

素注射用针头的注射时间和停留时间的研究[J]. 护理研究, 2013, 27(3): 800-802.

[10] 彭德珍, 赵丽萍, 汪健健. 3 种胰岛素注射笔皮下注射后针头滴液观察[J]. 护理学杂志, 2013, 28(23): 39-40.

[11] 陈立群, 周秀文. 笔式胰岛素注射后拔针方式的改良[J]. 护理学杂志, 2009, 24(5): 37.

[12] 胡艳, 巫海娣, 顾刘宝, 等. 常用胰岛素注射笔注射后针头滴液现象的观察[J]. 中华现代护理杂志, 2009, 15(6): 584-585.

[13] 孟令荣. 略谈注射停留时间及拔针方法对胰岛素笔针头溢液的影响[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2017, 5(25): 191-193.

[14] 韩美芳, 朱国红, 彭巧玲, 等. 注射停留时间及拔针方法对胰岛素笔针头溢液的影响[J]. 护士进修杂志, 2013, 28(19): 1737-1739.

[15] 邢绍芝, 朱玉琴, 徐丽丽, 等. 胰岛素注射笔皮下注射胰岛素剂量、停留时间与针头溢液相关性观察[J]. 中国医药科学, 2012, 2(14): 165-166.

(本文编辑 赵梅珍)

基于足踝生物力学的糖尿病足护理研究进展

吴然, 白姣姣

Research progress of diabetic foot care based on foot biomechanics Wu Ran, Bai Jiaojiao

摘要: 阐述足踝生物力学与糖尿病足的关系、糖尿病足的足踝生物力学评估、基于足踝生物力学的护理措施三方面的研究进展, 提出根据糖尿病足溃疡的生物力学发生机制, 采取包括生物力学评估, 据此采取针对性减压措施, 包括定制鞋袜、去除胼胝体、修剪畸形趾甲等, 并制定相对应的运动方案改善患者的肌肉和关节功能, 以及时分散足部压力, 防止糖尿病足溃疡的发生。

关键词: 糖尿病足; 足踝; 生物力学; 足部畸形; 关节活动度; 护理; 综述文献

中图分类号: R473.5 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2019.03.013

糖尿病患者一生中发生糖尿病足溃疡的风险为 15%~20%^[1]。糖尿病足是目前非创伤性下肢截肢的主要原因^[2]。传统意义上, 糖尿病足的生物学变化被描述为由于多神经病导致足部肌肉衰退和关节活动受限所引起的畸形^[3]。也有研究认为是周围神经病变和周围动脉疾病患者在区域内承受较高的重复压力(垂直或剪切力)造成的^[4]。本文从足踝生物力学与糖尿病足的关系、糖尿病足的足踝生物力学评估、基于足踝生物力学的护理措施三方面进行论述, 旨在引起医护人员对糖尿病患者足部生物力学评估的重视, 以便采取更准确的护理措施, 防范不良预后。

1 足踝生物力学与糖尿病足溃疡的相关性

生物力学是将生物学和力学原理结合在一起, 是一门研究生物体中力学问题的学科, 而足踝生物力学是人体生物力学的一个分支, 指足踝在完成各种运动功能过程中出现的相关生物力学问题, 包括在站立、行走过程中足踝结构所承载的内外部受力状况^[5]。糖尿病患者产生足底压力升高的原因, 主要是由于神经病变导致糖尿病患者足部畸形或关节的灵活性受限, 此二者导致了糖尿病患者足部异常压力, 随后在压力点形成老茧。足部形成老茧的部位进一步受到局部压力的作用, 当此处再出现不易觉察到的重复损伤时, 会导致局部组织损伤、炎症、组织死亡(坏死), 最终导致溃疡^[6]。研究显示, 若减压处理不充分, 即使在控制其他条件最理想的情况下, 足溃疡伤口也难

以愈合, 形成一个慢性创面, 迁延难愈, 甚至导致截肢。即使已愈合的创面, 若不及时进行减压处理, 创面复发率仍高达 40%^[7]。由此可见, 掌握足踝生物力学知识是防止糖尿病患者足底溃疡发生和复发不可或缺的技能。

