

· 临床研究 ·

# 经皮微创桥接组合式内固定系统内固定 与切开复位重建钢板内固定治疗锁骨骨折的比较研究

罗金金

(余姚市中医医院, 浙江 余姚 315400)

**摘要** 目的: 比较经皮微创桥接组合式内固定系统(bridge combined fixation system, BCFS)内固定与切开复位重建钢板内固定治疗锁骨骨折的临床疗效和安全性。方法: 回顾性分析 2018 年 1 月至 2019 年 1 月接受手术治疗的 70 例锁骨骨折患者的病例资料, 根据手术方式分为 2 组, BCFS 组 37 例(行经皮微创 BCFS 内固定)、重建钢板组 33 例(行切开复位重建钢板内固定)。比较 2 组患者手术时间、切口长度、术中出血量、骨折愈合时间及并发症发生率。比较 2 组患者术前和末次随访时测定的肩关节疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、肩关节日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分和肩关节 Neer 评分。结果: 2 组患者均获随访, 随访时间 12~18 个月, 中位数 15 个月; 骨折均愈合, 愈合时间 6~16 周, 中位数 11 周。BCFS 组手术时间、切口长度、骨折愈合时间均较重建钢板组短[(56.44 ± 24.46) min, (67.56 ± 34.84) min,  $t = 4.451$ ,  $P = 0.012$ ; (4.78 ± 0.32) cm, (8.24 ± 1.87) cm,  $t = 8.893$ ,  $P = 0.001$ ; (11.1 ± 2.4) 周, (13.2 ± 2.8) 周,  $t = 9.883$ ,  $P = 0.001$ ], 术中出血量较重建钢板组少[(39.76 ± 4.56) mL, (46.21 ± 7.33) mL,  $t = 9.384$ ,  $P = 0.000$ ]。BCFS 组术后并发骨折延迟愈合 1 例, 重建钢板组术后并发切口感染 4 例、骨折延迟愈合 2 例、切口处瘢痕增生 5 例, BCFS 组并发症发生率较重建钢板组低( $\chi^2 = 9.466$ ,  $P = 0.002$ )。术前, 2 组患者肩关节疼痛 VAS 评分、肩关节 JOA 评分和 Neer 评分的组间差异均无统计学意义( $t = 0.521$ ,  $P = 0.641$ ;  $t = 0.873$ ,  $P = 0.511$ ;  $t = 0.958$ ,  $P = 0.348$ )。末次随访时, 2 组患者肩关节疼痛 VAS 评分均较术前降低[(8.85 ± 1.43) 分, (3.24 ± 0.43) 分,  $t = 8.784$ ,  $P = 0.000$ ; (8.42 ± 0.87) 分, (4.64 ± 0.71) 分,  $t = 7.281$ ,  $P = 0.002$ ], 且 BCFS 组低于重建钢板组( $t = 6.533$ ,  $P = 0.017$ )。末次随访时, 2 组患者肩关节 JOA 评分和 Neer 评分均较术前提高[BCFS 组: (39.46 ± 5.32) 分, (96.66 ± 1.67) 分,  $t = 10.821$ ,  $P = 0.000$ ; (71.22 ± 8.77) 分, (98.25 ± 1.33) 分,  $t = 9.782$ ,  $P = 0.000$ 。重建钢板组: (36.73 ± 5.41) 分, (90.33 ± 1.73) 分,  $t = 10.267$ ,  $P = 0.000$ ; (69.74 ± 9.68) 分, (92.47 ± 2.73) 分,  $t = 7.892$ ,  $P = 0.005$ ], 且 BCFS 组均高于重建钢板组( $t = 4.815$ ,  $P = 0.005$ ;  $t = 8.248$ ,  $P = 0.000$ )。结论: 与切开复位重建钢板内固定相比, 经皮微创 BCFS 内固定治疗锁骨骨折创伤小、骨折愈合时间短、术后肩关节疼痛缓解更明显、更有利于肩关节功能恢复, 且安全性高。

