

矫形鞋垫的作用机制及临床研究进展

胡智宏, 叶倩, 孔叶平

【关键词】 矫形鞋垫; 作用机理; 研究进展

【中图分类号】 R49; R496 【DOI】 10.3870/zgkf.2016.03.022

在日常生活中, 人体的负重、行走都依赖足部正常的生物力线。异常的生物力学环境可导致骨小梁不同程度的微骨折; 长期处于这种环境下, 易使骨小梁发生软骨下骨硬化及囊性等改变^[1], 从而导致力的分布不均, 降低人类正常情况下对行走能力的控制, 引发各种不适症状^[2]。研究表明, 足部功能异常将直接影响到膝关节、髋关节、脊柱以及相关的肌肉、韧带等软组织^[3]。矫形鞋垫是足部生物力学鼻祖 Merton 博士^[4]提出的, 根据足踝部解剖结构特点制定的、以恢复人体正常生物力学为目的的矫正辅助器具。

1 矫形鞋垫的作用机制

1.1 重新建立较为理想的足底压力分布 足部与地面接触时, 会在重力的作用下对地面产生压力, 正常情况下足底压力是正常分布的, 若长期处在异常力线下使足底压力分布不均而导致足部不适, 可能的不适症状包括足部疼痛、拇囊肿、足外翻, 甚至扁平足、足底筋膜炎、膝内侧疼痛等。矫形鞋垫给予人体外在作用力, 重新分布足底压力, 使人体处于正确的生物力线状态中。①可以给予足弓的正确支撑作用: 足内侧弓主要包括足内侧纵弓和横弓。两个弓形结构为足部提供重要的稳定性及弹性因素。其中形成内侧纵弓的骨骼是跟骨、距骨、舟骨、楔骨和相关的3块内侧跖骨, 距舟关节以及相关结缔组织构成内侧纵弓的拱顶, 足底筋膜、弹簧韧带以及第一跖跗关节则负责维持内侧纵弓高度和基本形状。在行走过程中, 足内侧弓可以承受超过骨骼的生理负重能力, 而足底筋膜、弹簧韧带为内侧足弓提供主要的被动支撑。正常足高14~18mm, 低于

14mm为扁平足, 高于18mm为高弓足^[5]。扁平足可导致胫骨损伤、趾外翻、跟腱炎等, 增加足弓过劳性损伤^[6], 矫形鞋垫可以给予足弓外在支撑力, 使扁平足患者站立和行走时足底压力均匀的分布至前足和后足, 有效支撑人体重量。高弓足则表现为足部刚性增加, 第一跖骨过度屈曲, 后足过度旋后而导致跖骨痛、足踝扭伤等。矫形鞋垫可以给予前足内侧及足后跟外在支撑力, 减轻局部过度的压力, 同时其特殊的弹性材质可以增加后足弹性, 提高足部的柔韧性。②重新分布前足足底压力: 拇外翻是前足常见症状, 是第一跖骨围绕跖跗关节的过度内收, 变形的跖趾关节会导致第一跖趾关节外侧脱臼, 导致发炎并发生疼痛。矫形鞋垫主要是通过改变拇趾两侧的压力, 改善畸形和拇趾受力情况, 使拇趾处于正常的力学位置, 从而减轻疼痛和畸形症状。③改善后足足部力学: 距骨的异常运动导致动态距胫关节的不稳定从而导致踝关节骨性关节炎^[7]。成年人的距骨颈长轴是距骨头处于矢状面内侧约30°位置, 故传统的矫形鞋垫均会有5°的后足内翻附件。跟骨为最大的跖骨骨骼, 承受行走时足跟着地的冲击力。足底筋膜起于跟骨结节, 当足弓塌陷时, 可以导致足底筋膜的生物力学发生改变, 承受的力超过其所承受的生理限度, 可发生足底筋膜炎。矫形鞋垫材质较为柔软并具有弹性, 能有效缓解疼痛, 同时给予足弓及足跟良好的支撑, 减轻对足底筋膜的刺激, 促进炎性因子吸收^[8]。跟骨和距骨组成距下关节, 主要包括旋前和旋后两种运动, 旋前主要是外翻、外展, 而旋后为内收、内翻。距下关节的旋前、旋后让足部在每个步态周期中转换柔韧性结构与刚性结构, 从而减轻落地时产生的压力。若后足过度旋前, 则会引起整个下肢力学改变, 可能会导致膝关节内侧疼痛^[9]。通过测量立姿跟骨休息位和立姿跟骨中立位, 定制相应材质的矫形鞋垫, 可以起到调整下肢生物力线、解除疼痛的

