

双反牵引与切开复位治疗胫骨平台骨折的 Meta 分析

梁浩¹, 霍宇航¹, 王霜², 丛龙旭¹, 范小龙¹, 王玉路^{1*}

(1.包头医学院第一附属医院创伤一科, 内蒙古 包头 014010; 2.内蒙古医科大学第一临床医学院, 内蒙古 呼和浩特 010110)

[摘要] **目的** 比较双反牵引辅助微创闭合复位接骨板内固定术和切开复位接骨板内固定术治疗胫骨平台骨折的治疗效果。**方法** 构建检索式分别检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、Web of Science、中国知网、万方、维普及中国生物医学文献服务系统等数据库, 收集双反牵引微创闭合复位和切开复位治疗胫骨平台骨折的文献, 检索时间为建库至 2024 年 4 月。文献质量评价和数据提取由 2 位研究人员各自提取, 对所提数据使用 RevMan 5.3 软件进行分析。**结果** 本研究共纳入文献 7 篇, 总纳入患者 511 例, 其中微创组患者 234 例, 切开组患者 277 例。结果显示, 微创组在术中出血量[MD=-2.55, 95%CI: -3.94~1.17, P<0.01]、住院时间[MD=-0.54, 95%CI: -0.75~-0.33, P<0.01]、美国特种外科医院(The Hospital for Special Surgery, HSS)评分[MD=0.71, 95%CI: 0.50~0.91, P<0.01]、骨折愈合时间[MD=-0.39, 95%CI: -0.70~-0.08, P=0.01]、并发症发生率[OR=0.30, 95%CI: 0.16~0.57, P<0.01]和切口并发症[OR=0.26, 95%CI: 0.10~0.68, P=0.006]优于切开组, 2 组在手术时间[MD=0.03, 95%CI: -1.54~1.61, P>0.05]、术后负重时间[MD=-0.92, 95%CI: -2.14~-0.30, P=0.14]、下肢深静脉血栓发生率[OR=0.78, 95%CI: 0.31~2.00, P=0.61]方面差异无统计学意义。**结论** 双反牵引辅助微创闭合复位接骨板固定术治疗胫骨平台骨折治疗效果优于切开复位接骨板内固定术。

[关键词] 胫骨骨折; 双反牵引装置; 微创闭合复位 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.03.011

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)03-0309-08

Double reverse traction versus open reduction for tibial plateau fractures: A Meta-analysis

LIANG Hao¹, HUO Yu-hang¹, WANG Shuang², CONG Long-xu¹,
FAN Xiao-long¹, WANG Yu-lu^{1*}

(1. Department of Trauma, the First Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia Autonomous Region, Baotou 014010, China; 2. The First Clinical School of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010110, China)

[Abstract] **Objective** To compare the therapeutic outcomes of double reverse traction-assisted minimally invasive closed reduction with plate fixation and open reduction with plate fixation in the treatment of tibial plateau fractures. **Methods** Constructed search equations to search across databases such as PubMed, Cochrane Library, EMbase, Web of Science, and Chinese databases including CNKI, Wanfang, VIP, and the China Biomedical Literature Service System for literature on the treatment of tibial plateau fractures via double reverse traction-assisted minimally invasive closed reduction and open reduction. The timeframe for our search was from the inception of these databases until April 2024. Two separate researchers conducted the literature quality assessment and data extraction, with data analysis performed using RevMan

[收稿日期] 2024-07-22

[基金项目] 内蒙古自治区自然科学基金项目(2018MS08142);
包头医学院青年支持计划项目(BYJJ-QNGG 2022035); 包头医学院
研究生科研创新项目(BYKYCX202401)

[作者简介] 梁浩(1998-), 男, 内蒙古包头人, 包头医学院第一
附属医院医师, 医学硕士, 从事创伤疾病诊治研究。

* 通信作者。E-mail: wangyulu0306@163.com

5.3 software. **Results** Our study encompasses seven articles, involving a total of 511 patients, of whom 234 were treated with the minimally invasive method and 277 with the open reduction method. The findings indicated that the minimally invasive group demonstrated superior outcomes in terms of intraoperative blood loss ($MD = -2.55$, $95\%CI: -3.94 - -1.17$, $P < 0.01$), length of hospitalization ($MD = -0.54$, $95\%CI: -0.75 - -0.33$, $P < 0.01$), Hospital for Special Surgery (HSS) score ($MD = 0.71$, $95\%CI: 0.50 - 0.910$, $P < 0.01$), fracture healing time ($MD = -0.39$, $95\%CI: -0.70 - -0.08$, $P = 0.01$), incidence of complications ($OR = 0.30$, $95\%CI: 0.16 - 0.57$, $P < 0.01$), and wound complications ($OR = 0.26$, $95\%CI: 0.10 - 0.68$, $P = 0.006$) when contrasted with the open reduction group. However, both techniques showed comparable duration of operation ($MD = 0.03$, $95\%CI: -1.54 - 1.61$, $P > 0.05$), postoperative weight-bearing time ($MD = -0.92$, $95\%CI: -2.14 - -0.3$, $P = 0.14$) or the incidence of deep vein thrombosis in the lower limbs ($OR = 0.78$, $95\%CI: 0.31 - 2.00$, $P = 0.61$). **Conclusion** Double reverse traction-assisted minimally invasive closed reduction plate fixation presents enhanced efficacy in the management of tibial plateau fractures relative to open reduction with plate internal fixation.

