

DOI:10.13350/j.cjpb.250317

• 临床研究 •

骨科患者术后感染的病原学特征及危险因素分析

刘强*, 叶帆, 刘锴

(南阳医学高等专科学校第一附属医院骨一科, 河南南阳 473000)

【摘要】 **目的** 本研究旨在探讨骨科患者术后感染的病原学特征及其危险因素,为临床预防和控制术后感染提供科学依据。**方法** 回顾性分析了2019-2023年在本院骨科进行手术的患者,其中60例骨科术后感染患者(感染组)与610例未感染患者(未感染组)的临床资料。通过病原学检测确定感染病原菌种类及构成比并分析其耐药性情况。同时采用单因素分析和多因素 Logistic 回归分析探讨骨科术后感染的危险因素。**结果** 病原学特征分析显示感染组共检出病原菌65株,其中革兰阳性球菌占主导地位,主要为金黄色葡萄球菌(41.67%),其次为凝固酶阴性葡萄球菌(16.67%)和肠球菌属(8.33%)。革兰阴性杆菌中,大肠埃希菌占比最高(25.00%),其次为肺炎克雷伯菌(8.33%)。真菌中主要为白色念珠菌(8.33%)。耐药性情况结果提示,金黄色葡萄球菌对青霉素的耐药率高达80.00%,对红霉素的耐药率为60.00%;凝固酶阴性葡萄球菌对青霉素和红霉素的耐药率分别为60.00%和40.00%。大肠埃希菌对氨苄西林和头孢噻肟的耐药率分别为66.67%和53.33%。白色念珠菌对氟康唑的耐药率为60.00%。单因素分析结果发现手术时间($P<0.001$)、术中出血量($P=0.028$)、免疫抑制剂使用($P=0.003$)、抗生素使用($P<0.001$)、骨折类型($P<0.001$)和手术类型($P<0.001$)在感染组和未感染组之间存在显著差异。多因素 Logistic 回归分析结果表明手术时间($OR=1.02, 95\%CI:1.01-1.03, P<0.001$)、抗生素使用($OR=5.71, 95\%CI:2.73-11.92, P<0.001$)、骨折类型($OR=2.69, 95\%CI:1.44-5.02, P=0.002$)和手术类型($OR=8.98, 95\%CI:3.46-23.3, P<0.001$)是骨科术后感染的独立危险因素。

结论 骨科术后感染的病原菌种类多样,耐药性问题严重。手术时间延长、抗生素使用、开放性骨折及置换手术是骨科术后感染的主要危险因素。临床应针对这些危险因素采取有效预防措施,以降低术后感染的发生率。

【关键词】 骨科术后感染;病原学特征;危险因素;耐药性;Logistic 回归分析

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2025)02-0357-04

[Journal of Pathogen Biology. 2025 Mar.;20(03):357-360.]

Analysis of pathogenic characteristics and risk factors of postoperative infection in orthopedic patients

LIU Qiang, YE fan, LIU Kai (Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Nanyang Medical College, Nanyang 473000, Henan, China) *