**关键词** 骨折; 锁骨; 骨折固定术, 内; 钢板; 桥接组合式内固定系统

## A comparative study of minimally invasive percutaneous bridge combined fixation system internal fixation versus open reduction reconstruction plate internal fixation for treatment of clavicle fractures

LUO Jinjin

Yuyao Hospital of TCM, Yuyao 315400, Zhejiang, China

**ABSTRACT** **Objective:** To compare the clinical curative effects and safety of minimally invasive percutaneous bridge combined fixation system(BCFS) internal fixation versus open reduction reconstruction plate(RP) internal fixation in treatment of clavicle fractures. **Methods:** The medical records of 70 patients who received surgical treatment for clavicle fractures from January 2018 to January 2019 were analyzed retrospectively. The patients were divided into 2 groups according to the surgical methods, 37 patients were treated with minimally invasive percutaneous BCFS internal fixation(BCFS group), while the rest with open reduction RP internal fixation(RP group). The operative time, incision length, intraoperative blood loss, fracture healing time and complication incidence were compared between the 2 groups, and the shoulder pain visual analogue scale(VAS) scores, Japanese Orthopaedic Association(JOA) shoulder scores as well as Neer shoulder scores obtained before the surgery and at last follow-up were also compared between the 2 groups respectively. **Results:** All patients in the 2 groups were followed up for 12-18 months with a median of 15 months, and all fractures healed in the 2 groups for 6-16 weeks with a median of 11 weeks. The operative time, incision length and fracture healing time were shorter, and the intraoperative blood loss was less in BCFS group compared to RP group(56.44 ± 24.46 vs 67.56 ± 34.84 minutes,  $t = 4.451$ ,  $P = 0.012$ ; 4.78 ± 0.32 vs 8.24 ± 1.87 cm,  $t = 8.893$ ,  $P = 0.001$ ; 11.1 ± 2.4 vs 13.2 ± 2.8 weeks,  $t = 9.883$ ,  $P = 0.001$ ; 39.76 ± 4.56 vs 46.21 ± 7.33 mL,  $t = 9.384$ ,  $P = 0.000$ ).

After the surgery, the delayed union of fracture (1 case) was found in BCFS group, while the incision infection (4 cases), delayed union of fracture (2 cases) and cicatrix hyperplasia around the incision (5 cases) were found in RP group. The postoperative complication incidence rate was lower in BCFS group compared to RP group ( $\chi^2 = 9.466, P = 0.002$ ). There was no statistical difference in shoulder pain VAS scores, JOA shoulder scores and Neer shoulder scores between the 2 groups before the surgery ( $t = 0.521, P = 0.641; t = 0.873, P = 0.511; t = 0.958, P = 0.348$ ). The shoulder pain VAS scores decreased in the 2 groups at last follow-up compared to pre-surgery ( $8.85 \pm 1.43$  vs  $3.24 \pm 0.43$  points,  $t = 8.784, P = 0.000; 8.42 \pm 0.87$  vs  $4.64 \pm 0.71$  points,  $t = 7.281, P = 0.002$ ), and were lower in BCFS group compared to RP group ( $t = 6.533, P = 0.017$ ); while the JOA shoulder scores and Neer shoulder scores increased in the 2 groups at last follow-up compared to pre-surgery (BCFS group:  $39.46 \pm 5.32$  vs  $96.66 \pm 1.67$  points,  $t = 10.821, P = 0.000; 71.22 \pm 8.77$  vs  $98.25 \pm 1.33$  points,  $t = 9.782, P = 0.000$ . RP group:  $36.73 \pm 5.41$  vs  $90.33 \pm 1.73$  points,  $t = 10.267, P = 0.000; 69.74 \pm 9.68$  vs  $92.47 \pm 2.73$  points,  $t = 7.892, P = 0.005$ ), and were higher in BCFS group compared to RP group ( $t = 4.815, P = 0.005; t = 8.248, P = 0.000$ ).