[Key words] tibial fractures; double reverse traction device; minimally invasive closed reduction

胫骨平台骨折是临床最常见的膝关节骨折类型之一,其发病率占成人所有骨折的1%~2%。其受伤机制为下肢轴向力引起膝关节内外翻合并作用导致骨折^[1-2]。胫骨平台骨折分型主要使用Schatzker分型,共分为I~IV型^[3-4]。胫骨平台骨折手术不仅要求解剖复位,而且常涉及关节面、半月板、韧带等结构。目前临床以切开复位钢板内固定和微创复位髓内针内固定作为主要治疗方式^[5]。但切开复位因手术切口长、软组织损伤大等因素导致医源性腓总神经损伤,术后切口感染、关节粘连等并发症^[6-7]。髓内针具有切口小、软组织损伤小等优点,但骨折近端锁定困难^[8],对复杂胫骨平台骨折治疗效果差。而且Ren等^[9]观察到与接骨板相比,髓内钉固定术后断端移位更明显,表明髓内针固定后断端稳定性弱于接骨板固定。骨折微创治疗已成为骨科发展主流,主要有关节镜辅助复位^[10]、AO/ASIF牵引器复位^[11]及球囊扩张复位^[12]等术式选择,但存在难以复位复杂骨折,偏心牵引无法用于骨质疏松患者和球囊破损等问题^[13]。研制符合要求的辅助牵引装置成为治疗胫骨平台骨折亟待解决的问题。张英泽等^[14-15]研究显示,双反牵引复位器与传统切开复位相比,双反牵引器辅助下的胫骨平台骨折闭合复位微创治疗具有手术切口小、术后并发症少,术中出血量少、断端固定更稳定等优点。但国内外尚无对这一辅助装置的系统评价,本文对胫骨平台微创闭合复位接骨板内固定术和切开复位接骨板内固定术两种手术方式治疗胫骨平台骨折的疗

效、安全性和并发症等进行Meta分析,为临床治疗胫骨平台骨折手术方式的选择提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 纳入标准与排除标准 纳入标准:①闭合性胫骨平台骨折;②双反牵引辅助复位内固定为微创组;③切开复位内固定为切开组;④年龄18~75岁;⑤中文核心期刊或SCI收录文章、临床试验;⑥研究类型:队列研究、病例对照研究;⑦纳入指标:手术时间、术中出血量、美国特种外科医院(The Hospital for Special Surgery, HSS)评分、住院时间、骨折愈合时间、下地负重时间、术后并发症、切口并发症、下肢深静脉血栓。

排除标准:①开放性胫骨平台骨折;②病理骨折及假体周围骨折;③合并膝关节周围其他骨折;④非临床实验研究,如生物力学分析、动物实验;⑤非SCI、非专业或非核心期刊文章;⑥缺乏对照、重复发表、无法获取全文数据。

1.2 检索策略 分别检索PubMed、Cochrane Library、EMBASE、Web of Science、中国知网、万方、维普、中国生物医学文献服务系统、中国临床试验注册中心、Clinical trials等数据库,检索词包括“tibial plateau fracture”、“double reverse traction repositior”、“homeostatic reset”;“胫骨平台骨折”、“双反复位”、“双反牵引”、“顺势牵引”、“顺势复位”、“顺势双反牵引”等。检索时限均为建库至2024年4月。分别搭配主题词和自由词,以布尔运算符

AND、OR、NOT 连接检索组段。

1.3 文献筛选数据提取与评估

1.3.1 文献质量评估 纳入文献质量评价分别由 2 位研究者进行评估,其中随机对照研究采用 Jadad 量表(改良版)及 Cochrane 风险偏倚评估工具评价文献质量,队列研究和病例对照研究采用 Newcastle Ottawa Scale(NOS)量表进行评价^[16]。若 2 位研究者结果不一致,则引入第 3 位研究者,通过讨论对文献达成一致。

1.3.2 数据提取 2 位研究者各自提取文献数据,后对数据进行核对,若数据存在争议时,则同第 3 位研究者协商决定。本研究提取的数据包括论文第一作者、发表时间、研究类型、样本量、平均年龄、手术时间、术中出血量、HSS 评分、住院时间、骨折愈合时间、下地负重时间、术后并发症、切口并发症、下肢深静脉血栓等。若存在数据不全等问题,联系论文原作者获取更详细论文信息。

