

· 临床论著 ·

下肢骨折固定术后感染的相关影响因素[△]

李鑫¹, 杨佐明^{2*}, 孙建林¹, 王斌², 赵小明², 张吉龙², 崔明超²

(1. 华北理工大学, 河北唐山 063000; 2. 唐山市第二医院 河北唐山 063000)

摘要: [目的] 分析影响下肢骨折固定术后感染 (fracture-related infection, FRI) 的相关因素。[方法] 收集唐山市第二医院 2018 年 1 月—2022 年 1 月收治的 5 982 例下肢骨折固定治疗的患者资料, 将发生 FRI 的 83 例患者纳入感染组, 按照组间骨折部位、骨折术式、性别、年龄匹配的方法选择未发生 FRI 的患者 166 例为无感染组, 采用单因素分析和二元多因素逻辑回归分析下肢骨折固定术后 FRI 的危险因素。[结果] 5 982 例下肢骨折固定患者, 术后 83 例患者发生 FRI, 发生率为 1.4%。感染组的患者吸烟 [是/否, (36/47) vs (35/131), $P<0.001$]、糖尿病 [是/否, (25/58) vs (21/145), $P<0.001$]、开放性损伤 [是/否, (27/56) vs (18/148), $P<0.001$]、ASA 分级 [I/II/III, (17/35/31) vs (41/96/29), $P=0.002$]、BMI [(27.2±3.6) kg/m² vs (25.5±2.7) kg/m², $P<0.001$]、手术时间 [(180.0±48.0) min vs (138.5±44.6) min, $P<0.001$]、术中出血量 [(351.6±101.5) ml vs (298.5±128.3) ml, $P<0.001$] 均显著大于未感染组, 但前者的术前 ALB 显著低于后者 [(34.4±2.4) g/L vs (37.2±4.0) g/L, $P<0.001$]。多因素逻辑回归分析显示: 开放性损伤 ($OR=3.658$, $P=0.005$)、吸烟史 ($OR=2.436$, $P=0.014$)、ASA 分级高 ($OR=1.754$, $P=0.028$)、BMI 高 ($OR=1.190$, $P=0.003$)、手术时间长 ($OR=1.021$, $P<0.001$) 是下肢骨折固定术后发生 FRI 的独立危险因素。术前 ALB 高 ($OR=0.803$, $P<0.001$) 为保护因素。[结论] 有吸烟史、手术时间延长、高 BMI、高 ASA 分级、开放性损伤发生下肢 FRI 风险较高, 临床应采取相应措施进行预防。

关键词: 下肢骨折, 危险因素, 骨折相关感染, 骨折固定术

中图分类号: R683.42 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2024) 14-1268-05

Factors related to infection after fixation of lower limb fractures // LI Xin¹, YANG Zuo-ming², SUN Jian-lin¹, WANG Bin², ZHAO Xiao-ming², ZHANG Ji-long², CUI Ming-chao². 1. North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, China; 2. The Second Hospital of Tangshan, Tangshan 063000, China

Abstract: [Objective] To search the factors affecting fracture-related infection (FRI) after fixation of lower extremity fracture. [Methods] A total of 5 982 patients received surgical treatment for lower extremity fractures in Tangshan Second Hospital from January 2018 to January 2022. Of them, 83 patients proved FRI were fall into the FRI group, while other 166 patients without FRI were selected as the non-FRI group based on fracture site, fracture operation, gender and age matching. The risk factors related to FRI after lower limb fracture fixation were analyzed by univariate comparison and binary multifactor logistic regression. [Results] Of 5 982 patients who underwent surgical treatment for lower extremity fractures, 83 patients had FRI after operation, with the incidence of 1.4%. The FRI group proved significantly greater than the non-FRI group in terms of smoking [y/n, (36/47) vs (35/131), $P<0.001$], diabetes [y/n, (25/58) vs (21/145), $P<0.001$], open damage [yes/no, (27/56) vs (18/148), $P<0.001$], ASA classification [I/II/III, (31/17/35) vs (29/41/96), $P=0.002$], BMI [(27.2±3.6) kg/m² vs (25.5±2.7) kg/m², $P<0.001$], operation time [(180.0±48.0) min vs (138.5±44.6) min, $P<0.001$], intraoperative blood loss [(351.6±101.5) ml vs (298.5±128.3) ml, $P<0.001$], whereas the former had significantly less preoperative ALB than the latter [(34.4±2.4) g/L vs (37.2±4.0) g/L, $P<0.001$]. As consequences of multi-factor logistic regression, the open injury ($OR=3.658$, $P=0.005$), smoking history ($OR=2.436$, $P=0.014$), poor ASA grade ($OR=1.754$, $P=0.028$), high BMI ($OR=1.190$, $P=0.003$), and long operation time ($OR=1.021$, $P<0.001$) were the independent risk factors for FRI after lower limb fracture fixation, while the high preoperative ALB ($OR=0.803$, $P<0.001$) was a protective factor. [Conclusion] The patients with smoking history, prolonged operation time, high BMI, severe ASA grade, and open injury have higher risk of lower limb FRI, and corresponding clinical measures should be taken to prevent it.

