

DOI: 10.14188/j.1671-8852.2025.0240

文章编号 1671-8852(2026)05-0648-05

负压封闭引流技术在超时限缺血保肢治疗 创面处理中的应用

迪丽胡玛尔·阿布力米提 陶圣祥 袁莹 李宗焕 柳辉 简超 陈熹
武汉大学中南医院创伤与显微骨科 湖北 武汉 430071

摘要 目的:探讨负压封闭引流(VSD)技术处理超时限缺血创面的效果。方法:回顾性分析 2020 年 6 月—2024 年 6 月期间诊治的 53 例肢体离断或挤压伤合并超时限肢体缺血的患者。在患者入院后进行常规体格检查,初步判断患者是否存在肢体缺血情况,必要时可进行肢体动脉造影或 CT 血管成像来确诊,明确肢体缺血后立即行急诊手术。创面处理分别采用 VSD 技术(VSD 组,31 例)和常规换药治疗(对照组,22 例);观察和比较二者疗效,如植皮成活率、截肢率等。结果:53 例患肢术后随访 6~18 个月,平均 12 个月,无死亡或中途退出病例。VSD 组肢体创面首次植皮存活率为 86(82,89)%[中位数(四分位数间距)],住院时间为 49.0(42.0,54.0) d,分别优于常规换药组的肢体创面首次植皮存活率[65(55,75)%, $P<0.05$]和住院时间[61.5(56.0,68.0) d, $P<0.05$]。结论:对肢体超时限缺血患者,创面的处理 VSD 较传统换药有更好的效果。

关键词 超时限肢体缺血;保肢;负压封闭引流

中图分类号 R687.2

文献标志码 A

Application of vacuum sealing drainage in wound management for limb salvage therapy for prolonged limb ischemia

Dilihumaer·ABULIMITI, TAO Shengxiang, YUAN Ying, LI Zonghuan, LIU Hui,
JIAN Chao, CHEN Xi

Department of Orthopedics Trauma and Microsurgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan
430071, Hubei, China

Abstract

Objective: To explore the effectiveness of vacuum sealing drainage (VSD) for prolonged limb ischemia during limb salvage therapy. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 53 patients with limb amputation or crush injuries combined with prolonged limb ischemia treated from June 2020 to June 2024. Upon admission, routine physical examinations were performed to preliminarily assess limb ischemia. If necessary, limb arteriography or CT angiography was used for confirmation. Once limb ischemia was confirmed, emergency surgery was performed immediately. The wound management adopted VSD technology (VSD group, 31 cases) or conventional dressing changes (control group, 22 cases). The therapeutic effects of the two methods were observed and compared, including the proportion of viable skin graft area, amputation rate, etc. **Results:** The 53 affected limbs were followed up for 6-18 months after surgery, with an average of 12 months, with no deaths or dropouts.

课题来源:武汉大学中南医院转化医学及交叉学科研究联合基金项目(编号:ZNJC202310)。

作者简介:迪丽胡玛尔·阿布力米提,女,1999—,医学硕士生,主要从事骨与软组织缺损再生修复的组织工程研究,E-mail: 2018305231049@whu.edu.cn。

通信作者:陶圣祥,E-mail: ZN-taoshengxiang@163.com;袁莹,E-mail: 2011302180067@whu.edu.cn。

The VSD group showed significantly higher initial skin graft survival rates (86 (82, 89)%, median (interquartile range)) and shorter length of hospital stay (49.0 (42.0, 54.0) days) as compared with the control group (65 (55, 75)%, $P<0.05$; 61.5 (56.0, 68.0) days, $P<0.05$; respectively).

Conclusion: For patients with prolonged limb ischemia, VSD provides a better effect than conventional dressing changes in the wound management.

