

# 创伤负压治疗技术治疗糖尿病足溃疡的研究进展

韦洁明, 颜晓东

基金项目: 广西医疗卫生重点科研课题(编号:重200811)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院内分泌科, 糖尿病足病治疗中心

作者简介: 韦洁明(1992-), 女, 医学硕士, 住院医师, 研究方向: 内分泌代谢疾病的诊治。E-mail: 540212636@qq.com

通讯作者: 颜晓东(1960-), 男, 医学硕士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 内分泌代谢疾病的诊治。E-mail: xiaodong930111@163.com



颜晓东, 主任医师, 硕士研究生导师, 广西壮族自治区人民医院内分泌代谢科主任, 老年病研究所副所长, 糖尿病足病治疗中心主任。中华医学会骨质疏松与骨矿盐疾病分会委员, 中华医学会糖尿病分会糖尿病足与外周血管病学组委员, 中国医师协会内分泌代谢病医师分会委员, 广西医学会骨质疏松与骨矿盐疾病分会主任委员、糖尿病分会副主任委员、老年医学分会副主任委员、内分泌分会常委。近年来主持和参与国家级科研课题一项, 省级科研课题7项, 广西卫计委重点科研课题2项。获得省级科技进步三等奖一项, 广西卫生适宜技术推广二等奖一项, 发表论文50多篇, 合著出版专著4部。

**[摘要]** 糖尿病足是导致我国糖尿病患者致残、致死的严重慢性并发症之一, 不仅给患者带来沉重的心理负担, 还造成沉重的家庭及社会负担。创伤负压治疗(negative pressure wound therapy, NPWT)技术是近年来用于治疗各类急、慢性创面的疗法, 在糖尿病足溃疡的治疗方面取得了良好的效果。NPWT包括负压辅助闭合(vacuum assisted closure, VAC)和负压封闭引流(vacuum sealing drainage, VSD)两种模式。该文概述NPWT发展沿革、促进伤口愈合的作用机制, 比较了VAC和VSD两种负压封闭技术的原理和作用差异。

**[关键词]** 糖尿病足溃疡; 创伤负压治疗; 负压辅助闭合; 负压封闭引流

**[中图分类号]** R 587.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2019)12-1263-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2019.12.02

**Advances in treatment of diabetic foot ulcers by negative pressure wound therapy** WEI Jie-ming, YAN Xiaodong. Department of Endocrinology, Treatment Center of Diabetic Foot Disease, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

**[Abstract]** Diabetic foot is one of the serious chronic complications leading to disability and death of diabetic patients in China, which not only brings heavy psychological burden to the patients, but also causes heavy family and social burdens. Negative pressure wound therapy(NPWT) is used in recent years for the treatment of various acute and chronic wounds, and has achieved good results in the treatment of diabetic foot ulcers. NPWT includes two modes: vacuum assisted closure(VAC) and vacuum sealing drainage(VSD). This paper summarizes the development of NPWT and the mechanism of promoting wound healing, and compares the principles and functions of VAC and VSD.

**[Key words]** Diabetic foot ulcers; Negative pressure wound therapy(NPWT); Vacuum assisted closure(VAC); Vacuum sealing drainage(VSD)

近年来,我国糖尿病及糖尿病足溃疡的发病率呈现逐年升高的趋势<sup>[1]</sup>。糖尿病足溃疡是指在下肢血管病变及远端周围神经病变基础上,由于各种原因

导致的皮肤破损使足部发生感染、溃烂、化脓和(或)深层组织受到破坏<sup>[2,3]</sup>。其在糖尿病人群中的发病率高,有文献报道大约85%的糖尿病患者发生截肢

或截趾是由于糖尿病足溃疡引起的<sup>[4]</sup>。由于糖尿病足溃疡而导致患者截肢致残,给患者带来了沉重的心理和经济负担。近年来,创伤负压治疗(negative pressure wound therapy, NPWT)技术在治疗糖尿病足病方面取得了良好的效果。采用 NPWT 技术不仅可以减轻水肿,减少创面感染,还能增加创面血液灌注,加快创面愈合,从而缩短患者的住院时间,减少更换敷料的次数,减轻患者的经济负担,减轻护理工作量<sup>[5]</sup>。本文就 NPWT 国内外的沿革、设备、原理及临床应用作一综述。

