

克氏针与弹性髓内钉固定治疗儿童肱骨近端骨折 Meta 分析

施涛, 徐子航, 张鑫, 钱宇望, 朱磊, 孔来法
(金华市妇幼保健院小儿骨科, 浙江 金华 321000)

【摘要】 目的:通过 Meta 分析系统评价克氏针与弹性髓内钉固定治疗儿童肱骨近端骨折的临床疗效。**方法:**检索万方数据库、VIP、CNKI、中国生物医学文献数据库 (China biology medicine, CBM)、PubMed、Embase、Web of Science 数据库建库至 2023 年 10 月发表的关于克氏针与弹性髓内钉治疗儿童肱骨近端骨折的文献。采用 Endnote X9 和 Excel 2019 进行文献提取、管理及数据录入, 并采用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。比较两组手术时间、住院时间、骨折愈合时间、肩关节伸展活动度、臂肩手功能障碍问卷评分 (disabilities of arm, shoulder and hand, DASH), Neer 评分或 Constant-Murley 评分及并发症情况。**结果:**共纳入 7 篇文献, 1 篇为前瞻性研究, 6 篇为回顾性队列研究, 共 521 例患儿, 其中克氏针组 264 例, 弹性髓内钉 257 例。Meta 分析结果显示, 两组手术时间 [$WMD=-12.61, 95\%CI(-24.89, -0.33), P=0.04$]、骨折愈合时间 [$WMD=-0.26, 95\%CI(-0.49, -0.02), P=0.03$]、总体并发症发生率 [$OR=6.83, 95\%CI(3.33, 14.01), P<0.001$]、钉道感染 [$OR=6.77, 95\%CI(1.72, 26.69), P=0.006$]、骨折移位 [$OR=3.57, 95\%CI(1.35, 9.44), P=0.01$] 比较, 差异有统计学意义。两组住院时间、肩关节伸展活动度、DASH 评分, Neer 评分及 Constant-Murley 评分、皮肤激惹比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论:**克氏针内固定术手术时间短, 操作简单, 但较弹性钉内固定技术具有更高的并发症发生率。就疗效和安全性而言, 弹性髓内钉固定是治疗儿童肱骨近端骨折的选择之一。

【关键词】 肱骨近端骨折; 克氏针; 弹性髓内钉; 并发症; Meta 分析

中图分类号: R683.41

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20240599

Meta-analysis of Kirschner's needle and elastic intramedullary nail fixation for the treatment of proximal humeral fractures in children

SHI Tao, XU Zi-hang, ZHANG Xin, QIAN Yu-wang, ZHU Lei, KONG Lai-fa (Department of Pediatric Orthopedic Surgery, Jinhua Maternity and Child Health Care Hospital, Jinhua 321000, Zhejiang, China)

ABSTRACT Objective To systematically evaluated clinical efficacy of Kirschner's needle and elastic intramedullary nail fixation in treating proximal humeral fractures in children by Meta-analysis. **Methods** Literature on the treatment of proximal humeral fractures in children with Kirschner needles and elastic intramedullary nails published on Wanfang, VIP, CNKI and China biology medicine (CBM), PubMed, Embase, and Web of Science databases were searched from the establishment of databases to October, 2023. Literature extraction, management and data entry were performed by Endnote X9 and Excel 2019, and Meta-analysis was conducted by RevMan 5.3 software. The operation time, hospital stay, fracture healing time, shoulder joint extension range of motion, disabilities of arm, shoulder and hand (DASH) questionnaire score, Neer score or Constant-Murley score and complications were compared between two groups. **Results** A total of 7 literatures were included, 1 was prospective study, 6 were retrospective cohort study. There were 521 children, 264 children in Kirschner wire group and 257 children in elastic intramedullary nail fixation group. The results of Meta analysis showed operation time [$WMD=-12.61, 95\%CI(-24.89, -0.33), P=0.04$], fracture healing time [$WMD=-0.26, 95\%CI(-0.49, -0.02), P=0.03$], total complication rate [$OR=6.83, 95\%CI(3.33, 14.01), P<0.001$], nail tract infection rate [$OR=6.77, 95\%CI(1.72, 26.69), P=0.006$] and displacement fracture rate [$OR=3.57, 95\%CI(1.35, 9.44), P=0.01$] between two groups had statistically differences ($P>0.05$), while there were no statistically significant difference in comparison of hospital stay, shoulder joint extension range of motion, DASH, Neer score, Constant-Murley score, and incidence of skin irritation between two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Kirschner's needle internal fixation has a short operation time and simple operation, but it has a higher incidence of complications compared with elastic nail internal fixation technique. In terms of efficacy and safety, elastic intramedullary nail fixation is one of the options for the treatment of proximal humeral fractures in children.

通信作者: 孔来法 E-mail: jhyyklf@163.com

Corresponding author: KONG Lai-fa E-mail: jhyyklf@163.com

KEYWORDS Proximal humerus fracture; Kirschner's needle; Elastic stable intramedullary nail; Complication; Meta-analysis

儿童肱骨近端骨折相对少见, 占有儿童骨折的 0.45%~2%, 年发病率为 3/10 000, 该病的发病率在 10~14 岁之间第 1 次达到峰值^[1-2]。儿童肱骨近端骨膜较厚, 具有极强的重塑潜力, 且大部分骨折是无移位或微小移位的。大多数儿童肱骨近端骨折可以通过非手术治疗。但一些骨折严重移位或成角畸形的大龄儿童, 复位后骨折断端极不稳定, 容易再次移位, 导致保守失败, 对于这类患儿需要进一步行手术治疗^[3]。肱骨近端骨折内固定, 包括经皮或切开克氏针内固定术、逆行弹性髓内钉内固定术。克氏针内固定技术是目前最为普遍的技术, 具有操作简易、创伤小等优势, 但骨折端稳定性不足, 且并发症发生率高^[4]。对于儿童四肢骨干骨折, 通常采用弹性髓内钉内固定术, 具有微创、安全等优势, 有学者^[5]提倡采用逆行弹性髓内钉内固定技术治疗儿童肱骨近端骨折, 较克氏针并发症更少, 术后患儿满意度更高。因此, 如何选择内固定方式是目前儿童骨科医生所面临的难题。本研究拟采用 Meta 分析方法探讨儿童肱骨近端骨折内固定的最佳固定方式, 以期为临床治疗提供选择依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

