

· 临床论著 ·

桡骨远端骨折内固定与外固定的比较

马成才, 张琪琪, 丁超, 张伟

(亳州市人民医院关节外科, 安徽亳州 236800)

摘要: [目的] 比较掌侧锁定钢板 (volar locking plate, VLP) 与外固定架联合经皮克氏针固定不稳定性桡骨远端骨折 (unstable distal radius fractures, UDRF) 的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2020 年 1 月本院手术收治的 73 例 UDRF 患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 41 例采用 VLP 内固定 (内固定组), 32 例采用外固定架联合经皮克氏针固定 (外固定组)。比较两组围手术期、随访期及影像学资料。[结果] 两组均顺利完成手术, 虽然内固定组手术时间显著长于外固定组, 但术中透视次数、早期 VAS 评分均显著优于外固定组 ($P<0.05$)。术后并发症总发生率内固定组为 7.3%, 外固定组为 25.0%, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。平均随访 (15.3±2.1) 个月, 内固定组恢复完全负重活动时间显著早于外固定组 ($P<0.05$)。术后内固定组 Cooney 评分、腕掌屈-背伸 ROM、腕尺偏-桡偏 ROM、前臂旋前-旋后 ROM 均优于外固定组 ($P<0.05$)。影像方面, 术后即刻和末次随访时, 内固定组的 PT、RI、RL 和关节面对合分级均显著优于外固定组 ($P<0.05$)。影像显示内固定组骨折愈合时间显著早于外固定组 ($P<0.05$)。[结论] 与外固定架联合克氏针外固定相比, VLP 内固定早期不良反应轻, 功能恢复好, 更有利于骨折愈合。

关键词: 不稳定性桡骨远端骨折, 内固定, 掌侧锁定钢板, 外固定架, 经皮克氏针

中图分类号: R683.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 05-0391-05

Internal fixation with volar locking plate versus external fixator combined with percutaneous Kirshner wire for unstable distal radius fractures // MA Cheng-cai, ZHANG Qi-qi, DING Chao, ZHANG Wei. Department of Joint Surgery, People's Hospital of Bozhou City, Bozhou 236800, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of internal fixation with volar locking plate (VLP) versus external fixator combined with percutaneous Kirshner wire for unstable distal radius fractures (UDRF). [Methods] A retrospective study was performed on 73 patients who underwent surgical treatment for UDRF in our hospital from January 2018 to January 2020. According to the results of preoperative doctor-patient communication, 41 patients received VLP internal fixation (the IF group), while the remaining 32 patients were treated with external fixator combined with percutaneous Kirshner wire (the EF group). The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. [Results] All the patients in both groups had operation performed smoothly. Although the IF group consumed significantly longer operation time than the EF group ($P<0.05$), the former proved significantly superior to the latter in terms of times of intraoperative fluoroscopy and VAS scores in the early stage ($P<0.05$). The total incidence of postoperative complications was 7.3% in the IF group, whereas 25.0% in the EF group, which was statistically significant ($P<0.05$). All patients in both groups were followed up for (15.3±2.1) months on an average, and the IF group returned to full weight-bearing activity significantly earlier than the EF group ($P<0.05$). In addition, the IF group proved considerably superior to the EF group in terms of Cooney score, flexion-dorsiflexion range of motion (ROM), ulnar-radial deviation ROM, and forearm pronation/supination ROM postoperatively ($P<0.05$). Radiographically, the IF group proved significantly superior to the EF group in terms of palmar tilt (PT), radial inclination (RI), radial length (RL), and joint congruence grade immediately after surgery and at last follow-up ($P<0.05$), moreover, the former got fracture healing on images significantly earlier than the latter ($P<0.05$). [Conclusion] Compared with external fixator combined with Kirschner wire, the VLP internal fixation has fewer early adverse reactions, better functional recovery, and is more conducive to fracture healing.

