

负压伤口疗法治疗骨创伤患者创面感染疗效及安全性的 Meta 分析

袁书逸^{1,2} 汤路路^{1,2} 王安素³ 冯加义^{1,2} 刘晓童^{1,2} 夏同霞^{1,2}

¹遵义医科大学附属医院护理部, 遵义 563000; ²遵义医科大学护理学院, 遵义 563000; ³遵义医科大学附属医院脊柱外科, 遵义 563000

通信作者: 夏同霞, Email: Xiatongxia@zmu.edu.cn

【摘要】目的 探讨负压伤口疗法(NPWT)治疗骨创伤患者创面感染的疗效及安全性。**方法** 检索中国知网、中国生物医学文献数据库、万方数据知识服务平台、PubMed、Web of Science、Cochrane Library 和 CINAHL 有关 NPWT 对骨创伤感染创面愈合影响的随机对照试验(RCT)和队列研究文献。检索时限为建库至 2024 年 10 月。应用 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析。将患者按照治疗方法的不同分为 2 组: 干预组, 采用负压伤口疗法治疗; 对照组, 采用常规治疗。观察指标包括临床疗效、创面愈合质量、住院时长、创面愈合时长、并发症发生率、二次手术率和抗菌药物使用时长。采用 Begg 和 Egger 检验对观察指标进行发表偏倚分析。**结果** 共纳入 13 篇文献, 包括 RCT 11 篇和队列研究 2 篇, 共 3 538 例患者, 其中干预组 1 762 例, 对照组 1 776 例。Meta 分析结果显示: 与对照组比较, 干预组临床疗效更好($OR=7.08, 95\%CI\ 5.31, 9.45, P<0.01$), 创面愈合质量更高($MD=4.15, 95\%CI\ 3.99, 4.32, P<0.01$), 住院时长更短($MD=-13.38, 95\%CI\ -14.39, -12.38, P<0.01$), 创面愈合时长更短($MD=-8.11, 95\%CI\ -10.22, -6.00, P<0.01$), 并发症发生率更低, 二次手术率更低($OR=0.22, 95\%CI\ 0.09, 0.57, P<0.01$), 抗菌药物使用时长更短($MD=-7.61, 95\%CI\ -8.06, -7.16, P<0.01$)。同时, 以上指标均无明显发表偏倚($P>0.05$)。**结论** 与常规治疗比较, NPWT 可提高骨创伤患者创面感染的临床疗效和创面愈合质量, 缩短住院时长和创面愈合时长, 降低并发症发生率和二次手术率, 缩短抗菌药物使用时长。

【关键词】 医院, 骨科; 负压伤口疗法; 创伤和损伤; 感染; Meta 分析

【中图分类号】 R641

基金项目: 中华护理学会 2023 年度立项科研课题(ZHKY202318)

DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20241014-00602

Meta-analysis of the efficacy and safety of negative-pressure wound therapy in the treatment of infected wounds in orthopedic trauma patients

Yuan Shuyi^{1,2}, Tang Lulu^{1,2}, Wang Ansu³, Feng Jiayi^{1,2}, Liu Xiaotong^{1,2}, Xia Tongxia^{1,2}

¹Nursing Department, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China; ²School of Nursing, Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China; ³Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China

Corresponding author: Xia Tongxia, Email: Xiatongxia@zmu.edu.cn

【Abstract】Objective To explore the efficacy and safety of negative-pressure wound therapy (NPWT) in treating infected wounds in orthopedic trauma patients. **Methods** China National Knowledge Infrastructure, China Biomedical Literature Database, Wanfang Data Knowledge Service Platform, PubMed, Web of Science, Cochrane Library, and CINAHL were searched for randomized controlled trials (RCT) and cohort studies examining the impact of NPWT on wound healing in orthopedic trauma infections. The retrieval time was from the establishment of the databases to October 2024. RevMan 5.4 software was used for Meta-analysis. The patients were divided into two groups according to different treatment methods: the intervention group, treated with NPWT, and the control group, treated with conventional treatment. The observed indicators included clinical efficacy, wound healing quality, length of hospital stay, wound healing time, incidence of complications, secondary surgery rate, and duration of antibiotic use. Publication bias analysis was performed on the observed indicators through Begg and Egger tests. **Results** A total of

13 studies were included, comprising 11 RCT and 2 cohort studies, involving a total of 3 538 patients, with 1 762 in the intervention group and 1 776 in the control group. The meta-analysis results indicated that the intervention group had better clinical efficacy ($OR=7.08$, $95\%CI$ 5.31, 9.45, $P<0.01$), higher wound healing quality ($MD=4.15$, $95\%CI$ 3.99, 4.32, $P<0.01$), shorter length of hospital stay ($MD=-13.38$, $95\%CI$ -14.39, -12.38, $P<0.01$), shorter wound healing time ($MD=-8.11$, $95\%CI$ -10.22, -6.00, $P<0.01$), lower incidence of complications, lower secondary surgery rate ($OR=0.22$, $95\%CI$ 0.09, 0.57, $P<0.01$), and shorter duration of antibiotic use ($MD=-7.61$, $95\%CI$ -8.06, -7.16, $P<0.01$) when compared with the control group. No significant publication bias was observed in the aforementioned indicators ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with the conventional treatment, NPWT can enhance the clinical efficacy and wound healing quality of infected wounds in orthopedic trauma patients, shorten length of hospital stay and wound healing time, reduce the incidence of complications and secondary surgery rates, and shorten the duration of antibiotic use.