## 1 NPWT 的沿革

20 世纪 80 年代,Chariker 和 Jeter 共同研发出一套用于创面治疗的负压吸引设备:将引流管用纱布包裹好,放进清创处理后的创面内,然后用透明的贴膜将创面封闭,将引流管和负压装置连接并进行引流。经过对肠痿患者的临床研究发现,封闭负压伤口引流技术对腹部外伤后合并肠痿的治疗有效<sup>[6]</sup>。1986 年, Kostiuchenok 等<sup>[7]</sup>研究发现,运用外科局部清创联合负压引流技术来治疗感染的伤口,能够显著减少创面内的细菌数量,促进创面更快愈合。1991 年, Davydov 研究了化脓性伤口的几种治疗方法之间的区别,并与单纯外科清创术进行比较,认为负压引流治疗可以降低感染发生率<sup>[8]</sup>。1993 年德国医生 Fleischmann 等<sup>[9]</sup>改进技术,将带有多侧孔引流管的特殊敷料覆盖于创面,通过负压吸引装置引流创面渗液及坏死组织,在治疗四肢软组织感染方面取得了显著的效果。裘华德和王彦峰<sup>[10]</sup>于 1994 年率先从国外引进、改良负压引流技术,并将其应用于患有急、慢性创面的外科患者,取得了良好的治疗效果。Argenta 等<sup>[11,12]</sup>研究了封闭式负压引流装置在创面愈合上的有效性,通过动物模型将负压引流疗法与传统的盐水纱布换药方法进行比较,探讨负压封闭引流的机制,研究结果显示,负压引流技术在加快表皮细胞增殖、改善创面血流、减少创面内细菌等方面明显优于对照组。2004 年, Mikel Gray 发现在促进慢性创面的愈合方面,负压引流技术比盐水纱布换药方法有显著优势<sup>[8]</sup>。近年来,负压引流技术逐渐应用于临床且取得良好的疗效。

## 2 NPWT 促进创伤愈合的原理

NPWT 技术在国内得到推广,应用于急、慢性创面并取得满意的疗效,其作用机制引起国内外专家的关注。现笔者结合 NPWT 特点对其作用机制进行概括总结。(1)保持创面湿润、稳定创面环境。NPWT 的两种模式[负压辅助闭合(vacuum assisted closure, VAC)和负压封闭引流(vacuum sealing drainage,

VSD)]使用生物半透膜封闭创面,营造一个密闭的负压环境,使创面与外部隔绝,能够产生有效、带有微小空隙的真空<sup>[13]</sup>,可以避免水分丢失,限制气体交换,从而维持创面湿润,且能够在创面形成电解质及胶体渗透压梯度,形成稳定的微环境,分解坏死组织、减轻疼痛<sup>[14]</sup>。(2)减轻创面水肿,抑制细菌生长。VAC 和 VSD 的负压封闭引流作用能将创面上的渗液、脓液和坏死失活组织及时引流出来,使血管和淋巴系统重新流通,有利于改善创面血液循环和减轻组织水肿,为肉芽组织生长恢复创造更好条件<sup>[15]</sup>。生物半透膜将创面形成一个密闭的空间,可以减少细菌存活、繁殖,避免出现交叉感染。因其更换敷料次数远远少于传统换药方法,可以减少细菌入侵的机会,同时抑制细菌生长。Weed 等<sup>[16]</sup>通过动物研究发现,使用负压引流技术治疗后能显著减少创面内细菌,尤其是革兰阴性菌的数量。(3)改善创面血液灌注,促进创面愈合。创面组织血液灌注不足或血运障碍不利于创面愈合。良好的血液循环、充足的血流量能运输创面愈合所必需的相关营养物质和氧分子。VAC 的正负压变换模式能扩张微血管,加速微循环间营养物质交换过程,并可显著提高创面局部血流速度,同时增加创面血流量,改善血液循环。这是由于在持续负压变换为正压时,创面周围收缩的血管重新开放并且血流速度加速。Lindstedt 等<sup>[17]</sup>通过对猪的创面治疗研究发现,负压引流技术可以增加创面数厘米距离的毛细血管的血流量,促使局部氧分压增加,加快肉芽组织生长,从而促进创面更快愈合。(4)促进细胞增殖、新生血管形成及创面组织修复。负压引流技术可对创面产生机械牵引力,这种力的作用可以促进组织细胞增殖、血管生成,减轻创面水肿,修复受损组织进而加速创面愈合<sup>[18,19]</sup>。Saxena 等<sup>[20]</sup>报道认为,机械应力通过牵拉细胞膜和细胞骨架,将信号传入细胞内,引起胞内信号分子如钙离子、蛋白激酶 C 等的释放,细胞核指导细胞合成、分泌有利于创面愈合相关的细胞因子,最终促进表皮生长因子(epidermal growth factor, EGF)、血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)、碱性成纤维细胞生长因子(basic fibroblast growth factor, bFGF)等生长因子增殖及蛋白产物合成。