计算机检索万方数据库、VIP、CNKI、中国生物医学文献数据库 (China biology medicine, CBM)、PubMed、Embase、Web of Science 等数据库, 检索日期自建库至 2023 年 10 月。中文检索词包括“儿童”“肱骨近端骨折”“弹性髓内钉”“克氏针”。英文检索词包括“Pediatric”“Proximal Humerus Fracture”“Elastic stable intramedullary nail”“K-wire”。以 PubMed 数据库为例, 检索方式为 (children OR pediatric OR adolescent) AND (proximal humerus fracture) AND (flexible intramedullary nail OR elastic stable intramedullary nail OR nail) AND (K-wire OR pin)。

1.2 病例选择

纳入标准: (1) 研究对象。年龄 ≤ 18 岁, 诊断为肱骨近端骨折, 肱骨近端在解剖上包括肱骨头、解剖颈、大小结节以及外科颈 4 个部分, 本研究包括干骺端骨折或骨骺骨折, 需要手术治疗的儿童^[6]。(2) 研究类型及干预措施。比较弹性钉与克氏针治疗儿童肱骨近端骨折的对比研究, 无论是随机对照试验还是队列研究均被纳入。(3) 结局指标。手术时间、住院时间、骨折愈合时间、肩关伸展节活动度; 肩关节功能评分, 包括臂肩手功能障碍问卷评分 (disabilities of the arm, shoulder and hand, DASH)^[7], Neer 评分^[8]

及 Constant-Murley 评分^[9]; 手术相关并发症, 包括皮肤激惹、骨折移位、钉道感染等, 并且所纳入的文献至少包括 1 项相关研究指标。排除标准: (1) 低质量文献。纽卡斯尔-渥太华量表^[10] (Newcastle-Ottawa Scale, NOS) < 5 分。(2) Neer-Horowitz 分型 I 型^[11]或文中未提及此 Neer-Horowitz 分型的文献。(3) 生物力学试验、动物实验、综述、专家意见、手术技术和科学会议摘要。(4) 研究资料不全或数据重复的。(5) 无法获取全文的。

1.3 文献筛选以及资料提取

由 2 名研究人员根据纳排标准进行文献筛选。首先, 通过 Endnote X9 软件去除重复文献, 进一步阅读文献标题及摘要, 排除不符合纳入标准的文献, 再对符合纳入标准的文献进行整理及数据提取。提取内容包括: (1) 基本信息。包括研究者、发表年份、研究类型、例数、性别、年龄、Neer-Horowitz 分型、随访时间、结局指标、文献质量评分。(2) 结局指标。包括手术时间、住院时间、骨折愈合时间、肩关节伸展活动度、肩关节功能评分以及并发症。在整个过程中产生的分歧通过与团队成员讨论解决。

1.4 文献质量评价

对于队列研究, 采用 NOS 评估纳入文献的质量, 主要包括研究对象的选择 (4 分)、组间可比性 (2 分) 以及暴露情况 (3 分), 满分 9 分; NOS < 5 分的文献视为低质量文章, 不予采用。

1.5 统计学处理

采用 Cochrane 协作网提供的 Revman 5.3 软件进行 Meta 分析。定性资料采用优势比 (odds ratio, OR) 值及其 95% 可信区间 (confidence interval, CI) 进行数据分析, 定量资料采用加权平均差 (weighted mean difference, WMD) 及其 95% CI 进行统计分析。异质性的用 I^2 进行定量评价, 检验标准定为 50%。当 $I^2 < 50\%$ 时, 认为两组数据无显著异质性, 采用固定效应模型 (fixed effect model, FEM) 进行定量组合分析; 当 $I^2 > 50\%$ 时, 认为两组数据之间存在显著异质性, 采用随机效应模型 (random effect model, REM) 进行组合分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果

共检索相关文献 281 篇, 排除重复文献后剩余 102 篇, 阅读标题及摘要, 进一步阅读全文复筛后最终纳入 7 篇文献^[5-6, 12-16], 1 篇^[13]为前瞻性研究, 6 篇^[5-6, 12, 14-16]为回顾性队列研究, 其中 3 篇英文文献, 4 篇中文文献。文献检索流程图见图 1。

2.2 文献基本特征及质量评价

共纳入 521 例儿童肱骨近端骨折患儿，其中克氏针组 264 例，弹性髓内钉 257 例；男 303 例，女 218 例；Neer-Horowitz 分型Ⅱ型 15 例，Ⅲ型或Ⅳ型 506 例。采用 NOS 评分对队列研究进行评分，其中 5 篇^[5-6,12-13,15]评分为 7 分，2 篇^[14,16]评分为 8 分，文献质量均较高。见表 1。各文献手术指征见表 2。