1.4 统计学方法 应用 Review Manager 5.3 统计软件分析数据。对连续性变量采用均数差(mean difference, MD)作为效应指标。对二分类变量将比值比(odds ratio, OR)值和 95% 置信区间

(confidence interval, CI)作为效应指标。研究间异质性分析通过 Q 检验和 I^2 统计量进行统计学分析,若研究间存在异质性,即($P < 0.05, I^2 \geq 50\%$),对结果采用随机效应模型(random effects, RE)分析;研究间不具有异质性($P \geq 0.05, I^2 < 50\%$)时,采用固定效应模型(fixed effect, FE);对数据无法分类合并分析时,对数据进行描述性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 文献检索结果 通过构建检索式分别对数据库进行文献检索,检出文献共计中英文文章 90 篇,其中 Pubmed 检索出文献 1 篇,Embase 检索出 2 篇,Cochrane 检索出 1 项多中心临床随机对照研究,Web of Science 检索出 2 篇,中国知网检索出 18 篇,中国生物医学文献服务系统检索出 5 篇,万方检索出 38 篇,维普检索出 23 篇。最终纳入 7 篇文献,包括 6 篇回顾性病例对照研究,1 篇前瞻性队列研究^[17-23],见图 1。总计纳入病例 511 例,其中微创组 234 例,切开组 277 例。纳入文献流程见图 1,纳入文献一般资料见表 1。

表 1 纳入文献基本特征

Table 1 The basic characteristics of included studies

作者	时间	研究类型	样本量(例数)		平均年龄(岁)		随访时间(月)		效应量指标
			微创组	切开组	微创组	切开组	微创组	切开组	
殷祥志等 ^[17]	2023	回顾性病例对照研究	24	24	52.70±8.80	53.30±6.80	13.50±4.30	13.50±4.30	①②③④⑤⑦⑧⑨
迪力夏提·多力坤等 ^[18]	2018	回顾性病例对照研究	47	40	54.00±10.00	55.00±12.00	6.40±1.00	6.40±1.00	①②⑧
亢世杰等 ^[19]	2023	回顾性病例对照研究	14	11	50.29±9.23	58.00±10.58	22.76	22.76	①②④⑥⑦⑧
王东等 ^[20]	2023	回顾性病例对照研究	21	29	56.14±9.24	58.97±4.84	30.2	30.2	①②③④⑤⑥⑦
项光恒等 ^[21]	2023	回顾性病例对照研究	26	25	48.00±12.00	51.30±11.8	16.80±2.80	16.80±2.80	①②③④⑥⑦⑧
Wang 等 ^[22]	2022	前瞻性队列研究	84	103	45.00±12.10	44.40±11.80	52.70±7.00	55.40±12.50	③④⑦⑧⑨
鲍飞龙等 ^[23]	2017	回顾性病例对照研究	20	20	41.30±12.10	48.00±13.20	9.3	9.3	①②③④⑤⑥⑦⑧

结局指标:①手术时间;②术中出血量;③住院时间;④HSS 评分;⑤负重时间(周);⑥骨折愈合时间;⑦并发症;⑧切口感染率;⑨下肢静脉血栓发生率

2.2 风险偏倚评价 采用 Cochrane 偏倚风险评估工具进行偏倚风险评估。纳入的研究由 2 名作者独立审查,任何分歧通过与资深作者达成共识解决。见图 2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 手术时间 6 篇文献对手术时间做了统计,共纳入病例 301 例^[17-21,23]。对异质性进行检验,各研究间存在异质性($P < 0.001, I^2 = 97\%$),采用 RE 模型。结果显示,微创组和切开组手术时间比较差异无统计学意义[MD=0.03, 95% CI: -1.54 ~ 1.61, $P > 0.05$],见图 3。

2.3.2 术中出血量 6 篇文献统计了术中出血量,共纳入病例 301 例^[17-21,23]。经异质性检验,研究间

存在异质性($P < 0.01, I^2 = 95\%$),因此使用 RE 模型。结果显示,在术中出血量方面,微创组与切开组比较差异有统计学意义[MD=-2.55, 95% CI: -3.94 ~ -1.17, $P = 0.0003$],见图 4。

2.3.3 住院时间 5 篇文献对住院时间做了统计,共纳入病例 376 例^[17,20-23]。经异质性检验,研究间不存在异质性($P = 0.57, I^2 = 0\%$),采用 FE 模型。结果显示,微创组与切开组住院时间比较差异有统计学意义[MD=-0.54, 95% CI: -0.75 ~ -0.33, $P < 0.01$],见图 5。

