

髓内钉内固定与锁定钢板内固定 治疗老年肱骨近端骨折疗效和安全性的 Meta 分析

滕浩¹, 杨胜真¹, 孙然¹, 王岩¹, 王福栋¹, 孟凯²

(1. 山东中医药大学第一临床医学院, 山东 济南 250014;

2. 山东中医药大学附属医院, 山东 济南 250014)

摘要 目的:比较髓内钉内固定与锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折的疗效和安全性。**方法:**应用计算机检索中国知网、维普网、万方数据库、PubMed、Embase、Web of Science 和 Cochrane Library 中关于髓内钉内固定与锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折的对比研究文献,检索时限均为建库至 2022 年 4 月。试验组采用髓内钉内固定治疗,对照组采用锁定钢板内固定治疗。依据文献检索及筛选方案筛选出符合要求的文献后,由 2 名研究人员分别独立进行数据提取和质量评价。采用 Revman5.4 软件进行 Meta 分析。**结果:**共检索到 409 篇文献,最终纳入 8 篇文献,共涉及 566 例患者。Meta 分析结果显示,试验组手术时间、骨折愈合时间短于对照组[$MD = -21.28, 95\% CI(-31.97, -10.59), P = 0.000$; $MD = -0.54, 95\% CI(-0.77, -0.31), P = 0.000$],术中出血量少于对照组[$MD = -93.06, 95\% CI(-146.47, -39.66), P = 0.001$],术后切口疼痛视觉模拟量表评分低于对照组[$MD = -0.28, 95\% CI(-0.54, -0.02), P = 0.030$],骨折愈合后肱骨颈干角大于对照组[$MD = 3.81, 95\% CI(2.11, 5.50), P = 0.000$];2 组肩关节前屈活动度、肩关节外旋活动度、Constant-Murley 肩关节评分、美国肩肘关节外科医师协会评分及并发症发生率比较,组间差异均无统计学意义[$MD = 0.04, 95\% CI(-3.11, 3.18), P = 0.980$; $MD = 0.40, 95\% CI(-3.02, 3.81), P = 0.820$; $MD = 0.89, 95\% CI(-0.96, 2.73), P = 0.350$; $MD = 0.93, 95\% CI(-0.89, 2.75), P = 0.320$; $OR = 0.66, 95\% CI(0.42, 1.05), P = 0.080$]。**结论:**髓内钉内固定治疗老年肱骨近端骨折在恢复肩关节功能和安全性方面与锁定钢板内固定相当,但前者在缩短手术时间、减少术中出血量、缓解术后切口疼痛、促进骨折愈合、纠正肱骨颈干角等方面更具优势。

关键词 肩骨折;肱骨骨折;骨折固定术,内;骨钉;骨板;老年人;专题 Meta 分析

Clinical efficacy and safety of internal fixation with intramedullary nail versus locking plate for treatment of proximal humeral fractures in the aged: a meta analysis

TENG Hao¹, YANG Shengzhen¹, SUN Ran¹, WANG Yan¹, WANG Fudong¹, MENG Kai²

1. The First Clinical Medical College of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, Shandong, China

2. The Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, Shandong, China

ABSTRACT Objective: To compare the clinical efficacy and safety of internal fixation with intramedullary nail (IMN) versus locking plate (LP) in treatment of proximal humeral fractures in the aged. **Methods:** All the randomized controlled trial (RCT) and non-RCT articles about clinical efficacy and safety of internal fixation with IMN (experiment group) versus LP (control group) for treatment of proximal humeral fractures in the aged included from database establishing to April 2022 were retrieved from China National Knowledge Internet, Vip Database, Wanfang Database, PubMed, Embase, Web of Science and Cochrane Library through computer. The articles were screened and the information was extracted independently by two researchers according to the retrieval and screening scheme. The methodological quality of research in the articles was evaluated independently by the same two researchers, and if any disagreement was found between them, discussion was conducted or another researcher was invited for making a final decision, and then a Meta-analysis was conducted by using Revman5.4 software. **Results:** Four hundred and nine articles were searched out. After screening, 8 articles (566 patients) were included in the final analysis. The results of Meta-analysis revealed that the operative time and fracture healing time were shorter, the intraoperative blood loss was less, the postoperative incision pain visual analogue scale (VAS) score was lower and the humeral neck-shaft angle after fracture healing was greater in experiment group compared to control group ($MD = -21.28, 95\% CI(-31.97, -10.59), P = 0.000$; $MD = -0.54, 95\% CI(-0.77, -0.31), P = 0.000$; $MD = -93.06, 95\% CI(-146.47, -39.66), P = 0.001$; $MD = -0.28, 95\% CI(-0.54, -0.02),$

