

〔文章编号〕 1007-0893(2021)05-0194-03

DOI: 10.16458/j.cnki.1007-0893.2021.05.087

糖尿病足鞋垫的研究进展

汤合杰 刘刚* 陈俊琦 陈良华 刘丹丹 徐敏鹏

(南方医科大学第三附属医院, 广东 广州 510630)

〔摘要〕 日常穿着不合适的鞋和鞋垫在糖尿病足的众多诱发因素中占据不可忽视的地位, 随着足底压力测试系统的日益普及以及3D打印技术在医学研究领域的推广应用, 对患者进行个体足底压力测试, 设计、订制出个性化的糖尿病足鞋垫来预防和治疗糖尿病足, 越来越成为康复医师和治疗师在糖尿病足防治工作中的重要内容和共识。为了解相关领域的科研动态和最新科研成果, 笔者对目前有关糖尿病足矫形鞋垫的研制进展作一综述。

〔关键词〕 糖尿病足; 足底压力测试系统; 鞋垫

〔中图分类号〕 R 587.2 〔文献标识码〕 A

糖尿病神经病变及末梢血管病变容易诱发糖尿病患者合并糖尿病足病变, 是糖尿病最严重的并发症之一。糖尿病足溃疡通常难以短时间内得到有效控制, 为确保生命安全被迫截肢者不在少数, 让糖尿病患者身心备受痛苦折磨。因而提早发现和预防糖尿病患者发生足部溃疡显得尤为重要。研究表明, 足底压力及步态改变是糖尿病患者发生足部溃疡的独立危险因素。

1 足底压力系统与糖尿病足

1.1 足底压力系统概要

足底压力分布测试系统通常用来测试和观察受试者足底的垂直压力分布情况以及其随时间变化的规律, 不仅广泛应用于对步行和站立过程中足部功能的研究, 而且可以对足部疾病进行分析, 还应用于对足部手术效果的检查与评估。平板式和鞋垫式足底压力测试系统是现阶段较常见的, 此外还有测力台和鞋内定点放置压力传感器测试这两种较少用的系统。平板式(亦称压力平板), 当受试者从安装有矩阵式压力传感器的平板上走过时, 会触发压力传感器, 此时只要通过采集传感器信号所产生的数据, 即可进行足底压力分析; 鞋垫式则是事先将安装好压力传感器的鞋垫式配件放入患者鞋内, 穿上行走即可实时采集到足在鞋内的压力分布情况数据。两者从性能上比较, 压力平板更精确, 简单易用, 更容易被广大医务工作者接受^[1]。如果在研究中只为获取患者的足(或鞋)垂直于地面间的作用力, 那压力平板测试应该是首选。鞋垫式由于其固有的鞋垫形态导致所测出的力并非完全是垂直作用力, 因而更适用于评价鞋对足的作用。不足方面是局限于技术原因, 鞋内足底压力测试系统通常精度较低,

且压力传感器单个面积大, 采集频率受限。

具体到品牌, 比利时RS.scan系统、德国Emed测力板、美国F.Scan、Pedar测力鞋垫都是常见的足底压力测试系统^[2]。其中美国Tekscan公司生产的F.Scan因为专注于测试脚底与鞋子之间的压力分布情况, 较好的满足观察和分析足底压力的大小、分布及其随时间变化特点的需求^[3]。

