

ANTI·DF 原则对糖尿病足防治的指导作用

李锐, 欧小兰, 刘军, 田恒, 瞿文瑞, 朱哲, 张振宇, 刘倩倩, 郭文来

<https://doi.org/10.12307/2023.483>

投稿日期: 2022-08-12

采用日期: 2022-08-25

修回日期: 2022-09-03

在线日期: 2022-09-08

中图分类号:

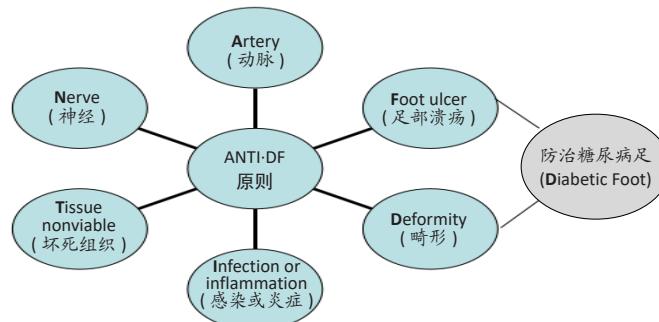
R459.9; R318; R602

文章编号:

2095-4344(2023)14-02291-06

文献标识码: A

文章快速阅读: ANTI·DF 原则指导糖尿病足的预防和治疗



文题释义:

ANTI·DF原则: 临床上涉及糖尿病足的因素有10个: Artery(动脉)、Nerve(神经)、Tissue nonviable(坏死组织)、Infection or inflammation(感染或炎症)、Muscle(肌肉)、Osteoarticular lesion(骨关节病损)、Subcutaneous Tissue(皮下组织)、Tendon(肌腱)、Deformity(畸形)、Foot ulcer(足部溃疡), 此10个因素将分别用其英文首字母代表, 可归纳为ANTI·MOST·DF原则, 适用于大部分糖尿病足的防治和治疗。因为D(畸形)包括MOST4个解剖结构的形态改变, 所以MOST这4个因素可以被简化掉, 简称ANTI·DF原则。

糖尿病足: 指与下肢远端神经异常和不同程度的周围血管病变相关的足部(踝关节及踝关节以下)感染、溃疡和(或)深层组织破坏。

摘要

背景: 糖尿病足存在较严重的致死率及致残率, 因此有必要对糖尿病足的预防和治疗进行总结和认识, 为糖尿病足预防及治疗提供一些思路 and 方向。

目的: 文章通过对糖尿病足病因、预防、治疗等因素进行总结, 提出ANTI·DF原则指导糖尿病足防治的学术观点探讨。

方法: 通过ANTI·DF原则概括糖尿病导致畸形、畸形导致足部溃疡、治疗和预防等几个方面, 参考国际与中国相关指南及文献, 按入组标准在中英文数据库中筛选出73篇文献, 以此总结提出糖尿病足的防治原则。

结果与结论: ①涉及糖尿病足创面形成的原因和造成创面难愈合的因素有10个: 动脉(Artery)、神经(Nerve)、坏死组织(Tissue nonviable)、感染或炎症(Infection or inflammation)、肌肉(Muscle)、骨关节病损(Osteoarticular lesion)、皮下组织(Subcutaneous Tissue)、肌腱(Tendon)、畸形(Deformity)及足部溃疡(Foot ulcer)。②下文中此10个因素将分别用其大写英文首字母代表, 可归纳为ANTI·MOST·DF原则。因为畸形(D)包括MOST4个解剖结构的形态改变, 所以MOST这4个因素可以被简化掉, 简称ANTI·DF原则。③从糖尿病足病因学方面考虑, ANTI DF原则这6个因素中, 畸形(D, 包括MOST的4个解剖结构的形态改变)是“真凶”, 神经(N)病变是“元凶”, 动脉(A)缺血通常是“帮凶”, 组织(T)坏死、感染(I)和足部溃疡(F)只是“外在表现”。④从糖尿病足防治学方面来说, 缓解畸形(D)造成的压力、改善神经(N)保护功能、恢复动脉(A)供血是预防及治疗坏死组织、感染或炎症、足部溃疡(TIF)的前提; 清创坏死组织(T)是控制感染(I)的前提; 清创坏死组织(T)和控制感染(I)是闭合足部溃疡(F)的前提。⑤文章是该团队提出的学术观点讨论, 希望ANTI DF原则为临床工作者在糖尿病足防治的临床实践过程中提供治疗依据, 以期使糖尿病足患者的患足获得迅速愈合, 并预防复发。

关键词: 糖尿病足; 糖尿病周围神经病变; 糖尿病周围血管病变; 足部畸形; 足底高压; 足部溃疡; 感染; 治疗

Introduction to the ANTI·DF principle for diabetic foot prevention and treatment

Li Rui, Ou Xiaolan, Liu Jun, Tian Heng, Qu Wenrui, Zhu Zhe, Zhang Zhenyu, Liu Qianqian, Guo Wenlai

Department of Hand Surgery, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130022, Jilin Province, China

Li Rui, MD, Department of Hand Surgery, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130022, Jilin Province, China

Corresponding author: Li Rui, Department of Hand Surgery, Second Hospital of Jilin University, Changchun 130022, Jilin Province, China

Abstract

BACKGROUND: Diabetic foot has serious mortality and disability rate. Therefore, it is necessary to summarize and understand how to prevent and treat diabetic foot, thereby providing some ideas and directions for the prevention and treatment of diabetic foot.

吉林大学第二医院手外科, 吉林省长春市 130022

第一作者: 李锐, 博士, 吉林大学第二医院手外科, 吉林省长春市 130022.

通讯作者: 李锐, 吉林大学第二医院手外科, 吉林省长春市 130022

<https://orcid.org/0000-0001-7857-9735> (李锐)

引用本文: 李锐, 欧小兰, 刘军, 田恒, 瞿文瑞, 朱哲, 张振宇, 刘倩倩, 郭文来. ANTI·DF 原则对糖尿病足防治的指导作用 [J].

