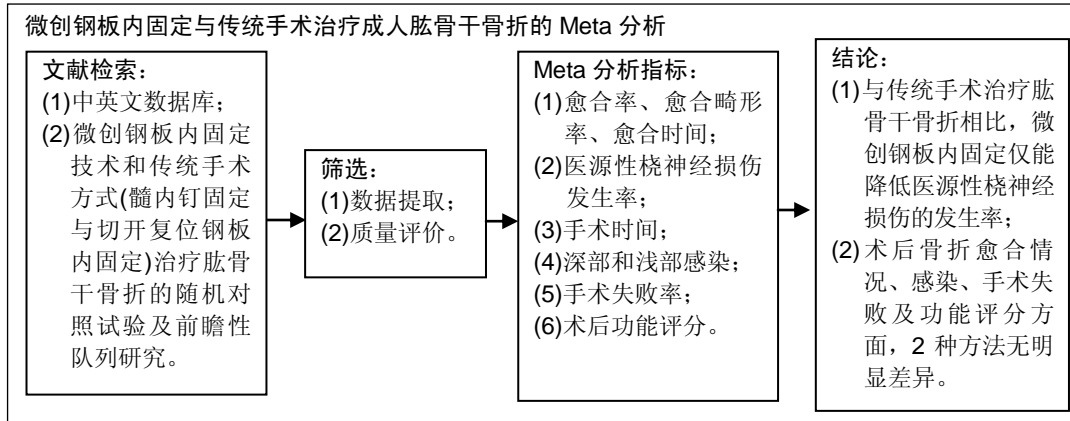


# 微创钢板内固定与传统手术治疗成人肱骨干骨折的系统评价

王伟<sup>1,2</sup>, 陈永佳<sup>3</sup>, 沈磊<sup>1</sup>, 陆政峰<sup>1</sup>, 李柳炳<sup>1</sup> (苏州大学附属第二医院骨外科, 江苏省苏州市 215000; <sup>2</sup>苏州大学医学部, 江苏省苏州市 215000; <sup>3</sup>昆山市第六人民医院骨外科, 江苏省昆山市 215300)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.1019 ORCID: 0000-0002-2121-0619(王伟)

文章快速阅读:



王伟, 男, 1995 年生, 甘肃省庄浪县人, 汉族, 苏州大学医学部在读学士, 主要从事创伤骨科方向的研究。

通讯作者: 李柳炳, 副主任医师, 苏州大学附属第二医院骨外科, 江苏省苏州市 215000

中图分类号:R459.9  
文献标识码:A  
稿件接受: 2018-09-05



## 文题释义:

**微创钢板内固定技术:** 技术核心是避免直接暴露骨折端, 最大程度地保护骨折碎片活力, 使用长接骨板进行桥接固定, 为骨折愈合提供良好的生物学环境。间接复位避免骨膜剥离, 减少对骨穿支动脉和滋养动脉的破坏, 不会对骨膜营养血管造成损害。而良好的血供提高抗感染能力, 降低感染机会, 减少因手术造成的骨缺失, 同时还保留成骨生长因子, 降低植骨需求。

**肱骨干骨折:** 系指肱骨外科颈以下 1.0-2.0 cm 至肱骨髁上 2 cm 之间的骨折, 多发于骨干的中部, 其次为下部, 上部最少, 中下 1/3 骨折易合并桡神经损伤, 下 1/3 骨折易发生骨不连。常见的手术方式有传统的髓内钉固定和切开复位钢板内固定, 以及近几年发展起来的微创钢板内固定技术。

## 摘要

**背景:** 目前, 有不少临床研究对比微创钢板内固定技术和传统手术治疗肱骨干骨折的效果, 但尚不能确定哪种方法更为优越, 因此对 2 种手术方式的临床疗效进行系统评价很有必要。

**目的:** 系统对比微创钢板内固定技术和传统手术方式(髓内钉固定与切开复位钢板内固定)治疗肱骨干骨折的临床疗效。

**方法:** 电子检索 PubMed、EMBASE、ClinicalTrials.gov、Web of Science、Cochrane 和 CNKI 数据库, 时限截止到 2018-03-10。2 名评价者按纳入排除标准对文献进行独立筛选, 通过 RevMan 5.3.5 软件完成 Meta 分析。

**结果与结论:** ①最终纳入 3 篇随机对照试验和 3 篇前瞻性队列研究, 共 324 例患者; ②Meta 分析结果显示, 微创钢板内固定组医源性桡神经损伤发生率比传统组低( $RR=0.35, 95\%CI 0.13-0.96, P=0.87, I^2=0\%$ ); 2 组的愈合率、愈合畸形、愈合时间、手术时间、深部和浅部感染、手术失败及术后功能评分差异无显著性意义; ③提示与传统手术治疗肱骨干骨折相比, 微创钢板内固定仅能降低医源性桡神经损伤的发生率, 而术后骨折愈合情况、感染、手术失败及功能评分方面, 2 种方法无明显差异。今后仍需要大样本的随机对照试验来验证结论。

## 关键词:

肱骨干骨折; 微创钢板接骨术; 髓内钉; 切开复位钢板内固定; Meta 分析

## 主题词:

肱骨骨折; 外科手术, 微创性; 内固定器; Meta 分析; 组织工程

## 基金资助:

苏州市科技局医疗卫生应用基础研究(SYS201626); 苏州市科技局民生科技关键技术项目(SS201764); 苏州大学青年教师自然科学基金(SDY2015A19); 江苏省高校自然科学研究面上项目(16KJB320009), 江苏省青年医学人才基金

## 缩略语:

微创钢板内固定技术: *minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO*

Wang Wei, Department of Orthopedics, the Second Hospital Affiliated to Soochow University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China; Medical College of Soochow University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China

Corresponding author: Li Liubing, Associate chief physician, Department of Orthopedics, the Second Hospital Affiliated to Soochow University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China

## Minimally invasive plate osteosynthesis versus traditional surgical method for adult humeral shaft fractures: a meta-analysis

Wang Wei<sup>1,2</sup>, Chen Yongjia<sup>3</sup>, Shen Lei<sup>1</sup>, Lu Zhengfeng<sup>1</sup>, Li Liubing<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Department of Orthopedics, the Second Hospital Affiliated to Soochow University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China; <sup>2</sup>Medical College of Soochow University, Suzhou 215000, Jiangsu Province, China; <sup>3</sup>Department of Orthopedics, Sixth People's Hospital of Kunshan, Kunshan 215300, Jiangsu Province, China)

### Abstract

**BACKGROUND:** There are many clinical studies comparing the treatment outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis and traditional surgical method for humeral shaft fracture, but which treatment is optimal remains controversial. Therefore, it is necessary to systematically evaluate the curative effect of two kinds of surgical methods.

**OBJECTIVE:** To compare the clinical outcomes between minimally invasive plate osteosynthesis and conventional fixation techniques (intramedullary nail fixation and open reduction and plate osteosynthesis) for primary humeral shaft fractures surgery.

