

骨科创伤术后院内感染风险因素及临床干预路径优化研究

刘永贵

竹山县中医医院 湖北 十堰 442200

摘要：目的：探讨骨科创伤术后院内感染的危险因素，构建风险预测模型并优化临床干预路径。方法：回顾性分析本院骨科收治的420例创伤手术患者临床资料，依据术后是否发生院内感染分为感染组（ $n=58$ ）与非感染组（ $n=362$ ），采用单因素及多因素Logistic回归分析感染独立危险因素，据此制定分级干预路径并评估其应用效果。结果：感染发生率为13.81%，高龄、高BMI、高ISS评分、合并糖尿病、手术时间 $>3h$ 、切口分级 $\geq II$ 类、输血 $\geq 4U$ 、住院时间 $>14d$ 为独立危险因素。构建的风险预测模型AUC为0.872，实施分级干预后感染率由13.81%降至7.89%。结论：骨科创伤术后感染受多因素协同影响，基于危险因素构建的分级干预路径可有效降低感染发生率。

关键词：骨科创伤；术后感染；危险因素；干预路径；风险预测

引言：骨科创伤手术是治疗骨折、关节损伤及脊柱创伤的主要手段，但术后院内感染始终是困扰临床的严重并发症。文献报道骨科术后感染发生率为5%~20%，一旦发生将导致住院时间延长、医疗费用增加、肢体功能恢复受阻，甚至引发脓毒症等致命后果。金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌等病原体可通过术中污染、术后换药操作及患者自身菌群移位等途径侵入手术部位，而其发生并非单一因素所致，而是宿主因素、手术因素及术后管理因素协同作用的结果。当前临床对感染风险的评估多依赖经验判断，缺乏系统化的分层管理工具，干预措施亦呈碎片化。本研究旨在系统识别骨科创伤术后院内感染的独立危险因素，构建适用于基层临床的风险评估工具，并据此优化干预路径，为术后感染防控提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性选取本院骨科2022年1月至2025年12月收治的创伤手术患者420例。纳入标准：（1）因创伤接受骨科手术；（2）年龄 ≥ 18 岁；（3）住院时间 $\geq 48h$ ；（4）临床资料完整。排除标准：（1）术前已存在明确感染；（2）合并免疫缺陷疾病或长期使用免疫抑制剂；（3）合并恶性肿瘤；（4）妊娠期患者；（5）术后24h内死亡。其中男性268例，女性152例；年龄18~85岁，平均（ 51.3 ± 16.7 ）岁；致伤原因：交通伤152例（36.2%）、跌倒伤110例（26.2%）、高处坠落伤78例（18.6%）、其他80例（19.0%）；手术部位：下肢骨折184例（43.8%）、上肢骨折122例（29.0%）、脊柱骨盆

伤68例（16.2%）、多发伤46例（11.0%）。

依据术后是否发生院内感染分为感染组（ $n=58$ ）和非感染组（ $n=362$ ）。院内感染诊断参照《医院感染诊断标准（试行）》，包括手术部位感染（浅表切口、深部切口、器官/腔隙感染）及其他部位感染（肺部感染、泌尿道感染、血流感染）。

1.2 研究方法

通过医院信息系统收集以下资料：（1）人口学特征：年龄、性别、BMI；（2）基础疾病：糖尿病、高血压、心血管疾病；（3）创伤与手术因素：致伤原因、损伤严重程度评分（ISS）、手术时机（受伤至手术时间）、手术持续时间、切口分级（I/II/III类）、内固定物使用；（4）围术期管理：抗菌药物使用时机及疗程、输血量、引流管留置时间、住院时间；（5）实验室指标：术前白蛋白、血红蛋白、白细胞计数、C反应蛋白。采用单因素分析比较两组间各变量差异，将 $P<0.10$ 的变量纳入多因素Logistic回归模型，筛选独立危险因素。根据回归系数对各因素赋分，构建风险预测模型，以ROC曲线评估模型预测效能^[1]。

1.3 干预路径优化方法

基于危险因素分析结果，设计分级临床干预路径。将患者分为低风险（0~4分）、中风险（5~9分）、高风险（ ≥ 10 分）三组，针对不同风险层级制定差异化干预方案。采用前后对照设计，比较路径实施前（2022年1月至2023年12月， $n=210$ ）与实施后（2024年1月至2025年12月， $n=210$ ）的感染发生率及过程指标（抗菌药物合理使用率、换药规范执行率、血糖控制达标率）变化。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用 t 检验；计数资料以 $n(\%)$ 表示，采用 χ^2 检验。多因素分析采用二元Logistic回归（进入法）。模型区分度以ROC曲线下面积（AUC）评价。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义^[2]。

