

矫形辅具治疗膝骨关节炎的研究进展

张旻^a, 庞坚^a, 陈博^a, 李莉^b, 郑昱新^a, 詹红生^a

【关键词】 膝骨关节炎; 生物力学; 关节应力; 矫形辅具

【中图分类号】 R49; R684 【DOI】 10.3870/zgkf.2017.06.025

作为膝骨关节炎(Knee Osteoarthritis, KOA)发病的主要因素之一,膝关节力学环境的变化目前正受到越来越多研究人员及临床医师的关注^[1]。已有大量研究表明^[2-8],KOA患者可通过佩戴矫正辅具改善其在步行过程中的关节受力状况,从而改善受累关节力学环境,并藉此缓解临床症状,提高生活质量。近年来众多学者在先前的研究基础上不断对已有的矫形辅具进行改进并将其运用于KOA的临床治疗并取得了较好的临床疗效^[2-8],因此,该疗法已成为KOA治疗的有效手段之一。本文就矫形辅具治疗KOA的临床研究现状进展等综述如下。

1 不同的矫形辅具作用机理及其临床效果

1.1 楔形角矫形鞋垫

1.1.1 楔形角矫形鞋垫的作用机理 迄今为止已有诸多研究报道通过佩戴不同的矫形辅具来降低KOA患者在步行过程中的力学信号。其中,尤以外侧楔形角矫形鞋垫(Lateral Wedges Insole, LWI)的相关研究最为多见^[9-12]。有研究者发现KOA患者佩戴LWI后COP由内向外侧发生偏移^[13],外偏的COP使地面反作用力与膝关节中心的垂直距离缩小,进而纠正患者在步行过程中膝关节的轴向对线,并藉此降低患者在运动过程中膝关节所承受的载荷,改善患者临床症状。

1.1.2 楔形角度的设定 有研究者发现^[9],膝关节在动态过程中所承受的应力大小与LWI楔形角的大小成反比,然而,当楔形角超过6°,膝关节所承受的压力

并不能进一步降低,且有部分患者在穿戴更大楔形角度的鞋垫后踝关节受力显著增高,并在使用过程中有不同程度的不适感,甚至有部分患者因为无法忍受踝关节的不适感而最终放弃该治疗方案。据此,楔形角设定以不超过6°为宜。

1.1.3 材料工艺对矫形鞋垫的影响 除了角度大小的变化外,LWI制作过程中材质的运用以及外型的塑造还具有一定的争议。Toda等^[10]的研究发现,采用弹性模量相对较低的材质制作的LWI舒适度更加。然而,较低弹性模量的材质经长期使用极易产生形变,从而导致治疗效果降低。而较高的弹性模量材质虽然不易发生形变,但患者使用体验相对较差。因此,有研究者利用鞋垫内外侧材料变形系数的差异来解决这一问题^[8],即鞋垫外侧缘采用较硬材质维持其矫形效果,而鞋垫内侧采用相对较软材质增加其使用体验,然而此类鞋垫缺乏高质量长时间随访研究,因此,其临床疗效还有待进一步的证实。

1.1.4 矫形鞋垫外形的变化 相较于仅对后足进行矫形的传统型LWI,全足长LWI可降低佩戴者在支撑相后期,即足跟离地但足尖仍与地面接触这一时段所承受的压力。研究者对LWI的中部进行改进后发现相较于传统LWI^[11],增加足弓支撑除了能够使患者能够获得更好的舒适性外,还能增加患者行走时候的下肢前进角度(Foot Progression, FP),先前已有研究证实FP的增加与人体在步行过程中膝关节所承受的应力成反比关系,因而,这一设计不但能够进一步帮助降低关节受力还能给患者带来更好的体验。由于LWI是通过调节足踝的运动来达到对膝关节受力情况的改善,人体在运动过程中LWI与足部的耦合度显得尤为关键,有部分患者因为佩戴不当等原因造成使用过程中LWI与足部耦合度降低,进而影响治疗效果。因此,通过增加LWI对足跟部分的包裹或有助于解决问题。

基金项目:国家自然科学基金青年项目编号(81503592);上海市卫生和计划委员会科研课题(20154Y0176)

