

切开复位内固定与环形外固定治疗胫骨平台骨折的 Meta 分析

https://doi.org/10.12307/2022.079

杨瑞嘉^{1, 2}, 姜灵凯¹, 董政权¹, 王云飞¹, 马洲¹, 丛琳琳^{1, 2}, 郭妍婧^{1, 2}, 高阳阳¹, 李鹏翠^{1*}

投稿日期: 2020-12-07

送审日期: 2020-12-12

采用日期: 2021-02-07

在线日期: 2021-03-26

中图分类号:

R459.9; R319; R608

文章编号:

2095-4344(2022)03-00480-07

文献标识码: A

文章快速阅读:

文章特点—

△对于胫骨平台骨折患者,临床上较常采用切开复位内固定和环形外固定治疗,对两者间疗效差异做出系统评价。

△通过 Meta 分析,对比 2 种手术方式在各项术后结局指标的差异,为胫骨平台骨折治疗方式的选择提供参考建议。

胫骨平台骨折患者

分组:

- (1) 切开复位内固定组;
- (2) 环形外固定组。

结论:

- (1) 切开复位内固定术后感染风险降低,且活动度优于环形外固定;
- (2) 环形外固定组住院时间较短。

观察指标:

- (1) 住院时间;
- (2) 活动度;
- (3) 术后感染;
- (4) 愈合不良;
- (5) 骨关节炎;
- (6) 膝盖内翻;
- (7) RSS 评分。

文题释义:

切开复位内固定: 是治疗胫骨平台骨折常用的方式,可提供良好的骨折复位和稳定性,可显著提高患者的治疗效果,促进胫骨平台骨折者骨折端较快愈合。

环形外固定: 采用圆形外固定器对骨折进行复位,是一种创伤较小的治疗选择,外固定框架具有更高的生物力学优势,为骨折提供矫正复位且避免软组织破坏。

摘要

目的: 胫骨平台骨折较容易发生术后并发症及不良反应。目前,治疗胫骨平台骨折最常用的手术方式是切开复位内固定和环形外固定,对于两种手术方式的预后对比研究甚少,选择何种手术方式存在较多争议。文章通过 Meta 分析对切开复位内固定与环形外固定治疗胫骨平台骨折的临床疗效进行评价。

方法: 计算机检索 2005–2020 年 PubMed、EMbase、Cochrane Library、万方、中国知网、维普数据库有关切开复位内固定与环形外固定治疗胫骨平台骨折的临床随机对照试验和回顾性队列研究,阅读筛选文献,依次对符合筛选要求的回顾性队列研究采用 NOS 量表进行评价,随机对照试验采用 Cochrane 手册标准评估偏倚风险,采用 RevMan 5.3 软件对结果数据进行 Meta 分析。

结果: ①共纳入文献 11 篇,其中 374 例患者采用切开复位内固定,316 例患者采用环形外固定,此外,2 篇随机对照病例试验均提及随机方法,9 篇回顾性队列研究根据 NOS 量表进行文献质量评价,3 篇为 8 分,5 篇为 7 分,1 篇为 6 分;文献质量较好,数据的真实性及可靠性较好。②Meta 分析结果显示,切开复位内固定组活动度($MD=-4.83, 95\%CI: -7.01$ 至 $-2.65, P < 0.000 1$)、术后感染率($OR=0.22, 95\%CI: 0.13$ – $0.40, P < 0.000 01$)优于环形外固定组,环形外固定组在住院时间($MD=8.01, 95\%CI: 7.05$ – $8.96, P < 0.000 01$)优于切开复位内固定组;③术后愈合不良、术后骨关节炎、术后膝盖内翻、RSS 评分,切开复位内固定组与环形外固定组无显著差异($P > 0.05$)。

结论: 在治疗胫骨平台骨折时,相比于环形外固定,切开复位内固定修复后患者的术后感染风险较低,术后活动度较好,而行环形外固定修复的患者住院时间较短。

关键词: 骨折; 胫骨骨折; 胫骨平台; 内固定; 切开复位内固定; 外固定; Meta 分析; 环形外固定

Open reduction and internal fixation versus circular external fixation for tibial plateau fractures: a meta-analysis

Yang Ruijia^{1, 2}, Jiang Lingkai¹, Dong Zhengquan¹, Wang Yunfei¹, Ma Zhou¹, Cong Linlin^{1, 2}, Guo Yanjing^{1, 2}, Gao Yangyang¹, Li Pengcui¹

¹Laboratory of Orthopedics, Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China; ²Department of Biochemistry and Molecular Biology, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

Yang Ruijia, Master candidate, Technician, Laboratory of Orthopedics, Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China; Department of Biochemistry and Molecular Biology, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

Corresponding author: Li Pengcui, MD, Chief physician, Laboratory of Orthopedics, Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

Abstract

OBJECTIVE: Tibial plateau fractures are more prone to postoperative complications and adverse reactions. At present, the most commonly used surgical methods for the treatment of tibial plateau fractures are open reduction with internal fixation and circular external fixators. There are few comparative studies on the prognosis of the two surgical methods. There are many controversies about the choice of surgical method. This article evaluates the clinical efficacy of open reduction internal fixation and circular external fixation for tibial plateau fractures through meta-analysis.

¹山西医科大学第二医院骨科实验室, 山西省太原市 030001; ²山西医科大学生物化学与分子生物学教研室, 山西省太原市 030001

第一作者: 杨瑞嘉, 女, 1997 年生, 云南省蒙自市人, 汉族, 山西医科大学在读硕士, 技师, 主要从事骨与软组织修复研究。

通讯作者: 李鹏翠, 女, 博士, 主任医师, 山西医科大学第二医院骨科实验室, 山西省太原市 030001

https://orcid.org/0000-0002-6145-8133 (杨瑞嘉)

基金资助: 国家自然科学基金面上项目 (81772415), 项目负责人: 魏垒

引用本文: 杨瑞嘉, 姜灵凯, 董政权, 王云飞, 马洲, 丛琳琳, 郭妍婧, 高阳阳, 李鹏翠. 切开复位内固定与环形外固定治疗胫骨平台骨折的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(3):480-486.



METHODS: From 2005 to 2020, PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Wanfang, CNKI, and VIP databases related to open reduction and internal fixation and circular external fixation in the treatment of tibial plateau fractures were searched by computer for clinical randomized controlled trials and retrospective cohort studies. After reading and screening the literature, in turn, the retrospective cohort studies that met the screening requirements were evaluated using the Newcastle-Ottawa Scale. The risk of bias in the randomized controlled trials was evaluated using the Cochrane Handbook standard. RevMan 5.3 software was used to conduct meta-analysis of the data.

