

· 荟萃分析 ·

## 胫骨平台骨折术后关节炎危险因素的系统分析

章超, 朱善成, 乔晓红\*

(山西医科大学第十一临床医学院骨二科, 山西吕梁 033000)

**摘要:** [目的] 分析胫骨平台骨折术后创伤性关节炎的危险因素。[方法] 计算机检索建库至2022年10月万方、中国生物医学文献数据库、中国知网、PubMed、Embase、Cochrane Library等, 使用RevMan 5.3对纳入文献进行系统分析。[结果] 共纳入12篇文献, 其中前瞻性研究1篇, 回顾性研究11篇, 研究中关节炎患者338例, 非关节炎患者1038例。系统分析结果显示, 高能量损伤 ( $OR=3.50$ ,  $95\%CI: 2.44-5.03$ ,  $P<0.001$ )、骨折分型 $\geq IV$ 型 ( $OR=3.86$ ,  $95\%CI: 2.60-5.73$ ,  $P<0.001$ )、骨质疏松 ( $OR=2.63$ ,  $95\%CI 1.04-6.65$ ,  $P=0.04$ )、半月板损伤 ( $OR=1.74$ ,  $95\%CI 1.08-2.81$ ,  $P=0.02$ )、受伤至手术时间 $>7$  d ( $OR=2.95$ ,  $95\%CI 2.02-4.30$ ,  $P<0.001$ )、术中骨折非解剖复位 ( $OR=5.92$ ,  $95\%CI 2.73-12.84$ ,  $P<0.001$ )、术后骨折复位解剖学评分差 ( $OR=10.67$ ,  $95\%CI 2.12-53.77$ ,  $P=0.004$ )、机械轴对准不良 ( $OR=2.85$ ,  $95\%CI 1.12-7.26$ ,  $P=0.03$ ) 是胫骨平台骨折术后创伤性关节炎危险因素。[结论] 高能量损伤、胫骨平台骨折分型 $\geq IV$ 型、骨质疏松、合并半月板损伤、受伤至手术时间 $>7$  d、术中骨折非解剖复位、术后骨折复位解剖学评分差、机械轴对准不良 $\geq 5^\circ$  是胫骨平台骨折术后创伤性关节炎危险因素。对具有以上危险因素的患者应予高度关注及早期干预, 降低术后关节炎发生率, 改善患者的临床预后。

**关键词:** 胫骨平台骨折, 创伤性关节炎, 危险因素, 系统分析

中图分类号: R681.57 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 13-1183-06

**Risk factors related to postoperative arthritis of tibial plateau fractures: a meta-analysis // ZHANG Chao, ZHU Shan-cheng, QIAO Xiao-hong.** The Second Department of Orthopedics, Lvliang Hospital, Shanxi Medical University, Lvliang 033000, China

**Abstract:** [Objective] To evaluate the risk factors of traumatic arthritis after surgical treatment of tibial plateau fractures. [Methods] The data bases, including Wanfang, SinoMed, CNKI, PubMed, Embase and Cochrane Library were searched for the papers that met the criteria by computer from the creating to October 2022. The risk factors of traumatic arthritis after surgical treatment of tibial plateau fractures were analyzed by using RevMan 5.3. [Results] A total of 12 articles were included, including 1 prospective study and 11 retrospective studies, with 338 arthritic patients and 1038 non-arthritic patients in the study. As results of the meta-analysis, the high-energy injury ( $OR=3.50$ ,  $95\%CI 2.44-5.03$ ,  $P<0.001$ ), fracture type  $\geq IV$  ( $OR=3.86$ ,  $95\%CI 2.60-5.73$ ,  $P<0.001$ ), osteoporosis ( $OR=2.63$ ,  $95\%CI 1.04-6.65$ ,  $P=0.04$ ), meniscus injury ( $OR=1.74$ ,  $95\%CI 1.08-2.81$ ,  $P=0.02$ ), time elapsed between injury and surgery  $>7$  days ( $OR=2.95$ ,  $95\%CI 2.02-4.30$ ,  $P<0.001$ ), non-anatomical reduction of the fractures intraoperatively ( $OR=5.92$ ,  $95\%CI 2.73-12.84$ ,  $P<0.001$ ), poor postoperative fracture reduction anatomical score ( $OR=10.67$ ,  $95\%CI 2.12-53.77$ ,  $P=0.004$ ), and mechanical axis malalignment  $\geq 5^\circ$  ( $OR=2.85$ ,  $95\%CI 1.12-7.26$ ,  $P=0.03$ ) were risk factors for postoperative traumatic arthritis of tibial plateau fractures. [Conclusion] The high energy injury, tibial plateau fracture type  $\geq IV$ , osteoporosis, meniscus injury, time elapsed between injury and operation  $>7$  days, non-anatomical reduction intraoperatively, poor anatomical score of postoperative fracture reduction, and malalignment of mechanical axis  $\geq 5^\circ$  are risk factors for traumatic arthritis after tibial plateau fracture surgery. Patients with the above risk factors should be given high attention and early intervention to reduce the incidence of postoperative arthritis and improve the clinical prognosis of patients.

