

73例真空封闭引流灌洗治疗闭合骨折内固定术后感染的回顾性分析

张书全^{1*}, 穆卫东^{2#}

¹山东第一医科大学, 山东 济南

²山东第一医科大学附属省立医院创伤骨科, 山东 济南

收稿日期: 2022年3月12日; 录用日期: 2022年4月5日; 发布日期: 2022年4月15日

摘要

目的: 骨折内固定术后感染是骨科最常见的并发症之一, 其治疗困难且昂贵, 在本研究中, 我们打算探究闭合骨折内固定术后感染的伤口管理, 以控制感染, 缩短治疗时间, 提高骨折愈合率。方法: 本回顾性分析探究了骨折内固定术后感染患者的感染治疗情况及内固定装置保留情况。采用抗菌治疗及全身支持治疗、伤口广泛彻底清创、VSD真空封闭引流灌洗等治疗方法。结果: 73名患者感染均得到成功控制, 尝试保留内固定装置的47例患者中, 保留失败15例, 保留成功32例。平均灌洗时间 20.73 ± 12.41 天。结论: 我们的经验表明, 真空封闭引流加灌洗在治疗骨折内固定术后感染及保留内固定装置方面具有显著疗效。

关键词

手术部位感染, 真空封闭引流, 创面管理

Retrospective Analysis of 73 Cases of Infection after Closed Fracture and Internal Fixation Treated by Vacuum Sealing Drainage and Lavage

Shuquan Zhang^{1*}, Weidong Mu^{2#}

¹Shandong First Medical University, Jinan Shandong

²Department of Neurosurgery, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan Shandong

*第一作者。

#通讯作者 Email: 260167793@qq.com

Abstract

Objective: Infection after internal fixation of fractures is one of the most common complications in orthopaedics, and its treatment is difficult and expensive. In this study, we intend to investigate wound management of infection after closed fracture internal fixation to control infection, shorten treatment time, and improve fracture healing rates. **Methods:** This retrospective analysis investigated the infection treatment and retention of internal fixation devices in patients with infection after internal fixation of fractures. Antibacterial therapy, systemic supportive therapy, extensive and thorough wound debridement, vacuum sealing drainage and lavage were used. **Results:** Infections of 73 patients were successfully controlled. Among the 47 patients who attempted to retain the internal fixation device, retention failed in 15 cases and successful retention in 32 cases. The average lavage time was 20.73 ± 12.41 days. **Conclusion:** Our experience shows that vacuum sealing drainage with lavage has a significant effect in treating surgical site infection and retaining the internal fixation device.

Keywords

Surgical Site Infection, Vacuum Sealing Drainage, Wound Management

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

骨折切开复位内固定手术后手术部位感染是骨科医生和患者面临的最普遍和最具挑战性的并发症之一, 总体感染率为 4.7%, 其中闭合清洁伤口的感染率为 1%~2% [1], 考虑到出院后监测困难, 这些数据可能被低估。多种因素使得这些感染的治疗变得复杂且昂贵[2] [3] [4], 这些因素包括严重软组织损伤; 多次手术; 合并伤; 长期住院并接触医院内细菌; 宿主因素, 包括围手术期营养不良; 以及金属植入物的存在[5] [6] [7]。在 ORIF 中, 骨折部位需长时间依靠内固定装置来稳定, 但内固定装置作为异物, 为感染提供了便利条件[8], 且内固定装置的存在阻碍着感染的治疗[6] [9]。然而, 也有文献证明内固定装置提供的稳定性和固定性不仅对骨折愈合至关重要, 而且可以降低感染的发生率, 并有助于治疗已发生的感染[10] [11] [12]。我们对早期术后伤口感染的定义为切开复位和内固定术后 10 周内出现的感染, 在早期感染的情况下是否移除内固定物对医生们产生了巨大的挑战, 因为绝大多数骨折在此期间无法实现骨愈合。其主要治疗包括伤口管理、根据细菌药敏试验结果局部或全身使用广谱或敏感抗生素以及支持疗法。在这些治疗中, 伤口管理是最重要和最困难的, 伤口管理的主要原则是清除坏死组织、充分清除渗出物、控制感染、促进伤口愈合和适当重建[13]。然而, 我们的临床经验是, 传统的伤口敷料, 如普通无菌纱布、磺胺嘧啶银和抗菌伤口敷料, 由于伤口引流和清洁不足, 不足以控制侵袭性感染和促进伤口愈合[14]。为了取得更好的效果, 需要探索有效的措施。Fleischmann 等人提出了真空密封引流(VSD) [15], 将传统负压引流与现代密封敷料相结合用于伤口治疗。自此, VSD 已成功应用于各种急性和复杂伤口的治疗。有文献指出, 它可以缩小伤口大小, 诱导微变形, 清除渗出物, 促进血管生成和肉芽组织形成减