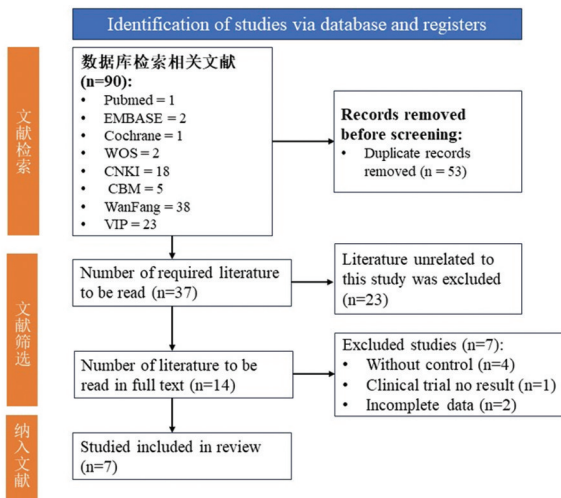


图 1 文献筛选流程图

Figure 1 Literature screening flowchart

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Zhongzheng Wang, 2022	+	?	-	+	+	+	+
亢世杰, 2023	+	?	-	+	+	+	+
殷祥志, 2023	+	?	-	+	+	+	+
王东, 2023	+	?	-	+	+	+	+
迪力夏提·多力坤, 2018	+	?	-	+	+	+	+
项光恒, 2023	+	?	-	+	+	+	+
鲍飞龙, 2017	+	+	-	+	+	+	+

图 2 文献偏倚评价

Figure 2 Literature bias assessment

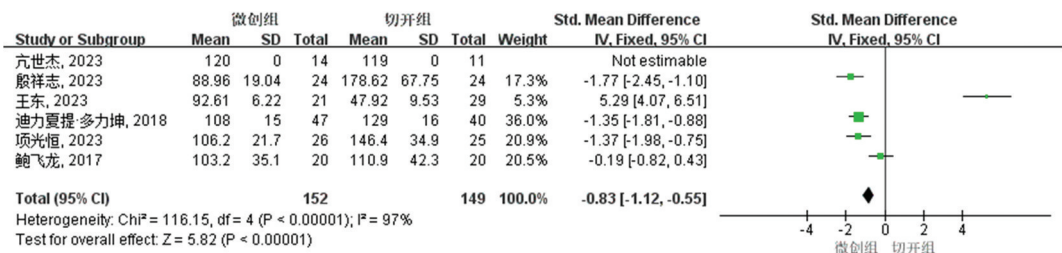


图 3 微创组和切开组手术时间比较的森林图

Figure 3 Forest plot comparing duration of operation between minimally invasive group and open reduction group

2.3.4 HSS 评分 6 篇文献对 HSS 评分做了统计, 共纳入病例 401 例^[17,19-23]。经异质性检验, 研究间异质性较小 ($P = 0.14, I^2 = 40\%$), 采用 FE 模型。结果显示, 微创组与切开组 HSS 评分比较差异有统计学意义 [$MD = 0.71, 95\% CI: 0.50 \sim 0.91, P < 0.01$], 见图 6。

2.3.5 负重时间 3 篇文献统计了负重时间, 共纳入病例 138 例^[17,20,23]。经异质性检验, 研究间存在异质性 ($P < 0.01, I^2 = 91\%$), 采用 RE 模型。结果显示, 在负重时间方面, 微创组与切开组比较差异无统计学意义 [$MD = -0.92, 95\% CI: -2.14 \sim -0.30, P = 0.14$], 见图 7。

2.3.6 骨折愈合时间 4 篇文献对骨折愈合时间做了统计, 共纳入病例 166 例^[19-21,23]。经异质性检验, 研究间不存在异质性 ($P = 0.17, I^2 = 41\%$), 采用 FE 模型。结果显示, 微创组与切开组骨折愈合时间差异有统计学意义 [$MD = -0.39, 95\% CI: -0.70 \sim -0.08, P = 0.01$], 见图 8。

2.3.7 并发症 6 篇文献对并发症做了统计, 共纳入病例 401 例^[17,19-23]。经异质性检验, 研究间不存在异质性 ($P = 0.93, I^2 = 0\%$), 采用 FE 模型。结果显示, 微创组与切开组手术并发症差异有统计学意义 [$OR = 0.3, 95\% CI: 0.16 \sim 0.57, P < 0.01$], 见图 9。

2.3.8 切口感染率 6 篇文献对手术切口出现感染的患者进行了统计, 共纳入病例 438 例^[17-19,21-23]。经异质性检验, 研究间不存在异质性 ($P = 0.95, I^2 = 0\%$), 采用 FE 模型。结果显示, 微创组与切开组术后切口感染率比较差异有统计学意义 [$OR = 0.26, 95\% CI: 0.10 \sim 0.68, P = 0.006$], 见图 10。

