

经皮微创钢板内固定与切开复位内固定治疗成人胫骨远端骨折的 Meta 分析

张庆熙, 高福强, 孙伟, 王云亭, 杨雨润, 李子荣
(中日友好医院骨科, 北京 100029)

【摘要】 目的: 对经皮微创钢板内固定术(MIPPO)与切开复位内固定术(ORIF)治疗成人胫骨远端骨折的疗效进行 Meta 分析。方法: 通过计算机检索 Pubmed(1968 年至 2014 年 3 月), Cochrane 图书馆、中国知网数据库(1998 年至 2014 年 3 月), 手工检索相关的中英文骨科杂志。收集 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折的病例对照研究, 选择术后感染率、手术时间、术中出血量、骨折不愈合率、骨折延迟愈合、骨折畸形愈合率作为 Meta 分析的评价指标, 按 Cochrane 协作网推荐的方法进行系统评价。结果: 共纳入 5 项研究 366 例患者。Meta 分析结果显示: MIPPO 组感染率低于 ORIF 组 [OR=0.23, 95% CI (0.06, 0.92), $P=0.04$]; MIPPO 组骨折不愈合率低于 ORIF 组 [OR=0.16, 95% CI (0.03, 0.76), $P=0.02$]; ORIF 组骨折畸形愈合率低于 MIPPO 组 [OR=7.46, 95% CI (1.68, 33.10), $P=0.008$]; MIPPO 组手术时间短于 ORIF 组 [MD=-14.42, 95% CI (-27.79, -1.05), $P<0.05$]; MIPPO 组术中出血量少于 ORIF 组 [MD=-87.17, 95% CI (-99.20, -75.15), $P<0.05$]; 两组骨折延迟愈合率比较差异无统计学意义。结论: 对于成人胫骨远端骨折, 与切开复位内固定治疗相比, 经皮微创钢板内固定治疗手术时间短、出血量较少、术后感染率和骨折不愈合率低, 但骨折畸形愈合率高。总体来看 MIPPO 较 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折更有优势, 但最佳治疗方案的选择应结合患者的病情进行综合考虑。

【关键词】 胫骨骨折; 骨折固定术, 内; Meta 分析

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2015.08.019

Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation for distal tibial fractures in adults: a meta-analysis ZHANG Qing-xi, GAO Fu-qiang, SUN Wei, WANG Yun-ting, YANG Yu-run, and LI Zi-rong. Department of Orthopaedics, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China

ABSTRACT Objective: To perform a meta-analysis on clinical outcomes of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) or open reduction and internal fixation (ORIF) for distal tibial fractures in adults. **Methods:** Pubmed database (from 1968 to March 2014), Cochrane library and CNKI database (from 1998 to March 2014) were searched. Case-control study on minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) or open reduction and internal fixation (ORIF) for distal tibial fractures in adults were chosen, and postoperative infection, operative time, blood loss, fracture nonunion rate, delayed union, fracture malunion rate were seen as evaluation index for meta analysis. The system review was performed using the method recommended by the Cochrane Collaboration. **Results:** Totally 5 studies (366 patients) were enrolled. Meta-analysis showed that there were significant meaning in postoperative infection between MIPPO and ORIF [OR=0.23, 95% CI (0.06, 0.92), $P=0.04$]; fracture nonunion rate in MIPPO was lower than in ORIF group [OR=0.16, 95% CI (0.03, 0.76), $P=0.02$]; operative time in MIPPO was shorter than in ORIF group, and had significant difference [MD=-14.42, 95% CI (-27.79, -1.05), $P<0.05$]; blood loss in MIPPO was less than in ORIF group [MD=-87.17, 95% CI (-99.20, -75.15), $P<0.05$]; there was no obviously meaning in delayed union between two groups. **Conclusion:** For distal tibial fractures in adults, MIPPO has advantages of short operative time, less blood loss, lower incidence of infection and fracture non-union, but with high fracture malunion rate. MIPPO for distal tibial fractures in adults is better than ORIF, and the best treatment should choose according to patient's condition.

