

下肢矫形器在脑瘫患儿中的应用

周炫孜 肖农 黄琴蓉

重庆医科大学附属儿童医院康复科;儿童发育疾病研究教育部重点实验室;国家儿童健康与疾病临床医学研究中心;儿童发育重大疾病国家国际科技合作基地;儿科学重庆市重点实验室,重庆 400014

通信作者:肖农,Email:xiaonongwl@163.com

【摘要】 脑性瘫痪(简称脑瘫)是造成儿童运动功能障碍的主要疾病,患儿通常伴有继发性肌肉骨骼问题,从而造成步态异常。下肢矫形器在矫正脑瘫患儿异常步态、提高其日常生活能力方面具有重要作用,可预防、矫正畸形,增加关节稳定性,抑制肌肉痉挛及不随意运动,从而促进正常运动发育并改善整体活动能力。脑瘫患儿常用的矫形器主要包括上肢矫形器、下肢矫形器、颈托与围腰等,本文主要介绍各种类型下肢矫形器及其在脑瘫患儿中的应用。

【关键词】 下肢矫形器; 脑性瘫痪; 儿童

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.12.021

脑性瘫痪简称脑瘫(cerebral palsy, CP),指胎儿或婴幼儿期非进行性脑损伤造成的运动和姿势永久性障碍,导致活动能力受限;脑瘫运动障碍通常伴有感觉、感知、认知、交流障碍、癫痫以及继发性肌肉骨骼问题等^[1]。CP 患儿主要特征是粗大、精细运动功能异常及运动控制异常,运动发育和姿势异常是其核心表现,临床治疗及相关研究均以解决 CP 患儿运动功能障碍为主要目标。在矫正 CP 患儿异常姿势、提高其日常生活能力过程中,矫形器具有重要作用。中国脑性瘫痪康复指南第六部分^[2]指出:矫形器可预防矫正畸形,增加关节稳定性,抑制肌肉痉挛及不随意运动,促进正常运动发育,支持体重,代偿丧失功能,改善整体活动能力(有 2 个 II 级证据,3 个 III 级证据)。目前临床针对 CP 患儿主要根据其肌肉瘫痪部位、痉挛严重程度及关节畸形情况选择矫形器种类^[3],本文分别就不同类型下肢矫形器在 CP 患儿中的应用作一简要综述。

矫形鞋垫

矫形鞋垫(orthopedic insole, OI)是利用生物力学原理预防畸形,在一定程度上弥补 CP 患儿机械运动功能和异常姿势形成^[4]。矫形鞋垫对 CP 患儿静态及动态平衡功能具有直接影响,且治疗作用持久^[5]。人体作为一个整体生物力学链系统,矫形鞋垫能通过改变足弓形状,促进足部和下肢正确感觉输入,从而增加 CP 患儿躯干稳定性,起到改善步态及减震作用^[6]。Christovão 等^[7]对 20 例 CP 患儿进行为期 1 年的临床实验,发现矫形鞋垫能改善患儿静态平衡,减少他们行走时身体摇摆次数;另外使用矫形鞋垫的 CP 患儿在起立行走测试(timed up-and-go, TUG)中表现更佳。Eek 等^[8]对年龄 7~15 岁,双腿长度差异 ≥ 1 cm,能独立行走的痉挛型 CP 患儿进行三维步态分析,在 3 种条件(分别是赤足、穿戴矫形鞋、穿戴有鞋垫的矫形鞋)下记录其髋关节、膝关节及踝关节活动数据,该研究发现 CP 患儿双腿活动数据存在差异,且该差异随短侧肢体穿戴矫形鞋垫而减小;提示双侧腿长差异可导致痉挛型 CP 患儿姿势不对称及异常步态模式,同时还发现矫形鞋垫能通过均