**Key words:** tibial plateau fracture, traumatic arthritis, risk factors, meta-analysis

胫骨平台骨折 (tibial plateau fracture, TPF) 作为临床上膝关节外伤中最常见的骨折类型, 占全身骨折的1%~2%, 约占老年人骨折的8%<sup>[1]</sup>。由于我国人

口老龄化程度的加剧和交通运输的快速发展, TPF 发生率逐年上升。TPF 在高能量损伤中较为常见, 属于关节内骨折, 以关节面劈裂、压缩为特征, 伴有不同

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.13.06

作者简介: 章超, 在读硕士, 研究方向: 骨与关节疾病的临床与实验研究, (电话)13736657031, (电子信箱)13736657031@163.com

\* 通信作者: 乔晓红, (电话)13037071926, (电子信箱)13037071926@163.com

程度的关节面移位。同时骨折块的位移或脱位易造成韧带、半月板等膝关节周围软组织的损伤<sup>[2]</sup>。为了恢复膝关节使其结构稳定、力线良好、功能较佳，临床上通常采用手术治疗。鉴于 TPF 属于关节内骨折，关节面须解剖复位，否则极易造成创伤性关节炎（knee traumatic arthritis, KTA）的发生。据文献报道，9%~44%的患者在 TPF 后继发骨关节炎<sup>[3]</sup>，造成长期剧烈疼痛，影响膝关节功能，出现不同程度的功能障碍，最终可能导致膝关节功能丧失，需要膝关节置换治疗<sup>[4-6]</sup>，增加治疗康复成本。虽然近年来越来越多国内外学者关注 TPF 术后创伤性关节炎的研究，但研究结果各不相同，因此，本研究通过荟萃分析对胫骨平台骨折术后 KTA 的危险因素进行研究，从而为早期发现高危人群提供依据，实施有效的预防干预措施。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）研究对象为切开复位内固定术作为 TPF 治疗措施的患者；（2）研究类型为回顾性或前瞻性研究；（3）国内外公开发表的中英文文献；（4）胫骨平台骨折术后 KTA 的危险因素，包括个人资料、疾病、手术因素。

排除标准：（1）研究数据不全，或研究数据无法获得；（2）研究类型为综述、干预和会议论文；（3）重复发表的文献；（4）纽卡斯尔—渥太华量表（The Newcastle—Ottawa Scale, NOS）<sup>[7]</sup> 量表质量评价<5分。

### 1.2 检索策略

以“胫骨平台骨折术后创伤性关节炎的危险因素”为主题，检索相关数据库，包括中国知网、万方、Pubmed, Cochrane Library, SinoMed, Embase 等，检索年份从数据库建库至 2022 年 10 月。使用主题词和自由词进行检索，中文检索词为“胫骨平台骨折”“骨关节炎、膝骨关节炎、创伤性关节炎”“危险因素、影响因素、相关因素”；英文检索词为“tibial plateau fractures”“osteoarthritis、osteoarthritis knee、traumatic arthritis”“risk factor、influencing factors、relevant factor”。

### 1.3 文献筛选与数据提取

两名研究者分别将检索获得的文献进行标题摘要初筛。对符合要求文献进行全文阅读，并依照纳入排除标准进行复筛，数据提取包括：（1）纳入文献基本信息，包括第一作者、发表年份、国家、研究类型