中国组织工程研究, 2023, 27(14):2291-2296.



OBJECTIVE: To summarize the etiology, prevention measures, and treatments of diabetic foot, thus proposing the academic viewpoints of the ANTI-DF principle to guide the prevention and treatment of diabetic foot.

METHODS: As per the ANTI-DF principle, we summarized several aspects such as deformity caused by diabetes, foot ulcer caused by deformity, treatment and prevention of diabetic foot. With reference to relevant international and Chinese guidelines and literature, 73 articles were selected from the Chinese and English databases according to the inclusion criteria and were used to summarize the principles of diabetic foot prevention and treatment.

RESULTS AND CONCLUSION: There are 10 factors related to the formation of diabetic foot wounds and refractory wounds: **Artery, Nerve, Tissue nonviable, Infection or inflammation, Muscle, Osteoarticular lesion, Subcutaneous tissue, Tendon, Deformity, and Foot ulcer.** The 10 factors hereinafter will be represented by their initials, which can be summarized as the ANTI-MOST-DF principle. Deformity (D) includes the morphological changes of the four anatomical structures – MOST. Therefore, these four factors, MOST, can be simplified and the principle is referred to as the ANTI-DF principles. Etiologically, among the six factors of the ANTI-DF principle, deformity (D), including the morphological changes of the four anatomical structures of (MOST) is the “real culprit,” and neurological (N) lesions are the “crime culprit.” Arterial (A) ischemia often acts as the “accomplice.” Tissue (T) necrosis, infection (I), and foot ulcers (F) are only “external manifestations.” From the perspective of diabetic foot prevention and treatment, relieving the pressure caused by deformity (D), improving neuroprotection (N) function, and restoring arterial (A) blood supply are the premises for the prevention and treatment of necrotic tissue, infection or inflammation, and foot ulcers (TIF). Debridement of necrotic tissue (T) is the prerequisite for infection (I) control; debridement of necrotic tissue (T) and infection (I) control are the prerequisite for closure of foot ulcers (F). The ANTI-DF principle is expected to provide clinical practitioners with a basis for the clinical prevention and treatment of diabetic foot, to achieve rapid wound healing and prevent recurrence in patients with diabetic foot.

Key words: diabetic foot; diabetic peripheral neuropathy; diabetic peripheral vascular disease; foot deformities; plantar high pressure; foot ulcer; infection; treatment

How to cite this article: LI R, OU XL, LIU J, TIAN H, QU WR, ZHU Z, ZHANG ZY, LIU QQ, GUO WL. Introduction to the ANTI-DF principle for diabetic foot prevention and treatment. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu.* 2023;27(14):2291-2296.

0 背景 Background

糖尿病是继肿瘤、心血管疾病之后又一大危害人类身心健康与生命的疾病。随着人们生活方式改变及人口的老齡化，糖尿病的发病率急剧上升，已经成为一种世界大规模流行的慢性代谢性疾病^[1-3]。根据国际糖尿病联盟的最新调查数据显示，2019年全世界有4.63亿人患有糖尿病，占成年人口的9.3%，预计到2045年，全球将有7亿(51%)人患有糖尿病，比目前增加1/3^[4-5]，已达到令人担忧的程度。其中，糖尿病患者一生中发生糖尿病足溃疡的概率为25%，在随后的5年中复发率为50%-70%^[6-7]，约50%的人在发生糖尿病足溃疡后5年内死亡，对糖尿病学专家、内科医生和外科医生来说都是一个重大挑战。

糖尿病足指与下肢远端神经异常和不同程度的周围血管病变相关的足部(踝关节及踝关节以下)感染、溃疡和(或)深层组织破坏，其主要表现为患肢疼痛、麻木、肢体发凉、间歇性跛行，甚至肌肉萎缩、足部溃疡和坏疽、足趾坏死，还可出现全身中毒症状。糖尿病足溃疡患者截肢风险极高，据估计全世界每隔30s就有一条腿因糖尿病而截除，并且一半以上的截肢患者在5年内需进行第2次截肢。并且据统计，在中国，三级医院27.3%的截肢患者是糖尿病足患者，如果排除交通事故等紧急截肢，这一比例将增至56.5%。因糖尿病足造成截肢的患者是非糖尿病患者的15-46倍^[6, 8]，糖尿病足是导致非创伤性下肢截肢的首要原因。此外，与某些癌症患者相比，糖尿病相关的伤口和截肢患者的预后更差^[9-11]。并且，治疗糖尿病足并发症的直接成本超过了许多常见癌症的治疗成本。

糖尿病足的治疗一直是临床中的一大难题，在许多情况下，尽管进行了充分的治疗，其仍会变成慢性病。治疗失败受许多与足部相关的病理生理因素(如感染、溃疡大小和部位)、与腿部相关(如动脉灌注程度和周围神经病变)以及与患者相关(如共病、血糖控制、依从性和人口统计学因素)的影响。若治疗不及时和/或治疗不当，可能导致截肢甚至死亡，在截肢后依然会反复出现溃疡、感染及截肢等现象。由于截肢、反复复发等所导致的患者心理、工作、生活、家庭和社会等多种问题也相继出现。此外，据估计，糖尿病足患者截肢术后的5年内死亡率高达70%^[11-13]。总之，糖尿病足已严重影响着人们的生活质量，威胁人类生命健康。

文章通过对糖尿病足病因、预防及治疗等因素进行全面总结，提出一种新型的ANTI-DF原则来指导糖尿病足的防治。

1 ANTI-DF 原则 (ANTI-MOST-DF 原则)

ANTI-DF principle (ANTI-MOST-DF principle)