RESULTS: (1) A total of 11 articles were included. Among them, 374 patients used open reduction and internal fixation; 316 patients used circular external fixation. Two randomized controlled case trials mentioned random methods. Nine retrospective cohort studies evaluated the literature quality according to the Newcastle-Ottawa Scale, including 3 articles with 8 points, 5 articles with 7 points, 1 article with 6 points; the quality of the literature was good, and the data had good authenticity and reliability. (2) The results of meta-analysis showed that the range of motion ($MD=-4.83$, $95\%CI:-7.01$ to -2.65 , $P < 0.0001$) and postoperative infection rate ($OR=0.22$, $95\%CI:0.13-0.40$, $P < 0.0001$) in the open reduction and internal fixation group were better than those in the circular external fixation group. The length of hospital stay in the circular external fixation group was better than that in the open reduction and internal fixation group ($MD=8.01$, $95\%CI:7.05-8.96$, $P < 0.0001$). (3) There was no significant difference in poor postoperative healing, postoperative osteoarthritis, postoperative knee varus, and RSS score between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group ($P > 0.05$).

CONCLUSION: In the treatment of tibial plateau fractures, compared with the circular external fixation, the open reduction and internal fixation has a lower risk of postoperative infection and better postoperative range of motion, but patients repaired by the circular external fixation have a shorter hospital stay.

Key words: fractures; tibial fractures; tibial plateau; internal fixation; open reduction and internal fixation; external fixation; meta-analysis; circular external fixation

Funding: the National Natural Science Foundation of China, No. 81772415 (to WL)

How to cite this article: YANG RJ, JIANG LK, DONG ZQ, WANG YF, MA Z, CONG LL, GUO YJ, GAO YY, LI PC. Open reduction and internal fixation versus circular external fixation for tibial plateau fractures: a meta-analysis. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2022;26(3):480-486.

0 引言 Introduction

胫骨平台骨折是骨科最常见的下肢骨折之一,胫骨平台是膝关节的承重区域,如果处理不当将会造成关节复位不良和截肢等严重后果^[1-2]。胫骨平台骨折常伴随有较多并发症,如软组织损伤、感染及创伤性关节炎的发展以及长期的持续性膝关节不稳定^[3]。以前非手术保守治疗仅限于简单、无移位的骨折,仅在少数骨折中适用,但大多数胫骨平台骨折都需通过手术治疗^[4]。切开复位内固定(open reduction with internal fixation, ORIF)和环形外固定(circular external fixators, CEF)是目前治疗胫骨平台骨折最常用的手术方式^[5-6],然而,选择何种手术方式可得到最优的治疗效果和预后仍存在较大争议。切开复位内固定一般采用钢板进行固定,可提供良好的骨折复位和稳定性,显著提高患者的治疗效果,促进胫骨平台骨折患者骨折端较快愈合以及患者膝关节活动水平较好而被临床认可^[7]。Ilizarov 框架环形外固定器常用于环形外固定术中,对骨折进行复位,是一种创伤较小的治疗选择,且外固定框架具有更高的生物力学优势,为骨折提供矫正复位且避免软组织破坏^[3, 8]。然而,有研究表明尽管环形外固定可减少软组织的破坏,但更容易发生感染^[2, 9]。

文章通过比较切开复位内固定与环形外固定治疗胫骨平台骨折后住院时间、术后感染、术后愈合不良、骨关节炎发生率、膝盖内翻、RSS 评分、膝关节活动度等临床指标进行 Meta 分析,以期对胫骨平台骨折患者手术方式的选择及临床个性化治疗策略制定提供循证依据。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 文献检索策略

1.1.1 检索者 第一作者。

1.1.2 数据库 计算机检索 PubMed、Cochrane Library、EMbase、中国知网、万方和维普数据库。

1.1.3 检索词 中文检索词:“切开复位内固定、环形外固定、胫骨平台、胫骨骨折”;英文检索词:“Internal Fixators, Open Fracture Reduction, Tibial Fractures, Tibial plateau”。

1.1.4 检索年限范围 各数据库建库至 2020 年 11 月。

1.1.5 数据库检索策略 以主题词+自由词结合的形式进行检索,检索词间用“OR”或“AND”连接,以 PubMed 为例,见图 1。

1.2 纳入和排除标准

1.2.1 纳入标准 ①研究对象:切开复位内固定与环形外固定治疗胫骨平台骨折成人患者,性别不限;②研究类型:随机对照试验、前瞻性、回顾性临床对照研究;③干预措施:试验组为 Ilizarov 框架环形外固定,对照组为切开复位内固定,为钢板内固定,钢板类型无特殊限制;④文献中数据可被获取;⑤结局指标:住院时间、活动度、术后感染发生率、术后愈合不良、术后骨关节炎、术后膝盖内翻和 RSS 评分;⑥对骨折用 AO/OTA 分型或 Schatzker 分型进行分类^[10]。

1.2.2 排除标准 ①原始数据不全的文献;②多次发表的文献;③研究对象为动物。

1.3 数据提取 提取关键词和标题检索不同数据库中的文献,保留相关的文献,阅读题目摘要筛选出相关性较高的文献,通

```
#1 Internal Fixators [Mesh]
#2 Fixator, Internal [Title/Abstract]
#3 Device, Internal Fixation [Title/Abstract]
#4 Internal Fixation Devices [Title/Abstract]
#5 Devices, Internal Fixation [Title/Abstract]
#6 Fixation Devices, Internal [Title/Abstract]
#7 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6
#8 Open Fracture Reduction [Mesh]
#9 Fracture Reduction, Open [Title/Abstract]
#10 Open Fracture Reductions [Title/Abstract]
#11 Open Reduction, Fracture [Title/Abstract]
#12 Reductions, Fracture Open [Title/Abstract]
#13 Open Reductions, Fracture [Title/Abstract]
#14 #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13
#15 external fixation [Title/Abstract]
#16 circular [Title/Abstract]
#17 circular external fixation [Title/Abstract]
#18 #15 OR #16 OR #17
#19 Tibial Fractures [Mesh]
#20 Fracture, Tibial [Title/Abstract]
#21 Fractures, Tibial [Title/Abstract]
#22 Tibial Fracture [Title/Abstract]
#23 Toddlers Fracture [Title/Abstract]
#24 Tillaux Fracture [Title/Abstract]
#25 #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24
#26 Tibial plateau [Title/Abstract]
#27 (#7 OR #14 OR #18 OR) AND #25 AND #26
```

