

·综述·

鞋靴对足底压力分布影响及其舒适度研究进展*

张勤良¹ 倪朝民^{1,2}

人体足具有负重支撑,缓冲振动,进行走、跑、跳等活动的功能,同时也与人的生理机能密切相关,又被称为人体的“第二心脏”。人体足底压力分布主要是反映有关足的结构与功能和整个身体姿势控制等情况,通过测试和分析足底压力情况,可以获取人体在静态和动态下的生理和病理等方面相关的力学参数和机能参数^[1],是步态分析的重要组成部分。

任何踝足解剖结构或运动系统的病理学改变,即使是微小的,都将影响其吸收冲击力、推动身体前进及稳定的功能。目前人们穿的鞋子各式各样,有坚硬的靴子也有柔软的平底鞋,而不同种类的鞋会改变踝足部的生物力学,对人体正常的生理机能产生影响,甚至会导致一些病理情况的发生。长期穿不合脚的鞋子会造成扁平足、拇指外翻等情况,儿童长期穿不合脚的鞋子会严重影响脚部发育,甚至会出现畸形,可见一双合适的鞋对人的健康具有重要作用。一个正常成年人每天大约要行走 8000 步,而在步行时足部所承受的地面反作用力达到 1.5 倍体质量,跑步时更达到三四倍体质量^[2]。因此,具有良好减震功能的鞋子是我们日常生活中的必需品,它可以缓冲人在静态或动态条件下的足—地间的作用力,在一定程度上避免足部的损伤,缓解膝关节、腰、背及大脑等器官所承受的震荡。鉴于我国关于足底压力分布及鞋靴舒适度的研究处于起步阶段,本文从足底压力分布与鞋的舒适度及鞋对足底压力分布的影响两方面进行综述,并对其现状及应用前景做出展望,以期对以后临床医学特别是与康复治疗有关的足底压力分布研究及鞋和矫形器具的设计生产有帮助。

1 舒适度

鞋的舒适度是人体对外界环境的一种主观印象,它融合了人生理和心理感受,是人通过视觉、嗅觉和触觉对鞋进行评价后的主观反映;因此,对鞋舒适度的评价具有很大的主观性。随着体育运动的普及和生活水平的提高,人们越来越多的追求精神方面的享受,健身意识逐渐增强,对鞋的舒适

度越来越重视,但鞋的种类繁多,市场上的鞋都是按照一定型号的鞋楦统一制作的且对舒适度的影响也较大,这给人们挑选合适的鞋产生了很大难度^[3-4]。鞋楦是鞋的灵魂,目前市场上的鞋楦设计主要是由一些中小企业将国际流行鞋款的鞋楦根据脚型参数进行缩放,再经修改后使用的,结果生产出的鞋往往是外形虽漂亮,但舒适性不好^[4]。不同的人对同一双鞋会有不同的舒适度感受,在不同的运动状态下其舒适度评价也不同。

1.1 鞋舒适度的影响因素及评价

鞋的很多方面都会对舒适度有影响,主要包括:楦型设计^[10]、帮样设计、底部件设计、材料的选用及工艺设计^[8]等,主要表现在鞋跟高度、鞋大小、重量、弯曲性、减震和缓冲性、透气性^[5,7]及稳定性等,足底压力分布是影响鞋舒适性最重要的因素之一^[6]。有人通过问卷调查的方式对鞋舒适的影响因素进行分析指出,鞋的颜色和款式主要影响鞋的外观,对鞋舒适度的影响不是特别明显,但是鞋子是否合脚是舒适度的决定因素,主要是鞋足趾区,跖趾关节区,足弓区及鞋口对舒适度的影响较为明显^[9]。因此,评价一双鞋是否舒适需要考虑多方面的客观因素。

