

# 灌注联合负压伤口治疗（INPWT）在糖尿病足坏疽治疗中的应用：一项病例报告

### 摘要

本病例研究总结了一例糖尿病足坏疽患者的治疗过程。通过进行灌注联合负压伤口治疗（INPWT）并使用湿性敷料，避免了足部截肢。治疗过程包括：全面评估全身和局部情况；选择适当的清创术，如锐器手术清创；防止感染扩散；采用INPWT减少内毒素吸收；积极治疗原发疾病如控制血糖和血压，改善微循环和营养状态。进行2个月的积极INPWT治疗后，患者伤口床改善。敷上湿性敷料后，伤口闭合，并在3个月后成功愈合。

**关键词** 糖尿病足坏疽，灌注，负压伤口治疗，湿性敷料

**文献引用** Chen A et al. Application of irrigation and negative pressure wound therapy (INPWT) to treat diabetic foot gangrene: a case report. WCET® Journal 2019; 39(3):14-17

**DOI** <https://doi.org/10.33235/wcet.39.3.20-25>

### 前言

糖尿病的全球患病率为8.5%，约90%的病例为II型糖尿病<sup>1,2</sup>。过去几十年间，全球范围内的糖尿病患病率急剧增长，增长率自1980年以来翻了两番<sup>2</sup>。造成这种情况的可能原因包括人口快速老龄化、人口的总体增长和肥胖发病率上升。据估计，到2030年，全球将有近5.5亿人患有糖尿病，糖尿病将成为重要的公共健康问题和全球关注焦点。目前，中国的糖尿病患者人数居世界首位。根据国家卫生健康委员会在2018年进行

的最新流行病学调查，11.6%的中国人群患有糖尿病，总计1.14亿人。另外，中国的治疗率（32.2%）和控制率（49.2%）均较低，导致并发症发病率较高，包括心脏疾病、中风、失明、肾功能衰竭和截肢的风险。这些并发症对患者生活质量产生了严重后果。

糖尿病患病率最高的合并症之一是足溃疡。世界卫生组织（WHO）将糖尿病足病分为与局部神经异常和下肢远端外周血管病变相关的足部感染、溃疡和/或深部组织损伤<sup>3</sup>。糖尿病患者足溃疡的发病率为6.3%，该人群的终生发病率为19–34%<sup>4,5</sup>。糖尿病患者足溃疡的主要问题在于伤口愈合时间延长。由于以下几个因素，糖尿病会减小伤口愈合的概率，包括：循环功能障碍、高血糖、神经病变、组织缺氧和神经肽信号传导受损，以及终末期肾病、充血性心力衰竭和外周动脉疾病等合并症<sup>4,6</sup>。这些因素中的许多因素都会造成糖尿病足溃疡的初期发展。其他促成溃疡发展的因素包括体质指数较高、足畸形、男性、长期糖尿病、高龄和足部自我护理习惯不良<sup>7</sup>。

糖尿病足溃疡患者中，感染率超过50%<sup>8</sup>。感染过程包括微生物侵入、身体对侵入的炎症反应、组织降解和破坏<sup>9</sup>。造成糖尿病足溃疡患者发生感染的因素包括伤口至少30日未愈合、深部伤口、创伤性伤口以及伤口合并外周动脉疾病<sup>8,9</sup>。

另外，如果糖尿病足溃疡受到感染，则可能进展为坏疽<sup>10</sup>。糖尿病足坏疽是糖尿病足病的最终阶段，通常合并有其他器官的神经和血管病变<sup>2</sup>。感染可能包括骨髓炎、蜂窝织炎、脓肿、筋膜炎或化脓性关节炎<sup>11</sup>。这些感染可能由真菌和细菌导致，如葡萄球菌、变形菌、绿脓杆菌、链球菌和大肠菌群<sup>10</sup>。