1.1 ANTI-DF 原则的提出 处理糖尿病足创面时，医护人员常常非常重视4个创面局部因素：坏死组织(Tissue nonviable)、感染或炎症(Infection or inflammation)、湿性平衡(Moisture imbalance)、伤口边缘(Edge of wound)^[14-15]，然而常忽略创面形成的原因和造成创面难愈合的因素^[16]。实际上，涉及糖尿病足的因素有10个：动脉(Artery)、神经(Nerve)、坏死组织(Tissue nonviable)、感染或炎症(Infection or inflammation)、肌肉(Muscle)、骨关节病损(Osteoarticular lesion)、皮下组织(Subcutaneous Tissue)、肌腱(Tendon)、畸形(Deformity)及足部溃疡(Foot ulcer)。该课题组在下文中将这10个因素分别用其英文首大写字母代表，可归纳为ANTI-MOST-DF原则，适用于大部分糖尿病足的防治和治疗。因为D(畸形)包括MOST的4个解剖结构的形态改变，所以MOST这4个因素可以被简化掉，简称ANTI-DF原则。该课题组将上述10个因素的排列顺序，纯粹是为了便于记忆。ANTI-字母有防止的意思，DF是糖尿病足(Diabetic Foot)的简称。实际上，“DNA”3项是创面的内因，无论是病因学还是防治学都更为重要，只要解决了“DNA”这3个因素，糖尿病足创面将不再是难治、难愈性创面，而是普通创面。TIF这3个因素仅仅是普通创面防治所涉及的因素。

1.2 ANTI DF 原则的病因学 ANTI DF这6个因素中，畸形(D)是真凶，神经(N)病变是元凶，动脉(A)缺血通常是帮凶，组织(T)坏死、感染(I)和足部溃疡(F)只是外在表现。

1.3 ANTI DF 原则的防治学 缓解畸形(D)造成的压力、改善神经(N)保护功能、恢复动脉(A)供血是预防及治疗TIF的前提，清创坏死组织(T)是控制感染(I)的前提，清创坏死组织(T)和控制感染(I)是闭合足部溃疡(F)的前提。

2 糖尿病引发的相关畸形 (D)

Diabetes mellitus-related deformities (D)

2.1 MOST 形态改变就是畸形 (D) 畸形(D)是MOST这4个解剖结构的形态发生改变。糖尿病足的MOST这4个解剖结构本身的形态发生改变，产生畸形(D)。肌肉(M)萎缩、缺损等变化影响肌力平衡，导致局部应力集中；骨关节(O)变化，例如骨折畸形愈合、关节脱位和关节僵硬等，导致局部应力集中；肌腱(T)粘连、挛缩也会导致局部应力集中，皮下组织(S)萎缩或变薄导

致应力集中部位易破溃。

2.2 神经 (N) 病变导致 MOST 形态改变 神经 (N) 病变导致 MOST 这 4 个解剖结构的形态发生改变, 产生畸形 (D)。神经病变 (N) 可使足内、外在肌肉 (M) 萎缩、瘫痪, 屈肌和伸肌平衡失调, 步态改变^[17]; 可造成夏科氏 (Charcot) 骨关节 (O) 病变^[18]; 还可造成肌腱 (T)、韧带退化; 可造成皮肤及皮下组织 (S) 失神经营养病变变薄、萎缩等。因此导致足形态变化 [畸形 (D)]^[19], 例如爪形趾、锤状趾、跖骨头突出、拇外翻、马蹄内翻足等畸形, 导致局部压力增加^[5, 19-22]。如马蹄足 (跟腱挛缩) 可造成前足底压力增加, 内翻足造成足外侧压力增加, 跖骨头突出可造成跖骨头下压力增加。在感觉神经病变的情况下 (失去保护性感觉), 在行走的过程中缺乏必要的反馈, 导致行走过程中足底压力进一步增加且不被察觉, 病变进一步加重^[23-25]。植物 (自主舒缩性) 神经病变可导致皮肤出汗减少, 干燥易破裂和形成裂隙^[26]。因此, 神经病变和机械应力升高共同作用下导致畸形、组织损伤和足部溃疡^[27-28]。

2.3 动脉 (A) 缺血间接导致 MOST 形态改变 动脉 (A) 缺血也可影响 MOST 这 4 个解剖结构的形态, 间接导致畸形 (D)。例如缺血性肌肉 (M) 挛缩、骨关节 (O) 僵硬、皮下组织 (S) 萎缩及肌腱 (T) 退化等, 导致形态改变, 发生畸形 (D)^[17, 29-30]。

2.4 畸形 (D) 导致足部溃疡 (F)

2.4.1 畸形 (D) 导致局部应力集中 足底可分为 10 个基于解剖学的分区, 包括足后跟的内侧、外侧, 足中部, 第 1-5 个跖骨, 足拇趾, 及剩余 4 个足趾。畸形 (D) 可导致足底某一分区局部压力压强峰值及累积冲量增加, 持续反复的高压导致胼胝体的形成、局部组织 (T) 破溃坏死, 继发感染 (I), 产生足部溃疡 (F)。

2.4.2 失神经 (N) 保护 感觉神经病变可导致痛觉、温度觉、触觉、振动觉和位置觉的减退或丧失^[1]。因此当脚受到过度压力、机械或创伤 (刺伤、烫伤和擦伤) 等原因导致组织 (T) 损伤时, 在丧失保护性感觉的情况下不易被察觉^[3], 导致局部组织 (T) 进一步破溃坏死、感染 (I), 形成足部溃疡 (F)^[25], 同时自主神经病变后局部血液供应减少^[26], 病变进一步加重, 发生严重的难治性溃疡。

2.4.3 动脉 (A) 缺血 动脉 (A) 缺血导致畸形 (D) 局部应力集中部位更容易发生组织 (T) 坏死, 增加感染 (I) 机会, 产生足部溃疡 (F)。而且动脉 (A) 缺血时, 感染 (I) 更难控制, 足部溃疡 (F) 更难愈合。