关于鞋的舒适度的评价目前没有统一的标准,主要原因是其中存在较大主观感受的影响,目前国外使用较多的舒适度评价标准是视觉类比量表(visual analogue scale, VAS)评分^[11-12],试验证明 VAS 评分在评价鞋舒适度方面具有良好的可重复性,但人体足部的感觉敏感程度及受试者使用该量表的习惯程度会影响其结果^[13]。彭文利等^[14]认为鞋楦是鞋的母体,通过试穿某鞋,对基于鞋楦的成鞋舒适性进行模糊综合评定。还有人通过问卷调查的形式综合了多重影响因素进行综合评分^[9]。

1.2 足底压力分布与鞋靴舒适度

鞋靴的舒适性与足底压力的分布有着很大程度的联系,足底局部过高的压力会导致足部相应部位的疼痛,长期下去会导致足部疾病的发生。鞋跟的高度可以明显影响足底压力分布,与鞋的舒适度也有很大关联,随着鞋跟高度的增加,

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.02.024

*基金资助:中国科学院知识创新工程领域前沿重点项目(编号 0923A11291)

1 安徽医科大学附属省立医院康复医学科,合肥,230032; 2 通讯作者

作者简介:张勤良,男,在读硕士研究生; 收稿日期:2011-05-12

足前部特别是内侧足前部及拇趾区的压力及地面的冲击力会明显增加,而足跟部及足弓部的压力会相对减小,此时鞋的舒适度也明显降低^[12]。最大压强值和压强峰值主要反映足底单位面积所承受的压力的大小,其值越小,即应力分布越分散,鞋越服帖,足部局部感觉越舒适,即在最大压强值或压强峰值一定时足部所承受的压力持续时间越短足部感觉越舒适^[10]。如果足跟着地时压强峰值越大,即局部高压强区域分布越广泛,说明鞋的减震性能不好^[6],因此,在设计制造鞋底时应当用减震性能比较好的材料。鞋底材料比较僵硬的鞋可以增加足底局部的压力,并可降低其舒适度,软性材料制作的鞋底不但可以降低足底压力、增加舒适度,而且可增加鞋的缓冲性能又可以进一步降低压力、预防损伤^[13,15]。足底压力中心轨迹曲线的平直程度也能反映鞋的舒适程度,轨迹后半段主要反映运动时足跟的稳定性,即崴脚的危险性,轨迹前段反映鞋是否磨脚,两头均不平直可能是由于鞋垫的滑动造成的^[6],这对鞋楦大小的设计提出了要求。

2 鞋及鞋垫对足底压力分布的影响

2.1 鞋对足底压力分布的影响

一双合格的鞋应具备三个条件,即稳定性、安全性和轻量化。与赤足相比,穿鞋时的足底压力分布发生明显变化,穿鞋可以明显降低足底压力大小且能降低足损伤的危险性^[16-17]。评价一双鞋是否有利于健康的因素是多方面的,就足底压力分布而言其评价指标也有多种,因此,在对鞋进行压力分析时应综合考虑^[18]。压力中心轨迹可以很好地反映鞋底的软硬程度、评估鞋对人体运动时的稳定作用,轨迹曲线越长,说明在步行周期中鞋与地面的接触越充分,鞋的稳定性越好,这与鞋底的软硬程度有很大的相关性,鞋底比较僵硬的鞋可以增加足底的压力^[15]。

2.1.1 运动鞋:崔丽娜^[19]对受试者穿篮球鞋进行行走跑跳等运动时的动态足底压力分布研究发现,足跟部、第2、3跖骨部的足底压力较大,较易发生应力疲劳性损伤,需要通过选择合适的鞋底材料和进行特殊设计来降低足底局部高压、重新分布足底压力。性别、运动鞋种类、运动项目及运动场地会对足底压力分布产生不同的影响,可能的运动损伤部位及程度也会不同,因此,在进行各项运动选鞋时应因地、因时、因人制宜^[20-23]。