【Key words】 Hospitals, osteopathic; Negative-pressure wound therapy; Wounds and injuries; Infection; Meta-analysis

Fund program: 2023 Research Project of Chinese Nursing Association (ZHKY202318)

DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20241014-00602

骨创伤患者由于创面长时间在空气中暴露,伤口创面较深、愈合时间长,且受环境、自身免疫等影响,其创面感染风险显著增加^[1]。创面感染后会进一步引起病情迁延不愈,甚至引起骨髓炎、截肢等严重不良后果,危及患者生命安全^[2-3]。据估计,全球每年用于伤口管理的医疗支出超过 100 亿美元^[4]。因此,预防和治疗创面感染对骨创伤患者的预后非常重要。目前,临床上主要采用清创、敷料包扎、抗菌药物和院感管理等常规方式治疗骨创伤感染创面,可在一定程度上控制感染,促进软组织修复,但治愈周期较长,且使用常规敷料的感染风险较大,容易引发其他并发症,不利于创面的快速愈合^[5]。负压伤口疗法(negative-pressure wound therapy, NPWT)可通过提供伤口覆盖、减少死腔和最小张力、增加创面血流量、减轻组织水肿和激活创伤组织中生长因子等来加速创面愈合,故被广泛运用于创伤骨科、心胸外科等^[6]。多项研究结果表明, NPWT 在预防和治疗骨创伤患者创面感染方面优于常规治疗^[7-8],但目前比较这 2 种技术的循证医学证据尚不充分。因此,笔者通过 Meta 分析,比较 NPWT 和常规方法治疗骨创伤患者创面感染疗效和安全性的差异,为临床治疗骨创伤患者创面感染提供参考。

1 临床资料与方法

1.1 文献检索

检索中国知网、万方数据知识服务平台、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Cochrane Library 和 CINAHL 有关 NPWT 对骨创伤感染创面愈合影响的随机对照试验(RCT)和队列

研究文献。检索时限为建库至 2024 年 10 月。中文检索词:“负压伤口疗法”“封闭负压引流”“负压封闭引流”“软组织”“骨科”“骨伤”“创伤”“损伤”“创面”“伤口”“切口”“感染”“愈合”。英文检索词:“negative-pressure wound therapy”“vacuum sealing drainage”“vacuum-assisted closure”“topical negative-pressure therapy”“negative pressure dressings”“orthopedic”“procedures”“osteology”“injuries”“trauma”“wounds”“infection”“soft tissue”“wound healing”。使用主题词和自由词相结合进行检索。

1.2 文献纳入与排除标准

纳入标准:(1)研究对象:骨创伤创面感染者。(2)研究类型:RCT、队列研究。(3)干预措施:根据创伤情况,对照组给予清创和对症处理,术后常规换药,并进行抗菌药物治疗和相关检查等;干预组采取 NPWT 治疗。(4)观察指标:文献检索结果、文献基本特征、文献质量、临床疗效、创面愈合时长、住院时长、并发症发生率、创面愈合质量、二次手术率、抗菌药物使用时长。文献排除标准:(1)无法获取全文;(2)会议摘要、研究计划书及综述;(3)数据不全;(4)质量评价为 C 级。

1.3 数据提取

由 2 名经过循证知识系统培训的研究者分别对检索到的文献根据纳入和排除标准进行筛选。具体筛选流程如下:(1)使用 EndNote X9 软件对初步检索的文献去重;(2)阅读文题和摘要后初步排除不符合标准的文献;(3)全文阅读并分析初筛后的文献,如遇分歧则交由第三方循证专家决定是否纳入;(4)2 名研究者根据自行设计的表格提取数据并交叉审核,内容包括作者、发表年份、研究类型、样

本量、年龄、干预措施、结局指标和负压值。

1.4 文献质量评价

使用 Cochrane 协作网^[9]提供的 RCT 偏倚风险评估工具对 RCT 进行质量评价,评价内容包括随机序列产生、方案的分配隐蔽情况、研究对象及干预者双盲、数据结局是否有脱落、有无选择性发表和其他偏倚 6 个方面,每项指标采用“低偏倚风险、不清楚、高偏倚风险”3 个等级来评估。采用纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)对队列研究进行质量评价,评价内容包括研究人群选择(0~4 分)、组间可比性(0~2 分)和结果评估(0~3 分),其中 7~9 分为高质量研究,评为 A 级;4~6 分为中等质量研究,评为 B 级;<4 分为低质量研究,评为 C 级。

1.5 观察指标

观察指标包含临床疗效、创面愈合质量、住院时长、创面愈合时长、并发症发生率、二次手术率、抗菌药物使用时长。采用 Begg 和 Egger 检验对纳入研究≥3 篇的观察指标进行发表偏倚分析, $P>0.05$ 为无发表偏倚。

临床疗效用有效率表示,即有效率=(痊愈例数+有效例数)/总例数 $\times 100\%$ 。其中,痊愈为患者全身炎症反应消失,创面愈合;有效为创面感染处症状显著改善,创面愈合;无效为患者感染症状无改善甚至加重。并发症包含异常疼痛、伤口化脓、感染、出血、发热、肺炎、败血症、伤口裂开、皮瓣坏死。创面愈合质量参照创面愈合组织病理学评分,以 Eldad 等^[10]的标准,根据表皮结构状态(完全破坏/缺失、部分坏死/溃疡、完整)、真皮与表皮连接程度和是否有微小水疱(<25%/出现水疱、25%~75%/无水疱、正常无小水疱)、胶原束与皮肤结构状态(无定型真皮/胶原束破坏、部分真皮坏死/胶原束存在结构紊乱、正常胶原束)、表皮再生程度(<25%、25%~75%、>75%)、粒细胞浸润程度(>16%、6%~15%、<5%)分别记录 0~2 分,分值越高表明创面愈合质量更好。

1.6 统计学分析

应用 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析。二分类变量如临床疗效、并发症发生率和二次手术率,用 OR 作为效应指标,并计算 95%CI。连续性变量如创面愈合时长、住院时长等,用 MD 作为效应指标,同时计算 95%CI。异质性检验用 I^2 值来判断,当 $I^2 \leq 50\%$ 时,表明文献间异质性较小,使用固定效应模型;当 $I^2 > 50\%$,表明文献间异质性大,使用随机效应模型。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果