Key words: lower limb fracture, risk factors, fracture-associated infection, fracture fixation

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100532

△基金项目:河北省科技计划项目(编号:152777900);2023 年度唐山市人才项目(编号:C202303033)

作者简介:李鑫,硕士研究生,研究方向:创伤骨科、骨感染,(电子信箱)18617501786@163.com

*通信作者:杨佐明,(电子信箱)13832810691@126.com

近年来,随着我国GDP总值的飞速增长和人民生活水平的显著提高,骨折患者呈逐年递增趋势^[1],且随着骨折呈复杂化趋势及骨折内固定技术在各级医院的广泛开展,骨折术后并发症数量增多,治疗难度增大。骨折相关感染(fracture-related infection, FRI)是四肢骨折的常见并发症,其治疗周期长、治疗费用高、预后差,给患者带来了巨大的精神和经济负担^[2]。据最新流行病学统计^[3],四肢骨折感染中多见于下肢骨折,其中以胫腓骨发病率最高。根据以往研究,下肢FRI主要与年龄、体重质量指数、基础疾病情况、手术时间、术中出血量、术中植骨、术后白蛋白等众多因素密切相关^[4]。

本研究选择在本院接受择期行下肢骨折内固定术治疗的患者作为研究对象,依据手术部位是否出现感染将其分成2组,通过单项因素比较和逻辑回归分析探索导致患者术后感染的危险因素,从而为此类手术并发症的防治提供相应的参考。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)符合2017年国际内固定研究协会(Association for the Study of Intern Fixation, AO/ASIF)制定的关于诊断FRI的专家共识^[5];(2)年龄18~65岁;(3)创伤性股骨、髌骨、胫腓骨、跟骨骨折并接受固定治疗的患者。

排除标准:(1)合并其他感染性疾病及不可控内科疾病者;(2)病理性骨折,如骨结核和骨肿瘤;(3)术前骨折部位已经发生感染者;(4)病历资料不完整的患者。

1.2 一般资料

回顾性分析唐山市第二医院2018年1月—2022年1月收治的行下肢骨折固定术后患者的临床资料,符合以上纳入标准发生下肢FRI的83例患者为感染组,按照组间骨折部位、骨折术式(闭合或者切开复位内固定)、性别、年龄(± 3 岁)匹配的方法选择未发生FRI的患者166例为无感染组。感染组男59例、女24例;年龄22~65岁,平均(47.7 ± 11.6)岁;股骨22例(26.5%)、胫腓骨51例(61.4%)、跟骨3例(3.6%)、髌骨7例(8.4%);行闭合复位内固定27例(32.5%),切开复位内固定56例(67.5%)。无感染组骨折部位、骨折术式、性别比例与感染组一致。两组患者一般资料差异无统计学意义($P > 0.05$)。该研究经本院医学伦理委员会审定且批准

实施,所有患者已知情。

1.3 初次手术方法

所有患者初次手术的围手术期均预防性使用抗生素,麻醉成功后消毒铺单。根据患者损伤类型选择闭合复位髓内钉内固定术、切开复位内固定术和外固定架外固定术。感染组83例患者中,原始手术选择闭合复位髓内钉内固定术27例,其中股骨10例,胫腓骨17例;选择切开复位钢板内固定术47例,其中股骨11例,胫腓骨33例,跟骨3例。选择切开复位外固定架外固定术为胫腓骨2例;选择切开张力带钢丝内固定7例,均为髌骨骨折病例。

1.4 评价指标

参照2017年AO/ASIF制定的关于诊断FRI的专家共识确定是否发生FRI。记录感染组及无感染组患者的一般资料,包括年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、吸烟及饮酒史、术前是否合并糖尿病、高血压、住院天数、开放或闭合性骨折、损伤机制(高能量或低能量损伤)。术前检验:血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血清C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、白蛋白(albumin, ALB)、球蛋白(globulin, GLB)。手术相关资料包括:ASA分级、损伤至手术时间、骨折部位、手术时间、术中失血量、手术方式及术中植骨情况。