收稿日期: 2015-04-06

作者单位: 江苏省人民医院, 南京 210000

作者简介: 胡智宏(1976-), 男, 主管技师, 主要从事骨关节疾病康复方面的研究。

作用。

1.2 改善足底皮肤感觉和本体感觉 足底存在两种感受器:一种为外感受器,接受足底表面刺激,如压觉、触觉、痛温觉;另一种为本体感受器,主要接受来自足底深部刺激包括骨骼肌、关节囊、韧带和足底筋膜。矫形鞋垫不仅可以给予患足皮肤感觉和本体觉刺激^[10],而且可以缓解足踝相关关节的负担,纠正下肢生物力线,提高患者平衡性,改善步态,进而提高步行的稳定性^[11]。平衡主要是指身体静止或者运动的状态下,可以调整并维持姿势状态的能力。平衡的控制主要有感觉输入、传导和输出三方面^[12-14]。有研究表明在异常状态下,神经-肌肉机制会被打乱,若给予机体正常的本体觉输入则可以使其部分或完全重建和恢复^[15]。正常人站立在固定的支撑面时,足底皮肤的触觉、压觉和踝关节的本体感觉输入起主导作用。当人体感受支撑面情况能力减弱时,肢体的稳定性就会受到影响。矫形鞋垫给机体予外在的压力,不仅输入正确的触压觉使皮肤感觉增强,还可以刺激肌腱交界处的高尔基腱感受器,使相互联系的肌梭收缩或牵拉促进本体感觉输入,维持身体的平衡能力。

2 矫形鞋垫的临床研究进展

2.1 对足踝部相关疾病治疗 刘巍等^[16]发现穿戴矫形鞋垫对治疗足底筋膜炎有较好疗效。严文广等^[17]认为体外冲击波联合矫形鞋垫治疗足底筋膜炎疗效确切,值得临床上应用。高峰等^[18]探讨物理因子结合矫形鞋垫可以缩短治疗跟骨痛症的时间,同时提高跟足痛症的治愈率。廖苏^[19]使用红外高速运动捕捉、表面肌电和足底压力鞋垫测试系统发现矫形鞋垫不仅可以改善扁平足和内翻膝的步态,还能增加趾屈力量,增加外侧支撑力,减轻踝关节旋前程度。龚禹琨^[20]认为扁平足的最大压力为中足部位,穿着扁平足垫后,扁平足足底各部位压力均有所减小,并基本达到了正常组足底压力的分布水平,起到矫正作用。审美平等^[21]认为足部矫形鞋垫对跟骨骨折康复有较好的效果,可以减轻患者疼痛,增加步行能力且安全有效,同时认为足部矫形鞋垫还可以应用于扁平足、拇趾外翻、足底筋膜炎、后跟骨刺等足部力学问题。孙民焱等^[22]探讨针刺配合矫形鞋垫治疗跖腱膜炎/跟骨骨刺综合征的临床疗效中发现,针刺配合矫形鞋垫治疗跖腱膜炎/跟骨骨刺综合征与曲安奈德注射液配利多卡因的短期疗效相同,但长期疗效针刺配合矫形鞋垫优于曲安奈德注射液配利多卡因。张明等^[23]认为带有足弓支撑的鞋垫可以有效减少足底的最大压力,鞋垫的形状对减少足底压力有重要意义。

2.2 对膝关节相关疾病治疗 Natalie^[24]研究发现短期效果而言,矫形鞋垫对髌骨疼痛作用最佳。Munuera等^[25]也认为矫形鞋垫对髌骨疼痛患者有较好疗效,是治疗髌骨疼痛的有效方法。矫形鞋垫通过减缓步行速度和减震作用,有效降低步行中的内翻力矩和内侧间室压力^[26-27],从而减轻内侧间室膝骨性关节炎的疼痛。矫形鞋垫可以提高功能性步行能力量表指标并改善患者的步态,不同楔形的矫形鞋垫治疗内侧间室膝骨性关节炎效果无差异^[28]。郝军^[29]在利用矫形鞋垫治疗膝骨性关节炎临床应用报告中指出,下肢机械轴60%~75%的负荷通过膝关节内侧,膝骨性关节炎发作主要原因在于关节软骨的负荷过重,失去了“回弹力”的防护作用,矫形鞋垫可以将膝内侧负荷应力转移到关节面较正常的部位,重新建立正确的力学平衡,从而改善膝关节疼痛及日常活动能力。