图 1 | PubMed 数据库检索策略

Figure 1 | Retrieval strategy of PubMed database

过阅读全文提取文献设计类型、性别、年龄及患者数等基本数据信息,及住院时间、活动度、术后感染发生率、术后愈合不良、术后骨关节炎、术后膝盖内翻、RSS 评分主要结果使用 Excel 表进行整理。

1.4 文献质量评价 回顾性队列研究试验采用 Newcastle-Ottawa Scale (NOS) 量表进行评价, NOS 量表对文献质量的评价采用了星级系统的半量化原则,满分为 9 星,星级越高代表文献质量越高,一般 5 星以上文献为高质量文献,可纳入 Meta 分析^[11]。

随机对照试验采用 Cochrane 手册标准评估偏倚风险, 评估内容: 随机序列产生方法、分配隐藏、盲法的使用、研究结局盲法评价、数据是否完整、选择报告数据、其他偏倚, 纳入文献依次对应 7 个方面内容进行评估, 若准确报告且设计合理则为低风险偏倚, 明确不满足条件则为高风险偏倚, 若文献中未报告足够的信息无法对相应条目明确判断时, 则评价为不清楚, 即偏倚风险不明^[12]。若筛查过程中遇到不确定, 应反复斟酌, 咨询他人, 必要时与作者取得联系。

1.5 主要观察指标 ①基线指标: 作者、发表年份、研究类型、平均年龄、病例数、骨折类型、随访时间等; ②结局指标: 住院时间、活动度、术后感染发生率、术后愈合不良率、术后骨关节炎发生率、术后膝盖内翻发生率和 RRS 评分。

1.6 统计学分析 运用 RevMan 5.3 软件 (<https://www.cochrane.org/>) 对文献中提取的数据资料进行 Meta 分析。首先应用 I^2 检验对纳入文献间的异质性进行分析, 当文献间异质性较小 ($I^2 \leq 50\%$, $P > 0.1$), 采用固定效应模型进行分析; 当文献间异质性较大 ($I^2 > 50\%$, $P \leq 0.1$) 进行敏感性分析其异质性产生的原因, 若异质性仍存在, 采用随机效应模型进行分析。连续性指标资料采用均数差 (difference in

means, MD) 为效应指标, 二分类指标资料用危险度比值 (risk ratio, RR) 或比值比 (odds ratio, OR) 为效应指标, 分别计算出 95% 可信区间 (95%CI), $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 文献检索结果 共检索到 1 057 篇文献, 外文数据库共 852 篇, 中文数据库 205 篇, 通过阅读文章摘要筛选出 26 篇, 根据剔除纳入标准及文献方法、结论的阅读, 最终筛选出 11 篇符合标准的文献^[13-23]。其中 2 篇随机对照病例试验^[13-14], 9 篇回顾性队列研究^[15-23], 详情见图 2。

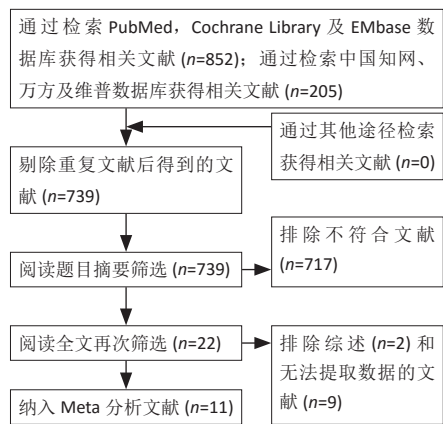


图 2 | 文献检索流程图

Figure 2 | Flow chart of document retrieval

共纳入 694 例胫骨平台骨折患者, 所纳入 11 篇文献的基本特征具体, 见表 1。
2.2 纳入文献特征及质量评价 纳入的 2 篇随机文献均提及随机方法^[13-14], 根据“偏倚风险评估工具”, 评估结果见图 3。对 9 篇回顾性文献根据 NOS 量表进行文献质量评价^[15-23], 3 篇 8 分, 5 篇 7 分, 1 篇 6 分, 见表 2。

表 2 | 纳入队列研究的 NOS 评分结果

Table 2 | Newcastle-Ottawa Scale results of included cohort studies

第一作者	发表时间	病例选择				可比性	暴露因素测量		
		1	2	3	4		A	B	C
BERVEN ^[22]	2018	*	*	*	*	*	*	-	7
BOVE ^[23]	2018	*	*	-	*	*	*	*	7
KARTHEEK ^[20]	2017	*	*	*	*	*	*	*	8
于桂泳 ^[21]	2017	*	*	*	*	*	*	*	8
DANOFF ^[19]	2015	*	*	-	*	*	*	-	6
李庶斌 ^[18]	2013	*	*	-	*	*	*	*	7
CHAN ^[17]	2012	*	*	*	*	*	*	*	8
BACON ^[16]	2008	*	*	*	*	*	*	-	7
HARRIS ^[15]	2006	*	*	-	*	*	*	*	7

表注: 1 为病例确定是否恰当; 2 为病例代表性; 3 为对照组的选择; 4 为对照确定; A 为暴露因素的确定; B 为采用相同的方法确定和对照组暴露因素; C 为无应答; “-”为不清楚

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 各组住院时间差异 入选的文献中 4 篇文献对比了切开复位内固定组和环形外固定组的住院时间^[13, 16, 18, 20]。