## 3 VSD 与 VAC 设备、原理、作用的区别

NPWT 包括 VSD 和 VAC 两种模式,事实上两者设置的压力值及吸引方式不同,故其作用机制及适应证也不尽相同<sup>[10]</sup>。

### 3.1 VSD 的设备、原理及作用

VSD 模式是指用

聚乙烯醇泡沫敷料包裹有多侧孔的引流管,覆盖并填充创面,再用生物半透膜封闭创面,将引流管与负压源(通常是中心负压)接通,负压传递到泡沫敷料上,确保负压均匀分布于表面。由于泡沫敷料的张力强,富有弹性,有高度的塑形性,且柔软、多孔,负压可被传递到被引流区域里的每一处,达到一个高效的引流效果<sup>[21,22]</sup>。此项技术不仅可以封闭创面,与外界环境隔绝,防止外界污染和交叉感染,同时保持负压持续存在,可以及时、彻底地吸走创面渗液和脱落的坏死组织。在吸走创面渗液的过程中,其中阻碍创面愈合的炎症介质、金属蛋白酶等也被一起清除<sup>[23]</sup>,从而较好地保护新生组织,抑制细菌生长,形成稳定的微环境。当存在的腔隙较大时,也可因负压产生的机械牵引力而加速缩小创面腔隙。VSD使用的负压较大,压力维持在 $-125 \sim -450$  mmHg ( $-0.017 \sim -0.060$  MPa)之间<sup>[24-26]</sup>;常采用病房中心负压吸引,24 h持续引流;每个疗程需7~10 d;其引流特点体现在高效、全方位和被引流区域“零积聚”,可以有效地将渗液、坏死组织引流出去,使溃疡腔隙更快缩小、闭合。VSD主要用于较深的创面和体腔引流<sup>[27]</sup>。

**3.2 VAC的设备、原理及作用** VAC模式对创面的封闭和引流过程与VSD相同,不同的是引流管连接的负压源是具有可控的智能化的负压泵。VAC采用低负压间歇引流,这样可以激活伤口内细胞活性,提高创面局部血流量,促进成纤维细胞的生长,减少细菌数量,间断式吸引能提供更明显的机械性伸张作用,从而促进创面愈合。国外学者通常称之为VAC装置或VAC系统<sup>[28-30]</sup>。VAC采用负压范围一般为 $-50 \sim -200$  mmHg( $1$  mmHg =  $0.133$  kPa)<sup>[28,31]</sup>。根据创面深度、大小等不同,可对压力进行微调,一般较低负压 $-50 \sim -70$  mmHg适用于浅表性溃疡, $-150$  mmHg的较高负压适用于深部并有大量渗液创面,特别适用于有窦道、潜行的伤口<sup>[29]</sup>。一项关于负压值的临床研究显示, $-80$  mmHg和 $-125$  mmHg的负压在促进创面愈合上的作用相当,但压力值为 $-80$  mmHg时能显著缓解患者的主观疼痛感<sup>[32]</sup>。国内外很多报道提示,VAC主要用于治疗体表创面,其在治疗糖尿病足溃疡、四肢软组织挫裂伤、下肢静脉溃疡、深度压疮等方面都有积极作用<sup>[31,33-35]</sup>。

