

儿童脑性瘫痪足踝畸形康复的研究进展

范桃林, 赵倩, 刘杰, 范敏, 魏慧群

湘雅博爱康复医院儿童康复治疗部, 湖南 长沙 410151

摘要: 脑性瘫痪(脑瘫)儿童常合并或继发足踝畸形,是导致儿童运动功能障碍的主要原因之一。本文从脑瘫儿童足踝畸形发病机制、严重程度分级、康复评估及康复治疗等方面进行详细综述,以期为临床医护人员在脑瘫儿童此类症状的预防和康复决策方面提供帮助。

关键词: 脑性瘫痪; 足踝畸形; 康复治疗; 马蹄内翻足; 扁平足; 儿童

中图分类号: R179 文献标识码: A 文章编号: 1008-6579(2025)06-0648-05 doi: 10.11852/zgetbjzz2024-0340

Research progress in the rehabilitation of foot and ankle deformity of children with cerebral palsy

FAN Taolin, ZHAO Qian, LIU Jie, FAN Min, WEI Huiqun

Department of Children Rehabilitation and Treatment, Xiangya Boai Rehabilitation Hospital, Changsha, Hunan 410151, China

Corresponding author: LIU Jie, E-mail: 2535857786@qq.com

Abstract: Children with cerebral palsy (CP) often have foot and ankle deformities as complications or sequelae, which is one of the main causes of motor dysfunction in children. This article provides a comprehensive review of the pathogenesis, severity classification, rehabilitation assessment, and rehabilitative therapy of foot and ankle deformities in CP children, aiming to assist clinical healthcare professionals in making decisions regarding the prevention and rehabilitation of such symptoms in CP children.

Keywords: cerebral palsy; foot and ankle deformities; rehabilitation therapy; equinovarus; pes planovalgus; children

脑性瘫痪简称脑瘫,是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限的症候群,是由于发育中的胎儿及婴幼儿脑部受到非进行性损伤所致^[1]。足踝畸形在脑瘫儿童中较为常见,发病率高达 70%~93%^[2],是由一些先天或后天因素诱发导致的足踝部结构或形态异常改变的一种局部关节畸形。其合并或继发足踝畸形主要类型有:尖足、马蹄足/马蹄内翻足、扁平足、高弓足、足内/外翻、踇外翻以及垂直距骨等^[3-6]。相关研究数据统计:尖足患病率达 80%^[2];痉挛型偏瘫儿童马蹄内翻足患病率为 38%、痉挛型双瘫及四肢瘫儿童马蹄内翻足患病率为 20%^[7];痉挛型双瘫和四肢瘫儿童的扁平足患病率分别为 42% 和 68%^[8];足外翻患病率为 60%~80%^[9];踇外翻患病率高达 36%^[10]等。国家科技部《中国少年儿童脚型数据研究库》调研结果显示:98% 的婴儿出生时有一双健康足,3~5 岁儿童开始足部问题逐渐增多,13 岁儿童足部健康率已不足 20%^[11]。近年来,儿童足踝畸形的问题已被广大临床医护人员所关注,足踝健康关怀行动也在全国陆

续开启。

儿童足踝畸形是肌肉骨骼管理的一个重要方面^[12-13],若早期不及时干预,可引发患儿疼痛、姿势及步态异常等,进而继发骨骼发育畸形、骨性关节炎等,其运动功能及日常生活活动也会明显受限。刘万林等^[14]研究发现,正确掌握儿童足踝生长发育特点以及儿童足踝畸形的自然病史,可避免不必要的康复干预。通过对足踝畸形的早期筛查与康复评估,可明确其诊断及严重程度,在关节进行性畸形之前采取恰当康复治疗手段可缓解不适或疼痛症状、纠正骨性对齐,对脑瘫儿童维持足踝功能、改善步态等具有重要意义。儿童时期足踝部骨骼正处于发育阶段,可塑性较强,早期预防及康复干预能提高治愈率。本文重点对儿童脑瘫足踝畸形的康复方法进行综述,为其康复训练提供临床依据和思路。