少患者痛苦程度[16] [17] [18]。Marschall Berkes 等人的研究表明, 当骨折切开复位内固定后发生急性感染时, 保留骨折固定装置的决定将在很大程度上得到较高的骨折愈合率及感染清除率[19], 但并未就保留内固定装置失败时的最佳拆除时机给出具体的指导意见, 我们的团队采用 VSD 与灌洗相结合的方法, 充分提高对伤口的清洁能力, 治疗术后感染, 并尽可能地在保留内固定装置的情况下实现骨折愈合。

本文的研究目的是评估真空封闭引流加滴注灌洗疗法在骨折术后感染中的疗效, 并确定保留内固定装置失败时内固定物的最佳移除时间。

2. 材料和方法

本研究是对 2014 年 10 月至 2021 年 10 月期间入住山东省立医院的急性术后手术部位感染患者的回顾性分析。该研究由山东省立医院机构伦理委员会审查和批准。

根据纳入标准选择患者进行研究, 新鲜骨折切开复位内固定(定义为受伤后不到四周接受治疗)后 1 至 10 周内伤口感染, 以及在随后的清创和修复期间进行的术中取组织细菌培养的阳性结果病例。骨愈合的定义是骨痂跨越骨折部位的影像学证据和无疼痛负重等。所有病人需要接受术后至少 6 个月的随访。观察比较患者的临床数据资料包括: 术后到感染发生的时间、感染发生到首次清创的时间、清创次数、灌洗时长、是否保留内固定装置、感染的微生物种类、感染位置、住院天数等, 收集的其他相关数据包括性别、年龄段、感染部位、基础疾病(营养不良、外周血管疾病、脏器功能损害、免疫抑制、多发性创伤、皮质类固醇使用、精神疾病)、是否抽烟、是否饮酒等。

伤口检查包括评估伤口大小、深度、潜在脓肿腔和周围组织的状况。通过计算机断层扫描(CT)或 B 超扫描进一步确认深部感染的范围。血液检查包括血常规、生化、凝血和炎症指标。入院时从组织或渗出液中进行需氧或厌氧微生物培养, 直到连续 3 次获得阴性结果, 且伤口中未发现感染迹象: 红肿、水肿和渗出液明显减少, 坏死组织完全清除, 伤口床上出现新鲜肉芽组织。

Table 1. According to the location of infection

表 1. 按照感染位置划分

感染部位	感染人数	成功保留人数	平均灌洗时间
胫腓骨/踝关节/足	50 人	17 人 34.0%	22.16 ± 13.69 天
股骨	14 人	9 人 64.3%	18.79 ± 8.79 天
上肢	9 人	6 人 66.7%	15.89 ± 9.49 天

3. 治疗

所有患者均完善术前检查, 且未发现手术禁忌症, 在入院后约 12 小时内进行初次伤口切除和清创。

所有患者入院留取组织进行细菌培养和药敏试验后立即接受经验性广谱抗生素治疗。对于无败血症的患者, 应用第一代或第二代头孢菌素和左氧氟沙星。然后根据细菌敏感性试验结果对抗生素进行相应调整。之后持续服用抗生素, 直到患者的身体状况改善, 白细胞计数和炎症指标正常或接近正常, 并且没有出现进一步的坏死组织感染。