衡腿长改善痉挛型 CP 患儿步态模式,并且以髋关节、踝关节改善情况尤为显著。

踝足矫形器

踝足矫形器(ankle foot orthosis, AFO)经常用于解决 CP 患儿生物力学及神经损伤等问题,从而改善其行走能力。AFO 可改善步态,提高步行速度^[9],控制矢状面及冠状面踝足运动,抑制痉挛,改善平衡功能,同时还可显著降低肌张力,抑制关节异常活动^[10],但也有研究表明 AFO 对膝及膝以上水平肢体的控制作用较差^[11]。临床上广泛应用的 AFO 主要包括铰链式踝足矫形器(hinged ankle foot orthosis, HAFO)、静踝足矫形器(solid ankle foot orthosis, SAFO)、地面反射型踝足矫形器(ground reaction ankle-foot orthosis, GRAFO)、后部有钢板弹簧矫形器(posterior leaf spring, PLS)、动踝足矫形器(dynamic ankle foot orthosis, DAFO)和踝上矫形器(supra-malleolar orthosis, SMO)等。法国一项调查发现,超过 20% 的 CP 患儿在白天穿戴 AFO^[12]。国内一项研究表明,与仅训练时穿戴 AFO 或日夜均穿戴 AFO 比较,日间穿戴 AFO 持续 6~8 h 能更显著缓解痉挛型 CP 患儿踝跖屈肌痉挛及提高运动能力^[13]。

Liu 等^[14]将 23 例平均年龄为 8.6 岁的 CP 患儿分为 3 组,分别穿戴 HAFO, SAFO 及 SMO 矫形器,并评估其穿戴 3 种矫形器时足部及踝关节运动情况,并由 2 位调查员采用电磁运动跟踪系统(electromagnetic motion tracking system, EMTS)分析患儿运动时足部活动情况,发现在大部分步态周期 HAFO 能显著增加足背屈范围(增加范围从 5.2~7.9°);在站立期及摆动期,HAFO 能显著减少足背屈幅度(减少幅度从 7.0~12.9°);HAFO 使前足的运动范围(range of motion, ROM)减少了 6.4°,但踝关节处的 ROM 未见明显改变。

由于 SAFO 及 GRAFO 能通过抑制膝过屈纠正异常步态,故在表现为蹲伏步态的 CP 患儿中应用较广泛^[15]。Ries 等^[16]通过回顾分析 147 例有蹲伏步态的 CP 患儿,收集、分析他们既往赤足与穿戴矫形器时的三维步态数据,发现穿戴 SAFO、GRAFO

时其步态无明显差异,同时还指出穿戴 AFO 对蹲伏步态的改善作用不显著,因为 CP 患儿蹲伏步态的改善由多个因素共同决定,包括 AFO 的中性角及患者自身因素(如足背屈程度、膝关节屈曲挛缩程度、年龄及蹲伏严重程度等)。

Van 等^[17]发现通过 AFO 降低步频、增加步长均可提高步行速度。PLS 是一种促使踝摇杆正常化的矫形器,同时也能显著增加踝关节跖屈肌力矩;然而在站立阶段和摆动阶段,PLS 与其它矫形器一样,都过度矫正了踝关节背屈;相关步态分析数据表明,PLS 能减少膝关节最大伸展度,增加站立位时臀部最大伸展度。

Wren 等^[18]对比分析 DAFO 与可调节动态踝足矫形器(adjustable dynamic response ankle-foot orthosis, ADR-AFO)在 CP 患儿中的应用情况,其研究对象为 10 例 4~12 岁 CP 患儿,均伴有蹲伏步态或马蹄足,入选患儿均随机穿戴 2 种矫形器各 4 周,于穿戴矫形器前、穿戴第一种矫形器 4 周后、穿戴第二种矫形器 4 周后分别采集数据。最终得出结论:与赤足时比较,穿戴 DAFO 和 ADR-AFO 均能改善 CP 患儿站立时髌关节伸展度及行走时足背屈角度,ADR-AFO 可改善膝关节伸展度及蹬腿时肌力,而 DAFO 对踝关节运动功能的改善作用更显著,治疗后患儿能获得更好满意度,且步行活动能力得到明显提高。