1 儿童脑瘫足踝畸形的发病机制

儿童时期是足踝发育的关键时期,也是足踝畸形的高发期,不正确的用脚习惯易改变骨骼正常发

基金项目:湘雅博爱康复医院科研课题基金项目(2024YJ009)

作者简介:范桃林(1990-),男,本科学历,主管治疗师,主要研究方向为脑瘫、高危儿、智力障碍等儿童康复。

通信作者:刘杰, E-mail: 2535857786@qq.com

育的状态,进而引发继发性足踝畸形。同时,足踝畸形会在相邻的下肢关节甚至全身关节处产生代偿性补偿,导致异常步态的模式发生^[6,15]。儿童脑瘫足踝畸形的病因复杂且受多种因素影响,主要为中枢神经系统受损后肌肉与骨骼生长速率不匹配、活动受限等问题,导致足踝关节挛缩、软组织僵硬等顺应性改变。潘笑天^[16]研究指出,足踝畸形的发病机制主要包括先天性或后天性足踝畸形。先天性足踝畸形由先天性骨骼、肌肉发育性畸形或胎儿体位不正引起,而后天性足踝畸形由肌肉痉挛和力量不平衡、软组织挛缩、骨结构异常、继发性畸形(如不正确的走路姿势、穿不合脚的鞋子及足部长期超负荷等)所引起的。例如,尖足主要是由于小腿三头肌肌肉痉挛、胫骨前肌相对无力而导致的继发性损伤。扁平足由于足跖屈肌痉挛及挛缩、舟状骨的侧向移位直接使足跟骨上提,其上提外翻将导致内侧纵弓塌陷,距骨头向足内下方移位^[17]。马蹄内翻足通常由肌肉痉挛、运动控制中断、跖屈肌过度活跃和/或背屈肌无效等综合因素引起^[18]。足外翻通常与足外翻肌群紧张、足内翻肌群松弛相关,导致跨越距下关节力量失衡,继而肌肉与韧带等软组织发生挛缩,出现跟骨外翻及外侧移位而引起平足外翻畸形^[19]。踵外翻通常与遗传因素、平足、内侧跖楔关节不稳定及足结构发育异常等综合因素相关^[20]。

2 儿童脑瘫足踝畸形的程度分级

脑瘫儿童中由于存在肌肉张力异常、运动控制受损和肌肉动态失衡及过度活动,导致足踝畸形发生率高达 93%^[21],并且其畸形随儿童生长发育而逐渐加重。Tabaie 等^[22]将足踝畸形分为三种不同严重程度,严重程度分级有助于指导康复方案。Ⅰ级

畸形为无骨骼排列不良或异常的动态软组织不平衡;Ⅱ级畸形包括固定的或抑制肌肉生长的软组织失衡,不伴有相关的骨骼节段排列不良或异常;Ⅲ级畸形的特征是与Ⅱ级畸形相同的软组织失衡,但结构性骨骼发生畸形,如马蹄内翻足、平足外翻、垂直距骨等。足踝畸形若不及时治疗,由最初轻微的柔性畸形(Ⅰ级)可以通过软组织挛缩固定(Ⅱ级),并最终导致骨骼错位畸形(Ⅲ级)。

3 儿童脑瘫足踝畸形的康复评估

目前,对于脑瘫儿童足踝畸形的临床重视程度仍不够,尚无公认的足踝畸形的评估方法,因此对于其临床决策具有挑战性,建议采用多因素评估方法^[12],包括临床病史询问、体格检查、评估量表、步态分析、功能障碍情况及影像学评估等,特别是步态分析是脑瘫儿童下肢畸形的重要评估和手术决策手段^[23]。张雪原等^[24]脑瘫儿童足部畸形评定方法进行综述,分为静态分析评定法和动态分析评定法。静态分析评定法包括表面肌电图检测、足印分析法、影像学评定等,主要倾向于结构的评价;而动态分析评定法包括足底压力分析系统、三维步态分析、粗大运动功能评定量表、Berg 平衡量表等,主要倾向于平衡与运动功能的评估。在进行评估时,将儿童全身体格检查与局部评估相结合,静态与动态分析评定法相结合,能够更全面、准确了解其足踝功能及病理改变。另有研究表明,影像学检查(如 X 线、CT 和核磁共振等)可进一步为诊断、疗效评价或术前计划等提供数据支持,提高诊断足部畸形的效率,有助于足踝畸形严重程度的分级^[25-26]。儿童足踝畸形评估方法多种多样,每种方法存在其优缺点及适应范围,临床中根据儿童实际情况灵活运用。见表 1。