2.5 足部溃疡 (F) 治疗及预防 该课题组认为, 足部溃疡 (F) 的预防和治疗顺序为先缓解畸形 (D) 造成的局部压力, 改善神经 (N) 保护功能, 改善动脉 (A) 供血, 然后彻底清创坏死组织 (T)、控制感染 (I), 最后闭合足部溃疡 (F)。缓解畸形 (D) 造成的压力、改善神经 (N) 保护性感觉、恢复动脉 (A) 供血是预防及治疗的前提; 清创坏死组织 (T) 是控制感染 (I) 的前提; 清创坏死组织 (T) 和控制感染 (I) 是闭合足部溃疡 (F) 的前提。控制血糖、降压、降脂、改变生活方式 (戒烟、节食、运动) 等基础治疗应伴随糖尿病患者的治疗的始终。

2.5.1 缓解畸形 (D) 造成的局部减压 (Off-loading)

外在保护性减压 (Off-loading): 起到暂时缓解畸形 (D) 造成的局部压力的作用, 改善神经和血管的功能。主要方式为保守治疗: 不行走 (拐杖、轮椅或卧床)、减压鞋及鞋垫、毛毡减压垫、减压敷料、石膏、支具等^[24, 31-36]。适用于轻症, 或感染尚未控制, 可能造成畸形矫正手术部位感染的患者。减压应始终是预防和治疗计划的一部分^[23]。

内在结构性减压 (Off-loading): 尽管保守治疗可取得一定的减压效果, 但畸形依然存在, 溃疡会反复复发。然而手术治疗

既可有效减压、纠正畸形, 还能防止复发, 故而有效减压的主要方式为手术治疗。按部位分为足趾、跖骨、中足、后足及踝关节等的畸形矫正术; 按组织器官分为 MOST 这 4 个解剖结构的畸形矫正术。肌肉 (M) 可行松解术、延长术及短缩术等; 骨关节 (O) 可行截骨术、关节融合术、植骨术及关节囊及韧带松解或短缩术等^[36-38]; 皮下组织 (S) 萎缩或缺损可行皮瓣转移术; 肌腱 (T) 可行延长、短缩、移位或固定术^[39]。

根据关节柔软型或半僵硬型可采取:

(1) 足趾畸形矫正: 爪形趾、锤状趾及槌状趾等畸形可采用微创趾短屈肌腱切断术及微创趾长短屈肌腱切断术等^[40-41]; 拇外翻可采取经皮微创 Akin 术及经皮微创 Lapidus 术等。

(2) 跖骨头突出畸形矫正: 可采用经皮微创跖骨远端漂浮截骨术^[36]。中后足畸形矫正: 包括各跖骨截骨术、融合术、关节囊及韧带松解术、肌腱移位术及肌腱固定术等^[36, 38]。跟腱挛缩可行腓肠肌松解术或经皮微创跟腱延长术。僵硬型可采取相应关节的融合术。

2.5.2 改善神经 (N) 保护功能

外在保护性减压 (Off-loading): 外在保护性减压同样起到暂时弥补失神经保护功能的作用。主要方式为保守治疗: 不行走 (拐杖、轮椅或卧床)、减压鞋及鞋垫、毛毡减压垫、减压敷料、石膏、支具等。适用于轻症, 或感染尚未控制, 可能造成神经手术部位感染的患者。

神经松解术: 药物对糖尿病足的神经病变收效甚微。Dellon 神经松解术包括腓总神经、腓深神经和胫神经松解术^[42-43], 常会使患者部分恢复神经保护性感觉。

2.5.3 改善动脉 (A) 供血 足背动脉, 胫后动脉应该分别评判踝肱指数, 并按照缺血程度分为 4 级。正常: 0.8-1.3; 轻度 0.79-0.6; 中度: 0.59-0.4; 重度: ≤ 0.39 ^[7, 44]。以作者经验来看, ABI 为中度时创面难以愈合, 踝肱指数为重度时截肢可能性大。

感染等原因不适合手术时, 可暂时使用扩血管药物, 前列地尔常有一定效果。手术治疗包括腔内治疗 (经皮腔内血管成形术、腔内球囊成形术)、支架植入术、血管旁路重建术、横向骨搬运和骨膜牵张等^[45-51]。腔内治疗对于糖尿病足患者而言有一些局限, 因为动脉常是长节段钙化、堵塞^[52]。横向骨搬运或骨膜牵张术对不愿意接受或不适合其他手术的患者, 有一定效果^[53]。股动脉或腘动脉旁路 (搭桥) 手术引血到足部是目前效果最确切最持久的治疗手段。动脉旁路 (搭桥) 手术不但能够重建足部血供, 还能同时为足部游离皮瓣供血^[54]。

2.5.4 彻底清创坏死组织 (T)

锐性清创: 是迅速、彻底清创坏死组织的首选, 可采用手术刀剪锐性清创^[36, 55]。此外, 水刀 (水动力系统) 对去除生物膜很有效^[56-57]。

其他降解: 主要包括物理化学降解 (酶) 或生物降解 (蛆), 适用于不愿意接受手术或全身状况不适合手术的患者、手术难以达到的深部创面或难以一次达到理想清创的创面等^[55, 58-59]。

2.5.5 控制感染 (I)

全身应用抗生素: 早期根据经验用药 (可结合当地细菌谱), 药敏试验结果出来后, 根据药敏选用敏感药。

抗生素骨水泥: 局部应用抗生素骨水泥, 可迅速控制严重、顽固的深部组织感染^[60]。

负压创面治疗 (Negative pressure wound therapy, NPWT): 常规 NPWT 或一次性 NPWT, 可有效控制感染^[61-62]。抗生素骨水泥表面覆盖 NPWT 效果更佳。

敷料: 浅表组织的较轻感染, 且不愿意接受手术或全身状况不适合手术的患者, 也可采用具有抗菌成分的敷料^[63]。

2.5.6 闭合足部溃疡 (F)

自愈: 适用于基底良好的浅小创面, 可采用敷料、常规 NPWT 或一次性 NPWT 等换药方法。其缺点需要良好的基底, 愈合缓慢且愈合的皮肤不耐磨、不耐压 (常瘢痕愈合)。如果需要 4 周以上的大创面, 就得不偿失了。