2.3.9 下肢深静脉血栓发生率 2 篇文献对发生下肢深静脉血栓的患者做了统计, 共纳入病例 235 例^[17,22]。经异质性检验, 研究间不存在异质性 ($P = 0.86, I^2 = 0\%$), 采用 FE 模型。结果显示, 微创组与切开组下肢深静脉血栓发生率比较差异无统计学意义 [$OR = 0.78, 95\% CI: 0.31 \sim 2.00, P = 0.61$], 见图 11。

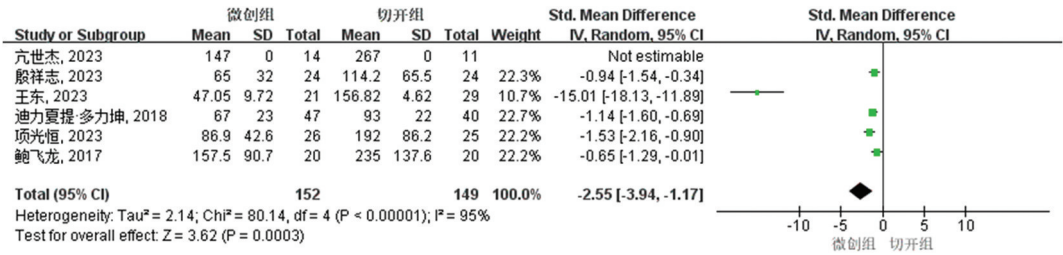


图4 微创组和切开组术中失血量比较的森林图

Figure 4 Forest plot comparing intraoperative blood loss between minimally invasive group and open reduction group

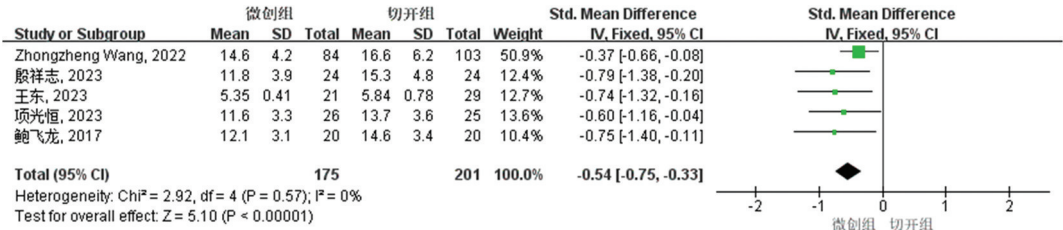


图5 微创组和切开组住院时间比较的森林图

Figure 5 Forest plot comparing hospitalization days between minimally invasive group and open reduction group

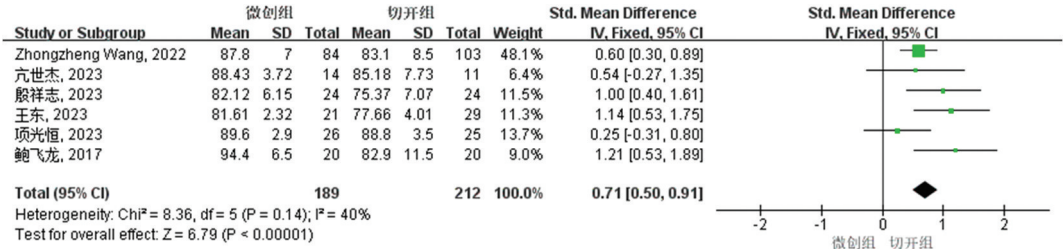


图6 微创组和切开组膝关节HSS评分比较的森林图

Figure 6 Forest plot comparing HSS scores of knee joint between minimally invasive group and open reduction group

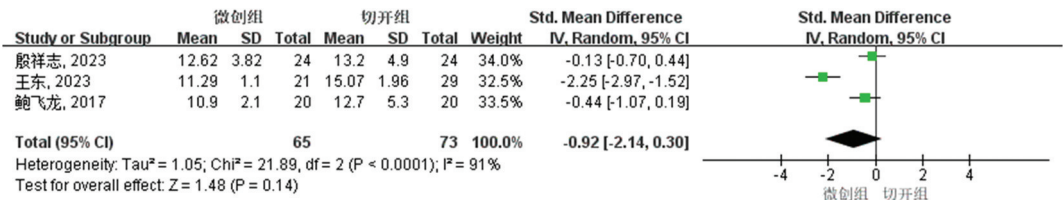


图7 微创组和切开组负重时间比较的森林图

Figure 7 Forest plot comparing weight-bearing time between minimally invasive group and open reduction group