**Conclusion:** The minimally invasive percutaneous BCFS internal fixation has such advantages as less trauma and shorter fracture healing time, and it can better relieve postoperative shoulder pain and be more conducive to shoulder function recovery compared to open reduction RP internal fixation in treatment of clavicle fractures, and it exhibits high safety.

**Keywords** fractures; bone; clavicle; fracture fixation; internal; bone plates; bridge combined fixation system

锁骨骨折是常见骨折,占全身骨折的 5% 左右。非手术治疗锁骨骨折易出现骨折延迟愈合、畸形愈合或不愈合等,不但会影响肩关节功能,还会影响患者外形<sup>[1-2]</sup>。因此,目前锁骨骨折的首选治疗方式是手术治疗,手术方法主要是克氏针或重建钢板内固定。但克氏针固定后极易出现松动或滑脱,临床已很少应用。重建钢板内固定稳定性较好,但钢板的应力遮挡会造成骨折延迟愈合或不愈合。桥接组合式内固定系统(bridge combined fixation system, BCFS)集合了钢板、髓内钉及外固定支架的优点,且采用该系统固定骨折的手术方式微创,目前已在临床用于多个部位骨折的治疗<sup>[3-6]</sup>,但用于治疗锁骨骨折的报道较少。为进一步探讨 BCFS 内固定治疗锁骨骨折的临床疗效和安全性,我们对 2018 年 1 月至 2019 年 1 月分别采用经皮微创 BCFS 内固定和切开复位重建钢板内固定手术治疗的 70 例锁骨骨折患者的病例资料进行了回顾性分析,并对 2 种方法的临床疗效和安全性进行了比较,现报告如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料** 锁骨骨折患者 70 例,均为余姚市中医医院住院患者。男 41 例,女 29 例;年龄 20 ~ 60 岁,中位数 35.5 岁;左侧 38 例,右侧 32 例;其中粉碎性骨折 16 例。受伤至手术时间 1 ~ 4 d,中位数 2.5 d。本研究方案经医院医学伦理委员会审查通过。

**1.2 纳入标准** ①单侧锁骨骨折;②手术方式为切开复位重建钢板内固定或经皮微创 BCFS 内固定。

**1.3 排除标准** ①陈旧性骨折者;②锁骨二次骨折

者;③病例资料不完整者。

## 2 方法

**2.1 分组方法** 根据手术方法分为 BCFS 组(行经皮微创 BCFS 内固定)和重建钢板组(行切开复位重建钢板内固定)。

### 2.2 手术方法

**2.2.1 BCFS 组** 采用全身麻醉,患者仰卧位,患侧肩部垫高,头偏向健侧。以骨折处为中点沿锁骨上缘切一 4 ~ 5 cm 长的切口,充分显露骨折端。根据患者锁骨形态将长 8 ~ 10 cm、直径 4 mm 的连接棒塑形。置入连接棒和固定块,在骨折端两侧钻孔并置入螺钉。锁死近端螺钉,用撑开器使远端固定块和连接棒滑动以复位骨折端,然后将远端螺钉锁死。粉碎性骨折者,先用可吸收无创缝线捆扎或克氏针临时固定,锁死近端螺钉后滑动连接棒使骨折复位,再置入连接块上的螺钉并锁死。C 形臂 X 线机透视下确认连接棒和螺钉位置满意后,冲洗、逐层缝合切口。

**2.2.2 重建钢板组** 采用臂丛神经阻滞麻醉,患者体位同 BCFS 组。以骨折处为中点沿锁骨上缘切一 8 cm 长的切口,充分显露骨折端。彻底清除骨折周围的血肿和软组织,保护血管和神经。复位骨折端(粉碎性骨折者,将骨折块复位后用螺钉固定或可吸收线捆扎),置入已经塑形的 6 ~ 8 孔重建钢板,再选取合适的螺钉将两端固定,彻底冲洗后逐层缝合切口。