1.2 糖尿病患者的足底压力分布

通过对357例2型糖尿病赤足行走压力分析, 李亚洁等^[4]发现足底各分区压力分布特征是右足: 足跟内侧<第2跖骨底<第3跖骨底; 左足: 第2跖骨底<第4跖骨底<第3跖骨底。深入分析发现第3跖骨底是2型糖尿病患者双侧足底各分区中的最高压强值所在, 全足总压强特点是右<左, 女<男。其中足底压强最高的则是合并胼胝的糖尿病患者, 该研究还发现足底压强与足型没有明显关系。通过对115名正常人和341例2型糖尿病患者的足底压力分析, 李文霞等^[5]发现, 糖尿病患者足弓、足跟等各部位的最大峰值压力均大于正常人, 2型糖尿病患者足底压力明显高于正常人群。糖尿病患者平均足底最大峰值压力的分布特征是最小区域位于足弓, 足跟居中, 最大区域则在前足。在比较老年糖尿病患者和正常老年人足底压力参数时邓军民等^[6]发现, 左右足跖骨3区负载率以及峰值压力、左足T2~T5区域支撑时间、右足M3区冲量、左足M1区冲量、左足M3区冲量等八个指标方面健康组和糖尿病患者两组间存在明显差异。其得出结论是, 行走时足母趾和脚前掌受力较大, 缓冲不充分, 支撑时间长, 是糖尿病患者容易在该部位发生溃疡的重要原因^[7]。

糖尿病周围神经病变、关节活动受限、足畸形、胼胝、

〔收稿日期〕 2020-12-18

〔基金项目〕 广东省医学科学技术研究基金项目资助课题(B2016133)

〔作者简介〕 汤合杰, 男, 主治医师, 主要研究方向是疼痛与神经康复。

〔*通信作者〕 刘刚(E-mail: 13580350999@126.com; Tel: 13580350999)

足底剪应力、年龄等与糖尿病患者足底压力增高相关，其中周围神经病变和关节活动度是主要危险因素，目前尚不明确的是体重指数是否与糖尿病足底压力升高存在关联，有待进一步研究^[7]。

1.3 糖尿病足的分级方法

Wagner 分级是常用的方法：0 级，存在发生溃疡危险因素；1 级，表面出现溃疡，但无感染；2 级，有溃疡且较深，软组织炎是常见合并症，不伴随骨感染或脓肿；3 级，溃疡且深度感染，伴有骨组织感染或脓肿；4 级，局限性坏疽；5 级，全足坏疽。

2 糖尿病足鞋垫的设计和研制

2.1 糖尿病鞋和鞋垫的设计原则

需考虑以下三点因素：（1）形状、大小合脚、足跟部位舒适；（2）减少震动和切变力，减轻足底压力，可适应、稳定、支持已变形的足；（3）可适当限制关节活动度，增强足的稳定性，减少疼痛。

2.2 糖尿病鞋和鞋垫的有效性

糖尿病足矫形鞋垫的研究多数致力于改善足底压力分布失衡，避免足溃疡高危区过度载荷受力，同时兼顾合脚舒适、步态稳定、减震、矫正步态等。

2.2.1 不同厚度与材料制作的鞋垫减压效果 针对 9 种不同医疗鞋垫材料的研究 Begg L 等人^[8]发现 contoured multidensity 鞋垫最能够有效地减小足底压力峰值和压力一时积分，其中 6 mm standard poron / 6 mm 鞋垫是穿起来最舒适的鞋垫。Lobmann 等^[9]给予足底压力增高的 18 例 2 型糖尿病患者订制个性化鞋，为确保硬度要求特地将聚乙烯泡沫、EVA、人造橡胶以及经特殊处理的硅树脂组合在一起，厚度为 14 mm，经过 12 个月的观察研究，得出早期鞋垫支持可较好降低足底压力的结论。通过分别对正常人以及有足溃疡史的糖尿病患者测量穿着 6 种不同鞋垫的足底压力研究，Tsai YC 等人^[10]发现糖尿病患者的静摩擦系数最大值大于正常人，并推测拖鞋行走可能是糖尿病患者发生足溃疡的因素，PPT 材料在前述 3 种材料中的摩擦系数与粘弹性最佳，建议把用 6 mm PPT 材料制作的鞋垫作为足底压力突出在 M4、M5 区域的患者首选，而 6 mm 厚 PLS 材料制作的鞋垫更适合于足底压力明显集中于 T1、M1、M2、M3、MH 和 LH 区域的患者。该研究表明 6 mm 厚 PPT 材料制作的鞋垫在防止拖鞋行走以及舒适度方面是首选，同时减少足底前后的压力，病变区域不同对应的鞋垫材料也应不同，做到鞋垫设计个性化^[11]。

