

# 闭合性胫骨平台骨折切开复位内固定术后深部感染的危险因素

陆浩<sup>1</sup> 严飞<sup>2</sup>

**【摘要】目的** 探讨闭合性胫骨平台骨折切开复位内固定术后深部感染的发生率, 并分析其相关危险因素。**方法** 回顾性分析2012年1月至2018年6月张家港市第五人民医院骨科收治的252例闭合性胫骨平台骨折并接受切开复位内固定手术的患者。收集患者术前基本资料和感染相关危险指标(包括创伤及手术相关指标); 根据是否发生深部感染分为感染组(14例)和未感染组(238例); 采用Logistic多因素回归分析评价闭合性胫骨平台骨折感染发生的高危因素。**结果** 闭合性胫骨平台骨折切开复位内固定术后深部感染最常见的病原菌为金黄色葡萄球菌(9/14, 64.29%), 其中44.44%(4/9)为耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(MRSA)。与未感染组相比, 感染组患者住院时间显著延长[(31.3 ± 16.5) d vs. (16.6 ± 4.8) d,  $t = 21.162$ ,  $P < 0.001$ ], 术中失血量增多[(455.2 ± 713.1) ml vs. (255.7 ± 330.8) ml,  $t = 4.115$ ,  $P = 0.016$ ], 手术时间延长[(196.4 ± 98.0) min vs. (124.5 ± 56.4) min,  $t = 10.522$ ,  $P < 0.001$ ], 差异均有统计学意义。单因素分析显示高体重指数(BMI) ( $> 26.4 \text{ kg/m}^2$ ) ( $\chi^2 = 12.428$ ,  $P < 0.001$ )、美国麻醉医师协会(ASA)分级 $\geq 3$ 级( $\chi^2 = 10.333$ ,  $P = 0.001$ )、Schatzker V和VI ( $\chi^2 = 4.166$ ,  $P = 0.041$ )、手术时间延长( $\chi^2 = 9.175$ ,  $P = 0.002$ )均为发生深部感染的高危因素。Logistic多因素回归分析显示BMI  $> 26.4 \text{ kg/m}^2$  ( $OR = 1.192$ ,  $P = 0.011$ )、手术时间  $> 148 \text{ min}$  ( $OR = 3.769$ ,  $P = 0.008$ )和ASA分级 $\geq 3$ 级( $OR = 1.240$ ,  $P = 0.020$ )均为发生深部感染的独立危险因素。**结论** 胫骨平台骨折切开复位内固定术后深部感染发生率较高, 高BMI、手术时间延长以及ASA分级 $\geq 3$ 级为深部感染发生的独立危险因素。

**【关键词】** 胫骨平台骨折; 深部感染; 切开复位内固定; 危险因素

**Risk factors of deep infections after open reduction and internal fixation of closed tibial plateau fractures** Lu Hao<sup>1</sup>, Yan Fei<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Department of Orthopaedics, the Fifth People's Hospital of Zhangjiagang City, Zhangjiagang 215600, China; <sup>2</sup>Department of Orthopaedics, Zhangjiagang Hospital, Suzhou University, Zhangjiagang 215600, China