表 1 足踝畸形不同评估方法的优缺点及适用范围比较
Tab. 1 Comparison of the advantages and disadvantages of different assessment methods and their application scope for ankle-foot orthoses

评估方法	优点	缺点	适应范围
表面肌电图检测	获取神经肌肉活动的信息	肌电图时序、强度等有所不足	深入研究足踝畸形形成的病因及形态特征
足印分析法	简单、快速、有效	结果粗略、无客观量化指标	初步筛查及程度分级
影像学评定	为诊断金标准、可了解足踝结构、形态及程度	成本较高、X 线对人体辐射较大	需要获取足踝结构及形态
足底压力分析系统	识别足型、获取足底受力情况	需进一步完善足底模型的泛化能力	大样本调查、分析足底压力分布
三维步态分析	精准、客观地评估步态,并获取步态的时空、运动学及动力学参数	设备昂贵、成本高、操作规范性高	需要获取儿童步态的相关数据
粗大运动功能评定量表	标准化的运动功能性评估	评估项目多、耗时长	评估下肢运动功能
Berg 平衡量表	不需特殊设备、可评估静态及动态平衡功能	受评估人员、环境等影响	评估平衡功能

4 儿童脑瘫足踝畸形的康复治疗

儿童脑瘫足踝畸形康复治疗需参考多方面的因素,包括儿童功能水平、足踝畸形类型及严重程度、是否存在疼痛和皮肤刺激以及足踝结构排列变化等。其主要目标是改善踝足关节活动范围、踝足关节生物力学、下肢功能、步态及生活质量等^[17]。秦泗河等^[27]对 5 个国家 22 062 例足踝畸形患者进行研究分析,根据不同足踝畸形的特点选择个体化治疗,是取得良好效果的关键。目前儿童脑瘫足踝畸形的治疗方案包括物理治疗、ICB 矫形鞋垫、矫形支具应用、Ponseti 疗法、肉毒毒素注射及手术治疗等。

4.1 物理治疗 物理治疗是应用力、电、热、水等物理因子恢复或改善局部或全身性功能障碍的训练方法。儿童足踝畸形物理治疗目的是改善足踝状态和行走姿势,使其功能达到最佳化,从而提高生活质量。根据不同患儿足踝畸形障碍特点及功能情况,应选择合适的物理治疗方法,如针对足踝部痉挛肌群的被动牵伸可作为轻型足踝畸形的首选治疗方法。Theis 等^[28]对 7 例 8~14 岁脑瘫儿童踝关节被动牵伸训练(15min/d, 4d/周,共 6 周),发现小腿三头肌僵硬程度下降 13%。其次,加强足踝部弱势肌群肌力及关节灵活性训练,可促进患儿更好地进行主动运动(如立位姿势保持、立位平衡训练、步行训练等),使其能有效控制足部运动,增加身体动静态时的稳定性和方向性。儿童时期足代偿性和可塑性强,外界给予足底触觉、感知觉及本体感觉的刺激和功能训练,可使患儿不断纠正异常,学习和建立正常的足底受力模式和运动功能。Matanović 等^[29]研究发现物理治疗有助于足踝矫正手术后更快地恢复功能并减少可能存在的并发症(如水肿、复杂区域疼痛综合征等)。