1.5 统计学方法

采用SPSS 23.0统计学软件进行数据分析处理。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用独立样本 t 检验;资料呈非正态分布时,采用非参数秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。以是否发生感染的二分类变量为因变量,其他因素为自变量行多因素逻辑回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

2018年1月—2022年1月共收治5982例行下肢骨折固定患者,术后83例患者发生FRI,发生率为1.4%。感染发现于术后3~42d,平均12d;其中47例患者经全身应用敏感抗生素、加强换药治疗后治愈;29例在此基础上采取再次手术清创和置管灌洗治疗2~3周治愈。其余7例因感染严重取出内固定物,其中4例行牵引固定、3例改用外固定同时加清创灌洗治疗2~3周后感染治愈。感染组患者细

菌培养阳性率为 86.7% (72/83)。72 例细菌培养阳性患者中共分离病原菌 74 株。其中革兰阳性菌 52 株 (72.3%)，革兰阴性菌 22 株 (27.7%)，两种或两种以上细菌混合感染者为 5.6% (4/72)。分离出多重耐药菌 (multiple resistant bacteria, MDROS) 24 株。细菌培养最常见的为金黄色葡萄球菌 (38/72, 53.2%)，其中 8 例 (11.5%) 为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 (methicillin-resistant Staphylococcus aureus, MRSA)；其次为表皮葡萄球菌 (9/72, 10.6%)、铜绿假单胞菌 (6/72, 8.5%)、阴沟杆菌 (7/72, 8.5%)、大肠埃希菌 (5/72, 6.4%)。

2.2 是否感染的单因素分析

感染组 88 例患者和配对选择的 166 例未感染患者单因素比较见表 1。与无感染组相比，感染组患者吸烟占比、糖尿病占比、开放性损伤占比、ASA 分级 III 级占比、BMI、手术时间、术中出血量均显著大于未感染组 ($P<0.05$)，但是，感染组术前 ALB 显著低于未感染组 ($P<0.05$)。两组患者年龄、是否饮酒、是否高血压、是否高能量损伤、损伤至手术时间、手术方式、骨折部位、侧别、术式、术中是否植骨、术前 Hb、GLB、CRP、ESR 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.3 多因素逻辑回归分析

以是否感染的二分变量为因变量，其他因素为自变量行二元多因素逻辑回归分析。采用逐步向前回归分析。结果见表 2，模型分类能力为 81.5%，经卡方检验模型 ($\chi^2=101.424, P<0.001$)。结果表明：开放性损伤 ($OR=3.658, P=0.005$)、有吸烟史 ($OR=2.436, P=0.014$)、高 ASA 分级 ($OR=1.754, P=0.028$)、高 BMI ($OR=1.190, P=0.003$)、手术时间长 ($OR=1.021, P<0.001$) 是下肢行固定术后发生 FRI 的独立危险因素。术前 ALB 高 ($OR=0.803, P<0.001$) 为保护因素。

3 讨论

FRI 是创伤患者治疗的过程中最棘手和具有挑战性的并发症之一，可能会导致延迟愈合、永久性功能丧失，甚至截肢^[6]。FRI 会显著延长患者恢复期，并增加巨大的经济和精神负担。引起 FRI 的因素有很多，目前并未完全达成共识。本研究显示下肢 FRI 发病率为 1.4%，与其他研究 (0.4%~16.1%) 相比处于较低水平^[7]。分析原因可能与严格的筛选标准有关。以往的研究大多使用美国疾病控制与预防中心定

义手术部位感染 (surgical site infection, SSI) 作为感染的诊断标准^[8]。与 SSI 的诊断标准相比，FRI 共识推荐的诊断标准更详细，排除了浅表 SSI 的患者^[9]。之前研究大多集中在 1 个部位，这些部位术后感染的风险很高，如胫骨、踝关节等^[10, 11]，下肢 FRI 的致病菌株主要是革兰阳性球菌，以金黄色葡萄球菌居多，与最近一项流行病学研究结果一致^[12]。值得注意的是，其中分离出 MDROS 高达 32.4%，分析原因可能与创伤复杂、伤口污染较重、滥用抗生素有关，对此临床应格外重视，制定标准化的抗菌治疗方案^[13]。