$P=0.030$; $MD=3.81$, 95% $CI(2.11, 5.50)$, $P=0.000$). There was no statistical difference in range of motion of shoulder anteflexion and extension, Constant-Murley shoulder score, American shoulder and elbow surgeons (ASES) score and complication incidence between the 2 groups ($MD=0.04$, 95% $CI(-3.11, 3.18)$, $P=0.980$; $MD=0.40$, 95% $CI(-3.02, 3.81)$, $P=0.820$; $MD=0.89$, 95% $CI(-0.96, 2.73)$, $P=0.350$; $MD=0.93$, 95% $CI(-0.89, 2.75)$, $P=0.320$; $OR=0.66$, 95% $CI(0.42, 1.05)$, $P=0.080$). **Conclusion:** Internal fixation with IMN is similar to internal fixation with LP in shoulder function recovery and safety in treatment of proximal humeral fractures in the aged, while the former displays more advantages in shortening operative time, reducing intraoperative blood loss, relieving postoperative incision pain, promoting fracture healing and correcting humeral neck-shaft angle compared to the latter.

Keywords shoulder fractures; humeral fractures; fracture fixation, internal; bone nails; bone plates; aged; meta-analysis as topic

肱骨近端骨折是临床上常见的骨质疏松性骨折之一,约 85% 的肱骨近端骨折发生在 50 岁以上人群中^[1]。随着社会老龄化的加剧,肱骨近端骨折的发生率呈上升趋势^[2]。对于移位较小的肱骨近端骨折,采用非手术治疗可获得满意效果;但对于移位较大的肱骨近端骨折,非手术治疗易发生骨折二次移位、骨折畸形愈合或不愈合、上肢功能障碍等并发症。因此,对于骨折移位较大的 Neer II、III、IV 型肱骨近端骨折^[3],临床上常采用锁钉钢板内固定或髓内钉内固定治疗。锁定钢板内固定疗效确切,但术后螺钉穿透关节面、退钉、继发性骨折移位、缺血性骨坏死等并发症的发生率较高^[4-5],且老年人多合并骨质疏松及内科疾病,术后并发症的发生率更高^[6-8]。髓内钉具备良好的生物力学稳定性,在维持骨折端稳定、促进骨折愈合方面具有一定的优势^[9-10]。目前已有较多关于髓内钉内固定和锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折的比较研究,但其结论并不一致。为比较髓内钉内固定和锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折的临床疗效和安全性,我们基于以往的相关临床研究进行了 Meta 分析,以期今后的临床决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索 应用计算机检索中国知网、维普网、万方数据库、PubMed、Embase、Web of Science 和 Cochrane Library 中关于髓内钉内固定与锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折的对比研究文献,检索时限均为建库至 2022 年 4 月。中文检索词包括髓内钉、Multiloc 髓内钉、钢板、锁定钢板、接骨板、Philos 钢板、Philos 锁定钢板、肱骨近端骨折、肱骨外科颈骨折、老年、老年人,英文检索词包括 bone plates、Philos plate、locking plate、Philos locking plate、intramedullary nail、interlocking intramedullary nail、nailings、proximal humeral fractures、humerus surgical neck fractures、shoulder fractures、elderly patients、old people、elderly。

1.2 文献筛选 根据文献纳入和排除标准对检索到的文献进行筛选。

1.2.1 文献纳入标准 ①国内外公开发表的随机对照研究及非随机对照研究;②研究对象为 60 岁以上无神经血管损伤的肱骨近端骨折患者;③采用 Neer 分型对骨折进行分型;④试验组采用髓内钉内固定治疗,对照组采用锁定钢板内固定治疗;⑤随访时间 ≥ 12 个月;⑥结局指标至少包括手术时间、术中出血量、术后切口疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分、骨折愈合时间、骨折愈合后肱骨颈干角、肩关节前屈活动度、肩关节外旋活动度、Constant-Murley 肩关节评分、美国肩肘关节外科医师协会 (American Shoulder and Elbow Surgeons, ASES) 评分及并发症发生率等中的 1 项;⑦文献语种为中文或英文。

1.2.2 文献排除标准 ①重复发表的文献;②无法获取全文的文献;③试验组或对照组样本量 < 15 例;④文献质量评分偏低 (随机对照研究的 Jadad 量表^[11] 评分 < 4 分,非随机对照研究的 MINORS 量表^[12] 评分 < 13 分)。