**METHODS:** A computer-based search was performed in PubMed, EMBASE, ClinicalTrials.gov, Web of Science, Cochrane and CNKI databases for the articles published prior to March 10, 2018. Two authors screened articles in accordance with inclusion and exclusion criteria independently. Meta-analysis was performed on RevMan 5.3.5 software.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) Three randomized controlled trials and three prospective cohort studies were enrolled, involving 324 patients. (2) Meta-analysis results showed that the minimally invasive plate osteosynthesis reduced the incidence of iatrogenic radial nerve injury compared with the conventional fixation techniques ( $RR=0.35$ ,  $95\%CI=0.13-0.96$ ,  $P=0.87$ ,  $I^2=0\%$ ). No difference was found in the indices of nonunion, malunion, healing time, operation time, superficial infection, deep infection, implant failure and postoperative functional scores between minimally invasive plate osteosynthesis and conventional fixation techniques. (3) Our results indicate that minimally invasive plate osteosynthesis can reduce the incidence of iatrogenic radial nerve injury compared with conventional fixation techniques. But the healing of fracture, infection, implant failure and functional scores show no significant difference between two methods. Randomized controlled trials with large sample size are needed to confirm these findings.

**Subject headings:** Humeral Fractures; Surgical Procedures, Minimally Invasive; Internal Fixators; Meta-Analysis; Tissue Engineering

**Funding:** the Applied Basic Research of Medical Health of Suzhou Science and Technology Bureau, No. SYS201626; the Key Project of People's Livelihood Science and Technology of Suzhou Science and Technology Bureau, No. SS201764; the Natural Science Foundation for the Young Teachers in Soochow University, No. SDY2015A19; the Natural Science Research Project of Jiangsu Provincial Universities, No.16KJB320009; the Youth Medical Talent Foundation of Jiangsu Province

## 0 引言 Introduction

肱骨干骨折是成人常见的骨折, 占骨折总数的1%~3%<sup>[1]</sup>。肱骨干骨折多由直接暴力造成, 治疗方法包括手术治疗和保守治疗。保守治疗易导致畸形愈合和肩关节和肘关节僵硬等并发症, 且一旦并发症发生会增加治疗难度和治疗费用, 因此多采用手术治疗<sup>[2-4]</sup>。常见的手术方式有传统的髓内钉固定和切开复位钢板内固定, 以及近几年发展起来的微创钢板内固定技术(minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)<sup>[5]</sup>。

传统的切开复位钢板内固定手术创伤大, 易导致伤口感染和桡神经损伤, 而髓内钉固定手术抗旋转能力不佳, 会产生肩撞击等并发症<sup>[6-7]</sup>。新发展的MIPO创伤小, 术后并发症少, 但术中复位难度较大<sup>[8]</sup>。目前, 有不少临床研究将MIPO和传统手术方法进行对比, 但尚不能确定哪种治疗方式更为优越, 因此对2种手术方法治疗肱骨干骨折的临床疗效进行系统评价很有必要。

## 1 资料和方法 Data and methods

**1.1 文献检索** 根据PRISMA流程和Cochrane手册提供的检索指导<sup>[9]</sup>, 电子检索 PubMed、EMBASE、ClinicalTrials.gov、Web of Science、Cochrane和CNKI数据库, 时限截止到2018-03-10。中文检索词包括“肱骨骨折, 髓内钉, 钢板, MIPO”。英文检索词包括“humeral shaft fractures, open reduction and plate osteosynthesis, minimally invasive plate osteosynthesis, plate,

intramedullary nail”。

### 1.2 纳入与排除标准

**纳入标准:** ①已发表的研究; ②研究类型为随机对照试验或前瞻性队列研究; ③患者发生肱骨干骨折且年龄大于15岁; ④干预措施对比MIPO和髓内钉固定或切开复位钢板内固定; ⑤报道术后的临床结果和并发症。

**排除标准:** ①回顾性研究、个案报道、综述和评论; ②临床结果未报道及尸体与动物研究; ③无法获取全文; ④非汉语或英语文章; ⑤病理骨折或治疗后骨折不愈合的二次治疗。

**1.3 研究选择与数据提取** 2名评价者按纳入排除标准, 通过阅读文献的题目、摘要和全文, 独立对文献进行筛选, 遇到分歧讨论解决或向第三评价者征求意见。数据提取也由2名评价者独立完成, 包含以下信息: 一般信息(作者、发表年份、国家、期刊、标题、研究类型)、手术干预措施、样本量、随访时间以及结果评价指标。结果评价指标: 手术时间、术后功能评分和并发症(愈合率、愈合畸形、愈合时间、医源性桡神经损伤、深部和浅部感染、置入失败)。

**1.4 偏倚评价** 2名评价者根据Cochrane协作网的偏倚风险评估标准对随机对照试验进行风险评价<sup>[10]</sup>。用NOS(Newcastle-Ottawa Scale)量表对前瞻性队列研究进行质量评价<sup>[11]</sup>, 总分大于7分被认为质量良好。遇到分歧讨论解决或向第三评价者征求意见。

**1.5 统计学分析** 纳入的研究通过RevMan 5.3.5软件完成Meta分析。二分类变量的数据(愈合率、愈合畸形、医源

性桡神经损伤、深部和浅部感染、置入失败), 采用M-H法和固定效应模型, 计算风险比值(RR), 可信区间选择95%。连续性变量的数据(手术时间、愈合时间、功能评分), 则采用I-V法和随机效应模型, 使用标准均数差(SMD), 可信区间选择95%。异质性分析采用卡方检验和Q检验。根据Cochrane手册, 当 $I^2 < 50\%$ 或 $P < 0.01$ 时, 认为异质性过高。采用敏感性分析评估其同质性和对结果的影响是否重要。

**亚组分析:** 由于传统手术方法包括切开复位钢板内固定和髓内钉固定, 且2种方法的优劣仍有争议, 因此根据传统手术类型进行亚组分析。

## 2 结果 Results

**2.1 研究选择和特征** 通过数据库检索和其他资源检索得到文献1 806篇, 剔除重复后, 通过阅读标题和摘要初筛出57篇相关文献, 通过阅读全文最终纳入 3 篇随机对照试验<sup>[12-14]</sup>, 及3篇前瞻性队列研究<sup>[15-17]</sup>, 语言均为英语, 共324例患者, 流程图见图1。纳入文献的基本特征和术后疗效的