表 1. 是否感染两组患者的单项因素比较
Table 1. Comparison of single factors between the two groups of patients with or without infection

指标	感染组 (n=88)	未感染组 (n=166)	P 值
一般资料			
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	47.7 \pm 11.6	45.5 \pm 9.7	0.127
性别 (例, 男/女)	59/24	118/48	>0.999
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	27.2 \pm 3.6	25.5 \pm 2.7	<0.001
饮酒 (例, 是/否)	19/64	32/134	0.515
吸烟 (例, 是/否)	36/47	35/131	<0.001
糖尿病 (例, 是/否)	25/58	21/145	<0.001
高血压 (例, 是/否)	15/68	22/144	0.314
高能量损伤 (例, 是/否)	28/55	60/106	0.708
开放性损伤 (例, 是/否)	27/56	18/148	<0.001
手术相关资料			
ASA 分级 (例, I/II/III)	17/35/31	41/96/29	0.002
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.7 \pm 3.6	8.1 \pm 3.4	0.437
骨折部位 (例, 股/胫腓/髌/跟)	22/51/7/3	44/102/14/6	>0.999
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	180.0 \pm 48.0	138.5 \pm 44.6	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	351.6 \pm 101.5	298.5 \pm 128.3	<0.001
术式 (例, CRIF/ORIF/EF)	13/68/2	26/136/4	>0.999
侧别 (例, 左/右)	38/45	79/87	0.788
术中植骨 (例, 是/否)	16/67	21/145	0.166
术前检验			
Hb (g/L, $\bar{x} \pm s$)	126.9 \pm 14.2	128.2 \pm 15.0	0.526
GLB (g/L, $\bar{x} \pm s$)	23.8 \pm 3.0	24.0 \pm 4.5	0.708
CRP (mg/L, $\bar{x} \pm s$)	7.7 \pm 1.4	8.1 \pm 3.1	0.176
ESR (mm/h, $\bar{x} \pm s$)	16.3 \pm 4.6	17.2 \pm 4.1	0.131
ALB (g/L, $\bar{x} \pm s$)	34.4 \pm 2.4	37.2 \pm 4.0	<0.001

注：手术方式：CRIF, closed reduction and internal fixation, 闭合复位内固定；ORIF, open reduction and internal fixation, 开放复位内固定；EF, external fixation, 外固定。

表 2. 是否感染的多因素逻辑回归分析结果

Table 2. Results of binary logistic regression analysis on whether infection happened

因素	B 值	S.E.	Wald 值	OR 值	95%CI	P 值
BMI	0.174	0.059	8.567	1.190	1.059~1.337	0.003
ALB	0.219	0.049	20.072	0.803	0.730~0.884	<0.001
吸烟史	0.890	0.362	6.037	2.436	1.116~4.532	0.014
手术时间	0.020	0.004	26.466	1.021	1.013~1.028	<0.001
ASA 分级	0.562	0.255	4.858	1.754	1.064~2.892	0.028
开放性损伤	1.297	0.459	7.967	3.658	1.486~9.002	0.005

本研究经单因素比较及多因素逻辑回归分析发现,在排除骨折部位、骨折术式、性别和年龄这些不可控因素的影响后,吸烟史、高 ASA 分级、开放性骨折、手术时间延长及高 BMI 是下肢 FRI 的独立危险因素。高 ALB 是保护因素。吸烟对伤口愈合有显著的负面影响,其机制主要与组织灌注和氧合减少、炎症反应受损和氧化杀菌机制有关^[14]。(1) 吸烟:在本研究中,当前吸烟者 FRI 的 OR 是非吸烟者的 2.4 倍,这与先前的研究大致相同^[15]。Sørensen^[16]发现与目前吸烟者相比,术前戒烟超过 3~4 周的患者,伤口愈合不良并发症的风险降低 31%,呼吸系统并发症的风险降低了 23%。因此,针对有吸烟史的患者,术前应充分告知患者吸烟的风险,务必术前戒烟;(2) 高 ASA 分级:分析原因可能是高 ASA 分级表明患者病情严重,手术及麻醉风险增大。可能导致患者术后功能恢复较差,从而使患者卧床时间增加、活动量减少、体质状况变差,从而导致术后感染风险增加。对此术前应积极治疗基础疾病,充分改善重要脏器的功能,以降低术后感染的风险;(3) 开放性损伤:分析其原因可能是,开放性骨折多由高能量损伤导致严重软组织损伤、血液供应较差、创口严重污染。本研究开放性骨折 FRI 的发生风险是闭合性骨折的 3.7 倍,与既往文献报道大致相符^[17]。因此在临床治疗中处理开放性损伤患者时,应早期给予静脉抗生素治疗、术中彻底清创和尽可能保护软组织包膜。本研究显示高 BMI 使下肢 FRI 的风险增加 1.2 倍,分析原因可能是肥胖通常会导致手术时间延长和局部组织创伤加重^[18]。另外,脂肪组织还会对炎症和免疫反应产生较大影响,这会使肥胖患者易发感染^[19]。应注意预防性抗生素的使用剂量。有研究表明^[20],肥胖患者术前预防抗生素的剂量和术后感染的发生具有相关性,预防性抗生素的剂量应根据患者体重进行调整。因此,对于有创伤的肥胖患者,特别是需要延长手术时间的复杂损伤,有必要根据体重调

