

DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.02.011

引用格式:周学武,刘万军,宋碧晖,等.改良负压封闭引流在骨折钢板内固定术后早期感染患者中的临床疗效分析[J].巴楚医学,2025,8(2):69-73.

改良负压封闭引流在骨折钢板内固定术后早期感染患者中的临床疗效分析

周学武 刘万军 宋碧晖 尧浩 寿康全

(三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]骨科,湖北宜昌 443003)

摘要: **目的:**探讨改良负压封闭引流技术(VAC)在骨折钢板内固定术后早期感染中的临床疗效。**方法:**回顾性收集 2021 年 12 月—2023 年 12 月于宜昌市中心人民医院就诊的骨折钢板内固定术后早期感染的 44 例患者,根据清创术后治疗方式不同分为观察组($n=22$)和对照组($n=22$),观察组患者接受改良 VAC,对照组患者采用常规冲洗引流。比较两组患者内固定保留成功率、伤口引流物细菌转阴时间、伤口完全愈合时间及再次手术等指标。**结果:**观察组患者保留内固定成功率明显高于对照组(90.91% vs 59.09%),观察组患者细菌培养转阴时间[(10.15±2.23) d vs (17.95±1.72) d]、伤口完全愈合时间[(17.31±2.69) d vs (29.41±5.42) d]及住院总时间[(23.86±7.67) d vs (33.77±9.65) d]较对照组均明显缩短(均 $P<0.05$),且观察组患者再次手术发生率明显低于对照组(13.64% vs 77.27%)。观察组患者红细胞沉降率 >20 mL/h 的占比明显少于对照组(22.73% vs 63.64%)(均 $P<0.05$)。**结论:**改良 VAC 可显著提高骨折钢板内固定术后早期感染的治疗效果,增加保留内固定装置的成功率,缩短患者伤口愈合时间,减少再次手术发生率,值得临床推广应用。

关键词:骨折; 钢板内固定; 负压封闭引流技术; 早期感染

中图分类号: R687.3

文献标志码: A

文章编号: 2096-6113(2025)02-0069-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Clinical Efficacy of Modified Vacuum Assisted Closure in Patients with Early Infection after Fracture Plate Internal Fixation

Zhou Xuewu Liu Wanjun Song Bihui Yao Hao Shou Kangquan

(Department of Orthopaedics, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

Abstract Objective: To investigate the clinical efficacy of modified vacuum assisted closure (VAC) in the early postoperative infections following fracture plate internal fixation. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on 44 patients who developed early infections after fracture plate internal fixation and were treated at Yichang Central People's Hospital between December 2021 and December 2023. Based on postoperative debridement treatment strategies, patients were divided into the observation group ($n=22$), which received modified VAC therapy, and the control group ($n=22$), which underwent conventional irrigation and drainage. The success rate of implant retention, time to bacterial clearance in wound drainage cultures, time

基金项目:湖北省自然科学基金面上项目(2021CFB488)

作者简介:周学武,主治医师,E-mail: zhouxuewu6_208@163.com

通信作者:寿康全,副主任医师,E-mail: jimmyreborn@outlook.com

to complete wound healing, and reoperation rates were compared between the two groups. **Results:** The implant retention success rate was significantly higher in the observation group than in the control group (90.91% vs 59.09%). Additionally, the observation group showed significantly shorter bacterial clearance time [(10.15±2.23) d vs (17.95±1.72) d], wound healing time [(17.31±2.69) d vs (29.41±5.42) d], and total hospital stay [(23.86±7.67) d vs (33.77±9.65) d] compared to the control group (all $P < 0.05$). Furthermore, the reoperation rate in the observation group was significantly lower than that in the control group (13.64% vs 77.27%), and the proportion of patients in the observation group with erythrocyte sedimentation rate > 20 mL/h was significantly less than that in the control group (22.73% vs 63.64%) (both $P < 0.05$). **Conclusion:** The modified VAC can significantly improve the treatment outcomes of early infection after fracture plate internal fixation. It enhances implant retention success rates, shortens wound healing time, and reduces the need for reoperation, making it a valuable approach for clinical application.