收稿日期:2017-07-14

作者单位:上海中医药大学附属曙光医院 a. 骨伤科; b. 推拿科, 上海 201203

作者简介:张旻(1982-),男,助理研究员,主要从事关节生物力学方面的研究。

通讯作者:李莉, lili-1997@outlook.com

1.2 膝关节减压矫形器

1.2.1 膝关节减压矫形器的作用机理 膝关节减压矫形器(Knee Unloading Bracing, KUB)通过三点力学受力原理矫正受累关节在运动过程中产生的异常运动模式,降低膝关节在步行过程中的异常力学信号,进而改善关节力学环境。第一力经由固定在关节周围的弹性绷带产生,进而配合双侧铰链产生的第二及第三力纠正膝关节的轴向对线,从而降低 EKAM,减小膝关节内侧间室在步行过程中所承受的载荷,减轻患者疼痛症状^[14]。

1.2.2 膝关节减压矫形器的临床效果 先前已有多篇研究报道通过佩带 KUB 纠正 KOA 患者膝关节在步行过程中的轴向对线进而减轻疼痛并增加膝关节稳定性^[3,4,2-19],Lamberg 等^[19]研究发现长期佩戴 KUB 后,KOA 患者 EKAM 的第二波峰值以及膝关节内翻角冲量(Knee Adduction Moment Impluse, KAAI)分别降低 26% 及 34%。Arazpour^[20]的研究也证实,KOA 患者在佩戴 KUB 后步行能力及膝关节的异常受力模式均有显著的改善。此外,Draper^[17]还发现 KOA 患者长期佩戴 KUB 后步行时的时间空间参数以及 HSS 评分也均有显著提高。然而,该治疗方式价格昂贵且患者佩戴后美观度较差,因而有部分患者不愿意采用该治疗方案。

1.3 力学矫形鞋

1.3.1 矫形鞋的作用机理 近年来已有越来越多的研究报道矫形鞋在治疗 KOA 中的作用^[21-23]。目前力学矫正鞋主要分为外置式矫形与内置式矫形两种,前者通过半球形滚轴改变患者在步行过程中足部与地面的接触点,使地面反作用力冠状面分力降低,且垂直方向分力向膝关节的中心发生偏移^[24],从而分解患者膝关节在运动过程中所产生的应力缓解疼痛。而后者将矫形鞋垫直接与鞋具结合,其作用机理与矫形鞋垫大致相同。

1.3.2 力学矫形鞋的临床效果 目前各类指南中都明确推荐力学矫形鞋作为 KOA 的保守疗法^[25-26],而英国国家临床规范研究院(National Institute of Clinical Excellence, NICE)推荐的指南中明确力学矫形鞋可作为 KOA 的保守治疗方法之一。Elbaz 等^[7]对 58 名单侧 KOA 患者跟踪研究发现,佩戴 Apos 矫形鞋治疗 6 个月后患者的步频,步长及单侧支撑相百分比分别上升 15.9%,10.3%及 2.7%,SF-36 量表各项指数均有明显改善。Jones 等^[8]的报道也证实早期 KOA 患者在使用 APOS 矫形鞋后 EKAM 显著降低,患者步行功能及 WOMAC 评分得到提升。相较于 APOS 外置式矫形鞋,内置式矫形鞋虽然作用机理有所差异,但

穿戴后也能有效的降低 KOA 患者的关节应力,并藉此改善患者的步行能力。

2 现有辅具治疗所存在的问题

相较于传统的保守治疗方案^[27-30],矫形辅具可以纠正患者在步行过程中的受力异常,因此,该疗法已受到越来越多的重视。然而,该疗法在实施过程中依然面诸多问题。LWI 虽然价格低廉且易于佩戴,但是有学者认为整个下肢在运动过程中是一个有机的整体,因而 LWI 增加了踝关节的外翻角度后可能会给邻近关节带来额外压力因此并不适合长期佩戴^[10,12,31]。虽然,Tezcan 等^[32]随访研究表明,相较于无楔形角的中性鞋垫,长期佩戴 LWI 并不会对髋关节及踝关节间隙造成额外的影响,然而,此类研究依旧较少,其相关结论还有待进一步的验证。采用较低弹性模量材质制作矫形鞋垫虽然能够给患者带来相对舒适的使用体验,但由于材料缺乏足够的硬度因而容易产生形变无法长期使用,因此,未来在新型鞋垫的无论外型或材质等都需要进一步改善以避免此类情况发生。KUB 和力学矫形鞋虽然鲜有不良反应的报道,但相较于 LWI 后两者价格相对昂贵^[6],故而如何切实有效的降低此类疗法的价格成为研究人员所面临的一道难题。