等；（2）研究对象特征，包括样本量、性别、年龄等；（3）术后 KTA 发生率，术后 KTA 危险因素包括致伤方式、骨折分型等；（4）计算偏倚风险评价得分，包括研究人群选择、组间可比性、暴露因素测量。在筛选和数据提取进程中，如有分歧，双方协商或与第三方讨论解决。

### 1.4 偏倚风险评价

两名研究者使用 NOS 量表评价纳入文献的偏倚风险，8 个条目，共 9 分，评价所得分数越高，代表文献的质量越高。<7 分代表文献质量低，≥7 分代表文献质量高<sup>[8]</sup>，本研究排除 NOS 质量得分<5 分的文献。

### 1.5 统计学方法

使用 RevMan 5.3 软件进行荟萃分析，连续型资料的暴露因素通过加权均数差（weighted mean difference, WMD）和 95% 置信区间（confidence interval, CI）表示，本研究年龄、体重指数（body mass index, BMI）使用加权均数表示。二分类资料的暴露因素使用比值比（odds ratio, OR）与 95% CI 表示。采用  $\chi^2$  检验的方式（检验水平  $\alpha=0.10$ ）确定纳入文献异质性，同时结合  $I^2$  判断异质性大小。若  $P>0.1$ ， $I^2<50%$ ，表明异质性低，使用固定效应模型进行分析。若  $P\leq 0.1$  或  $I^2\geq 50%$ ，表明异质性高，使用随机效应模型进行分析。 $P<0.05$  为差异具有统计学意义。通过漏斗图评价发表偏倚，使用敏感性分析评判结论可靠程度。

## 2 结果

### 2.1 文献检索结果

数据库检索到相关文献 266 篇，去除重复文献、经初筛与复筛，获得文献 12 篇<sup>[9-20]</sup>，包括中文 7 篇<sup>[9-15]</sup>，英文 5 篇<sup>[16-20]</sup>。其中回顾性研究 11 篇<sup>[9-11, 13-20]</sup>，前瞻性研究 1 篇<sup>[12]</sup>。共计研究对象 1 376 例，其中关节炎组 338 例，非关节炎组 1 038 例，筛选流程和结果见图 1。

### 2.2 纳入研究基本特征

纳入文献的基本特征见表 1。

### 2.3 荟萃分析结果

荟萃分析结果见表 2，按以下层面分述。

#### 2.3.1 个人资料因素

##### 2.3.1.1 性别

共 9 篇文献<sup>[9-15, 17, 19]</sup> 报告性别对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小（ $P=1.00$ ， $I^2=0%$ ），采用固定效

应模型。结果显示性别不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=0.94, 95\%CI: 0.70\sim 1.25, P=0.66$ )。