【Abstract】 **Objective** To investigate the etiological characteristics and risk factors of postoperative infection in orthopedic patients, and to provide scientific basis for clinical prevention and control of postoperative infection. **Methods** The clinical data of 60 infected patients (infected group) and 610 uninfected patients (uninfected group) who underwent surgery in our department of Orthopedics from 2019 to 2023 were retrospectively analyzed. The species and composition of pathogenic bacteria were determined and their drug resistance was analyzed. The risk factors of postoperative infection in orthopedics were investigated by univariate analysis and multivariate Logistic regression analysis. **Results** The analysis of etiological characteristics showed that 65 strains of pathogens were detected in the infection group, among which gram-positive coccus was the dominant, mainly *Staphylococcus aureus* (41.67%), coagulase negative *Staphylococcus* (16.67%) and *Enterococcus* (8.33%). Among gram-negative bacteria, *Escherichia coli* accounted for the highest proportion (25.00%), followed by *Klebsiella pneumoniae* (8.33%). The main fungi were *Candida albicans* (8.33%). The results indicated that the resistance rate of *Staphylococcus aureus* to penicillin was as high as 80.00% and that of erythromycin was 60.00%. The resistance rates of coagulase negative *Staphylococcus* to penicillin and erythromycin were 60.00% and 40.00%, respectively. The resistance rates of *E. coli* to ampicillin and cefotaxime were 66.67% and 53.33%, respectively. The resistance rate of *C. albicans* to fluconazole was 60.00%. Univariate analysis found significant differences in operative time ($P<0.001$), intraoperative blood loss ($P=0.028$), immunosuppressant use ($P=0.003$), antibiotic use ($P<0.001$), fracture type ($P<0.001$), and surgery type ($P<0.001$) between infected and uninfected groups. Multivariate Logistic regression analysis showed that operation time ($OR=1.02, 95\%CI:1.01-1.03, P<0.001$), antibiotic use ($OR=5.71, 95\%CI:2.73-11.92, P<0.001$), fracture type ($OR=2.69, 95\%CI:1.44-5.02, P=0.002$), and surgery type ($OR=8.98, 95\%CI:3.46-23.3, P<0.001$) were independent risk factors for orthopedic

* **【通信作者(简介)】** 刘强(1987-),男,河南沈丘人,研究生,主治医师,主要从事骨科常见疾病诊疗工作。E-mail:1499709515@qq.com

postoperative infection. **Conclusion** The pathogenic bacteria of orthopaedic postoperative infection are diverse and the drug resistance is serious. Prolonged operation time, antibiotic use, open fracture and replacement surgery are the main risk factors for orthopaedic postoperative infection. Effective preventive measures should be taken for these risk factors in order to reduce the incidence of postoperative infection.

【Key words】 orthopedic postoperative infection; pathogenic characteristics; risk factors; drug resistance; logistic regression analysis

随着现代医疗技术的进步,骨科手术已成为治疗骨折和其他骨骼疾病的重要手段。尽管手术技术不断提高,术后感染仍然是骨科医生和患者面临的重大挑战^[1-2]。术后感染不仅会导致患者恢复期延长、住院时间增加还可能引发慢性骨髓炎等严重并发症,增加患者的生理和心理负担以及医疗系统的经济负担^[3-5]。近年来,尽管对骨科术后感染的预防和治疗策略有了深入的研究但感染率依然居高不下^[6-8]。据报道,骨科术后感染的发生率为0.4%至16.1%,差异可能与手术类型、患者基础状况、手术环境和术后管理等多种因素有关^[9-10]。因此,深入分析骨科患者术后感染的病原学特征及危险因素对于制定有效的预防措施和治疗策略具有重要意义。

本研究旨在探讨骨科患者术后感染的病原学特征,包括病原菌的种类、耐药性情况以及感染的相关危险因素。通过对比感染组和未感染组的临床数据旨在识别与术后感染相关的潜在风险因素,并利用多因素Logistic回归分析确定独立危险因素。研究结果将为骨科术后感染的预防和治疗提供科学依据,有助于改善患者的临床预后。

对象与方法

1 研究对象

本研究回顾性分析了2019年1月至2023年12月期间在本院收治的670例骨科手术患者的临床资料,其中感染组60例,未感染组610例。纳入标准:年龄 ≥ 18 岁,行骨科手术,住院时间 ≥ 7 d。排除标准:合并严重肝、肾功能不全,恶性肿瘤,免疫系统疾病,精神疾病等。本研究已获得医院伦理委员会批准。