Key Words Prolonged Limb Ischemia; Limb Salvage; Vacuum Sealing Drainage

肢体严重创伤往往合并主要血管损伤,导致肢体缺血,对患肢成活及患者生命安全构成严重威胁。肢体缺血时间是保肢成功与否的一个重要因素,目前多数观点认为,应该在主要血管损伤发生后8 h内恢复血管再通^[1]。但是,由于伤后就诊晚或诊断延误,以及高能量钝性损伤血管慢性栓塞起病隐匿等原因,一部分患者从发生肢体缺血到接受治疗时往往已经超过了8 h,这类患者的肢体处于超时限缺血状态。由于坏死组织、有毒物质的蓄积^[2],这类患者的保肢成活率和生命安全均面临巨大挑战。肢体超时限缺血创面是指由于血液供应中断超过一定时间,导致组织缺血、缺氧,进而引发坏死和感染的创面,其特点为:组织坏死,缺血时间过长会导致肌肉、皮肤等组织坏死,表现为颜色变暗、质地变硬、感觉丧失;感染风险高,缺血组织易受细菌感染,严重时可引发全身性感染;疼痛,缺血和坏死组织常伴有剧烈疼痛;功能障碍,受累肢体可能出现运动或感觉功能障碍;全身反应,严重缺血可能引发全身炎症反应综合征(SIRS)或多器官功能障碍综合征(MODS)。而处理方式包括:先进行紧急评估,迅速评估缺血程度、时间及范围,确定治疗方案;之后迅速恢复血供,通过手术(如血管重建、取栓术)或药物(如抗凝、溶栓)尽快恢复血流;再进行清创,彻底清除坏死组织,减少感染风险;术后予以抗感染、支持治疗,使用广谱抗生素预防或治疗感染,必要时根据培养结果调整用药,同时补液、纠正电解质紊乱、营养支持等;进行早期康复措施,血供恢复后,进行功能锻炼和康复治疗,促进功能恢复。

负压封闭引流技术(vacuum sealing drainage, VSD)是一种临床常用的创面治疗技术,能够清除创面细菌及坏死物质,具有局部抗感染、促进组织修复等作用^[3]。然而,VSD在超时限缺血肢体保肢治疗中的应用鲜有临床报道。本研究回顾性分析了VSD应用于肢体离断伤或碾压伤伴肢体超时限缺血(>8 h)的53名患者,通过对比分析,探究其临床疗效和作用,现将相关报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2020年6月—2024年6月武汉大学中南医院收治的肢体离断伤或挤压伤伴肢体超时限缺血(>8 h)患者。纳入标准:①年龄18~70岁;②患肢因离断或挤压缺血时限超8 h,前期未接受其他有效治疗;③未有其他精神疾病;④术后采用了VSD覆盖或者传统换药技术。排除标准:①资料不全或随访丢失;②既往合并严重心、肺、肝、肾等基础疾病;③无意愿再继续接受手术;④治疗中途退出。患者分组:按患肢是否应用VSD治疗分为对照组(常规治疗组)和VSD组(伦理批件号:2025099K),两组患者超时限肢体缺血时间总体无明显差异。

1.2 手术方法

1.2.1 常规治疗组 完善各项术前检查,排除手术禁忌证后,急诊对患肢进行一期清创,依据患者损伤位置行切口,依次切开皮肤、浅筋膜、深筋膜,注意保护好重要血管神经。清除所有坏死组织,但应避免过度清创造成组织缺损和血供的破坏,必要的组织(血管、神经、肌腱等)重建,对于血管缺损长 ≤ 2 cm患者,清除掉吻合口内血栓、修剪外膜后采用血管端端吻合;对于血管缺损长度 >2 cm患者,采用自体大隐静脉移植修复^[4]。如有骨折则行外固定装置固定,术中予以吸氧、监护等措施,必要时输血。一期清创完成重建后,适当缝合皮肤,可在软组织缺损创面深处及表面填塞凡士林纱布,外接引流瓶引流,用纱布和棉垫覆盖创面并用绷带固定后送入病房^[5-6]。