3 发展方向

当前的主要目标是使康复医师及治疗师进一步认识到力学因素在 KOA 发生及发展中所承担的重要性以及如何通过选择正确的矫形辅具帮助此类患者更好的进行治疗,还需要通过医工结合的模式对于力学矫正辅具治疗 KOA 做进一步的改进研究,以期改善当前存在的某些显著不足,如:辅具的材料选择,下肢其他关节的异常受力增加及辅具本身价格过高等一系列问题。先前已有大量报道传统治疗方法可有效地改善 KOA 患者的临床症状并提高其运动功能^[27-30],但是,患者在步行过程中的关节受力大小与其步行过程中的步速,步长,步频等时间空间参数呈正相关,因此,单一的缓解疼痛而不进行力学矫正可能会导致该病的进一步发展,而如何将传统的治疗模式与矫形辅具治疗有机的结合或将成为治疗 KOA 的关键所在。

4 总结

相较于传统的 KOA 治疗方法辅具治疗有着良好的疗效,且该种疗已经被各类指南推荐为有效治疗方案^[25-26]。然而该类疗法在国内的推广和普及仍存在一定的局限性,进而造成其临床应用过程中出现各种的问题。但从生物力学角度来研究 KOA 的发病机制

以及通过矫正患者受累关节的异常受力模式来治疗该疾病值得进一步研究及推广。

【参考文献】

- [1] Andriacchi TP. The role of biomechanics in osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2013, 21(Supplement), S1-S2.
- [2] Miyazaki T, Wada M, Kawahara H, et al. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis [J]. *Ann Rheum Dis*, 2002, 61(7): 617-622.
- [3] 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.
- [4] Min Zhang, Peiyu Qu, Meilan Feng, et al. Effectiveness of Different Orthoses on Joint Moments in Patients with Early Knee Osteoarthritis: Lateral Wedge Versus Valgus Knee Bracing [J]. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 2012, 17(4): 505-510.
- [5] Bennell KL, Egerton T, Wrigley TV, et al. Comparison of neuromuscular and quadriceps strengthening exercise in the treatment of varus malaligned knees with medial knee osteoarthritis: a randomised controlled trial protocol [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12 (1) : 276.
- [6] Bennell KL, Kean CO, Wrigley TV, et al. Effects of a modified shoe on knee load in people with and those without knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2013, 65 (3): 701-709.
- [7] Elbaz A, Mor A, Segal G, et al. Patients with knee osteoarthritis demonstrate improved gait pattern and reduced pain following a non-invasive biomechanical therapy: a prospective multi-centre study on Singaporean population [J]. *J Orthop Surg Res*, 2014, 9 (1) : 1.
- [8] Jones RK, Chapman GJ, Parkes MJ, et al. The effect of different types of insoles or shoe modifications on medial loading of the knee in persons with medial knee osteoarthritis: A randomised trial [J]. *J Orthop Res*, 2015, 33(11): 1646-1654.
- [9] 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) : 889-893.
- [10] Toda Y, Tsukimura N. A comparative study on the effect of the insole materials with subtalar strapping in patients with medial compartment osteoarthritis of the knee [J]. *Mod Rheumatol*, 2004, 14(6): 459-465.
- [11] Jones RK, Zhang M, Laxton P, et al. The biomechanical effects of a new design of lateral wedge insole on the knee and ankle during walking [J]. *Hum Mov Sci*, 2013, 32(4): 596-604.
- [12] Toda YN, Tsukimura N. A 2-year follow-up of a study to compare the efficacy of lateral wedged insoles with subtalar strapping and in-shoe lateral wedged insoles in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2006, 14 (3): 231-237.
- [13] Sasaki T, Yasuda K. Clinical evaluation of the treatment of osteoarthritic knees using a newly designed wedged insole [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1987, 221 (221): 181-187.
- [14] Birmingham TB, Kramer JF, Kirkley A, et al. Knee bracing for medial compartment osteoarthritis: effects on proprioception and postural control [J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2001, 40(3): 285-289.