2 研究方法

病原学检测:根据《全国临床检验操作规程(第3版)》的要求,从骨科创伤伤口采集分泌物标本,并立即送往实验室进行微生物培养。分离得到的菌株使用美国BD公司的Phoenix™ 100型全自动微生物鉴定仪进行鉴定。随后,通过纸片扩散法对已鉴定的菌株进行药敏试验,药敏结果依据美国临床和实验室标准协会(CLSI)的相关标准进行判定。为确保检测结果的准确性和可靠性,我们采用了金黄色葡萄球菌(ATCC 25923)、铜绿假单胞菌(ATCC 27853)和肺炎

克雷伯菌(ATCC 700603)等标准菌株作为质控。

数据收集:收集所有患者的临床资料,包括年龄、性别、体重指数(BMI)、手术时间、术中出血量、合并症、免疫抑制剂使用、抗生素使用、吸烟史、糖尿病、手术类型(内固定或置换)和骨折类型(开放或闭合)等。

3 统计分析

采用SPSS 26.0软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。对于可能的危险因素先进行单因素分析筛选出潜在的危险因素,然后对具有统计学意义的因素进行多因素Logistic回归分析,以评估独立危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

1 感染组病原菌种类及构成比

感染组60例患者中,检出65株病原菌,其中革兰阳性球菌40株:金黄色葡萄球菌25株(41.67%),凝固酶阴性葡萄球菌10株(16.67%),肠球菌属5株(8.33%);革兰阴性杆菌20株:大肠埃希菌15株(25.00%),肺炎克雷伯菌5株(8.33%);真菌5株(8.33%),均为白色念珠菌。

2 感染组病原菌耐药情况

对于不同的病原菌,其对抗菌药物的耐药性存在显著差异。金黄色葡萄球菌对青霉素和红霉素的耐药率分别为80.00%和60.00%,凝固酶阴性葡萄球菌对青霉素和红霉素的耐药率分别为60.00%和40.00%。大肠埃希菌对氨苄西林和头孢噻肟的耐药率分别为66.67%和53.33%。白色念珠菌对氟康唑的耐药率为60.00%。

3 骨科术后感染单因素分析结果

在单因素分析中,手术时间($P < 0.001$)和术中出血量($P = 0.028$)显著增加了术后感染的风险。免疫抑制剂使用($P = 0.003$)和抗生素使用($P < 0.001$)也与感染风险显著相关。此外,骨折类型(闭合/开放, $P < 0.001$)和手术类型(内固定/置换, $P < 0.001$)也是影响术后感染的重要因素。然而,年龄、性别、BMI、合并症、吸烟史和糖尿病等因素在两组间无显著差异。见表1。

表1 骨科术后感染单因素分析结果
Table 1 Drug resistance of pathogens in the infection group

变量	感染组 (n=60)	未感染组 (n=610)	t/ χ^2 值	P 值
年龄(岁)	55.5±10.2	53.1±10.6	1.675	0.094
性别(男/女)	35/25	305/305	1.232	0.219
BMI(kg/m ²)	25.1±3.8	25.3±4.2	0.355	0.723
手术时间(min)	155±50	125±35	6.063	<0.001
术中出血量(mL)	226±72	210±50	2.204	0.028
合并症(有/无)	20/40	180/430	0.382	0.537
免疫抑制剂使用(是/否)	15/45	70/540	9.02	0.003
抗生素使用(是/否)	Oct-50	240/370	43.059	<0.001
吸烟史(有/无)	15/45	180/430	0.538	0.463
糖尿病(有/无)	20/40	230/380	0.446	0.504
骨折类型(闭合/开放)	40/20	220/390	21.541	<0.001
手术类型(内固定/置换)	May-55	280/330	45.765	<0.001

4 骨科术后感染多因素 Logistic 回归分析结果

通过多因素 Logistic 回归分析,进一步确认了手术时间、抗生素使用、骨折类型和手术类型是术后感染的独立危险因素。手术时间每增加 1 分钟,感染风险增加 2%(OR=1.02)。抗生素使用与感染风险增加 5.71 倍相关(OR=5.71)。开放性骨折相较于闭合性骨折,感染风险增加 2.69 倍(OR=2.69)。内固定手术相较于置换手术,感染风险增加 8.98 倍(OR=8.98)。见表 2。