KEYWORDS Tibial fractures; Fracture fixation, internal; Meta-analysis

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(8): 757-762 www.zggszz.com

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 81372013)

Fund program: Provided by National Natural Science Foundation of China (No. 81372013)

通讯作者: 高福强 E-mail: gaofuqiang0604@163.com

Corresponding author: GAO Fu-qiang E-mail: gaofuqiang0604@163.com

胫骨远端骨折是成人常见的骨折之一。由于胫骨的解剖学特点, 胫骨远端骨折术后出现并发症的概率更高^[1]。国内外尚缺少大量对成人胫骨远端骨折不同手术治疗的随机对照研究报道, 最佳的治疗

方式仍有争议。传统的切开复位内固定术(open reduction and internal fixation, ORIF) 是最常用的治疗方法, 经皮微创钢板内固定术(minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis, MIPPO) 也越来越被用于治疗胫骨远端骨折, 两种术式均有其优缺点^[2]。目前, 没有足够的研究证明 MIPPO 与 ORIF 哪种方法更有优势, 为更好评估 MIPPO 与 ORIF 的临床效果, 本文对国内外发表的 MIPPO 与 ORIF 治疗胫骨远端骨折的相关对照研究进行 Meta 分析, 希望能对该部位骨折治疗方案的选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

1.1.1 纳入标准 国内外公开发表的随机对照试验(randomized controlled trials, RCTs), 半随机对照试验(quasi randomized controlled trials, Quasi-RCTs) 或非随机对照试验(non-randomized controlled trials, Non-RCTs), 包括回顾性和前瞻性研究; 18 岁以上胫骨远端骨折的患者, 国家、性别、文化程度不限; 以中文或英文发表的文献; 文献表达清楚, 能获得明确的分组信息; 采用 MIPPO 治疗和 ORIF 治疗。

1.1.2 排除标准 回顾性病例报道而非对照性研究; 重复报道, 研究人群为儿童; 合并胫骨干近端骨折或胫骨平台骨折; 患者有恶病质, 服用免疫抑制剂, 患糖尿病等易感染因素; 病理性骨折或有胫骨远端陈旧性骨折。

1.2 测量指标

包括术后感染率, 手术时间, 术中出血量, 骨折延迟愈合率, 骨折畸形愈合率及骨折不愈合率。骨折延迟愈合定义为: 术后 6~9 个月没有达到临床愈合标准。骨折畸形愈合定义为: 前后成角及内外成角 $>4^\circ$, 旋转成角 $\geq 10^\circ$, 骨折端平行位移或缩短 >5 mm。骨折不愈合定义为: 骨折 6 个月内无任何愈合征象。骨折愈合定义为: 术后 3 个月 X 线片示骨折端至少 3/4 骨皮质连续。

1.3 文献检索

参考 Cochrane 协作网制订的检索策略进行检索(<http://handbook.cochrane.org/>), 包括计算机检索、手工检索和其他检索。以“tibial fractures, internal fixation, minimally invasive, bone plates”为英文检索词, 计算机检索 Pubmed(1968 年至 2014 年 3 月)、Cochrane 图书馆(2014 年 3 月), 以“胫骨远端骨折, 内固定, 微创, 钢板”为中文检索词检索中国知网数据库(1998 年至 2014 年 3 月), 手工检索《中华创伤骨科杂志》《中华骨科杂志》《中华外科杂志》《中华创伤杂志》等国内骨科杂志。用 ScienceDirect、Springerlink 等获取全文, 并追查相关文献的参考文献。

1.4 文献质量评价与资料提取

由 2 名独立文献评价员用统一的质量评价表格对每篇符合纳入标准的文献进行质量评价和资料提取, 如存在分歧可通过协商或征求第 3 位研究者意见。采用改良的 Jadad 文献评分量表^[3]作为标准, 采用 4 项 7 分制, 从以下 4 个方面对文献进行评价: (1) 是否采用了随机分组对照试验。(2) 是否采用了随机隐藏。(3) 是否采用了盲法。(4) 是否有对试验退出或释放病例的描述。基于此标准纳入研究的真实性可根据 Cochrane 系统评价员手册推荐的简单评估法分为 3 级: A 级, 所有评价指标均正确, 其偏倚对结果产生影响的可能性小; B 级, 只有 1 项指标未描述, 其发生相应偏倚并对结果产生影响的可能性为中等; C 级, 只有 1 项指标为不正确或未使用, 其发生相应偏倚并对结果产生影响具有高度可能性。

1.5 统计学处理

采用 Cochrane 协作网提供的 RevMan 5.0 软件进行分析。各研究合并前, 评价纳入研究之间有无异质性: 当研究间无异质性($P>0.1, I^2<50\%$)时, 采用固定效应模型分析(Mantel-Haenszel 法); 当研究间存在异质性($P<0.1, I^2>50\%$)时, 分析异质性产生原因并尽可能进行亚组分析, 以减小异质性; 若仍存在异质性, 则采用随机效应模型评估方法。计数资料采用比值比(odd ratio, OR)分析, 计量资料采用均数差(mean difference, MD)分析, 并分别计算其 95% 可信区间(confidence interval, CI)。

