

负压封闭引流技术联合外固定支架在四肢骨折感染治疗中的应用价值



李贞莉¹, 李会川¹, 宋艳华²

1. 郑州市骨科医院感染防控科 (郑州 450052)

2. 郑州市骨科医院检验科 (郑州 450052)

【摘要】目的 探讨负压封闭引流技术 (vacuum sealing drainage, VSD) 与外固定支架联合应用的作用机制及其在四肢骨折感染治疗中的应用价值。**方法** 采用随机数字表法将郑州市骨科医院收治的 96 例四肢骨折患者分为传统组 (CT 组) 和创新组 (CX 组) 各 48 例, 均为四肢骨折伴感染行外固定术治疗, 术后切口感染治疗中 CT 组实施传统持续灌注冲洗干预, CX 组实施 VSD 干预。于干预前后分别检测两组患者血清 C 反应蛋白 (CRP)、白细胞介素 -6 (IL-6)、肿瘤坏死因子 - α (TNF- α) 和创面生长因子 aFGF、bFGF、TGF- β , 统计创面愈合时间, 评价临床预后。**结果** 干预后, CX 组患者血清 CRP、IL-6、TNF- α 均低于 CT 组 ($P < 0.05$), 血清 aFGF、bFGF、TGF- β 均高于 CT 组 ($P < 0.05$)。CX 组患者平均创面愈合时间短于 CT 组 (18.24 ± 1.12 vs. 32.43 ± 4.45 , $P=0.009$)。CX 组患者手术切口脂肪液化、局部皮肤组织坏死、骨髓炎、骨折愈合不良等不良事件总发生率低于 CT 组 (6.25% vs. 18.75% , $P=0.008$)。**结论** 四肢骨折伴感染患者行骨折外固定术治疗后通过对切口行 VSD 干预, 可有效改善机体炎症反应, 提高创面愈合效果, 降低术后切口感染并发症的发生率。

【关键词】 四肢骨折; 切口感染; 负压封闭引流技术; 外固定支架; 炎症因子

Application value of vacuum sealing drainage combined with external fixator in the treatment of limb fracture infection

Zhen-Li LI¹, Hui-Chuan LI¹, Yan-Hua SONG²

1. Department of Infection Prevention and Control, Zhengzhou Orthopedics Hospital, Zhengzhou 450052, China

2. Department of Clinical Laboratory, Zhengzhou Orthopedics Hospital, Zhengzhou 450052, China

Corresponding author: Zhen-Li LI, Email: 15939017886@163.com

【Abstract】Objective To investigate the mechanism of combined application of vacuum sealing drainage (VSD) and external fixator and its application value in the treatment of fracture infection in extremities. **Methods** 96 patients with limb fracture admitted to Zhengzhou Orthopedics Hospital were divided into CT group and CX group with 48 cases in each group using random number table method, all of which were treated with external fixation for limb fracture with infection. In the treatment of postoperative incision infection,

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202303056

基金项目: 河南省医学科技攻关计划项目 (LHGJ20220895)

通信作者: 李贞莉, 主管护师, Email: 15939017886@163.com

traditional continuous perfusion irrigation intervention was performed in the CT group, and VSD intervention was performed in the CX group. Serum inflammatory factors (CRP, IL-6, TNF- α) and wound healing factors (aFGF, bFGF, TGF- β) were detected before and after intervention, and wound healing time was calculated to evaluate clinical prognosis. **Results** After intervention, serum CRP, IL-6 and TNF- α in CX group were lower than those in CT group ($P < 0.05$), and serum aFGF, bFGF and TGF- β were higher than those in CT group ($P < 0.05$). The mean wound healing time in CX group was shorter than that in CT group (18.24 ± 1.12 vs. 32.43 ± 4.45 , $P = 0.009$). The total incidence of adverse prognostic events such as fat liquefaction of surgical incision, local skin tissue necrosis, osteomyelitis, and poor fracture healing in CX group was lower than that in CT group (6.25% vs. 18.75%). **Conclusion** VSD intervention on the incision after external fixation can effectively improve the inflammatory response of the body, improve the wound healing effect, and reduce the incidence of postoperative incision infection complications in patients with limb fracture with infection.