缝合: 适用于可直接缝合或拉拢延展缝合的创面。

植皮: 适用于基底良好的任意大小的浅创面, 愈合迅速 (2 周内), NPWT 可提高成活率^[64-66]。缺点是皮下组织薄时, 不耐磨、不耐压^[67]。

皮瓣: 与自愈或植皮等方式相比, 皮瓣治疗不需要有肉芽组织覆盖骨和肌腱的良好基底^[68-69], 整体基底好坏无所谓, 适用范围更广。愈合时间短, 2 周内可愈合, 愈合后耐磨、耐压, 且费用低。皮瓣分为带血管蒂皮瓣和游离皮瓣, 游离皮瓣的适用性更广。

然而糖尿病患者血管条件通常较差, 严重影响皮瓣的存活率。有研究汇总了 18 篇文献, 共 528 例患者, 总结出了糖尿病足采用皮瓣的适应证^[70]。

糖尿病足采用皮瓣的适应证^[70]:

- (1) 彻底清创、控制感染后无肉芽覆盖;
- (2) 肾功能尚可;
- (3) 全身状态尚可;
- (4) 溃疡发生前可行走;
- (5) 能够承受术后行走康复训练;
- (6) 受区动脉峰值流速 > 40 cm/s。

另有研究基本认同上述 6 条适应证, 但认为尿毒症不属于禁忌证^[71], 只要局部有搏动良好的穿支小血管, 即可皮瓣转移。该课题组采用的适应证为: 术前穿支动脉超声脉峰值流速 > 40 cm/s; 并以术中穿支搏动良好作为金标准。

当足部没有受区供血动脉时, 可以采用股动脉或腘动脉旁路 (搭桥) 手术引血到足部, 重建足部血运的同时, 为足部游离皮瓣供血。

3 糖尿病足的防治建议

Suggestions for diabetic foot prevention and treatment

国际糖尿病联盟 (International Diabetes Federation, IDF) 2017 年发布的“IDF 临床实践建议: 糖尿病足”指南中显示, 糖尿病足的病因包括周围神经病变、外周动脉疾病和感染^[72]。除了这 3 个因素中的任何一个外, 还可以增加创伤因素, 最常见的创伤原因是使用不合适的鞋子和 / 或鞋垫。

3.1 预防糖尿病足部溃疡 国际糖尿病足工作组 (International Working Group on the Diabetic Foot, IWGDF) 在 2019 年发布“IWGDF 实践指南: 糖尿病足的预防和管理”明确指出如何预防糖尿病足^[73]。一个经过适当培训的医疗专业人员团队应解决这 5 个要素, 以此进行足部溃疡高风险人群的综合预防管理。

预防足部溃疡有 5 个关键要素^[73]:

- (1) 识别有风险的病变足;
- (2) 定期对高危足部进行检查;
- (3) 对患者、家属和医疗保健专业人员进行预防教育;
- (4) 确保日常穿着合适的鞋类;
- (5) 治疗溃疡的危险因素。

对于糖尿病患者, 如出现任何可改变的危险因素或足部溃疡前征兆, 都应接受治疗。

主要治疗措施包括: ①去除丰富的皮肤硬结; ②保护水疱, 或在必要时引流; ③适当治疗嵌甲或增厚的指甲; ④进行抗真菌感染药物治疗。这种治疗应该由受过适当培训的医疗保健专业人员重复执行, 直到这些异常症状消失, 并且不会随着时间的推移而复发。对于因足部畸形而出现复发性溃疡的患者, 即使采取了上述最佳预防措施, 还应考虑手术治疗^[73]。

3.2 糖尿病患者的穿鞋要求 糖尿病足最重要的首要预防措施之一是教育糖尿病患者如何穿着合适的鞋子。以下类型的鞋保护应该是讨论并通常强制执行:

糖尿病患者预防糖尿病足的鞋子要求^[72]:

- (1) 防高低温;
- (2) 防止摩擦和磨损;
- (3) 降低足底压力;
- (4) 提供稳定性;
- (5) 无足部压迫;
- (6) 调整方便;
- (7) 必须在受伤警报上提供帮助;
- (8) 鞋子质量轻;
- (9) 鞋外观畸形好;
- (10) 可冲击吸收。

3.3 早期周围神经 (N) 病变的预防 周围神经 (N) 病变是糖尿病最常见的并发症。糖尿病周围神经 (N) 病变是全身神经的损伤, 可以改变自主神经、运动和感觉功能。运动型周围神经病变最重要的结果是足部内在肌肉的去神经支配, 这会破坏脚趾屈伸肌之间的正常平衡, 导致常见的糖尿病足畸形 (D)。这种畸形会增加某些部位的压力, 导致皮下血肿及老茧形成, 如果不及时发现和治疗, 就会产生溃疡。

早期发现周围神经 (N) 病变的重要性在于按危险类别对目标人群进行分类, 并根据类别组织随访策略 (可能从高风险类别的每月访问变为低风险类别的每年访问)。通过非常具体的建议和建议教育患者如何预防伤害是预防周围神经 (N) 病变的关键。例如, 教育患者: 正确切割脚趾甲的方法; 适当的温度洗脚; 脚趾间使用湿润剂; 赤脚走路危害; 日常使用前对鞋子进行充分检查, 寻找里面是否有异物; 使用无压迫性、颜色清晰的棉袜等^[72]。

3.4 周围血管 [动脉 (A)] 疾病的预防 对所有糖尿病患者进行充分的定期外周血管评估对于早期发现周围血管 [动脉 (A)] 疾病是必不可少的, 并且该评估必须至少包括: 脉搏触诊、踝臂指数和多普勒超声检查。此外, 预防和 / 或治疗周围血管 [动脉 (A)] 疾病的重要措施之一是运动。有研究表明, 每天步行 30 min, 每周至少 5 次, 可使远端组织氧合率增加 30%^[72]。