2 结果

2.1 文献检索结果

共检索到相关文献 2 312 篇, 经过阅读标题和摘要后初步筛选, 进一步阅读全文排除重复及无关文献, 最终纳入 5 篇文献^[4-8], 共 366 例患者, 发表时间为 2010 年至 2013 年。其中外文文献 2 篇^[7-8], 中文文献 3 篇^[4-6], 文献筛选流程图见图 1。

2.2 纳入研究的质量评价

纳入的 5 项研究中, 1 项研究^[7]采用了随机分配方案隐藏充分, 采用了双盲法, 属于 RCTs; 其他 4 项研究^[4-6, 8], 均未采取或记录随机分配方案及盲法使用情况, 属于 Non-RCTs。5 项研究均报道了随访情况, 且对研究前的基本情况进行了比较, 各组基线具有一致性。因此, 本研究纳入的 5 项研究质量评价为: 1 个 A 级, 4 个 C 级, 可能存在中等偏倚。纳入研究的基本特征见表 1, 纳入研究的 Jada 评分见表 2。

2.3 测量指标的 Meta 分析结果

2.3.1 感染率 5 项研究^[4-8]均报道了感染, 共纳入 366 例患者, 其中 MIPPO 组 184 例, ORIF 组 182 例, 各研究间无异质性($P=1.00, I^2=0\%$), 采用固定效应

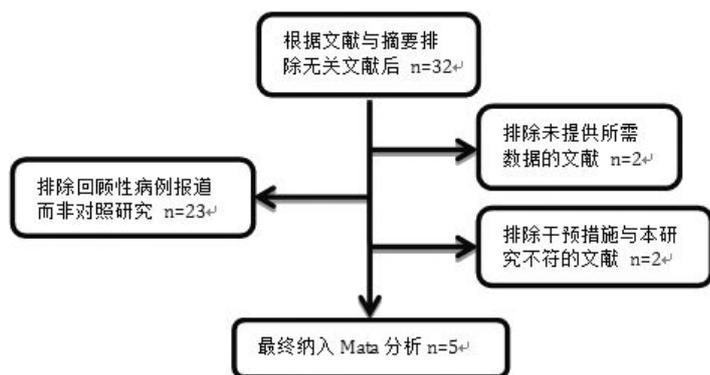


图 1 纳入文献流程图

Fig.1 Flow chart of inclusive literature

模型分析。MIPPO 组与 ORIF 组治疗胫骨远端骨折的感染率比较, 差异有统计学意义 [OR = 0.23, 95% CI (0.06, 0.92), P = 0.04, 图 2]。

2.3.2 手术时间 4 项研究^[4-6,8]报道了手术时间, 共纳入 272 例, MIPPO 组 132 例, ORIF 组 140 例, 各研究间有异质性 (P = 0.000 1, I² = 86%), 采用随机效应模型分析。MIPPO 组与 ORIF 组治疗胫骨远端骨折的手术时间比较, 差异有统计学意义 [MD = -14.42, 95% CI (-27.79, -1.05), P = 0.03, 图 3]。

2.3.3 术中出血量 2 项研究^[4,6]报道了

表 1 纳入 Meta 分析文献的基本特征

Tab.1 Characteristics of literature for meta-analysis

纳入文献	国家	干预措施		样本量(例)		观察指标					
		对照组	干预组	ORIF	MIPPO	感染率	手术时间	术中出血量	骨折延迟愈合率	骨折不愈合率	骨折畸形愈合率
Wang 等 ^[8]	中国	ORIF	MIPPO	15	15	有	有	未提及	有	有	未提及
Jian 等 ^[7]	中国	ORIF	MIPPO	42	52	有	未提及	未提及	有	有	有
仇继任等 ^[5]	中国	ORIF	MIPPO	34	42	有	有	未提及	有	未提及	有
常国荣等 ^[4]	中国	ORIF	MIPPO	44	36	有	有	有	有	有	有
邹凯等 ^[6]	中国	ORIF	MIPPO	47	39	有	有	有	有	未提及	有