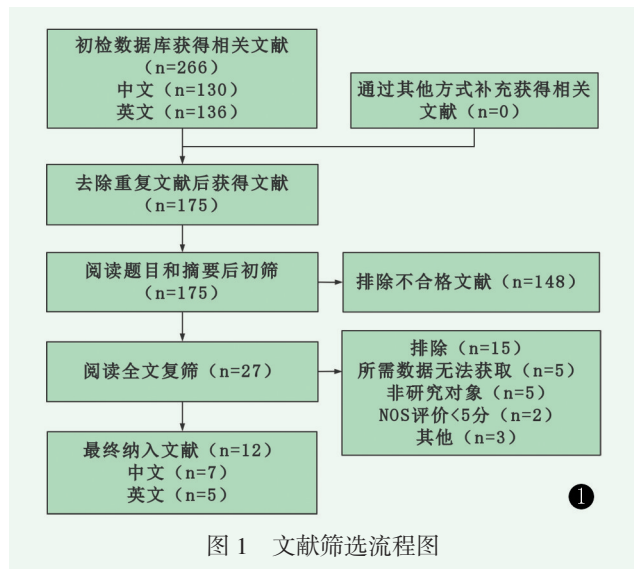


表 1 纳入文献的基本特征和质量评价

纳入研究	国家	研究类型	病例随访时间	总例数	关节炎例数	非关节炎例数	患病率 (%)	危险因素	质量得分
丰新健 2014 <sup>[9]</sup>	中国	回顾性	2005.3-2007.10	72	27	45	37.5	①②⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑬⑭	7
郭建行 2017 <sup>[10]</sup>	中国	回顾性	2014.1-2016.12	84	32	52	38.1	①②⑤⑥⑦⑧⑨⑬⑭⑯	6
胡海 2020 <sup>[11]</sup>	中国	回顾性	2013.6-2018.11	79	17	62	21.5	①④⑤⑥⑩	7
刘雅克 2016 <sup>[12]</sup>	中国	回顾性	2009.12-2015.4	151	11	140	7.8	①②③⑦⑧⑫⑰	8
王臻 2017 <sup>[13]</sup>	中国	回顾性	2011.1-2012.12	178	34	144	19.1	①②⑤⑥⑦⑧⑨⑪⑭⑯	8
赵惠强 2018 <sup>[14]</sup>	中国	回顾性	2012.10-2017.10	78	30	48	38.5	①④⑤⑦⑧⑨⑩⑪⑬⑭⑯	7
赵俊文 2019 <sup>[15]</sup>	中国	回顾性	2016.1-2018.1	110	21	89	19.1	①⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑭⑰	6
Manidakis 2010 <sup>[16]</sup>	英国	回顾性	2003.1-2006.12	101	28	73	26.4	⑥⑫	7
Parkkinen 2018 <sup>[17]</sup>	芬兰	回顾性	2002.1-2008.12	41	17	24	41.5	①②③	8
Parkkinen 2014 <sup>[18]</sup>	芬兰	回顾性	2002.1-2008.12	73	18	55	24.7	⑮	7
Jin 2022 <sup>[19]</sup>	中国	回顾性	2019.1-2021.4	300	69	231	23.0	①②⑤⑦⑧⑨⑩⑪⑭⑯	7
Rademakers 2007 <sup>[20]</sup>	荷兰	回顾性	1975.1-1995.1	109	34	75	31.0	⑮	6

危险因素: ①性别; ②年龄; ③BMI (kg/m<sup>2</sup>); ④吸烟史; ⑤致伤方式: 高能量、低能量; ⑥骨折分型: <IV型、≥IV型; ⑦骨质疏松; ⑧半月板损伤; ⑨交叉韧带损伤; ⑩侧副韧带损伤; ⑪受伤至手术时间: ≤7 d、>7 d; ⑫术中骨折复位情况; ⑬术后骨折复位解剖学评分: 差可、良优; ⑭钢板类型; ⑮机械轴对准不良: ≥5°、<5°; ⑯术后负重时间: ≤6 个月、>6 个月; ⑰术后功能锻炼; ⑱内固定物取出

### 2.3.2 疾病因素

#### 2.3.2.1 致伤方式

共 6 篇文献<sup>[9-11, 13, 14, 19]</sup>报告致伤方式对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.25, I^2=25\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示高能量损伤是术后 KTA 危险因素 ( $OR=3.50, 95\%CI: 2.44\sim 5.03, P<0.001$ )。

#### 2.3.2.2 骨折分型

共 6 篇文献<sup>[9-11, 13, 15, 16]</sup>报告骨折分型对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.71, I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示骨折分型≥IV型是术后 KTA 危险因素 ( $OR=3.86, 95\%CI: 2.60\sim 5.73, P<$

#### 2.3.1.2 年龄

共 6 篇文献<sup>[9, 10, 12, 13, 17, 19]</sup>报告年龄对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.38, I^2=6\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示年龄不是术后 KTA 危险因素 ( $WMD=0.17, 95\%CI: -0.44\sim 0.78, P=0.58$ )。

#### 2.3.1.3 BMI

共 2 篇文献<sup>[12, 17]</sup>报告 BMI 对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.61, I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示 BMI 不是术后 KTA 危险因素 ( $WMD=2.39, 95\%CI: 0.66\sim 4.12, P=0.07$ )。

#### 2.3.1.4 吸烟史

共 2 篇文献<sup>[11, 14]</sup>报告吸烟对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.84, I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示吸烟不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=0.49, 95\%CI: 0.21\sim 1.10, P=0.08$ )。