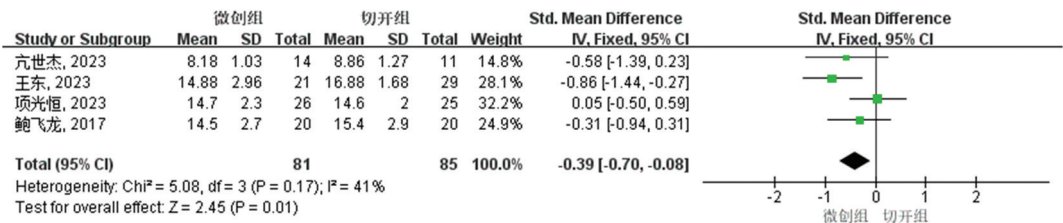


图8 微创组和切开组骨折愈合时间比较的森林图

Figure 8 Forest plot comparing fracture healing time between minimally invasive group and open reduction group

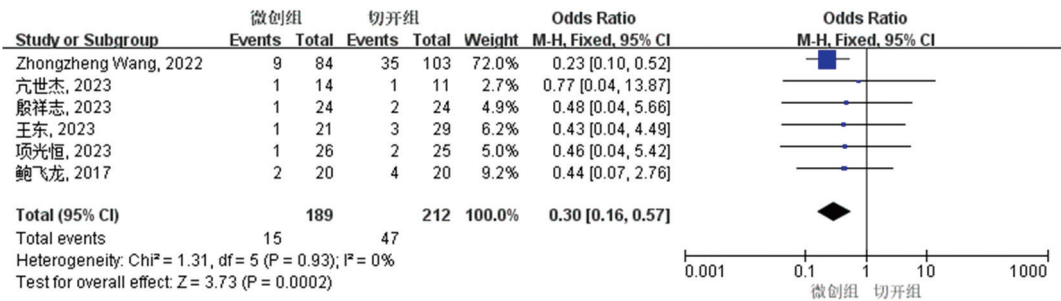


图9 微创组和切开组并发症发生率比较的森林图

Figure 9 Forest plot comparing the incidence of complications between minimally invasive group and open reduction group

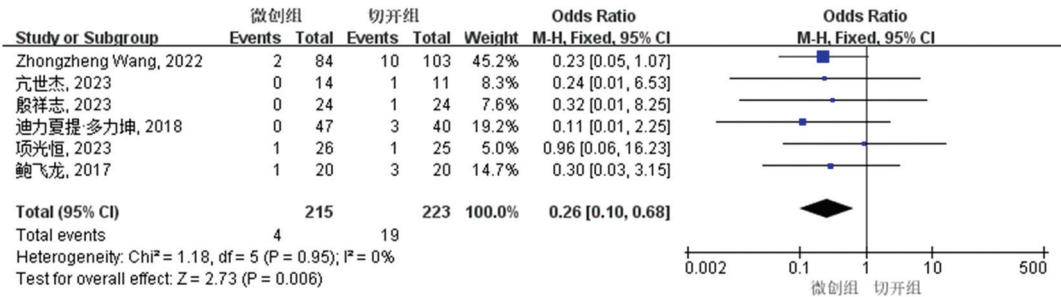


图10 微创组和切开组切口感染发生率比较的森林图

Figure 10 Forest plot comparing the incidence of incision infection between minimally invasive group and open reduction group

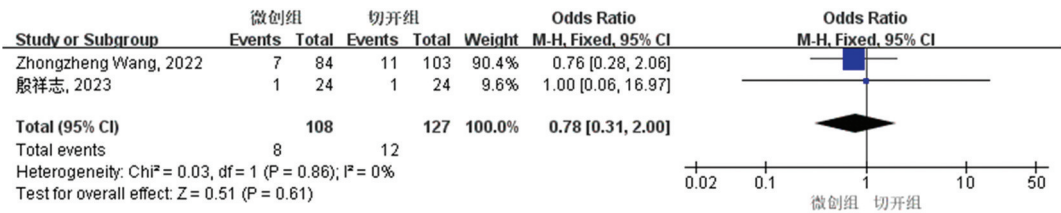


图11 微创组和切开组下肢深静脉血栓发生率比较的森林图

Figure 11 Forest plot comparing the incidence of lower limb deep vein thrombosis between minimally invasive group and open reduction group

3 讨论

胫骨平台骨折作为常见的膝关节内骨折, Schatzker II ~ VI 多伴有膝关节胫骨平台关节面不同程度压缩,解剖复位是预防创伤性膝关节炎决定因素^[24]。Haslhofer 等^[25]对 52 577 例胫骨平台骨折患者系统分析后显示,骨折术后创伤性膝关节炎平均发病率达 5%。传统切开复位采用切开撬拨,掀起膝关节半月板,显露塌陷的关节面,撬拨复位塌陷的胫骨平台后在骨缺损区植骨以恢复关节面高度。之后用接骨板、螺钉固定,维持断端稳定。其优点是在直视下能最大程度保证解剖复位,但软组织及骨膜大量剥离增加了骨折延迟愈合、骨不连的风险。与微创复位相比,更长的手术切口增加了切口感染、液化甚至骨髓炎的风险,常因软组织广泛粘连出现膝关节功能受限等并发症^[26]。微创组分别于股骨髁上、胫骨远端平行关节面旋入 2 枚克氏针,通