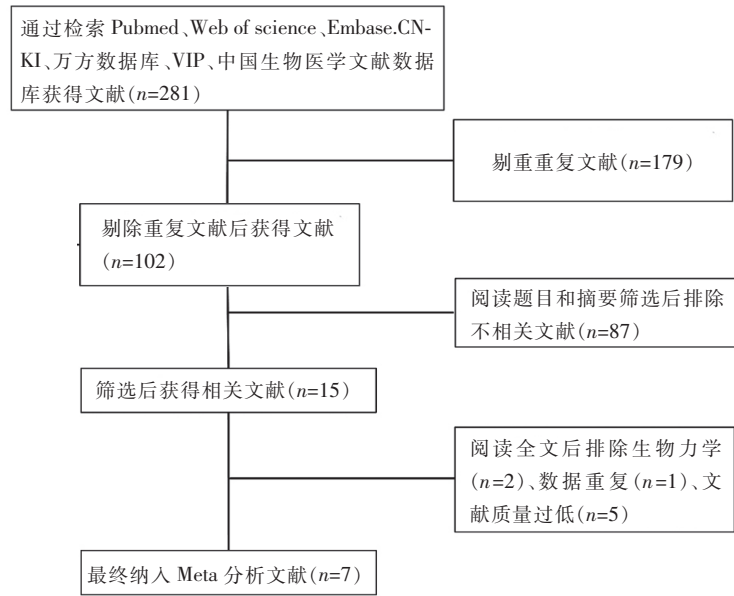


图 1 文献检索流程图
Fig.1 Flowchart of literature retrieval

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 手术时间 6 篇文献^[6,12-16]比较了手术时间，各研究间异质性大($I^2=96\%$, $P<0.001$)，采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果显示克氏针组手术时间较弹性髓内钉组明显减少 [$WMD=-12.61$, $95\%CI(-24.89, -0.33)$, $P=0.04$]。见图 2。

2.3.2 住院时间 3 篇文献^[6,12,14]比较了住院时间，各研究间异质性大 ($I^2=94\%$, $P<0.001$)，采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果显示克氏针组和弹性髓内钉组手术时间比较，差异无统计学意义 [$WMD=-0.32$, $95\%CI(-2.07, 1.43)$, $P=0.72$]。见图 3。

2.3.3 骨折愈合时间 4 篇文献^[6,13,15-16]比较了愈合时间，各研究间异质性小($I^2=0\%$, $P=0.53$)，采用固定效应模型进行 Meta 分析，结果显示克氏针组骨折愈合时间较弹性髓内钉组短 [$WMD=-0.26$, $95\%CI(-0.49, -0.02)$, $P=0.03$]。见图 4。

2.3.4 肩关节伸展活动度 2 篇文献^[13-14]比较了两种固定方式术后肩关节伸展活动度，各研究间异质性大($I^2=58\%$, $P=0.12$)，采用随机效应模型进行 Meta 分析，研究结果表明两组术后肩关节活动度比较，差异无统计学意义 [$WMD=-1.36$, $95\%CI(-4.14, 1.43)$, $P=0.34$]。见图 5。

表 1 纳入文献的基本特征
Tab.1 Basic information of literatures

纳入文献	研究类型	例数/例		性别(男/女)		年龄/岁		Neer-Horowitz 分型/例			随访时间		结局指标	NOS 评分/分
		克氏针	弹性髓内钉	克氏针	弹性髓内钉	克氏针	弹性髓内钉	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	克氏针	弹性髓内钉		
HUTCHINSON 等 ^[5] 2011	RCS	27	23	23/4	8/15	13.7	13.2	1	4	45	9 个月		⑥	7
KRAUS 等 ^[12] 2014	RCS	16	15	9/7	9/6	12.5±2.6	10.1±4.4	0		31	(5.8±3.6)年		①②⑤	7
孙祥水等 ^[6] 2014	RCS	32	36	18/14	21/15	10.8	11.6	0		68	13 个月		①②③⑥	7
孙晋客等 ^[15] 2014	RCS	48	65	25/23	37/28	13.1	13.6	14	56	43	14.7 个月	13.6 个月	①③⑤⑥	7
毕波等 ^[16] 2014	RCS	35	37	23/12	25/12	10.90±3.1	11.2±3.8	0	40	32	(19.8±2.8)个月	(20.3±3.6)个月	①③⑤⑥	8
姜宇等 ^[14] 2022	RCS	34	37	18/16	20/17	12.90±0.91	12.58±1.08	0	43	28	(3.68±2.13)年	(3.68±2.13)年	①②④⑤	8
LIU 等 ^[13] 2023	PC	72	44	43/29	24/20	10	10	0		116	(27.2±3.6)个月	(27.5±3.5)个月	①③④⑤⑥	7

注：RCS 为回顾性队列研究；PC 为前瞻性队列研究。①手术时间；②住院时间；③骨折愈合时间；④肩关节伸展活动度；⑤肩关节功能评分；⑥并发症。

表 2 各文献手术指征定义
Tab.2 Definitions of surgical indications in various literatures

纳入文献	手术指征
HUTCHINSON 等 ^[5] 2011	(1)骨骺骨折;(2)年龄>12 岁;(3)Neer-Horowitz IV 型
KRAUS 等 ^[12] 2014	(1)Neer-Horowitz III、IV 型
孙祥水等 ^[6] 2014	(1)Neer-Horowitz III、IV 型;(2)肱骨近端不稳定骨折;(3)年龄 8~14 岁
孙晋客等 ^[15] 2014	(1)年龄>10 岁的 Neer-Horowitz III、IV 型和(或)成角>30°;(2)手法复位失败或复位后骨折不稳定
毕波等 ^[16] 2014	(1)年龄≥7 岁;(2)严重移位肱骨近端骨折,即骨折移位超过骨干直径的 1/2 和(或)成角>45°,骨折 Neer 分型 III 型和 IV 型
姜宇等 ^[14] 2022	(1)Neer-Horowitz III、IV 型;(2)新鲜闭合骨折;(3)年龄>10 岁
LIU 等 ^[13] 2023	(1)Neer-Horowitz III、IV 型;(2)保守治疗失败;(3)骨骺骨折;(4)14 d 内发生急性骨折;闭合性损伤;(5)年龄<7 岁且成角>75°;年龄 8~11 岁且成角>60°;年龄>12 岁且成角>45°