0.001)。

#### 2.3.2.3 骨质疏松

共 7 篇文献<sup>[9, 10, 12-15, 19]</sup>报告骨质疏松对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较大 ( $P<0.001, I^2=85\%$ ), 采用随机效应模型。结果显示骨质疏松是术后 KTA 危险因素 ( $OR=2.63, 95\%CI: 1.04\sim 6.65, P=0.04$ )。

#### 2.3.2.4 半月板损伤

共 7 篇文献<sup>[9, 10, 12-15, 19]</sup>报告半月板损伤对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较大 ( $P=0.02, I^2=58\%$ ), 采用随机效应模型。结果显示半月板损伤是术后 KTA 危险因素 ( $OR=1.74, 95\%CI: 1.08\sim 2.81, P=0.02$ )。

表 2 荟萃分析结果

危险因素	纳入研究数	异质性检验		效应模型	荟萃分析结果		
		<i>P</i> 值	<i>I</i> <sup>2</sup> (%)		效应值	95%CI	<i>P</i> 值
性别 (男/女)	9	1.00	0	固定	OR=0.94	0.70, 1.25	0.66
年龄 (岁)	6	0.38	6	固定	WMD=0.17	-0.44, 0.78	0.58
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	2	0.61	0	固定	WMD=2.39	0.66, 4.12	0.07
吸烟史	2	0.84	0	固定	OR=0.49	0.21, 1.10	0.08
致伤方式 (高能量、低能量)	6	0.25	25	固定	OR=3.50	2.44, 5.03	<0.001
骨折分型 (<IV 型、≥IV 型)	6	0.71	0	固定	OR=3.86	2.60, 5.73	<0.001
骨质疏松	7	<0.001	85	随机	OR=2.63	1.04, 6.65	0.04
半月板损伤	7	0.02	58	随机	OR=1.74	1.08, 2.81	0.02
交叉韧带损伤	6	0.69	0	固定	OR=1.25	0.90, 1.75	0.19
侧副韧带损伤	4	0.31	17	固定	OR=1.30	0.83, 2.02	0.25
受伤至手术时间 (≤7 d、>7 d)	5	0.96	0	固定	OR=2.95	2.02, 4.30	<0.001
术中骨折复位情况	2	0.51	0	固定	OR=5.92	2.73, 12.84	<0.001
术后骨折复位解剖学评分	3	0.002	84	随机	OR=10.67	2.12, 53.77	0.004
钢板类型	6	0.82	0	固定	OR=1.25	0.86, 1.81	0.24
机械轴对准不良 (≥5°、<5°)	2	0.18	45	固定	OR=2.85	1.12, 7.26	0.03
术后负重时间 (≤6 个月、>6 个月)	4	0.87	0	固定	OR=0.95	0.58, 1.56	0.83
术后功能锻炼	2	0.03	80	随机	OR=2.18	0.29, 16.30	0.45
内固定物取出	4	0.07	57	随机	OR=1.02	0.56, 1.86	0.95

### 2.3.2.5 交叉韧带损伤

共 6 篇文献<sup>[9, 10, 13-15, 19]</sup>报告交叉韧带损伤对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.69$ ,  $I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示交叉韧带损伤不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=1.25$ ,  $95\%CI: 0.90\sim 1.75$ ,  $P=0.19$ )。

### 2.3.2.6 侧副韧带损伤

共 4 篇文献<sup>[9, 14, 15, 19]</sup>报告侧副韧带损伤对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.31$ ,  $I^2=17\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示侧副韧带损伤不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=1.30$ ,  $95\%CI: 0.83\sim 2.02$ ,  $P=0.25$ )。

## 2.3.3 手术因素

### 2.3.3.1 受伤至手术时间

共 5 篇文献<sup>[11, 13-15, 19]</sup>报告受伤至手术时间对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.96$ ,  $I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示受伤至手术时间 >7d 是术后 KTA 危险因素 ( $OR=2.95$ ,  $95\%CI: 2.02\sim 4.30$ ,  $P<0.001$ )。