使用 AFO 的目标是通过改善踝足功能^[19]从而增强整体功能、提高步态质量、减少能量消耗,并纠正足部姿势^[20],通过缓慢拉伸痉挛肌肉防止肌肉挛缩^[21]。虽然 AFO 在临床中被广泛使用,但其不良反应也不容忽视,包括皮肤磨损、社会耻辱感和废用性萎缩等,特别是 SAFO 所产生的益处可能会被其不良反应抵消。通过分析 AFO 用于 CP 患儿的整体有效性,可建立一个切合实际的治疗方案,然后探讨 AFO 实现特定治疗的可行性,有助于尽可能提高 AFO 治疗 CP 患儿的疗效^[22]。

膝踝足矫形器

膝踝足矫形器(knee ankle foot orthosis, KAFO)能将膝关节固定于伸直位,将踝关节固定于功能位,让患儿处于正常直立状态,虽然这种直立姿势是被动的,但通过动、静态平衡训练能促进患儿正常站立时平衡感觉功能建立^[23]。KAFO 通过在足部屈肌施加压力,使纤维内连续肌节数量长期增加,有助于肌纤维松弛度及长度改善,并增加关节活动范围。

Maas 等^[24]进行了一项关于 CP 患儿使用 KAFO 能否改变足背屈范围的研究,入选对象为 28 例 4~16 岁能独立行走的痉挛型 CP 儿童,采用随机分组方法将其分为实验组(15 例)及对照组(13 例),实验组每晚穿戴 KAFO 至少 6 h,对照组不穿戴矫形器,1 年后发现 2 组患儿足背屈运动范围减少幅度无明显差异。Laessker-Alkema 等^[25]对 10 例穿戴 KAFO 的 CP 患儿进行研究,每例患儿每天穿戴矫形器 30 min,每周穿戴 5 d,共治疗 8 周;结果显示所有患儿治疗后其足部被动活动范围增加,4 例患儿腿部肌肉痉挛减少,2 例患儿在爬行及跳跃方面有小幅改善;另外通过询问患儿家长发现,在干预第 1 周有 1 例患儿出现膝盖肿胀,1 例患儿出现肌痉挛。该研究结束后有 5 例患儿家长愿意让孩子继续使用 KAFO 进行治疗。

髌关节矫形器

髌关节脱位是 CP 患儿常见问题,髌关节矫形器(hip ortho-

sis,HO)是主要预防及治疗手段之一^[26]。Kusumoto 等^[27]研究 HO 对 8 例痉挛型 CP 患儿坐位平衡及起立活动的影响,入选患儿粗大运动功能分级(gross motor function classification system, GMFCS)为 III 或 IV 级。将其随机分为实验组及对照组,分别在穿戴 HO、不穿戴 HO 情况下进行 5 次坐立测试(five times sit-to-stand test, FTSST),采用躯干功能障碍量表(trunk impairment scale, TIS)进行评估。结果显示当 CP 患儿穿戴 HO 时,其髌关节外展肌肉更易收缩,患儿膝盖不会相互碰撞,有助于主动运动功能改善;另外穿戴 HO 可促进 CP 患儿躯干肌肉活动,其 TIS 总分较对照组提高了 0.5 分,故认为 HO 能有效改善痉挛型 CP 患儿坐位平衡及起立活动功能。

其它下肢矫形器

思若速特(Therasuit, TS)是一种柔软的动态本体感觉矫形器(包括背心、短裤、护膝和鞋子),通过相互连接的弹性绳系统对特定区域施加压力使身体保持正常姿势^[28]。Martins 等^[29]通过观察穿戴 TS 对 7 例 CP 患儿的影响,发现穿戴 TS 可改善患儿双下肢髌关节屈曲角度及步态模式,使下肢站立期髌关节伸展范围增加,摆动期屈曲幅度减小,在整个步态周期中抑制足内翻。