评价指标分别见表1, 2。

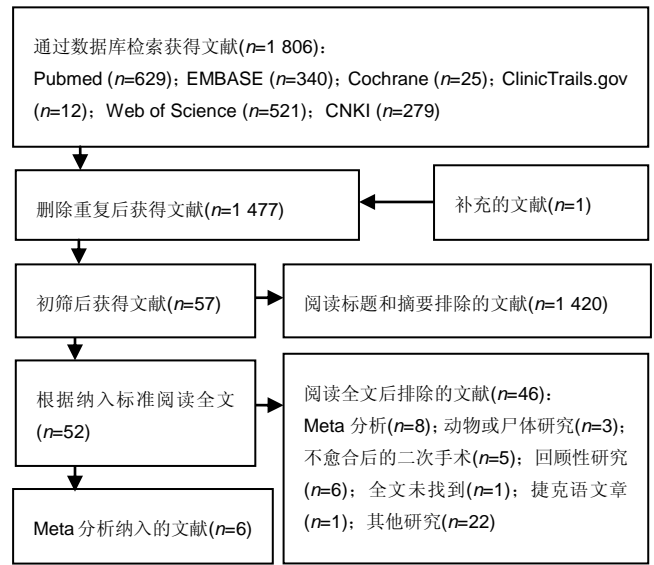


图1 文献筛选流程

Figure 1 Flow chart of literature screening

表1 此次 Meta 分析纳入文献的基本特征

Table 1 General characters of the included studies

研究	年份	国家	研究类型	期刊	年龄(MIPO/传统方法, 岁)	样本量(n)*	男性数(n)*	随访时间(月)	干预组方法	对照组方法
Benegas <sup>[12]</sup>	2014	Brazil	随机对照试验	<i>Journal of shoulder and elbow surgery</i>	44.8±17.1/38.4±19.1	40(21/19)	26(12/14)	12	MIPO	髓内钉固定
Esmailiejah <sup>[15]</sup>	2015	Iran	前瞻性队列研究	<i>Trauma Monthly</i>	33.4 ±10.6(15-53)/ (34.6±12.1)(16-56)	65(32/33)	48(24/24)	12	MIPO	动力加压钢板
Kim <sup>[14]</sup>	2015	Korea	随机对照试验	<i>Journal of orthopaedic trauma</i>	40.6(15-86)/44.4(17-84)	68(36/32)	37(19/78)	15	MIPO	锁定加压钢板
Lian <sup>[13]</sup>	2013	China	随机对照试验	<i>Orthopedics</i>	38.8(17-76)/37.6(17-77)	47(24/23)	31(15/16)	14.5	MIPO	髓内钉固定
Oh <sup>[16]</sup>	2012	Korea	前瞻性队列研究	<i>Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research</i>	39.6(16-83)/42(17-82)	59(29/30)	32(16/16)	12	MIPO	锁定加压钢板
Wang <sup>[17]</sup>	2015	China	前瞻性队列研究	<i>Journal of Shoulder and Elbow Surgery</i>	39.3±10.1/35.7±10.9	45(22/23)	30(14/16)	12	MIPO	锁定加压钢板

表注: MIPO 为微创钢板内固定技术。\*标注的指标所示数据为总量(MIPO/传统方法)。

表2 此次 Meta 分析纳入文献的术后疗效评价

Table 2 Postoperative clinical outcome assessment of the included studies

研究	手术时间	美国肩肘外科医师评分	Constant 肩评分	美国加州大学 肩关节评分	Mayo 肘关节 功能评分	愈合时间	不愈合	畸形愈合	神经损伤	深部感染	浅部感染	置入失败
Benegas <sup>[12]</sup> 2014				Y			Y	Y	Y	Y	Y	
Esmailiejah <sup>[15]</sup> 2015	Y			Y	N	Y	Y	Y	Y	Y		
Kim <sup>[14]</sup> 2015	N			N	Y	N	Y	Y	Y	Y		
Lian <sup>[13]</sup> 2013	Y	N			N	Y	Y	Y	Y	Y		Y
Oh <sup>[16]</sup> 2012	N			N	N	N	Y	Y	Y	Y		Y
Wang <sup>[17]</sup> 2015	Y	Y	Y				Y		Y			

表注: Y 文章含有此项结果和数据; N 文章含有此项结果但数据不完整。

2.2 纳入文献的质量评价 纳入的随机对照试验各种偏倚所占比例见图2, 质量评价及风险评估见图3。纳入的前瞻性队列研究的NOS评分见表3。

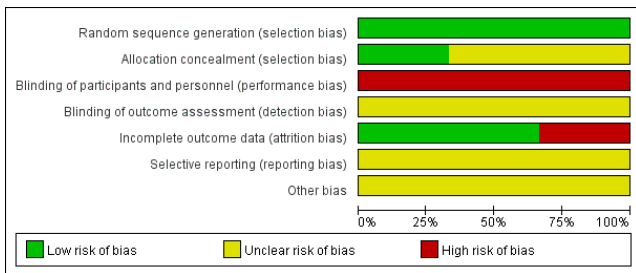


图2 此次 Meta 分析纳入的随机对照试验各种偏倚所占比例  
Figure 2 Proportion of each bias of the included randomized controlled trials

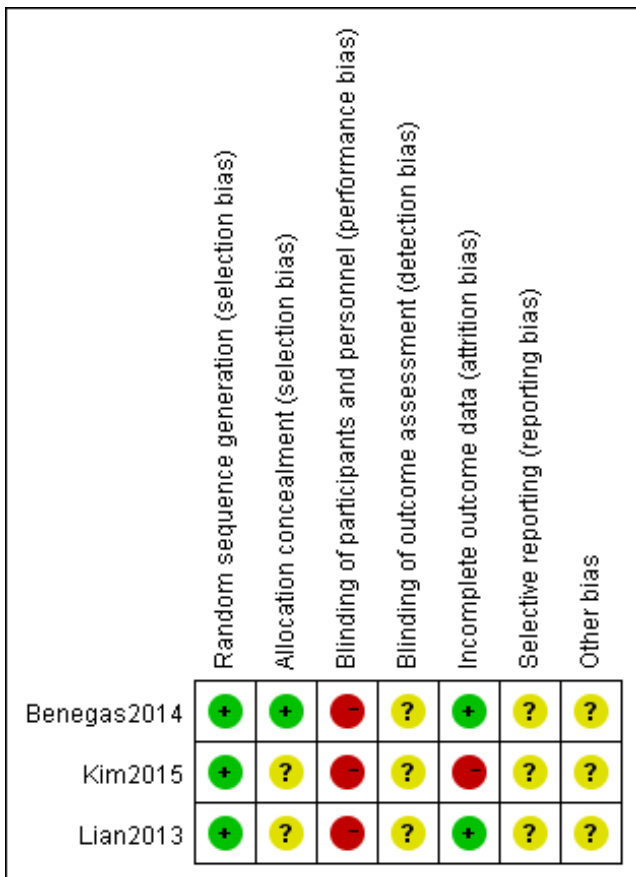


图3 此次 Meta 分析纳入的随机对照试验质量评价及风险评估  
Figure 3 Quality assessment and risk evaluation of the include randomized controlled trials

表3 此次 Meta 分析纳入的前瞻性队列研究的 NOS 评分  
Table 3 Newcastle-Ottawa Scale scores of the included prospective cohort studies

指标	Esmailieh <sup>[15]</sup> 2015	Oh <sup>[16]</sup> 2012	Wang <sup>[17]</sup> 2015
选择	4	4	4
可比性	2	2	2
结果	2	2	3
总体得分(max=9)	9	8	9