1.2.2 VSD组 在常规治疗基础上,采用VSD负压引流技术,根据创面分布情况去修剪和拼接泡沫材料,来保证泡沫材料与创面达到充分接触。将引流管插在材料中间或肌肉之间,在泡沫材料间连接处和材料与皮缘连接处可用线间断缝合、或用皮肤缝合器固定。用薄膜将泡沫材料、引流管和创面周围范围内的正常皮肤一起覆盖封闭,引流管连接负压吸引装置,负压调为 $-60\sim-40$ kPa。接好负压

装置后,若泡沫迅速塌陷,说明封闭良好,阻断负压源后,如泡沫不回弹证明封闭确实。如回弹,应查找漏洞处后再重新封闭。可多次更换泡沫材料和薄膜,直至创面达到允许闭合的条件^[7],简单外包扎后送入病房。

1.3 术后处理 所有患者术后均给予抗感染、补液、抗痉挛、抗凝、镇痛等治疗。常规治疗组:根据患者伤口情况,每 1~3 d 进行换药,观察伤口愈合、依据每日引流壶里液体量或依据棉垫渗湿程度估计渗血渗液量、皮肤坏死面积等情况,打开伤口后如有皮肤坏死则再次清创后予以纱布和棉垫包扎。VSD 组:覆盖时间为 5~7 d,定期拆除观察肢体存活情况及创面愈合情况,共进行 3~6 次 VSD 更换,每次拆除 VSD 后有部分皮肤坏死的病人,予以清除坏死皮肤组织后行 VSD 术。期间若出现漏气或阻塞情况,及时处理以保证持续负压状态。

1.4 观察指标及疗效评价 观察两组患者全身情况、创面情况、植皮成活率、患者术后截肢率、创面愈合时间及住院时长和产生的治疗费、手术次数。(1)全身情况:患者本身基础情况及其他肢体缺血损伤情况;(2)创面情况:受伤时患者创面大小及缺血时间等;(3)首次植皮存活率:为植皮成活面积占创面原始面积的百分比;(4)截肢率:截肢率以每组截肢的例数和纳入 VSD 组或传统换药组得到例数的比值;再植术后截肢的标准是再植手术后患者发生局部组织坏死严重,肢体剧烈疼痛无法缓解,皮肤温度明显降低,无法触及末梢动脉搏动,出现因局部组织坏死而致的全身症状等^[8];(5)创面愈合时间及住院时长:以术后覆盖 VSD 或常规敷料当日至创面完全愈合之日计算,创面愈合标准为以伤口边缘对合较好或伤口缺损不大,局部无感染、血肿或坏死组织,再生和修复过程迅速,伤口修复以纤维组织为主^[9],功能良好,再植肢体可在一定范围内活动;(6)治疗费:患者住院期间所产生的费用之和。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计分析,采用 Shapiro-Wilk 检验数据的正态性,非正态分布的数据采用中位数(四分位数间距) $[M(P_{25},P_{75})]$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验;正态分布的数据以均数±标准差表示,组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以例(构成比)表示,组间比较采用卡方检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 纳入 53 例肢体离断或挤压伤合并超时限肢体缺血的患者。其中常规治疗组:22 例(男 10 例,女 12 例),年龄 19.0~66.0(34.6 ± 13.29)岁。其中完全离断伤 12 例,不全离断伤 10 例;上肢 9 例,下肢 13 例。VSD 组:31 例(男 20 例,女 11 例),年龄 21.0~68.0(31.8 ± 10.15)岁。其中完全离断伤 21 例,不全离断伤 10 例,上肢 16 例,下肢 15 例。两组创面情况 $[82.5(67.0,95.0)\text{ cm}^2\text{ vs }77.0(65.0,88.0)\text{ cm}^2,P>0.05]$ 和缺血时间 $[9(8,10)\text{ h vs }9(8,10)\text{ h},P>0.05]$ 的差异无统计学意义。53 例患肢术后随访 6.00~18.00(12.00 ± 2.21)月,无死亡或中途退出病例。