表2 骨科术后感染多因素 Logistic 回归分析结果
Table 2 Results of Multivariate Logistic Regression Analysis of Postoperative Infection in Orthopedic Surgery

变量	OR 值	95%置信区间	Beta	SE	Wald 值	P 值
手术时间(min)	1.02	1.01-1.03	0.02	0	19.33	<0.001
抗生素使用(是/否)	5.71	2.73-11.92	1.74	0.38	21.47	<0.001
骨折类型(闭合/开放)	2.69	1.44-5.02	0.99	0.32	9.68	0.002
手术类型(内固定/置换)	8.98	3.46-23.3	2.2	0.49	20.37	<0.001

讨 论

本研究通过回顾性分析 60 例感染组和 610 例未感染组骨科患者的临床资料,深入探讨了术后感染的病原学特征及危险因素。研究结果揭示了感染的主要致病菌种类、耐药性情况,并识别了与术后感染相关的独立危险因素,为临床预防和治疗提供了重要参考。研究结果显示,骨科患者术后感染的主要病原菌是金黄色葡萄球菌,占感染组的 41.67%,其次是大肠埃希菌,占比 25.00%。这一结果与国内外多项研究报道一致,表明金黄色葡萄球菌仍然是术后感染的重要病原体之一^[11-14]。值得注意的是金黄色葡萄球菌对青霉素和红霉素的耐药率分别达到了 80%和 60%,提示在临床治疗中需谨慎选用抗生素。大肠埃希菌作为一种常见致病菌对氨苄西林和头孢噻肟的耐药率也较高,提示在制定治疗方案时应考虑使用更广谱或更新一代的抗生素^[15-16]。通过本研究可以看到金黄色葡萄球菌在骨科术后感染中的重要性得到了广泛认可。例

如一项研究^[17]显示金黄色葡萄球菌是导致骨科手术切口感染的首位病原菌,占 12.4%。另一项研究中金黄色葡萄球菌对青霉素耐药率为超过 80%,这与本研究中提到的耐药率相符合^[18]。此外,大肠埃希菌也是骨科术后感染的一个重要病原体,其对氨苄西林和头孢噻肟的耐药率较高。这些数据强调了在选择抗生素治疗骨科术后感染时需要考虑病原菌的耐药性。例如万古霉素对金黄色葡萄球菌具有良好的抗菌作用而亚胺培南对大肠埃希菌没有耐药性。因此,在治疗骨科术后感染时医生应根据药敏试验结果选择合适的抗生素以提高治疗效果并减少耐药性的产生。总之金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌是骨科术后感染的主要病原体,它们对常用抗生素的耐药性较高。因此,在临床治疗中医生应依据药敏试验结果合理选择抗生素同时加强无菌操作和预防措施,以降低术后感染的风险并提高治疗效果。

本研究通过单因素分析和多因素 Logistic 回归分析均发现,手术时间、抗生素使用、骨折类型和手术类型是术后感染的独立危险因素。这些结果得到了多项研究的支持^[19-20]。手术时间的延长可能增加了手术区域暴露于潜在致病菌的时间同时也可能与手术难度和复杂性有关。证据表明手术时间长与术后感染风险增加有关^[21-22]。此外长时间的手术可能导致患者更长时间地处于无菌屏障破坏的状态从而增加了感染的风险^[23-24]。抗生素使用的增加虽然可以预防某些感染但不当使用或滥用可能导致耐药菌株的产生。研究表明^[25-26]大多数组合预防性抗生素与早期感染概率增加有关。此外,开放性骨折患者术后伤口感染的病原菌主要以革兰阴性菌为主且对多种常见抗菌药物耐药率较高,这强调了合理使用抗菌药物的重要性。开放性骨折和内固定手术由于手术创面大、组织损伤重,感染风险相对较高。研究发现开放性骨折患者的感染率显著高于非开放性骨折患者^[27-28]。此外,内固定术后感染的病原菌主要为金黄色葡萄球菌,感染导致约 80%患者再手术。值得注意的是除了上述因素外,其他一些因素也与术后感染风险相关。例如,年龄、合并糖尿病、切口类型以及预防性使用抗生素被证实是骨折术后患者感染的独立影响因素。此外,功能状态较差的患者(如需要帮助进行日常活动的患者)在发生术后感染方面的风险显著增加^[29-30]。手术时间、抗生素使用、骨折类型和手术类型确实是术后感染的独立危险因素。为了降低术后感染的风险应采取适当的预防措施,包括优化手术技术和减少手术时间,合理使用抗菌药物以及针对特定高风险患者群体采取额外的预防措施。