4.2 ICB 矫形鞋垫 ICB 矫形鞋垫原理是在足弓处垫起,调整其足弓的位置和角度,使脑瘫儿童髋、膝、踝关节处于正常功能位,为儿童提供一定程度的平衡和控制,有助于其扩大足底的支撑面,稳定重心,及早输入符合正常人生理特征的步行模式。Kusumoto 等^[30]发现 ICB 矫形鞋垫通过促进痉挛型脑瘫儿童站立动态平衡,使压力中心在支撑基底内移动,从而可以提升日常生活能力。刘帅等^[31]对 96 例痉挛型双瘫儿童穿戴 ICB 矫形鞋垫,治疗 6 个月,结果表明,ICB 矫形鞋垫可纠正患儿的下肢生物力线、提高其步行能力,可作为康复治疗的重要辅助手段。

4.3 矫形器应用 用于纠正踝足关节常见的畸形

器^[32]包括足部矫形器、踝部矫形器、静态式或动态式踝足矫形器等,总体作用机制是矫正下肢生物力线,减少能量损耗,提升步态功能。有研究表明,踝足矫形器可重塑下肢力线,提高姿势控制能力,通过固定踝足关节,防止踝足关节病理性活动,建立一个更为正常的步态模式^[33-34]。刘港等^[35]对踝足矫形器改善脑瘫儿童运动功能进行 Meta 分析,结果显示,踝足矫形器因穿戴方便,临床使用频率最高,脑瘫儿童无论是佩戴踝足矫形器行走,亦或是佩戴一定时间后解除踝足矫形器行走,其短期内运动功能恢复效果显著,但远期疗效有待进一步研究。

4.4 Ponseti 疗法 该疗法以系列的石膏矫形为主,并不是一次性把足踝畸形完全纠正,需要多次(平均 5~6 次,每周更换 1 次)循序渐进地逐步调整,且每次石膏固定前需要手法复位纠正。López-Carrero 等^[36]研究显示此疗法治疗脑瘫儿童马蹄内翻足的成功率达 90% 以上,大大提高了保守治疗的成功率。Ponseti 疗法治疗儿童足踝畸形时,成功与否取决于诸如年龄、早期诊断、是否伴有其他畸形和所用石膏材料等变量。随着时代发展,Ponseti 疗法得到不断改良,由高分子绷带材料取代传统石膏,具有见效快、重量轻、可塑性好、良好的透气性和防水性等特性,治疗后畸形足表现灵活、无痛感,并且疗效能维持 1~2 年。Bina 等^[37]认为,此疗法在石膏浇筑过程中存在有害因素,包括石膏滑落、压迫疼痛和皮肤刺激等。因此,加强 Ponseti 疗法的普及、宣教及操作规范,可提高小儿踝足疾病的临床治疗效果。

4.5 肉毒毒素注射 当足踝部特定痉挛肌群早期进行 A 型肉毒毒素(botulinum toxin A, BoNT-A)治疗有助于防止固定挛缩,延缓手术干预的时间和减少后期手术干预的次数。Tilton 等^[38]证实,BoNT-A 疗法的作用之一是避免多次手术,以免过度削弱发育中的肌肉,并保护儿童免于多次住院。Delgado 等^[39]研究表明,BoNT-A 可改善脑瘫儿童动态马蹄足畸形的肌肉张力,耐受性良好,且注射后 113 例患儿仅 2 例出现肌肉无力情况。接受 BoNT-A 注射后,联合物理治疗、下肢矫形器、功能性目标训练等,其疗效显著优于单一治疗^[40]。

4.6 手术干预 通过非手术干预无法纠正儿童足踝部固定畸形时,则需手术干预。足踝畸形矫治手术占脑瘫儿童所有外科手术的 25%~30%^[41],其足踝部畸形类型、受累程度、手术年龄和术前功能情况等多因素决定采用何种手术术式。正确的手术术式对于纠正儿童足踝畸形及异常步态有利,同时有效

降低因畸形复发等并发症而导致的二次手术发生率。手术干预一般从Ⅱ级畸形开始,需根据患者年龄和严重程度选择个体化、阶梯式的治疗方案,先行软组织松解手术,再行骨性截骨手术及关节融合手术等。Soufi 等^[42]研究表明,无论采用何种手术治疗脑瘫儿童的马蹄内翻足,复发率较高,尤其是在跟腱手术后。