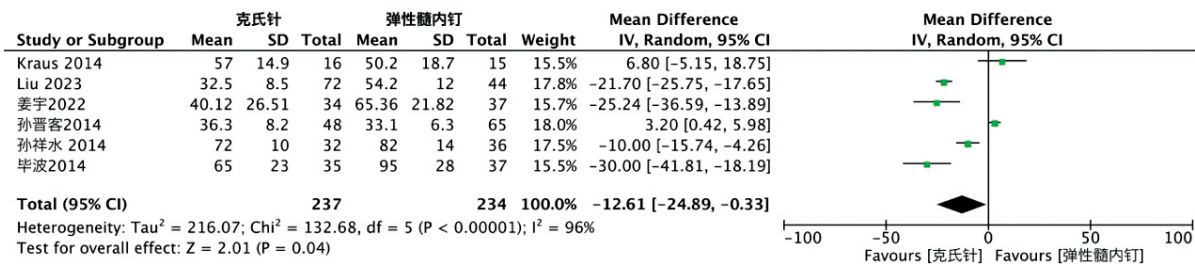


图 2 克氏针组与弹性髓内钉组手术时间比较的森林图
Fig.2 Forest plot of operation time between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

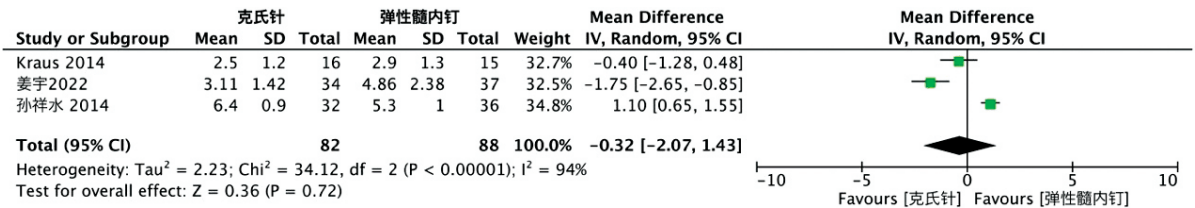


图 3 克氏针组与弹性髓内钉组住院时间比较的森林图
Fig.3 Forest plot of length of stay between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

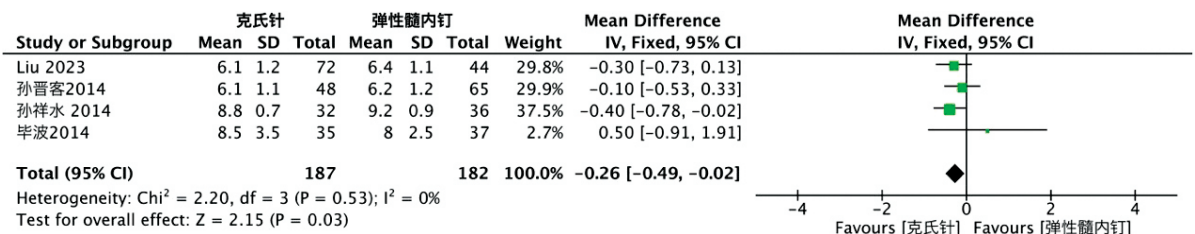


图 4 克氏针组与弹性髓内钉组骨折愈合时间比较的森林图
Fig.4 Forest plot of fracture healing time between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

2.3.5 肩关节功能评分 本次 Meta 分析共提及 3 种肩关节功能评分,即 DASH 评分、Neer 评分和 Constant-Murley 评分。
(1)肩关节 DASH 评分。3 篇文献^[12-14]比较了肩关节 DASH 评分,各研究间异质性小 ($P=0\%$, $P=1.00$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果表明两组比肩关节 DASH 评分比较,差异无统计学意义 [$WMD=-0.20,95\%CI(-0.71,0.32),P=0.45$]。见图 6。
(2)Neer 评分。2 篇文献^[13,16]比较了 Neer 评分,

各研究间异质性小 ($P=0\%$, $P=0.85$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果表明两组 Neer 评分比较,差异无统计学意义 [$WMD=-0.24,95\%CI(-1.74,1.26),P=0.76$]。见图 6。
(3)Constant-Murley 评分。3 篇文献^[12,14-15]比较了 Constant-Murley 评分,各研究间异质性小 ($P=40\%$, $P=0.19$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果表明 Constant-Murley 评分两组比较,差异无统计学意义 [$WMD=-0.00,95\%CI(-1.45,1.44),P=1.00$]。

见图 6。

2.3.6 皮肤激惹 3 篇文献^[6,15-16]比较了皮肤激惹的发生率,各研究间异质性大($I^2=60\%$, $P=0.08$),采用随机效应模型进行 Meta 分析,结果表明两组皮肤激惹比较,差异无统计学意义 [$OR=1.03$, $95\%CI(0.11, 9.48)$, $P=0.98$]。见图 7。

2.3.7 骨折移位 5 篇文献^[5-6,13,15-16]比较了骨折移位发生率,各研究间异质性小($I^2=39\%$, $P=0.16$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果表明克氏针组骨折移位发生率较弹性钉组高 [$OR=3.57$, $95\%CI(1.35, 9.44)$, $P=0.01$]。见图 8。

2.3.8 钉道感染 3 篇文献^[5,13,15]比较了钉道感染的发生率,各研究间异质性小($I^2=0\%$, $P=0.93$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果表明克氏针组钉