1.1 足部畸形与糖尿病足的相关性 糖尿病患者的足部畸形包括骨或软组织畸形^[8]。研究证实, 下肢肌腱的肌肉萎缩和僵硬, 导致活动范围受限, 会增加足底压力, 从而增加溃疡的风险^[9]。常见的足部结构畸形有爪、锤状趾、趾骨头突出、穴位足、马蹄足和外翻足。糖尿病患者常见的功能性足部畸形有拇趾外翻和拇趾僵直^[9]。大约 70% 的糖尿病足溃疡位于前足。某些类型的畸形尤其危险, 诸如爪或锤状趾之类的畸形会造成患者骨突出, 这些骨突出与足底表面的足底移位和跖骨头脱垂有关; 较小的脚趾皮肤和皮下组织非常薄, 因此很容易在脚趾背部或顶部形成溃疡。如果溃疡没有得到适当治疗并且没有适当地分散压力, 则可能出现骨暴露和继发性骨髓炎等并发症。跖骨头突出则会产生溃疡, 特别是第一跖骨头是截肢的高风险形式。Charcot 足是糖尿病足畸形中最严重的畸形, 很难为这种患者找到行之有效的分散压力的措施^[10]。

1.1.1 足部畸形加速糖尿病足的发生 Mueller 等^[11]对患有神经病变、足底溃疡的糖尿病患者进行了一项随机临床试验, 以确定足部畸形矫正是否会减少溃疡复发。踝关节背屈受限的受试者被随机分为单纯使用石膏固定(33 例受试者)组与足部畸形矫正组(31 例受试者)。随访 2 年发现, 单纯使用石膏固定组中 81% 的受试者有溃疡复发, 足部畸形矫正组 38% 的受试者有溃疡复发, 差异具有统计学意义。

作者单位: 复旦大学附属华东医院内分泌科(上海, 200040)
吴然: 女, 硕士在读, 主管护师
通信作者: 白姣姣, bjj163163@163.com
科研项目: 上海市科委西医引导类项目资金资助课题(16411971300)
收稿: 2018-09-29; 修回: 2018-11-16

Colen 等^[12]比较接受和未接受足部畸形矫正的患者复发性糖尿病足溃疡发生率的研究显示,149 例接受伤口闭合术的患者复发率达 25%,138 例接受足部畸形矫正的患者复发率达 2%,相对危险度降低 94%,具有统计学意义。

1.1.2 足部畸形预测糖尿病足不良健康结局 糖尿病患者如果存在糖尿病足畸形,则会增加截肢的风险,通过评估是否存在糖尿病足畸形,可以有效预防糖尿病并发症^[13]。据报道,单侧足部感觉丧失,截肢的风险会提高到 1.7 倍,而双侧感觉丧失,外加有足畸形,截肢的风险就会上升到 12 倍^[14]。

1.2 关节活动度与糖尿病足的相关性 研究显示,30%~40%的糖尿病患者存在关节活动度下降^[12]。随着周围神经血管病变程度的加重,糖尿病进程延长,糖尿病患者的关节活动度下降,其关节运动障碍的范围是由于肌肉、肌腱、关节囊、韧带和关节周围的皮肤限制^[15]。在糖尿病确诊后的几年内,即使是年轻患者,关节活动范围也会减少^[16]。研究显示足关节的活动范围与踝关节的活动范围有显著的相关性^[17]。糖尿病患者踝关节、距下关节和第一跖趾关节活动能力下降,会妨碍足在步态中正常翻转,导致直立姿势和走路异常,这些因素都可能导致足底压力分布不正常,从而增加足部溃疡的风险^[18]。

1.3 足底压力与糖尿病足 压力异常增大,是导致足溃疡最直接和最关键的因素。糖尿病周围神经病变引起的生物力学变化可能转化为足部足底压力的增加,这会导致足部溃疡的发生和发展。Lavery 等^[19]在对 1 666 例糖尿病患者长达 2 年的前瞻性研究中发现 263 例(15.8%)患者已发展为溃疡,而有溃疡患者的足底压力显著高于无溃疡者。Caselli 等^[20]对 238 例糖尿病患者进行为期 2.5 年的前瞻性研究,结果 73 个(19%)足发生溃疡,患者前后足压力均增加,经 Logistic 回归分析发现,足底压力增加是糖尿病足溃疡的危险因素。