过顺势双反牵引装置辅助调整下肢力线,用环形钳夹持后使胫骨平台与股骨远端关节面相匹配,后用适宜型号顶棒或小切口将塌陷骨块撬拨复位,植骨修复骨缺损^[27]。顺势双反牵引复位器能更好顺应人体解剖和生理特点,最大程度、最小创伤复位骨折断端,对软组织破坏小,而且不打开关节囊,能更好保证膝关节稳定性^[28]。

Li 等^[29]对 1 例左胫骨平台粉碎性骨折的中年男性急诊行双反牵引闭合复位接骨板内固定术,术后患者关节功能恢复良好,他们认为该装置不仅能降低手术并发症发生率,对患有心脏病、高龄等不能耐受切开复位手术的患者能有效降低手术风险,且费用低于传统手术。Zhao 等^[30]对 49 例 Schatzker V 和 VI 型患者行双反牵引辅助微创复位后同样认为该装置操作简单,软组织损伤小,术后骨折愈合和膝关节功能都取得良好恢复。Cao 等^[31]研究也得出类似结论。何国文等^[32]在双反牵引与 3D 打印结合

治疗复杂胫骨平台骨折的前瞻性研究中观察到,与对照组相比,试验组能明显缩短手术和骨折复位时间,减少术中出血量和术后并发症发生风险,促进膝关节功能恢复。

本研究结果显示,微创组在术中出血量、住院时间、HSS评分、骨折愈合时间、并发症发生率和切口并发症方面治疗效果优于切开组,表明在双反牵引装置辅助下,微创治疗组手术切口更短、软组织损伤更小,术中所需剥离的骨膜更少,对骨折愈合的不良影响更少,切口感染发生率更低,所需住院观察时间更短。而且与切开组相比,微创组 HSS 评分结果优于切开组,表明在软组织损伤较小的条件下患者术后膝关节功能能够得到早期锻炼,能尽快恢复膝关节功能。而两者在负重时间、手术时间和下肢深静脉血栓发生率方面差异无统计学意义。手术时间比较差异无统计学意义的原因可能是微创切口手术视野小,术中操作不便需要更长时间完成操作。负重时间比较差异无统计学意义的原因可能与医生为降低患者术后创伤性膝关节炎发生率,在术后康复过程中采取了更保守的负重方案,延长了患者不负重时间。下肢深静脉血栓发生率方面比较差异无统计学意义可能与骨折后早期预防和有效的抗凝治疗有关。

本研究的局限性:纳入期刊文献仅有 7 篇,可能存在结果偏倚的可能。不同研究者操作习惯不同、研究机构不一,可能存在手术操作、数据采集等方面的偏倚。

综上所述,本研究认为双反牵引装置辅助复位治疗胫骨平台骨折治疗效果好于切开复位钢板内固定,且该装置操作简便、便于推广,因此推荐双反牵引辅助复位作为治疗胫骨平台骨折首选治疗方式。

[参考文献]