2.1.2 矫正治疗鞋:对足底压力分布进行研究具有重要的临床意义,根据患者足底压力分布的变化而制作相应的治疗鞋及矫形器等,不但可以起到治疗疾病的作用还可以降低发生并发症的危险性。糖尿病患者易并发足部溃疡,局部过高的足底压强是导致溃疡发生的重要因素,糖尿病治疗鞋可以明显降低溃疡的发生率,其主要作用就是增加了足弓部的压力而降低了足前、后部的压力^[24]。通过足底压力分布的测量也

可以为患有不同疾病的患者选择合适鞋靴提供指导性建议, Hennessy 等^[25]通过对照研究发现,跑鞋可以明显降低类风湿性关节炎患者足底压强及压强时间积分,舒适度也较高,甚至超过矫形鞋。通过足底压力分布的变化还可以为矫形支具的设计制作提供依据,而且还可以拓展到其他部位的支具制作,可以提高为康复治疗训练效果。

2.1.3 高跟鞋:鞋跟设计是鞋设计中不容忽视的重要因素,它不但影响鞋的整体美观也对足部的健康有重要影响,而这恰恰容易被鞋设计者所忽略。乐秀鸿等^[26]发现鞋跟部垫高35mm可减轻足跟部12%的负荷,认为鞋跟部垫高20—40mm较为合适。吴剑等^[27]通过比较不同高度高跟鞋之间的足底压力分布,指出穿跟高大于6.5cm的高跟鞋会导致拇趾外翻及第一跖趾关节内侧骨赘形成而影响行走。随着鞋跟高度的增加地面对足的反作用力也增大且人体重心分布会发生偏移导致不稳,但是一定高度的鞋跟又可以使重心变化较为密集且靠近足底压力中心轨迹,增加了鞋的稳定性^[28]。

其他类型的鞋如凉鞋、普通休闲鞋及拖鞋等都会对足底压力分布产生影响^[29]。而且不仅是鞋底对足底压力分布有重要作用,鞋的其他部分如鞋帮、鞋面及鞋带等都会对足底压力产生影响^[30]。

2.2 鞋垫的选择

鞋垫会降低足底压力,对足底压力分布有重要影响^[31]。通过对足底压力分布进行测量可以指导鞋垫的制作与选择,根据所测足底压力数据选择合适的鞋垫可以重新分布足底压力,对足部保健有重要作用。目前市场上有各种各样的鞋垫,有足跟垫、跖骨垫、足弓垫还有全足垫等,就高跟鞋而言,有鞋垫的存在比无鞋垫更能降低足底压力,而且舒适度评分也增加,全足垫的作用较其他鞋垫对足底压力分布影响更明显^[12]。Sun 等^[32]通过对无负重状态下的足进行扫描而制作合适的鞋垫,可以明显降低足底压力大小,减小足底各区域间的压力差,增加舒适度,因此,选择合适的鞋垫对人足的健康具有重要意义。

综上,影响鞋的足底压力分布及舒适性的因素众多,在研究应用及鞋靴的选择中应综合考虑,这也为如何制定准确、全面的鞋舒适度评价量表提供了依据。

3 小结

我国鞋产品生产量和出口量均居世界第一位,制鞋业在国民经济中占有重要地位。但由于在设计方法、材料工艺及脚型基础数据积累等方面的研究进度滞后,我国的制鞋企业在国际竞争力不强。以往鞋的设计生产主要是根据足的大小尺寸来统一生产的,设计师设计一款鞋后通过专业的试穿人员进行试穿,如果合适就可以进行批量生产;这种集约化的鞋设计生产模式没有考虑到鞋的舒适性及健康性,不利于