综上所述,脑瘫儿童足部畸形的自然史一般是不可预测的,往往随着时间的推移而发展,并变得固定。医护人员通过对儿童足踝畸形的早重视、早筛查、早干预及早矫治,可助力于儿童足踝健康成长。根据儿童脑瘫足踝畸形类型、受累程度及康复需求等,以制定并实施综合性治疗方案做前驱,预防及康复训练序贯随同,促进儿童足踝健康,改善步态,提高生活质量。

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.
Chinese Association of Rehabilitation Medicine Pediatric Rehabilitation Committee, Chinese Association of Rehabilitation of Disabled Persons Rehabilitation Committee for Cerebral Palsy, Chinese Medical Doctor Association Pediatric Rehabilitation Committee, et al. Chinese rehabilitation guidelines for cerebral palsy(2022) part 1: Overview[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2022, 37(12): 887-892. (in Chinese)
- [2] 周颖,王波,孙祥水. 脑瘫儿童足发育异常的治疗及康复[J]. 中华小儿外科杂志, 2021, 42(1): 91-95.
Zhou Y, Wang B, Sun XS. Treatment and rehabilitation of foot dysplasia in children with cerebral palsy[J]. Chin J Pediatr Surg, 2021, 42(1): 91-95. (in Chinese)
- [3] Kedem P, Scher DM. Foot deformities in children with cerebral palsy[J]. Curr Opin Pediatr, 2015, 27(1): 67-74.
- [4] Sees JP, Miller F. The foot in cerebral palsy[J]. Foot Ankle Clin, 2021, 26(4): 639-653.
- [5] Sees JP, Miller F. Overview of foot deformity management in children with cerebral palsy[J]. J Child Orthop, 2013, 7(5): 373-377.
- [6] Davids JR. The foot and ankle in cerebral palsy[J]. Orthop Clin North Am, 2010, 41(4): 579-593.
- [7] Won SH, Kwon SS, Chung CY, et al. Stepwise surgical approach to equinovarus in patients with cerebral palsy[J]. J Pediatr Orthop B, 2016, 25(2): 112-118.
- [8] 杨明,燕华,李旭. 儿童痉挛性脑瘫扁平足畸形的外科治疗进展[J]. 中华小儿外科杂志, 2017, 38(10): 795-800.
Yang M, Yan H, Li X. Surgical advances for pes planovalgus deformity in children with spastic cerebral palsy[J]. Chin J Pediatr Surg, 2017, 38(10): 795-800. (in Chinese)
- [9] Min JJ, Kwon SS, Sung KH, et al. Progression of planovalgus deformity in patients with cerebral palsy[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 141.
- [10] Lewis TL, Patel K, Shepherd KL, et al. Hallux valgus surgery in children with cerebral palsy: A systematic review[J]. Foot Ankle Surg, 2022, 28(4): 476-482.
- [11] 张新语,霍洪峰. 足型测量方法及足型特征研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(7): 875-879.
Zhang XY, Huo HF. Research progress on foot measurement methods and foot characteristics[J]. Chin J Rehabil Med, 2019, 34(7): 875-879. (in Chinese)
- [12] Heydemann JA, Abousamra O, Franzone JM, et al. What's new in the management of foot deformities in children with cerebral palsy [J]. J Pediatr Orthop, 2018, 38(1): e20-e24.
- [13] Mulpuri K, Schaeffer EK, Sanders J, et al. Evidence-based recommendations for pediatric orthopaedic practice[J]. J Pediatr Orthop, 2018, 38(9): e551-e555.
- [14] 刘万林. 儿童足踝畸形诊疗现状[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(8): 701-706.
Liu WL. Current status of diagnosing and treating foot and ankle deformities in children[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(8): 701-706. (in Chinese)
- [15] Armand S, Decoulon G, Bonnefoy-Mazure A. Gait analysis in children with cerebral palsy[J]. EFORT Open Rev, 2016, 1(12): 448-460.
- [16] 潘笑天. 儿童足踝畸形量化诊断及辅助诊断模型研究[D]. 杭州:浙江工业大学计算机学院, 2022.
Pan XT. Research on quantitative diagnostic method and aided diagnosis model of children's foot and ankle deformity [D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2022. (in Chinese)
- [17] MacInnes P, Lewis TL, Griffin C, et al. Surgical management of pes planus in children with cerebral palsy: A systematic review[J]. J Child Orthop, 2022, 16(5): 333-346.
- [18] Fulford GE. Surgical management of ankle and foot deformities in cerebral palsy[J]. Clin Orthop Relat Res, 1990 (253): 55-61.
- [19] Guo J, Wang L, Mo Z, et al. Biomechanical behavior of valgus foot in children with cerebral palsy: A comparative study[J]. J Biomech, 2015, 48(12): 3170-3177.
- [20] Seidenstein AH, Torrez TW, Andrews NA, et al. Pediatric hallux valgus: An overview of history, examination, conservative, and surgical management[J]. Paediatr Child Health, 2022, 27(2): 75-81.
- [21] Bloom T, Sabharwal S. Surgical management of foot and ankle deformities in cerebral palsy[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2022, 39(1): 37-55.
- [22] Tabaie SA, Videckis AJ, Quan T, et al. Topical review: Approach to diagnosis and management of the pediatric foot and ankle in cerebral palsy patients[J]. Foot Ankle Orthop, 2022, 7(2): 24730114221091800.
- [23] Sees JP, Truong WH, Novacheck TF, et al. What's new in the orthopaedic treatment of ambulatory children with