#### 4 结语

NPWT作为一种急、慢性创面治疗的有效技术,广泛应用于治疗糖尿病足溃疡是切实可行的。NPWT技术具有加快患者创面肉芽组织生长、缩短创面愈

合时间、提高治疗有效率、降低致残率等优点,减少了患者的治疗费用,极大地缓解了患者的痛苦和减少了临床工作量,是治疗糖尿病足溃疡的有效方法之一。可以预计该项技术在创面的治疗中会得到迅速推广。VSD和VAC两者的压力设置及吸引方式不同,VSD为高负压持续引流,VAC为低负压间歇引流,所以两者对各种创面的治疗效果也略有不同。目前国内很多文献在应用NPWT治疗时仍未明确区分VSD和VAC,笔者认为有必要根据不同创面选择合适的负压治疗模式,通过加强临床研究不断完善并细化VSD和VAC的适应证及禁忌证,进而探索更加合理的使用策略和方案。在糖尿病足难愈性溃疡的治疗方法中,有更多的证据支持VAC模式有更大的优势,因为周围血管病变和组织微循环障碍在糖尿病足溃疡发病和修复中产生重要病理生理作用。

#### 参考文献

- 廖尚上. 浅谈几种糖尿病足分级方法在临床应用中的优缺点[J]. 中外健康文摘, 2013, (11): 420-421.
- 龚磊, 黎涛, 杨月莲, 等. 前列地尔联合VSD负压吸引治疗糖尿病足溃疡疗效分析[J]. 中国临床新医学, 2017, 10(12): 1196-1198.
- 杨群英, 薛耀明, 曹瑛, 等. 糖尿病足溃疡的临床特点及危险因素分析[J]. 中国糖尿病杂志, 2012, 20(3): 189-191.
- Apelqvist J, Bakker K, van Houtum WH, et al. International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot. International Working Group on the Diabetic Foot [J]. Diabetes Metab Res Rev, 2000, 16 Suppl 1: S84-S92.
- Ubbink DT, Westerbos SJ, Nelson EA, et al. A systematic review of topical negative pressure therapy for acute and chronic wounds [J]. Br J Surg, 2008, 95(6): 685-692.
- 侯勇, 冯伯志, 穆永杰, 等. 封闭式负压引流治疗糖尿病足溃疡23例分析[J]. 中国基层医药, 2010, 17(17): 2427-2428.
- Kostiuchenok BM, Kolker II, Karlov VA, et al. Vacuum treatment in the surgical management of suppurative wounds [J]. Vestn Khir Im I I Grek, 1986, 137(9): 18-21.
- 周业平. 应用负压治疗伤口的临床实践及进展 [J/OL]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2009, 4(1): 10-12.
- Fleischmann W, Strecker W, Bombelli M, et al. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures [J]. Unfallchirurg, 1993, 96(9): 488-492.
- 裘华德, 王彦峰. 负压封闭引流技术介绍 [J]. 中国实用外科杂志, 1998, 18(4): 233-234.
- Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience [J]. Ann Plast Surg, 1997, 38(6): 563-576.
- Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, et al. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation [J]. Ann Plast Surg, 1997, 38(6): 553-562.