【Keywords】 Limb fracture; Incision infection; Vacuum sealing drainage; External fixator; Inflammatory cytokines

四肢骨折约占全身骨折的 6%，各种生理病理及环境因素，如患者基础生理储备功能下降、内外循环代谢障碍、创伤性应激刺激、空气中菌落植入等所造成的术后切口感染成为影响手术效果及延缓患者创面愈合的主要原因^[1]。中华医学会骨科学分会于 2019 年强调，切口感染是骨折术后严重的并发症，临床应在严格把握循证医学证据的基础上综合应用多种干预措施控制骨折感染，降低感染相关并发症的发生率，从而在提高手术效益的同时减轻家庭社会经济成本。负压封闭引流技术（vacuum sealing drainage, VSD）是近年来在创面损伤与修复外科治疗理念不断发展及引流设备设计日益优化背景下产生的创新引流技术，预防及治疗创面感染为其功能体系的重要组成部分^[2]。而骨折外固定支架集支撑、固定、保护等功能于一体，为骨折术后切口愈合创造了良好的环境，可在加快患者切口愈合进程及效果的基础上降低切口感染风险^[3]。本文主要探讨 VSD 与外固定支架联合应用的作用机制及在四肢骨折感染治疗中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2019 年 1 月至 2022 年 12 月在郑州市骨科医院骨科就诊的 96 例四肢骨折患者作为研究对象。纳入标准：①符合四肢骨折诊断标准，且患者均为开放性骨折，骨折创面渗出较多，局

部组织条件差，软组织缺损多；②纳入研究对象过程中能够获得真实且全面的病历信息。排除标准：①合并免疫系统疾病者；②合并全身性严重感染性疾病者；③对本研究所采用治疗方案有禁忌证者。本研究获患者知情同意并经郑州市骨科医院伦理委员会审批通过（2018-0032）。

1.2 方法

采用随机数字表法将纳入研究对象随机分为两组：传统组（CT 组）和 CX 组（创新组），每组各 48 例，收集并录入两组患者基线资料。两组患者均开展骨折复位联合外固定术治疗。在术后切口感染治疗中，CT 组实施传统持续灌注冲洗。CX 组实施 VSD 干预，采用 VSD 敷料（海绵敷料）填塞深部并增加引流及冲洗管，采用丝线将敷料与周围皮肤缝合固定于皮肤上，再采用薄膜敷料（生物半透膜）覆盖海绵敷料及周围皮肤，保证敷料与患者创面组织密切敷贴、密封；安装引流管，连接负压吸引装置，每 5~7 天更换敷料，遵医嘱预防性应用抗生素抗感染。

1.3 观察指标

1.3.1 血清炎症因子

于干预前后分别检测 CT 组和 CX 组患者血清炎症因子，包括：C 反应蛋白（CRP）、白细胞介素-6（IL-6）、肿瘤坏死因子- α （TNF- α ）。

1.3.2 创面愈合效果

统计 CT 组和 CX 组患者创面愈合时间，创面愈合判定标准参照“伤口愈合判断标准”^[4]。同时，

于两组患者干预前及术后7d检测血清创面生长因子aFGF、bFGF、TGF- β 。

1.3.3 临床预后

分别统计CT组和CX组患者手术切口脂肪液化、局部皮肤组织坏死、骨髓炎、骨折愈合不良等不良事件的发生率。

1.4 统计分析

采用SPSS 20.0软件进行分析,计量资料以均数与标准差($\bar{x} \pm s$)进行描述、采用 t 检验,计数资料以频数与百分比($n, \%$)进行描述、采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

共纳入96例四肢骨折患者,CT组48例,其中男性26例、女性22例,平均年龄(58.45 ± 4.12)岁,CX组48例,男性25例、女性23例,平均年龄(57.69 ± 3.56)岁。骨折部位分别在股骨干、胫骨干及肱骨干,具体见表1。

表1 CT组和CX组患者基线资料

Table 1. Baseline data of CT group and CX group

特征	CT组 ($n=48$)	CX组 ($n=48$)
性别 ($n, \%$)		
男	26 (54.17)	25 (52.08)
女	22 (45.83)	23 (47.92)
年龄	58.45 ± 4.12	57.69 ± 3.56
骨折部位 ($n, \%$)		
股骨干	23 (47.92)	22 (45.83)
胫骨干	15 (31.25)	16 (33.33)
肱骨干	10 (20.83)	10 (20.84)

2.1 血清炎症因子比较

干预前,两组在血清CRP、IL-6、TNF- α 指标值上的差异无统计学意义;干预后,CX组患者血清CRP(19.65 ± 3.28 vs. 28.65 ± 4.32 , $P=0.011$)、IL-6(54.34 ± 4.33 vs. 76.56 ± 6.57 , $P=0.006$)、TNF- α (22.15 ± 2.33 vs. 36.87 ± 3.46 , $P=0.005$)均低于CT组。