Keywords fracture; plate internal fixation; vacuum assisted closure (VAC); early infection

感染是骨折钢板内固定术后并发症之一^[1],内固定术和人工关节术后感染的发生率分别为5%~20%和0.5%~2%^[2]。骨折内固定术后感染增加治疗难度,影响骨折愈合,导致肢体功能下降。研究表明^[3],骨折内固定术后感染往往不能采用单一的治疗方案,合理的全身治疗是控制感染的基础,而适当的局部治疗是控制感染的关键。在内固定术后伤口深部感染的局部治疗中,彻底清创至关重要。常规治疗由于细菌容易黏附内植物表面并形成生物膜,感染难以根治,为控制感染应在清创后去除内固定装置。但对于骨折仍未愈合的患者,首要目标是保持骨折断端稳定,对尚可提供稳定性的内固定装置可选择保留。即使在感染环境中,稳定的内固定亦可促进骨折愈合,而对于松动的内固定装置,必须及时取出^[4-5]。

在早期感染局部治疗中,彻底清创后局部持续冲洗引流,已有成功保留内固定的先例^[6]。然而采用局部冲洗引流的方法往往需敞开伤口持续冲洗及二期手术关闭创口,治疗需2~3周甚至更长时间^[7-8]。并且较多患者在冲洗引流的过程中可能出现冲洗液渗出伤口及引流管阻塞,导致多次手术或治疗周期延长等情况。负压封闭引流技术(vacuum assisted closure, VAC)能提高伤口愈合率,降低慢性难愈性伤口的发生率,降低住院费用并缩短住院时间^[9]。然而,VAC后期还需多次手术清创,患者治疗周期往往较长^[10-11]。基于此,本研究采用改良VAC治疗骨折钢板内固定术后早期感染患者,在内固定术后早期感染的局部治疗中,清创后不敞开伤口,于伤口内放置吸引管并在一期手术中关闭切口,吸引管连接负压吸引器,待伤口渗出好转且分泌物培养转阴后拔除吸引管,以期骨折钢板内固定术后早期感染患者提供更优的治疗方案。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性收集2021年12月—2023年12月就诊于宜昌市中心人民医院的四肢骨折行钢板内固定术后早期感染的患者44例。根据清创术后治疗方式不同分为观察组($n=22$)和对照组($n=22$),观察组接受改良VAC,对照组患者行常规冲洗引流。本研究已通过我院医学伦理委员会审查(批号:2024-482-01)。

纳入标准:(1)四肢长骨钢板内固定术后患者;(2)闭合性骨折或Gustilo I型骨折术后患者;(3)符合内固定术后早期感染的诊断标准(符合以下任意一种情况即可)^[12-13]:①全身症状如发热、乏力等,局部症状如血肿、窦道、局部红肿、肢体功能障碍等;②存在与骨组织或内固定相通的窦道或伤口裂开;③清创术中发现内固定周围存在脓液;④清创术中疑似组织感染且细菌培养阳性;⑤影像学检查包括X线、CT、MR等,判定脓肿、窦道、死骨、骨腐蚀及远离骨折端的反应性新骨生长、内固定松动等;⑥组织病理学证实清创术中的疑似感染组织存在致病微生物;(4)所有患者内固定感染确诊时间 < 2 周。

排除标准:①血糖控制不佳、动脉闭塞及严重心、肺、肾等系统疾病者;②确诊内固定感染时间 > 2 周;③初次骨折合并皮肤缺损者;④内固定术感染已经多次手术治疗者;⑤信息不全或随访资料不完整者。

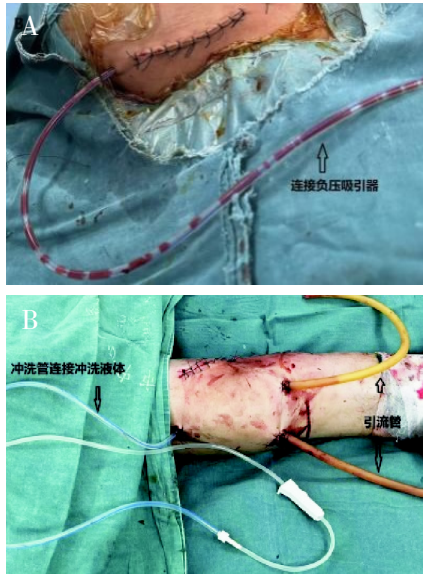
1.2 研究方法

两组患者均于腰硬联合或神经阻滞麻醉下行清创手术,清除坏死组织,用刮匙将钢板螺钉内固定表面残留物及周围的伪膜组织刮除干净,直至创面有新鲜渗血。采用5%活力碘溶液及生理盐水冲洗创口。