表 1 | 纳入文献特征

Table 1 | Basic features of the included articles

第一作者 / 发表年	研究类型	组别	平均年龄 (岁)	例数 (男 / 女)	骨折类型 / (患者数)	平均随访时间 (月)	结局指标	固定物类型
冯波 ^[14] , 2017	随机对照试验	ORIF	42.85	35(20/15)	未描述	未描述	②	螺钉
CANADIAN ^[13] , 2006	随机对照试验	CEF	40.25	35(22/13)	未描述			Ilizarov 固定架
		ORIF	43.3	40(23/17)	V/VI(9/31)	24	①②	钢板
KARTHEEK ^[20] , 2017	队列研究	ORIF	44.73	42(29/13)	V/VI(9/34)	14	①②③④⑤⑥⑦	Ilizarov 固定架
		CEF	46.2	15(12/3)	V/VI(8/7)			锁定钢板
于桂泳 ^[21] , 2017	队列研究	ORIF	43.20	15(13/2)	V/VI(5/10)			Ilizarov 固定架
		CEF	44.34	44(25/19)	IV/V/VI(16/14/14)	3	③⑦	锁定钢板
CHAN ^[17] , 2012	队列研究	ORIF	43.45	44(26/18)	IV/V/VI(15/15/14)			Ilizarov 固定架
		CEF	45.04	24(12/12)	C1-3(24)	12	③④⑤⑥	钢板
BACON ^[16] , 2008	队列研究	ORIF	52.03	35(16/19)	C1-3(35)			Ilizarov 固定架
		CEF	39.4	28(22/6)	C1-3(28)	12	①③④	钢板
BERVEN ^[22] , 2018	队列研究	ORIF	32.3	14(12/2)	C1-3(14)			Ilizarov 固定架
		CEF	50.44	68(36/32)	A2-3/C1-3(14/54)	6	②③⑤⑥	钢板
DANOFF ^[19] , 2015	队列研究	ORIF	55.74	62(30/32)	A2-3/C1-3(3/58)			Ilizarov 固定架
		CEF	43	10	B/C1-3(2/26)	36	③④	钢板
HARRIS ^[15] , 2006	队列研究	ORIF	18	18				Ilizarov 固定架
		CEF	40.6	63(38/22)	B1-3/C1-3(10/53)	26	③④⑤	钢板
李庶斌 ^[18] , 2013	队列研究	ORIF	57.6	16(7/9)	B1-3/C1-3(1/15)			钢丝环形外固定
		CEF	45.3	28(18/10)	IV/V/VI(12/8/8)	12	①③⑦	钢板
BOVE ^[23] , 2018	队列研究	ORIF	43.5	30(19/11)	IV/V/VI(8/12/10)			Ilizarov 固定架
		CEF	43	14(11/3)	VI(14)	5	④	钢板
		CEF	51	14(13/1)	VI(14)			Ilizarov 固定架

表注: ①住院时间; ②活动度; ③术后感染; ④愈合不良; ⑤骨关节炎; ⑥膝盖内翻; ⑦ RSS 评分; V/VI 为 SchatzkerV 型 /VI 型; A/B/C 为 AO/OTA 分型; ORIF 为切开复位内固定; CEF 为环形外固定

异质性分析结果, $I^2=94\%$, $P < 0.000 01$, 纳入研究的文献异质性较大 ($MD=8.71$, $95\%CI: 4.54-12.88$, $P < 0.000 1$), 进行敏感性分析后各文献间的异质性变化较大, $I^2=43\%$, $P=0.17$, 选取固定效应模型进行分析, 结果显示: $MD=8.01$, $95\%CI: 7.05-8.96$, $P < 0.000 01$, 见图 4, 结果说明环形外固定组住院时间少于切开复位内固定组住院时间。

2.3.2 各组活动度差异 入选的文献中 4 篇文献对比了切开复位内固定组和环形外固定组的活动度^[13-14, 20, 22]。异质性分析结果: $I^2=83\%$, $P=0.000 5$, 纳入研究的文献异质性较大 ($MD=-2.61$, $95\%CI: -10.54-5.32$, $P=0.52$), 进行敏感性分析后各文献间的异质性较小, $I^2=0\%$, $P=0.46$, 故选取固定效应模型进行分析, 结果显示 $MD=-4.83$, $95\%CI: -7.01$ 至 -2.65 , $P < 0.000 1$, 见图 5, 结果说明切开复位内固定组活动度优于环形外固定组的活动度。

2.3.3 各组术后感染发生率差异 入选的文献中 8 篇文献对比了切开复位内固定组和环形外固定组术后感染发生情况^[15-22]。异质性分析结果: $I^2=51\%$, $P=0.05$, 纳入研究的文献异质性较大 ($OR=0.36$, $95\%CI: 0.15-0.89$, $P=0.03$), 进行敏感性分析后各文献间的异质性较小 $I^2=31\%$, $P=0.19$, 故选取固定效应模型进行分析, 结果显示: $OR=0.22$, $95\%CI: 0.13-0.40$, $P < 0.000 01$, 见图 6, 提示结果较为稳定, 结果说明切开复位内固定组发生术后感染少于环形外固定组。

2.3.4 各组术后愈合不良率差异 入选的文献中 6 篇文献对比了切开复位内固定组与环形外固定组发生术后愈合不良的情况^[15-17, 19-20, 23]。异质性分析结果, $I^2=0\%$, $P=0.43$, 纳入研究的文献异质性较小, 故选取固定效应模型进行分析, 结果显示: $OR=0.54$, $95\%CI: 0.26-1.14$, $P=0.11$, 见图 7, 结果说明切开复位内固定组与环形外固定组发生愈合不良情况无显著差异。

2.3.5 各组术后骨关节炎发生率差异 入选的文献中 4 篇文献对比了切开复位内固定组和环形外固定术后发生骨关节炎情况^[15, 17, 20, 22]。异质性分析结果: $I^2=55\%$, $P=0.08$, 纳入研究的文献异质性较大 ($OR=0.62$, $95\%CI: 0.27-1.43$, $P=0.26$), 进行敏感性分析后各文献间的异质性仍