2.2 治疗情况 两组术后疗效、治疗时间和治疗成本比较见表 1。VSD 组创面愈合时间和创面植皮存活率优于对照组,住院时长和总费用也少于对照组($P<0.05$)。此外,VSD 组截肢 3 例(9.7%),显著少于对照组 4 例(18.18%), $P<0.05$ 。

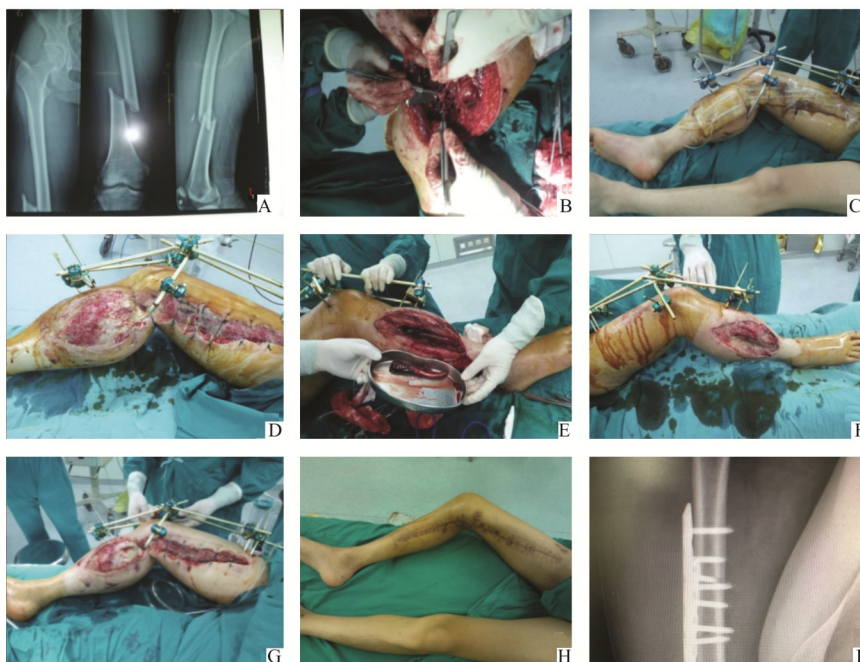
表 1 两组患者术后临床疗效及治疗成本比较 $[M(P_{25},P_{75})]$

变量	VSD 组($n=31$)	对照组($n=22$)	U	P
创面愈合时间/d	46(41,52)	58.5(54,67)	79.0	<0.05
植皮成活率/%	86(82,89)	65(55,75)	21.0	<0.05
住院时长/d	49.0(42.0,54.0)	61.5(56.0,68.0)	88.0	<0.05
总费用/万元	16.9(16.1,17.7)	18.8(17.8,21.0)	84.5	<0.05

2.3 典型病例 患者系因车祸伤致右股骨中下段骨折及挤压伤,因未早期干预,待转入我院后出现右下肢骨筋膜室综合征,导致右下肢缺血 $>8\text{ h}$ 。见图 1。

3 讨论

3.1 肢体离断或挤压伤伴肢体超时限缺血的疾病特点 肢体严重损伤绝大多数合并主要血管损伤,导致肢体缺血,对患肢成活及患者生命安全构成威胁。肢体缺血时间是保肢成功与否的一个重要因素^[4]。肢体离断伤缺血时间久,软组织也常严重破坏,甚至伴有开放性骨折。据报道,肢体的预后情况与环境温度、侧支循环的完善情况密切相关^[10],超时限缺血离断肢体在吻合血管后,患肢血供情况将明显异于正常肢体,血运较差、恢复较慢,直接植皮的存活率也较低。并且挤压或离断的创面常常会合并大量渗出和(或)重度污染、高能量损伤及大块软组织坏死,所以经常会导致保肢失败。