伤口彻底而广泛的切开以确保所有感染部位和空洞都被打开。然后切除坏死组织并对分泌物及坏死组织进行细菌培养及药敏试验, 同时保留神经和血管等重要组织并覆盖健康组织。在完全止血并用过氧化氢、稀碘伏和生理盐水冲洗后, 覆盖伤口并妥善放置 VSD 材料。简言之, 将插入引流管和安装管的聚乙烯醇海绵敷料切割成伤口或空腔的大致大小, 并填塞和覆盖伤口。海绵、引流管和灌洗管以及周围健

康皮肤使用透明半透膜覆盖和密封。然后将排水管连接至负压为-125 mmHg 的负压机, 试验通畅性后结束手术, 术后通过灌洗管向伤口注入生理盐水(0.9%NaCl) 10 分钟, 并在-125 mmHg 下负压吸引。每小时重复此过程, 直到伤口清洁, 冲洗液清澈。伤口清创在急性期每周进行一次, 此后每两周重复一次。VSD 海绵每 5~7 天更换一次, 若引流液清澈且海绵周围未出现积液则可适当延长更换时间。这一过程通常需要 1~4 周, 具体取决于伤口的感染程度。在感染坏死过程停止后进行修复和重建手术并及时缝合伤口。

Table 2. Influencing factors of successful healing of retained internal fixation device

表 2. 影响保留内固定装置愈合成功的因素

变量	保留成功	保留失败	成功率	P Value
性别				
男性	26	40	39.39%	0.103
女性	5	2	71.43%	
糖尿病				
是	7	2	77.78%	0.028
否	25	39	39.06%	
吸烟				
是	3	15	16.67%	0.009
否	28	26	51.85%	
饮酒				
是	7	17	29.17%	0.07
否	25	24	51.02%	
多微生物				
是	2	12	14.29%	0.013
否	30	29	50.85%	
2 周内感染				
是	23	12	65.70%	0.001
否	9	29	23.68%	

4. 结果

共有 73 名患者被纳入研究。平均年龄 44.18 ± 16.59 岁。男女患者的比例为 66:7。

在这些患者中, 66 名患者具有来自组织或血液的确定微生物, 而 7 名患者的组织或血液样本中既没有需氧菌也没有厌氧菌生长。其中 14 名患者(14/66)为多微生物感染。最常见的微生物是金黄色葡萄球菌(46/73)、链球菌属、变形杆菌属、肺炎克雷伯菌、大肠杆菌和鲍曼不动杆菌。最常见的感染部位为胫腓骨(47/73)及股骨(表 1)。

平均术后发生感染时间为 20.44 ± 14.41 天, 感染被发现至首次清创冲洗平均时间为 8.47 ± 4.42 天。平均冲洗次数为 1.90 ± 1.19 , 平均灌洗时间 20.73 ± 12.41 天。其中 32 人成功保留内固定装置, 他们的平

均灌洗时间为 14.66 ± 6.16 天。内固定装置保留失败的患者为 15 人, 他们的平均冲洗 16.20 ± 5.17 天。预测保留内固定装置愈合成功的因素及预测延长治疗时间的因素见表 2 及表 3。

所有患者均存活。根据细菌培养、血液检查的结果及伤口红色和肿胀皮肤区域的轮廓等指标转为阴性或有明显转阴趋势, 并且伤口中没有出现进一步的坏死组织, 则认为伤口感染已得到控制。治疗过程中未发现 VSDL 的严重不良反应。