2.2.2 制作不同形状鞋垫的减压效果 不少糖尿病足溃疡患者通常伴有足底水肿而导致步态失稳，对此国外研制出了一种足底压力分散鞋，可针对糖尿病足溃疡患者步行的过程全程进行保护，原理是通过生物力学结构把压力重新从足底部分离出来，达到减缓压力，促进愈合目的。杨川等^[12]

所做的一项前瞻性研究发现，糖尿病患者每天穿着美国 Dac ro 公司生产的糖尿病护足鞋活动 1 h，3 个月后显示糖尿病护足鞋使足的鞋内压明显下降，差异具有统计学意义（ $P < 0.01$ ），同穿其本身的鞋相比较，足内压中的平均压强以及最大压强也明显下降，提示糖尿病护足鞋在减低足底压力方面效果确切，同时穿鞋习惯也会对足底压产生一定的影响。在一项对有足底溃疡史糖尿病患者在穿着鞋、鞋加全接触型鞋垫、鞋加全接触型鞋垫加跖骨垫这三种不同状态下的跖骨头峰值压力、压力-时间指数研究中，Mueller 等^[13]发现，全接触型鞋垫以及跖骨垫可明显降低足底压力。全接触型鞋垫降低足底压力的机制主要是通过增加足底接触面积得以实现，而跖骨垫则是通过有效分散跖骨头的压力来防止跖骨头损伤。在另外一项随访长达 1~5 年的针对 298 例糖尿病高危足患者的研究发现，同穿戴定制鞋和鞋垫的治疗组相比，仅接受标准化预防措施的对照组（糖尿病足预防知识宣教，鞋具选择指导）溃疡首次发生率和复发率均显著高于治疗组，且相关费用明显高于治疗组。

3 小结与展望

穿着糖尿病鞋具防治糖尿病足溃疡在中危以上风险等级的糖尿病足溃疡风险的发达国家病人中已较普及。糖尿病患者常因周围神经血管病变导致足部肌力失衡，步态失稳，进一步发展可继发多种足部病变或畸形^[14]。糖尿病足并发夏科关节病、拇外翻、爪型趾、胼胝等均显著高于普通人群。这些病理变化改变了糖尿病患者足底压力的分部及大小，同样是糖尿病鞋具设计中考虑的主要因素，为了更好的早期防治糖尿病足溃疡，相当一部分糖尿病足患者需要为其设计和制作个体化的矫形鞋具。随着新材料的发现以及对现有材料认知的加深，未来运用新材料、新工艺借助足底压力测量分析系统来为糖尿病患者订制个性化的处方鞋（垫），并在实际应用中定期进行足底压力测量，据此不断修正或更新鞋垫，从而为糖尿病患者全程提供最佳的防治策略。

[参考文献]

- (1) Caselli A, Pham H, Giurini JM, et al. The forefoot to rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration (J). *Diabetes Care*, 2002, 25(6): 1066-1071.
- (2) 范丽凤, 张小群, 郝建玲, 等. 530 例糖尿病患者对选择、穿着合适鞋袜知识了解状况的调查分析 (J). *中国实用护理杂志*, 2005, 21(5): 10-12.
- (3) 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.
- (4) 李亚洁, 蒋娅, 薛耀明, 等. 2 型糖尿病患者自然步态下赤足足底压力特征分析 (J). *护理学报*, 2013, 20(4A): 1-4.
- (5) 李文霞, 罗祥蓉, 曹瑛, 等. 糖尿病周围神经病变患者足底压力与步态的变化 (J). *广东医学*, 2017, 38(6): 859-

863.

(6) 邓军民, 杨盛家, 余松兰, 等. 糖尿病患者的足底动力学分析 (J). 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(50): 9845-9847.

(7) 袁刚, 张木勋, 张建华. 糖尿病患者足底压力研究 (J). 中国糖尿病杂志, 2002, 10(5): 262-264.