- cerebral palsy using gait analysis[J]. *J Pediatr Orthop*, 2020, 40(6): e498-e503.
- [24] 张雪原, 马丙祥, 李华伟, 等. 脑性瘫痪患儿足部畸形评定方法研究进展[J]. *康复学报*, 2022, 32(6): 562-568.
Zhang XY, Ma BX, Li HW, et al. Research progress on foot deformity assessment methods of children with cerebral palsy[J]. *Rehabili Med*, 2022, 32(6): 562-568. (in Chinese)
- [25] Westberry DE, Davids JR, Roush TF, et al. Qualitative versus quantitative radiographic analysis of foot deformities in children with hemiplegic cerebral palsy[J]. *J Pediatr Orthop*, 2008, 28(3): 359-365.
- [26] Otjen J, Menashe SJ, Maloney E, et al. Foot and ankle musculoskeletal imaging of pediatric patients with cerebral palsy[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2020, 214(6): 1389-1397.
- [27] 秦泗河, 郭保逢, 郑学建, 等. 22 062 例足踝畸形患者临床特点分析(秦泗河矫形外科数据库 1978 年 5 月 25 日—2020 年 12 月 31 日)[J]. *医学大数据*, 2023, 37(1): 74-80.
- [28] Theis N, Korff T, Mohagheghi AA. Does long-term passive stretching alter muscle-tendon unit mechanics in children with spastic cerebral palsy[J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2015, 30(10): 1071-1076.
- [29] Matanović DD, Vukasinović ZS, Zivković ZM, et al. Physical treatment of foot deformities in childhood[J]. *Acta Chir Iugosl*, 2011, 58(3): 113-116.
- [30] Kusumoto Y, Tsuchiya J, Watanabe Y, et al. Characteristics of dynamic standing balance with and without an insole in patients with spastic diplegia cerebral palsy[J]. *J Phys Ther Sci*, 2020, 32(1): 23-26.
- [31] 刘帅, 孙强三. ICB 矫形鞋垫有纠正痉挛型双瘫患儿平衡、步行能力及下肢生物力线的作用[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(33): 5272-5276.
Liu S, Sun QS. ICB orthotic insole can correct balance, walking ability and biological force line of lower limbs in children with spastic diplegia[J]. *CJTER*, 2020, 24(33): 5272-5276. (in Chinese)
- [32] Ries AJ, Novacheck TF, Schwartz MH. A data driven model for optimal orthosis selection in children with cerebral palsy[J]. *Gait Posture*, 2014, 40(4): 539-544.
- [33] Dars S, Uden H, Banwell HA, et al. The effectiveness of non-surgical intervention (Foot Orthoses) for paediatric flexible pes planus: A systematic review: Update[J]. *PLoS One*, 2018, 13(2): e0193060.
- [34] Molina-Garcia C, Banwell G, Rodríguez-Blanque R, et al. Efficacy of plantar orthoses in paediatric flexible flatfoot: A five-year systematic review[J]. *Children (Basel)*, 2023, 10(2): 371.
- [35] 刘港, 马超, 汪乐, 等. 踝足矫形器改善脑性瘫痪儿童运动功能: 12 项随机对照试验证据的 Meta 分析[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(8): 1299-1304.
Liu G, Ma C, Wang L, et al. Ankle-foot orthoses improve motor function of children with cerebral palsy: A Meta-analysis based on 12 randomized controlled trials [J]. *CJTER*, 2022, 26(8): 1361-1367. (in Chinese)
- [36] López-Carrero E, Castillo-López JM, Medina-Alcantara M, et al. Effectiveness of the ponseti method in the treatment of clubfoot: A systematic review[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2023, 20(4): 3714.
- [37] Bina S, Pacey V, Barnes EH. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot)[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 5(5): CD008602.
- [38] Tilton A, Russman B, Aydin R, et al. Abobotulinumtoxin A (Dysport®) improves function according to goal attainment in children with dynamic equinus due to cerebral palsy[J]. *J Child Neurol*, 2017, 32(5): 482-487.
- [39] Delgado MR, Tilton A, Russman B, et al. Abobotulinumtoxin A for equinus foot deformity in cerebral palsy: A randomized controlled trial [J]. *Pediatrics*, 2016, 137(2): e20152830.
- [40] Strobl W, Theologis T, Brunner R, et al. Best clinical practice in botulinum toxin treatment for children with cerebral palsy[J]. *Toxins (Basel)*, 2015, 7(5): 1629-1648.
- [41] Church C, Lennon N, Alton R, et al. Longitudinal change in foot posture in children with cerebral palsy[J]. *J Child Orthop*, 2017, 11(3): 229-236.
- [42] Soufi K, Bagley A, Brown SA, et al. Surgical management of severe equinus deformity in ambulatory children with cerebral palsy[J]. *J Pediatr Orthop*, 2023, 43(2): 91-98.