4 讨论 Discussion

4.1 既往他人在该领域研究的贡献和存在的问题 糖尿病足病是糖尿病最严重的并发症之一, 它给患者带来了巨大的痛苦和经济损失, 同时也给患者的家庭、医疗专业人员和设施以及整个社会带来了巨大的负担, 严重影响患者的生活质量, 而且对中国乃至世界的医疗体系都构成重大挑战。

目前虽然开展了有关糖尿病足评估体系及糖尿病足的各种治疗, 但仍缺乏对于糖尿病足预防和治疗的完整的操作流程。鉴于糖尿病足较严重的致死率及致残率, 因此有必要对糖尿病足的预防和治疗进行总结和认识, 为糖尿病足预防及治疗提供一些思路和方向。

4.2 作者团队观点区别于他人他篇的特点 文章总结了导致糖尿病患者出现糖尿病足的内在病因 (即糖尿病周围神经病变、糖

尿病周围血管病变和糖尿病足部畸形)、外在因素(感染和坏死)以及糖尿病足的预防和治疗,有助于对糖尿病足的全面认识和提升。

尽管世界上不同地区的糖尿病足的发病率和范围都有所不同,但大多数患者的溃疡致病途径是相似的。这些足部溃疡经常是由于糖尿病患者同时具有2个或更多的风险因素所导致,而糖尿病周围神经病变和周围动脉疾病通常起着核心风险作用。神经病变导致足部不敏感,有时甚至变形,常引起足部的不正常负荷。在神经病变患者中,轻微的创伤(如不合脚的鞋子,或急性机械或热损伤)可诱发足部溃疡。保护性感觉的丧失、足部畸形和关节活动受限会导致足部的生物力学负荷异常。这在某些区域产生了高的机械应力,对它的反应通常是皮肤增厚(老茧)。愈伤组织导致足部负荷进一步增加,常伴有皮下出血,最终导致皮肤溃疡。不管溃疡的主要原因是什么,继续在不敏感的路上行走会损害溃疡的愈合。

4.3 文章的局限性 文章主要是针对 ANTI-DF 原则防治糖尿病足的理论层面的探讨,尚缺乏大量临床试验证据,未来将有待于更多的临床试验证据来证实文章所提出的 ANTI-DF 原则的有效性。文章所概述的 ANTI-DF 原则可能必须是根据当地情况进行调整或修改,同时考虑到社会经济的地区差异情况、医疗资源的可及性和复杂性,以及各种文化因素。

4.4 文章的重要意义 总结并提出适用于糖尿病足治疗的 ANTI-DF 原则,可为治疗所有糖尿病足的提供一个框架,希望改善当前糖尿病足治疗所面临的瓶颈。

作者贡献: 文章设计、数据分析、论文撰写及审校为第一作者。资料收集者为全部作者。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 文章撰写遵守了《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 声明)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

5 参考文献 References

- FELDMAN EL, NAVE KA, JENSEN TS, et al. New horizons in diabetic neuropathy: mechanisms, bioenergetics, and pain. *Neuron*. 2017;93(6):1296-1313.
- GONCALVES NP, VAEGTER CB, ANDERSEN H, et al. Schwann cell interactions with axons and microvessels in diabetic neuropathy. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(3):135-147.
- FELDMAN EL, CALLAGHAN BC, POP-BUSUI R, et al. Diabetic neuropathy. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5(1):42.
- SLOAN G, SELVARAJAH D, TESHAYE S. Pathogenesis, diagnosis and clinical management of diabetic sensorimotor peripheral neuropathy. *Nat Rev Endocrinol*. 2021;17(7):400-420.
- SAEEDI P, PETERSOHN I, SALPEA P, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;157:107843.
- ALAVI A, SIBBALD RG, MAYER D, et al. Diabetic foot ulcers: Part I. Pathophysiology and prevention. *J Am Acad Dermatol*. 2014;70(1):1.e1-e18; quiz 19-20.
- MONTEIRO-SOARES M, RUSSELL D, BOYKO EJ, et al. Guidelines on the classification of diabetic foot ulcers (IWGDF 2019). *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36 Suppl 1:e3273.
- PECORARO RE, REIBER GE, BURGESS EM. Pathways to diabetic limb amputation- basis for prevention. *Diabetes Care*. 1990;13(5):513-521.
- JEFFCOATE WJ, VILEIKYTE L, BOYKO EJ, et al. Current challenges and opportunities in the prevention and management of diabetic foot ulcers. *Diabetes Care*. 2018;41(4):645-652.
- ARMSTRONG DG, SWERDLOW MA, ARMSTRONG AA, et al. Five year mortality and direct costs of care for people with diabetic foot complications are comparable to cancer. *J Foot Ankle Res*. 2020;13(1):16.
- WILLIAMS DT, PRICE P, HARDING KG. Amputation and mortality in new-onset diabetic foot ulcers stratified by etiology. *Diabetes Care*. 2003;26(11):3199-3200.
- LAVERY LA, ASHRY HR, VANHOUTUM W, et al. Variation in the incidence and proportion at diabetes-related amputations in minorities. *Diabetes Care*. 1996;19(1):48-52.
- SUN Y, GAO Y, CHEN J, et al. Evidence mapping of recommendations on diagnosis and therapeutic strategies for diabetes foot: an international review of 22 guidelines. *Metabolism*. 2019;100:153956.
- MOORE Z, CARVILLE K, WEIR D, et al. Consensus document strategies to reduce practice variation in wound assessment and management. 2020.
- SCHULTZ GS, SIBBALD RG, FALANGA V, et al. Wound bed preparation: a systematic approach to wound management. *Wound Repair Regen*. 2003;11(2):S1-S28.
- GUARRO G, COZZANI F, ROSSINI M, et al. The modified TIME-H scoring system, a versatile tool in wound management practice: a preliminary report. *Acta Biomed*. 2021;92(4):e2021226.
- ORLANDO G, BALDUCCI S, BAZZUCCHI I, et al. Neuromuscular dysfunction in type 2 diabetes: underlying mechanisms and effect of resistance training. *Diabetes Metab Res Rev*. 2016;32(1):40-50.
- ORLANDO G, REEVES ND, BOULTON AJM, et al. Sedentary behaviour is an independent predictor of diabetic foot ulcer development: an 8-year prospective study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2021;177:108877.
- ARMSTRONG DG, BOULTON AJM, BUS SA. Diabetic foot ulcers and their recurrence. *New Engl J Med*. 2017;376(24):2367-2375.
- JEYAM A, MCGURNAGHAN SJ, BLACKBOURN LAK, et al. Diabetic neuropathy is a substantial burden in people with type 1 diabetes and is strongly associated with socioeconomic disadvantage: a population-representative study from scotland. *Diabetes Care*. 2020;43(4):734-742.
- ESTHER CL, BELEN O AA, ARANZAZU RM, et al. Foot deformities in patients with diabetic mellitus (with and without peripheral neuropathy). *J Tissue Viability*. 2021;30(3):346-351.
- MOLINES-BARROSO RJ, LAZARO-MARTINEZ JL, ARAGON-SANCHEZ FJ, et al. Forefoot ulcer risk is associated with foot type in patients with diabetes and neuropathy. *Diabetes Res Clin Pract*. 2016;114:93-98.
- BUS SA. The role of pressure offloading on diabetic foot ulcer healing and prevention of recurrence. *Plast Reconstr Surg*. 2016;138:179S-187S.
- BUS SA, ARMSTRONG DG, GOODAY C, et al. Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36 Suppl 1:e3274.
- WUKICH DK, ARMSTRONG DG, ATTINGER CE, et al. Inpatient management of diabetic foot disorders: a clinical guide. *Diabetes Care*. 2013;36(9):2862-2871.
- LEPANTALO M, APELQVIST J, SETACCI C, et al. Diabetic foot. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011;42:S60-S74.
- MASSON EA, HAY EM, STOCKLEY I, et al. Abnormal foot pressures alone may not cause ulceration. *Diabetic Medicine*. 1989;6(5):426-428.
- VEVES A, MURRAY HJ, YOUNG MJ, et al. The risk of foot ulceration in diabetic-patients with high foot pressure-a prospective-study. *Diabetologia*. 1992;35(7):660-663.
- KOUTAKIS P, WEISS DJ, MISERLIS D, et al. Oxidative damage in the gastrocnemius of patients with peripheral artery disease is myofiber type selective. *Redox Biol*. 2014;2:921-928.
- ROBBINS JL, JONES WS, DUSCHA BD, et al. Relationship between leg muscle capillary density and peak hyperemic blood flow with endurance capacity in peripheral artery disease. *J Appl Physiol*. 2011;111(1):81-86.