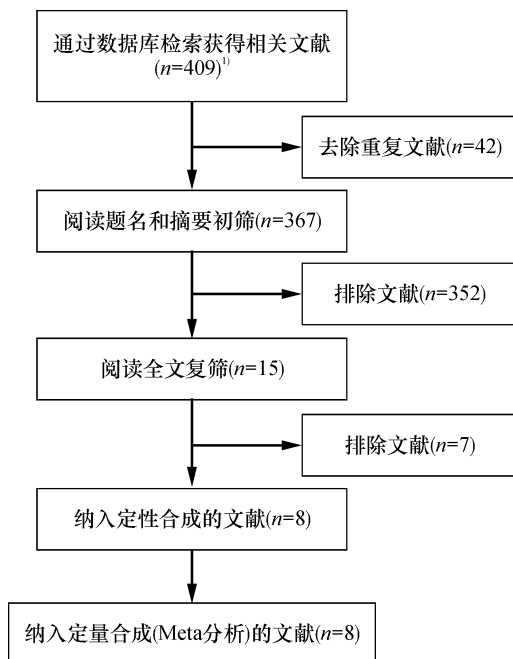
1.3 数据提取及质量评价 由 2 名研究人员分别独立进行数据提取,提取的资料包括第一作者姓名、发表年份、研究类型、各组样本量、性别、年龄、治疗方式、随访时间及结局指标等。资料提取后由 2 名研究人员相互核对,并独立进行质量评价;遇到分歧时,通过讨论或由第 3 位研究者协助裁定。采用 Jadad 量表评价随机对照研究的质量,采用 MINORS 量表评价非随机对照研究的质量。

1.4 数据统计 采用 RevMan5.4 软件进行数据分析。手术时间、术中出血量、术后切口疼痛 VAS 评分、骨折愈合时间、骨折愈合后肱骨颈干角、肩关节前屈活动度、肩关节外旋活动度、Constant-Murley 肩关节评分、ASES 评分均以 MD 作为综合效应量,并发症

发生率以 OR 作为综合效应量。采用 Q 检验和 I^2 值确定纳入研究的异质性,若 $P > 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$,表示各研究之间不具有明显异质性,采用固定效应模型进行分析;若 $P \leq 0.1$ 或 $I^2 \geq 50\%$,表示各研究之间具有明显异质性,采用随机效应模型进行分析;Meta 分析检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 文献检索及筛选结果 共检索到 409 篇文献,通过逐层筛选,最终纳入 8 篇文献^[13-20],其中中文文献 4 篇^[13-16],英文文献 4 篇^[17-20]。文献筛选流程图见图 1。



1) 409 篇文献分别来源于 PubMed ($n = 104$)、Cochrane Library ($n = 83$)、Embase ($n = 23$)、Web of Science ($n = 67$)、中国知网 ($n = 22$)、万方医学网 ($n = 92$)、维普网 ($n = 18$)。

图 1 文献筛选流程图

2.2 纳入研究的基本特征 纳入的 8 项研究共涉及

表 1 纳入研究的基本特征

研究	研究类型	样本量/例		年龄/岁		Neer 分型/例			随访时间/月
		试验组	对照组	试验组	对照组	Ⅱ型	Ⅲ型	Ⅳ型	
陈杭 2018 ^[13]	非随机对照研究	25	27	62.2 ± 7.4	59.3 ± 4.5	0	34	18	> 12
范文斌 2022 ^[14]	非随机对照研究	40	46	73.8 ¹⁾	71.4 ¹⁾	18	68	0	18 ~ 40
李刚 2020 ^[15]	随机对照研究	17	20	67 ± 5	66 ± 5	20	17	0	12
彭方亮 2020 ^[16]	非随机对照研究	30	30	68.10 ± 6.17	69.93 ± 6.17	60	0	0	12
Bu 2021 ^[17]	非随机对照研究	34	48	67.2 ± 6.31	66.3 ± 7.05	47	23	12	12 ~ 24
Ge 2017 ^[18]	非随机对照研究	72	69	76.89 ± 8.12	75.14 ± 8.46	74	67	0	24
Plath 2019 ^[19]	随机对照研究	36	32	71.1 ¹⁾ (60 ~ 87)	77.1 ¹⁾ (60 ~ 92)	9	49	10	12
Song 2020 ^[20]	非随机对照研究	21	19	61.2 ¹⁾	61.6 ¹⁾	15	12	13	36

注:1) 数据为平均值。

566 例患者,其中髓内钉内固定治疗 275 例、锁定钢板内固定治疗 291 例,Neer Ⅱ型 243 例、Neer Ⅲ型 270 例、Neer Ⅳ型 53 例。纳入研究的基本特征见表 1。

2.3 纳入研究的质量评价结果 6 项非随机对照研究的 MINORS 量表评分 17 ~ 19 分,中位数 18.5 分;2 项随机对照研究的 Jadad 量表评分均为 6 分。

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 手术时间 6 项研究^[13,15-17,19-20]报道了手术时间,各研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,试验组手术时间短于对照组(图 2)。

2.4.2 术中出血量 5 项研究^[13,15-17,20]报道了术中出血量,各研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,试验组术中出血量少于对照组(图 3)。