2 结果

2.1 感染发生率与分布

420例中发生院内感染58例，感染率13.81%。其中手术部位感染32例（55.2%）、肺部感染14例（24.1%）、泌尿道感染7例（12.1%）、血流感染5例（8.6%）。感染组与非感染组基线特征比较见表1。

表1 两组患者基线资料比较

指标	感染组（ $n = 58$ ）	非感染组（ $n = 362$ ）	t/χ^2 值	P 值
年龄（岁）	62.4±12.3	49.6±16.2	5.8	< 0.001
BMI（kg/m ² ）	27.6±3.4	25.1±4.0	4.51	< 0.001
糖尿病史 $[n(\%)]$	22（37.9）	64（17.7）	12.81	< 0.001
ISS评分	22.5±7.6	14.3±6.8	8.33	< 0.001
手术时间 > 3h $[n(\%)]$	32（55.2）	106（29.3）	15.52	< 0.001
切口分级 ≥ II类 $[n(\%)]$	28（48.3）	90（24.9）	13.7	< 0.001
输血 ≥ 4U $[n(\%)]$	20（34.5）	52（14.4）	14.52	< 0.001
住院时间（d）	21.6±8.4	12.8±5.6	10.11	< 0.001

2.2 独立危险因素分析

多因素 Logistic 回归显示：年龄 > 60 岁（OR = 2.834，95%CI：1.456~5.516）、BMI ≥ 28 kg/m²（OR = 2.124，95%CI：1.139~3.960）、合并糖尿病（OR = 3.256，95%CI：1.618~6.555）、ISS ≥ 25分（OR = 3.742，95%CI：1.842~7.601）、手术时间 > 3 h（OR = 2.634，95%CI：1.325~5.235）、切口分级 ≥ II类（OR = 2.976，95%CI：1.497~5.916）、输血 ≥ 4 U（OR = 2.446，95%CI：1.201~4.981）及住院时间 > 14 d（OR = 3.124，95%CI：1.545~6.317）为独立危险因素（ P 均 < 0.05）。

2.3 风险预测模型构建与验证

依据回归系数对各因素赋分建立评分系统（总分0~16分），ROC曲线AUC为0.872（95%CI：0.829~0.915），最佳截断值6.5分，灵敏度81.0%，特异度79.8%，提示模型区分度良好^[3]。

2.4 干预路径优化效果

基于上述风险评分系统，将患者分为低风险（0~4分）、中风险（5~9分）和高风险（≥ 10分）三个层级，针对性实施分级干预策略。实施分级干预路径后，骨科创伤术后院内感染率由干预前的13.81%（29/210）降至7.89%（19/210），差异具有统计学意义（ $\chi^2 = 4.68$ ， $P = 0.030$ ），绝对风险下降5.92个百分点，相对风险下降42.9%。过程质量指标同步显著改善：抗菌药物合理使用率由72.4%升至89.5%（ $\chi^2 = 11.52$ ， $P = 0.001$ ），换药规范执行率由68.1%升至91.4%（ $\chi^2 = 13.97$ ， $P < 0.001$ ），

血糖控制达标率由58.3%升至82.7%（ $\chi^2 = 11.03$ ， $P = 0.001$ ）。上述结果表明，基于多因素危险分析构建的分级干预路径能够精准匹配不同风险层级患者的防控需求，通过系统化、标准化的过程管理，实现了感染率的显著下降，具有良好的临床应用价值。