Table 3. Variables that prolong treatment time

表 3. 延长治疗时间的变量

	感染人数	平均灌洗时间	P Value
性别			
男	66	21.23 ± 12.51 天	0.29
女	7	16.00 ± 11.15 天	
糖尿病			
是	9	17.33 ± 8.70 天	0.385
否	64	21.20 ± 12.83 天	
吸烟			
是	19	28.32 ± 15.87 天	0.001
否	54	18.06 ± 9.79 天	
饮酒			
是	24	24.79 ± 11.17 天	0.049
否	49	18.73 ± 12.61 天	
年龄段			
1-44	29	20.00 ± 11.94 天	0.741
45-59	32	20.44 ± 10.92 天	
60-80	12	23.25 ± 17.35 天	
2 周内感染			
是	35	20.83 ± 13.06 天	0.947
否	38	20.63 ± 11.96 天	
感染到清创时间超过 3 天			
是	64	21.33 ± 12.86 天	0.272
否	9	16.44 ± 7.83 天	
多微生物			
是	14	27.07 ± 16.37 天	0.032
否	59	19.22 ± 10.92 天	

本文中的 73 例患者中有 26 例患者在我院初次清创时即选择拆除内固定装置, 其原因大多为原内固定装置已失去固定性、患者于外院接受治疗未果造成感染发生到接受我院治疗间隔时间过长(12.12 ± 4.00 天)等以及期间虽接受过清创手术但感染控制情况较差等, 所以作者选择拆除内固定装置进行治疗。

保留内固定装置成功的大多数患者在经过 2 次清创及 14.66 ± 6.16 天真空封闭引流滴注灌洗治疗后各项血液检查指标及伤口状况已明显好转, 但尝试保留内固定装置失败的患者, 经过 16.20 ± 5.17 天冲洗后仍未见好转, 此时更多次的清创及更长时间的负压冲洗往往无法实现更有效的治疗, 即尝试保留内固定装置经两次清创及约两周 VSDL 仍未见明显好转者, 应选择拆除内固定装置。

5. 讨论

骨折术后感染作为骨科最常见的并发症之一, 骨科医生们大多采用清创加长期抗生素治疗和支持治疗。手术部位感染的一个重要治疗方法是抗菌治疗[20] [21] [22]。由于大多数病例都有微生物感染, 应立即使用广谱抗生素, 以覆盖所有可能的微生物, 包括革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌和厌氧菌。当收到细菌培养和药敏试验结果时, 可改广谱抗生素为敏感抗生素。本文中 7 名患者的组织或血液样本中既没有需氧菌也没有厌氧菌生长, 这可能与院外已接受全身或局部广谱抗生素治疗有关。

早期彻底的清创是治疗感染的关键治疗措施, 清创时间的延迟会导致治疗难度倍增且预后更差[23], 本文中的患者从发现感染到首次清创的平均时间为 8.47 ± 4.42 天, 此时间的延长大多数与患者自行院外治疗有关。

清创应广泛且彻底, 伤口边界应至少与蜂窝织炎边缘一样宽。所有感染的伤口腔都应该切开, 所有坏死组织都应该切除[20] [21]。应尽可能保留神经和血管, 并用健康组织覆盖, 因为暴露在这些重要组织中会导致血栓形成和坏死, 进而引发感染[24]。

根据我们的临床经验, VSDL 可以保持伤口洁净, 有效的降低了清创手术的实施频率(VSDL 每 7 天进行一次, 传统清创手术每 6~48 小时一次)。由于创腔内大多存在腔隙, 采用传统的伤口敷料很难保持伤口清洁并彻底引流[14], 即使它们可能每天更换, 甚至每天更换两次, VSDL 相较传统敷料, 可以更充分引流空腔, 持续清除渗出物, 且明显减少敷料更换频率(VSDL 每 5~7 天更换一次甚至更长)。VSDL 的微形变能力加快了伤口缩小, 减少了治疗时间, 也同时降低了治疗成本[25]。

术后感染发生越早, 内固定装置保留成功的可能性越高(术后两周内感染的患者保留成功率 65.70% 对比两周之后感染的患者保留成功率 23.68%), 而吸烟及饮酒等不良嗜好及多种病原体微生物感染不仅会明显降低保留内固定装置的成功率, 而且会导致灌洗时间明显延长。

目前的研究包括相对较少的患者, 小样本量也可能导致了一些与预期结相差极大的结果, 如糖尿病与治疗失败之间明显缺乏相关性。在本系列研究中, 被诊断为糖尿病的患者保留内固定成功概率明显高于未患糖尿病的患者(77.78%对比 39.06%), 根据现有的科学数据, 这些发现非常出乎意料, 因为糖尿病和多种共病都是广泛接受的术后感染和延迟愈合或骨不连的风险因素[26]。