Corresponding author: Lu Hao, Email: haozb116@163.com

**【Abstract】Objective** To investigate the incidence of deep infection after open reduction and internal fixation (ORIF) for closed tibial plateau fractures (TPF), and to analyze the related risk factors. **Methods** From January 2012 to June 2018, a total of 252 patients with closed tibial plateau fractures who underwent open reduction and internal fixation were analyzed, retrospectively in Orthopedics Department, the Fifth People's Hospital of Zhangjiagang City, including 172 males and 80 females. The basic preoperative data and risk indicators for infection (including trauma and surgery) were collected, respectively. The patients were divided into infection group (14 cases) and non-infection group (238 cases) according to whether deep infection occurred. The risk factors of TPF infection were evaluated by Logistic regression analysis. **Results** The most common pathogen of patients in infection group was *Staphylococcus aureus* (9/14, 64.29%), among which, 44.44% (4/9) strains were methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). Compared with uninfected group, the prolonged hospital stay [(31.3 ± 16.5) d vs. (16.6 ± 4.8) d;  $t = 21.162$ ,  $P < 0.001$ ], increased intraoperative blood loss [(455.2 ± 713.1) ml vs. (255.7 ± 330.8) ml;  $t = 4.115$ ,  $P = 0.016$ ] and prolonged operation time [(196.4 ± 98.0) min vs. (124.5 ± 56.4) min;  $t = 10.522$ ,  $P < 0.001$ ] were significantly of patients in infection group. Single factor analysis showed that body mass index (BMI)  $\geq 26.4 \text{ kg/m}^2$  ( $\chi^2 = 12.428$ ,

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2020.06.008

基金课题: 江苏省卫生计生委2017年度面上科研课题 (No. H201715)

作者单位: 215600 张家港市, 张家港市第五人民医院骨科; 215600 张家港市, 苏州大学附属张家港医院骨科

通信作者: 陆浩, Email: haozb116@163.com

$P < 0.001$ ), American Association of Anesthesiologists (ASA) grade 3 ( $\chi^2 = 10.333$ ,  $P = 0.001$ ), Schatzker V, VI ( $\chi^2 = 4.166$ ,  $P = 0.041$ ), and prolonged operation time ( $\chi^2 = 9.175$ ,  $P = 0.002$ ) were all high risk factors for deep infection. Logistic multivariate regression analysis showed that BMI  $> 26.4 \text{ kg/m}^2$  ( $OR = 1.192$ ,  $P = 0.011$ ), operation time  $> 148 \text{ min}$  ( $OR = 3.769$ ,  $P = 0.008$ ), ASA grade  $\geq 3$  ( $OR = 1.240$ ,  $P = 0.020$ ) were all independent risk factors for deep infection. **Conclusions** The incidence of deep infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures was high. High BMI, prolonged operation time and ASA grade  $\geq 3$  were independent risk factors for deep infection.

**【Key words】** Tibial plateau fractures; Deep infections; Open reduction and internal fixation; Risk factor

胫骨平台骨折是创伤骨科常见的骨折类型,约占胫腓骨骨折的1/3<sup>[1]</sup>。因骨折累及膝关节,如未解剖复位将给患者带来严重后果<sup>[2]</sup>。目前,切开复位内固定术手术适应证广,是胫骨平台骨折常见的治疗策略<sup>[3]</sup>;然而,术中过多的软组织解剖加重了既已存在的软组织损伤,同时可能带来血管、神经损伤,容易导致术后切口并发症的发生<sup>[4-5]</sup>。深部感染是极为常见的术后并发症之一<sup>[6]</sup>。由于各项研究感染定义、患者纳入、研究设计等差异,现有报道深部感染发生率差异很大(2.0%~23.6%)<sup>[7-10]</sup>。依据美国疾病预防控制中心<sup>[11]</sup>所制定标准,深部切口感染是指感染累及深部组织、肌肉或筋膜;存在持续的伤口渗液或伤口裂开;脓肿或坏疽需手术清创甚至假体的更换或移除;细菌培养阳性。术后深部感染增加了患者的住院天数,并且给患者带来了沉重的经济负担<sup>[12]</sup>。此外,术后持续性疼痛、住院时间延长以及反复的手术阻碍了患者回归正常生活<sup>[2,6]</sup>。因此,术前的综合评估以及感染相关风险因素的识别可能减少不良影响发生的风险。

本研究回顾性分析了2012年1月至2018年6月张家港市第五人民医院骨科诊治的252例胫骨平台骨折并经切开复位内固定手术治疗患者的临床资料,评价深部感染的风险因素,为临床诊疗提供一定的借鉴,现报道如下。