2 糖尿病足的生物力学评估

正确的生物力学足部评估应包括以下几个方面。

2.1 人口学资料和病史记录 一些变量已被确定为糖尿病足溃疡的危险因素,包括年龄、性别、体重指数、既往溃疡或截肢史,体重指数高的患者更难分散压力,即便使用鞋垫、矫形器或鞋子预防溃疡也很困难^[21-22]。老年人关节活动受限,皮肤干燥,也更容易患外周血管疾病,虽然没有研究表明外周血管疾病与关节活动受限之间存在直接关系,但普遍认为,缺血性患者的足部弹性和柔韧性都较差。

2.2 足部畸形 畸形检查包括对爪趾、锤趾、高足弓足和低足弓足、趾骨头突出、拇僵直、趾限等,检查过程是让患者平躺,观察脚部的畸形情况。

2.3 关节活动度 关节活动度由关节的活动范围决定,为关节从完全屈曲到完全伸展的运动范围,可在踝关节通过仪器测量。让患者处于仰卧位,踝关节位

于中立位,足放置在床边缘,膝关节伸展并置于 5 cm 高的支架上,用医用笔标记出第五跖骨,然后沿骨干方向(第 5 跖骨)放置倾角仪,其另一端置于远端踝突(外踝),测定背伸和跖屈的最大范围^[23]。

2.4 角化过度 皮肤过度 and 反复挤压会导致皮肤外层增生,主要由角蛋白组成,导致角化过度,通常称为老茧。角化过度的存在会增加足底压力峰值,使这些区域处于危险之中,特别是在神经病变患者中^[24]。研究发现无论是否存在神经病变,糖尿病患者都经常出现老茧^[5]。近端关节可能在角化过度发展中发挥关键作用,增加前足畸形^[25]。经常进行足部基层护理去除老茧是降低角化区足底压力峰值的有效措施,当比较愈合组织清创前后的部位时,愈合组织清除减少了 25%到 32%的足底压力峰值^[26]。

2.5 X 线摄片 X 线摄片能够帮助糖尿病足的及时诊断和治疗。在急性期,X 线摄片可以用来确定由骨感染,夏科氏足,或之前手术引起解剖学的变化,并通过角度分析给出足部位置的信息。

2.6 足部姿势指数 Redmond 等^[27]引入了足部姿势指数,目的是用一种客观的方式来定义脚的位置分为正中、内旋或外旋。根据早期的文献,神经性糖尿病足主要是一种外旋足,但现在也有研究认为大多数患者在出现糖尿病和明显的神经病变之前都有畸形^[28]。此测试共有 6 个项目:距骨头高度,外踝上下缘曲度,后侧跟骨位置,距舟关节附近突出程度,内纵足弓高度,前足掌在横切面位置。每项 5 分,0~5 分为正中足,6~9 分为内旋足,10~12 分为严重内旋足,-1~-4 分为外旋足,-5~-12 分为严重外旋足^[29]。

2.7 足底压力评估 糖尿病足的足底压力评估已在文献中得到广泛的研究,并在临床实践中得到很好的应用。有许多研究描述了不同的记录足部压力的系统,并试图定义一个风险阈值压力,超过这个阈值,患者更有可能发生足部溃疡。Veves 等^[30]已经证明糖尿病足发生在 35%的压力为 12.3 kg/cm² 的患者中。其他研究者将上阈值定义为 200 kPa。根据 Crawford 等^[31]的 Meta 分析,13 例足部压力峰值的标准中差为 0.98 N/cm²(95%CI 为 0.63~1.33)的患者有发生足部溃疡的高风险。然而,足底压力测量本身并不能预防足部溃疡,应该与其他测试和生物力学评估相结合。一般认为足底压力峰值是足部畸形和关节活动受限的结果,但其影响还受到足部位置、近端关节活动受限或其他生物力学效应的影响。另一方面,测量和记录足底压力的系统和方法的巨大差异使人们很难就最佳系统和获得合理和可重复测量的最佳方法达成共识。

2.8 步行功能评估 步态改变会导致下肢关节活动范围受限和足部关节畸形,从而使足底压力异常分布,足部压力失衡,导致局部压力增加,形成胼胝体,而胼胝体的形成又增加了压力负荷。足底压力增高是