本研究的结果对临床实践具有重要的指导意义。

对于手术时间较长的患者应加强无菌操作,缩短手术时间减少术中出血量以降低感染风险。其次抗生素的使用应遵循指南推荐避免不必要的广谱抗生素使用防止耐药菌株的产生。对于开放性骨折患者除了常规的清创处理外还需密切监测术后感染迹象。对于需要进行内固定术的患者应当强化围手术期管理,取有效的预防措施如局部冲洗、抗生素涂层植入物等以减少感染的可能性。尽管本研究提供了有关骨科术后感染的重要信息但仍存在一些局限性。本研究为单一中心的回顾性研究可能存在选择偏倚,结果可能无法完全推广到其他医疗机构。由于研究设计的限制未能深入探究某些潜在的影响因素如手术团队的经验水平、手术室的空气质量等。未来的研究可以通过前瞻性设计、多中心合作等方式进一步明确术后感染的危险因素并开发更为有效的预防策略。

综上所述,骨科患者术后感染主要由金黄色葡萄球菌和大肠埃希菌引起且存在较高的耐药性。手术时间长、抗生素使用不当、开放性骨折及内固定术是术后感染的重要危险因素。临床医生应重视这些因素,采取适当的预防措施以降低术后感染的风险。此外,未来需要进一步的研究来验证这些发现并开发出更加有效的预防和治疗方案。

【参考文献】

[1] 张海英,刘光启,尚延春. 2009-2019年某院骨科手术患者医院感染调查分析[J]. 实用预防医学,2021,28(3):365-367.

[2] 陈娟,赵志芳. 预防老年骨科患者手术部位感染的研究进展[J]. 护理与康复,2020,19(11):27-30.

[3] 刘红,李世云. 骨科手术患者术后医院感染相关因素分析及对策[J]. 齐鲁护理杂志,2017,23(12):50-52.

[4] 杜娟,鲁维丽,朱晓琼. 骨科住院手术患者医院感染及引起感染影响因素回顾性调查[J]. 中华医院感染学杂志,2018,28(21):3286-3288,3292.

[5] 曹虹,张楠楠,晁爱军,等. 加速康复背景下老年髌骨骨折患者围手术期医院感染的影响因素分析[J]. 中国实用护理杂志,2021,37(22):1695-1702.

[6] 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.

[7] Huston JM, Barie PS, Dellinger EP, et al. The surgical infection society guidelines on the management of intra-abdominal infection:2024 update[J]. Surg Infect (Larchmt), 2024, 25(6): 419-435.

[8] 张玉萍,王瑜. 骨科患者术后伤口感染的危险因素及护理风险管理[J]. 实用临床医药杂志,2019,23(5):124-126.

[9] Feng Y, Feng Q, Guo P, Wang DL. Independent risk factor for surgical site infection after orthopedic surgery [J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(52):e32429.

[10] Lee D, Lee R, Weinreb J, et al. Risk factors for surgical site infections after single-level anterior lumbar interbody fusion[J]. Surg Infect (Larchmt), 2023, 24(6):514-521.