## 资料与方法

### 一、一般资料

共纳入252例闭合性胫骨平台骨折经切开复位内固定术手术患者,其中男性172例、女性80例,平均年龄为45.3岁(19~81岁)。患者平均体重指数(body mass index, BMI)为25.0 kg/m<sup>2</sup>。纳入标准:闭合性胫骨平台骨折并经切开复位内固定手术治疗,病例资料完整,且至少随访1年。排除标准:年龄 $< 18$ 岁、病理性骨折、多发伤或复合伤、陈旧

性胫骨平台骨折、既往存在同侧下肢手术史。

### 二、研究方法

通过电子病历信息系统收集患者的临床资料,包括患者基本信息、创伤相关以及手术相关变量。①患者基本信息包括:吸烟、饮酒以及并发症(高血压、糖尿病、过敏史);②创伤相关变量包括:受伤机制(高能量或低能量损伤)、骨折分型(Schatzker分型);其中高能量损伤包括交通事故伤、高处坠落伤、暴力冲撞以及运动损伤;③手术相关变量包括:手术医师职称、术前等待时间、手术操作时间、术中失血量、手术固定方式、围手术期抗菌药物应用、术后引流量、美国麻醉协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级。根据术后患者是否发生深部感染,分为感染组和未感染组,采用Logistic多因素回归分析模型评价闭合性胫骨平台骨折深部感染的风险因素。

### 三、统计学处理

采用SPSS 22.0软件进行统计分析。计数资料(ASA等级和Schatzker分型)以[例(%)]表示,采用卡方检验进行比较;计量资料(年龄、BMI、术中失血量/引流量、手术时间和住院天数)均呈正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用Student-*t*检验进行组间比较。对于存在差异的连续变量,绘制受试者工作特征曲线(receiver characteristic operator, ROC)确定风险的临界值。对于单一变量分析中存在差异的参数,纳入闭合性胫骨平台骨折感染Logistic多因素回归分析模型来综合评价深部感染的风险因素。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 结 果

### 一、患者的一般资料

入组患者平均术前等待时间为6.4 d(3~12 d);平均住院天数为17.4 d(7~58 d)。根据胫骨平台Schatzker分型,其中I、II、III、IV、V和VI型分

别为30、43、32、50、31和66例，高能量损伤患者119例。

感染组和未感染组患者BMI、住院天数、术中失血量和手术时间差异具有统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表1。

二、发生深部感染者的临床特征

共14例患者发生深部感染，发生率为5.6%。其中3例患者通过伤口护理及加强抗菌药物使用治愈；其余患者均至少经历1次清创手术，其中2例患者因长时间感染致使假体松动，最终将假体取出。细菌培养所示最常见的为金黄色葡萄球菌（9/14、64.3%），其中4例（28.6%）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（3/14、21.4%）、铜绿假单胞菌（1/14、7.1%）和多重细菌（1/14、7.1%）感染。

三、闭合性胫骨平台骨折深部感染单因素和多因素变量分析

据前期总结文献<sup>[13]</sup>中可能为闭合性胫骨平台骨折深部感染的影响因素行单因素分析。与未感染组患者相比，感染组患者BMI高、术中失血量增加、手术时间较长、住院天数显著增加（ $P < 0.05$ ）。受试者工作特征曲线（ROC）提示临界值分别为BMI 26.4 kg/m<sup>2</sup>、术中失血量310.5 ml以及手术时间148.0 min，见图1和表2。

单因素变量分析显示高BMI（ $> 26.4 \text{ kg/m}^2$ ）、ASA分级 $\geq 3$ 级、Schatzker V和VI、手术时间延长均为深部感染的高危因素，见表3。将单因素分析中有统计学意义的因素纳入闭合性胫骨平台骨折感染Logistic多因素回归分析模型，结果显示高BMI、手术时间延长（ $> 148 \text{ min}$ ）和ASA分级 $\geq 3$ 级均为胫骨平台骨折术后深部感染的独立风险因素，见表4。