整预防性抗生素的剂量;(4) 手术时间:感染组手术时间比无感染组长。分析原因可能是手术时间延长,术中侵入性操作增多及长时间牵拉加重了对患者身体的损伤,长时间暴露伤口,不仅失血量增多,还会降低患者自身免疫力,因此增加了感染风险^[21, 22]。Colman 等^[23]的研究表明,手术时间延长会导致感染发生率升高,手术时间达 3 h 会使感染风险增加 1.78。对此,作者建议通过制定合理的手术方案,与经验丰富的医务工作者合作,加强手术操作训练以此来缩短手术时长,降低下肢 FRI 的发生率。

此外术前高 ALB 为患者的保护因素,分析可能是 ALB 降低可导致血浆胶体渗透压降低,机体内环境的稳态发生变化。从而导致患者的身体状况和免疫力下降,致使术后切口愈合不良,感染风险增加。谢朝飞等^[24]的研究也表明血浆白蛋白的浓度是骨科术后细菌感染的危险因素。因此术前应充分评估患者的营养状况,并提供相应支持。

根据以上结果,建议应对吸烟、开放性骨折、高 ASA 分级、手术时间延长、肥胖患者更加重视。本研究的局限性:(1) 单中心回顾性研究,数据的质量取决于电子病历的准确性和完整性,因此可能存在选择偏倚;(2) 患者自身因素如吸烟、饮酒史主要依赖于患者的口述,患者可能会隐瞒一些不良习惯;(3) 从本院出院后未返回接受感染治疗的患者定义为非 FRI 患者;因此,那些部分中远期发生 FRI 并未入院进行诊断和治疗者可能会被遗漏,这可能会降低 FRI 率;(4) 影响 FRI 的因素,如软组织损伤程度、导尿管留置时间等未进行统计。期待更多大样本、多中心的研究来证实补充本研究的论点。

参考文献

[1] Wang SY, Li YH, Chi GB, et al. Injury-related fatalities in China: an under-recognised public-health problem [J]. Lancet, 2008, 372 (9651): 1765-1773. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61367-7.