2.3 对神经系统相关疾病治疗 Amira^[30]研究发现使用个性化矫形鞋垫可以明显降低糖尿病足患者的足部感觉性异常,其原因可能为矫形鞋垫可以增加足底接触面积,减少足底软组织内部应力^[31]。汪波^[32]发现穿戴鞋垫错误姿势得以改善,同时大多数患有疼痛和痛症的患者疼痛减轻、改善,可能是足底的感觉刺激点对肌肉刺激、或者是高尔基肌腱感受器受到刺激产生了作用,从而促使身体恢复正常力学平衡状态。李哲等^[33]认为矫形鞋垫对偏瘫患者 Fugl-Meyer 运动积分及功能性步行量表均有显著提高,患者穿戴矫形鞋垫,可显著提高偏瘫患者平衡功能及步行能力。Yamamoto等^[34]在脑卒中后患者平衡能力测试中发现使用矫形鞋垫后不仅可以使患者的平衡能力得到较好的控制、防止患者跌倒,同时可以改善轻偏瘫患者的步态周期。万凯等^[35]认为 ICB 矫形鞋垫主要是通过提供正确力线从而可以纠正儿童画圈步态。杨杰等^[36]研究发现生物力学矫形鞋垫可以应用于早期小儿脑瘫患者中,改善患者的生活质量,且具有效率高、不良反应少等优点。Hyun等^[37]发现足部矫形器可以提高偏瘫患者的有氧能力,对行走功能有改善作用。

3 不足和展望

矫形鞋垫作为一种安全的治疗手段,通过重新平衡身体的生物力学分布,可以用于下肢生物力学异常所引起的相关功能障碍疾病的辅助治疗中。目前关于矫形鞋垫的研究主要强调矫形鞋垫对足踝部力学失常引起的下肢相关疾病有较好的改善作用。国外对矫形鞋垫的应用较早,作用机制研究较为深入,临床应用较为普遍。而国内对矫形鞋垫的应用较晚,作用机制研究较少,且研究样本量较少,缺乏大样本量以及后期的

长期疗效研究。矫形鞋垫的制定对下肢生物力学原理掌握和下肢生物力学相关指标测量要求较高。在今后的临床研究中应该就矫形鞋垫的个性化制作方法、作用机理以及生物力学原理应进行进一步探讨研究。