## 2.3 Meta分析结果

2.3.1 术后愈合情况 6篇文章报道了愈合率<sup>[12-17]</sup>, 结果显示MIPO与传统方法差异无显著性意义( $RR=1.05$ ,  $95\%CI$  0.99-1.10), 且没有异质性( $P=0.75$ ,  $I^2=0\%$ )。亚组结果分析也表明, 髓内钉固定组( $RR=1.05$ ,  $95\%CI$  0.95-1.17,  $P=0.95$ ,  $I^2=0\%$ )和切开复位钢板内固定组( $RR=1.04$ ,  $95\%CI$  0.98-1.11,  $P=0.49$ ,  $I^2=0\%$ )差异也无显著性意义, 见图4。2篇文章报道了术后的骨折愈合时间<sup>[13, 15]</sup>, 结果显示差异无显著性意义且异质性一般( $SMD=-0.10$ ,  $95\%CI$  -0.61-0.41,  $P=0.17$ ,  $I^2=46\%$ ), 见图5。4篇文章报道了畸形愈合的发生率<sup>[12-14, 16]</sup>, 3篇文章的数据没有统计学意义<sup>[12, 14, 16]</sup>, 合并数据后显示畸形愈合的发生率差异无显著性意义( $RR=0.96$ ,  $95\%CI$  0.06-14.43), 见图6。

2.3.2 医源性桡神经损伤 6篇研究均报道了医源性桡神经损伤<sup>[12-17]</sup>, 结果显示MIPO组医源性桡神经损伤发生率比传统组低( $RR=0.35$ ,  $95\%CI$  0.13-0.96,  $P=0.87$ ,  $I^2=0\%$ )。但亚组分析结果显示MIPO与髓内钉固定( $RR=0.31$ ,  $95\%CI$  0.05-1.89,  $P=0.98$ ,  $I^2=0\%$ )和MIPO与切开复位钢板内固定( $RR=0.37$ ,  $95\%CI$  0.11-1.23,  $P=0.88$ ,  $I^2=0\%$ )差异无显著性意义, 见图7。

2.3.3 术后感染 5篇文章报道了深部感染的发生率<sup>[12-16]</sup>, 数据分析后显示2组术后深部感染的发生率差异无显著性意义( $RR=0.55$ ,  $95\%CI$  0.12-2.57), 异质性较低( $P=0.23$ ,  $I^2=31.9\%$ ), 亚组分析结果差异也无显著性意义, 见图8。只有1篇文章报道了浅部感染的发生率<sup>[12]</sup>, 结果显示浅部感染的发生率差异无显著性意义( $RR=0.30$ ,  $95\%CI$  0.01-7.02), 见图9。

2.3.4 置入失败 2篇文章报道了置入失败的发生率<sup>[13, 16]</sup>, 结果差异无显著性意义且异质性较低( $RR=1.65$ ,  $95\%CI$  0.23-11.98,  $P=0.58$ ,  $I^2=0\%$ ), 亚组分析差异无显著性意义, 见图10。

2.3.5 手术时间 3篇文章报道了手术时间<sup>[13, 15, 17]</sup>, Meta分析结果显示MIPO与传统术式的手术时间差异无显著性意义, 但具有明显的异质性( $P < 0.00001$ ,  $I^2=95\%$ ), 亚组分析结果显示MIPO手术比髓内钉固定方法的手术时间短( $SMD=-2.71$ ,  $95\%CI$  -3.52至-1.90), 而MIPO与切开复位钢板内固定的手术时间差异无显著性意义( $SMD=-0.01$ ,  $95\%CI$  -0.97-0.95), 但是异质性过于明显( $P=0.01$ ,  $I^2=84\%$ ), 见图11。

2.3.6 功能评分 2篇文章报道了美国加州大学肩关节评分(UCLA评分)<sup>[12, 15]</sup>, 结果显示差异无显著性意义且异质性一般( $SMD=0.15$ ,  $95\%CI$  -0.23-0.54,  $P=0.64$ ,  $I^2=0\%$ ), 见图12。美国肩肘外科医师评分<sup>[17]</sup>、Mayo肘关节功能评分和Constant肩评分各只有1篇文献报道<sup>[15, 17]</sup>, 结果显示差异均无显著性意义, 见图13-15。

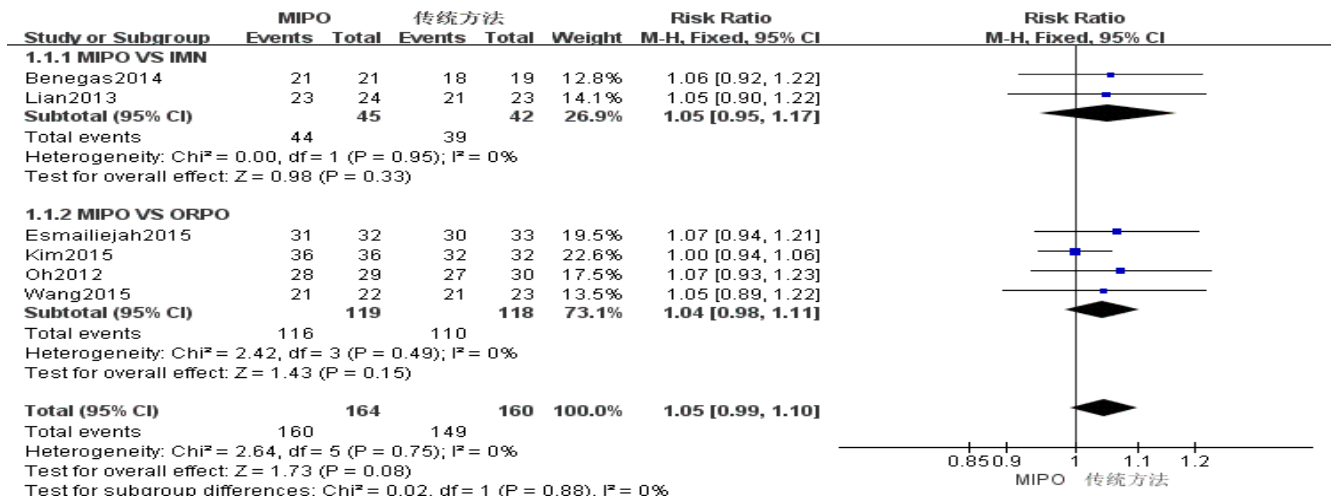


图4 愈合率及亚组分析的森林图

Figure 4 Forest plot of healing rate and subgroup analysis

图注: 结果显示 MIPO 与传统方法愈合率差异无显著性意义( $RR=1.05$ ,  $95\%CI$  0.99-1.10), 且没有异质性( $P=0.75$ ,  $I^2=0\%$ )。亚组结果分析也表明, 髓内钉固定组和切开复位钢板内固定组差异也无显著性意义。