6. 结论

综上所述, 真空封闭引流灌洗治疗骨折内固定术后感染时具有较高的感染清除率及内固定装置保留成功率, 但感染发生到接受清创时间要求比较苛刻, 本次研究对象中一部分患者接受治疗时间延后明显, 很难在一个医疗中心得到更完善的数据, 需要进行多中心临床试验, 然而其冲洗过程中对病人的临床护理要求更为复杂精细, 这对其推广造成了一定的挑战。

参考文献

- [1] Cruse, P. (1981) Wound Infection Surveillance. *Reviews of Infectious Diseases*, 3, 734-737.

- <https://doi.org/10.1093/clinids/3.4.734>
- [2] Anderson, D.J., Pyatt, D.G., Weber, D.J. and Rutala, W.A. (2013) Statewide Costs of Health Care-Associated Infections: Estimates for Acute Care Hospitals in North Carolina. *American Journal of Infection Control*, **41**, 764-768. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.11.022>
- [3] Lewis, S.S., Moehring, R.W., Chen, L.F., Sexton, D.J. and Anderson, D.J. (2013) Assessing the Relative Burden of Hospital-Acquired Infections in a Network of Community Hospitals. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, **34**, 1229-1230. <https://doi.org/10.1086/673443>
- [4] Zimlichman, E., Henderson, D., Tamir, O., et al. (2013) Health Care-Associated Infections: A Meta-Analysis of Costs and Financial Impact on the US Health Care System. *JAMA Internal Medicine*, **173**, 2039-2046. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.9763>
- [5] Darouiche, R.O. (2001) Device-Associated Infections: A Macroproblem That Starts with Microadherence. *Clinical Infectious Diseases*, **33**, 1567-1572. <https://doi.org/10.1086/323130>
- [6] Darouiche, R.O. (2004) Treatment of Infections Associated with Surgical Implants. *The New England Journal of Medicine*, **350**, 1422-1429. <https://doi.org/10.1056/NEJMra035415>
- [7] Whitehouse, J.D., Friedman, N.D., Kirkland, K.B., Richardson, W.J. and Sexton, D.J. (2002) The Impact of Surgical-Site Infections Following Orthopedic Surgery at a Community Hospital and a University Hospital: Adverse Quality of Life, Excess Length of Stay, and Extra Cost. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, **23**, 183-189. <https://doi.org/10.1086/502033>
- [8] Trampuz, A. and Zimmerli, W. (2006) Diagnosis and Treatment of Infections Associated with Fracture-Fixation Devices. *Injury*, **37**, S59-S66. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.04.010>
- [9] Petty, W., Spanier, S., Shuster, J.J. and Silverthorne, C. (1985) The Influence of Skeletal Implants on Incidence of Infection. Experiments in a Canine Model. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **67**, 1236-1244. <https://doi.org/10.2106/00004623-198567080-00015>
- [10] Merritt, K. and Dowd, J.D. (1987) Role of Internal Fixation in Infection of Open Fractures: Studies with *Staphylococcus aureus* and *Proteus mirabilis*. *Journal of Orthopaedic Research*, **5**, 23-28. <https://doi.org/10.1002/jor.1100050105>
- [11] Schmidt, A.H. and Swiontkowski, M.F. (2000) Pathophysiology of Infections after Internal Fixation of Fractures. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **8**, 285-291. <https://doi.org/10.5435/00124635-200009000-00002>
- [12] Rittmann, W.W. and Perren, S.M. (1974) Cortical Bone Healing after Internal Fixation and Infection. Springer, Berlin. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-65977-5>
- [13] Anaya, D.A. and Dellinger, E.P. (2007) Necrotizing Soft-Tissue Infection: Diagnosis and Management. *Clinical Infectious Diseases*, **44**, 705-710. <https://doi.org/10.1086/511638>
- [14] Bethell, E. (2003) Why Gauze Dressings Should Not Be the First Choice to Manage Most Acute Surgical Cavity Wounds. *Journal of Wound Care*, **12**, 237-239. <https://doi.org/10.12968/jowc.2003.12.6.26503>
- [15] Fleischmann, W., Strecker, W., Bombelli, M. and Kinzl, L. (1993) Vakuumversiegelung zur Behandlung des Weichteilschadens bei offenen Frakturen [Vacuum Sealing as Treatment of Soft Tissue Damage in Open Fractures]. *Unfallchirurg*, **96**, 488-492.
- [16] Anesäter, E., Borgquist, O., Hedström, E., Waga, J., Ingemansson, R. and Malmsjö, M. (2011) The Influence of Different Sizes and Types of Wound Fillers on Wound Contraction and Tissue Pressure during Negative Pressure Wound Therapy. *International Wound Journal*, **8**, 336-342. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481X.2011.00790.x>
- [17] Huang, C., Leavitt, T., Bayer, L.R. and Orgill, D.P. (2014) Effect of Negative Pressure Wound Therapy on Wound Healing. *Current Problems in Surgery*, **51**, 301-331. <https://doi.org/10.1067/j.cpsurg.2014.04.001>
- [18] Borejsza-Wysocki, M., Bobkiewicz, A., Francuzik, W., et al. (2021) Effect of Closed Incision Negative Pressure Wound Therapy on Incidence Rate of Surgical Site Infection after Stoma Reversal: A Pilot Study. *Wideochirurgia I Inne Techniki Maloinwazyjne*, **16**, 686-696. <https://doi.org/10.5114/wiitm.2021.106426>
- [19] Berkes, M., Obremesky, W.T., Scannell, B., et al. (2010) Maintenance of Hardware after Early Postoperative Infection Following Fracture Internal Fixation. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **92**, 823-828. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00470>
- [20] Metsemakers, W.J., Kuehl, R., Moriarty, T.F., et al. (2018) Infection after Fracture Fixation: Current Surgical and Microbiological Concepts. *Injury*, **49**, 511-522. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.09.019>
- [21] Duan, H., He, Y., Zhang, H., Wang, F., Chen, S. and Wang, J. (2020) Vacuum Sealing Drainage with Instillation in the Treatment of Necrotising Soft-Tissue Infection: A Retrospective Analysis. *Journal of Wound Care*, **29**, 510-517. <https://doi.org/10.12968/jowc.2020.29.9.510>
- [22] Metsemakers, W.J., Morgenstern, M., Senneville, E., et al. (2020) General Treatment Principles for Fracture-Related