**2.3 疗效和安全性评价方法** 比较 2 组患者的手术时间、切口长度、术中出血量、骨折愈合时间及并发症发生率。比较 2 组患者术前和末次随访时测定的肩关

节疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分<sup>[7]123-124</sup>、日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 肩关节评分<sup>[7]83-84</sup>和肩关节 Neer 评分<sup>[8]</sup>。

**2.4 数据统计方法** 采用 SPSS26.0 统计软件处理数据。2 组患者年龄、手术时间、切口长度、术中出血量、骨折愈合时间的组间比较及肩关节疼痛 VAS 评分、肩关节 JOA 评分和 Neer 评分的组间和组内比较均采用  $t$  检验, 性别、损伤侧别、致伤原因、骨折类型及并发症发生率的组间比较采用  $\chi^2$  检验, 检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

### 3 结果

**3.1 分组结果** 共纳入 70 例患者, BCFS 组 37 例、重建钢板组 33 例。2 组患者基线资料比较, 差异无统

计学意义, 具有可比性 (表 1)。

**3.2 疗效和安全性评价结果** 2 组患者均获随访, 随访时间 12 ~ 18 个月, 中位数 15 个月; 骨折均愈合, 骨折愈合时间 6 ~ 16 周, 中位数 11 周。BCFS 组手术时间、切口长度、骨折愈合时间均较重建钢板组短, 术中出血量较重建钢板组少, 并发症发生率较重建钢板组低 (表 2)。术前, 2 组患者肩关节疼痛 VAS 评分、肩关节 JOA 评分和 Neer 评分的组间差异均无统计学意义。末次随访时, 2 组患者肩关节疼痛 VAS 评分均较术前降低, 且 BCFS 组低于重建钢板组; 2 组患者肩关节 JOA 评分和 Neer 评分均较术前提高, 且 BCFS 组均高于重建钢板组。见表 3、表 4、表 5。典型病例图片见图 1、图 2。

表 1 2 组锁骨骨折患者基线资料

组别	样本量/ 例	性别/例		年龄/ ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	损伤侧别/例		致伤原因/例			骨折类型/例	
		男	女		左	右	交通伤	高处坠落伤	摔伤	1)	2)
桥接组合式 内固定系统组	37	22	15	35.07 $\pm$ 7.47	21	16	18	5	14	9	28
重建钢板组	33	19	14	34.35 $\pm$ 6.32	17	16	16	6	11	7	26
检验统计量		$\chi^2 = 0.124$		$t = 0.269$	$\chi^2 = 0.184$		$\chi^2 = 0.308$			$\chi^2 = 0.441$	
$P$ 值		0.481		0.325	0.489		0.379			0.305	

1) 粉碎性骨折; 2) 非粉碎性骨折。

表 2 2 组锁骨骨折患者手术情况、骨折愈合时间及并发症情况

组别	样本量/ 例	手术时间/ ( $\bar{x} \pm s$ , min)	切口长度/ ( $\bar{x} \pm s$ , cm)	术中出血量/ ( $\bar{x} \pm s$ , mL)	骨折愈合时间/ ( $\bar{x} \pm s$ , 周)	并发症/例		
						1)	2)	3)
桥接组合式 内固定系统组	37	56.44 $\pm$ 24.46	4.78 $\pm$ 0.32	39.76 $\pm$ 4.56	11.1 $\pm$ 2.4	0	1	0
重建钢板组	33	67.56 $\pm$ 34.84	8.24 $\pm$ 1.87	46.21 $\pm$ 7.33	13.2 $\pm$ 2.8	4	2	5
检验统计量		$t = 4.451$	$t = 8.893$	$t = 9.384$	$t = 9.883$	$\chi^2 = 9.466$		
$P$ 值		0.012	0.001	0.000	0.000	0.002		