注: ORIF 为切开复位内固定术; MIPPO 为经皮微创钢板内固定术; 下表同

Note: ORIF refers open reduction and internal fixation; MIPPO refers minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis; follows the same

表 2 纳入研究 Jadad 评分量表

Tab.2 Jadad Scores of inclusive literature

纳入文献	设计类型	随机方法	评价者盲法	分配隐藏	退出描述	质量评分(分)
Wang 等 ^[8]	RCT	恰当	恰当	恰当	有	7
Jian 等 ^[7]	Non-RCTS	不恰当	不恰当	不恰当	有	1
仇继任等 ^[5]	Non-RCTS	不恰当	不恰当	未使用	有	1
常国荣等 ^[4]	Non-RCTS	不恰当	不恰当	未使用	有	1
邹凯等 ^[6]	Non-RCTS	不恰当	不恰当	未使用	有	1

注: RCTS 为随机对照试验, Non-TRCTS 为非随机对照试验

Note: RCTS stands for randomized controlled trial, Non-RCTS stands for non randomized controlled trial

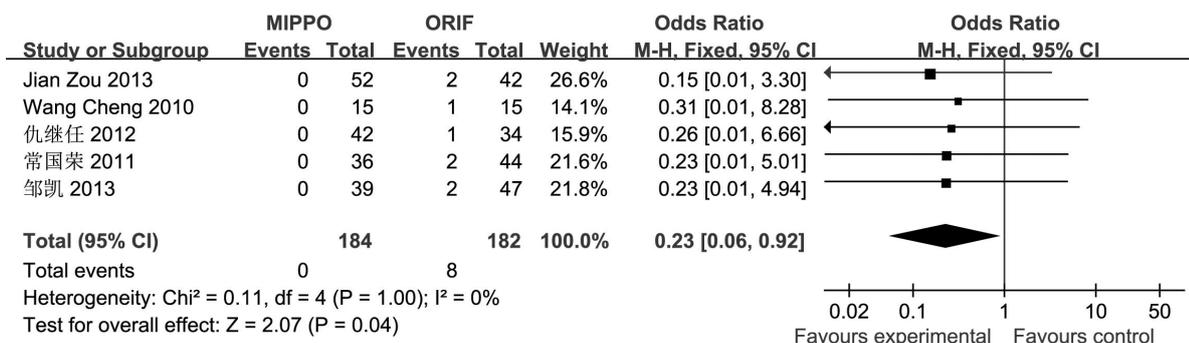


图 2 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折感染率比较的森林图

Fig.2 Forest plot of infection rate of patients treated with MIPPO and ORIF

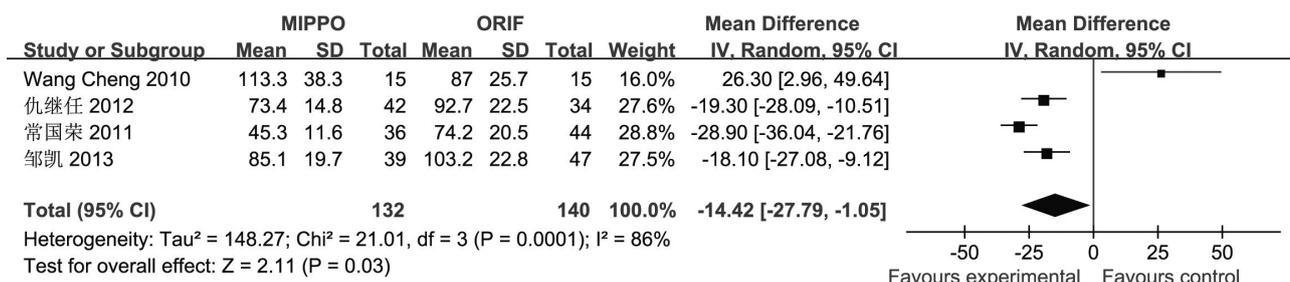


图 3 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折手术时间比较的森林图

Fig.3 Forest plot of operation time of patients treated with MIPPO and ORIF

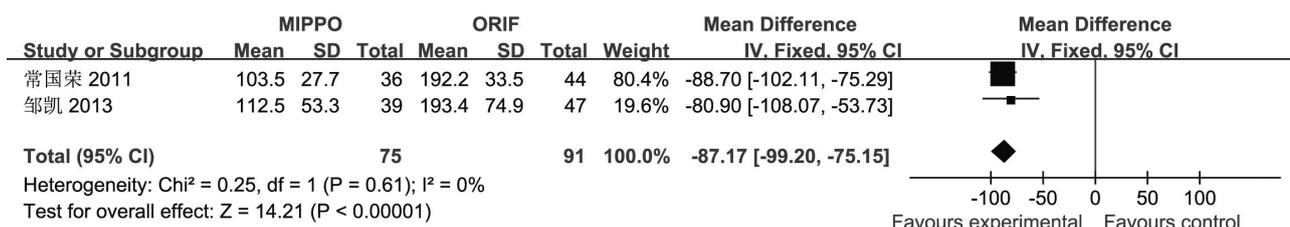


图 4 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折术中出血量比较的森林图