观察组患者行改良VAC,在内固定旁组织间隙内放置硬质多孔引流管,经皮肤穿出固定,伤口一期

全层缝合,术后引流管连接床边负压吸引装置 5~14 天(图 1A)。每日取负压吸引管分泌物行细菌培养,待吸引管无分泌物或伤口连续 3 次细菌培养呈阴性后拔出负压吸引管,换药至伤口愈合。

对照组患者采用常规冲洗引流,于内固定周围放置一根冲洗管及两根引流管,伤口全层缝合,术后给予生理盐水冲洗引流(图 1B),每日伤口分泌物行细菌培养,待引流液清亮,同时连续三次引流物细菌培养阴性后^[14],拔除冲洗引流管,伤口定期换药处理。



注:A:改良 VAC; B:常规冲洗引流; VAC:负压封闭引流技术。
图 1 骨折钢板内固定早期感染患者行手术治疗

1.3 评价指标

内固定保留成功率:治疗后随访 1 年,内固定成功保留且伤口完全愈合的例数/总例数 $\times 100\%$;细菌培养转阴时间:术中细菌培养阳性患者术后细菌培养转阴时间;伤口完全愈合时间:成功保留内固定装置的患者伤口完全愈合所用时间;再次手术发生率:需再次行清创手术的例数/总例数 $\times 100\%$;住院总时间:患者住院治疗的总天数。术后 3 周复查 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)及红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 进行数据统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

观察组患者平均年龄为(40.13 \pm 12.24)岁,男性占 54.54%;对照组患者平均年龄为(40.04 \pm 13.45)岁,男性占 68.18%。两组患者在年龄、性别、感染病程、身体质量指数(body mass index, BMI)、合并高血压/糖尿病、术前细菌培养及骨折部位等方面均无明显差异(均 $P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较[($\bar{x} \pm s$), $n(\%)$]

项目	观察组($n=22$)	对照组($n=22$)	t/χ^2	P
年龄/岁	40.13 \pm 12.24	40.04 \pm 13.45	0.023	0.982
性别	男	12(54.55)	0.863	0.268
	女	10(45.45)		
感染病程/d	9.68 \pm 2.97	8.77 \pm 3.46	0.935	0.355
BMI/(kg/m ²)	22.85 \pm 1.31	22.65 \pm 1.46	0.879	0.375
合并糖尿病	有	3(13.64)	0.611	0.698
	无	19(86.36)		
术前细菌培养	阳性	15(68.18)	0.109	0.741
	阴性	7(31.82)		
骨折部位	上肢	4(18.18)	0.170	0.680
	下肢	18(81.82)		
麻醉方式	腰硬联合麻醉	13(59.09)	0.820	0.365
	神经阻滞	9(49.91)		
CRP>10/(mg/mL)	22(0.00)	22(0.00)	—	>0.999 ^a
ESR>20/(mL/h)	18(81.82)	17(77.27)	1.365	0.709

注: BMI: 身体质量指数; CRP: C 反应蛋白; ESR: 红细胞沉降率; ^a Fisher 精确检验。

2.2 两组患者临床疗效比较

与对照组相比,观察组患者内固定保留成功率明显提高(90.91% vs 59.09%),细菌培养转阴时间[(10.15±2.23) d vs (17.95±1.72) d]和伤口完全愈合时间[(17.31±2.69) d vs (29.41±5.42) d]显著

缩短。观察组患者住院总时间[(23.86±7.67) d vs (33.77±9.65) d]较对照组明显缩短,再次手术发生率(13.64% vs 77.27%)及 ESR>20 mL/h 的占比(22.73% vs 63.64%)明显减少(均 $P < 0.05$),见表 2。

表 2 两组患者临床疗效比较[n(%), ($\bar{x} \pm s$)]