### Ai-hua Chen

ET, RN, BScN

中国浙江省温州市温州医科大学附属第二医院，温州造口治疗护理教育项目主任

### Huiling Liu

ET, RN

中国山东省青岛市中国人民解放军海军第971医院

### Chunmei Zhang

RN, PhD

中国浙江省温州市温州医科大学附属第二医院及附属育英儿童医院护理部主任

### Ping Zou\*

RN, PhD

加拿大安大略省多伦多，尼皮辛大学护理学院副教授  
电邮: pingz@nipissingu.ca

\* 通信作者

图1. 伤口管理的初期阶段（2016年6月28日）。



由于感染和愈合时间缓慢，糖尿病足溃疡可能最终导致需要截肢；糖尿病足溃疡患者需要截肢的概率比非糖尿病对照组高10-20倍<sup>2,7</sup>。截肢可能导致其他并发症：糖尿病患者截肢后的5年存活率仅为30%<sup>4</sup>。一项研究发现，中度到重度感染的截肢率为46-78%左右<sup>8</sup>。

一般通过抗生素治疗、手术干预和伤口清创术控制感染<sup>8,11</sup>。与这些方法联合使用的其他辅助治疗包括负压伤口治疗（NPWT）和高压氧疗。因此，糖尿病足坏疽的综合治疗和局部管理对于降低糖尿病足病患者的截肢率、维持足部功能和活动、改善糖尿病足病患者的生活质量非常重要<sup>12</sup>。

NPWT是一种伤口管理形式，涉及在整个伤口表面施加负压，并通过密闭且经由管路连接至外部负压系统的敷料维持。这种方法能在愈合过程中将伤口边缘聚拢，这会促进肉芽组织形成、减少水肿，从而增加微循环，并通过负压吸引清除碎屑和渗出液<sup>13</sup>。这种疗法可以与其他方法联用，如滴注法，其输送受控制剂量的清洁液（如杀菌剂或抗生素），以治疗糖尿病足感染<sup>13,14</sup>。

在2016年5月，我院收治了一例Wagner IV级糖尿病足坏疽患者。本文将探索该患者的临床病史、患者评估和治疗。该患者治疗3个月后，伤口成功愈合，避免了足部截肢。

## 病例报告

### 临床病史和评估

患者为88岁男性，于2016年5月22日入院。他有烦渴和多尿症三年余。体检时，患者体温37.8℃，脉搏84次/分，血压160/90 mmHg。患者警觉、可定向。患者空腹血糖为11 mmol/L，血红蛋白水平110 g/L，白蛋白水平38.1 g/L，白细胞计数 $11 \times 10^9/L$ 。

右侧足背动脉脉搏微弱，右足前部呈黑紫色。患者右足第1和第2趾缺失，剩下的第3、4、5趾呈紫黑色并伴有坏死。仅部分组织与足底皮肤相连。伤口床100%由黄色组织覆盖，伤口部位存在大量灰色脓性恶臭渗液，表明存在重度感染。伤口边缘不规则，伴有水肿，皮肤温度高，呈紫黑色。患者右下肢皮肤温度高于左下肢。伤口归类为Wagner 4级。按10分为最

图2. 伤口管理的第2阶段（2016年7月5日）。



痛、0分为无痛的数值评定量表，将患者疼痛评分为10分量表中的8分。

患者入院诊断如下：II型糖尿病和糖尿病足坏疽伴感染；冠状动脉粥样硬化性心脏病伴不稳定型心绞痛，2年前发作慢性非ST段抬高型心肌梗死事件，心律不齐和阵发性房颤第三阶段；高血压3级（高危）；脑梗死后遗症；以及双下肢动脉斑块形成。医生建议足部截肢，但患者拒绝。

2016年6月，患者转诊到一名肠造口（ET）护士处进行足部治疗和伤口护理。患者右股动脉狭窄（90%），腘动脉和胫后动脉狭窄（61%、80%）。右下肢动脉支架已植入5个月，因此术后有正向的动脉血流。经综合评估后，ET护士没有发现患者存在NPWT的禁忌症。这是该大型医院第一例应用灌注联合NPWT（INPWT）治疗糖尿病足溃疡的病例。影响患者伤口愈合的因素包括高龄及伴有多种合并症，如糖尿病、心血管疾病、营养不良、长期慢性疾病和精神健康不良。