我国鞋产业的发展。因此,如何根据不同人群的脚步特征进行个性化设计是我国鞋产业的一个重要发展方向。但是,目前国外学者对于舒适度的评价标准也没有形成统一,较多学者应用VAS来对鞋的舒适度进行主观评价,虽然证实VAS具有一定的可靠性,但是由于其评价的笼统性和单一性以及具有很强的主观性,依据VAS不能对鞋靴的舒适度作出全面、综合的评价。我国目前对于鞋的舒适度研究处于起步阶段,很多研究仅处于实验室研究阶段,但可以作为今后我国学者进行基于足底压力分布的鞋靴舒适度研究的基石,在借鉴国外研究的基础上进行学习创新。

从健康角度考虑,究竟什么样的足底压力分布范围是较为健康的?超过此范围就有损伤的危险性,这样的标准目前世界范围内没有一个明确的标准,大多数学者认为平均分布的足底压力是比较健康的,即将足-地界面的总压力尽可能平均的分布于足底各个区域,但是由于人体足部结构复杂,足前部及足跟部主要是由骨骼负重,而足弓部软组织较多,过分负重可能会导致软组织的损伤,对健康不利;单纯的平均分布足底压力没有可靠依据,尽管很多研究认为足底压力的重新分布对健康有重要意义,这也是目前关于鞋的健康性设计的难题。我国是一个人口众多的国家,鞋靴对足底压力分布的研究及鞋的健康设计对于降低我国国民足部疾患的患病率具有重要意义;而且大样本、多样性的试验数据的获取相对来说较为容易,可以更好为鞋的健康性及舒适性的设计生产服务,这对于我国甚至世界基于足底压力分布的鞋舒适度的深入准确研究都具有重要意义,这可以作为今后足底压力分布领域的研究方向。

随着人们生活水平的提高,对健康的要求也越来越高,鞋靴作为人们日常活动的一个不可或缺的部分,其舒适性及健康性对每个人都都很重要,因此,对于鞋舒适度及鞋的健康选择的研究具有重要意义且发展前景广阔。研究证明,仅依靠足的形状去制作鞋或鞋垫不能达到降低足底压力分布的效果,应综合考虑足形状、鞋材硬度及足底压力大小进行设计鞋及鞋垫形状^[33]。目前国内关于鞋靴对足底压力分布的影响研究已经取得了较大进步,对鞋靴进行力学分析,提高鞋靴舒适度的相关技术规则目前已经受到国内专家和国家标准化委员会的重视,并有专家和企业提出在国家标准中增加“舒适度”方面的技术参考,如果国内企业和专家普遍建言,“舒适度”有望纳入国标。在今后的科技发展中,基于足底压力分布的鞋的舒适性及健康性选择也将得到长远发展。