- [15] Pollo FE, Otis JC, Backus SI, et al. Reduction of medial compartment loads with valgus bracing of the osteoarthritic knee [J]. *Am J Sports Med*, 2002, 30(3): 414-421.
- [16] Van Tiggelen D, Witvrouw E, Roget P, et al. Effect of bracing on the prevention of anterior knee pain—a prospective randomized study [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2004, 12(5): 434-439.
- [17] Draper ER, Cable JM, Sanchez-Ballester J, et al. Improvement in function after valgus bracing of the knee. An analysis of gait symmetry [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2000, 82(7): 1001-1005.
- [18] Jones R, Nester C, Kim W, et al. Direct and indirect orthotic management of medial compartment osteoarthritis of the knee [J]. *Gait Posture*, 2006, 24(null), S141-S142.
- [19] Lamberg EM, Streb R, Werner M, et al. The 2- and 8-week effects of decompressive brace use in people with medial compartment knee osteoarthritis [J]. *Prosthet Orthot Int*, 2016, 40(4): 447-453.
- [20] Arazpour M, Hutchins SW, Bani MA, et al. The influence of a bespoke unloader knee brace on gait in medial compartment osteoarthritis: a pilot study [J]. *Prosthet Orthot Int*, 2014, 38(5): 379-386.
- [21] Van Ginckel A, Bennell KL, Campbell PK, et al. Associations between changes in knee pain location and clinical symptoms in people with medial knee osteoarthritis using footwear for self-management: an exploratory study [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2017, 25(8): 1257-1264.
- [22] Veeramachaneni RP, Bartels MN, Frison KT, et al. Poster 144 The Effect of Footwear Generated Biomechanical Manipulation on Gait Parameters and Symptoms in a Knee Osteoarthritis Population [J]. *Pm & R*, 2016, 8 (9) : S208-S208.
- [23] Van den Noort JC, van der Esch M, Steultjens MP, et al. The knee adduction moment measured with an instrumented force shoe in patients with knee osteoarthritis [J]. *J Biomech*, 2012, 45 (2): 281-288.
- [24] Shakoar N, Sengupta M, Foucher KC, et al. Effects of common footwear on joint loading in osteoarthritis of the knee [J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2012, 62(7): 917-923.
- [25] Fernandes L, Hagen KB, Bijlsma JW, et al. European League Against. EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis [J]. *Ann Rheum Dis*, 2013, 72(7): 1125-1135.
- [26] Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, et al. (2007). OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part I: critical appraisal of existing treatment guidelines and systematic review of current research evidence [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2007, 15(9): 981-1000.
- [27] 丁权威, 吕帅洁, 沈兴潮, 等. 富血小板血浆联合透明质酸钠关节内注射治疗膝骨关节炎的前瞻性随机对照研究[J]. *上海医药*, 2017, 38(5): 25-28, 40.
- [28] 林勋, 陈博, 王建平, 等. 红桂酊涂擦结合推拿手法改善膝骨关节炎疼痛的随机对照临床研究[J]. *上海中医药大学学报*, 2016, 30 (06): 38-41, 51.
- [29] 周景辉, 吴耀持, 谢艳艳, 等. 针灸治疗膝骨关节炎的应用效果及机制[J]. *中国组织工程研究*, 2013, 17 (28) : 5255-5260.
- [30] 龚朝晖, 谈宜, 朱杰, 等. 透明质酸钠治疗膝骨关节炎长期疗效观察[J]. *临床医学工程*, 2011, 18(2) : 201-204.
- [31] Kuroyanagi Y, Nagura T, Matsumoto H, et al. The lateral wedged insole with subtalar strapping significantly reduces dynamic knee load in the medial compartment gait analysis on patients with medial knee osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2007, 15(8): 932-936.
- [32] Tezcan ME, Goker B, Lidtke R, et al. Long-term effects of lateral wedge orthotics on hip and ankle joint space widths [J]. *Gait & Posture*, 2017, 51(1): 36-40.