Fig.4 Forest plot of blood loss of patients treated with MIPPO and ORIF

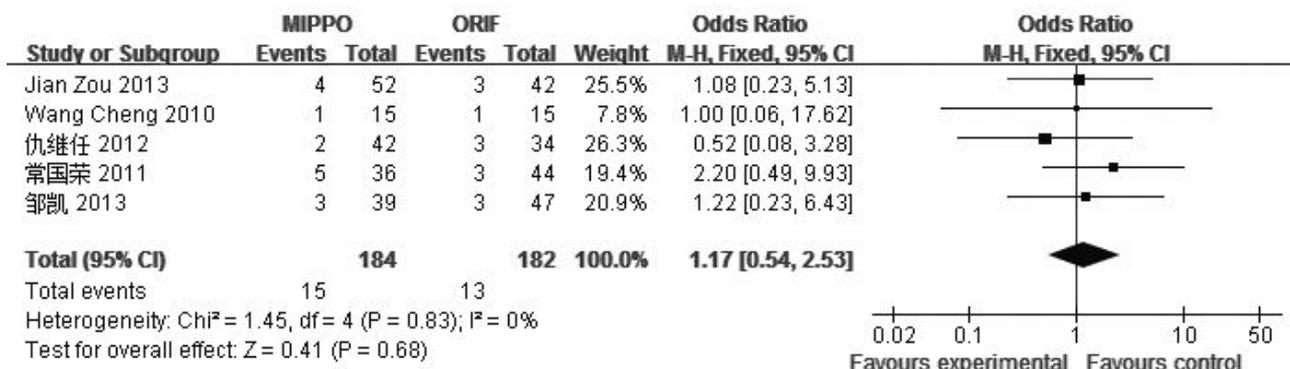


图 5 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折延迟愈合发生率比较的森林图

Fig.5 Forest plot of delayed nonunion of patients treated with MIPPO and ORIF

术中出血量,共纳入 166 例,其中 MIPPO 组 75 例,ORIF 组 91 例,各研究间无异质性 ($P=0.61, I^2=0%$),采用固定效应模型分析。MIPPO 组与 ORIF 组治疗胫骨远端骨折的术中出血量比较,差异有统计学意义 [$MD=-87.17, 95\% CI (-99.20, -75.15), P<0.0001$,图 4]。

2.3.4 骨折延迟愈合率 5 项研究^[4-8]均报道了延迟愈合率,共纳入 366 例,其中 MIPPO 组 184 例,ORIF 组 182 例,各研究间无异质性 ($P=0.83, I^2=0%$),采用固定效应模型分析。MIPPO 组与 ORIF 组的延迟愈合率比较,差异无统计学意义 [$OR=1.17, 95\% CI (0.54, 2.53), P=0.68$,图 5]。

2.3.5 骨折不愈合率 3 项研究^[4,7-8]报道了骨折不愈合率,共纳入 204 例,其中 MIPPO 组 103 例,ORIF 组 101 例,各研究间无异质性 ($P=0.87, I^2=0%$),采用

固定效应模型分析。MIPPO 组与 ORIF 组治疗胫骨远端骨折术后骨折不愈合率比较明显较低,差异有统计学意义 [$OR=0.16, 95\% CI (0.03, 0.76), P=0.02$,图 6]。

2.3.6 骨折畸形愈合率 4 项研究^[4-7]报道了骨折畸形愈合率,共纳入 336 例,MIPPO 组 169 例,ORIF 组 167 例,各研究间无异质性 ($P=0.83, I^2=0%$),采用固定效应模型分析。MIPPO 组与 ORIF 组治疗胫骨远端骨折术后畸形愈合率比较明显较高,差异有统计学意义 [$OR=7.46, 95\% CI (1.68, 33.10), P=0.008$,图 7]。