- [31] BUS SA, ARMSTRONG DG, VAN DEURSEN RW, et al. IWGDF guidance on footwear and offloading interventions to prevent and heal foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2016;32:25-36.
- [32] VAN NETTEN JJ, LAZZARINI PA, ARMSTRONG DG, et al. Diabetic Foot Australia guideline on footwear for people with diabetes. *J Foot Ankle Res.* 2018;11:2.
- [33] LAVERY LA, LAFONTAINE J, HIGGINS KR, et al. Shear-reducing insoles to prevent foot ulceration in high-risk diabetic patients. *Adv Skin Wound Care.* 2012;25(11):519-524.
- [34] 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. *Int J Lower Extrem Wounds.* 2012;11(1):59-64.
- [35] SCIRE V, LEPORATI E, TEOBALDI L, et al. Effectiveness and safety of using podikon digital silicone padding in the primary prevention of neuropathic lesions in the forefoot of diabetic patients. *J Am Podiat Med Assn.* 2009;99(1):28-34.
- [36] KILICOGLU OI, DEMIREL M, AKTAS S. New trends in the orthopaedic management of diabetic foot. *Efort Open Rev.* 2018;3(5):269-277.
- [37] FAGLIA E, CLERICI G, CAMINITI M, et al. Feasibility and effectiveness of internal pedal amputation of phalanx or metatarsal head in diabetic patients with forefoot osteomyelitis. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51(5):593-598.
- [38] YAMMINE K, ASSI C. Surgical offloading techniques should be used more often and earlier in treating forefoot diabetic ulcers: an evidence-based review. *Int J Lower Extrem Wounds.* 2020;19(2):112-119.
- [39] MESHKIN DH, FAGOTHAMAN K, ARNESON J, et al. Plantar foot ulcer recurrence in neuropathic patients undergoing percutaneous tendo-achilles lengthening. *J Foot Ankle Surg.* 2020;59(6):1177-1180.
- [40] TAMIR E, VIGLER M, AVISAR E, et al. Percutaneous tenotomy for the treatment of diabetic toe ulcers. *Foot Ankle Int.* 2014;35(1):38-43.
- [41] TAMIR E, MCLAREN AM, GADGIL A, et al. Outpatient percutaneous flexor tenotomies for management of diabetic claw toe deformities with ulcers: a preliminary report. *Canadian J Surg.* 2008;51(1):41-44.
- [42] CHAUDHRY V, RUSSELL J, BELZBERG A. Decompressive surgery of lower limbs for symmetrical diabetic peripheral neuropathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008(3):CD006152.
- [43] DELLON AL. Treatment of symptomatic diabetic neuropathy by surgical decompression of multiple peripheral nerves. *Plastic Reconstr Surg.* 1992;89(4):689-697; discussion 98-99.
- [44] HINCHLIFFE RJ, BROWNRIGG JRW, APELQVIST J, et al. IWGDF guidance on the diagnosis, prognosis and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers in diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2016;32:37-44.
- [45] WECK M, SLESACZEK T, PAETZOLD H, et al. Structured health care for subjects with diabetic foot ulcers results in a reduction of major amputation rates. *Cardiovasc Diabetol.* 2013;12:45.
- [46] CHAN P, STUART W, HINCHLIFFE R. New reporting standards are required to assess the impact of vascular intervention on patients with diabetic foot ulceration. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;50(2):139-140.
- [47] MILLS JL. Lower limb ischaemia in patients with diabetic foot ulcers and gangrene: recognition, anatomic patterns and revascularization strategies. *Diabetes Metab Res Rev.* 2016;32:239-245.
- [48] 王江宁, 高磊. 糖尿病足慢性创面治疗的新进展 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2018,32(7):832-837.
- [49] CHEN Y, KUANG X, ZHOU J, et al. Proximal tibial cortex transverse distraction facilitating healing and limb salvage in severe and recalcitrant diabetic foot ulcers. *Clin Orthop Relat Res.* 2019;478(4):1.
- [50] 赵劲民, 李刚. 胫骨横向骨搬移技术治疗糖尿病足的专家共识 (2020)[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020,34(8):945-950.
- [51] 刘杰, 花奇凯, 李山郎, 等. 骨膜牵张技术用于糖尿病足治疗的理论基础及临床结果验证 [J]. 中国组织工程研究, 2022,26(32):5236-5241.
- [52] CAVANAGH PR, LIPSKY BA, BRADBURY AW, et al. Treatment for diabetic foot ulcers. *Lancet.* 2005;366(9498):1725-1735.