(8) Begg L, Burns J. A comparison of insole materials on plantar pressure and comfort in the neuroischaemic diabetic foot (J). Clinical Biomechanics, 2008, 23(5): 710-711.

(9) Lobmann R, Kayser R, Kasten G, et al. Effects of preventative footwear on foot pressure as determined by pedobarography in diabetic patients: a prospective study (J). Diabetic Medicine, 2001, 18(4): 314-319.

(10) Tsai YC, Chang SL, Yang SW, et al. Effect of Insole and Sock Materials on Walking Plantar Pressure in Diabetic Patients (J). Journal of Biomechanics, 2007, 40(2): S448.

(11) Mulder G, Tenenhaus M, D'Souza GF. Reduction of diabetic foot ulcer healing times through use of advanced treatment modalities (J). International Journal of Lower Extremity Wounds, 2014, 13(4): 335-346.

(12) 杨川, 陈黎红, 严励, 等. 糖尿病护足鞋对足底压力的影响 (J). 中国糖尿病杂志, 2007, 15(11): 651-653.

(13) Mueller MJ, Lott DJ, Hastings MK, et al. Efficacy and mechanism of orthotic device s to unload metatarsal heads in people with diabetes and a history of ulcers (J). PHYS THER, 2006, 86(6): 833-842.

(14) Rizzo L, Tedeschi A, Fallani E, et al. Custom-Made orthosis and shoes in a structured follow-up program reduces the incidence of neuropathic ulcers in high-risk diabetic foot patients (J). International Journal of Lower Extremity Wounds, 2012, 11(1): 59-64.

〔文章编号〕 1007-0893(2021)05-0196-03

DOI: 10.16458/j.cnki.1007-0893.2021.05.088

前交叉韧带重建术后移植物的 MRI 评估研究进展

林伟强¹ 雷 益^{2*} 吕嘉玲² 李顶夫²

(1. 广州医科大学研究生学院, 广东 广州 511436; 2. 深圳市第二人民医院, 广东 深圳 518035)

〔摘要〕 前交叉韧带重建术(ACLR)被广泛应用于前交叉韧带(ACL)损伤治疗, MRI成为ACLR术后主要的随访方法。韧带移植物的愈合情况对患者康复计划的调整以及重返运动的时机选择至关重要。ACLR术后初期, 移植物需要经历血管化、细胞增生、重塑等复杂的变化; 同时, ACLR术后相关并发症、再损伤以及膝关节退行性变发生亦是临床关注的热点。笔者就ACLR术后的MRI评估研究进展进行综述。

〔关键词〕 前交叉韧带重建术; 移植物; 磁共振成像

〔中图分类号〕 R 445.2 〔文献标识码〕 A

前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤是膝关节疾病中较为常见的一种类型, ACL损伤在外伤人群中发生率为20.9%^[1], 而前交叉韧带重建术(anterior cruciate ligament reconstruction, ACLR)是ACL断裂首选的方法^[2-5]。目前膝关节主、客观功能评分是临床上ACLR术后随访常用的评分指标, 但容易受手术操作者经验及患者肌肉紧张程度等因素的影响; 关节镜可以直视韧带移植物的

恢复情况, 但不作为随访的首选, 而且对骨道段的移植物无法评价。MRI具有无创、无辐射等优点, 具有良好的软组织分辨率, 成为ACLR术后评估肌腱移植物愈合及韧带化过程的首选。随着影像技术学的发展, 更多MRI的功能成像序列(如T2 mapping, 扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI))等亦逐渐使用于ACLR后移植物的评估与随访。

〔收稿日期〕 2020-12-16

〔基金项目〕 深圳市卫生计生系统科研项目资助课题(SZFZ2018061)

〔作者简介〕 林伟强, 男, 住院医师, 主要从事放射科工作。

〔*通信作者〕 雷益(E-mail: leiyi2011@163.com; Tel: 13602658583)