3 讨论

ORIF 与 MIPPO 是目前治疗胫骨远端骨折的主要术式^[9],但两种方法治疗胫骨远端骨折的系统性分析国内外极少报道,本文纳入了 5 项关于 MIPPO

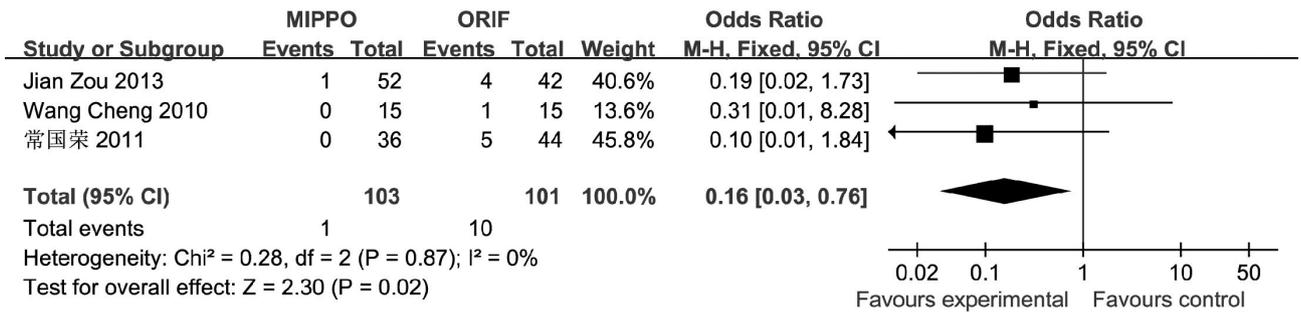


图 6 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折不愈合率比较的森林图

Fig.6 Forest plot of fracture nonunion of patients treated with MIPPO and ORIF

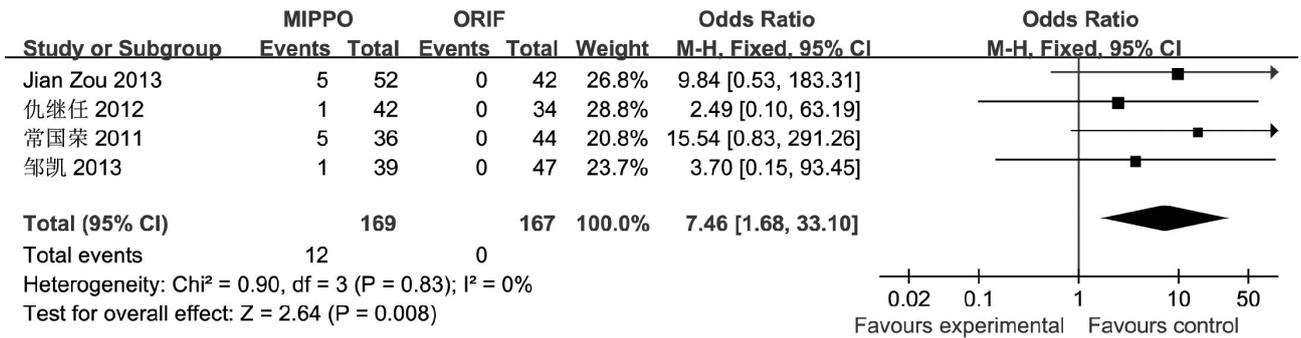


图 7 MIPPO 与 ORIF 治疗成人胫骨远端骨折畸形愈合率比较的森林图

Fig.7 Forest plot of fracture malunion of patients treated with MIPPO and ORIF

与 ORIF 治疗胫骨远端骨折疗效的对照研究，通过 Meta 分析来系统的评价两种方法的优缺点。大量的高质量、大规模的随机对照试验及尽量少的异质性研究的 Meta 分析是临床干预与指导的有力证据。本研究中 1 篇为 RCT, 4 篇为 Non-RCT; 纳入与排除标准不够严格统一; 1 篇研究的质量等级为 A 级, 4 篇为 C 级; 总的样本量相对较小, 为 366 例, 这些都可能造成 Meta 分析结果有一定程度的偏倚。

本研究通过 Meta 分析结果发现, MIPPO 组感染率明显低于 ORIF 组。ORIF 组感染率高可能与两方面因素有关: 一方面由于胫骨远端本身软组织覆盖少、血供差, 骨折后骨及软组织损伤均较严重; 另一方面与手术时需切开骨折部及周围软组织有关, 骨折片的分离和骨折周围软组织损伤的增大会增加感染的发生率。MIPPO 组使软组织得到了最大的保护, 很好地避免了由于创伤容易导致的伤口问题, 如伤口感染、皮肤坏死等^[10-12]。