道感染发生率较弹性钉组高 [$OR=6.77$, $95\%CI(1.72, 26.69)$, $P=0.006$]。见图 9。

2.3.9 总体并发症发生率 4 篇文献^[5-6,15-16]比较了总体并发症发生率,各研究间异质性小($I^2=23\%$, $P=0.27$),采用固定效应模型进行 Meta 分析,结果表明克氏针组总并发症发生率较弹性钉组高 [$OR=6.83$, $95\%CI(3.33, 14.01)$, $P<0.001$]。见图 10。

2.4 敏感性分析

由于手术时间、住院时间、肩关节活动度及皮肤激惹发生率存在明显异质性,因此,本研究引入了敏感性分析探讨异质性来源。采用逐一剔除法汇总其余纳入文献的 Meta 分析结果进行敏感性分析,分析结果显示剔除各项研究后 I^2 下降不明显,剩余指标合并效应量的影响程度较小,稳定性好。

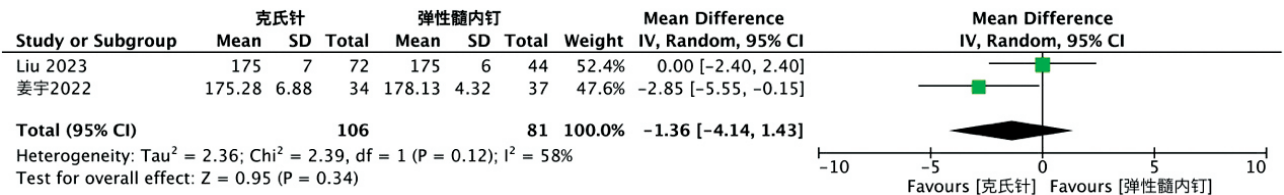


图 5 克氏针组与弹性髓内钉组肩关节伸展活动度比较的森林图

Fig.5 Forest plot of shoulder joint extension range of motion between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

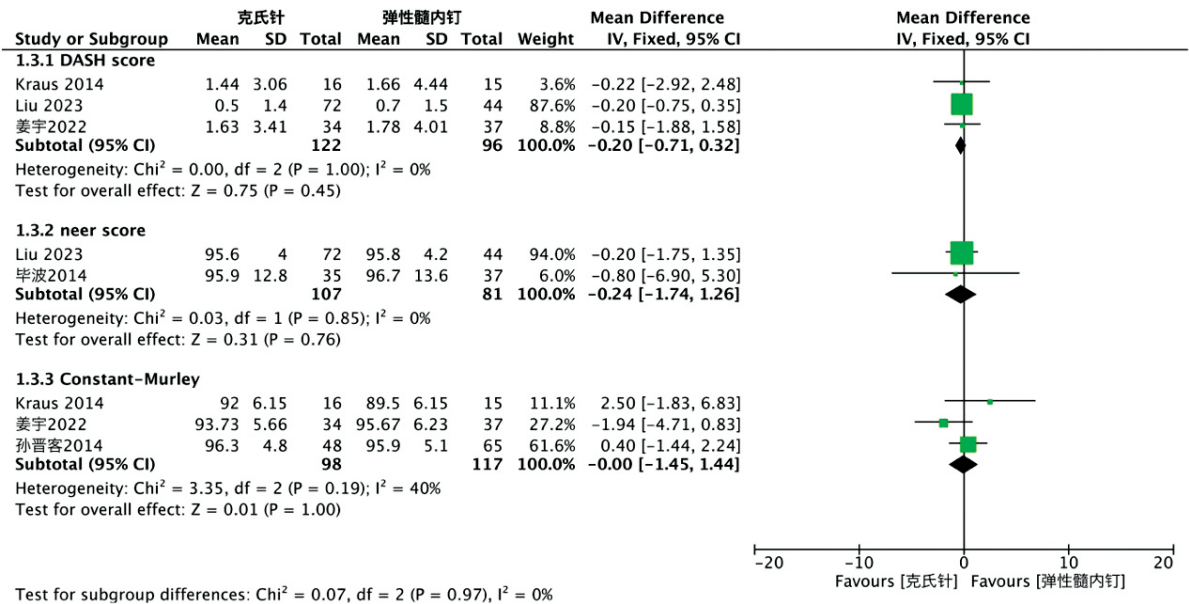


图 6 克氏针组与弹性髓内钉组肩关节功能评分比较的森林图

Fig.6 Forest plot of shoulder joint function score between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

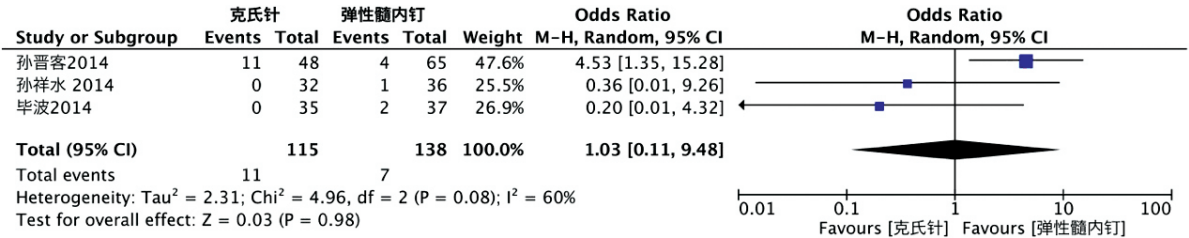


图 7 克氏针组与弹性髓内钉组皮肤激惹比较的森林图

Fig.7 Forest plot of skin irritation between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