参考文献

- [1] 刘刚,吕长生,袁立霞. 脑卒中足下垂及足内翻的足底生物力学特征研究[J]. 中华中医药学刊,2010,28(7):1444—1446.
- [2] 王兰美,郭业民,潘志国. 人体足底压力分布研究与应用[J]. 机械制造与自动化,2005,34(1):35—38.
- [3] 宋雅伟,寇恒静,张曦元. 不同硬度鞋底在人体行走中的足底肌电变化[J]. 中国康复医学杂志,2010,25(12):1157—1160.
- [4] 胡小春,施豪亮,万孝军. 基于足部压力分布的个性化鞋植CAD研究[J]. 轻工机械,2009,27(4):43—45.
- [5] 施凯. 基于温湿度及足底压力分布的鞋类舒适性评价体系及测量装置研究[J]. 中国皮革,2009,38(11):19—21.
- [6] 陈晓,祖媛媛. 军用鞋靴足底压力的舒适性测试分析[J]. 中国个体防护装备,2006(1):8—11.
- [7] 代家群,杜少勋. 运动鞋鞋腔温湿度变化研究[J]. 皮革科学与工程,2007,17(4):66—69.
- [8] 丁绍兰,赵晓华,袁鹏. 不同鞋面及鞋里材料卫生性能的对比研究[J]. 中国皮革,2004,33(11):27—31.
- [9] Au EY, Goonetilleke RS. A qualitative study on the comfort and fit of ladies' dress shoes[J]. Applied Ergonomics,2007,38(6):687—696.
- [10] Chiu MC, Wang MJ. Professional footwear evaluation for clinical nurses[J]. Applied Ergonomics,2007,38(2):133—141.
- [11] Burns J, Wegener C, Begg L, et al. Randomized trial of custom orthoses and footwear on foot pain and plantar pressure in diabetic peripheral arterial disease[J]. Diabetic Medicine, 2009,26(9):893—899.
- [12] Yung-Hui L, Wei-Hsien H. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking[J]. Applied Ergonomics,2005,36(3):355—362.
- [13] Mündermann A, Nigg BM, Stefanyshyn DJ, et al. Development of a reliable method to assess footwear comfort during running[J]. Gait & Posture,2002,16(1):38—45.
- [14] 彭文利,徐菲,赖军,等. 基于鞋植的成鞋舒适性模糊综合评判[J]. 皮革科学与工程,2007,17(5):71—73.
- [15] Schuh R, Trnka HJ, Sabo A, et al. Biomechanics of postoperative shoes: plantar pressure distribution, wearing characteristics and design criteria: a preliminary study[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011,131(2):197—203.
- [16] Burnfield JM, Few CD, Mohamed OS, et al. The influence of walking speed and footwear on plantar pressures in older adults[J]. Clinical Biomechanics,2004,19(1):78—84.
- [17] Chevalier TL, Hodgins H, Chockalingam N. Plantar pressure measurements using an in-shoe system and a pressure platform: A comparison[J]. Gait & Posture, 2010, 31(3):397—399.
- [18] 代浩然,蔡宇辉. 几种慢跑鞋足底压强分析及舒适性能比较[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2009,35(1):119—121.
- [19] 崔丽娜. 基于足底压力测量的篮球鞋鞋底功能需求分析[J]. 陕西科技大学学报,2010,28(4):61—65.
- [20] Queen RM, Abbey AN, Wiegnerinck JJ, et al. Effect of shoe type on plantar pressure: A gender comparison [J]. Gait&Posture,2010,30(1):18—22.
- [21] Wiegnerinck JJ, Boyd J, Yoder JC, et al. Differences in plantar loading between training shoes and racing flats at a self-selected running speed[J]. Gait & Posture,2009,29(3):514—519.
- [22] Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, et al. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners[J]. Journal of Science and Medicine in Sport,2010,13(1):151—155.
- [23] Queen RM, Abbey AN, Wiegnerinck JJ, et al. Effect of shoe type on plantar pressure: A gender comparison[J]. Gait & Posture,2010,19(1):18—22.
- [24] 王玉珍,王爱红,刘彧,等. 糖尿病足治疗鞋减轻了足底压力[J]. 中华糖尿病杂志,2005,13(6):406—408.
- [25] Hennessy K, Burns J, Penkala S. Reducing plantar pressure in rheumatoid arthritis: A comparison of running versus off-the-shelf orthopaedic footwear[J]. Clinical Biomechanics,

- 2007,22(8):917—923.
- [26] 乐秀鸿,柯文棋,李政年. HYS-II型舰艇防冲击鞋的性能测试与评估[J]. 海军医学杂志, 2005, 26(3): 207—210.
- [27] 吴剑,李建设. 青少年女性穿不同鞋行走时足底压力分布研究[J]. 体育科学, 2006, 26(6): 67—70.
- [28] 张敬德,郝智秀,张宇. 鞋跟高度对地面反力和鞋底压力中心的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(3): 241—244.
- [29] Manna I, Pradhan D, Ghosh S, et al. A comparative study of foot dimension between adult male and female and evaluation of foot hazards due to using of footwear[J]. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2001, 20(4): 241—246.
- [30] Fiedler KE, Stuijzand WJ, Harlaar J, et al. The effect of shoe lacing on plantar pressure distribution and in-shoe displacement of the foot in healthy participants[J]. Gait & Posture, 2011, 33(3): 396—400.
- [31] Clingan R, Arnold GP, Drew TS, et al. Do you get value for money when you buy an expensive pair of running shoes [J]? Br J Sports Med, 2008, 42(3): 189—193.
- [32] Sun SP, Chou YJ, Sue CC. Classification and mass production technique for three-quarter shoe insoles using non-weight-bearing plantar shapes[J]. Applied Ergonomics, 2009, 40(4): 630—635.
- [33] Owings TM, Woerner JL, Frampton JD, et al. Custom therapeutic insoles based on both foot shape and plantar pressure measurement provide enhanced pressure relief[J]. Diabetes Care, 2008, 31(5): 839—844.