项目	观察组(n=22)	对照组(n=22)	χ^2/t	P
内固定保留成功	20(90.91)	13(59.09)	5.939	0.017
术中细菌培养阳性	15(68.18)	16(72.73)	0.107	0.741
细菌培养转阴时间/d	10.15±2.23	17.95±1.72	2.891	0.005
伤口完全愈合时间/d	17.31±2.69	29.41±5.42	8.847	<0.001
再次手术	3(13.64)	17(77.27)	9.081	0.004
住院总时间/d	23.86±7.67	33.77±9.65	3.771	0.001
CRP>10/(mg/mL)	3(13.64)	7(31.82)	2.071	0.150
ESR>20/(mL/h)	5(22.73)	14(63.64)	7.503	0.006

注:CRP:C 反应蛋白; ESR:红细胞沉降率。

3 讨论

本研究对比了改良 VAC 和常规冲洗引流对内固定术后早期感染的治疗效果,发现接受改良 VAC 的患者疗效较好,主要体现在内固定保留成功率较高、细菌培养转阴时间较短、再次手术发生率较低及 ESR>20 mL/h 的人数较少,提示改良 VAC 能更好的控制骨折钢板内固定术后早期感染,促进伤口快速愈合。

本研究结果显示,观察组内固定保留成功率明显高于对照组(90.91% vs 59.09%)。传统冲洗引流术主要通过局部冲洗和引流清除感染灶,但其对深部组织的引流效果有限,且难以维持稳定的局部微环境,导致内固定物周围感染难以彻底控制^[15],内固定物取出率较高。研究发现^[16],大多数患者行冲洗引流术后引流不通畅、引流管堵塞导致感染控制不理想影响最终治疗效果,而改良 VAC 通过持续负压吸引,能有效消灭死腔,不仅能有效清除坏死组织和渗液,还能促进肉芽组织生成,增强局部血液循环,减少内植物表面细菌附着数量。

其次,观察组细菌培养转阴时间[(10.15±2.23) d vs (17.95±1.72) d]明显短于对照组。传统冲洗引流术依赖于抗生素冲洗液和引流管,但其对细菌生物膜的清除效果较差,且容易因引流不畅导致细菌残留^[17]。改良 VAC 通过持续负压吸引,负压环境不利于细菌存活,能够有效清除伤口内的细菌负荷和坏死组织,同时通过调节局部氧分压和 pH 值,创造不利

于细菌生长的微环境^[18]。此外,部分改良 VAC 系统还可结合局部抗菌剂使用,能进一步增强抗菌效果,缩短细菌培养转阴时间^[19]。既往研究显示^[20],VAC 治疗开放性骨折能显著抑制细菌生长,在术后 7 天到 9 天左右达到最大效果,可以避免严重系统炎症反应发生,从而避免使用抗生素,减轻机体耐药及降低费用,能有效促进局部肉芽生长。

观察组再次手术发生率(13.64% vs 77.27%)较对照组明显降低。传统冲洗引流术因引流不彻底、感染控制不佳等原因,常需多次手术以清除感染灶或取出内固定物。而改良 VAC 通过促进伤口愈合、减少局部水肿和改善血液循环,显著降低了感染复发和并发症的发生率。术后感染复发的主要原因在于假性包膜或纤维囊的形成以及是否及时正确的治疗方法。研究表明^[21],在下肢复杂碾压伤的治疗中,清除病变中的囊腔、死腔及坏死组织,使组织纤维化促进病变壁粘连来预防感染复发。

此外,本研究还发现观察组术后 ESR 能快速降低并维持在较低水平。ESR 是反映炎症程度的重要指标,传统冲洗引流术因感染控制不佳,常导致 ESR 等炎症指标持续升高或波动。研究显示^[22],VAC 能减轻创伤患者炎症反应,改善局部微循环,通过清除炎症介质、改善局部微环境和促进组织修复,能够有效控制炎症反应,维持炎症相关因子在较低水平,从而为感染控制和伤口愈合创造有利条件,这与本研究结果一致。