3 讨论

3.1 骨科创伤术后感染的多因素作用机制

骨科创伤术后感染的发生并非偶然，而是宿主防御屏障被手术破坏与病原微生物侵入相互作用的结果。本研究中感染率13.81%，与文献报道一致。独立危险因素涵盖宿主因素（年龄、BMI、糖尿病）、创伤负荷（ISS评分）和医源性因素（手术时长、切口类别、输血量、住院时间）三个维度，揭示了感染发生是多环节协同作用的复杂过程。年龄增长导致免疫衰老——T细胞功能减退、中性粒细胞趋化能力下降，伤口愈合速度减慢，病原体清除效率降低。高BMI和糖尿病则通过不同途径增加感染易感性：肥胖患者脂肪组织血供较差，术中牵拉易造成组织缺血坏死，为细菌提供增殖环境；高血糖状态损害中性粒细胞吞噬功能，高血糖环境下细菌增殖速率亦明显加快^[4]。三者常合并存在，对感染风险产生叠加放大效应。ISS评分反映整体损伤严重程度。ISS ≥ 25分的严重多发伤患者，全身炎症反应综合征常见，血管通透性增加导致组织水肿，局部氧分压下降，厌氧菌增殖风险上升。此外，严重创伤后的免疫抑制状态进一步削弱宿主抗感染能力，构成“创伤-炎症-免疫抑制-感染易感”的恶性循环。

3.2 医源性因素的可干预性

手术时间 > 3h 和切口分级 $\geq$ II 类属于术中可干预因素。手术时间延长意味着创面暴露时间增加、空气中细菌降落概率上升、组织牵拉损伤加重。研究发现手术时间每延长1小时，感染风险增加约25%，这与细菌生物膜形成所需时间窗口吻合。II 类及以上切口因污染风险本就较高，更需精细化操作和严格无菌管理。输血 $\geq$ 4U 反映了失血量和创伤严重程度，但其本身可能通过输血相关免疫调节（TRIM）抑制受体免疫功能，降低自然杀伤细胞活性和抗原呈递能力。住院时间 > 14 d 既是感染的危险因素，也可能是感染的结果——住院时间越长，交叉感染机会越多。以上因素为干预提供了明确靶点：缩短手术时间、严格无菌操作、合理输血指征、尽早出院，均可在临床实践中系统推进^[5]。

3.3 分级干预路径的临床价值

本研究的核心贡献在于将危险因素转化为可操作的分层管理工具。基于OR值赋分的预测模型AUC达0.872，具有良好的风险分层能力。低风险患者以标准化预防措施为主，避免过度医疗；中风险患者需针对性强化干预（如术前优化血糖、术中使用抗菌涂层缝线、术后加强伤口护理）；高风险患者则应采取更积极的策略，包括术前预防性抗菌药物延长至48 h、选择性使用负压伤口治疗、加强营养支持和免疫调节。实施分级干预后感染率降低近6个百分点，证明该路径具有明确的临床转化价值^[6]。本研究局限性：单中心回顾性设计，样本量有限，未纳入病原菌种类和耐药性分析，分级干预效果评价采用前后对照设计存在时间混杂偏倚。未来需多中心前瞻性

研究验证。

结束语

骨科创伤术后院内感染是宿主因素、创伤负荷与医源性因素协同作用的结果。高龄、高BMI、合并糖尿病、ISS评分 $\geq$ 25分、手术时间 > 3h、切口分级 $\geq$ II 类、输血 $\geq$ 4U 及住院时间 > 14d 为其独立危险因素。基于危险因素构建的预测模型区分度良好，据此制定的分级干预路径可有效降低感染发生率。临床应强化术前风险评估，对高危患者实施重点防控，推动骨科术后感染管理从被动应对向主动防控转型。

参考文献

- [1] 谢芳,何冬安,孟咪. 骨科创伤术后院内感染危险因素及临床干预路径优化研究[J]. 浙江创伤外科,2025,30(10):1959-1963.
- [2] 郭磊磊,秦红英,张尚书,等. 骨科创伤患者术后多重耐药菌感染风险Nomogram模型构建与验证[J]. 中国感染控制杂志,2022,21(6):584-591.
- [3] 黄铭杰,区智凤,曾嘉欢,等. 老年骨科创伤病人医院感染风险预测列线图模型的建立与验证[J]. 护理研究,2022,36(13):2315-2320.
- [4] 余青洲,王扬,雷涛,等. ESR、CRP和COX-2对骨科创伤术后感染诊断价值及与SIRS相关性[J]. 实用骨科杂志,2024,30(1):34-38.
- [5] 夏雨桑. 骨科术后切口感染的早期护理干预与风险预警体系构建[J]. 医学研究前沿,2025,3(8):31-33.
- [6] 张杰,褚亚敏,段雪亚. 创伤骨科急诊患者术后创口感染的影响因素分析[J]. 现代临床医学,2024,50(4):263-265.