Key words: unstable distal radius fracture, internal fixation, volar locking plate, external fixator, percutaneous Kirshner wire

桡骨远端骨折是一种骨科常见骨折, 占所有骨折类型 20% 左右, 且多为不稳定性桡骨远端骨折

(unstable distal radius fractures, UDRF), 若治疗不当, 可导致功能障碍^[1, 2]。目前临床主要采用手术

固定治疗 UDRF，分为外固定和内固定两类^[3]。其中桥接外固定架联合克氏针为临床常见固定方式，疗效明确，但随着临床逐渐推广应用，关节面严重破坏的 UDRF 患者采用此方法治疗易出现复位丢失，导致桡骨短缩、桡骨远端掌倾角变小，进而引起桡尺关节骨性关节炎等并发症^[4, 5]，严重影响生活质量。掌侧锁定钢板（volar locking plate, VLP）是一种内固定术式，其生物力学稳定性较好，对骨折远端固定效果好，可有效避免并发症发生^[6, 7]。目前临床对这两种固定方式治疗 UDRF 疗效存有争议^[8]。基于此，本研究采用 VLP 与外固定治疗 UDRF，并对腕关节活动度及生活质量的影响进行探讨分析，以此为临床 UDRF 治疗方法选择提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 均为单侧闭合新鲜 UDRF；(2) 年龄 ≥ 18 岁；(3) 首次发生桡骨骨折；(4) 临床资料完整。

排除标准：(1) 陈旧性骨折；(2) 有手术禁忌证者；(3) 病理性骨折；(4) 既往患肢手术史；(5) 伴有严重内科疾病；(6) 腕部畸形；(7) 伴有桡神经损伤。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月—2020 年 1 月本院收治 73 例 UDRF 患者的临床资料，依据术前医患沟通结果，41 例采用 VLP 内固定（内固定组），32 例采用外固定架联合经皮克氏针固定（外固定组）。两组术前一般资料见表 1，两组性别、年龄、损伤至手术时间、损伤侧别、损伤原因和 AO 骨折分型的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究获医院伦理委员会批准同意，所有患者均知情同意。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	内固定组 (n=41)	外固定组 (n=32)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	48.7 \pm 6.8	48.6 \pm 6.9	0.916
性别 (例, 男/女)	25/16	18/14	0.684
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.1 \pm 0.8	3.1 \pm 0.8	0.839
侧别 (例, 左/右)	18/23	15/17	0.800
损伤原因 (例, 机器轧伤/车祸/跌伤)	5/10/26	3/7/22	0.879
AO 分型 (例, B1 型/B2 型/C1 型/C2 型)	6/7/13/14	4/6/10/12	0.998

1.3 手术方法

内固定组：臂丛神经阻滞麻醉，取仰卧位，患肢外展置于手术台上。行掌侧“S”形切口，向两侧牵开桡侧腕屈肌腱，掌长肌腱和拇长屈肌腱，注意保护正中神经，暴露旋前方肌、舟骨窝、桡骨茎突。切断旋前方肌桡侧起点处，必要时切开关节囊，暴露桡骨远端。骨折复位，恢复桡骨长度及其掌倾角、尺偏角，调整尺桡关节至正常解剖关系。选择合适大小的 AO 掌侧锁定钢板与螺钉，将钢板贴附于桡骨远端掌侧骨面，分别拧入螺钉固定。缝合旋前方肌，放置引流管，闭合切口。

外固定组：麻醉后，患肢肩关节外展 80°，置于手术台上。经皮于第 2 掌骨置入 2 枚 Schanz 钉，桡骨骨折端近侧骨干置入 3 枚 Schanz 钉。透视下对骨折手法复位，安装外固定架。再于桡骨茎突经皮打入克氏针穿过骨折远近端固定，针尾留置皮外 5 mm 左右。透视确认骨折对位、对线良好，冲洗、止血，闭合切口。

1.4 评价指标

记录患者围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中出血量、术中透视次数、主动活动时间、切口愈合等级、住院时间、并发症等。采用完全负重活动时间、Cooney 腕关节评分^[9]、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)^[10]、腕掌屈-背伸活动度 (range of motion, ROM)、尺偏-桡偏活动度 ROM、旋前-旋后 ROM 评价临床疗效。行影像检查，测量掌倾角 (palmar tilt, PT)、尺偏角 (radial inclination, RI) 及桡骨高度 (radial length, RL)。评价关节面对合状态，I 为解剖对合，II 为移位 < 2 mm，III 为移位 ≥ 2 mm。观察骨折愈合时间。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内时间点间比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料组间比较采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验。等级资料组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组均顺利完成手术，术中均无神经、血管损伤等并发症发生。两组围手术期资料见表 2，内固定组手术时间和切口长度显著大于外固定组 ($P < 0.05$)，

但内固定组术中透视次数显著少于外固定组 ($P < 0.05$)；两组术中出血量及住院时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随时间推移，两组VAS评分均显著降低 ($P < 0.05$)，术前两组间VAS评分的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，术后3、7、30 d内固定组的VAS评分显著低于外固定组 ($P < 0.05$)。