结语

在针对步态异常 CP 患儿的综合治疗中,使用下肢矫形器有利于其正常步态模式形成,防止异常姿势进一步加重,是康复干预中不可或缺的重要方法。如前所述,足矫形器可改善 CP 患儿静态平衡,踝足矫形器能通过增加足背屈、减少膝关节屈曲等改善步态,减轻痉挛,膝踝足矫形器可建立平衡感觉,增加关节活动范围,髌关节矫形器可有效增强坐姿平衡及起立活动功能,上述矫形器共同存在的问题主要包括皮肤压损及废用性萎缩等。虽然目前矫形器在国内已受到医生、患者广泛重视,但大部分医院还缺少专门研究及制作矫形器的车间,同时设备及材料也需进一步提高。在未来矫形器发展中,还需更多大样本研究探讨包括矫形器穿戴的最适年龄、最佳穿戴时间等重要参数,从而指导临床医师开具康复处方。综上,下肢矫形器的正确选择及合理使用将会显著提高 CP 患儿生活能力。

参考文献

- [1] Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006 [J]. Dev Med Child Neurol Suppl, 2007, 109: 8-14.
- [2] 李晓捷, 庞伟, 孙奇峰, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015): 第六部分 [J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(12): 1322-1330. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2015.12.030.
- [3] 赵辉三, 刘建军, 胡莹媛. 脑瘫患儿常用矫形器及辅助器具 [J]. 中国康复理论与实践, 2003, 9(4): 214-217. DOI: 1006-9771(2003)04-0214-04.
- [4] Dicianno BE, Mahajan H, Guirand AS, et al. Virtual electric power wheelchair driving performance of individuals with spastic cerebral palsy [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2012, 91(10): 823-830. DOI: 10.1097/PHM.0b013e31825a1497.
- [5] Gross MT, Mercer VS, Lin FC. Effects of foot orthoses on balance in ol-