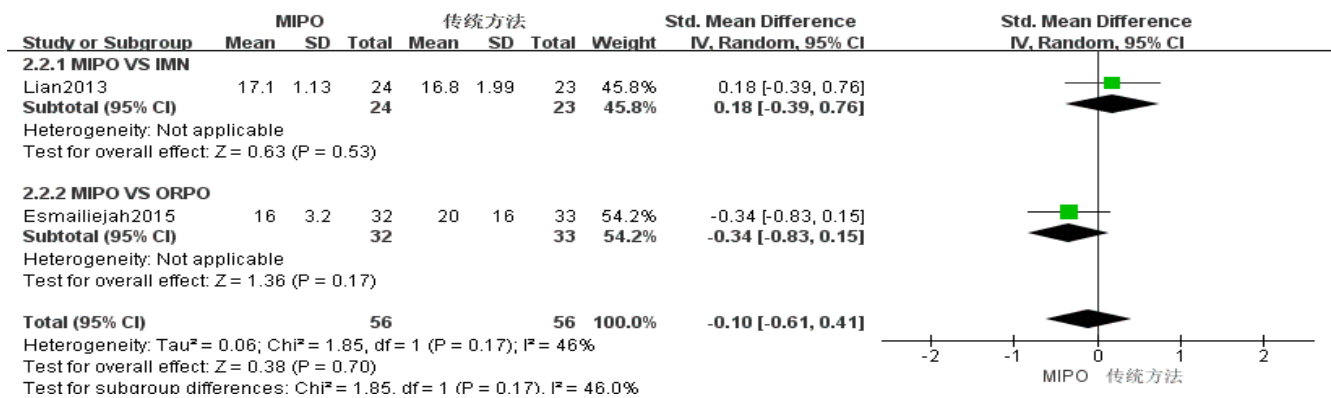


图5 愈合时间及亚组分析的森林图

Figure 5 Forest plot of healing time and subgroup analysis

图注: 结果显示 MIPO 与传统方法的愈合时间差异无显著性意义且异质性一般( $SMD=-0.10$ ,  $95\%CI$  -0.61-0.41,  $P=0.17$ ,  $I^2=46\%$ )。

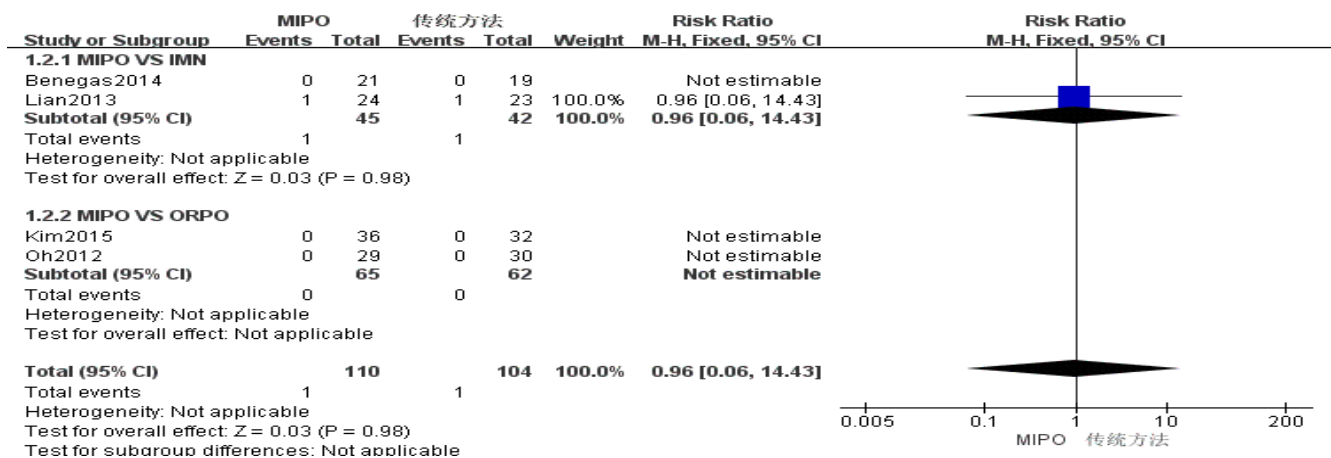


图6 畸形愈合及亚组分析的森林图

Figure 6 Forest plot of malunion and subgroup analysis

图注: 4 篇文章报道了畸形愈合的发生率, 3 篇文章的数据没有统计学意义, 合并数据后显示 MIPO 与传统术式畸形愈合的发生率差异无显著性意义( $RR=0.96$ ,  $95\%CI$  0.06-14.43)。

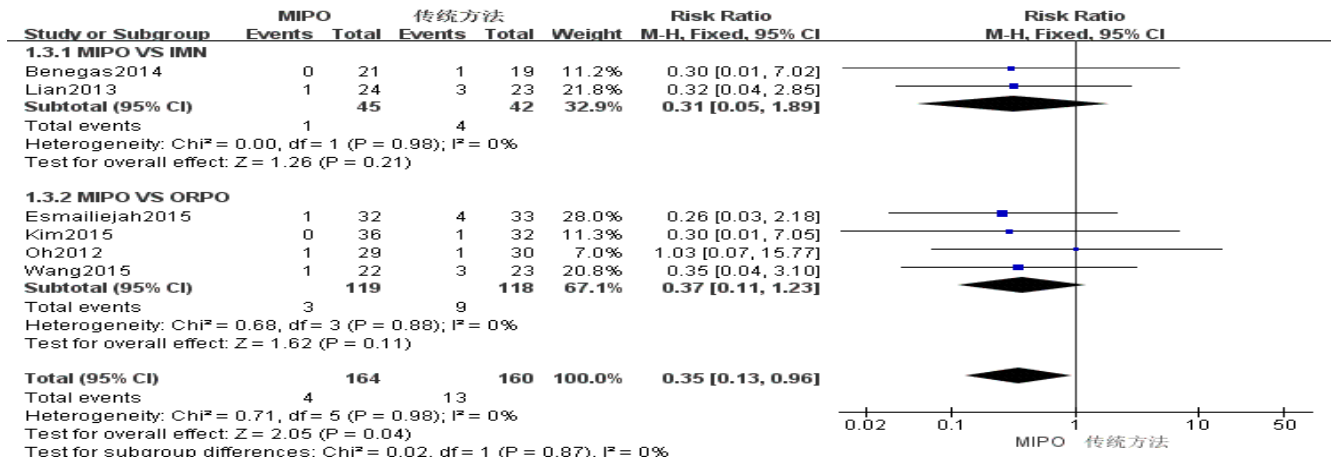


图7 医源性桡神经损伤及亚组分析的森林图

Figure 7 Forest plot iatrogenic radial nerve injury and subgroup analysis

图注: 结果显示 MIPO 组医源性桡神经损伤发生率比传统组低(RR=0.35, 95%CI/0.13-0.96, P=0.87, I<sup>2</sup>=0%)。但亚组分析结果显示 MIPO 与髓内钉固定, 以及 MIPO 与切开复位钢板内固定差异无显著性意义。