2.2 创面愈合效果比较

CX组患者平均创面愈合时间短于CT组(18.24 ± 1.12 vs. 32.43 ± 4.45 , $P=0.009$)。干预前,两组血清aFGF、bFGF、TGF- β 的差异无统计学意义($P > 0.05$);干预后,CX组患者血清

aFGF(25.34 ± 3.12 vs. 18.46 ± 1.78 , $P=0.004$)、bFGF(26.18 ± 3.26 vs. 19.15 ± 2.17 , $P=0.007$)、TGF- β (19.345 ± 2.33 vs. 13.24 ± 2.18 , $P=0.008$)均高于CT组。

2.3 临床预后比较

CX组患者手术切口脂肪液化、局部皮肤组织坏死、骨髓炎、骨折愈合不良等不良事件的总发生率为6.25%,低于CT组的18.75%($P=0.008$),见表2。

表2 CT组和CX组患者临床预后比较

Table 2. Comparison of clinical prognosis between CT group and CX group

特征	CT组 ($n=48$)	CX组 ($n=48$)	χ^2 值	P值
手术切口脂肪液化	3	1		
局部皮肤组织坏死	2	1		
骨髓炎	1	0		
骨折愈合不良	3	1		
总发生 ($n, \%$)	9 (18.75)	3 (6.25)	9.384	0.008

3 讨论

有研究显示骨折术后切口感染的发生率高达0.4%~16.1%^[5]。而切口感染又是诱发手术切口脂肪液化、局部皮肤组织坏死、骨髓炎、骨折愈合不良等并发症的主要危险因素。骨折创面病原菌的生长繁殖及骨折端血运不良致炎症因子大量释放为骨折术后切口感染发生发展的主要原因^[6]。因此,针对已经发生感染的骨折患者,对其采取有效的护理干预是控制感染病情及降低感染相关并发症的关键。

本研究中,纳入研究对象均为四肢骨折伴感染患者且行外固定术治疗,针对术后切口感染,CT组行传统持续灌注冲洗干预,CX组行VSD干预。结果显示:干预后,CX组患者血清CRP、IL-6、TNF- α 值均低于CT组,即相较于传统持续灌注冲洗,对手术切口行VSD干预可能有助于改善机体炎症反应。骨折外固定支架作为体外固定及保护性装置,不仅为骨折愈合创造了良好的环境,且在其加压、牵伸等作用下能有效增加皮肤组织血管通透性,改善创面局部血液循环,减少炎症因子的释放,从而抑制炎症细胞因子所介

导的炎症反应, 预防感染^[7]。针对已发生感染的手术切口, 传统持续灌注冲洗主要是通过对切口创面分泌物的有效清除及引流, 减少切口上沾染的细菌数量来抑制病原菌生长定植, 进而预防感染并发症, 具有操作简单、经济安全的优点。需要注意的是, 持续灌注冲洗需精准把握冲洗压力, 一方面压力过小达不到细菌清除效果, 而压力过大可能造成创面结缔组织的疏松, 细菌随着冲洗液进入邻近组织或创面深层组织, 增加损伤和感染风险^[8]; 另一方面, 高压冲洗易破坏创面局部微循环, 增加创面局部张力, 进一步延缓创面愈合。VSD 采用附带有引流管的敷料对创面组织予以全面覆盖、封闭, 形成密闭空间后将引流管连接引流瓶, 实现持续或间歇性的低负压引流^[9]。相较于传统持续灌注冲洗, 低负压引流可有效避免高压冲洗损伤创面组织及造成细菌迁移, 有效清创能及时清除创面的渗出物、坏死组织以减少创面细菌的数量^[10], 同时帮助创面建立液体平衡, 增加创面血液循环, 减轻机体炎症反应, 进而起到抗感染的效果^[11]。

骨折感染与创面愈合不良之间呈“恶性循环”关系, 加快患者创面愈合进程对预防切口感染具有重要的意义。aFGF、bFGF、TGF- β 均为具有促进皮肤组织细胞生长再生的细胞因子, 在创面愈合中发挥着重要作用^[12]。本研究中, 干预后 CX 组患者血清 aFGF、bFGF、TGF- β 均高于 CT 组, 平均创面愈合时间短于 CT 组, 即对手术切口行 VSD 与外固定支架联合干预可能有助于患者创面愈合。VSD 可增加创面血流灌注, 有利于新生血管生成, 进而加快创面愈合^[13], 另外, 骨折外固定支架在改善创面血液循环的基础上能减轻水肿, 为创面愈合提供有利的环境^[14]。