通过检索得到相关文献 1 525 篇,使用 EndNote X9 软件剔除重复文献后获得文献 1 228 篇;阅读标题和摘要排除不符合标准文献后获得文献 182 篇;仔细阅读全文,排除文献质量不高、干预措施不符、研究对象不符和结局指标不符的文献,最终纳入文献 13 篇^[11-23]。

2.2 纳入文献的基本特征和质量评价结果

纳入的 13 篇文献中,RCT 11 篇,队列研究 2 篇,共 3 538 例患者,其中干预组 1 762 例,对照组 1 776 例,均为骨创伤创面感染。纳入文献的基本特征见表 1。10 篇 RCT^[11-12,14-16,18,20-23]明确表明随机序列产生的方法。由于干预措施或暴露因素导致实际操作中难以完全做到双盲,但本研究结局均为客观指标,故未实施盲法对结局影响较小,2 篇 RCT^[11,14]做到对研究对象和干预者施盲。13 篇 RCT 均不清楚是否选择性报告研究结果。2 篇队列研究^[13,17]的 NOS 评分均为 6 分。方法学评价结果见图 1、表 2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 临床疗效:共 11 篇文献^[12-22]报道临床疗效,研究对象共 3 299 例,其中干预组 1 650 例,对照组 1 649 例。数据间不存在异质性($P=1.00, I^2=0\%$),故使用固定效应模型进行分析。结果显示,干预组临床疗效明显优于对照组($OR=7.08, 95\%CI 5.31, 9.45, P<0.001$)。见图 2。

2.3.2 创面愈合质量:共 3 篇文献^[18,21-22]报道创面愈合质量,研究对象共 178 例,其中干预组 89 例,对照组 89 例。数据间不存在异质性($P=0.42, I^2=0\%$),故使用固定效应模型进行分析。结果显示,干预组创面愈合质量明显高于对照组($MD=4.15, 95\%CI 3.99, 4.32, P<0.001$)。见图 3。

2.3.3 住院时长:共 6 篇文献^[11,13,18,20-21,23]报道住院时长,研究对象共 527 例,其中干预组 256 例,对照组 271 例。数据间不存在异质性($P=0.47, I^2=0\%$),故使用固定效应模型进行分析。结果显示,干预组住院时长明显短于对照组($MD=-13.38, 95\%CI -14.39, -12.38, P<0.001$)。见图 4。

2.3.4 创面愈合时长:共 7 篇文献^[11,14,16,18,20-22]报道创面愈合时长,研究对象共 3 064 例,其中干预组 1 532 例,对照组 1 532 例。数据异质性较高($P<0.01, I^2=95\%$),故使用随机效应模型进行分析。结果显示,干预组创面愈合时长明显短于对照组($MD=$

表 1 纳入文献的基本特征

纳入研究	发表年份	研究类型	样本量(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)		干预措施		主要结局指标	负压值
			干预组	对照组	干预组	对照组	干预组	对照组		
Kaushik 等 ^[11]	2017	RCT	52	52	—	—	NPWT	常规治疗	③④⑤⑥	100~150 mmHg
吴坚等 ^[12]	2016	RCT	35	35	36.3±6.4	36.0±6.8	NPWT	常规治疗	①	20~60 kPa
曾国庆等 ^[13]	2014	队列研究	35	35	—	—	NPWT	常规治疗	①③	100~125 mmHg
曾武思 ^[14]	2020	RCT	43	43	37.3±4.2	36.9±3.8	NPWT	常规治疗	①④	根据创面情况设置
杜俊峰等 ^[15]	2017	RCT	40	40	42.5±1.3	40.4±1.1	NPWT	常规治疗	①	40~70 kPa
杨瑞等 ^[16]	2018	RCT	1298	1298	38.2±6.3	38.9±6.9	NPWT	常规治疗	①④⑤	125~450 mmHg
柳明等 ^[17]	2021	队列研究	24	24	46.3±7.5	47.1±7.6	NPWT	常规治疗	①	以敷料瘰下陷为宜
潘王毅 ^[18]	2016	RCT	24	24	39.4±5.5	39.5±5.7	NPWT	常规治疗	①②③④⑥⑦	根据创面情况设置
石玮等 ^[19]	2017	RCT	36	35	—	—	NPWT	常规治疗	①⑤⑦	200~350 mmHg
程海霞等 ^[20]	2019	RCT	50	50	38.11±7.46	37.68±8.42	NPWT	常规治疗	①③④	40~70 kPa
诸利梅等 ^[21]	2014	RCT	35	35	27.1±2.7	25.6±2.2	NPWT	常规治疗	①②③④⑥⑦	0.04 MPa
马兆坤 ^[22]	2017	RCT	30	30	43.8±6.9	43.2±7.2	NPWT	常规治疗	①②④⑦	0.04 MPa
龚振华等 ^[23]	2012	RCT	60	75	—	—	NPWT	常规治疗	③⑤	50~60 kPa

注:RCT为随机对照试验,NPWT为负压伤口疗法,①为临床疗效,②为创面愈合质量,③为住院时长,④为创面愈合时长,⑤为并发症发生率,⑥为二次手术率,⑦为抗菌药物使用时长。“—”为原文未说明。1 mmHg=0.133 kPa

-8.11, 95%CI -10.22, -6.00, $P < 0.001$)。见图 5。

2.3.5 并发症发生率:共 4 篇文献^[12,18,21,23]

报道并发症发生率,研究对象共 2 906 例,其中干预组 1 446 例,对照组 1 460 例。因不同文献描述的并发症类型不同,故本研究仅将所有并发症做描述性分析。干预组伤口异常疼痛发生率(4.1%)低于对照组(9.2%)^[12];干预组伤口化脓发生率(6.1%)

低于对照组(15.8%)^[12];干预组感染发生率(0%)低于对照组(8%)^[18];干预组出血发生率(2.8%)低于对照组(11.4%)^[21];干预组发热发生率(0%)低于对照组(5.7%)^[21];干预组肺炎发生率(2.8%)低于对照组(11.4%)^[21];干预组败血症发生率(0%)低于对照组(5.7%)^[21];干预组伤口裂开发生率(0%)低于对照组(7.7%)^[23];干预组皮瓣坏死发生率(0%)低