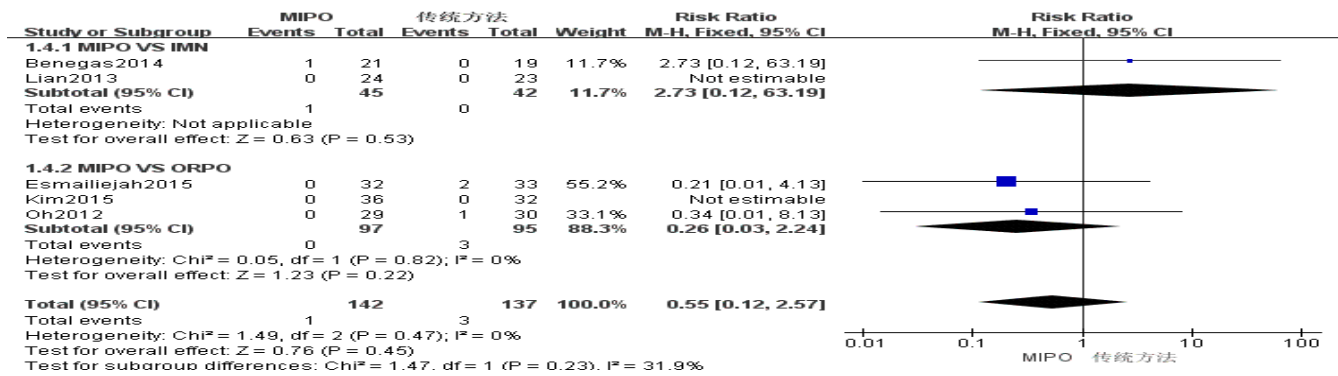


图8 术后深部感染及亚组分析的森林图

Figure 8 Forest plot of postoperative deep infection and subgroup analysis

图注: 数据分析后显示 2 组术后深部感染的发生率差异无显著性意义(RR=0.55, 95%CI/0.12-2.57), 异质性较低(P=0.23, I<sup>2</sup>=31.9%), 亚组分析结果差异也无显著性意义。

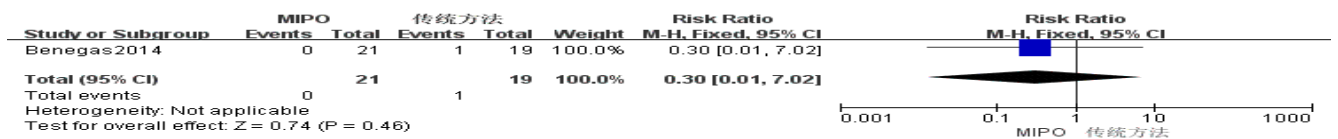


图9 术后浅部感染的森林图

Figure 9 Forest plot of postoperative superficial infection

图注: 结果显示 MIPO 与传统术式术后浅部感染的发生率差异无显著性意义(RR=0.30, 95%CI/0.01-7.02)。

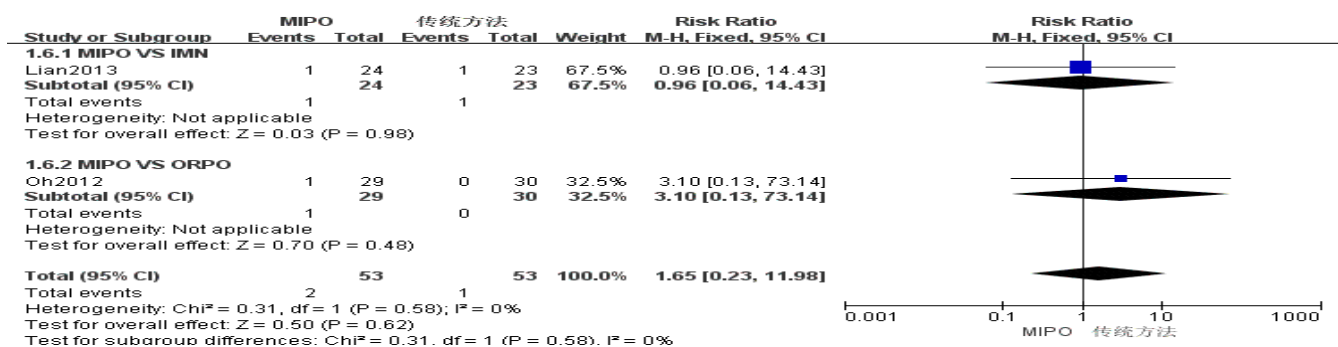


图10 置入失败及亚组分析的森林图

Figure 10 Forest plot of implant failure and subgroup analysis

图注: 结果显示 MIPO 与传统术式的置入失败率差异无显著性意义且异质性较低(RR=1.65, 95%CI/0.23-11.98, P=0.58, I<sup>2</sup>=0%), 亚组分析差异无显著性意义。

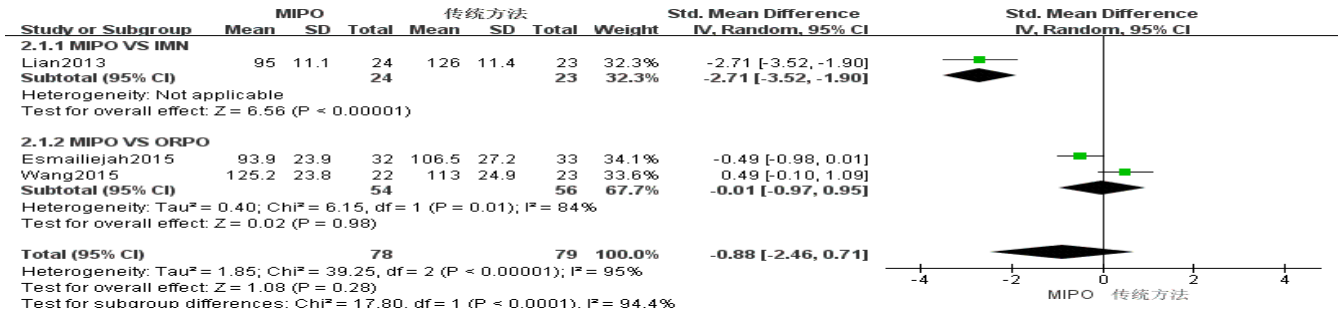


图 11 手术时间及亚组分析的森林图

Figure 11 Forest plot of operation time and subgroup analysis

图注: Meta 分析结果显示 MIPO 与传统术式的手术时间差异无显著性意义, 但具有明显的异质性( $P < 0.0001$ ,  $I^2=95%$ ), 亚组分析结果显示 MIPO 手术比髓内钉固定方法的手术时间短( $SMD=-2.71$ ,  $95\%CI$  -3.52 至 -1.90), 而 MIPO 与切开复位钢板内固定的手术时间差异无显著性意义( $SMD=-0.01$ ,  $95\%CI$  -0.97-0.95), 但是异质性过于明显( $P=0.01$ ,  $I^2=84%$ )。

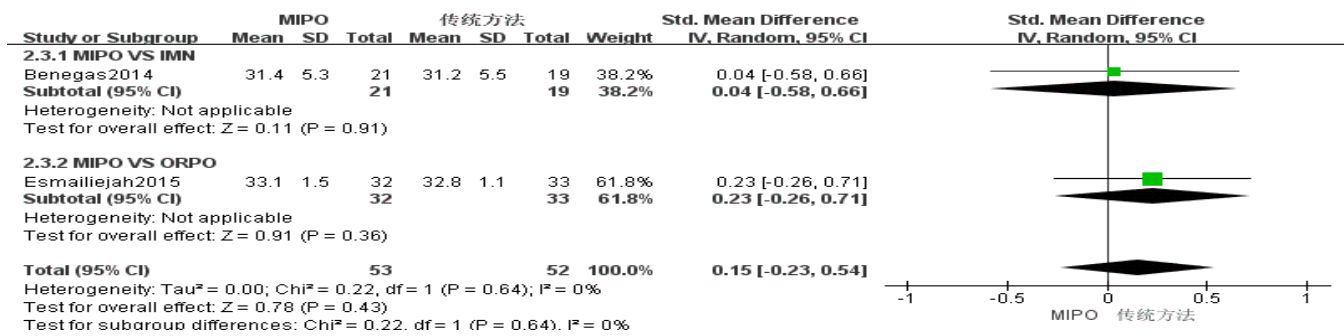


图 12 美国加州大学肩关节评分及亚组分析的森林图

Figure 12 Forest plot of University of California at Los Angeles scores and subgroup analysis