### 全身治疗

如上所述，治疗过程包括防止感染扩散和积极治疗原发疾病，如控制血糖和血压，改善微循环和营养状态。

伤口愈合率的目标是每周0.2 cm，但是当伤口细菌计数等于或超过 $10^6/mm^2$ 时，预期愈合速度将降低到0.055 cm/周。细菌感染越严重，预期伤口愈合速度越低<sup>3</sup>。因此，进行局部伤口管理时，必须实施全身感染控制措施。给予患者哌拉西林钠静脉注射，每8小时一次，每次2.5 g。伤口细菌培养显示金黄色葡萄球菌和绿脓杆菌生长，说明需要氧氟沙星；因此，静脉注射0.4 g左氧氟沙星氯化钠注射液，每日一次，持续1周。患者体温正常，病情稳定。

图3. 伤口管理的第3阶段（2016年7月8日）。



图4. 伤口管理的第9阶段（2016年8月12日）。



图5. 伤口管理的第12阶段（2016年8月23日）。



为控制血糖，给予口服磷酸西格列汀片，剂量为100 mg，每日一次。还给予患者口服阿卡波糖（baicana），剂量为50 mg，一日3次，帮助将其空腹血糖控制在7 mmol/l，餐后血糖控制在10 mmol/l左右。

为降低血压，给予患者口服47.5 mg琥珀酸美托洛尔（倍他乐克），每日一次，口服50 mg单硝酸异山梨酯缓释胶囊（isole），每日一次，以及口服一片缬沙坦氨氯地平（5 mg氨氯地平和80 mg缬沙坦复合药），每12小时一次，将血压控制在130/80 mmHg。

患者每日3次口服240单位的抑肽酶（yi-open），以增强局部血液循环，促进伤口愈合。患者有贫血、低蛋白及其他营养缺乏，这影响了伤口愈合。为此，在控制血糖的前提下，通过副餐给予患者高蛋白和高维生素饮食。

### 伤口管理过程

为了管理伤口，清除无活性组织，防止感染扩散。同时去除坏死组织和微生物，防止内毒素吸收。为促进肉芽组织生长，同时切除患者坏死骨组织，封闭窦腔。去除焦痂，修复伤口边缘，促进上皮蔓延。修整伤口边缘，以保护肉芽和上皮组织。在伤口周围使用皮肤保湿剂，促进血液循环。

在伤口初期管理阶段（2016年6月28日），使用碘液为伤口消毒，使用氯化钠溶液冲洗伤口。取伤口组织培养，以指导抗生素疗法。通过手术清创去除衰老细胞，减少细菌负担。然后在伤口上进行INPWT。使用的灌注液为0.01%含碘生理盐

图6. 伤口管理的第15阶段（2016年9月27日）。



图7. 治疗时的初诊和治疗3个月后的比较。



治疗前

治疗3个月后

图8. 初诊3年后，伤口完全愈合（2019年5月）。



水（500 ml NaCl+10 ml 5%碘），灌注速度为每分钟20滴。负压维持在80-125 mmHg（图1）。

在伤口管理的第2阶段（7月5日），伤口床50%呈红肿，50%泛黄（图2）。伤口继续散发恶臭，伤口周围水肿，呈深色素沉着，边缘浸软。治疗包括继续清创和其他上述方法。还继续进行INPWT。

在伤口管理的第3阶段（7月8日），去除坏死骨组织后，在第1和第3趾分别发现3.5 cm和2.5 cm深的窦腔（图3）。伤口总大小为3×7.5 cm。为了治愈伤口，进行保守性清创，并冲洗窦腔及植入的海棉以确保冲洗液达到窦腔底部，不留死腔。治疗时持续进行INPWT。

约治疗6周后，在伤口管理的第9阶段（2016年8月12日），第1趾窦腔闭合（图4）。伤口床完全红肿。采用持续的保守性清创并使用NPWT进行伤口管理；但是停止灌注。

在伤口管理的第12阶段（2016年8月23日），伤口床继续呈完全红肿（图5）。伤口边缘浸软，伤口不再恶臭。采用保守性清创来去除坏死组织。停止进行NPWT，治疗转为湿性敷料。在敷料内层铺一层水胶体膜，促进上皮化，同时在外层铺上硅胶泡沫敷料，促进渗出液吸收。