- [1] Assink N, Vaartjes TP, Bosma E, et al. Tibial plateau fracture morphology based on injury force mechanism is predictive for patient-reported outcome and conversion to total knee arthroplasty[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2024, 50(3): 1135-1143.
- [2] Phan TM, Arnold J, Solomon LB. Rehabilitation for tibial plateau fractures in adults: a scoping review protocol[J]. *JBI Database System Rev Implement Rep*, 2017, 15(10): 2437-2544.
- [3] Schatzker J. Compression in the surgical treatment of fractures of the tibia[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1974, (105): 220-239.
- [4] Schatzker J, Mcbroom R, Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1979, (138): 94-104.
- [5] Mahjoubi SEL, Haichour I, Farhaoui AEL, et al. Intra-articular elevating osteotomy for tibial plateau fracture malunion with intra-articular depression: surgical technique and review[J]. *Trauma Case Rep*, 2024, 52: 101038.
- [6] Patterson JT, O' hara NN, Scharfstein DO, et al. Do superficial infections increase the risk of deep infections in tibial plateau and plafond fractures? [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2023, 33(7): 2805-2811.
- [7] Chaman JP, Patrick MR, Reb CW, et al. Comparable outcomes with intramedullary nail and plate constructs for Schatzker VI tibial plateau fractures[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2023, 33(5): 1653-1661.
- [8] Monahan KT, Zavras AG, Angelides GW, et al. Extra-articular proximal tibia fracture fixation with locked plating versus intramedullary nailing: a meta-analysis [J]. *Injury*, 2024, 55(10): 111718.
- [9] Ren W, Zhang W, Jiang S, et al. The study of biomechanics and clinical anatomy on a novel plate designed for posterolateral tibial plateau fractures via anterolateral approach[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10: 818610.
- [10] Huang XR, Jiang YB, Yang CS, et al. Development and clinical application of a new reduction device for the treatment of tibial plateau fracture under arthroscopic monitoring[J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2023, 36(6): 570-573.
- [11] Jain JK, Asif N, Ahmad S, et al. Locked compression plating for peri- and intra-articular fractures around the knee[J]. *Orthop Surg*, 2013, 5(4): 255-260.
- [12] Brinkmann O, Rau M, Maenz S, et al. Arthroscopic-assisted intraosseous balloon-assisted repositioning of a tibial plateau fracture: a case report[J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2015, 82(6): 437-439.
- [13] 张英泽. 顺势复位固定微创治疗胫骨平台骨折[J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(22): 1473-1476.
- [14] 郑占乐, 张飞, 何泽阳, 等. 双向牵引闭合复位微创治疗胫骨平台骨折的初步临床应用[J]. *河北医科大学学报*, 2015, 36(4): 491-492.
- [15] 邵佳申, 张氏顺势牵引微创复位器治疗胫骨平台后外侧骨折的临床研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2019.
- [16] Chen J, Yue C, He P, et al. Comparison of clinical outcomes with hip replacement versus PFNA in the treatment of intertrochanteric fractures in the elderly: A systematic review and meta-analysis (PRISMA) [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(9): e24166.
- [17] 殷祥志, 李启才, 王荃, 等. 双反牵引复位微创内固定治疗胫骨平台骨折的临床研究[J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(22): 1485-1492.
- [18] 迪力夏提·多力坤, 郑龙坡. 顺势复位治疗胫骨平台骨折的临床研究[J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4(3): 163-167.
- [19] 亢世杰, 鲍飞龙, 黄东生, 等. 牵引及撬拨复位内固定治疗过伸

- 型胫骨平台骨折[J].中华骨科杂志,2023,43(22):1501-1508.
- [20] 王东,邓翔天,赵仁良,等.双反牵引辅助复位与切开复位内固定治疗胫骨平台骨折的疗效比较[J].中华骨科杂志,2023,43(22):1477-1484.
- [21] 项光恒,陈思源,鲁建鹏,等.股骨撑开与顺势双反牵引复位内固定治疗 SchatzkerⅣ~Ⅵ型胫骨平台骨折[J].中华骨科杂志,2023,43(22):1493-1500.
- [22] Wang Z, Zheng Z, Ye P, et al. Treatment of tibial plateau fractures:A comparison of two different operation strategies with medium-term follow up[J]. J Orthop Translat, 2022, 36:1-7.
- [23] 鲍飞龙,刘涛,亢世杰,等.传统切开复位内固定与双反牵引微创复位经皮内固定治疗胫骨平台骨折的临床疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2017,19(10):854-860.
- [24] 任晓萌,张巍,塌陷型外侧胫骨平台骨折生物力学的研究进展[J].中华创伤骨科杂志,2024,26(4):359-363.
- [25] Haslhofer DJ, Kraml N, Winkler PW, et al. Risk for total knee arthroplasty after tibial plateau fractures; a systematic review[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(11):5145-5153.
- [26] Gálvez-Sirvent E, Ibarzábal-Gil A, Rodríguez-Merchán EC. Complications of the surgical treatment of fractures of the tibial plateau: prevalence, causes, and management [J]. EFORT Open Rev, 2022, 7(8):554-568.
- [27] 陈红俊,胡栢均,高大伟,等.改良型双反牵引技术治疗胫骨平台骨折的疗效分析[J].中华创伤骨科杂志,2023,25(4):351-355.
- [28] 张英泽.骨折顺势复位固定理论在创伤骨科中的应用[J].中华创伤杂志,2017,33(7):577-580.
- [29] Li DQ, Song DY, Ni JD, et al. A case report of Schatzker type VI tibial plateau fracture treated with double reverse traction closed reduction combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique: A case report [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(45):e8394.
- [30] Zhao WQ, Li XS, Hua J, et al. Reverse traction with Kirschner wires and bilateral external fixation device combined with minimally invasive plate osteosynthesis technique for tibial plateau fractures of type Schatzker V and VI[J]. Int Orthop, 2023, 47(9):2327-2336.
- [31] Cao F, Xue H, Yan C, et al. Clinical application study of minimally invasive double-reverse traction in complex tibial plateau fractures[J]. Biomed Res Int, 2022, 2022:5564604.
- [32] 何国文,胡栢均,高大伟,等.3D打印术前规划联合双反牵引装置治疗 Schatzker V、Ⅵ型胫骨平台骨折[J].中国组织工程研究,2022,26(36):5764-5769.

(本文编辑:何祯)