[11] 王宇强,贾永森,翟磊,等. 骨折内固定术后感染病原菌分布及感

染对患者预后的影响[J]. 中华医院感染学杂志,2017,27(13):3025-3027,3051.

[12] 汪红萍,纪根宝,余连香. 骨科术后切口感染的危险因素及病原菌分布特点分析[J]. 医学综述,2021,27(5):1037-1040.

[13] 杨晋,瓦庆德,吴兴凯,等. 骨科患者术后感染病原菌分布特征、危险因素及相关因子水平分析[J]. 中国病原生物学杂志,2019,14(9):1081-1083,1087.

[14] Taormina DP, Shulman BS, Lee JH, et al. The outcome of patients with cultured pathogens at time of nonunion surgery [J]. Acta Orthop Belg, 2018, 84(1):1-10.

[15] 茅孝莹,许小敏,陈琳,等. 大肠埃希菌临床连续分离株常见耐药元件检测与分析[J]. 中华医院感染学杂志,2017,27(21):4801-4804.

[16] 何磊,曹禹露,郑蕉,等. 大肠埃希菌对15种抗生素的耐药性分析[J]. 河北医药,2021,43(9):1420-1423.

[17] Rane A, Ghulam QM, Hannan ZD, et al. Predicting which species of bacteria will cause an infection after fracture surgery [J]. Orthopedics, 2024, 47(1):e19-e25.

[18] 丁新玲,李曼. 金黄色葡萄球菌标本分布及耐药情况分析[J]. 中国病原生物学杂志,2022,17(12):1442-1445.

[19] 林华杰,金甬,贾晋荣,等. 骨折术后感染病原学及危险因素[J]. 中华医院感染学杂志,2021,31(18):2806-2810.

[20] Yang J, Zhang X, Liang W. A retrospective analysis of factors affecting surgical site infection in orthopaedic patients[J]. J Int Med Res, 2020, 48(4):300060520907776.

[21] 成昌霞,周学颖,李福玮,等. 手术时间对手术切口感染影响的研究[J]. 中华医院感染学杂志,2016,26(5):1111-1112,1123.

[22] Zeitlinger L, Wilson M, Randall RL, et al. Surgical duration is independently associated with an increased risk of surgical site infection and may not be mitigated by prolonged antibiotics: a secondary analysis of the parity trial of infection after lower-extremity endoprosthesis reconstruction for bone tumors[J]. J Bone Joint Surg Am, 2023, 105(Suppl 1):79-86.

[23] 王会含,王永堂,张志强,等. 骨科无菌手术切口感染病原菌与耐药性及危险因素研究[J]. 中华医院感染学杂志,2017,27(7):1543-1545,1549.

[24] 王颖颖,王古岩,李军,等. 术后手术部位感染的影响因素及预防措施[J]. 中华麻醉学杂志,2021,41(2):142-148.

[25] 耿凤霞. 抗生素管理对抗生素使用强度及细菌耐药性的影响[J]. 世界最新医学信息文摘,2017,17(40):110-111.

[26] 刘正印. 合理使用抗菌药物,遏制细菌耐药[J]. 中国医学前沿杂志(电子版),2017,9(4):10-12.

[27] Zhao S, Ye Z, Zeng C, et al. Retrospective analysis of infection factors in secondary internal fixation after external fixation for open fracture of a long bone: A cohort of 117 patients in a two-center clinical study[J]. Biomed Res Int, 2022, 2022:7284068.

[28] 张莎. 开放性四肢骨折患者术后切口感染现状调查与分析[J]. 护理实践与研究,2020,17(14):70-72.

[29] Curtis GL, Hammad A, Anis HK, et al. Dependent functional status is a risk factor for perioperative and postoperative complications after total hip arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2019, 34(7S):S348-S351.

[30] 何湛,倪德生,朱建敬,等. 普外科患者术后医院感染的危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志,2017,27(2):393-395.