表 1 感染组与未感染组患者的一般资料（ $\bar{x} \pm s$ ）

参数	感染组（14例）	未感染组（238例）	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
年龄（岁）	47.3 ± 15.1	45.2 ± 13.9	0.731	0.351
BMI（kg/m <sup>2</sup> ）	27.3 ± 4.1	24.9 ± 3.4	5.133	0.004
术前等待时间（d）	6.7 ± 5.5	6.4 ± 5.1	0.451	0.772
住院天数（d）	31.3 ± 16.5	16.6 ± 4.8	21.162	< 0.001
术中失血量（ml）	455.2 ± 713.1	255.7 ± 330.8	4.115	0.016
术后引流流量（ml）	180.8 ± 110.1	158.5 ± 88.5	1.182	0.255
手术时间（min）	196.4 ± 98.0	124.5 ± 56.4	10.522	< 0.001

表 2 闭合性胫骨平台骨折深部感染影响因素 ROC 统计值

变量	临界值	ROC	95%CI	敏感性	特异性	<i>P</i> 值
BMI（kg/m <sup>2</sup> ）	26.4	0.711	0.643~0.880	0.815	0.793	0.004
术中失血量（ml）	310.5	0.660	0.481~0.852	0.591	0.715	0.016
手术时间（min）	148.0	0.801	0.614~0.917	0.694	0.720	< 0.001

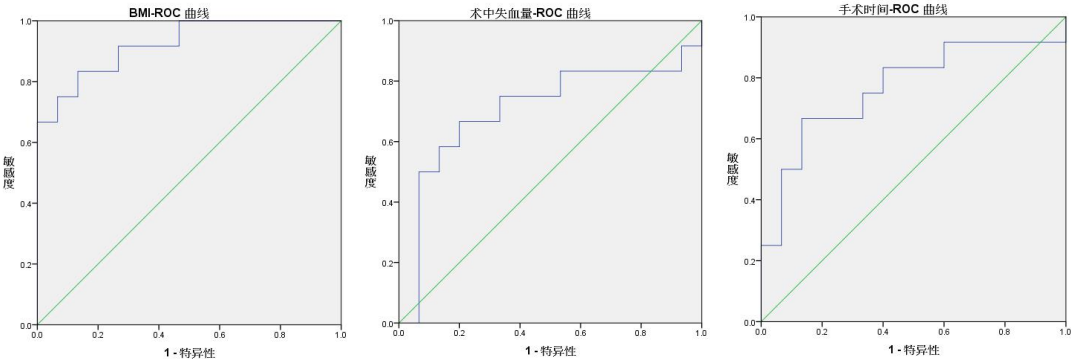


图1 BMI、术中失血量及手术时间的ROC曲线

表3 感染组和未感染组的单因素变量分析 [例 (%)]

影响因素	感染组 (14例)	未感染组 (238例)	$\chi^2$ 值	P值
性别 (男)	10 (71.4)	162 (68.1)	0.069	0.793
BMI (> 26.4 kg/m <sup>2</sup> )	11 (78.6)	77 (32.4)	12.428	< 0.001
吸烟	8 (57.1)	102 (42.9)	1.097	0.295
饮酒	4 (28.6)	64 (26.9)	0.019	0.890
高能量损伤	9 (64.3)	110 (46.2)	1.732	0.188
糖尿病	4 (28.6)	31 (13.0)	1.530	0.216
高血压	3 (21.4)	40 (16.8)	0.007	0.935
过敏史	0 (0.0)	5 (2.1)	0.192	0.661
ASA ≥ 3级	5 (35.7)	21 (8.8)	10.333	0.001
Schatzker V、VI	9 (64.3)	88 (37.0)	4.166	0.041
手术医师水平 (副主任医师及以上)	13 (92.9)	202 (84.9)	0.673	0.412
抗菌药物使用时间				
术前	5 (35.7)	63 (26.5)	0.573	0.449
术中	13 (92.9)	225 (94.5)	0.071	0.790
术后	11 (78.6)	184 (77.3)	0.012	0.913
双钢板	8 (57.1)	83 (34.9)	2.842	0.091
手术时间 (> 148 min)	10 (71.4)	76 (31.9)	9.175	0.002
术中失血量 (> 310.5 ml)	6 (42.9)	61 (25.6)	2.010	0.156
输血	4 (28.6)	36 (15.1)	0.925	0.336