2.4.3 术后切口疼痛 VAS 评分 7 项研究^[13-15,17-20]报道了术后切口疼痛 VAS 评分,各研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,试验组术后切口疼痛 VAS 评分低于对照组(图 4)。

2.4.4 骨折愈合时间 6 项研究^[13-18]报道了骨折愈合时间,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,试验组骨折愈合时间短于对照组(图 5)。

2.4.5 骨折愈合后肱骨颈干角 4 项研究^[13,15,17,20]报道了骨折愈合后肱骨颈干角,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,试验组骨折愈合后肱骨颈干角大于对照组(图 6)。

2.4.6 肩关节前屈活动度 3 项研究^[13-14,18]报道了肩关节前屈活动度,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,2 组肩关节前屈活动度比较,差异无统计学意义(图 7)。

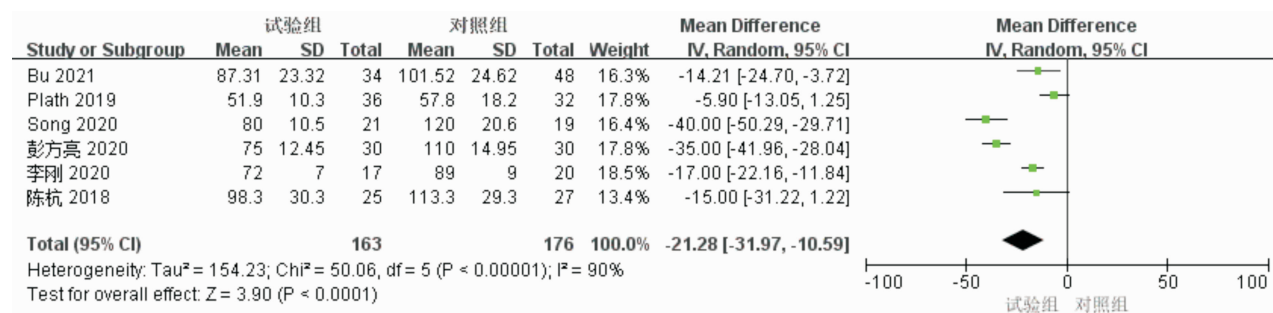


图2 手术时间 Meta 分析森林图

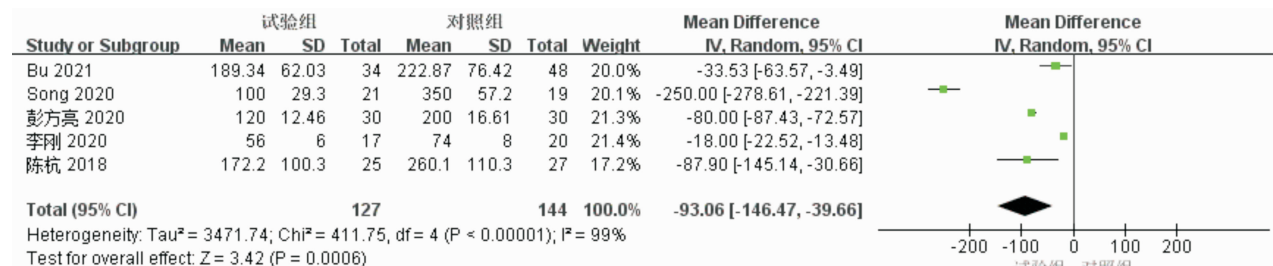


图3 术中出血量 Meta 分析森林图

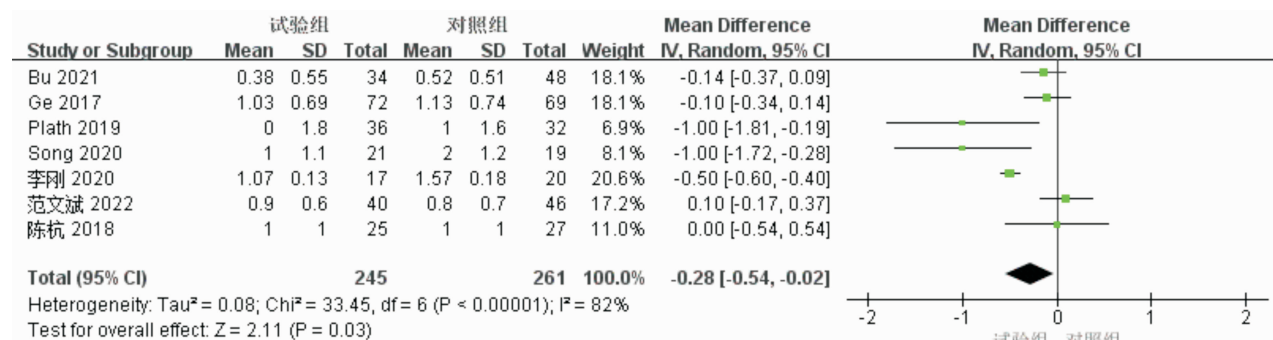


图4 术后切口疼痛视觉模拟量表评分 Meta 分析森林图

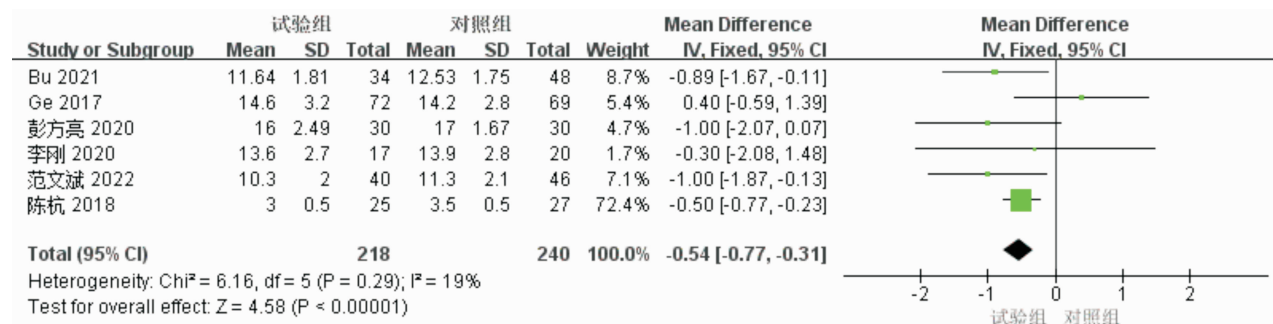