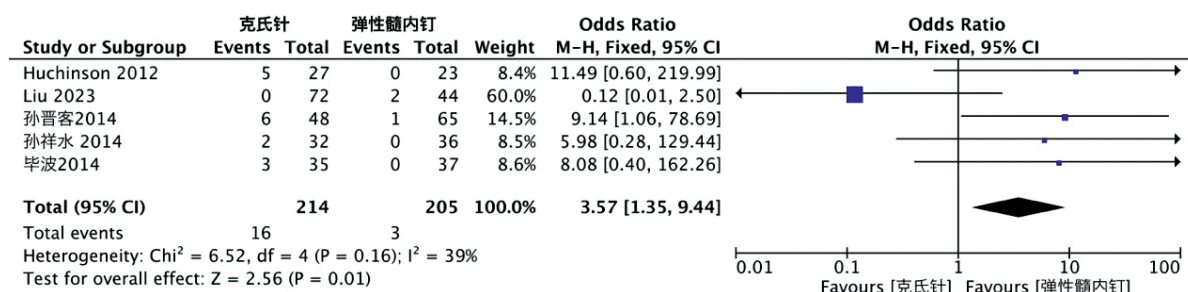


图 8 克氏针组与弹性髓内钉组骨折移位比较的森林图

Fig.8 Forest plot of fracture displacement between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

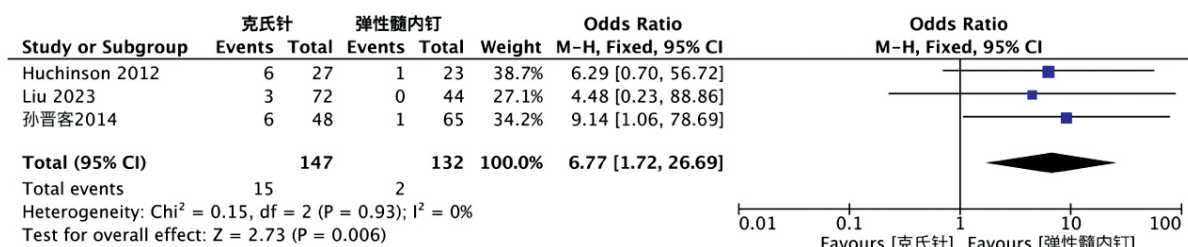


图 9 克氏针组与弹性髓内钉组钉道感染比较的森林图

Fig.9 Forest plot of nail tract infection between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

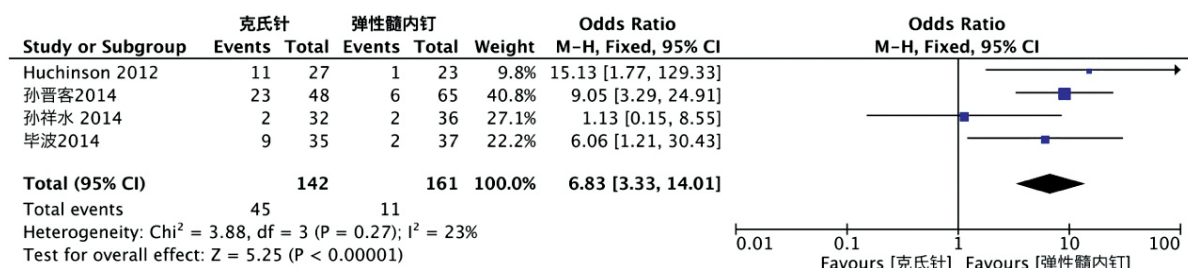


图 10 克氏针组与弹性髓内钉组总并发症发生率比较的森林图

Fig.10 Forest plot of total complication rate between K-wire group and elastic stable intramedullary nail group

3 讨论

儿童肱骨近端骨折的手术指征尚未统一，但值得肯定的是，手术与否主要取决于年龄、骨折移位程度以及畸形程度。大龄儿童骨膜重塑能力逐渐减弱，对于一些移位明显的骨折来说，非手术治疗容易残留畸形、上肢不等长，甚至骨骺早闭等情况^[2-3,17-21]。对于需要手术的儿童肱骨近端骨折来说，内固定的方法包括钢板、弹性髓内钉、外固定架以及克氏针固定等。由于钢板创伤大，有损伤骨骺的风险，外固定架通常应用于开放性骨折，且骨折移位风险大，因此，这两种内固定方式较为少见^[6,18]。相反，克氏针和弹性髓内钉是目前两种常见的固定方式。克氏针内固定技术具有易操作、创伤小、二次操作门诊易取出等优势，但其争议点在于其固定强度是否牢靠，以及是否会增加感染或骨骺损伤风险^[4]。弹性髓内钉广泛应用于儿童四肢骨干骨折，具有固定强度高、创伤小等优势，但其存在需二次住院手术费用贵及手术时间长等劣势^[5,15]。因此，选择何种内固定方式治疗儿童肱骨近端骨折存在争议，本研究通过 Meta 分析

比较两种内固定方式的安全性以及临床疗效，以期对临床有一定的指导作用。

3.1 本研究的发现

本研究发现两种内固定方式均可恢复肩关节功能，弹性髓内钉内固定较克氏针可以降低骨折移位发生率以及感染率，但会增加手术时间并延长骨折愈合时间。弹性髓内钉组骨折移位发生率低，分析其原因在于克氏针并无加压骨折断端的作用，其固定强度主要来自克氏针与皮质骨的接触，其抗旋转能力较差。而弹性髓内钉采用三点固定的原理，具有固定强度高、抗旋转能力强的特点，即便应用于干骺端骨折，其生物力学性能同样优于克氏针^[18]。此外，弹性钉预弯的顶点需放在骨折端的附近，并将针尖穿过骺板并旋转，这进一步增加了骨折稳定性。本研究结果表明弹性髓内钉早期可获得更好的骨折稳定，早期进行功能康复锻炼，有利于降低后期关节僵硬的风险。弹性钉组感染率低的原因在于克氏针组大多为经皮植入，钉尾留置皮外，而弹性髓内钉固定技术将钉尾剪短后埋于皮下，这隔绝了钉子与外界