于对照组(1.9%)^[23]。

2.3.6 二次手术率:共 3 篇文献^[11,18,21]报道二次手术率,研究对象共 222 例,其中干预组 111 例,对照组 111 例。数据间异质性较低($P=0.33$, $I^2=11\%$),故使用固定效应模型进行分析。结果显示,干预组二次手术率明显低于对照组($OR=0.22$, 95%CI 0.09, 0.57, $P < 0.001$)。见图 6。

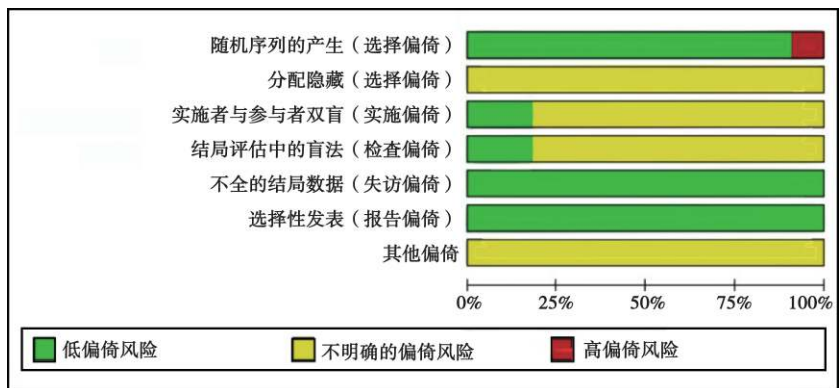


图 1 11 篇 RCT 的方法学质量评价。注:RCT 为随机对照试验

表 2 2 篇队列研究文献的方法学质量评价(分)

纳入文献	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	NOS 评分	质量等级(级)
曾国庆等 ^[13]	0	1	1	1	2	1	0	0	6	B
柳明等 ^[17]	0	1	1	1	2	1	0	0	6	B

注:①为非暴露队列的选择,②为暴露队列的代表性,③为暴露的确定,④为感兴趣的结果在干预前是否发生,⑤为组间可比性,⑥为结果测定方法,⑦为随访时间是否足够长,⑧为随访质量是否高,NOS 为纽卡斯尔-渥太华量表