- [53] 王斌, 刘伟, 霍永新, 等. 股-股动脉旁路移植联合胫骨横向骨搬移术治疗下肢动脉硬化闭塞症或合并糖尿病足 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2018,32(12):1576-1580.
- [54] CHANG CH, HUANG CC, HSU H, et al. Editor's choice- diabetic limb salvage with endovascular revascularisation and free tissue transfer: long-term follow up. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;57(4):527-536.
- [55] DAYYA D, O'NEILL OJ, HUEDO-MEDINA TB, et al. Debridement of Diabetic Foot Ulcers. *Adv Wound Care (New Rochelle).* 2021. doi: 10.1089/wound.2021.0016.
- [56] LIU JQ, GE YN, WANG Q, et al. Waterjet in bacterial clearance of diabetic lower extremity contaminated wounds: a retrospective cohort study. *Int J Low Extrem Wounds.* 2021. doi: 10.1177/15347346211024204.
- [57] 陈小丽, 郑焱玲, 曹茂华, 等. 超声水刀清创系统辅助治疗糖尿病足部皮肤溃疡的观察 [J]. 局解手术学杂志, 2013,22(1):78-79.
- [58] PAJARILLO C, SHERMAN RA, SHERIDAN R, et al. Health professionals' perceptions of maggot debridement therapy. *J Wound Care.* 2021; 30(Sup9a):VII-VIIxi.
- [59] CEROVSKY V, BEM R. Lucifensins, the insect defensins of biomedical importance: the story behind maggot therapy. *Pharmaceuticals.* 2014; 7(3):251-264.
- [60] EHYA REM, ZHANG H, QI BW, et al. Application and clinical effectiveness of antibiotic-loaded bone cement to promote soft tissue granulation in the treatment of neuropathic diabetic foot ulcers complicated by osteomyelitis: a randomized controlled trial. *J Diabetes Res.* 2021; 2021:9911072.
- [61] JI SZ, LIU XB, HUANG J, et al. Consensus on the application of negative pressure wound therapy of diabetic foot wounds. *Burns Trauma.* 2021; 9:tkab018.
- [62] BORYS S, HOHENDORFF J, FRANKFURTER C, et al. Negative pressure wound therapy use in diabetic foot syndrome—from mechanisms of action to clinical practice. *Eur J Clin Invest.* 2019;49(4):e13067.
- [63] ANDREWS KL, HOUDEK MT, KIEMELE LJ. Wound management of chronic diabetic foot ulcers: from the basics to regenerative medicine. *Prosthet Orthot Int.* 2015;39(1):29-39.
- [64] SANTEMA TB, POYCK PPC, UBBINK DT. Skin grafting and tissue replacement for treating foot ulcers in people with diabetes. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2(2):CD011255.
- [65] TZENG YS, DENG SC, WANG CH, et al. Treatment of nonhealing diabetic lower extremity ulcers with skin graft and autologous platelet gel: a case series. *Biomed Res Int.* 2013;2013:837620.
- [66] GKOTSOU LIAS E. Split thickness skin graft of the foot and ankle bolstered with negative pressure wound therapy in a diabetic population: the results of a retrospective review and review of the literature. *Foot Ankle Spec.* 2020;13(5):383-391.
- [67] JEON H, KIM J, YEO H, et al. Treatment of diabetic foot ulcer using matriderm in comparison with a skin graft. *Arch Plast Surg.* 2013;40(4): 403-408.
- [68] BATTISTON B, CICLAMINI D, TANG JB. Compound or specially designed flaps in the lower extremities. *Clin Plast Surg.* 2020;47(4):535-546.
- [69] KWON JG, CHO MJ, PAK CJ, et al. A retrospective case series on free flap reconstruction for ischemic diabetic foot: the nutrient flap further explained. *Plast Reconstr Surg.* 2022;149(6):1452-1461.
- [70] O'CONNOR EJF, VESELY M, HOLT PJ, et al. A systematic review of free tissue transfer in the management of non-traumatic lower extremity wounds in patients with diabetes. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011; 41(3):391-399.
- [71] KOTHA VS, FAN KL, SCHWITZER JA, et al. Amputation versus free flap: long-term outcomes of microsurgical limb salvage and risk factors for amputation in the diabetic population. *Plast Reconstr Surg.* 2021; 147(3):742-750.
- [72] IBRAHIM A. IDF Clinical practice recommendation on the diabetic foot: a guide for healthcare professionals. *Diabetes Res Clin Pract.* 2017; 127:285-287.
- [73] SCHAPER NC, VAN NETTEN JJ, APELQVIST J, et al. Practical Guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 2020;36 Suppl 1:e3266.

(责任编辑: WJ, ZN, ZJP)