图5 骨折愈合时间 Meta 分析森林图

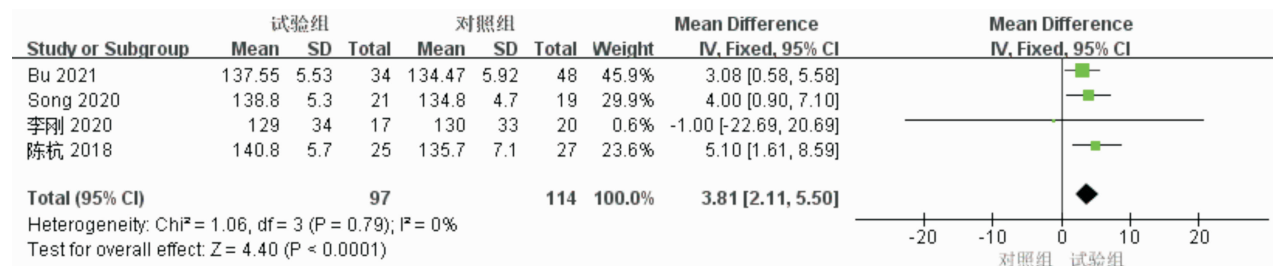


图6 骨折愈合后肱骨颈干角 Meta 分析森林图

2.4.7 肩关节外旋活动度 3 项研究^[13-14,18]报道了肩关节外旋活动度,各研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,2 组肩关节外旋活动度比较,差异无统计学意义(图 8)。

2.4.8 Constant-Murley 肩关节评分 6 项研究^[13-14,17-20]报道了 Constant-Murley 肩关节评分,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,2 组 Constant-Murley 肩关节评分比较,差异无统计学意义(图 9)。

2.4.9 ASES 评分 5 项研究^[13-14,17-18,20]报道了 ASES 评分,各研究之间不具有明显异质性;固定效应

模型分析结果显示,2 组 ASES 评分比较,差异无统计学意义(图 10)。

2.4.10 并发症发生率 7 项研究^[13-19]报道了并发症发生率,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,2 组并发症发生率比较,差异无统计学意义(图 11)。

3 讨论

肱骨近端骨折的手术治疗方法有克氏针固定、钢板内固定、髓内钉内固定、半肩关节置换术及反肩关节置换术等^[21]。由于肱骨近端骨折老年患者多合并骨质疏松,克氏针固定难以提供足够的稳定性,临床