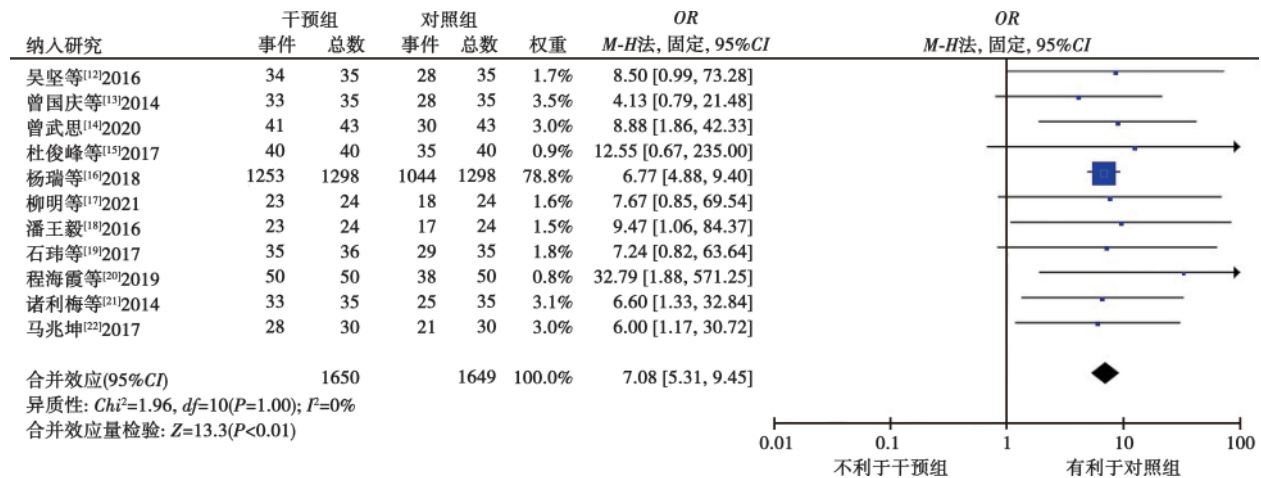


图2 干预组与对照组临床疗效比较结果

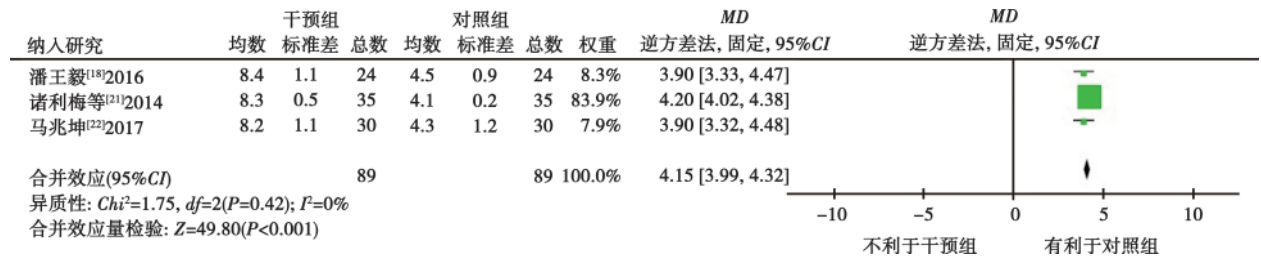


图3 干预组与对照组创面愈合质量比较结果

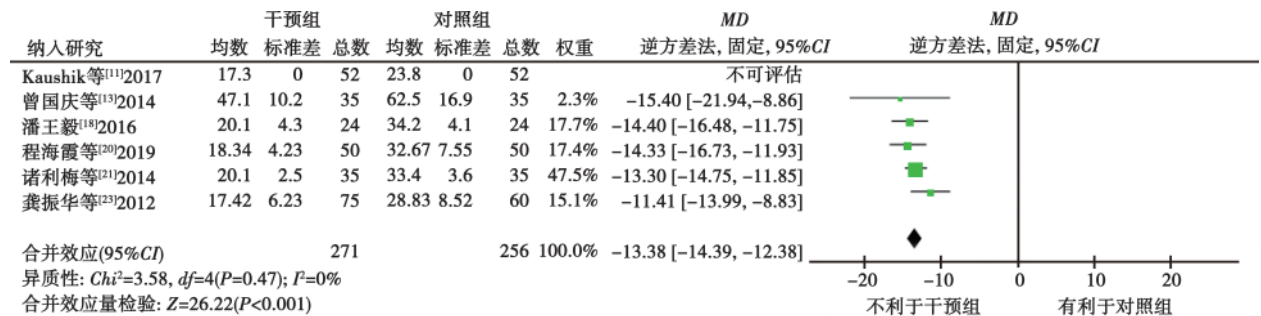


图4 干预组与对照组住院时长比较结果

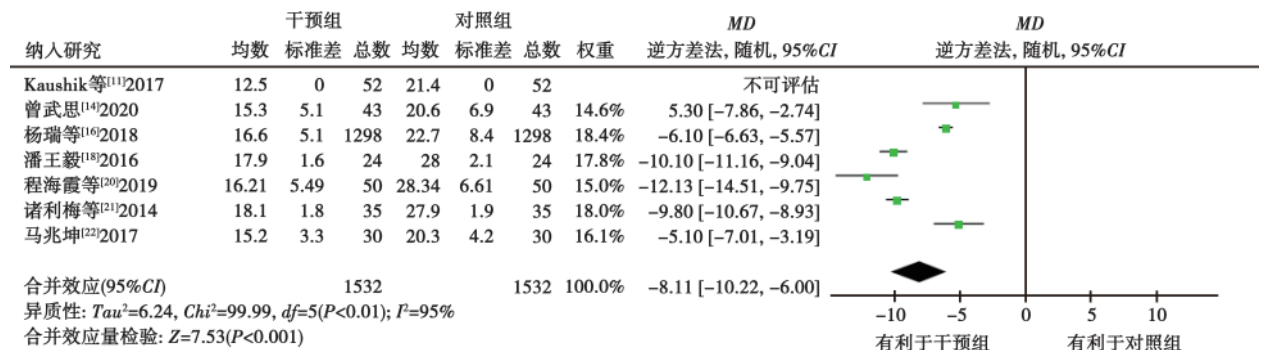


图5 干预组与对照组创面愈合时长比较结果

2.3.7 抗菌药物使用时长:共4篇文献^[13,18,21-22]报道抗菌药物使用时长,研究对象共248例,其中干预组124例,对照组124例。数据间异质性较低($P=0.13$, $I^2=47\%$),故使用固定效应模型进行分析。结果显

示,干预组抗菌药物使用时长明显短于对照组($MD=-7.61$, $95\%CI -8.06, -7.16$, $P<0.001$)。见图7。

2.4 发表偏倚分析

采用Begg和Egger检验对纳入研究 ≥ 3 篇的观察

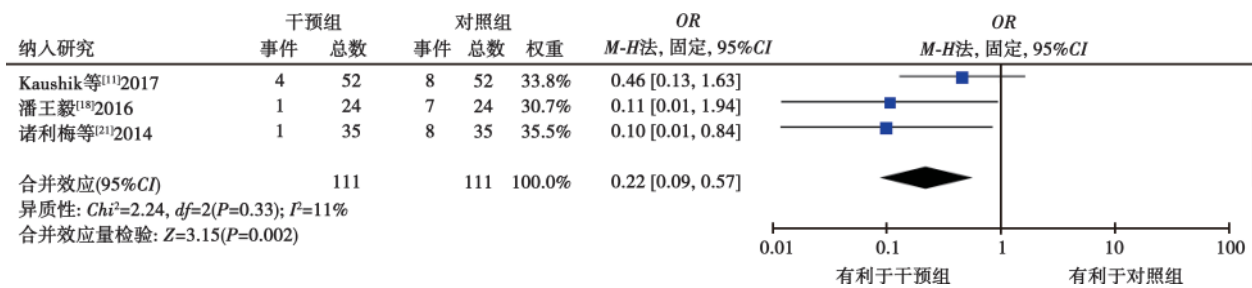


图6 干预组与对照组二次手术率比较结果

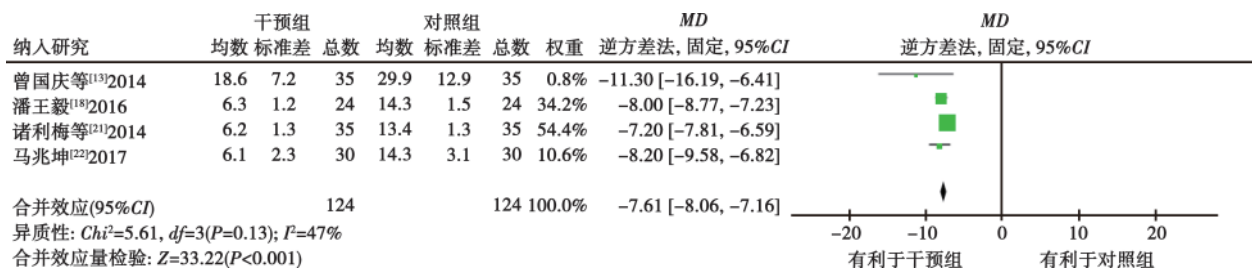


图7 干预组与对照组抗菌药物使用时长比较结果

指标进行发表偏倚分析。结果显示,临床疗效、创面愈合质量、住院时长、创面愈合时长、二次手术率、抗菌药物使用时长均无明显发表偏倚($P>0.05$)。

3 讨论

创面感染的治疗是全球医疗卫生领域面临的重要挑战^[24]。NPWT与传统清创术相比,有减轻疼痛、高效引流和控制感染等优点^[25-27]。近年来,国内外许多学者针对骨创伤感染创面进行NPWT和常规治疗的疗效研究,但仍缺乏比较2种技术的循证医学证据^[11-23]。本研究结果表明,NPWT可有效提高骨创伤患者创面感染的临床疗效和创面愈合质量,缩短住院时长和创面愈合时长,降低并发症发生率和二次手术率,缩短抗菌药物使用时长,具有良好的有效性和安全性。