糖尿病足的独立危险因素,对足溃疡预测敏感性最高,相关性达 70%~90%^[32]。步行功能评估包括步态分析和步行能力的评定。步态分析是利用力学概念和已掌握的人体解剖学、生理学知识对人体行走功能的状态进行客观的定性分析和(或)定量分析,并为临床及康复治疗进行有益的指导和疗效评价^[33]。分析方法包括观察法、测量法和实验室步态分析;步行能力评定是一种相对精细的、半定量评定,通过对步行能力进行宏观分级大致了解患者的步行水平,可采用 Hoffer 步行能力分级、Holden 步行功能分类及行走受损问卷等^[34]。

3 基于足部生物力学的护理干预

3.1 矫正治疗 一旦溃疡形成,需要使用合适的技术以转移增加的足底压力,包括全接触石膏、可拆卸助行器、木底鞋、内里鞋矫形。其中,鞋垫是糖尿病足的重要预防和治疗手段,通过矫形鞋垫可以大大降低因糖尿病周围神经和血管损伤而发生足部皮肤破溃、感染甚至截肢的发生率。更有许多类型的特制鞋可供患者使用。使用软内底、中底和硬外底结合,并采用合适的后背数量,以及可调节的前后肩带的鞋类可以有效地预防足部溃疡。Premkumar 等^[35]对 301 例糖尿病患者调查研究发现,50%的溃疡是由鞋子的肩带造成,另外 30%左右是由于尖锐物体穿透鞋底,而在这些病例中,13.6%的溃疡是由于没有使用软内里造成的。特制的鞋可以用来减轻糖尿病足的负担,以防止足底溃疡。Arts 等^[36]对 85 例有糖尿病周围神经病变及足溃疡史的患者提供定制鞋,每隔 3 个月进行 1 次鞋内足底压力测量,并对鞋进行评估,当足部峰值压力大于 200 kPa 时,对鞋进行修改,调节鞋内峰值压力。干预 3 个月后,目标位置峰值压力显著降低,差异有统计学意义。在鞋内底重新放置跖骨垫可以减轻 15.9%的峰值压力,在鞋垫上设计局部缓冲区域可以减轻 15.0%的峰值压力,将鞋垫顶层包皮换成氮气发泡材料可以减轻 14.2%的峰值压力。

3.2 减压技术 美国德克萨斯大学 Calhoun 团队将减压技术定义为“去除异常压力点,促进糖尿病足溃疡愈合及降低复发率的任何措施”^[32]。秦怀波^[37]对 352 例住院糖尿病足溃疡患者进行溃疡发生影响因素的调查,通过多因素分析,结果显示趾甲畸形、不规则生长是足溃疡发生的原因之一。对畸形甲采取专业处理、可以解除其局部压力,是预防足溃疡发生与发展的关键。潘习等^[38]对 74 例老年糖尿病患者给予个体化趾甲修剪,修剪后患者的疼痛及压迫感都有显著缓解。糖尿病足胼胝体及角化增生的组织也是引起足部溃疡的独立危险因素。如果不及时去除,会增加局部压力,加速足溃疡的发生与发展。胼胝体表角质层较厚,质地坚硬。通常使用的去除方法是:将手术刀片装在直柄手术刀柄上,操作者持刀柄进行逐层的削除,胼胝体削除后,原所在区域皮肤与周围皮肤保持在同一水平面,使足部压力均衡分布^[32]。

3.3 运动疗法 踝关节和足部水平的关节活动受限,肌肉性能受损和步态速度降低是糖尿病足溃疡的危险因素^[39]。Francia 等^[23]对 26 例糖尿病患者进行为期 12 周的运动疗法干预,该运动疗法由热身,伸展肌肉和肌腱,提高本体感受性、平衡、姿势和走路,肌肉训练和放松运动 5 个部分组成,患者踝关节活动度中的跖屈度和背屈度运动治疗后显著增加;糖尿病患者跖屈时和背屈时的踝关节肌肉力量显著增加,且运动治疗后患者的步行速度增加 0.28 m/s。Sartor 等^[4]对 55 例糖尿病患者进行 12 周的随机对照试验,干预组采用踝关节和步态训练,每周 2 次;对照组采用推荐的标准医疗护理。12 周后,干预组与对照组相比,脚跟到峰值压力的时间延迟;前足接触的偏心控制更好,踝关节伸肌力矩下降;踝关节背屈功能增加;压力中心平均速度较慢;足踝功能总体增加,以上结果均具有统计学意义。