图注: 结果显示 MIPO 与传统术式的术后美国加州大学肩关节评分差异无显著性意义且异质性一般( $SMD=0.15$ ,  $95\%CI$  -0.23-0.54,  $P=0.64$ ,  $I^2=0%$ )。

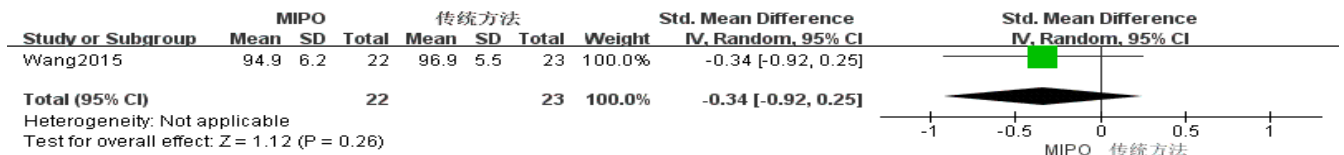


图 13 美国肩肘外科医师评分的森林图

Figure 13 Forest plot of the American Shoulder and Elbow Surgeons scores

图注: 结果显示 MIPO 与传统术式的术后美国肩肘外科医师评分差异无显著性意义。

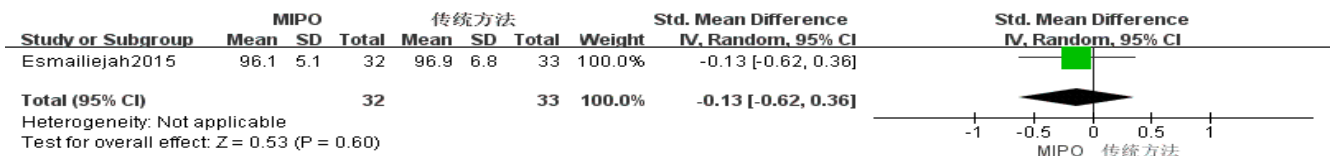


图 14 Mayo 肘关节功能评分的森林图

Figure 14 Forest plot of Mayo elbow performance scores

图注: 结果显示 MIPO 与传统术式的术后 Mayo 肘关节功能评分差异无显著性意义。

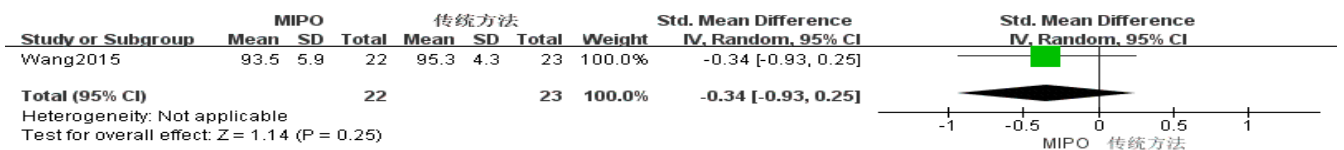


图 15 Constant 肩评分的森林图

Figure 15 Forest plot of Constant Murley scores

图注: 结果显示 MIPO 与传统术式的术后 Constant 肩评分差异无显著性意义。

### 3 讨论 Discussion

外科治疗肱骨干骨折主要有传统治疗方式如髓内钉固定与切开复位钢板内固定和新发展的MIPO, 各有优劣<sup>[5, 18]</sup>。髓内钉固定技术在骨折断端可以提供相对的稳定性, 能保护正常的骨膜血供, 即使是切开复位内固定, 也能剥离更少的骨膜, 因此有利于骨折愈合; 但是有限的旋转稳定和肩缩短易导致肩关节撞击和疼痛<sup>[13, 19]</sup>。切开复位钢板内固定技术包括动力加压钢板和锁定加压钢板, 可以在直视下达到解剖复位及稳定内固定, 但手术创伤大, 易导致伤口感染或桡神经损伤等并发症<sup>[6, 20]</sup>。而MIPO通过远离骨折断端较小的软组织切口进入, 不切开骨折处, 因此减少了骨折断端及软组织的暴露和损伤, 但手术难以达到令人满意的复位<sup>[21-22]</sup>。目前而言, 哪种手术方式更为优越, 尚无统一意见。

此次Meta分析有以下发现: ①相对于传统手术方法, MIPO技术的医源性桡神经损伤的发生率更低。但是亚组分析显示, MIPO与髓内钉固定和MIPO与切开复位钢板内固定在桡神经损伤的发生率上差异无显著性意义, 这可能与纳入的研究数目和样本量有关。目前MIPO技术的入路有前方和后方2种, 肱骨干前侧骨面平整, 无重要的血管和神经通过, 因此经前方入路不显露桡神经, 一般不会造成医源性桡神经损伤<sup>[23]</sup>; ②MIPO与传统手术方法的骨折愈合情况差异无显著性意义。MIPO术后不愈合事件的发生率与髓内钉固定和切开复位钢板内固定相比, 差异无显著性意义, 结合亚组分析结果和异质性检验, 该结果的可信度较高。愈合时间和畸形愈合事件的发生率两者差异也无显著性意义。综上, 相比于传统手术方法, MIPO技术在愈合率和早期愈合及减少畸形愈合方面没有优势; ③感染和移植失败等并发症方面, 2组差异无显著性意义, 结果的异质性较低, 亚组分析差异也无显著性意义。但是MIPO技术减少了骨折断端及软组织的暴露, 可能会减少感染事件的发生, 因此, 在预防感染方面还是提倡MIPO技术; ④术后的功能评分: 美国加州大学肩关节评分、美国肩肘外科医师评分、Mayo肘关节功能评分和Constant肩评分结果均显示在术后肩关节和肘关节功能方面MIPO和传统术式的效果相似, 但是纳入研究中采用的评价指标不统一或数据不完善, 导致功能评分只纳入了一项研究; ⑤手术时间: Meta分析结果显示MIPO与传统术式的手术时间差异无显著性意义, 但异质性过高( $P < 0.000\ 01$ ,  $I^2=95\%$ ), 亚组分析结果显示, MIPO手术比髓内钉固定方法的手术时间短, 而MIPO与切开复位钢板内固定的手术时间差异无显著性意义, 同样异质性过于明显( $P=0.01$ ,  $I^2=84\%$ )。手术时间与手术者对不同术式操作的熟练程度及不同患者的手术状况等因素有关, 因此, 具有一定的主观性和不确定性, 作者认为这项指标的有效性尚待商榷。