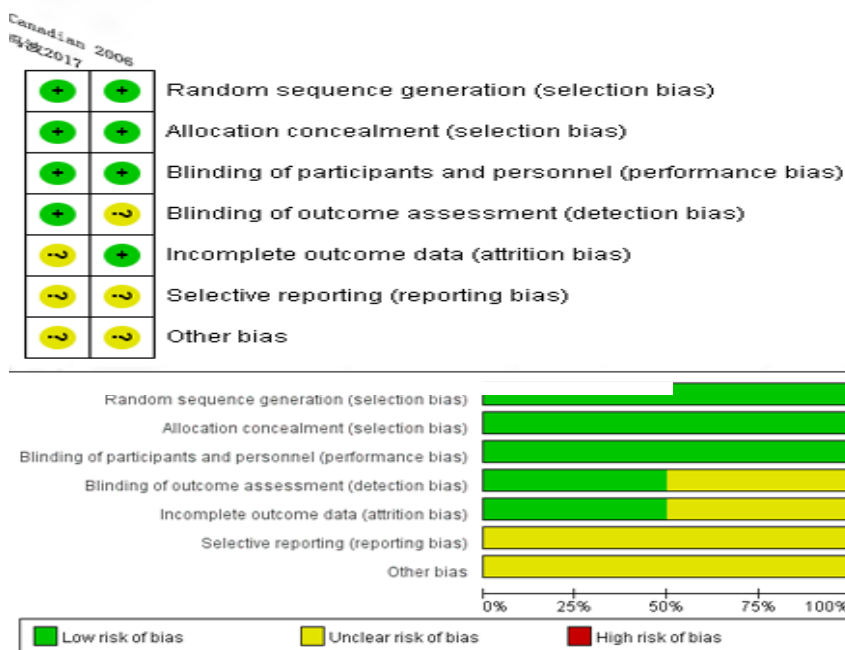
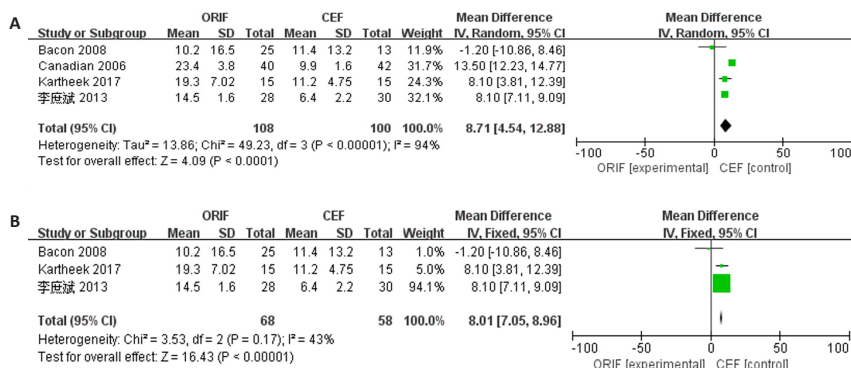
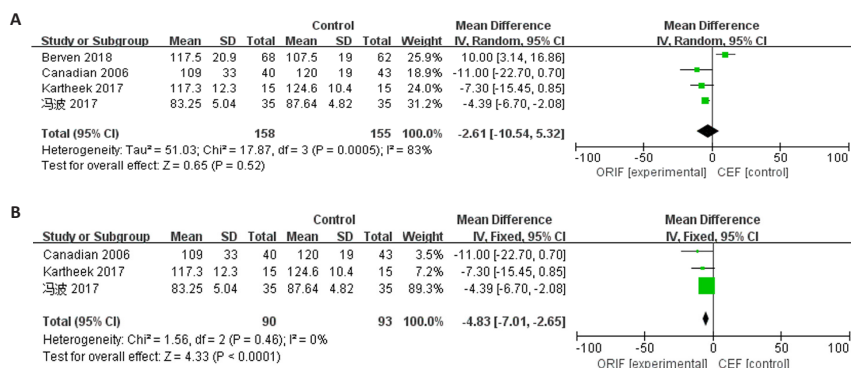


图 3 | 纳入文献的方法学质量评价
Figure 3 | Methodological quality evaluation of included literature



图注: 图 A 为环形外固定组住院时间少于切开复位内固定组住院时间; B 为剔除文献 [13] 后结果显示环形外固定组住院时间少于切开复位内固定组住院时间; ORIF 为切开复位内固定; CEF 为环形外固定

图 4 | 切开复位内固定组与环形外固定组住院时间的 Meta 分析森林图
Figure 4 | Forest plot of meta-analysis of hospital stay between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group



图注: 图 A 为切开复位内固定组活动度与环形外固定组无显著差异; B 为剔除文献 [22] 后结果显示切开复位内固定组活动度优于环形外固定组; ORIF 为切开复位内固定; CEF 为环形外固定

图 5 | 切开复位内固定组与环形外固定组活动度的 Meta 分析森林图
Figure 5 | Forest plot of meta-analysis of range of motion between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group

无法消除, $I^2=52\%$, $P=0.12$, 选取随机效应模型进行分析, 结果显示: $OR=0.49$, $95\%CI: 0.21-1.14$, $P=0.10$, 见图 8, 提示结果较为稳定, 结果说明切开复位内固定组与环形外固定组发生骨关节炎无显著差异。

2.3.6 各组术后膝盖内翻率差异 入选的文献中 3 篇文献对比了切开复位内固定组和环形外固定组术后膝盖内翻情况 [17, 20, 22]。异质性分析结果: $I^2=42\%$, $P=0.18$, 纳入研究的文献异质性较小, 故选取固定效应模型进行分析, 结果显示: $OR=1.00$, $95\%CI: 0.38-2.61$, $P=1.00$, 见图 9, 结果说明切开复位内固定组与环形外固定组发生术后膝盖内翻无显著差异。

2.3.7 各组 RSS 评分差异 入选的文献中 3 篇文献对比了切开复位内固定组和环形外固定组 RSS 评分, 共纳入 176 例患者, 切开复位内固定组 87 例, 环形外固定组 89 例 [18, 20-21]。异质性分析结果: $I^2=0\%$, $P=0.98$, 纳入研究的文献异质性较小, 故选取固定效应模型进行分析, 结果显示: $MD=-0.81$, $95\%CI: -1.67-0.55$, $P=0.06$, 见图 10, 结果说明切开复位内固定组与环形外固定组 RSS 评分无显著差异。

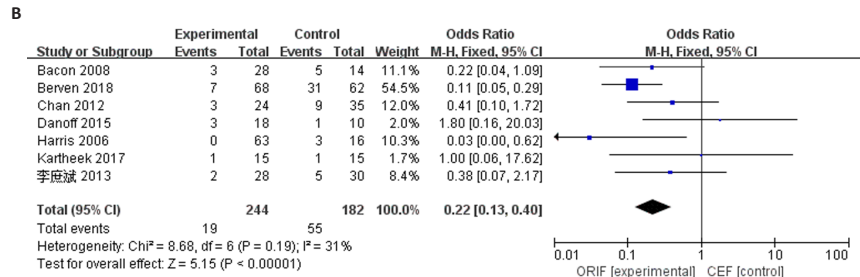
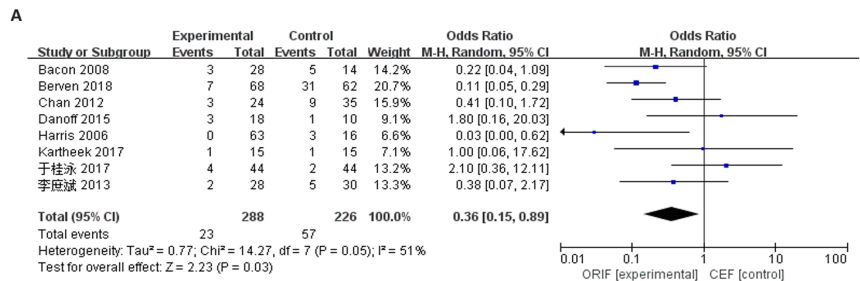
2.3.8 敏感性分析结果汇总 通过改变纳入文献合并效应统计分析模型, 对上述研究进行了敏感性分析, 见表 3。