4 小结

糖尿病足溃疡与足部生物力学的改变有直接相关性,并可在病理生理方面相互影响。糖尿病患者周围神经病变影响神经系统的感觉、运动和自主成分,表现为保护感觉丧失、足部肌肉功能障碍和足部干燥。这些表现往往导致骨畸形、关节活动受限和高足底压力区,导致皮肤破裂,最终引起糖尿病足溃疡。可根据糖尿病足溃疡的生物力学发生机制,采取包括生物力学评估,据此采取针对性减压措施,包括定制鞋袜、去除胼胝体、修剪畸形趾甲等,并制定相对应的运动方案改善患者的肌肉和关节功能,以及时分散足部压力,防止糖尿病足溃疡的发生。

参考文献:

- [1] 吕丽雪,黄丽容,劳关铃,等.老年糖尿病足溃疡患者营养状况调查及其影响因素分析[J].中华护理杂志,2017,52(3):332-335.
- [2] 周雁琼,孙丽凯,刘运娣. Wagner 0 级糖尿病足患者危险等级评估及护理管理策略[J].护理学杂志,2016,31(9):40-42.
- [3] Boulton A J, Betts R P, Franks C I, et al. Abnormalities of foot pressure in early diabetic neuropathy[J]. Diabet Med,1987,4(3):225-228.
- [4] Sartor C D, Hasue R H, Cacciari L P, et al. Effects of strengthening, stretching and functional training on foot function in patients with diabetic neuropathy: results of a randomized controlled trial[J]. BMC Musculoskelet Disord,2014,27(15):137-150.
- [5] Lazaro-Martinez J L, Aragon-Sanchez F J, Beneit-Montesinos, et al. Foot biomechanics in patients with diabetes mellitus: doubts regarding the relationship between neuropathy, foot motion, and deformities[J]. J Am Podiatr Med Assoc,2011,101(3):208-214.
- [6] Seo J W, Kang D W, Kim J Y, et al. Finite element analysis of the femur during stance phase of gait based on musculoskeletal model simulation[J]. J Biomed Mater Eng,2014,24(6):2485-2493.
- [7] Bosmans L, Valente G, Wesseling M, et al. Sensitivity