收稿日期: 2024-03-24 修回日期: 2024-07-30 本文编辑: 李少闻

(上接第 632 页)

- Shen ZX, Mu CY, Zhou XE, et al. Review of pharmacological actions of active ingredients in *Paeonia Lactiflora*[J]. *Jiangsu Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2024, 56(8): 76-78. (in Chinese)
- [16] 赵桂峰, 黄欣玮, 吴丽玉. 基于 NF- κ B 通路的参芍胶囊保护大鼠心肌缺血再灌注损伤的机制分析[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2017, 23(12): 145-150.
Zhao GF, Huang XW, Wu LY. Cardioprotective mechanism of Shenshao Capsule against myocardial ischemia-reperfusion injury in rats based on NF- κ B pathway[J]. *Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae*, 2017, 23(12): 145-150. (in Chinese)
- [17] 李雪晶, 牛玉秋, 陈艳. 参芍胶囊治疗心绞痛的效果及其对患者心肌功能、动脉粥样硬化斑块稳定性的影响[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2023, 31(4): 96-100.
Li XJ, Niu YQ, Chen Y. Effect of Shenshao Capsule in the treatment of angina pectoris and its influence on myocardial function and stability of atherosclerotic plaque[J]. *Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease*, 2023, 31(4): 96-100. (in Chinese)
- [18] Hellenbrand DJ, Lee JS, Mickelson EJ, et al. Mineral coated microparticles delivering interleukin-4, interleukin-10, and Interleukin-13 reduce inflammation and improve function after spinal cord injury in a rat[J]. *Exp Neurol*, 2025, 386: 115179.

收稿日期: 2024-09-18 修回日期: 2025-03-18 本文编辑: 李少闻