注: BMI: 体重指数; ASA: 美国麻醉协会

表4 深部感染闭合性胫骨平台骨折感染 Logistic 多因素回归分析

变量	$\beta$ 值	OR值	95%CI	P值
BMI (> 26.4 kg/m <sup>2</sup> )	1.882	1.192	(1.151~4.110)	0.011
手术时间 (> 148 min)	3.551	3.769	(1.660~10.513)	0.008
ASA ≥ 3级	2.221	1.240	(1.355~4.942)	0.020

注: BMI: 体重指数

## 讨 论

关于胫骨平台骨折术后深部感染的发生率及危险因素的文献报道仍存在很大差异<sup>[14-15]</sup>。Morris等<sup>[16]</sup>回顾性分析了302例AO/OTA-41C型胫骨平台骨折患者,发现深部感染发生率为14.2% (43/302)。Ruffolo等<sup>[10]</sup>通过双切口双钢板治疗高能量双侧髌胫骨平台损伤,发现深部感染的发生率高达23.6% (33/140)。如此高的感染发生率可能与一些混杂因素相关,比如高能量损伤、开放性骨折、多切口多重内固定等<sup>[17-18]</sup>。本研究排除了开放性胫骨平台骨折患者,感染发生率为5.6%,介于中等频率报道之间<sup>[7, 9, 19]</sup>。

高BMI已经被证实在不同类型的手术中可增加感染风险<sup>[20-21]</sup>。本研究中,多因素回归分析显示BMI > 26.4 kg/m<sup>2</sup>可使胫骨平台骨折术后深部感染

风险增加1.882倍。相似的,手术时间延长> 148 min使深部感染风险增加3.551倍,与研究报道相一致<sup>[22]</sup>。Colman等<sup>[23]</sup>同时纳入了开放性和闭合性胫骨平台骨折,发现手术时间接近3 h使感染风险增加1.78倍;且手术时间每延长1 h可使切口感染发生率增加78%。手术时间延长增加切口感染的发生率在关节置换术中及其他手术中亦有报道<sup>[21, 24]</sup>。外科医生术前需进行充分的术前评估,制定合适的手术方案,尽可能缩短手术时间以降低切口感染的发生。ASA评价系统是评估手术风险及患者全身状况的可靠方法,ASA分级高往往提示患者存在着较多的并发症<sup>[25]</sup>。本研究中ASA ≥ 3级使深部感染风险增加2.221倍,提示术前充分控制患者并发症的重要性。

本研究存在以下不足:①回顾性研究的设计可能使某些数据记录不够精确,从而给结果分析带

来偏倚;②部分相关因素如吸烟、饮酒及并发症主要依赖患者口头汇报,患者可能隐藏了某些陋习;③除本研究证实的高BMI、手术时间延长及ASA $\geq$ 3级为深部感染的危险因素,可能存在尚未被证实的其他因素未被纳入统计中,待大样本量的前瞻性多中心研究来证实并补充本研究的论点。