接触,进而减少了感染的发生。因此,对于克氏针技术,需要加强术后钉道管理,预防性使用抗生素或者将钉尾埋于皮下^[19]。

弹性髓内钉技术增加手术时间的原因在于其技术较传统克氏针技术更为繁琐,包括预弯、开口、植入、调整等一系列操作,同时,由于切口位于肱骨髁上 1~2 cm 处,术者需要注意保护尺神经^[16]。而克氏针通常仅需经皮打入,且克氏针应用更为广泛,术者熟练度相对较高。针对此现象,有学者^[20]提出可以通过结合传统正骨手法,或仅植入 1 枚弹性髓内钉以缩短手术时间^[21]。根据笔者经验,随着弹性髓内钉技术学习曲线的积累,可以减少手术时间的差异。关于骨折愈合时间,尽管本研究结果表明,两种内固定方式存在统计学差异,这可能与术后随访时间节点存在一定差异有关,因此,该统计学差异无法转化为实际临床差异。

本研究结果提示两种方式均可以获得良好的肩关节功能,这意味着即便克氏针具有更高的并发症,但不影响术后的临床疗效。本研究并未出现医源性神经损伤或骨髓早闭,因此,两种内固定均是安全、有效的。但就固定强度及并发症发生率而言,弹性髓内钉是优先选择的内固定方式。

3.2 证据质量评估

本研究共纳入 7 篇队列研究,其中 6 篇为回顾性队列研究,1 篇为前瞻性队列研究,NOS 均 ≥ 7 分,提示文献质量较好,可以进行 Meta 分析。本研究疾病发生率以及手术率不高,但仍然纳入了 521 例,一定程度上增加了结果的可靠性以及说服力。

3.3 本研究的真实性和外部适用性

本研究采用了广泛、规范以及准确的检索策略进行文献检索,排除低质量的文献,仅纳入质量高的文献,本研究中评估了多项结局指标,包括手术时间、骨折愈合以及并发症的相关指标。结局指标中少数结果存在较大异质性,对此采用随机效应模型以保证结果的稳定性以及可靠性。故本研究结果得出的结论具有较好的稳定性和真实性。

3.4 本研究的局限性

本研究存在一定的不足:(1)仅纳入了 7 篇文献,主要原因在于该病发病率相对少见,此外,目前对于绝大多数的治疗方式仍然是保守治疗。(2)时间相关指标异质性大,但敏感性分析提示结果稳定,原因可能在于各研究者的手术熟练度存在一定的差异,以及对于手术时间的定义也存在些许不同,以及不同国家对于住院时间的要求不一致。(3)本研究 Neer-Horowitz 分型存在一定差异,分型越高,难度越大,预后更差,但由于术者对于手术指征的把控不

一,且发病率较低,无法单独进行不同分型的亚组分析,这可能会带来一定的结果偏倚。(4)本研究 1 篇文献^[9]术者采用克氏针与骨水泥联合技术,可能存在部分偏倚,但本文未将其剔除,原因在于该文献术后并未采用外固定(包括石膏、支具等),其余文献均采用了外固定,而骨水泥可以充当外架作用。因此,对于未来的研究,需要大样本、多中心的随机对照研究,以便更好地比较两者的优劣性。

3.5 临床实践意义和研究意义

儿童肱骨近端骨折相对少见。因此,对于绝大多数的肱骨近端骨折,非手术治疗的预后较好^[22]。由于仅部分患者需要手术,对于医生来说,尤其是对成人骨折的医生来说,儿童手术方式与成人大相径庭^[23]。因此,通常难以抉择采用何种内固定方式来进行治疗此类骨折,本研究为选择儿童肱骨近端骨折最佳的方式提供了依据,以帮助医生做出更好的决策。

本研究结果表明克氏针与弹性髓内钉固定均可以获得良好的临床结果,克氏针技术可以降低手术时间,且操作简易,但由于克氏针具有较高的并发症发生率,术者需采取相应的措施以最大化减少并发症可能。弹性髓内钉技术也可以作为一种十分有效的手术方案,并且可以有效降低术后并发症发生率,增加固定的安全性,且术者可以通过学习曲线的积累来降低手术时间。综上,弹性髓内钉固定是治疗儿童肱骨近端骨折的选择之一。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献:施涛负责研究设计、文献筛选、数据收集与整理、论文撰写;徐子航负责文献筛选、数据整理与分析;张鑫负责数据分析、软件操作;钱宇望负责数据分析;朱磊负责结果可视化图片制作;孔来法负责论文审阅与修订。

参考文献

- [1] HANNONEN J, HYVÖNEN H, KORHONEN L, et al. The incidence and treatment trends of pediatric proximal humerus fractures [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 571.
- [2] KIM A E, CHI H, SWARUP I. Proximal humerus fractures in the pediatric population [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2021, 14(6): 413-420.
- [3] 韦盛旺, 赵友明, 杨杰, 等. 大龄儿童肱骨近端骨折非手术治疗与手术治疗疗效比较 [J]. 中华小儿外科杂志, 2012, 33(2): 113-117.
WEI S W, ZHAO Y M, YANG J, et al. Comparison of non-operative and operative treatments for proximal humeral fractures in older children [J]. Chin J Pediatr Surg, 2012, 33(2): 113-117. Chinese.
- [4] 林浩, 黄东, 吴伟焱, 等. 闭合复位经皮克氏针内固定治疗儿童肱骨近端骨折 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2012, 14(4): 355-356.
LIN H, HUANG D, WU W C, et al. Closed reduction and pickles needle internal fixation for the treatment of proximal humeral fractures in children [J]. Chin J Orthop Trauma, 2012, 14(4): 355-356.