Meta 分析结果发现 MIPPO 组骨折不愈合率低于 ORIF 组。由于胫骨远端特殊的解剖结构, 术者越来越重视术中对软组织的保护。通过对尸体解剖与动物实验的研究发现, 减轻长骨骨折中软组织的损伤程度对术后恢复是非常重要的, 传统的 ORIF 会增加阻断干骺端血液供应的风险。Borrelli 等^[13]报道远端胫骨干骺端有相当丰富的骨外血运, 主要来自

胫骨前后动脉的血管分支, 切开复位内固定较微创钢板内固定会加重损伤骨外血运的供应。为了提高骨折愈合率, 在过去几十年中, 外科医生尝试并发展了很多种手术方法来减小手术损伤以保持骨折碎片的血液供应。闭合复位微创经皮置入钢板固定术 (MIPPO) 在强调闭合复位与钢板固定的稳定性的同时并不破坏骨折周围的“环境”, 确保了多数血管的活性, 并保留了含有多种促进骨折愈合必须的生长因子的血肿^[11,13-15]。Hasenboehler 等^[16]报道 32 例应用 MIPPO 治疗的患者, 26 例术后无不愈合出现, 骨折愈合良好, 优良率为 81%, 与本研究结果一致。

Meta 分析结果显示, MIPPO 组的畸形愈合率明显高于 ORIF 组。ORIF 作为治疗胫骨远端骨折的传统方法, 优点是可通过其准确的复位和牢靠的内固定达到最大的人体力学稳定性, 以减少骨折部在愈合过程中旋转及成角畸形。Zou 等^[17]报道 MIPPO 技术在闭合复位下骨折部嵌入的肌肉、骨膜等软组织难以剥离, 骨折端对位对线差、接触面积减小, 很难达到解剖复位, 导致骨折愈合时间长, 畸形愈合率增高; 即使复位理想, 旋转与成角畸形也不可避免的。

Meta 分析结果显示, MIPPO 组的手术时间及术中出血量都少于 ORIF 组。理论上, MIPPO 组有效减少了软组织的损伤、封闭创面, 对血管的损伤较小, 有利于骨折周围软组织环境的保护, 很大程度上减

少了术中出血量。而 ORIF 技术则因切口大、软组织损伤严重、手术难度大,使得手术时间长、术中出血量大,这与本研究结果相符。对于手术时间,纳入的 4 个研究组统计学异质性较大($P=0.0001$, $I^2=86\%$), 异质性产生的可能的原因可能在于各研究者的手术熟练程度不同导致手术时间有一定的差异,手术熟练程度越高,手术时间就相对越短。本研究对两组的骨折延迟愈合发生率比较差异无统计学意义。

本研究由于纳入研究的方法学质量不高,可能存在选择偏倚、实施偏倚等,具有以下局限性:(1)4 篇研究未报告随机分配方法及分配方案的隐藏,使得在分析过程中不能防止研究人员的主观选择偏倚及测量偏倚。(2)4 篇纳入研究未使用或描述盲法,故不能有效避免研究者或受试者的测量性偏倚和主观偏倚,或减少收集、分析资料时的偏倚危险。(3)纳入的 5 篇研究中排除标准不够严格统一,60 岁以上老人也被纳入,而老年人合并基础疾病较多(如骨质疏松、高血压等),会影响骨折愈合。(4)结合现有的临床研究证据显示,与 MIPPO 治疗成人胫骨远端骨折相比,ORIF 会增加术后感染率、骨折不愈合率,手术时间长、术中出血量较多,而 MIPPO 的畸形愈合率较高。尽管就本文分析结果来看,MIPPO 更适合成人胫骨远端骨折的治疗,但 Ozsoy 等^[18]提出 MIPPO 会对大隐静脉与表浅的腓神经造成损伤,并会增加术者在手术过程中电离辐射的暴露量。笔者认为最佳手术治疗方式应根据患者综合情况来选择。因本研究文献质量及样本量的局限性,得出的结论尚需进行高质量、大样本的 RCT 以进一步证实。