表 3 | 研究结果偏倚分析

Table 3 | Bias analysis of research results

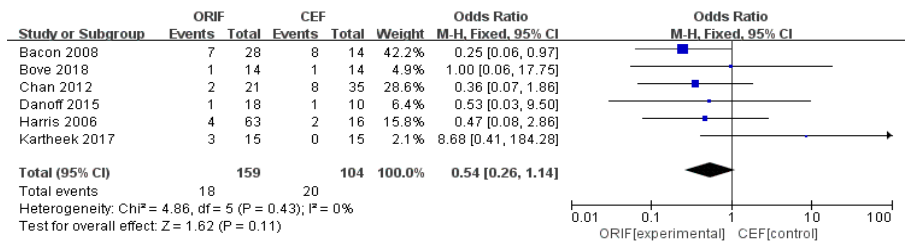
结局指标	现有分析模型	敏感性分析模型
住院时间	随机效应模型	固定效应模型
活动度	随机效应模型	固定效应模型
术后感染发生率	随机效应模型	固定效应模型
术后愈合不良率	固定效应模型	随机效应模型
术后骨关节炎发生率	随机效应模型	固定效应模型
术后膝盖内翻发生率	固定效应模型	随机效应模型
RSS 评分	固定效应模型	随机效应模型

结局指标	现有结果合并效应量	敏感性分析结果合并效应量
住院时间	$MD=8.71$, $95\%CI: 4.54-12.88$	$MD=8.01$, $95\%CI: 7.05-8.96$
活动度	$MD=-2.61$, $95\%CI: -10.54-5.32$	$MD=-4.83$, $95\%CI: -7.01$ 至 -2.65
术后感染发生率	$OR=0.36$, $95\%CI: 0.15-0.89$	$OR=0.22$, $95\%CI: 0.13-0.40$
术后愈合不良率	$OR=0.54$, $95\%CI: 0.26-1.14$	$OR=0.54$, $95\%CI: 0.26-1.14$
术后骨关节炎发生率	$OR=0.62$, $95\%CI: 0.27-1.43$	$OR=0.49$, $95\%CI: 0.21-1.14$
术后膝盖内翻发生率	$OR=1.00$, $95\%CI: 0.38-2.61$	$OR=1.00$, $95\%CI: 0.38-2.61$
RSS 评分	$MD=-0.81$, $95\%CI: -1.67-0.55$	$MD=-0.81$, $95\%CI: -1.67-0.55$



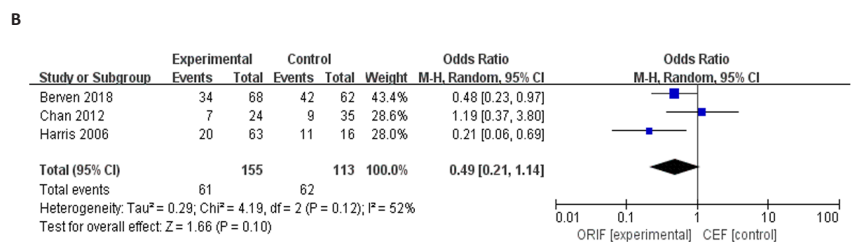
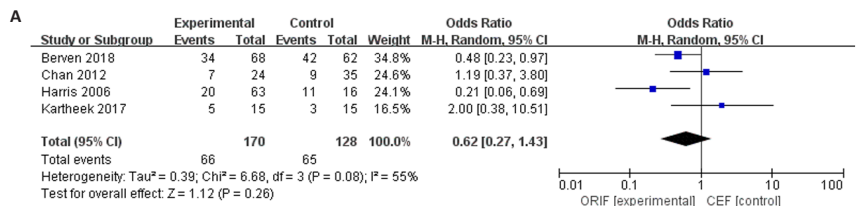
图注: 图 A 为切开复位内固定组发生术后感染少于环形外固定组; B 为剔除文献 [21] 后结果显示切开复位内固定组发生术后感染少于环形外固定组; ORIF 为切开复位内固定; CEF 为环形外固定

Figure 6 | Forest plot of meta-analysis of postoperative infection between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group



图注: 术后愈合不良率在环形外固定组与切开复位内固定组差异无显著性意义。ORIF 为切开复位内固定; CEF 为环形外固定

Figure 7 | Forest plot of meta-analysis of poor healing between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group



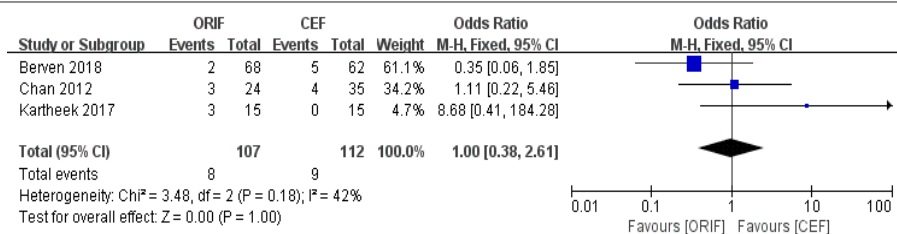
图注: 图 A 为术后骨关节炎发生率在切开复位内固定组与环形外固定组无显著性意义; B 为剔除文献 [20] 后结果显示骨关节炎发生在切开复位内固定组与环形外固定组无显著性意义。ORIF 为切开复位内固定; CEF 为环形外固定

Figure 8 | Forest plot of meta-analysis of osteoarthritis between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group

接受环形外固定组比切开复位内固定组更容易出现术后感染,在分析过程中纳入的8个研究异质性较大^[15-22],在剔除引起异质性的文献后异质性显著降低^[21],引起该异质性的原因可能是因为该文献仅统计了软组织感染的患者,与其他录入的研究之间纳入统计的标准不同,但剔除该文献前后的结果均有显著性意义,提示结果稳定。切开复位内固定组的术后活动度优于环形内固定组,在纳入文献分析过程中有4个研究异质性较大^[13-14, 20, 22],在剔除引起异质性的文献异质性显著降低^[13],该文献引起异质性的原因可能是,在该文献中在术前对各组骨折移位和损伤程度进行评估再进行分组,这与其他纳入的文献的分组方式存在差异,损伤程度的不同最终导致的活动度也存在一定差异,这可能是造成异质性最主要的原因。另外,环形外固定组手术时间比切开复位内固定组住院时间短,分析过程中纳入4个研究异质性较大^[13, 16, 18, 20],在剔除引起异质性的文献异质性明显降低^[13],该文献引起异质性的原因可能是,研究中环形外固定有2例病例在手术过程中,采用了与其他不相同的手术方式,这可能是异质性产生的原因,该结果也存在纳入病例少的问题,更可靠的结果还需进一步纳入更多的临床病例。