【参考文献】

- [1] McErlain DD, Appleton CT, Litchfield RB, et al. Study of subchondral bone adaptations in a rodent surgical model of OA using in vivo micro-computed tomography[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2008, 16(4):458-469.
- [2] Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. [J]. *Gait & Posture*, 2007, 26(1):68-75.
- [3] Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1999, 31(7):202-205.
- [4] Hannah LJ, Christopher JN, Richard KJ, et al. Inter-assessor reliability of practice based biomechanical assessment of the foot and ankle. 2012, 7(5):14-22.
- [5] 毛宾尧. 踝足外科学[M]. 第2版. 北京: 科学出版社, 2007, 749-756.
- [6] 吴立军, 钟世镇, 李义凯, 等. 扁平足第二纵弓疲劳损伤的生物力学机制[J]. *中华医学杂志*, 2004, 84(12):76-79.
- [7] Michelson JD. Ankle fractures resulting from rotational injuries [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2003, 11(6): 403-412.
- [8] 刘巍, 吴强, 何成奇. 矫形鞋垫对足底筋膜炎症患者的近期疗效[J]. *华西医学*, 2013, 28(3): 426-428.
- [9] Lim B, Hinman RS, Wrigley TV, et al. Does knee malalignment mediate the effects of quadriceps strengthening on knee adduction moment, pain, and function in medial knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. [J]. *Arthritis & Rheumatology*, 2008, 59(7):943-951.
- [10] Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1999, 31(7):32-36.
- [11] Jones RK, Zhang M, Lax TP, et al. The biomechanical effects of a new design of lateral wedge insole on the knee and ankle during walking [J]. *Hum MovSci*, 2013, 32(4):596-604.
- [12] Ricci NA, Faria GD, Coimbra AM, et al. Sensory interaction on static balance: A comparison concerning the history of falls of community - dwelling elderly[J]. *Geriatrics & Gerontology International*, 2009, 9(2):165-171.
- [13] Zhang, JG; Ishikawa TK; Yamazaki H, et al. Postural stability and physical performance in social dancers. [J]. *Gait & Posture*, 2008, 27(4):697-701.
- [14] Lephart SM, Henry TJ. Functional rehabilitation for the upper and lower extremity[J]. *Orthop Clin North Am*, 1995, 26(3): 579-592.
- [15] Elftman HOA. cinematic study of the distribution of pressure in the human foot[J]. *Anat Record*, 1934, 4(7):599-481.
- [16] 刘巍, 吴强, 何成奇. 矫形鞋垫对足底筋膜炎症患者的近期疗效[J]. *华西医学*, 2013, 28(3):426-428.
- [17] 严文广, 孙绍丹, 李旭红. 体外冲击波联合矫形鞋垫治疗足底筋膜炎症的疗效观察[J]. *中南大学学报医学版*, 2014, 38(12):899-901.
- [18] 高峰, 李海峰, 谢谨, 等. 物理因子结合矫形鞋垫治疗跟痛症[J]. *中国康复*, 2012, 27(4):311-312.
- [19] 廖苏. 矫形鞋垫对扁平足和内翻膝步态矫正效果的研究[D]. 北京体育大学, 2013.
- [20] 龚禹琨. 大学生扁平足脚型研究及矫正鞋垫的研制[D]. 陕西科技大学, 2012.
- [21] 申美平, 陈欢, 刘辉霞, 等. 足部矫形鞋垫在跟骨骨折后康复中的应用价值[J]. *中国医学工程*, 2013, 10(1):62-63.
- [22] 孙民焱. 针刺配合矫形鞋垫治疗跖腱膜炎/跟骨骨折综合征 47例疗效观察与分析[J]. *中华实用医药杂志*, 2009, 9(3):175-176.
- [23] 张明, 张德文, 余嘉, 等. 足部三维有限元建模方法及其生物力学应用[J]. *医用生物力学*, 2007, 22(5):339-344.
- [24] Collins N, Tempel VD. Foot orthosis and physiotherapy in the treatment of patella femoral pain syndrome: randomised clinical trial[J]. *BMJ*, 2008, 337(11):163-168.
- [25] Bill V, Natalie JC. Benefits of custom-made foot orthoses in treating patellofemoral pain. [J]. *Prosthet Orthot Int*, 2011, 35(4): 342-349.
- [26] Crenshaw SJ, Pollo FE, Calton EF. Effects of lateral-wedged insoles on kinetics at the knee [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2000, 375(2): 185-192.
- [27] Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, et al. Effectiveness of a lateral wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2002, 83(7): 2410-2419.
- [28] 张旻, 陈博, 江澜, 等. 两种不同矫形器对早期内侧间室膝关节骨性关节炎步态的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(1): 26-30.
- [29] 郝军. 矫形鞋垫治疗膝骨性关节炎临床应用初步报告[J]. *中医正骨*, 2007, 22(1):25-26.
- [30] Skopljak A, Sukalo A, BaticMujanovic O, et al. Assessment of diabetic polyneuropathy and plantar pressure in patients with diabetes mellitus in prevention of diabetic foot. [J]. *Medical Archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 2014, 43(6):786-793.
- [31] Amit G. Plantar soft tissue loading under the medial metatarsals in the standing diabetic foot. [J]. *Medical Engineering & Physics*, 2003, 25(6):491-499.
- [32] 汪波. 感觉刺激鞋垫对姿势畸形矫正效果初探[C]. 中华医学会全国物理医学与康复学学术会议. 2007.
- [33] 李哲, 孙笑品, 郭钢花. 矫形鞋垫对偏瘫患者平衡功能及步行能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(7):656-658.
- [34] Yamamoto S, Ibayashi S, Fuchi M, et al. Immediate-term effects of use of an ankle-foot orthosis with an oil damper on the gait of stroke patients when walking without the device. [J]. *Prosthetics & Orthotics International*, 2014, 10(1):19-26.
- [35] 万凯, 尚清, 马彩云. ICB矫形鞋垫对纠正儿童划圈步态作用分析[J]. *中国现代药物应用*, 2014, 10(3):225-226.
- [36] 杨杰, 高永强, 周厚勤, 等. 小儿脑瘫早期应用生物力学矫形鞋垫治疗的临床分析[J]. *医学信息*, 2013, 22(8):622-622.
- [37] Hyun CW, Kim BR, Han EY, et al. Using an ankle-foot orthosis improves aerobic capacity in subacute stroke patients[J]. *Annals of Physical & Rehabilitation Medicine*, 2014, 57(2):126-130.