- of predicted muscle forces during gait to anatomical variability in musculotendon geometry [J]. *J Biomech*, 2015, 48(10):2116-2123.
- [8] Kolossváry E, Bánsághi Z, Szabó G V, et al. Ischemic origin of diabetic foot disease. Epidemiology, difficulties of diagnosis, options for prevention and revascularization [J]. *Orv Hetil*, 2017, 158(6):203-211.
 - [9] Gariani K, Uckay I, Lipsky B A. Managing diabetic foot infections; a review of the new guidelines[J]. *Acta Chir Belg*, 2014, 114(5):7-12.
 - [10] 王璐宁, 关小宏, 田慧. 糖尿病足神经性溃疡进展为 charcot 足的高危因素分析[J]. *中国综合临床*, 2016, 32(10):912-916.
 - [11] Mueller M J, Sinacore D R, Hastings M K, et al. Effect of Achilles tendon lengthening on neuropathic plantar ulcers[J]. *J Bone Jt Surg Am*, 2003, 85(8):1436-1445.
 - [12] Colen L B, Kim C J, Grant W P, et al. Achilles tendon lengthening: friend or foe in the diabetic foot? [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2013, 131:37e.
 - [13] Lefrancois T, Mehta K, Sullivan V, et al. Evidence based review of literature on detriments to healing of diabetic foot ulcers[J]. *Foot Ankle Surg*, 2017, 23(4):215-224.
 - [14] Allan J, Munro W, Figgins E. Foot deformities within the diabetic foot and their influence on biomechanics: A review of the literature[J]. *Prosthet Orthot Int*, 2016, 40(2):182-192.
 - [15] Abate M, Schiavone C, Salini V, et al. Management of limited joint mobility in diabetic patients [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2013, 7(10):197-207.
 - [16] Rabin A, Kozol Z, Spitzer E, et al. Weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion-can side-to-side symmetry be assumed? [J]. *J Athl Train*, 2015, 50(1):30-35.
 - [17] Francia P, Seghieri G, Gulisano M, et al. The role of joint mobility in evaluating and monitoring the risk of diabetic foot ulcer[J]. *J Diabetes Res Clin Pract*, 2015, 108(3):398-404.
 - [18] Garcia-Alvarez Y, Lazaro-Martinez J L, Garcia-Morales E, et al. Morphofunctional characteristics of the foot in patients with diabetes mellitus and diabetic neuropathy [J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2013, 7(2):78-82.
 - [19] Lavery L A, Armstrong D G, Wunderlich R P, et al. Predictive value of foot pressure assessment as part of a population-based diabetes disease management program [J]. *Diabetes Care*, 2003, 26(4):1069-1073.
 - [20] Caselli A, Pham H, Giurini J M, 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.
 - [21] Ahmad J. The diabetic foot[J]. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 2016, 10(27):48-60.
 - [22] Yazdanpanah L, Nasiri M, Adarvishi S. Literature review on the management of diabetic foot ulcer[J]. *World J Diabetes*, 2015, 6(1):37-53.
 - [23] Francia P, Anichini R, De Bellis A, et al. Diabetic foot prevention: the role of exercise therapy in the treatment of limited joint mobility, muscle weakness and reduced gait speed[J]. *Ital J Anat Embryol*, 2015, 120(1):21-32.
 - [24] Sriyani K A, Wasalathanthri S, Hettiarachchi P, et al. Predictors of diabetic foot and leg ulcers in a developing country with a rapid increase in the prevalence of diabetes mellitus[J]. *PloS One*, 2013, 8(11):e80856.
 - [25] Wang A, Sun X, Wang W, et al. A study of prognostic factors in Chinese patients with diabetic foot ulcers[J]. *Diabetic Foot & Ankle*, 2014, 21(5):341-349.
 - [26] Pitei D L, Foster A, Edmonds M. The effect of regular callus removal on foot pressures[J]. *J Foot Ankle Surg*, 1999, 38(4):251-255.
 - [27] Redmond A C, Crosbie J, Ouvrier R A. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index[J]. *Clin Biomech*, 2006, 21(1):89-98.
 - [28] Garcia-Alvarez Y, Lazaro-Martinez J L, Garcia-Morales E, et al. Morphofunctional characteristics of the foot in patients with diabetes mellitus and diabetic neuropathy [J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2013, 7(2):78-82.
 - [29] Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Alfageme-Garcia P, et al. Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study [J]. *J Foot Ankle Res*, 2016, 9:24.
 - [30] Veves A, Van Ross E R, Boulton A J. Foot pressure measurements in diabetic and nondiabetic amputees[J]. *Diabetes Care*, 1992, 15(7):905-907.
 - [31] Crawford F, Inkster M, Kleijnen J, et al. Predicting foot ulcers in patients with diabetes: a systematic review and metaanalysis[J]. *QJM*, 2007, 100(2):65-86.
 - [32] 白姣姣, 孙皎, 周秋红, 等. 老年糖尿病甲病处理技术 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2018:64.
 - [33] Fernando M E, Crowther R G, Lazzarini P A, et al. Gait parameters of people with diabetes-related neuropathic plantar foot ulcers[J]. *Clin Biomech*, 2016, 37(3):98-107.
 - [34] Fahmy I M, Ramzy G M, Salem N A, et al. Balance disturbance in patients with diabetic sensory polyneuropathy[J]. *Egypt J Neurol Psychiat Neurosurg*, 2014, 51(1):21-29.
 - [35] Premkumar R, Rajan P, Rima J, et al. Footwear in the causation and prevention of foot ulcers in diabetes mellitus[J]. *Natl Med J India*, 2017, 30(5):255-261.
 - [36] Arts M L, de Haart M, Waaijman R, et al. Data-driven directions for effective footwear provision for the high-risk diabetic foot[J]. *Diabet Med*, 2015, 32(6):790-797.
 - [37] 秦怀波. 糖尿病足溃疡的危险因素分析[J]. *中国保健营养(上旬刊)*, 2013, 23(2):639-640.
 - [38] 潘习, 白姣姣, 孙皎, 等. 伤口减压和专业趾甲修剪对顽固性老年糖尿病足溃疡护理的重要性[J]. *上海医药*, 2014, 35(12):26-27.
 - [39] Yazdanpanah L, Shabbazian H, Nazari I, et al. Risk factors associated with diabetic foot ulcer-free survival in patients with diabetes[J]. *Diabetes Metab Syndr*, 2018, 12(6):1039-1043.