3 讨论 Discussion

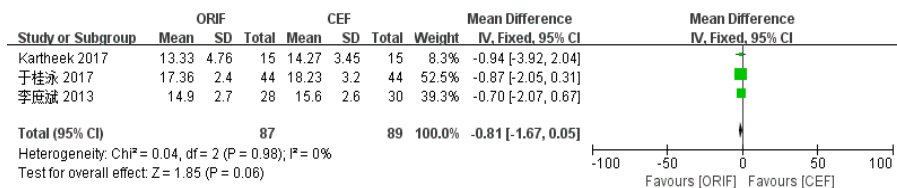
3.1 两种固定方式的优缺点比较 胫骨平台骨折在由车祸等高能损伤及骨质疏松的老年人中发生率较高^[24-25]。治疗期间常会出现愈合畸形、术后感染、膝关节活动受限等严重并发症,其最佳治疗方法还存在较大争议,迄今为止并未达成共识^[26-27]。切开复位内固定提供了良好的骨折复位和稳定性,在胫骨平台骨折中被广泛应用,但该手术需要进行大面积的软组织解剖,对软组织损伤较为严重^[28-30]。环形外固定常用 Ilizarov 框架进行固定,其特点是具有更高的生物力学优势,术中需要小而有限数量的切口,避免软组织剥离的不利影响,并提供畸形矫正和更早进行活动,相比切开复位内固定对软组织保护更具优势,且住院时间更短^[3, 31]。但环形外固定术后易发生术后感染和患者对笨重器械的依从性使该手术方式存在一定局限性^[25, 32-33]。因此,对于治疗胫骨平台骨



图注:结果显示术后发生膝盖内翻在环形外固定组与切开复位内固定组差异无显著性意义。ORIF为切开复位内固定; CEF为环形外固定

图9 | 切开复位内固定组与环形外固定组膝盖内翻的 Meta 分析森林图

Figure 9 | Forest plot of meta-analysis of knee varus between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group



图注:结果显示 RSS 评分在环形外固定组与切开复位内固定组差异无显著性意义。ORIF为切开复位内固定; CEF为环形外固定

图10 | 切开复位内固定组与环形外固定组 RSS 评分的 Meta 分析森林图

Figure 10 | Forest plot of meta-analysis of RSS score between open reduction and internal fixation group and circular external fixation group

折切开复位内固定相对是一种可获得较好预后的手术方式。

3.2 文章结果分析 文章采用 Meta 分析的方法从手术时间、活动度及术后感染率等方面对切开复位内固定和环形外固定治疗胫骨平台骨折疗效、术后并发症等多方面的优劣进行了全面的比较分析。共纳入 11 篇研究文献, 2 篇随机对照试验, 9 篇回顾性研究, 共纳入 690 例胫骨平台骨折患者, 其中使用切开复位内固定治疗 374 例, 环形外固定 316 例, 9 个研究随访时间均 ≥ 3 个月^[13, 15-22], 2 个研究未明确指出随访时间^[14, 23]。文章结果发现, 与环形外固定相比, 切开复位内固定可获得较好的活动度, 这是由于切开复位内固定一般采用螺钉、钢板相比环形外固定的“桥接固定”对关节活动影响较小; 此外, 切开复位内固定发生术后感染的概率更小。

有研究发现, 切开复位内固定感染率 3%, 但环形外固定术后感染率为 22.2%, 引起感染的原因大多是由针道污染引起^[32]。但环形外固定组住院时间比切开复位内固定组住院时间更少。笔者认为, 环形外固定住院时间较短的原因是由该手术的方式决定, 该手术可以经皮置入, 需要较少的切口数对于患者后续的恢复更利。而在术后愈合不良、术后骨关节炎、

术后膝盖内翻、RSS 评分对比中, 两组比较差异无显著性意义。METCALFE 等^[2]发现切开复位内固定较少发生术后感染, 但该研究仅包括 7 项研究, 未对活动度、住院时间、畸形愈合率等结果进行评估。此外, ZHAO 等^[34]认为切开复位内固定不仅术后感染率较低, 且在静脉血栓发生率和再次手术率方面占优势, 但该研究随访时间较短, 不能对手术预后获得更好评估。因此, 笔者认为, 治疗胫骨平台骨折, 切开复位内固定相比环形外固定具有一定优势, 是临床治疗胫骨平台骨折可优先考虑手术方式。

3.3 文章的局限性 ①由于检索到的临床病例有限, 且相关研究中样本量较少, 文章中许多研究指标存在较高异质性, 使结果存在一定偏倚; ②而且纳入的文献中回顾性队列研究较多, 在判断干预和结果间的因果关系方面具有一定的局限性, 若获得更多的大规模、临床随机对照试验来验证胫骨平台患者骨折治疗的最优手术方式; ③纳入的文献中胫骨平台骨折患者骨折分型多样, 应该对特定类型的骨折患者进行进一步研究确定结论是否适用; ④纳入的研究随访时间不同, 将会对结果造成一定影响。

3.4 结论 切开复位内固定方法治疗胫骨平台骨折术后感染率、关节活动度都优于

环形外固定,二者术后愈合不良、术后骨关节炎、术后膝盖内翻、RSS评分对比中无显著差异。在胫骨平台骨折手术中,采用环形外固定术式在减少手术时间方面有优势,但切开复位内固定术式可以减少术后感染的发生,且可获得较好的膝关节活动度。临床医生可以结合患者的情况,选择最适手术方式,减少患者精神和经济上的压力。因此文章认为,切开复位内固定治疗胫骨平台骨折可获得较好的临床预后,可为临床提供参考。

致谢:感谢山西医科大学第二医院骨科实验室全体人员为文章写作的大力帮助。

作者贡献:文章设计和撰写为杨瑞嘉。资料收集者丛琳琳、马洲、郭妍婧和高阳阳。数据分析者为姜灵凯、董政权和王云飞。李鹏翠作者审核。

经费支持:该文章接受了“国家自然科学基金面上项目(81772415)”的资助。所有作者声明,该经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突:文章的全部作者声明,在课题研究 and 文章撰写过程不存在利益冲突。

写作指南:该研究遵守《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA指南)。

文章查重:文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审:文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发表宗旨。

生物统计学声明:该研究经过山西医科大学生物统计学专家核实。

文章版权:文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明:这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

[1] 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 Orthop Surg Res.* 2020;15(1):349.