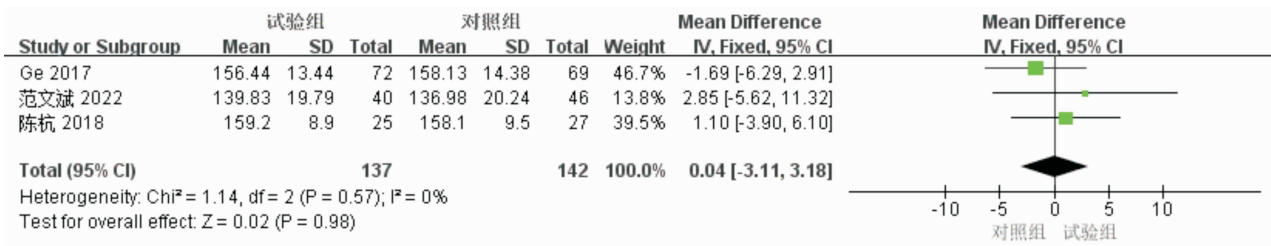


图 7 肩关节前屈活动度 Meta 分析森林图

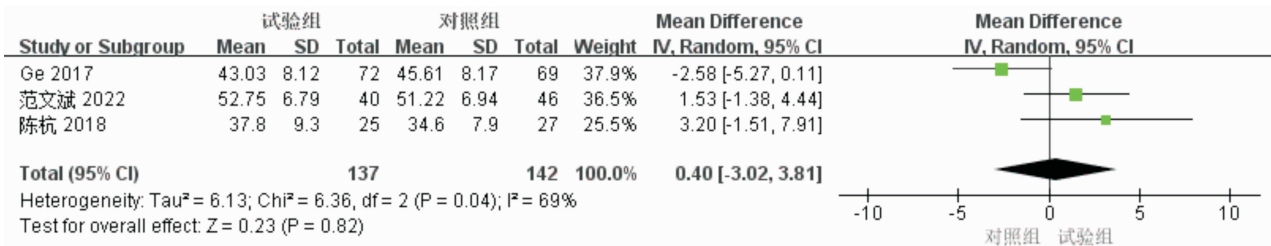


图 8 肩关节外旋活动度 Meta 分析森林图

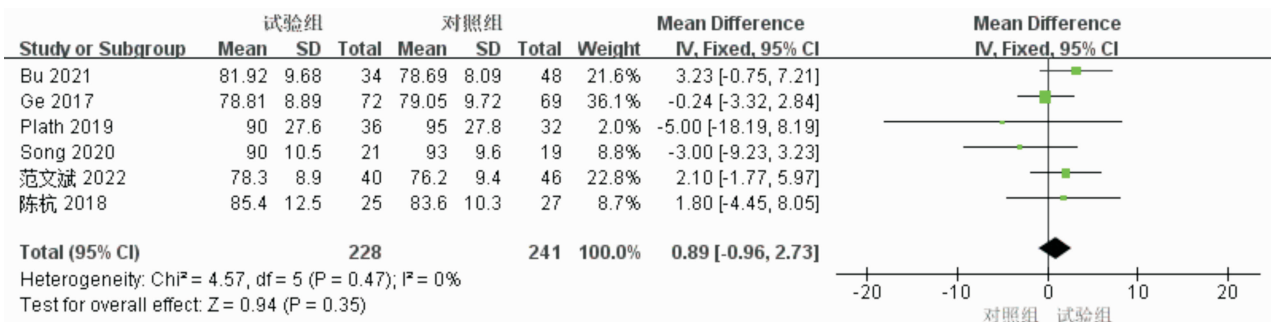


图 9 Constant-Murley 肩关节评分 Meta 分析森林图

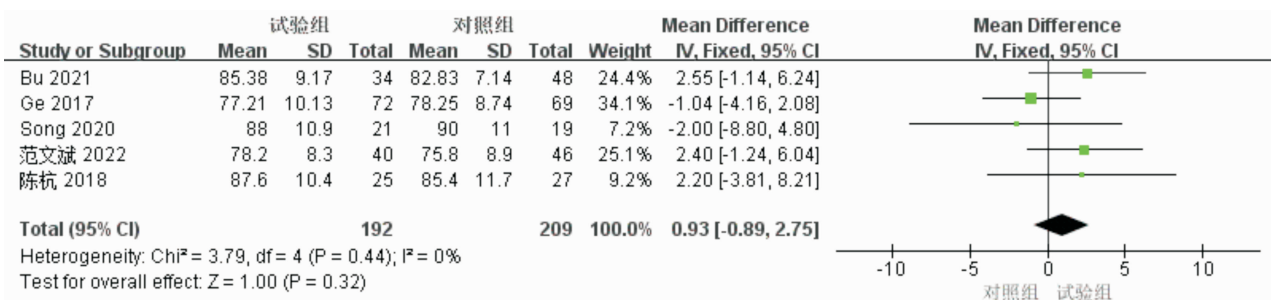


图 10 美国肩肘关节外科医师协会评分 Meta 分析森林图

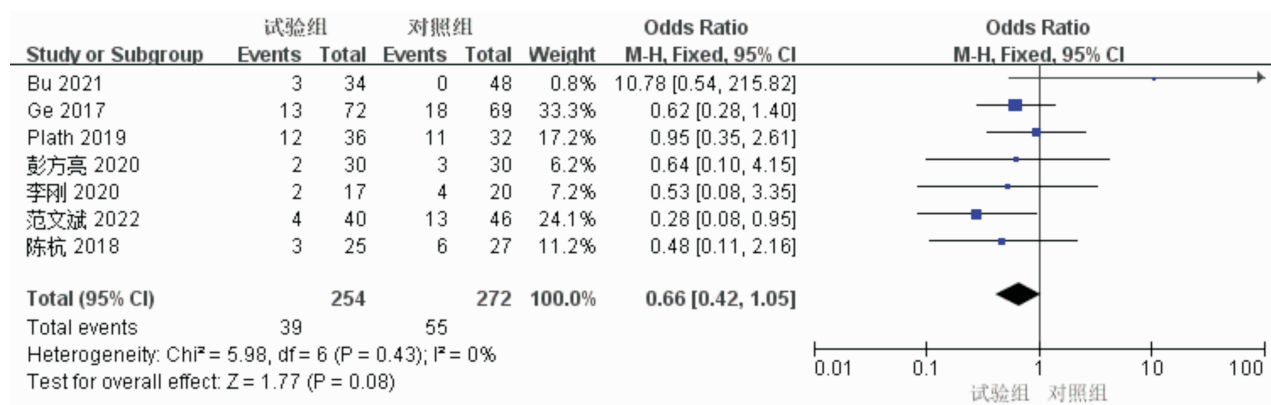


图 11 并发症发生率 Meta 分析森林图

应用较少。半肩关节置换术及反肩关节置换术在肩部功能改善方面具有显著优势,但手术难度大、费用高,患者接受程度较低^[22]。因此,锁定钢板内固定与髓内钉内固定是目前临床上最常见的手术治疗方法。锁定钢板内固定技术发展较为成熟,疗效确切,但并发症发生率较高。Brunner 等^[23]研究发现,锁定钢板内固定治疗肱骨近端骨折的并发症发生率约为 35%。老年人多合并内科疾病,在采用锁定钢板内固定治疗肱骨近端骨折时,由于手术切口较长且需大量剥离软组织,患者出血量增加,进而可能引发一系列的并发症;而老年患者合并骨质疏松会进一步增加螺钉穿孔、退钉等并发症的发生风险。髓内钉内固定能够提供良好的生物力学稳定性,在肩关节外展及前屈活动时稳定性更佳^[24]。髓内钉内固定采用闭合复位骨折端、小切口插入髓内钉,能够减少术中出血量,且骨折端骨膜覆盖良好,能够促进术后骨折愈合。然而,髓内钉在置钉过程中易造成肩袖损伤,影响患者肩关节的正常功能^[25]。Lin 等^[26]认为老年患者对肩部功能要求较低,而髓内钉内固定在减少出血量和促进骨折愈合方面具有优势,更适用于老年肱骨近端骨折。

Meta 分析是对临床研究结果进行综合评价的最佳方法,在循证医学中证据等级最高^[27]。我们采用 Meta 分析对 8 项关于髓内钉内固定与锁定钢板内固定治疗老年肱骨近端骨折的比较研究进行了系统评价,结果显示髓内钉内固定治疗老年肱骨近端骨折在缩短手术时间、减少术中出血量、缓解术后切口疼痛、促进骨折愈合、纠正肱骨颈干角等方面具有优势,但在肩关节前屈、外旋活动度及 Constant-Murley 肩关节评分、ASES 评分、并发症发生率方面与钢板内固定治疗相当。此外,在手术时间、术中出血量、术后切口疼

痛 VAS 评分、肩关节外旋活动度方面,各研究之间具有明显异质性。本研究尚存在以下不足:①纳入研究的病例数量有限,部分结局指标异质性较高;②随机对照研究较少;③纳入研究的随访时间不同;④部分结局指标纳入研究数量较少。上述不足均可能导致研究结果存在一定的偏倚。

现有的证据表明,髓内钉内固定治疗老年肱骨近端骨折在恢复肩关节功能和安全性方面与锁定钢板内固定相当,但前者在缩短手术时间、减少术中出血量、缓解术后切口疼痛、促进骨折愈合、纠正肱骨颈干角等方面更具优势。

参考文献

- [1] SCHUMAIER A, GRAWE B. Proximal humerus fractures: evaluation and management in the elderly patient [J/OL]. Geriatr Orthop Surg Rehabil, 2018, 9: 2151458517750516 [2023-01-13]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5788098/>.
- [2] STOLBERG-STOLBERG J, KOPPE J, RISCHE R, et al. The surgical treatment of proximal humeral fractures in elderly patients [J]. Dtsch Arztebl Int, 2021, 118(48): 817-823.
- [3] NEER C S 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation [J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(6): 1077-1189.
- [4] THANASAS C, KONTAKIS G, ANGOULES A, et al. Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: a systematic review [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2009, 18(6): 837-844.
- [5] SPROSS C, PLATZ A, RUFIBACH K, et al. The PHILOS plate for proximal humeral fractures—risk factors for complications at one year [J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 72(3): 783-792.
- [6] VARGA P, GRÜNWALD L, WINDOLF M. The prediction of