表2 两组患者围手术期资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	内固定组 (n=41)	外固定组 (n=32)	P值
手术时间 (min)	57.7±17.9	23.2±7.4	<0.001
切口长度 (cm)	5.8±0.3	0.8±0.8	<0.001
术中出血量 (ml)	11.3±8.5	10.8±7.7	0.783
术中透视次数 (次)	11.2±7.9	17.5±5.0	<0.001
住院时间 (min)	5.7±2.6	5.3±1.4	0.465
VAS评分 (分)			
术前	6.6±0.9	6.6±0.9	0.856
术后3 d	2.4±0.8	3.0±1.1	0.012
术后7 d	1.9±0.7	2.5±0.9	0.003
术后30 d	1.1±0.5	1.3±0.6	0.025
P值	<0.001	<0.001	

2.2 随访结果

两组患者均随访12个月以上，平均随访时间(15.3±2.1)个月。随访期间无再骨折，无翻修手术。内固定组出现2例切口浅表溃疡，1例肌腱粘连；外固定组出现4例钉道感染，2例肌腱粘连、2例腕管刺激症状；经相应处理，均未引发严重不良后果；内固定组术后并发症总发生率(7.3%)显著低于外固定组(25.0%) ($P < 0.05$)。外固定组术后41~62 d，平均(50.5±6.3) d全部拆除外固定架。

两组患者随访资料见表3，内固定组恢复完全负重活动显著早于外固定组 ($P < 0.05$)。随术后时间推移，两组的Cooney评分、腕掌屈-背伸ROM、腕尺偏-桡偏ROM、前臂旋前-旋后ROM均有所改善，其中Cooney评分的改善有统计学意义，而各方向ROM的改善无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后相应时间点，内固定组Cooney评分显著高于外固定组 ($P < 0.05$)；此外，内固定组术后6个月和末次随访的腕掌屈-背伸ROM，术后3、6个月的腕尺偏-桡偏ROM，以及末次随访时前臂旋前-旋后ROM显著优于外固定组 ($P < 0.05$)。

2.3 影像评估

两组影像评估结果见表4，与术前相比，术后即刻两组PT、RI、RL和关节面对合分级均显著改善

($P < 0.05$)；与术后即刻相比，末次随访时两组的PT、RI、RL和关节面对合分级均无显著变化 ($P > 0.05$)。术前两组间PT、RI、RL和关节面对合分级的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，术后即刻和末次随访时，内固定组的PT、RI、RL和关节面对合分级均显著优于外固定组 ($P < 0.05$)。影像显示内固定组骨折愈合时间显著早于外固定组 ($P < 0.05$)。内固定组典型病例影像见图1。

表3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	内固定组 (n=41)	外固定组 (n=32)	P值
完全负重活动时间 (d)	81.2±12.4	97.5±11.5	<0.001
Cooney评分 (分)			
术后3个月	59.8±15.3	51.3±17.6	0.031
术后6个月	72.2±19.7	62.3±16.7	0.026
末次随访	85.1±12.8	73.2±11.6	<0.001
P值	<0.001	<0.001	
腕掌屈-背伸ROM (°)			
术后3个月	62.1±17.6	59.9±14.3	0.580
术后6个月	64.4±14.3	56.2±12.2	0.012
末次随访	67.8±11.2	58.5±9.6	<0.001
P值	0.213	0.473	
腕尺偏-桡偏ROM (°)			
术后3个月	23.3±5.8	19.4±6.3	0.007
术后6个月	24.5±4.2	20.2±5.4	<0.001
末次随访	25.4±5.2	22.9±6.2	0.065
P值	0.173	0.051	
腕旋前-旋后ROM (°)			
术后3个月	79.8±11.3	78.0±11.5	0.522
术后6个月	80.5±12.7	76.3±15.2	0.201
末次随访	82.3±7.8	73.5±6.4	<0.001
P值	0.557	0.291	

3 讨论

DRF是指距离桡骨远端关节面3 cm以内骨折，约60%为UDRF，影像学上表现为成角 $>10^\circ$ 、桡骨短缩 >5 mm、关节面台阶 >2 mm，以及掌背侧皮质粉碎性骨折、粉碎性骨折、难以复位及复位后再丢失骨折^[11, 12]。由于骨折端解剖位置较浅，便于手术复位，故临床多行手术治疗UDRF^[13]。有学者发现与锁定加压钢板相比，外固定架固定生物学稳定性较差，术后腕关节功能恢复较慢^[14, 15]。因此，选择合理、有利于腕关节恢复的治疗方案对提高生活质量十分重要。