在伤口管理的第3个月时，即第15阶段（2016年9月27日），第1、3趾经伤口护理管理后完全愈合（图6）。图7显示了初诊和治疗3个月后的伤口比较。图8显示了初诊约3年后，即2019年5月，伤口完全愈合。

## 预防

糖尿病足治愈后容易复发，并且可能在另一只足上复发。因此，预防非常重要。患者需要控制血糖和血压，戒烟，持续进行锻炼。另外，患者需要坚持每天对患足进行自我检查，进行适当的足部护理，穿上舒适的糖尿病鞋，定期整理足部卫生，每年去医院复查。如果出现任何问题，患者必须联系糖尿病足病医生进行检查和及早治疗。

## 讨论

本病例报告表明，INPWT联合其他促进伤口愈合的疗法可以用于治疗糖尿病足溃疡。治疗全过程持续3个月，花费27,500元人民币。伤口治疗成功后，避免了对患者健康和生活质量产生负面影响的足部截肢。另外，也避免了危及生命的感染和败血症。患者及其家属对治疗效果非常满意。

糖尿病足的伤口管理是一个临床挑战，它需要相互依赖的多种护理策略，以实现伤口愈合的最终目标。文献指出，糖尿病足溃疡的治疗耗时长、花费昂贵，并且治愈率低<sup>12</sup>。但是，本病例研究为不断增长的知识体系贡献了新的一页，即利用INPWT和辅助疗法可治愈晚期糖尿病足溃疡。

本病例中，INPWT、管理患者合并症以及良好的营养在成功治愈伤口中发挥了重要作用。INPWT使用水浴疗法结合封闭吸引。INPWT的主要原则是用清洁液对感染的伤口进行水浴，以溶解液化坏死组织或细菌、炎症介质和脓性分泌物等碎屑。然后可通过吸引装置清除伤口床中的碎屑。经使用充分的灌注液后，有效降低了有害细胞碎屑和代谢副产品的浓度，从而有效清除伤口表面的有害物质。

此外，彻底引流伤口分泌物减少了伤口负担，促进局部血液循环，加快肉芽组织生长<sup>15</sup>。引流非常重要，因为细菌副产物（如在定植过程中的细胞代谢产生的内毒素和金属蛋白酶）可干扰多个阶段的伤口愈合。干扰方式包括增加代谢需求、不良的副循环变化等，并可能触发炎症发应。INPWT可以对细胞产生机械应力，清除间质液，刺激新细胞增殖。同时，灌注液增强了这些效果，或带来了抗菌特性<sup>16</sup>。

对本例患者伤口的成功治愈与其他关于INPWT的研究结果一致。Gabriel等人<sup>16</sup>发现，滴注灌注液联合NPWT可以通过自溶清创过程、防止糖萼形成、机械清创以及提高伤口渗出液粘性，更便于通过INPWT系统清除等方式增强伤口愈合。另外，Zelen及其同事<sup>14</sup>发现，INPWT可促进伤口的上皮化和肉芽组织生长，从而有效闭合糖尿病神经病变导致的大、小伤口。

本例患者为具有较高复杂度的病例，其除了重度伤口感染外，还有多种合并症。因此，除了管理患者的局部伤口，还重点进行了全身治疗，如控制血糖，降低血压，改善微循环及确保更佳的营养状态。这些策略符合《2011版糖尿病足管理和预防实践指南》<sup>17</sup>，其中指出了适当的营养状态和维持血糖低于8 mmol/L的重要性。

另一项研究也强调了良好的营养状态对于避免糖尿病足溃疡患者截肢的重要性。他们的发现说明了营养状态对于保全下肢的重要意义。关于不良营养状态影响伤口愈合这一点，已经提出了多种机制。营养物会流失在伤口渗出液中，合并症可能会影响营养吸收，而由于伤口愈合产物的代谢要求，如胶原形成和纤维细胞增殖等，这些是重点担忧的问题<sup>18</sup>。因此，如果缺乏营养，伤口愈合可能会延迟，或可能会发生