- cyclic proximal humerus fracture fixation failure by various bone density measures[J/OL]. J Orthop Res, 2018[2023-01-13]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jor.23879>.
- [7] LAUNONEN A P, SUMREIN B O, LEPOLA V. Treatment of proximal humerus fractures in the elderly[J]. Duodecim, 2017, 133(4): 353-358.
- [8] KRAPPINGER D, BIZZOTTO N, RIEDMANN S, et al. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures[J]. Injury, 2011, 42(11): 1283-1288.
- [9] CLEMENT N D, DUCKWORTH A D, MCQUEEN M M, et al. The outcome of proximal humeral fractures in the elderly: predictors of mortality and function[J]. Bone Joint J, 2014, 96-B(7): 970-977.
- [10] MELLSTRAND NAVARRO C, BROLUND A, EKHOLM C, et al. Treatment of humerus fractures in the elderly: a systematic review covering effectiveness, safety, economic aspects and evolution of practice[J]. PLoS One, 2018, 13(12): e0207815.
- [11] PALYS K E, BERGER V W. A note on the Jadad score as an efficient tool for measuring trial quality[J]. J Gastrointest Surg, 2013, 17(6): 1170-1171.
- [12] SLIM K, NINI E, FORESTIER D, et al. Methodological index for non-randomized studies (minors): development and validation of a new instrument[J]. ANZ J Surg, 2003, 73(9): 712-716.
- [13] 陈杭, 向明, 胡晓川, 等. Philos 钢板与 Multiloc 髓内钉治疗中老年肱骨近端三、四部分骨折的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2018, 34(12): 1067-1074.
- [14] 范文斌, 崔学良, 石柳, 等. 锁定钢板与髓内钉治疗老年肱骨近端 Neer 二、三部分骨折的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(3): 274-278.
- [15] 李刚, 魏万富, 刘欣, 等. 髓内钉与锁定钢板治疗老年肱骨近端骨折疗效比较[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(41): 3240-3245.
- [16] 彭方亮, 尤伟艳, 李晶, 等. 髓内钉和微创接骨板技术结合锁定钢板治疗老年肱骨外科颈(Neer II 型)骨折的疗效比较[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(9): 1871-1874.
- [17] BU G, SUN W, LI J, et al. MutiLoc nail versus philos plate in treating proximal humeral fractures: a retrospective study among the alderly[J/OL]. Geriatr Orthop Surg Rehabil, 2021, 12: 21514593211043961 [2023-01-13]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8477691/>.
- [18] GE W, SUN Q, LI G, et al. Efficacy comparison of intramedullary nails, locking plates and conservative treatment for displaced proximal humeral fractures in the elderly[J]. Clin Interv Aging, 2017, 12: 2047-2054.
- [19] PLATH J E, KERSCHBAUM C, SEEBAUER T, et al. Locking nail versus locking plate for proximal humeral fracture fixation in an elderly population: a prospective randomised controlled trial[J]. BMC musculoskeletal disorders, 2019, 20(1): 20.
- [20] SONG H, HE T, GUO H Y, et al. Locking plates versus locking intramedullary nails fixation of proximal humeral fractures involving the humeral shaft: a retrospective cohort study[J]. Med Sci Monit, 2020, 26: e922598.
- [21] WENDT K W, JAEGER M, VERBRUGGEN J, et al. ESTES recommendations on proximal humerus fractures in the elderly[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2021, 47(2): 381-395.
- [22] CHIVOT M, LAMI D, BIZZOZERO P, et al. Three-and four-part displaced proximal humeral fractures in patients older than 70 years: reverse shoulder arthroplasty or nonsurgical treatment? [J]. J Shoulder Elbow Surg, 2019, 28(2): 252-259.
- [23] BRUNNER F, SOMMER C, BAHRS C, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multi-center analysis[J]. J Orthop Trauma, 2009, 23(3): 163-172.
- [24] KITSON J, BOOTH G, DAY R. A biomechanical comparison of locking plate and locking nail implants used for fractures of the proximal humerus[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2007, 16(3): 362-366.
- [25] LEE W, PARK J Y, CHUN Y M. Operative treatment of 2-part surgical neck fracture of the humerus: intramedullary nail versus locking compression plate with technical consideration[J]. J Orthop Trauma, 2017, 31(9): e270-274.
- [26] LIN J, HOU S M. Locked-nail treatment of humeral surgical neck nonunions[J]. J Trauma, 2003, 54(3): 530-535.
- [27] 张薇, 许吉, 邓宏勇. 国际医学证据分级与推荐体系发展及现状[J]. 中国循证医学杂志, 2019, 19(11): 1373-1378.

(收稿日期: 2023-02-13 本文编辑: 吕宁)