图 1 患者,女,51 岁,摔伤致左桡骨远端骨折,行切开复位掌侧锁定钢板固定 1a, 1b: 术前正侧位 X 线片示左桡骨远端粉碎性骨折,移位明显 1c, 1d: 术后正侧位 X 线片示骨折已复位,对位对线好 1e, 1f: 术后 12 个月正侧位 X 线片示骨折骨性愈合,骨折对位对线好

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	内固定组 (n=41)	外固定组 (n=32)	P 值
PT (°, $\bar{x} \pm s$)			
术前	5.4±1.6	5.3±1.6	0.833
术后即刻	8.8±2.2	6.2±2.0	<0.001
末次随访	9.0±2.8	6.5±2.2	<0.001
P 值	<0.001	0.039	
RI (°, $\bar{x} \pm s$)			
术前	12.0±1.2	12.0±1.0	0.820
术后即刻	18.7±1.9	13.6±2.0	<0.001
末次随访	18.5±2.6	13.4±2.9	<0.001
P 值	<0.001	0.004	
RL (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	8.4±0.6	8.4±0.6	0.672
术后即刻	10.3±1.1	9.4±1.0	<0.001
末次随访	10.7±1.9	9.2±1.8	<0.001
P 值	<0.001	0.003	
关节面对合 (例, I / II / III)			
术前	1/5/35	1/4/27	0.551
术后即刻	33/7/1	17/11/4	0.033
末次随访	32/6/3	12/10/10	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
骨折愈合时间 [例 (%)]			
<12 周	9 (22.0)	5 (15.6)	0.028
12~16 周	19 (46.3)	7 (21.9)	
≥16 周	13 (31.7)	20 (62.5)	

外固定架切口小、操作简单,无需剥离骨折端软组织,对骨膜影响较小,能保留骨折端血运,有利于

骨愈合^[16]。但其复位稳定性较差,若术后护理不当,易引起钉道感染,影响术后恢复,且应用外固定架治疗 DRF 并发症发生率逐年增加^[17]。VLP 具有成角稳定性,可支撑关节面,避免塌陷,且组织相容性较好,减少术后感染发生^[18]。同时 VLP 能增强解剖复位并允许进行功能性术后治疗,这可能会减少再移位、畸形愈合和改善关节功能结果^[19, 20]。本研究结果显示,与外固定组相比,内固定组手术时间更长,但内固定组术中透视次数更少,且术后早期内固定组 VAS 评分低于外固定组,说明患者对 VLP 的耐受性更好。UDRF 属于较为严重骨质损伤,对腕关节造成严重损害,患者多伴腕关节损伤,因此,对腕关节功能评价能有效反映其手术疗效, Lizaur-Utrilla 研究^[21]表明, VLP 治疗老年 DRF 能显著改善腕关节功能。本研究结果显示,术后内固定组 Cooney 评分、腕掌屈-背伸 ROM、腕尺偏-桡偏 ROM、腕旋前-旋后 ROM 均优于外固定组。影像检查显示内固定组的 PT、RI、RL 和关节面对合分级均显著优于外固定组,影像显示内固定组骨折愈合时间显著早于外固定组。这可能是与外固定架联合克氏针外固定相比, VLP 固定的稳定性更好,有助于更早改善腕部运动和骨折愈合。有研究表明, VLP 治疗 DRF 疗效良好且并发症较少^[22]。本研究结果显示,内固定组术后并发症总发生率更低,这可能是外固定架过度撑开桡骨远端关节面,易造成钉道感染、疼痛综合征等并发症。而 VLP 固定稳定,并不破坏血运。