切口感染及愈合不良是诱发手术切口脂肪液化、局部皮肤组织坏死、骨髓炎、骨折愈合不良等并发症的重要原因^[15]。在本研究中, CX 组患者不良事件的总发生率低于 CT 组, 说明即通过 VSD 与外固定支架的联合干预可能有助于减少患者切口相关并发症的发生。

综上, 四肢骨折伴感染患者行骨折外固定术治疗后通过对切口行 VSD 干预, 有助于改善机体炎症反应, 提高创面愈合效果, 降低术后切口感染并发症的发生率。但受纳入研究对象数量及研究质量的影响, 本研究仍存在较大的局限性, 未

来仍有待于开展高质量研究进一步探索。

参考文献

- 1 李炜, 邱盛强, 罗斌, 等. 四肢骨折内固定术后切口感染病原菌特点及血清炎症因子水平 [J]. 中国预防医学杂志, 2020, 21(11): 1226-1230. [Li W, Qiu SQ, Luo B, et al. Etiological characteristics of incision infection and serum inflammatory cytokine levels in patients with limb fractures after internal fixation surgery[J]. China Preventive Medicine, 2020, 21(11): 1226-1230.] DOI: 10.16506/j.1009-6639.2020.11.014.
- 2 刘鹏, 王伟. 老年开放性胫骨骨折患者行 VSD 联合外固定术对营养、心理及生存质量的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(4): 848-852. [Liu P, Wang W. Effects of VSD combined with external fixation on nutrition, psychology and quality of life in elderly patients with open tibial fracture[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2022, 42(4): 848-852.] DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2022.04.024.
- 3 徐袁丁, 董训忠, 宋晓红, 等. 伤口评估三角联合负压封闭引流技术在慢性难愈性创面治疗中的应用 [J]. 护理研究, 2021, 35(14): 2582-2584. [Xu YD, Dong XZ, Song XH, et al. Application of wounds international combined with vacuum sealing drainage in treatment of chronic refractory wound[J]. Chinese Nursing Research, 2021, 35(14): 2582-2584.] DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2021.14.027.
- 4 李宏元, 王亮. 刚性或柔性外固定器诱导小鼠骨折处愈合组织形成的效果及稳定性比较 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(28): 4510-4515. [Li HY, Wang L. Comparison of the effect and stability of rigid or flexible external fixator in inducing healing tissue formation at fracture site in mice[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2019, 23(28): 4510-4515.] DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.1452.
- 5 赵旭. VSD 配合灌注冲洗方案对四肢骨折内固定术后感染及创面愈合的影响 [J]. 中国现代药物应用, 2022, 16(23): 42-44. [Zhao X. Effect of VSD combined with perfusion irrigation on infection and wound healing after internal fixation of extremities fractures[J]. Chinese Journal of Modern Drug Application, 2022, 16(23): 42-44.] DOI: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2022.23.011.
- 6 袁情, 杨重飞, 贾瑛, 等. 清创术后持续灌注联合 VSD 治疗胫腓骨开放性骨折术后感染的效果观察 [J]. 临床误诊误治, 2020, 33(12): 70-74. [Yuan Q, Yang CF, Jia Y, et al. Observation on the effect of continuous lavage