3.1 NPWT治疗骨创伤患者创面感染的有效性分析

本研究结果表明,相较于常规治疗,NPWT可有效提高临床疗效和创面愈合质量,且与之前的研究结果一致^[28]。分析原因:(1)负压引起的机械应力引发创面宏观变形(创面收缩)和微观变形(细胞水平),促进细胞增殖、分化和迁移,从而促进肉芽组织、血管和上皮的形成^[29];(2)NPWT通过负压装置排出过多的细胞外液体和影响创面愈合的炎性物质,从而减轻创面及周围组织水肿^[30];(3)NPWT能提供密闭环境,保持创面环境温暖潮湿,有利于创面愈合^[31];(4)NPWT所营造的局部环境可以增加血管生成关键生长因子的表达,如血管内皮生长因子

(VEGF)、血小板衍生生长因子(PDGF)和成纤维细胞生长因子(FGF)等^[32];(5)NPWT可以影响基质金属蛋白酶(MMP)的表达,其不仅参与调控细胞外基质,且影响创面愈合过程^[33]。因此,NPWT治疗骨创伤患者创面感染具有明确的疗效优势。

3.2 NPWT治疗骨创伤患者创面感染的安全性分析

本研究结果表明,相较于常规治疗,NPWT可有效缩短患者住院时长及创面愈合时长。传统清创术需要定期为患者清洗伤口、换药,待去除创伤部位的坏死皮肤及组织并长出新芽苞后,再进行植皮、修复和缝合等操作,大大延长患者创面愈合时长和住院时长^[34]。NPWT可通过充分引流来降低组织间隙压力,促进淋巴流动,增强血液灌注和清除可溶性炎症介质以防止伤口进一步恶化,减轻创面炎症反应^[20]。其中,增强血液灌注量可以有效降低创面处毛细血管通透性^[35]。血流量的增加有助于减少伤口表面的炎性因子浓度,减轻组织水肿,并优化伤口微环境^[36]。有研究结果表明,NPWT治疗后参与全身炎症的促炎细胞因子肿瘤坏死因子(TNF)- α 和白细胞介素(IL)-1 β 表达减少,抗炎细胞因子IL-10和局部趋化因子IL-8的表达增加,这些变化有利于减轻局部和全身的炎症状态,帮助肢体功能恢复,进而有效缩短患者的住院时长及创面愈合时长^[37]。

NPWT可通过增强伤口处免疫活性,消除病原体的生存环境,抑制病原菌繁殖,同时降低凝血酶、金属蛋白酶、纤溶酶等的水平,清洁伤口并阻止创

面再发生感染,降低患者并发症发生率和二次手术率^[38-39]。NPWT 广泛适用于感染创面的治疗,但在治疗过程中仅能清除伤口表面的病菌,无法彻底清除伤口深处的细菌。因此,使用 NPWT 联合抗生素骨水泥治疗创面感染可有效清除深部细菌且有助于周围软组织成活,降低后期皮瓣移植的概率^[3]。也有研究结果表明,使用 NPWT 结合滴注疗法可有效降低细菌生物负载并改善伤口灌注,为伤口愈合创造有利环境^[40]。由于 NPWT 治疗期间持续吸收渗液,保持创面清洁且操作简洁,不仅可避免频繁更换敷料、降低并发症发生,同时也减少医护人员的工作负担^[41]。

目前,临床为控制感染使用大量抗菌药物进行治疗,使得耐药菌感染的风险日益增大^[42]。本研究结果表明,NPWT 能有效减少抗菌药物使用时长。分析原因:(1)NPWT 装置产生的负压能将创面周围甚至更大范围内血液中的抗菌药物吸引到创面附近,使得抗生素重点作用于感染部位,提高抗菌药物使用效率^[43];(2)NPWT 能有效避免创面细菌的滋生,从而代替抗生素的使用,进而减少抗菌药物的使用^[44]。

综上所述,与常规治疗比较,NPWT 可提高骨创伤患者创面感染的临床疗效和创面愈合质量,缩短住院时长、创面愈合时长,降低并发症发生率、二次手术率,缩短抗菌药物使用时长。但由于 NPWT 需要患者在手术室、麻醉状态下进行清创和缝合等操作,且使用了更昂贵的抗菌敷料,故也存在操作复杂和成本较高的缺点^[45]。鉴于此,未来应多关注如何简化 NPWT 的操作流程并降低其成本。本研究存在一定的局限性:(1)纳入文献仅 2 篇实施盲法,可能增加一定的偏倚风险;(2)纳入文献的样本量普遍较小,仅 4 篇文献样本量超过 100 例,可能对结局准确性造成一定影响;(3)干预组具体措施中负压值和敷料更换频率有所差异,导致纳入研究间可能存在一定的异质性。未来需纳入更多大样本、多中心、高质量 RCT 来探讨 NPWT 对骨创伤患者感染创面的临床效果,为临床实施治疗提供更严谨的依据。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 袁书逸:研究设计、文献检索及筛选、数据收集及分析、论文撰写;汤路路、王安素:文献检索及筛选、论文修改;冯加义、刘晓童:图片编辑、论文修改;夏同霞:研究设计及指导、论文修改