- [2] Jiang N, Wu HT, Lin QR, et al. Health Care costs of post-traumatic osteomyelitis in China: Current situation and influencing factors [J]. *J Surg Res*, 2020, 247: 356–363. DOI: 10.1016/j.jss.2019.10.008.
- [3] Zhang Z, Liu P, Wang W, et al. Epidemiology and drug resistance of fracture-related infection of the long bones of the extremities: a retrospective study at the largest trauma center in Southwest China [J]. *Front Microbiol*, 2022, 13: 923735. DOI: 10.3389/fmicb.2022.923735.
- [4] 陈彦, 林琳, 严小林, 等. 四肢骨折术后切口感染病原菌及危险因素 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31 (2): 259–263. DOI: 10.11816/cn.ni.2021—201284
Chen Y, Lin L, Yan XL, et al. Pathogens isolated from limb fracture patients with postoperative incision infections and risk factors [J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2021, 31 (2): 259–263. DOI: 10.11816/cn.ni.2021—201284
- [5] Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group [J]. *Injury*, 2018, 49 (3): 505–510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040.
- [6] He SY, Yu B, Jiang N. Current concepts of fracture-related infection [J]. *Int J Clin Pract*, 2023, 2023: 4839701. DOI: 10.1155/2023/4839701.
- [7] Zimmerli W. Clinical presentation and treatment of orthopaedic implant-associated infection [J]. *J Intern Med*, 2014, 276 (2): 111–119. DOI: 10.1111/joim.12233.
- [8] Solomkin JS, Mazuski J, Blanchard JC, et al. Introduction to the Centers For Disease Control and Prevention and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee Guideline for the prevention of surgical site infections [J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2017, 18 (4): 385–393. DOI: 10.1089/sur.2017.075.
- [9] Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group [J]. *Injury*, 2018, 49 (3): 505–510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040.
- [10] Sun R, Li M, Wang X, et al. Surgical site infection following open reduction and internal fixation of a closed ankle fractures: a retrospective multicenter cohort study [J]. *Int J Surg*, 2017, 48: 86–91. DOI: 10.1016/j.ijssu.2017.10.002.
- [11] Li J, Zhu Y, Zhao K, et al. Incidence and risks for surgical site infection after closed tibial plateau fractures in adults treated by open reduction and internal fixation: a prospective study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15 (1): 349. DOI: 10.1186/s13018-020-01885-2.
- [12] Wang B, Xiao X, Zhang J, et al. Epidemiology and microbiology of fracture-related infection: a multicenter study in Northeast China [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 490. DOI: 10.1186/s13018-021-02629-6.
- [13] 姜楠, 覃承诃, 余斌. 骨折内固定术后感染抗生素治疗的新进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23 (16): 1489–1492. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.16.10.
Jing N, Qin CH, Yu B. Current antibiotic treatment options for fracture implant-associated infection [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2015, 23 (16): 1489–1492. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2015.16.10
- [14] Näsell H, Ottosson C, Törnqvist H, et al. The impact of smoking on complications after operatively treated ankle fractures—a follow-up study of 906 patients [J]. *J Orthop Trauma*, 2011, 25 (12): 748–755. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318213f217.
- [15] Zhu Y, Liu S, Zhang X, et al. Incidence and risks for surgical site infection after adult tibial plateau fractures treated by ORIF: a prospective multicentre study [J]. *Int Wound J*, 2017, 14 (6): 982–988. DOI: 10.1111/iwj.12743.
- [16] Sørensen LT. Wound healing and infection in surgery. The clinical impact of smoking and smoking cessation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Arch Surg*, 2012, 147 (4): 373–83. DOI: 10.1001/archsurg.2012.5.
- [17] Lu K, Zhang J, Cheng J, et al. Incidence and risk factors for surgical site infection after open reduction and internal fixation of intra-articular fractures of distal femur: A multicentre study [J]. *Int Wound J*, 2019, 16 (2): 473–478. DOI: 10.1111/iwj.13056.
- [18] Parratte S, Pesenti S, Argenson JN. Obesity in orthopedics and trauma surgery [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100 (1 Suppl): S91–97. DOI: 10.1016/j.otsr.2013.11.003.
- [19] Mraz M, Haluzik M. The role of adipose tissue immune cells in obesity and low-grade inflammation [J]. *J Endocrinol*, 2014, 222 (3): R113–127. DOI: 10.1530/JOE-14-0283.
- [20] Peppard WJ, Eberle DG, Kugler NW, et al. Association between pre-operative cefazolin dose and surgical site infection in obese patients [J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2017, 18 (4): 485–490. DOI: 10.1089/sur.2016.182.
- [21] Govaert G, Hobbelenk M, Reininga I, et al. The accuracy of diagnostic imaging techniques in patients with a suspected Fracture-related Infection (IFI) trial: study protocol for a prospective multicenter cohort study [J]. *BMJ Open*, 2019, 9 (9): e027772. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-027772.
- [22] 刘文清, 李岩, 李彦. 骨科老年患者术后医院感染危险因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (24): 2250–2253. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.24.09.
Liu WQ, Li Y, Li Y. Risk factors of hospital infection secondary to orthopaedic surgeries in the elderly [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2018, 26 (24): 2250–2253. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.24.09.
- [23] Colman M, Wright A, Gruen G, et al. Prolonged operative time increases infection rate in tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2013, 44 (2): 249–252. DOI: 10.1016/j.injury.2012.10.032.
- [24] 谢朝云, 闫飞, 熊永发, 等. 骨科开放伤口多重耐药菌感染危险因素 Logistic 回归分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (2): 108–113. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.02.03.
Xie ZY, Yan F, Xiong YF, et al. Risk factors for multi-drug resistant bacteria infection in orthopaedic open wound: a logistic regression analysis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2017, 25 (2): 108–113. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.02.03.

(收稿: 2023-07-28 修回: 2023-12-25)
(同行评议专家: 吴玉宝, 马亮)
(本文编辑: 郭秀婷)