- 13 A N, Khan WS, J P. The evidence-based principles of negative pressure wound therapy in trauma & orthopedics[J]. *Open Orthop J*, 2014, 8:168 - 177.
- 14 Orgill DP, Manders EK, Sumpio BE, et al. The mechanisms of action of vacuum assisted closure: more to learn[J]. *Surgery*, 2009, 146(1): 40 - 51.
- 15 李鹏杰, 郭丽丽, 刘林蟠, 等. 辅以负压封闭引流处理面部软组织损伤的临床效果观察[J]. *中国美容医学*, 2016, 25(5): 25 - 27.
- 16 Weed T, Ratliff C, Drake DB. Quantifying bacterial bioburden during negative pressure wound therapy: does the wound VAC enhance bacterial clearance? [J]. *Ann Plast Surg*, 2004, 52(3): 276 - 279.
- 17 Lindstedt S, Malmjö M, Ingemansson R. Blood flow changes in normal and ischemic myocardium during topically applied negative pressure[J]. *Ann Thorac Surg*, 2007, 84(2): 568 - 573.
- 18 Fleischmann W, Strecker W, Bombelli M, et al. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures[J]. *Unfallchirurg*, 1993, 96(9): 488 - 492.
- 19 陈少全, 陈木龙, 王 烈. 封闭式负压引流的基础研究与临床应用[J]. *临床外科杂志*, 2008, 16(7): 495 - 497.
- 20 Saxena V, Hwang CW, Huang S, et al. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 114(5): 1086 - 1096.
- 21 覃佩红, 农新盛, 文香兰, 等. 负压封闭引流技术在难治性褥疮中的应用及护理[J]. *中国临床新医学*, 2013, 6(2): 165 - 167.
- 22 刘三凤, 刘志豪, 戴志波. 负压封闭引流技术(VSD)对各种复杂创面修复的临床研究[J]. *当代医学*, 2009, 15(6): 66 - 68.
- 23 Vidrine DM, Kaler S, Rosenthal EL. A comparison of negative-pressure dressings versus Bolster and splinting of the radial forearm donor site[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2005, 133(3): 403 - 406.
- 24 牟 斌, 王成刚, 李宗瑜, 等. 持续负压封闭引流在深度难愈创面上的应用与探讨[J]. *创伤外科杂志*, 2010, 12(4): 371.
- 25 黄云英, 韦建勋, 孙 可. 应用封闭负压引流技术植皮治疗四肢大面积皮肤缺损的护理观察[J]. *护理研究*, 2010, 24(18): 1647 - 1648.
- 26 邓 波, 何义平. 负压封闭引流技术在植皮术中应用的护理观察[J]. *护理研究*, 2004, 18(22): 2021 - 2022.
- 27 裘华德, 王彦峰, 陶世明. 重症急性胰腺炎治疗中的负压封闭引流[J]. *肝胆外科杂志*, 2003, 11(1): 10 - 12.
- 28 Whelan C, Stewart J, Schwartz BF. Mechanics of wound healing and importance of Vacuum Assisted Closure in urology[J]. *J Urol*, 2005, 173(5): 1463 - 1470.
- 29 Venturi ML, Attinger CE, Mesbahi AN, et al. Mechanisms and clinical applications of the vacuum-assisted closure (VAC) Device: a review[J]. *Am J Clin Dermatol*, 2005, 6(3): 185 - 194.
- 30 Marathe US, Sniezek JC. Use of the vacuum-assisted closure device in enhancing closure of a massive skull defect[J]. *Laryngoscope*, 2004, 114(6): 961 - 964.
- 31 Armstrong DG, Lavery LA, Diabetic Foot Study Consortium. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2005, 366(9498): 1704 - 1710.
- 32 Banwell PE. Topical negative pressure therapy in wound care[J]. *J Wound Care*, 1999, 8(2): 79 - 84.
- 33 Eneroth M, van Houtum WH. The value of debridement and Vacuum-Assisted Closure (V. A. C.) Therapy in diabetic foot ulcers [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2008, 24 Suppl 1: S76 - S80.
- 34 Petkar KS, Dhanraj P, Kingsly PM, et al. A prospective randomized controlled trial comparing negative pressure dressing and conventional dressing methods on split-thickness skin grafts in burned patients[J]. *Burns*, 2011, 37(6): 925 - 929.
- 35 Mooney JF 3rd, Argenta LC, Marks MW, et al. Treatment of soft tissue defects in pediatric patients using the V. A. C. system[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2000, (376): 26 - 31.

[收稿日期 2019 - 11 - 01][本文编辑 吕文娟 余 军]