溃疡的严重恶化，最终导致需要截肢。本例患者通过综合治疗，伤口成功愈合，避免了截肢。大量研究证明，截肢将大幅降低生活质量，因此避免截肢对于患者非常重要<sup>19</sup>。

## 利益冲突

作者声明没有利益冲突。患者同意将照片用于本文中。

## 资助

作者未因该项研究收到任何资助。

## 参考文献

1. Chen L, Magliano DJ, Zimmet PZ. The worldwide epidemiology of type 2 diabetes mellitus: present and future perspectives. *Nature Rev Endocrinol* 2012;8(4):228.
2. World Health Organization. Global report on diabetes. WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland: World Health Organization; 2016.
3. Xiao-bing F. The treatment of diabetic foot and management of its related chronic refractory wounds. People's Military Medical Publishing Press; 2013.
4. Armstrong DG, Boulton AJ, Bus SA. Diabetic foot ulcers and their recurrence. *N Engl J Med* 2017;376(24):2367–75.
5. Zhang P, Lu J, Jing Y, Tang S, Zhu D, Bi Y. Global epidemiology of diabetic foot ulceration: a systematic review and meta-analysis. *Annals Med* 2017;49(2):106–16.
6. Baltzis D, Eleftheriadou I, Veves A. Pathogenesis and treatment of impaired wound healing in diabetes mellitus: new insights. *Adv Ther* 2014;31(8):817–36.
7. Yazdanpanah L, Nasiri M, Adarvishi S. Literature review on the management of diabetic foot ulcer. *World J Diabetes* 2015;6(1):37.
8. Hobizal KB, Wukich DK. Diabetic foot infections: current concept review. *Diabetic Foot Ankle* 2012;3(1):18409.
9. Lipsky BA, Aragón - Sánchez J, Diggle M, Embil J, Kono S, Lavery L, et al. IWGDF guidance on the diagnosis and management of foot infections in persons with diabetes. *Diabetes/Metab Res Rev*;2016;32:45–74.
10. Noor S, Zubair M, Ahmad J. Diabetic foot ulcer: a review on pathophysiology, classification and microbial etiology. *Diabetes Metabo Synd: Clin Res Rev* 2015;9(3):192–9.
11. Barshes NR, Sigireddi M, Wrobel JS, Mahankali A, Robbins JM, Kougiaris P, et al. The system of care for the diabetic foot: objectives, outcomes, and opportunities. *Diabetic Foot Ankle* 2013;4(1):21847.
12. Qiu X, Zhao W, Du X. Clinical analysis of 56 cases of diabetic foot gangrene treatment. *J North China Uni (natural science edition)* 2011;18(4):506–7.
13. Back DA, Scheuermann - Poley C, Willy C. Recommendations on negative pressure wound therapy with instillation and antimicrobial solutions: when, where and how to use: what does the evidence show? *Int Wound J* 2013;10(s1):32–42.
14. Zelen CM, Stover B, Nielson D, Cunningham M. A prospective study of negative pressure wound therapy with integrated irrigation for the treatment of diabetic foot ulcers. *Eplasty* 2011;11.
15. Chou TH. The application of "TIME" principle in the preparation of wound beds. *J Chin Nurs* 2013;48(9):855–7.
16. Gabriel A, Shores J, Heinrich C, Baqai W, Kalina S, Sogioka N, et al. Negative pressure wound therapy with instillation: a pilot study describing a new method for treating infected wounds. *Int Wound J* 2008;5(3):399–413.
17. Bakker K, Apelqvist J, Schaper NC, Board IWGotDFE. Practical guidelines on the management and prevention of the diabetic foot 2011. *Diabetes/Metab Res Rev* 2012;28:225–31.
18. Gau B-R, Chen H-Y, Hung S-Y, Yang H-M, Yeh J-T, Huang C-H, et al. The impact of nutritional status on treatment outcomes of patients with limb-threatening diabetic foot ulcers. *J Diabetes Complications* 2016;30(1):138–42.
19. Laiteerapong N, Karter AJ, Liu JY, Moffet HH, Sudore R, Schillinger D, et al. Correlates of quality-of-life in older adults with diabetes: The Diabetes & Aging Study. *Diabetes Care* 2011;DC\_102424.