参考文献

- [1] Busse JW, Morton E, Lacchetti C, et al. Current management of tibial shaft fractures: a survey of 450 canadian orthopedic trauma surgeons[J]. *Acta Orthopa*, 2008, 79(5): 689-694.
- [2] 杨明, 张殿英, 付中国, 等. 经皮微创接骨板技术治疗胫骨远端骨折的疗效分析[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2011, 13: 553-555.
Yang M, Zhang DY, Fu ZG, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial fractures[J]. *Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi*, 2011, 13: 553-555. Chinese.
- [3] Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of report of randomized clinical trial: Is blinding necessary[J]. *Control Clin Trials*, 1996, 17: 1-5.
- [4] 常国荣, 岑智聪, 高洪辉, 等. 经皮微创钢板内固定与切开复位内固定治疗不同分型胫骨远端骨折疗效及指征[J]. *中国医药导报*, 2011, 8(34): 48-52.
Chang GR, Ceng ZC, Gao HH, et al. Clinical curative effect and indications of minimally invasive percutaneous plate fixation and open reduction and internal fixation in the treatment of different types of distal tibial fractures[J]. *Zhongguo Yi Yao Dao Bao*, 2011, 8(34): 48-52. Chinese.
- [5] 仇继任, 陆茂德, 葛顺杰, 等. 胫骨骨折闭合复位经皮置入锁定钢板固定与切开复位钢板内固定疗效比较[J]. *中国医药导报*, 2012, 9(21): 33-34.
Chou JR, Lu MD, Ge SJ, et al. Treatment efficacy comparison of minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation in the treatment of tibial fracture[J]. *Zhongguo Yi Yao Dao Bao*, 2012, 9(21): 33-34. Chinese.
- [6] 邹凯, 车彪, 王凯. 微创经皮钢板内固定与切开复位钢板内固定治疗胫骨远端骨折的疗效对比研究[J]. *临床和实验医学杂志*, 2013, 12(11): 851-855.
Zou K, Che B, Wang K, et al. Study on comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis with open reduction and internal fixation for treatment of distal tibia fracture[J]. *Lin Chuang He Shi Yan Yi Xue Za Zhi*, 2013, 12(11): 851-855. Chinese.
- [7] Zou J, Zhang W, Zhang CQ. Comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis with open reduction and internal fixation for treatment of extra-articular distal tibia fractures[J]. *Care Injured*, 2013, 44(8): 1102-1106.
- [8] Wang C, Li Y, Manyi W. Comparison study of two surgical options for distal tibia fracture-minimally invasive plate osteosynthesis vs. open reduction and internal fixation[J]. *Int Orthop*, 2011, 35(5): 737-742.
- [9] Muller ME, Nezarian S, Koch P, et al. The comprehensive classification of long bones[M]. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1990: 148-191.
- [10] Olerud S, Karlström G. Tibial fractures treated by AO compression osteosynthesis. Experiences from a five year material[J]. *Acta Orthop Scand Suppl*, 1972, 140: 1-104.
- [11] Francois J, Vandeputte G, Verheyden F, et al. Percutaneous plate fixation of fractures of the distal tibia[J]. *Acta Orthop Belg*, 2004, 70(2): 148-154.
- [12] 王小兵, 巫宗德, 刘显东, 等. 微创经皮钢板内固定治疗胫骨远端骨折[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2006, 8(8): 789-790.
Wang XB, Wu ZD, Liu XD, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial fractures[J]. *Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi*, 2006, 8(8): 789-790. Chinese.
- [13] Borrelli J, Prickett W, Song E, et al. Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: a human cadaveric study[J]. *J Orthop Trauma*, 2002, 16(10): 691-695.
- [14] Farouk O, Krettek C, Miclau T, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study[J]. *Injury*, 1997, 28: A7-12.
- [15] Sommer CH, Gautier E. Relevance and advantages of new angular stable screw-plate systems for diaphyseal fractures (locking compression plate versus intramedullary nail)[J]. *Ther Umsch*, 2003, 60(12): 751-756.
- [16] Hasenboehler E, Rikli D, Babst R. Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients[J]. *Injury*, 2007, 38(3): 365-370.
- [17] Zou J, Shi ZM, Zhang W, et al. Open reduction and internal fixation better than percutaneous plate osteosynthesis in distal tibial fractures[J]. *J Invest Surg*, 2012, 25(5): 326-329.
- [18] Ozsoy MH, Tuccar E, Demiryurek D, et al. Minimally invasive plating of the distal tibia: do we really sacrifice saphenous vein and nerve? A cadaver study[J]. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(2): 132-138.

(收稿日期: 2014-10-20 本文编辑: 连智华)