### 参 考 文 献

- [1] Ramponi DR, McSwigan T. Tibial plateau fractures[J]. Adv Emerg Nurs J,2018,40(3):155-161.
- [2] Mthethwa J, Chikate A. A review of the management of tibial plateau fractures[J]. Musculoskelet Surg,2018,102(2):119-127.
- [3] Hake ME, Goulet JA. Open reduction and internal fixation of the tibial plateau through the anterolateral approach[J]. J Orthop Trauma,2016,30(Suppl 2):S28-S29.
- [4] 王传文,黄久勤,王红旗,等.腓骨皮瓣交腿修复在合并血管损伤的胫骨骨感染及缺损中的应用[J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版),2013,7(4):17-19.
- [5] 黄岫.手术治疗胫骨平台骨折的方法策略和进展研究[J]. 创伤外科杂志,2016,18(5):59-62.
- [6] Lin S, Mauffrey C, Hammerberg EM, et al. Surgical site infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol,2014,24(5):797-803.
- [7] 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.
- [8] Green JW, Wenzel RP. Postoperative wound infection: a controlled study of the increased duration of hospital stay and direct cost of hospitalization[J]. Ann Surg,1977,185(3):264-268.
- [9] Shao J, Chang H, Zhu Y, et al. Incidence and risk factors for surgical site infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fracture: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Surg,2017,41(5):176-182.
- [10] Ruffolo MR, Gettys FK, Montijo HE, et al. Complications of high-energy bicondylar tibial plateau fractures treated with dual plating through 2 incisions[J]. J Orthop Trauma,2015,29(2):85-90.
- [11] 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.
- [12] Haley RW, Schaberg DR, Von Allmen SD, et al. Estimating the extra charges and prolongation of hospitalization due to nosocomial infections: a comparison of methods[J]. J Infect Dis,1980,141(2):248-257.
- [13] Henkelmann R, Frosch KH, Glaab R, et al. Infection following fractures of the proximal tibia—a systematic review of incidence and outcome[J]. BMC Musculoskelet Disord,2017,18(1):481.
- [14] Hake ME, Goulet JA. Open reduction and internal fixation of the posteromedial tibial plateau via the lobenhoffer approach[J]. J Orthop Trauma,2016,30(Suppl 2):S35-S36.
- [15] 葛志强,杨洁,夏志勇,等.胫骨平台骨折术后切口感染发生率及危险因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2020,35(4):417-419.
- [16] Morris BJ, Unger RZ, Archer KR, et al. Risk factors of infection after ORIF of bicondylar tibial plateau fractures[J]. J Orthop Trauma,2013,27(9):e196-e200.
- [17] Zhao XW, Ma JX, et al. A meta-analysis of external fixation versus open reduction and internal fixation for complex tibial plateau fractures[J]. Int J Surg,2017,39(5):65-73.
- [18] Sun Y, Sun K, Jiang W. Retracted: comparison of arthroscopic reduction and percutaneous fixation and open reduction and internal fixation for tibial plateau fractures[J]. Injury,2018,49(6):1208-1214.
- [19] Egol KA, Tejawani NC, Capla EL, et al. Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol[J]. J Orthop Trauma,2005,19(7):448-456.
- [20] Sardesai NR, Miller MA, Jauregui JJ, et al. Operative management of acetabulum fractures in the obese patient: challenges and solutions[J]. Orthop Res Rev,2017,9(8):75-81.
- [21] Wagner ER, Kamath AF, Fruth K, et al. Effect of body mass index on reoperation and complications after total knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg Am,2016,98(24):2052-2060.
- [22] Chase R, Usmani K, Shahi A, et al. Arthroscopic-assisted reduction of tibial plateau fractures[J]. Orthop Clin North Am,2019,50(3):305-314.
- [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.
- [24] Smeeing DPJ, Briet JP, van Kessel CS, et al. Factors associated with wound- and implant-related complications after surgical treatment of ankle fractures[J]. J Foot Ankle Surg,2018,57(5):942-947.
- [25] Payal AR, Sola-Del Valle D, Gonzalez-Gonzalez LA, et al. American society of anesthesiologists classification in cataract surgery: results from the ophthalmic surgery outcomes data project[J]. J Cataract Refract Surg,2016,42(7):972-982.

(收稿日期: 2020-04-19)

(本文编辑: 孙荣华)

陆浩, 严飞. 闭合性胫骨平台骨折切开复位内固定术后深部感染的危险因素[J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2020,14(6):485-489.