- Infection: Recommendations from an International Expert Group. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **140**, 1013-1027. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03287-4>
- [23] Foote, C.J., Tornetta, P., Reito, A., *et al.* (2021) A Reevaluation of the Risk of Infection Based on Time to Debridement in Open Fractures: Results of the GOLIATH Meta-Analysis of Observational Studies and Limited Trial Data [published Correction Appears in *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. 2021 Mar 17; 103(6): e25]. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **103**, 265-273. <https://doi.org/10.2106/JBJS.20.01103>
- [24] Garcia, N.M. and Cai, J. (2018) Aggressive Soft Tissue Infections. *Surgical Clinics of North America*, **98**, 1097-1108. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2018.05.001>
- [25] Philbeck, T.E., Whittington, K.T., Millsap, M.H., Briones, R.B., Wight, D.G. and Schroeder, W.J. (1999) The Clinical and Cost Effectiveness of Externally Applied Negative Pressure Wound Therapy in the Treatment of Wounds in Home Healthcare Medicare Patients. *Ostomy Wound Management*, **45**, 41-50.
- [26] Hasan, M.Y., Teo, R. and Nather, A. (2015) Negative-Pressure Wound Therapy for Management of Diabetic Foot Wounds: A Review of the Mechanism of Action, Clinical Applications, and Recent Developments. *The Diabetic Foot and Ankle*, **6**, 27618. <https://doi.org/10.3402/dfa.v6.27618>