A. 术前X线提示下肢离断伤;B、C. 术中探查见股动脉断裂,右下肢行切开减压+VSD覆盖术;D、E. 术后1周,肌肉软组织崩解坏死,清创+更换VSD;F、G. 术后2周,肌肉软组织崩解坏死明显,继续行清创VSD术;H. 术后6个月,患者已可基本正常行走,膝、踝关节活动度逐步接近正常,髌关节活动度基本正常;I. 术后6个月,骨折对位线良好。

图1 1例下肢离断伤伴肢体超时限缺血

3.2 VSD 技术治疗肢体离断或挤压伤伴肢体超时限缺血的优势 针对肢体离断或挤压伤伴肢体超时限缺血的病人,过去临床常采用传统方法更换敷料,频繁换药加重病人的痛苦,此类病人病程长,甚至有时每天需多次换药,导致医生工作量大大增加。且频繁换药使伤口长时间、多次暴露在空气中可能增加感染风险。而采用封闭式负压引流处理创面,可将换敷料次数由每日1~2次降至每5~7 d 1次,减少了病人因频繁换药导致的痛苦,病程也可缩短大半。而负压引流使创面完全封闭,减少与空气接触的机会,大大减少了感染风险。

VSD负压敷料与伤口紧密贴合可显著减轻局部组织液渗出,改善创面微环境,减轻局部的炎症反应,加速创面的新鲜肉芽组织生长从而促进创面愈合;并且VSD负压引流本身提供的一次性负压吸引导管可在第一时间内将污染物、坏死组织排出体外,从而达到创面的抗感染作用,也可外接冲洗管冲洗伤口,既可以保持创面清洁也可以保证引流管通畅。在本文病例中,在患者创面情况与全身情况无明显差异下,提高了患者肢体植皮成活率和创面愈合时间的同时,降低截肢率,提高了患者的生存质量^[11]。并且比起传统换药,虽然VSD一次手术治疗费用较传统换药高,但由于VSD负压引流术由于治疗效果较好,可以明显减少患者的手术次数及换

药次数,在减少患者痛苦的同时使患者住院时长及费用明显降低。较传统换药组VSD组的平均住院时长减少将近10 d,费用平均减少2万元左右,减少了患者及家属的经济负担。

3.3 VSD 技术用于肢体离断或挤压伤伴肢体超时限缺血的创面治疗的基本机制 ①减轻肢体肿胀,防止筋膜室综合征、皮肤及软组织坏死,本研究在治疗过程中发现因坏死而清除的肌肉组织量显著低于常规治疗组;②促进坏死组织和有毒物质的排出,减轻全身症状和肝肾毒性;③封闭创面,防止或降低创面的感染率;④促进组织愈合,刺激血管生长、改善局部微循环,促进创面肉芽组织生长。VSD可能通过这些综合机制提高超时限缺血肢体的存活率、缩短住院时长及减轻经济负担。

3.4 VSD 技术在肢体离断或挤压伤伴肢体超时限缺血的创面治疗中的注意事项及原则 VSD应用时应避免环绕肢体1周,尽可能避免影响再植肢体的血供;减张创面止血应彻底,患者应定期复查凝血功能及血常规,避免出血造成局部淤血坏死、全身失血性休克、血容量不足导致的肢体坏死等;必须彻底密封,确保负压吸引并引流通畅;若患者术前已明确有凝血功能障碍和休克等危急情况,应以稳定生命体征为主,等待生命体征平稳,无明显禁忌证后,再适时实施VSD技术。

3.5 本研究所存在的不足之处 本研究纳入病例有限,且回顾性研究部分数据有缺失,例如术中情况、患者伤口愈合情况,部分数据记录不完善,导致两组患者间可能存在差异。同时,不同的手术医生、不同致伤因素及损伤严重程度均会对相关指标造成影响,但本文中未予讨论。