参 考 文 献

- [1] Nie P, Zhang C. Effect of vacuum sealing drainage on soft tissue injury of traumatic fracture and its effect on wound recovery[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2022, 2022: 7107090. DOI:10. 1155/2022/7107090.
- [2] 张泽琼, 谭淦珊, 王述军, 等. 骨科创伤患者院内创面多重耐药菌感染的危险因素分析[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(8): 726-732. DOI:10. 3760/cma. j. cn501098-20210315-00175.
- [3] 田林, 时孝晴, 茆军等. 负压封闭引流技术联合抗生素骨水泥治疗慢性骨髓炎的 Meta 分析[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(16):2618-2624. DOI:10. 3969/j. issn. 2095-4344. 3171.
- [4] Madrigal P, Moshal T, Bernabe R, et al. A comparison of negative pressure wound therapy modalities, VAC versus non-commercial NPWT alternatives: A systematic review of RCTs/CCTs [J]. J Tissue Viability, 2022, 31(4):630-636. DOI:10. 1016/j. jtv. 2022. 10. 002.
- [5] Costa ML, Achten J, Knight R, et al. Effect of incisional negative pressure wound therapy vs standard wound dressing on deep surgical site infection after surgery for lower limb fractures associated with major trauma: The WHIST randomized clinical trial [J]. JAMA, 2020, 323(6):519-526. DOI:10. 1001/jama. 2020. 0059.
- [6] Xie W, Dai L, Qi Y, et al. Negative pressure wound therapy compared with conventional wound dressings for closed incisions in orthopaedic trauma surgery: A meta-analysis [J]. Int Wound J, 2022, 19(6):1319-1328. DOI:10. 1111/iwj. 13726.
- [7] Baucom MR, Wallen TE, Youngs J, et al. Effectiveness of negative pressure wound therapy during aeromedical evacuation following soft tissue injury and infection [J]. Mil Med, 2023, 188(Suppl 6): 295-303. DOI:10. 1093/milmed/usad113.
- [8] 邢皓, 孟庆峰, 常正奇. 负压引流辅助治疗骨与软组织感染的机制 [J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(4):621-626. DOI:10. 12307/2023. 959.
- [9] Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials [J]. BMJ, 2019, 366: 14898. DOI:10. 1136/bmj. 14898.
- [10] Eldad A, Weinberg A, Breiterman S, et al. Early nonsurgical removal of chemically injured tissue enhances wound healing in partial thickness burns [J]. Burns, 1998, 24(2): 166-172. DOI: 10. 1016/s0305-4179(97)00086-7.
- [11] Kaushik D, Joshi N, Kumar R, et al. Negative pressure wound therapy versus gauze dressings for the treatment of contaminated traumatic wounds [J]. J Wound Care, 2017, 26(10):600-606. DOI:10. 12968/jowc. 2017. 26. 10. 600.
- [12] 吴坚, 罗兴良, 马树云, 等. 下肢骨折创面感染患者负压封闭引流治疗对下肢微循环及愈合的影响分析 [J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(17):3978-3980. DOI:10. 11816/cn. ni. 2016-160474.
- [13] 曾国庆, 陈爱宝, 郝钊, 等. 封闭负压引流在骨科感染性损伤创面中的临床研究 [J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(12): 3021-3023. DOI:10. 11816/cn. ni. 2014-132561.
- [14] 曾武思. 负压封闭引流技术治疗骨科创伤感染患者的临床效果 [J]. 中国卫生标准管理, 2020, 11(13):43-45. DOI:10. 3969/j. issn. 1674-9316. 2020. 13. 018.
- [15] 杜俊峰, 罗会舟, 何平. 负压封闭引流治疗四肢皮肤缺损合并创面感染的疗效 [J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志: 电子版, 2017, 11(1):65-68. DOI:10. 3877/cma. j. issn. 1674-1358. 2017. 01. 014.
- [16] 杨瑞, 宋国敏, 曾宪铁, 等. 持续封闭负压引流对骨科创面感染患者康复疗效的影响 [J]. 中华医院感染学杂志, 2018,