综上所述,改良 VAC 在内固定术后早期感染治

疗中具有较好的治疗效果,主要归功于其强大的清创能力、局部微环境调控作用以及促进组织修复的机制。与传统冲洗引流术相比,改良 VAC 在内固定保留、感染控制、再次手术及炎症调控方面均表现出显著优势,为临床治疗提供了更优选择。然而,本研究尚存在一定的局限性,样本量不足且 VAC 未联合其它治疗措施进行深入研究,未来研究可进一步探索 VAC 与其他治疗手段(如局部抗菌剂、生物材料)的联合应用,以进一步提升其疗效。

参考文献:

- [1] 陈雁西, 张 坤. 骨折内固定术后感染诊治的难点问题探讨[J]. 中华创伤杂志, 2018, 34(11): 991-994.
- [2] 白 博, 桑宏勋, 吴子祥, 等. 四肢骨折内固定术后手术部位感染危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(4): 334-337.
- [3] 余 斌, 姜 楠. 骨科内固定感染诊断与治疗的基本策略[J]. 中华创伤骨科杂志, 2023, 25(4): 284-288.
- [4] 武湘云, 黄印启, 冯和林, 等. 骨折内固定术后感染防治进展[J]. 山东医药, 2008, 48(47): 112-113.
- [5] 范继峰, 范钦波. 34 例骨折内固定术后感染的治疗体会[J]. 中国保健营养(中旬刊), 2014, 7: 4647.
- [6] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会脊柱感染学组, 脊柱内固定术后感染预防策略专家共识工作组, 郝定均. 脊柱内固定术后手术部位感染预防中国专家共识[J]. 实用骨科杂志, 2024, 30(2): 97-103.
- [7] 牛 锋, 傅 强, 杨昌杰, 等. 封闭负压引流联合灌注冲洗治疗四肢骨折内固定术后感染[J]. 中国骨伤, 2016, 29(7): 651-654.
- [8] 张 楠, 王 苗, 张 鹏, 等. 切口内留置引流管对腰椎后路椎管减压内固定术后患者切口愈合和感染指标的影响[J]. 中华全科医学, 2024, 22(5): 729-732.
- [9] 韩 德, 沈 英, 郝建军. 骨折内固定术后感染 VSD 负压引流的应用治疗[J]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2014, 32: 171-172.
- [10] 马 莉, 蒋家兵, 胡德林. 负压封闭引流术负压引流术在慢性伤口或创面修复中的应用[J]. 中华实验外科杂志, 2024, 41(7): 1436.
- [11] 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.
- [12] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组, 中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组, 中国医师协会创伤外科医师分会创伤感染专家委员会, 等. 中国骨折内固定术后感染诊断与治疗专家共识(2018 版)[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(11): 929-936.
- [13] 姜 楠, 余 斌. 骨折内固定术后感染的诊治最新进展[J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 22(12): 1098-1104.
- [14] Weinstein M A, McCabe J P, Cammisa F P Jr. Postoperative spinal wound infection: a review of 2, 391 consecutive index procedures[J]. J Spinal Disord, 2000, 13(5): 422-426.
- [15] 杨利斌, 董玉珍, 杨素敏. 骨折内固定术后早期感染保留内固定物治疗效果分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(19): 4844-4846.
- [16] 李 博, 王 雷. 骨科创伤患者感染病原菌特点及 VSD 结合封闭式灌洗技术的应用效果[J]. 检验医学与临床, 2019, 16(S02): 94-97.
- [17] Berkes M, Obremskey W T, Scannell B, et al. Maintenance of hardware after early postoperative infection following fracture internal fixation[J]. J Bone Joint Surg Am, 2010, 92(4): 823-828.
- [18] 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.
- [19] 庄培峰, 黄建军, 王小勇. Pie-crusting 技术结合持续封闭式负压引流治疗 Morel-Lavallée 损伤[J]. 中国医学创新, 2017, 14(13): 58-61.
- [20] 陈 佳. 下肢皮肤缺损 VSD 术后引流液细菌培养及血液炎症指标相关研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2016.
- [21] Mazingi D, Jakanani G C, Mushayavanhu P. Morel-lavallée lesion in a 12-month-old child: a case report and literature review[J]. Int J Surg Case Rep, 2018, 49: 180-184.
- [22] 刘大伟. 负压封闭引流对下肢骨折患者炎症反应及微循环的影响观察[J]. 中国医学创新, 2022, 19(11): 41-45.

[收稿日期 2024-07-16]