### 2.3.3.2 术中骨折复位情况

共 2 篇文献<sup>[12, 16]</sup>报告术中骨折复位对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.51$ ,  $I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示术中骨折非解剖复位是术后

KTA 危险因素 ( $OR=5.92$ ,  $95\%CI: 2.73\sim 12.84$ ,  $P<0.001$ )。

### 2.3.3.3 术后骨折复位解剖学评分

共 3 篇文献<sup>[9, 10, 14]</sup>报告术后骨折复位解剖学评分对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较大 ( $P=0.002$ ,  $I^2=84\%$ ), 采用随机效应模型。结果显示术后骨折复位解剖学评分差可是术后 KTA 危险因素 ( $OR=10.67$ ,  $95\%CI: 2.12\sim 53.77$ ,  $P=0.004$ )。

### 2.3.3.4 钢板类型

共 6 篇文献<sup>[9, 10, 13-15, 19]</sup>报告钢板类型对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.82$ ,  $I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示钢板类型不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=1.25$ ,  $95\%CI: 0.86\sim 1.81$ ,  $P=0.24$ )。

### 2.3.3.5 机械轴对准不良

共 2 篇文献<sup>[18, 20]</sup>报告机械轴对准不良对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.18$ ,  $I^2=45\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示机械轴对准不良  $\geq 5^\circ$  是术后 KTA 危险因素 ( $OR=2.85$ ,  $95\%CI: 1.12\sim 7.26$ ,  $P=0.03$ )。

### 2.3.3.6 术后负重时间

共 4 篇文献<sup>[10, 13-14, 19]</sup>报告术后负重时间对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较小 ( $P=0.87$ ,  $I^2=0\%$ ), 采用固定效应模型。结果显示术后负重时间 >6 个月



不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=0.95$ ,  $95\%CI: 0.58\sim 1.56$ ,  $P=0.83$ )。

#### 2.3.3.7 术后功能锻炼

共 2 篇文献<sup>[12, 15]</sup>报告术后功能锻炼对 TPF 术后 KTA 的影响。异质性较大 ( $P=0.03$ ,  $I^2=80\%$ ), 采用随机效应模型。结果显示术后功能锻炼不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=2.18$ ,  $95\%CI: 0.29\sim 16.30$ ,  $P=0.45$ )。

#### 2.3.3.8 内固定物取出

共 4 篇文献<sup>[10, 13-14, 19]</sup>报告内固定物取出对胫骨平台骨折术后 KTA 的影响。异质性较大 ( $P=0.07$ ,  $I^2=57\%$ ), 采用随机效应模型。结果显示内固定物取出不是术后 KTA 危险因素 ( $OR=1.02$ ,  $95\%CI: 0.56\sim 1.86$ ,  $P=0.95$ )。

#### 2.4 发表偏倚分析

以性别和骨折分型为例, 通过漏斗图分析发表偏倚, 结果表明, 中轴两侧大致呈对称分布, 发表偏倚较小。

#### 2.5 敏感性分析

本研究的敏感性分析通过将各结局指标中的纳入文献逐一剔除, 重新分析, 得出结果前后基本一致, 敏感性较低, 表明结论相对稳定可靠。

### 3 讨论

KTA 是 TPF 术后严重并发症之一, 国内外研究发现, TPF 术后 KTA 发生率较高<sup>[20, 21]</sup>, 且未得到有效抑止, 对患者预后功能和生活在较大影响<sup>[21]</sup>, 能够早期识别其危险因素, 对促进预后及降低治疗康复成本非常重要。

在 TPF 术后 KTA 疾病因素中, 高能量损伤、骨折分型 $\geq IV$ 型、骨质疏松、半月板损伤均为其危险因素。刘雅克等<sup>[12]</sup>认为高能量损伤造成关节软骨损伤严重, 要求术中对关节面解剖复位、并恢复力线, 手术难度较高, 术后易发生 KTA。对于骨折分型 $\geq IV$ 型患者, 通常涉及多个骨折碎片, 关节面不平整, 手术复位较难。若治疗不当, 平台塌陷导致膝关节代偿, 加快关节软骨磨损, 当其再生能力不及磨损时, 则可能导致 KTA<sup>[22]</sup>。刘忠玉等<sup>[23]</sup>发现大多数老年胫骨平台的特点为脆性与软组织不稳定, 且老年患者多为骨质疏松伴关节退行性变, 术后易出现 KTA, 故多行全膝关节置换避免风险。Huajun 等<sup>[24]</sup>认为合并骨质疏松时, 关节面更容易压缩塌陷, 同时导致显著的骨量流失, 即使给予钢板支持和植骨, 亦可能出现复