· 综述 ·

肘关节置换术患者的康复疗法现状

陈建新¹ 刘邦忠^{1,2}

肘关节置换术自1885年出现至今已历经四个时期,目前这项技术发展已比较成熟,然而围手术期康复及恢复期康复并未引起广泛的重视,这可能与该手术在国内开展的例数较少有关,因为该手术难度较大、风险高且并发症多,如尺神经损伤、感染等。本文重点综述了肘关节置换术的概况及术前、术后的康复疗法,为患者肘关节功能最大化恢复提供参考方案。

1 肘关节置换术的概况

1.1 肘关节置换术的发展史

肘关节置换术的发展大致可分为四个时期^[1]: 第一期为1885—1947年,为关节切除、间置或解剖型关节置换术阶段,但关节切除成形最常见的局限性是因不稳导致上肢活动受限,间置关节成形的出现是关节切除成形的改进,因为间置关节成形通过关节面重建可为肘关节提供固定支点从而增加关节的稳定性;第二期为1948—1970年,为全限制型或部分限制型金属对金属的铰链型关节置换术阶段,肘关节在感觉上是牢固铰链式的关节,但暴露出了重建肘关节力学时的主要局限性,假体固定不牢和远端设计不良导致了早期松动造成的高失败率;第三期为1971—1975年,为聚甲基丙烯酸甲酯合成技术出现阶段,人们开始对肘关节生物力学、手术技术及假体材料和设计方面有了深入的认识;第四期为1976

年至今,为半限制型的金属对聚乙烯铰链假体和无限型金属对聚乙烯重建关节面关节置换术阶段,假体的工程设计和手术技术得到了进一步改进。

1.2 肘关节假体的类型

1.2.1 完全限制型假体:如Dee假体、GSB铰链假体、Swanson假体等。此类假体常有金属对金属的铰链,并用骨水泥固定^[2],但由于铰链的固定性使其在冠状面和在旋转活动中缺乏弹性而将强大的剪切应力直接传递到骨—水泥界面,在长时间作用下,不可避免会发生松动^[3-4]。现一般不再使用。

1.2.2 半限制型假体:常由2—3部分组成,由金属对高分子聚乙烯材料构成关节,关节连接通过栓钉或咬合匹配装置而建立^[2],这类假体有内在的外翻和内翻松弛度,除屈伸活动外,还允许一定程度的内收、外展和旋转活动,更符合肘关节的运动特点,且有利于外力的消散,减少假体松动的发生率。此类假体有Mayo假体、GSBⅢ假体、Coonrad-Morrey假体、Pritchard-Walker假体等,是目前临床上使用最多的主流型假体。

1.2.3 非限制型假体:如Kudo假体、Souter假体、肱骨小头—肱骨髁人工肘等。这类假体模仿肘关节的正常解剖关系,提供自然的旋转中心,常由金属假体及高分子聚乙烯假体两部分组成^[2]。其中,Kudo和Souter假体在亚洲和欧洲特别流行,而肱骨小头—肱骨髁人工肘在美国应用较多,已有较多中

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.02.025

1 复旦大学附属中山医院康复医学科,上海,200032; 2 通讯作者
作者简介:陈建新,男,技师; 收稿日期:2011-05-27