- after debridement combined with vsd in the treatment of postoperative infection of open tibia and fibula fractures[J]. *Clinical Misdiagnosis & Mistherapy*, 2020, 33(12): 70–74.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-3429.2020.12.017](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-3429.2020.12.017).
- 7 赵建武, 魏建江. 外固定器结合封闭负压引流术治疗四肢骨关节严重开放性骨折的临床效果研究 [J]. *检验医学与临床*, 2022, 19(3): 391–393. [Zhao JW, Wei JJ. Clinical effect of external fixator combined with closed negative pressure drainage in the treatment of severe open fracture of extremities and joints[J]. *Laboratory Medicine and Clinic*, 2022, 19(3): 391–393.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-9455.2022.03.028](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-9455.2022.03.028).
 - 8 李红普, 王兵, 尚文焯. 富血小板血浆联合负压封闭引流治疗慢性难愈性创面的疗效 [J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2021, 56(4): 560–563. [Li HP, Wang B, Shang WX. Efficacy of platelet-rich plasma combined with vacuum sealing drainage for chronic refractory wounds[J]. *Journal of Zhengzhou University(Medical Sciences)*, 2021, 56(4): 560–563.] DOI: [10.13705/j.issn.1671-6825.2020.12.127](https://doi.org/10.13705/j.issn.1671-6825.2020.12.127).
 - 9 李宗辉, 刘敏. 外固定支架联合负压封闭引流治疗 Gustilo III 型胫腓骨开放性骨折患者的临床疗效 [J]. *医疗装备*, 2021, 34(20): 79–80. [Li ZH, Liu M. Clinical effect of external fixation combined with negative pressure closed drainage in the treatment of Gustilo type III open tibial and fibular fractures [J]. *Chinese Journal of Medical Device*, 2021, 34(20): 79–80.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-2376.2021.20.039](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-2376.2021.20.039).
 - 10 童磊. 开放性骨折患者术后感染及对血清 TLR-2、MCP-1、IL-6 水平的影响 [J]. *实验与检验医学*, 2021, 39(6): 1550–1553. [Tong L. Postoperative infection and its effect on serum levels of TLR-2, MCP-1 and IL-6 in patients with open fracture[J]. *Experimental and Laboratory Medicine*, 2021, 39(6): 1550–1553.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-1129.2021.06.058](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-1129.2021.06.058).
 - 11 俞莹娣, 陈燕利, 朱巧爱, 等. 两种不同方法联合负压封闭引流技术对胫腓骨开放性骨折合并软组织缺损患儿踝关节功能的影响 [J]. *中国医刊*, 2022, 57(10): 1101–1104. [Yu YD, Chen YL, Zhu QA, et al. Effects of two different methods combined with vacuum sealing drainage on ankle function in children with tibiofibular open fracture and soft tissue defects[J]. *Chinese Journal of Medicine*, 2022, 57(10): 1101–1104.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-1070.2022.10.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1070.2022.10.016).
 - 12 赵鑫, 石新, 陈贝, 等. 负压封闭引流技术对大鼠急性创面愈合过程中 I/III 型胶原比例变化的影响 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(32): 5122–5127. [Zhao X, Shi X, Chen B, et al. Vacuum sealing drainage enhances wound healing by up-regulating collagen type I/III ratio in rats[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2020, 24(32): 5122–5127.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.2859](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.2859).
 - 13 马明亮, 周楠, 刘宏智, 等. 可调节组合式外固定器治疗胫腓骨干开放性骨折的效果观察 [J]. *实用临床医药杂志*, 2021, 25(4): 73–76. [Ma ML, Zhou N, Liu HZ, et al. Effect of adjustable combined external fixator in treating open tibiofibular shaft fractures[J]. *Journal of Clinical Medicine in Practice*, 2021, 25(4): 73–76.] DOI: [10.7619/jcmp.20200966](https://doi.org/10.7619/jcmp.20200966).
 - 14 张自然. 外固定器结合封闭负压引流治疗四肢骨关节严重开放性骨折的效果观察 [J]. *中国医疗器械信息*, 2019, 25(6): 116–117. [Zhang ZR. Observation on the effect of external fixator combined with closed negative pressure drainage in the treatment of severe open fracture of extremities and joints[J]. *China Medical Device Information*, 2019, 25(6): 116–117.] DOI: [10.15971/j.cnki.cmdi.2019.06.059](https://doi.org/10.15971/j.cnki.cmdi.2019.06.059).
 - 15 朱禧, 吴昊, 施建党, 等. 清创联合抗生素溶液局部持续灌注引流治疗胸腰椎后路内固定术后早期切口深部感染的疗效观察 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31(4): 365–369. [Zhu X, Wu H, Shi JD, et al. The effect of debridement and local continuous irrigation and drainage with antibiotic solution for treating postoperative deep infection of surgical incision after thoracolumbar posterior internal fixation[J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2021, 31(4): 365–369.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-406X.2021.04.13](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-406X.2021.04.13).

收稿日期: 2023 年 03 月 09 日 修回日期: 2023 年 04 月 12 日
 本文编辑: 王雅馨 黄笛

引用本文: 李贞莉, 李会川, 宋艳华. 负压封闭引流技术联合外固定支架在四肢骨折感染治疗中的应用价值[J]. *数理医药学杂志*, 2023, 36(5): 358–362. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202303056](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202303056)
 Li ZL, Li HC, Song YH. Application value of vacuum sealing drainage combined with external fixator in the treatment of limb fracture infection[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2023, 36(5): 358–362. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202303056](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202303056)