位错失, 较难得到可靠固定, 远期 KTA 概率较高, 故对于老年患者可给予抗骨质疏松治疗。半月板损伤多由于胫骨平台劈裂或塌陷后骨折块移位继发造成<sup>[2]</sup>。当患者术后失去具有保护作用的半月板, 更易出现术后 KTA, 故临床上应当加强对半月板的保护<sup>[25]</sup>。

在 TPF 术后 KTA 手术因素中, 受伤至手术时间 $>7$  d、术中骨折非解剖复位、术后骨折复位解剖学评分差可、机械轴对准不良 $\geq 5^\circ$ 均为其危险因素。受伤至手术时间能直接有效判断骨折损伤程度, 包括受伤能量强度、软组织损伤程度等, 术前时间越长, 越易出现术后 KTA。关节内骨折治疗的首要目的是解剖复位、恢复关节面平整, 非解剖复位易导致 KTA 发生<sup>[26]</sup>。术后骨折复位解剖学评分通过对术后关节面塌陷程度、成角畸形情况、髁部变宽程度进行评分, 当评分不佳时, 可能表明术后出现复位错失, 更易导致远期 KTA<sup>[27]</sup>。Rademakers 等<sup>[20]</sup>在平均 14 年随访中发现机械轴失调 $\geq 5^\circ$ 比解剖型膝关节轴失调更易出现骨关节炎, 是术后 KTA 发展的很好预测变量。

本研究局限性: (1) 本研究仅检索中、英文文献; (2) 纳入部分危险因素数量较少, 结果仍需进一步验证; (3) 纳入研究多为回顾性研究, 部分研究随访时间较短, 缺乏长期随访数据; (4) 各研究对纳入人群相关因素评价方法和工具存在一定差异, 样本量规模和研究方法等可能使研究出现临床异质性。

综上所述, 高能量损伤、骨折分型 $\geq IV$ 型、骨质疏松、半月板损伤、受伤至手术时间 $>7$  d、术中骨折非解剖复位、术后骨折复位解剖学评分差或可、机械轴对准不良 $\geq 5^\circ$ 是 TPF 术后 KTA 危险因素。临床上应重视对该类患者的评估与识别, 实施有效干预措施, 减少术后 KTA 发生, 提高患者预后, 减少治疗康复成本。鉴于本研究纳入文献在数量与质量上的限制, 建议未来通过更大规模, 多中心、多样本、高质量的临床研究, 对 TPF 术后 KTA 危险因素予以验证。

#### 参考文献

- [1] Kokkalis ZT, Iliopoulos ID, Pantazis C, et al. What's new in the management of complex tibial plateau fractures [J]. Injury, 2016, 47 (6): 1162-1169.
- [2] 崔猛. 胫骨平台骨折后膝关节稳定性重建的临床策略 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (16): 1483-1488.
- [3] Honkonen SE. Degenerative arthritis after tibial plateau fractures [J]. J Orthop Trauma, 1995, 9 (4): 273-277.
- [4] Papagelopoulos PJ, Partsinevelos AA, Themistocleous GS, et al.

