatr Orthop*, 2012, 32(6): 600-604. DOI: [10.1097/BPO.0b013e31824b2a42](https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31824b2a42).
- 37 Difazio RL, Vessey JA, Miller PE, et al. Health-related quality of life and caregiver burden after hip reconstruction and spinal fusion in children with spastic cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2022, 64(1): 80-87. DOI: [10.1111/dmcn.14994](https://doi.org/10.1111/dmcn.14994).
- 38 任松涛. 肌电图在选择性闭孔神经缩窄术治疗痉挛型脑瘫中的应用[D]. 济南: 山东大学, 2020. [Ren ST. Application of Electromyography in Selective Obturator Neurotomy of Spastic Cerebral Palsy[D]. Jiannan: Shandong university, 2020]
- 39 Cottrill EJ, Johnson DC, Silberstein CE. A single-center retrospective review of factors influencing surgical success in patients with cerebral palsy undergoing corrective hip surgery[J]. *J Pediatr Rehabil Med*, 2019, 12(3): 263-269. DOI: [10.3233/PRM-180553](https://doi.org/10.3233/PRM-180553).
- 40 Demir N, Demirel M, Turna Ö, et al. Effect of clinician's experience and expertise on the inter- and intra-observer reliability of hip migration index in children with cerebral palsy: a STROBE-compliant retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(10): e24538. DOI: [10.1097/MD.00000000000024538](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024538).
- 41 Shih STF, Tonmukayakul U, Imms C, et al. Economic evaluation and cost of interventions for cerebral palsy: a systematic review[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2018, 60(6): 543-558. DOI: [10.1111/dmcn.13653](https://doi.org/10.1111/dmcn.13653).
- 42 Mihai EE, Popescu MN, Iliescu AN, et al. A systematic review on extracorporeal shock wave therapy and botulinum toxin for spasticity treatment: a comparison on efficacy[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2022, 58(4): 565-574. DOI: [10.23736/S1973-9087.22.07136-2](https://doi.org/10.23736/S1973-9087.22.07136-2).

收稿日期: 2022 年 01 月 13 日 修回日期: 2022 年 07 月 14 日

本文编辑: 李 阳 曹 越

引用本文: 张博, 李鑫, 杨婷婷, 等. 脑瘫与髋关节相关疾病易感性的研究进展[J]. 数理医药学杂志, 2023, 36(4): 254-260. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202201012](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202201012)  
Zhang B, Li X, Yang TT, et al. Research progress on cerebral palsy and high-risk factors of hip joint related disease[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2023, 36(4): 254-260. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202201012](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202201012)