- 28(15):2349-2352. DOI:10.11816/cn.ni.2018-173234.
- [17] 柳明, 陈可锋, 黄仕健. 负压封闭引流治疗骨科创伤感染的效果及对炎症标志物的影响[J]. 中国卫生标准管理, 2021, 12(9):62-64. DOI:10.3969/j.issn.1674-9316.2021.09.021.
- [18] 潘王毅. 负压封闭引流技术用于骨科感染创面的临床价值[J]. 中国微生态学杂志, 2016, 28(1):86-88,93. DOI:10.13381/j.cnki.cjm.201601022.
- [19] 石玮, 陈伟达, 朱强, 等. 负压封闭引流技术对四肢软组织缺损感染患者的临床治疗效果研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(13):3040-3043. DOI:10.11816/cn.ni.2017-170216.
- [20] 程海霞, 吴松梅, 明晓峰, 等. VSD 对骨折创面感染患者血清炎症因子及骨性标志物的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 29(23):3598-3602. DOI:10.11816/cn.ni.2019-190050.
- [21] 诸利梅, 何斐英, 韦小花. 负压封闭引流技术在骨伤感染创面修复中的应用研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2014, 24(11):2790-2792. DOI:10.11816/cn.ni.2014-132488.
- [22] 马兆坤. 负压封闭引流技术联合湿性敷料在骨伤感染创面修复中的应用价值[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(8):2014-2015. DOI:10.3969/j.issn.1005-9202.2017.08.086.
- [23] 龚振华, 姚建, 李建峰, 等. 负压封闭引流技术治疗软组织损伤合并感染创面[J]. 中华创伤杂志, 2012, 28(1):76-77. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2012.01.024.
- [24] Swanson T, Ousey K, Haesler E, et al. IWH wound infection in clinical practice consensus document: 2022 update[J]. J Wound Care, 2022, 31(Suppl 12):S10-S21. DOI:10.12968/jowc.2022.31.Sup12.S10.
- [25] Saini R, Jeyaraman M, Jayakumar T, et al. Evolving role of negative pressure wound therapy with instillation and dwell time (NPWTi-d-) in management of trauma and orthopaedic wounds: Mechanism, applications and future perspectives[J]. Indian J Orthop, 2023, 57(12):1968-1983. DOI:10.1007/s43465-023-01018-x.
- [26] Zhang L, Zhao Y, Lu Y, et al. Effects of vacuum sealing drainage to improve the therapeutic effect in patients with orthopedic trauma and to reduce post-operative infection and lower-limb deep venous thrombosis[J]. Exp Ther Med, 2020, 20(3):2305-2310. DOI:10.3892/etm.2020.8941.
- [27] Kim JH, Kim HJ, Lee DH. Comparison of the efficacy between closed incisional negative-pressure wound therapy and conventional wound management after total hip and knee arthroplasties: A systematic review and meta-analysis[J]. J Arthroplasty, 2019, 34(11):2804-2814. DOI:10.1016/j.arth.2019.06.020.
- [28] Zhang D, He L. A systemic review and a meta-analysis on the influences of closed incisions in orthopaedic trauma surgery by negative pressure wound treatment compared with conventional dressings[J]. Int Wound J, 2023, 20(1):46-54. DOI:10.1111/iwj.13835.
- [29] Zeybek B, Li S, Silberschmidt VV, et al. Wound contraction under negative pressure therapy measured with digital image correlation and finite-element analysis in tissue phantoms and wound models[J]. Med Eng Phys, 2021, 98:104-114. DOI:10.1016/j.medengphys.2021.11.003.
- [30] 赵斌, 褚庆玉, 安玉章, 等. 封闭式负压引流技术的临床应用进展[J]. 河北医药, 2020, 42(9):1402-1407. DOI:10.3969/j.issn.1002-7386.2020.09.031.
- [31] 董珊, 杨婷, 汤雨佳, 等. 负压伤口疗法预防术后切口感染效果的 Meta 分析[J]. 护理管理杂志, 2019, 19(8):540-544. DOI:10.3969/j.issn.1671-315x.2019.08.002.
- [32] Vimalraj S. A concise review of VEGF, PDGF, FGF, Notch, angiopoietin, and HGF signalling in tumor angiogenesis with a focus on alternative approaches and future directions[J]. Int J Biol Macromol, 2022, 221:1428-1438. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2022.09.129.
- [33] 张其, 陈伟, 魏在荣. 创面负压治疗技术在皮瓣修复治疗中的应用进展[J]. 中华整形外科杂志, 2019, 35(3):300-304. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2019.03.018.
- [34] Kim PJ, Attinger CE, Constantine T, et al. Negative pressure wound therapy with instillation: International consensus guidelines update[J]. Int Wound J, 2020, 17(1):174-186. DOI:10.1111/iwj.13254.
- [35] Saravi B, Goebel U, Hassenzahl LO, et al. Capillary leak and endothelial permeability in critically ill patients: a current overview[J]. Intensive Care Med, 2023, 11(1):96. DOI:10.1186/s40635-023-00582-8.
- [36] Gao J, Wang Y, Song J, et al. Negative pressure wound therapy for surgical site infections: A systematic review and meta-analysis[J]. J Adv Nurs, 2021, 77(10):3980-3990. DOI:10.1111/jan.14876.
- [37] Biermann N, Wallner S, Martini T, et al. Negative pressure wound therapy with instillation: Analysis of the rinsing fluid as a monitoring tool and approach to the inflammatory process: A pilot study[J]. J Clin Med, 2023, 12(2):711. DOI:10.3390/jcm12020711.
- [38] 杨杰, 余曦, 王谦, 等. 负压创面治疗技术与功能性敷料 I 期修复脊髓损伤并发腔隙性软组织缺损创面的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2023, 39(10):925-932. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20230514-00256.
- [39] Liu H, Zhang G, Wei A, et al. Effect of negative pressure wound therapy on the incidence of deep surgical site infections after orthopedic surgery: a meta-analysis and systematic review[J]. J Orthop Surg Res, 2024, 19(1):555. DOI:10.1186/s13018-024-05038-7.
- [40] Moog P, Jensch M, Betzl J, et al. Bacterial bioburden of wounds: influence of debridement and negative-pressure wound therapy (NPWT)[J]. J Wound Care, 2021, 30(8):604-611. DOI:10.12968/jowc.2021.30.8.604.
- [41] Chen Z, Sun J, Yao Z, et al. Can prophylactic negative pressure wound therapy improve clinical outcomes in spinal fusion surgery? A meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2022, 31(6):1546-1552. DOI:10.1007/s00586-022-07178-y.
- [42] Zhang Y, Tian S, Liu M, et al. Comparison of antibiotic-impregnated bone cement coverage versus vacuum sealing drainage in semi-open bone grafting using for tibial fracture with infected bone and soft tissue defect: a retrospective analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1):401. DOI:10.1186/s12891-023-06475-x.
- [43] 马继龙, 赵静, 柏启州, 等. VSD 应用于胸部手术后感染防治体会[J]. 中国肺癌杂志, 2018, 21(4):343-347. DOI:10.3779/j.issn.1009-3419.2018.04.25.
- [44] 马丽丽. 负压封闭引流技术治疗骨科创伤及感染创面的护理分析[J]. 中国伤残医学, 2021, 29(9):74-75. DOI:10.13214/j.cnki.cjotadm.2021.09.049.
- [45] Silverman RP, Apostolides J, Chatterjee A, et al. The use of closed incision negative pressure therapy for incision and surrounding soft tissue management: Expert panel consensus recommendations[J]. Int Wound J, 2022, 19(3):643-655. DOI:10.1111/iwj.13662.

(收稿日期:2024-10-14)

本文引用格式

袁书逸, 汤路路, 王安素, 等. 负压伤口疗法治疗骨科创伤患者创面感染疗效及安全性的 Meta 分析[J]. 中华创伤杂志, 2025, 41(1): 82-89. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20241014-00602.