- Chinese.
- [5] HUTCHINSON P H, BAE D S, WATERS P M. Intramedullary nailing versus percutaneous pin fixation of pediatric proximal humerus fractures: a comparison of complications and early radiographic results[J]. *J Pediatr Orthop*, 2011, 31(6): 617–622.
 - [6] 孙祥水, 楼跃, 范毓华, 等. 三种内固定方法治疗大龄儿童肱骨近端骨折的临床分析[J]. *中华小儿外科杂志*, 2014, 35(1): 6–10.
SUN X S, LOU Y, FAN Y H, et al. Comparison of three fixation techniques for treating of proximal humeral fractures in older children[J]. *Chin J Pediatr Surg*, 2014, 35(1): 6–10. Chinese.
 - [7] HUDAK P L, AMADIO P C, BOMBARDIER C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG)[J]. *Am J Ind Med*, 1996, 29(6): 602–608.
 - [8] NEER C S 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1970, 52(6): 1077–1089.
 - [9] CONSTANT C R, MURLEY A H. A clinical method of functional assessment of the shoulder[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1987, 1(214): 160–164.
 - [10] STANG A. Critical evaluation of the Newcastle–Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9): 603–605.
 - [11] NEER C S 2nd, HORWITZ B S. Fractures of the proximal humeral epiphysal plate[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1965, 41: 24–31.
 - [12] KRAUS T, HOERMANN S, PLODER G, et al. Elastic stable intramedullary nailing versus Kirschner wire pinning: outcome of severely displaced proximal humeral fractures in juvenile patients [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2014, 23(10): 1462–1467.
 - [13] LIU S B, ZHANG Y L, CAO J C, et al. Bone cemented K–wire fixation versus elastic stable intramedullary nailing fixation of paediatric proximal humerus fractures: a prospective cohort study [J]. *Medicine*, 2023, 102(6): e32959.
 - [14] 姜宇, 郭源, 杨征, 等. 两种固定方法治疗儿童肱骨近端移位骨折的比较[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(4): 299–304.
JIANG Y, GUO Y, YANG Z, et al. Comparison of two fixations for displaced proximal humeral fracture in children and adolescents [J]. *Orthop J China*, 2022, 30(4): 299–304. Chinese.
 - [15] 孙晋客, 刘晓静, 王年芳, 等. 经皮穿针与弹性髓内钉固定治疗青少年肱骨近端骨折的疗效比较[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2014, 8(6): 1004–1008.
SUN J K, LIU X J, WANG N F, et al. Percutaneous pinning versus elastic stable intramedullary nailing for displaced proximal humeral fractures in adolescents[J]. *Chin J Clin Electron Ed*, 2014, 8(6): 1004–1008. Chinese.
 - [16] 毕波, 王小林, 邵景范, 等. 经皮克氏针与弹性髓内钉固定治疗儿童严重移位肱骨近端骨折的疗效比较[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2014, 16(10): 905–907.
BI B, WANG X L, SHAO J F, et al. Comparison of percutaneous kirschner wiring and elastic intramedulby nailing for radial neck fractures in children[J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2014, 16(10): 905–907. Chinese.
 - [17] LEE J, VÄRK P R, MENDENHALL S D, et al. Physeal fractures of the distal ulna: incidence and risk factors for premature growth arrest[J]. *J Pediatr Orthop*, 2024, 44(3): 151–156.
 - [18] 白桓安, 陆清达, 刘趁心, 等. 不同固定方式治疗儿童肱骨近端骨折的有限元分析[J]. *医用生物力学*, 2023, 38(2): 297–302, 323.
BAI H A, LU Q D, LIU C X, et al. Finite element analysis on different internal fixations for treating proximal humeral fractures in children[J]. *J Med Biomech*, 2023, 38(2): 297–302, 323. Chinese.
 - [19] HIDAJAT N N, SATRIO NUGROHO MAGETSARI R M, PRASETIYO G T, et al. Buried or exposed Kirschner wire for the management of hand and forearm fractures: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression[J]. *PLoS One*, 2024, 19(5): e0296149.
 - [20] 王俊义, 王巧迪. 传统正骨手法复位经皮弹性髓内钉固定治疗儿童肱骨近端骨折[J]. *中国骨伤*, 2017, 30(11): 1063–1066.
WANG J Y, WANG Q D. Traditional manipulative reduction and percutaneous elastic intramedullary nail fixation for the treatment of proximal humeral fractures in children[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2017, 30(11): 1063–1066. Chinese.
 - [21] SAMARA E, TSCHOPP B, KWIATKOWSKI B, et al. A single retrograde intramedullary nail technique for treatment of displaced proximal humeral fractures in children: case series and review of the literature[J]. *J Bone Joint Surg Open Access*, 2021, 6(1): e20.00119.
 - [22] SONG H R, SONG M H. Operative versus nonoperative management of pediatric proximal humerus fractures: a meta-analysis and systematic review[J]. *Clin Orthop Surg*, 2023, 15(6): 1022–1028.
 - [23] 张玉富, 蒋协远. 肱骨近端骨折手术治疗的进展与思考[J]. *中国骨伤*, 2023, 36(2): 99–102.
ZHANG Y F, JIANG X Y. Progress and thinking in surgical treatment of proximal humeral fracture[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2023, 36(2): 99–102. Chinese.

(收稿日期: 2024–12–09 本文编辑: 李宜)