[2] METCALFE D, HICKSON C, MCKEE L, et al. External versus internal fixation for bicondylar tibial plateau fractures: systematic review and meta-analysis. *J Orthop Traumatol.* 2015;16(4):275-285.

[3] BOUTEFNOUCHET T, LAKDAWALA A, MAKRIDES P. Outcomes following the treatment of bicondylar tibial plateau fractures with fine wire circular frame external fixation compared to open reduction and internal fixation: a systematic review. *J Orthop.* 2015;13(3):193-199.

[4] JANSEN H, FREY S, DOHT S, et al. Medium-term results after complex intra-articular fractures of the tibial plateau. *J Orthop Sci.* 2013;18(4):569-577.

[5] DENDRINOS G, KONTOS S, KATSENI D, et al. Treatment of high-energy tibial plateau fractures by the Ilizarov circular fixator. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(5):710-717.

[6] PUGH K, WOLINSKY P, MCANDREW M, et al. Tibial pilon fractures: a comparison of treatment methods. *J Trauma.* 1999;47(5):937-941.

[7] BONATO L, EDWARDS E, GOSLING C, et al. Patient reported health related quality of life early outcomes at 12 months after surgically managed tibial plafond fracture. *Injury.* 2017;48(4):946-953.

[8] VASILIADES E, GRIVAS T, PSARAKIS S, et al. Advantages of the Ilizarov external fixation in the management of intra-articular fractures of the distal tibia. *J Orthop Surg Res.* 2009;4:35.

[9] 卓乃强, 李正疆, 葛建华, 等. 内固定与外支架固定治疗复杂性胫骨平台骨折的对比研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2008, 22(8):952-955.

[10] BRYSON W, FISCHER E, JENNINGS J, et al. Three-column classification system for tibial plateau fractures: what the orthopedic surgeon wants to know. *Radiographics.* 2020;41(1):144-155.

[11] STANG A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol.* 2010;25(9):603-605.

[12] CUMPSTON M, LI T, PAGE M, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;10:ED000142.

[13] SOCIETY COT. Open reduction and internal fixation compared with circular fixator application for bicondylar tibial plateau fractures. Results of a multicenter, prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(12):2613-2623.

[14] 冯波. 切开复位内固定与 Ilizarov 外固定治疗胫骨平台骨折的效果对比分析 [J]. *医学理论与实践*, 2017, 30(14):2104-2105.

[15] HARRIS A, PATTERSON B, SONTICH J, et al. Results and outcomes after operative treatment of high-energy tibial plafond fractures. *Foot Ankle Int.* 2006;27(4):256-265.

[16] BACON S, SMITH W, MORGAN S, et al. A retrospective analysis of comminuted intra-articular fractures of the tibial plafond: Open reduction and internal fixation versus external Ilizarov fixation. *Injury.* 2008;39(2):196-202.

[17] CHAN K, KEATING J. Comparison of outcomes of operatively treated bicondylar tibial plateau fractures by external fixation and internal fixation. *Malays Orthop J.* 2012;6(1):7-12.

[18] 李庶斌, 郭卫东, 赵宗峰. 内固定与环形外固定架治疗闭合性胫骨平台骨折的对比研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21(24):2455-2459.

[19] DANOFF J, SAIPI C, GOODSPEED D, et al. Outcome of 28 open pilon fractures with injury severity-based fixation. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015;25(3):569-575.

[20] KARTHEEK RP KK. Ilizarov and locking plate fractures for closed bicondylar tibial plateau fractures a prospective study. *J. Evolution Med.* 2017;6(64):4670-4675.

[21] 于桂泳, 赵志明, 刘鹏, 等. 钢板固定与环形外固定架治疗闭合性胫骨平台骨折及对软骨细胞凋亡的影响研究 [J]. *中华保健医学杂志*, 2017, 19(6):519-523.

[22] BERVEN H, BRIX M, IZADPANAH K, et al. Comparing case-control study for treatment of proximal tibia fractures with a complete metaphyseal component in two centers with different distinct strategies: fixation with Ilizarov frame or locking plates. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):121.

[23] BOVE F, SALA F, CAPITANI P, et al. Treatment of fractures of the tibial plateau (Schatzker VI) with external fixators versus plate osteosynthesis. *Injury.* 2018;49 Suppl 3:S12-S18.

[24] MAUFFREY C, VASARIO G, BATTISTON B, et al. Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment, and complications. *Acta Orthop Belg.* 2011;77(4):432-440.

[25] 张小龙, 李皓桓. 胫骨平台骨折的手术治疗 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2017, 14(4):58-62.

[26] MALIK-TABASSUM K, PILLAI K, HUSSAIN Y. Post-operative outcomes of open reduction and internal fixation versus circular external fixation in treatment of tibial plafond fractures: a systematic review and meta-analysis. *Injury.* 2020;51(7):1448-1456.

[27] 王浩磊, 郑永茂, 柴亮. 环形外固定治疗复杂胫骨平台骨折的临床疗效观察 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2017, 10(3):240-242.

[28] BIGGI F, DI FABIO S, D'ANTIMO C, et al. Tibial plateau fractures: internal fixation with locking plates and the MIPO technique. *Injury.* 2010;41(11):1178-1182.

[29] TEENY S, WISS D, RESEARCH R. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res.* 1993; (292):108-117.

[30] RUFFOLO M, GETTYS F, MONTIJO H, et al. Complications of high-energy bicondylar tibial plateau fractures treated with dual plating through 2 incisions. *J Orthop Trauma.* 2015;29(2):85-90.

[31] BALOCH S, RAFI M, JUNAID J, et al. Ilizarov fixation method of tibia plateau fractures: a prospective observational study. *Cureus.* 2020;12(10):e11277.

[32] BERTRAND M, PASCUAL-LÓPEZ F, GUERADO EJI. Severe tibial plateau fractures (Schatzker V-VI): open reduction and internal fixation versus hybrid external fixation. *Injury.* 2017;48 Suppl 6:S81-S85.

[33] TAHIR M, KUMAR S, SHAIKH S, et al. Comparison of postoperative outcomes between open reduction and internal fixation and ilizarov for schatzker type V and type VI fractures. *Cureus.* 2019;11(6):e4902.

[34] ZHAO X, MA J, MA X, et al. A meta-analysis of external fixation versus open reduction and internal fixation for complex tibial plateau fractures. *Int J Surg.* 2017;39:65-73.

(责任编辑: WJ, ZN, ZH)