- Complications after tibia plateau fracture surgery [J]. *Injury*, 2006, 37 (6) : 475-484.
- [5] Van Dremel RL, Van Wunnik BP, Janssen L, et al. Mid- to long-term functional outcome after open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2015, 46 (8) : 1608-1612.
- [6] Mehin R, O'Brien P, Broekhuysen H, et al. Endstage arthritis following tibia plateau fractures: average 10-year follow-up [J]. *Can J Surg*, 2012, 55 (2) : 87-94.
- [7] Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses [J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25 (9) : 603-605.
- [8] Wells GA, Shea BJ, O'Connell D, et al. The Newcastle-Ottawa scale (NOS) for assessing the quality of non-randomized studies in Meta-Analysis [J]. 2000.
- [9] 丰新健, 曾啸, 廖荣臻, 等. 钢板内固定治疗胫骨平台骨折继发膝创伤性关节炎的危险因素分析 [J]. *广西医学*, 2014, (5) : 659-661.
- [10] 郭健行. 探讨钢板内固定治疗胫骨平台骨折继发膝创伤性关节炎的危险因素 [J]. *中外医学研究*, 2017, 15 (33) : 49-51.
- [11] 胡海. 胫骨平台骨折术后继发骨性关节炎的影响因素分析 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2020, 45 (9) : 1177-1179, 1183.
- [12] 刘雅克, 陶然, 王洪, 等. 胫骨平台骨折术后膝关节创伤性关节炎风险预测模型的构建 [J]. *中华骨科杂志*, 2016, 36 (18) : 1160-1166.
- [13] 王臻, 纪斌, 庞金辉. 钢板内固定治疗胫骨平台骨折继发膝创伤性关节炎的危险因素分析 [J]. *医学综述*, 2017, 23 (8) : 1656-1658.
- [14] 赵惠强, 贾会光, 田俊华, 等. 胫骨平台骨折术后创伤性关节炎危险因素研究 [J]. *中国实用医刊*, 2018, 45 (19) : 34-38.
- [15] 赵俊文, 袁勤钊. 胫骨平台骨折术后创伤性关节炎发生率及危险因素研究 [J]. *中国药物与临床*, 2019, 19 (20) : 3599-3601.
- [16] Manidakis N, Dosani A, Dimitriou R, et al. Tibial plateau fractures: functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases [J]. *Int Orthop*, 2010, 34 (4) : 565-570.
- [17] Parkkinen M, Lindahl J, Mäkinen TJ, et al. Predictors of osteoarthritis following operative treatment of medial tibial plateau fractures [J]. *Injury*, 2018, 49 (2) : 370-375.
- [18] Parkkinen M, Madanat R, Mustonen A, et al. Factors predicting the development of early osteoarthritis following lateral tibial plateau fractures: midterm clinical and radiographic outcomes of 73 operatively treated patients [J]. *Scandinavian J Surg*, 2014, 103 (4) : 256-262.
- [19] Jin X, Li DY, Le Y, et al. Analysis of risk factors and surgical strategy of knee traumatic arthritis after internal plate fixation in the treatment of tibial plateau fracture [J]. *Computational Mathematical Methods Medicine*, 2022, 2022 : 91462277.
- [20] Rademakers MV, Kerkhoffs GM, Siersevelt IN, et al. Operative treatment of 109 tibial plateau fractures: five- to 27-year follow-up results [J]. *J Orthop Trauma*, 2007, 21 (1) : 5-10.
- [21] Dibbern K, Kempton LB, Higgins TF, et al. Fractures of the tibial plateau involve similar energies as the tibial pilon but greater articular surface involvement [J]. *J Orthop Res*, 2017, 35 (3) : 618-624.
- [22] 赵刚, 和桓德, 陈朝伟, 等. 复杂胫骨平台骨折的手术治疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (20) : 1902-1905.
- [23] 刘忠玉, 张金利, 刘培佳, 等. 老年胫骨平台骨折特点和治疗进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (15) : 1379-1382.
- [24] Huang H, Hsieh MF, Zhang G, et al. Improved accuracy of 3D-printed navigational template during complicated tibial plateau fracture surgery [J]. *Austr Phys Engin Sci Med*, 2015, 38 (1) : 109-117.
- [25] 汪睿, 钱银锋, 王紫玥, 等. 半月板根部撕裂与膝骨性关节炎严重度的关系 [J]. *放射学实践*, 2019, 34 (6) : 664-667.
- [26] 张峻玮, 孙磊, 毕宏政, 等. 胫骨平台骨折的手术治疗进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (14) : 1280-1283.
- [27] 王国旗, 张里程, 唐佩福. 胫骨平台骨折的治疗策略与进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2016, 36 (18) : 1202-1207.

(收稿:2023-03-28 修回:2023-04-07)  
(同行评议专家: 常宝国 郭秀生)  
(本文编辑: 宁 桦)