- der adults[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2012, 42(7): 649-657. DOI: 10.2519/jospt.2012.3944.
- [6] 郭爽, 李晓捷, 张尚, 等. 生物力学矫形鞋垫对脑瘫伴足外翻儿童下肢功能的疗效[J]. *中国儿童保健杂志*, 2018, 26(5): 575-578. DOI: 10.11852/zgetbjzz2018-26-05-31.
- [7] Christovão TC, Pasini H, Grecco LA, et al. Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled study[J]. *Braz J Phys Ther*, 2015, 19(1): 44-51. DOI: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0072.
- [8] Eek MN, Zügner R, Stefansdottir I, et al. Kinematic gait pattern in children with cerebral palsy and leg length discrepancy: effects of an extra sole[J]. *Gait Posture*, 2017, 55: 150-156. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.04.022.
- [9] Bowers R, Ross K. Development of a best practice statement on the use of ankle-foot orthoses following stroke in Scotland[J]. *Prosthet Orthot Int*, 2010, 34(3): 245-253. DOI: 10.3109/03093646.2010.486392.
- [10] 易南, 王冰水, 李玲, 等. 不同类型的踝足矫形器对痉挛型脑瘫患儿行走功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2002, 17(2): 100-102. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2002.02.011.
- [11] Bill M, Mcintosh R, Myers P. A series of case studies on the effect of a midfoot control ankle foot orthosis in the prevention of unresolved pressure areas in children with cerebral palsy[J]. *Prosthet Orthot Int*, 2001, 25(3): 246. DOI: 10.1080/03093640108726609.
- [12] Sacaze E, Garlantezec R, Rémy-Néris O, et al. A survey of medical and paramedical involvement in children with cerebral palsy in Brittany: preliminary results[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2013, 56(4): 253-267. DOI: 10.1016/j.rehab.2012.11.003.
- [13] 赵晓科, 肖农, 张跃, 等. 踝足矫形器佩戴时间对痉挛型脑性瘫痪儿童运动功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2009, 31(5): 327-330. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.05.013.
- [14] Liu XC, Embrey D, Tassone C, et al. Foot and ankle joint movements inside orthoses for children with spastic CP[J]. *J Orthop Res*, 2014, 32(4): 531-536. DOI: 10.1002/jor.22567.
- [15] Davids JR, Rowan F, Davis RB. Indications for orthoses to improve gait in children with cerebral palsy[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2007, 15(3): 178-188.
- [16] Ries AJ, Schwartz MH. Ground reaction and solid ankle-foot orthoses are equivalent for the correction of crouch gait in children with cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2019, 61(2): 219-225. DOI: 10.1111/dmcn.13999.
- [17] Van GL, Molenaers G, Huenaearts C, et al. Effect of dynamic orthoses on gait: a retrospective control study in children with hemiplegia[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2008, 50(1): 63-67. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2007.02014.x.
- [18] Wren TA, Dryden JW, Mueske NM, et al. Comparison of 2 orthotic approaches in children with cerebral palsy[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2015, 27(3): 218. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000153.
- [19] Novacheck TF, Stout JL, Tervo R. Reliability and validity of the Gillette functional assessment questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities[J]. *J Pediatr Orthop*, 2000, 20(1): 75-81. DOI: 10.1097/01241398-200001000-00017.
- [20] Morris C. A review of the efficacy of lower-limb orthoses used for cerebral palsy[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2002, 44(3): 205-211. DOI: 10.1017/s0012162201001943.
- [21] Tardieu C, Lespargot A, Tabary C, et al. For how long must the soleus muscle be stretched each day to prevent contracture? [J]. *Dev Med Child Neurol*, 2010, 30(1): 3-10. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1988.tb04720.x.
- [22] Ries AJ, Novacheck TF, Schwartz MH. The efficacy of ankle-foot orthoses on improving the gait of children with diplegic cerebral palsy: a multiple outcome analysis[J]. *PM R*, 2015, 7(9): 922-929. DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.03.005.
- [23] 梅洪, 金荣疆, 刘夕东. 膝踝足矫形器对痉挛型脑瘫儿童下肢运动功能的影响[J]. *中国康复*, 2013, 28(4): 281-282. DOI: 10.3870/zgkf.2013.04.016.
- [24] Maas J, Dallmeijer A, Huijing P, et al. A randomized controlled trial studying efficacy and tolerance of a knee-ankle-foot orthosis used to prevent equinus in children with spastic cerebral palsy[J]. *Clin Rehabil*, 2014, 28(10): 1025-1038. DOI: 10.1177/0269215514542355.
- [25] Laessker-Alkema K, Eek MN. Effect of knee orthoses on hamstring contracture in children with cerebral palsy: multiple single-subject study[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2016, 28(3): 347-353. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000267.
- [26] Hodgkinson I, Jindrich ML, Duhaut P, et al. Hip pain in 234 non-ambulatory adolescents and young adults with cerebral palsy: a cross-sectional multi-center study[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2001, 43(12): 806-808. DOI: 10.1017/s001216220100463.
- [27] Kusumoto Y, Matsuda T, Fujii K, et al. Effects of an underwear-type hip abduction orthosis on sitting balance and sit-to-stand activities in children with spastic cerebral palsy[J]. *J Phys Ther Sci*, 2018, 30(10): 1301-1304. DOI: 10.1589/jpts.30.1301.
- [28] Bailes AF, Greve K, Schmitt LC. Changes in two children with cerebral palsy after intensive suit therapy: a case re-report[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2010, 22(1): 76-85. DOI: 10.1097/PEP.0b013e3181cbf224.
- [29] Martins E, Cordovil R, Oliveira R, et al. The immediate effects of a dynamic orthosis on gait patterns in children with unilateral spastic cerebral palsy: a kinematic analysis[J]. *Front pediatr*, 2019, 7: 42. DOI: 10.3389/fped.2019.00042.

(修回日期: 2020-03-29)

(本文编辑: 易浩)