综上所述,与外固定架联合克氏针外固定相比, VLP 治疗 UDRF 疗效更好,可更有效提高腕关节活动度,促进骨愈合,改善术后生活质量。本研究尚存

不足：纳入样本量较少，随访时间较短，未来应扩大样本量，增加随访时间做进一步研究，以期VLP治疗UDRF提供更有利的理论依据。

参考文献

- [1] Zemirline A, Taleb C, Naito K, et al. Distal radius fracture fixation with a volar locking plate and endoscopic carpal tunnel release using a single 15mm approach: feasibility study [J]. *Hand Surg Rehabil*, 2018, 37 (4) : 231-237.
- [2] 蒋仕林, 刘大林, 占先方, 等. 背侧入路在涉及背侧不稳定桡骨远端骨折治疗中运用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (4) : 375-377.
- [3] 王海羽, 汤立新, 郭雄飞, 等. 内固定与外固定桡骨远端 C2 和 C3 型骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (8) : 684-688.
- [4] Krustins U, Krustins J, Bringina D, et al. Comparison of volar locking plates with external fixation and K-wires in arthroscopically assisted intra-articular distal radial fracture fixation [J]. *J Hand Surg Eur*, 2020, 45 (4) : 333-338.
- [5] Ludvigsen T, Matre K, Gudmundsdottir RS, et al. Surgical treatment of distal radial fractures with external fixation versus volar locking plate: a multicenter randomized controlled trial [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2021, 103 (5) : 405-414.
- [6] 陈君生, 梁晓松, 李昊, 等. 掌侧锁定钢板治疗老年骨质疏松性桡骨远端骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (21) : 2010-2011.
- [7] Lawson A, Na M, Naylor JM, et al. Volar locking plate fixation versus closed reduction for distal radial fractures in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *JBJS Rev*, 2021, 9 (1) : e20.00022.
- [8] Ermutlu C, Mert M, Kovalak E, et al. Management of distal radius fractures: comparison of three methods [J]. *Cureus*, 2020, 12 (8) : e9875.
- [9] 姚晓克, 伍玲娜, 李建华, 等. 掌侧斜 T 型锁定钢板排钉杠杆复位内固定治疗桡骨极远端骨折 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2020, 34 (7) : 809-813.
- [10] Hammer OL, Jakobsen RB, Benth JS, et al. Can generic outcome questionnaires replace quickDASH in monitoring clinical outcome following surgical treatment of distal radius fractures [J]. *J Hand Surg Am*, 2022, 47 (1) : 92e1-92e9.
- [11] Woolnough T, Axelrod D, Bozzo A, et al. What is the relative effectiveness of the various surgical treatment options for distal radius fractures? A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Clin Orthop*, 2021, 479 (2) : 348-362.
- [12] 常西海, 王宝鹏, 魏勇, 等. 两种复位固定方式治疗不稳定型桡骨远端骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (8) : 712-716.
- [13] Ochen Y, Peek J, Van der velde D, et al. Operative vs nonoperative treatment of distal radius fractures in adults: a systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA Open*, 2020, 3 (4) : e203497.
- [14] 卓金, 王莎莎, 陈其强, 等. C 型桡骨远端骨折患者腕关节功能及骨折复位质量: 克氏针辅助外固定架、外固定架及掌侧入路钢板内固定的比较 [J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23 (32) : 5126-5132.
- [15] 王星亮, 华国军, 杨家骥, 等. 锁定钢板内固定与外固定支架治疗 C 型桡骨远端骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (12) : 1074-1079.
- [16] Di Giacinto S, Pica G, Stasi A, et al. The challenge of the surgical treatment of paediatric distal radius/ forearm fracture: K wire vs plate fixation - outcomes assessment [J]. *Med Glas (Zenica)*, 2021, 18 (1) : 208-215.
- [17] 常西海, 王宝鹏, 魏勇, 等. 两种复位固定方式治疗不稳定型桡骨远端骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (8) : 712-716.
- [18] Van Egmond JC, Selles CA, Cleffken BI, et al. Plate fixation for unstable displaced distal radius fractures in children [J]. *J Wrist Surg*, 2019, 8 (5) : 384-387.
- [19] Quadlbauer S, Pezzeri C, Jurkowsch J, et al. Functional and radiological outcome of distal radius fractures stabilized by volar-locking plate with a minimum follow-up of 1 year [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140 (6) : 843-852.
- [20] 吴晓林, 钟伟, 梁答, 等. 两种固定方式治疗老年骨质疏松性桡骨远端骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (6) : 512-516.
- [21] Lizaur-Utrilla A, Martinez-Mendez D, Vizcaya-Moreno MF, et al. Volar plate for intra-articular distal radius fracture. a prospective comparative study between elderly and young patients [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106 (2) : 319-323.
- [22] Ahmed M, Ahmed N, Kumar S, et al. Functional outcome of intra-articular fracture of distal radius managed by volar locking plate [J]. *Cureus*, 2020, 12 (10) : e11271.

(收稿:2022-04-06 修回:2022-08-25)

(同行评议专家:陶海荣 樊宗庆 李鹏)

(本文编辑:闫承杰)