综上所述,VSD术在降低由于离断或挤压造成肢体超时限缺血引起的各种并发症、增加肢体再植成活率、降低临床费用及减少患者住院时长等方面较传统换药法优势明显,有良好的应用前景。但临床上在应用该技术时应严格掌握其适应证和相对禁忌证,依据患者受伤实际情况去选择治疗方案。



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

参考文献

- [1] KASIRAJAN K, OURIEL K. Current options in the diagnosis and management of acute limb ischemia[J]. *Prog Cardiovasc Nurs*, 2002, 17(1): 26-34.
- [2] COSTA D, IELAPI N, PERRI P, et al. Molecular insight into acute limb ischemia[J]. *Biomolecules*, 2024, 14(7): 838.
- [3] 冯子明. 封闭式负压引流治疗四肢大面积撕脱伤的临床研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2017.
FENG Z M. Clinical research of the negative pressure drainage treating degloving injury of the limbs[D]. Nanchang: Nanchang University, 2017.
- [4] 赵刚, 姜保恩, 卢建树. 严重碾挫挤压伤肢体超出救治时限的处理策略及疗效[J]. *临床骨科杂志*, 2023, 26(5): 697-701.
ZHAO G, JIANG B E, LU J S. The treatment strategy and effect of severe crushing injury of limbs beyond the treatment time limit[J]. *J Clin Orthop*, 2023, 26(5): 697-701.
- [5] REDDIX R N, LENG X I, WOODALL J, et al. The effect of incisional negative pressure therapy on wound complications after acetabular fracture surgery[J]. *J Surg Orthop Adv*, 2010, 19(2): 91-97.
- [6] MURALI T S, KAVITHA S, SPOORTHI J, et al. Characteristics of microbial drug resistance and its correlates in chronic diabetic foot ulcer infections[J]. *J Med Microbiol*, 2014, 63(Pt10): 1377-1385.
- [7] 王远征, 庄秀梅, 王建国. 负压疗法辅助皮肤回植在下肢严重撕脱伤保肢治疗中的应用[J]. *实用手外科杂志*, 2024, 38(4): 549-551.
WANG Y Z, ZHUANG X M, WANG J G. Application of negative pressure therapy assisted skin replantation in limb salvage treatment of severe avulsion injury of lower limbs[J]. *J Pract Hand Surg*, 2024, 38(4): 549-551.
- [8] 刘勇, 裴国献. 严重创伤保肢与截肢的标准指征研究进展[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2014, 18(4): 345-347.
LIU Y, PEI G X. Research progress on standard indications of limb salvage and amputation in severe trauma[J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2014, 18(4): 345-347.
- [9] 秦攀. 活性肽RL-QN15/纳米颗粒和海藻酸钠制备的水凝胶在促伤口愈合中的作用研究[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2022.
QIN P. Study on the role of hydrogel prepared from active peptide RL-QN15/nanoparticles and sodium alginate in promoting wound healing[D]. Kunming: Kunming Medical University, 2022.
- [10] 孙红振, 王爱民, 赵玉峰, 等. 超时限四肢主要血管损伤的救治[J]. *中华创伤杂志*, 2005, 21(4): 272-275.
SUN H Z, WANG A M, ZHAO Y F, et al. Treatment of main vascular injuries exceeding 12 hours in the extremities: A report of 19 cases[J]. *Chin J Trauma*, 2005, 21(4): 272-275.
- [11] 陈绍站, 宋健. 负压封闭引流技术对断肢(指)再植术后患者创面修复的影响[J]. *临床外科杂志*, 2016, 24(2): 136-138.
CHEN S Z, SONG J. Clinical application of vacuum sealing drainage in the replantation for severed limbs[J]. *J Clin Surg*, 2016, 24(2): 136-138.

(2025-03-18 收稿)

编辑 张 峻