目前对比MIPO技术和传统手术方法的临床研究数

量不多, 且多为回顾性研究。Yu等<sup>[22]</sup>的研究纳入了2篇随机对照试验和3篇非随机对照试验, 他们发现MIPO技术的医源性桡神经损伤的发生率低, 但结果异质性较高( $P=0.08$ ,  $I^2=52\%$ ), 且没有进行亚组分析。Hu等<sup>[24]</sup>的研究认为MIPO技术更适合治疗肱骨干骨折, 但他们包含了2篇回顾性研究, 结果的可靠度可能会受到影响。Qiu等<sup>[5]</sup>和Zhao等<sup>[25]</sup>做了网状Meta分析对比对MIPO、髓内钉固定和切开复位钢板内固定, 但MIPO与髓内钉固定对比组和MIPO与切开复位钢板内固定对比组样本量较少, 而且Zhao等<sup>[25]</sup>纳入的文献中包含回顾性研究, 可能会影响文章结果。而此次研究是第一个纳入的文献全部为前瞻性临床实验, 且亚组分析结果完整的循证医学研究。

**研究的局限性:** 此次研究纳入相关文章6篇, 包括3篇随机对照试验和3篇前瞻性队列研究。随机对照研究中, 3篇未说明是否盲法, 仅有1篇说明分配隐藏, 研究质量一般。纳入的6篇文献中仅在骨折不愈合和桡神经损伤方面均有数据统计, 且对收集数据的指标和方法不尽一致, 使得可合并分析的数据不多。部分文章对连续性变量的数据只报道了平均数<sup>[13-16]</sup>, 作者联系了这些文章的作者希望得到完整数据, 但没有得到回复, 因此数据不完整的文章没有纳入具体的研究。研究只限中文和英文的语言范围及已发表结果, 可能会影响文献的查全率, 而纳入文献少, 总样本量小, 可能会造成一些结果偏向。

**结论:** 此次研究表明, 与传统手术方式相比, MIPO技术治疗肱骨干骨折仅能降低医源性桡神经损伤的发生率, 而在骨折愈合情况、感染、手术失败等并发症及功能评分方面差异无显著性意义。纳入研究中对比MIPO与传统方式的随机对照试验研究较少, 今后需要大量相关的高质量随机对照试验, 尤其是大样本、多中心的随机对照试验来进一步验证上述结论, 数据的报道应该更加详细以增加可靠性, 如连续性变量数据应报道平均数和标准差, 便于分析与讨论, 为肱骨干骨折的治疗提供参考依据。

**作者贡献:** 文章设计王伟、李柳炳, 资料收集实施为陈永佳、沈磊、陆政峰, 文献质量控制李柳炳, 王伟成文并对文章负责。

**经费支持:** 该文章接受了“苏州市科技局医疗卫生应用基础研究(SYS201626)、苏州市科技局民生科技关键技术项目(SS201764)、苏州大学青年教师自然科学基金(SDY2015A19)、江苏省高校自然科学基金面上项目(16KJB320009)、江苏省青年医学人才基金”的资助。所有作者声明, 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:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**机构伦理问题:** 文章无涉及伦理冲突的内容。

**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



符合期刊发稿宗旨。

**生物统计学声明:** 文章统计学方法已经苏州大学附属第二医院生物统计学专家审核。

**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] Brinker MR, O'connor DP. The incidence of fractures and dislocations referred for orthopaedic services in a capitated population. *J Bone Joint Surg*. 2004;86-A(2):290-297.
- [2] Clement ND. Management of humeral shaft fractures; non-operative versus operative. *Arch Trauma Res*. 2015;4(2): e28013.
- [3] Liu GY, Zhang CY, Wu HW. Comparison of initial nonoperative and operative management of radial nerve palsy associated with acute humeral shaft fractures. *Orthopedics*. 2012;35(8): 702-708.
- [4] Gosler MW, Testroote M, Morrenhof JW, et al. Surgical versus non-surgical interventions for treating humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;1:CD008832.
- [5] Qiu H, Wei Z, Liu Y, et al. A Bayesian network Meta-analysis of three different surgical procedures for the treatment of humeral shaft fractures. *Medicine (United States)*. 2016; 95(51):e5464.
- [6] 冯涛. 髓内钉和钢板置入修复成人肱骨干骨折: 桡神经损伤及骨不愈合发生率比较[J]. *中国组织工程研究*, 2015, 19(13): 2086-2090.
- [7] Ouyang HB, Xiong J, Xiang P, et al. Plate versus intramedullary nail fixation in the treatment of humeral shaft fractures: an updated Meta-analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(3):387-395.
- [8] Chen H, Hu X, Yang G, et al. Clinic research on the treatment for humeral shaft fracture with minimal invasive plate osteosynthesis: a retrospective study of 128 cases. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017;43(2):215-219.
- [9] Higgins JE. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Naunyn. 2011;5(2):S38.
- [10] Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Bmj British Med J*. 2011;343(7829):889-893.
- [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] Benegas E, Ferreira Neto AA, Gracitelli ME, et al. Shoulder function after surgical treatment of displaced fractures of the humeral shaft: a randomized trial comparing antegrade intramedullary nailing with minimally invasive plate osteosynthesis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(6):767-774.
- [13] Lian K, Wang L, Lin D, et al. Minimally invasive plating osteosynthesis for mid-distal third humeral shaft fractures. *Orthopedics*. 2013;36(8):e1025-1032.
- [14] Kim JW, Oh CW, Byun YS, et al. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma*. 2015;29(4): 189-194.
- [15] Esmailiejah AA, Abbasian MR, Safdari F, et al. Treatment of humeral shaft fractures: Minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation. *Trauma Mon*. 2015;20(3):e26271.
- [16] Oh CW, Byun YS, Oh JK, et al. Plating of humeral shaft fractures: Comparison of standard conventional plating versus minimally invasive plating. *Orthop Traumatol*. 2012; 98(1):54-60.
- [17] Wang C, Li J, Li Y, et al. Is minimally invasive plating osteosynthesis for humeral shaft fracture advantageous compared with the conventional open technique? *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(11):1741-1748.
- [18] Walker M, Palumbo B, Badman B, et al. Humeral shaft fractures: a review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(5):833.
- [19] Young S, Lie SA, Hallan G, et al. Risk Factors for Infection after 46, 113 Intramedullary Nail Operations in Low- and Middle-income Countries. *World J Surg*. 2013;37(2):349-355.
- [20] 李连华, 王浩, 张妍, 等. 钢板和髓内针固定治疗成人肱骨干骨折的系统评价[J]. *中国组织工程研究*, 2013, 17(39):6970-6977.
- [21] 姜朝来, 安智全. 髓内钉和微创钢板在肱骨干骨折内固定治疗中的应用[J]. *中国组织工程研究*, 2011, 15(22):4119-4122.
- [22] Yu BF, Liu LL, Yang GJ, et al. Comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and conventional plate osteosynthesis for humeral shaft fracture A Meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(39):e4955.
- [23] Vilaca PR Jr, Uezumi MK. Anterior minimally invasive bridge-plate technique for treatment of humeral shaft nonunion. *J Orthop Traumatol*. 2012;13(4):211-216.
- [24] Hu XQ, Xu SQ, Lu HG, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a Meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2016;11(1):59.
- [25] Zhao JG, Wang J, Meng XH, et al. Surgical interventions to treat humerus shaft fractures: A network Meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS ONE*. 2017;12(3): e0173634.