1) 切口感染; 2) 骨折延迟愈合; 3) 切口处瘢痕增生。

表 3 2 组锁骨骨折患者手术前后肩关节疼痛视觉模拟量表评分

组别	样本量/例	肩关节疼痛视觉模拟量表评分/( $\bar{x} \pm s$ , 分)		$t$ 值	$P$ 值
		术前	末次随访时		
桥接组合式内固定系统组	37	8.85 $\pm$ 1.43	3.24 $\pm$ 0.43	8.784	0.000
重建钢板组	33	8.42 $\pm$ 0.87	4.64 $\pm$ 0.71	7.281	0.002
$t$ 值		0.521	6.533		
$P$ 值		0.641	0.017		

表 4 2 组锁骨骨折患者手术前后肩关节日本骨科协会评分

组别	样本量/例	肩关节日本骨科协会评分/( $\bar{x} \pm s$ , 分)		$t$ 值	$P$ 值
		术前	末次随访时		
桥接组合式内固定系统组	37	39.46 $\pm$ 5.32	96.66 $\pm$ 1.67	10.821	0.000
重建钢板组	33	36.73 $\pm$ 5.41	90.33 $\pm$ 1.73	10.267	0.000
$t$ 值		0.873	4.815		
$P$ 值		0.511	0.005		

表 5 2 组锁骨骨折患者手术前后肩关节 Neer 评分

组别	样本量/例	肩关节 Neer 评分/( $\bar{x} \pm s$ , 分)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		术前	末次随访时		
桥接组合式内固定系统组	37	71.22 ± 8.77	98.25 ± 1.33	9.782	0.000
重建钢板组	33	69.74 ± 9.68	92.47 ± 2.73	7.892	0.005
<i>t</i> 值		0.958	8.248		
<i>P</i> 值		0.348	0.000		



(1)

(2)



(3)

(4)

(5)

图 1 右侧锁骨中段骨折经皮微创桥接组合式内固定系统内固定手术前后 X 线片

注:(1)术前 X 线片示右侧锁骨中段骨折;(2)术后 3 d X 线片示骨折处对位良好,内固定稳定;(3)术后 3 个月 X 线片示内固定稳定,骨痂生长;(4)术后 12 个月 X 线片示骨折愈合,内固定稳定;(5)术后 18 个月 X 线片示内固定已去除。



(1)

(2)

(3)

图 2 右侧锁骨中段骨折切开复位重建钢板内固定手术前后 X 线片

注:(1)术前 X 线片示右侧锁骨中段骨折;(2)术后 7 d X 线片示骨折处对位良好,内固定稳定;(3)术后 1 个月 X 线片示内固定稳定,有骨痂生长。

## 4 讨 论

切开复位重建钢板内固定已成为治疗锁骨骨折的标准术式<sup>[9-11]</sup>,但为使固定达到一定的强度,该术式中钢板须置于锁骨上方或前方<sup>[12-13]</sup>。上置重建钢板内固定是治疗锁骨中段骨折的一种经典固定方式,但是术后易出现骨折不愈合及内固定物松动、断裂等并发症。钢板置于锁骨前方虽然较置于锁骨上方更稳定,但是由于锁骨前表面的“S”形弯曲,钢板折弯塑形复杂<sup>[14]</sup>。BCFS 用于锁骨骨折的治疗则有以下优势:①内固定物与锁骨的接触面积小,连接棒与骨折部位间存在一定的间隙,该间隙可以为骨折端骨痂的生长提供有利的空间,且可减少内固定物对骨折处骨膜的压迫,不破坏骨折端的血液循环,有利于骨折愈合<sup>[15-16]</sup>。②能根据锁骨骨折的实际形态和固定需要选择合适的连接棒及固定块,较其他内固定方式与锁骨的解剖形态更贴合,能有效降低刚性应力<sup>[17-18]</sup>。③连接棒和固定块的置入位置可自由选择,有利于锁骨外形的恢复<sup>[19]</sup>。④自由旋转和滑动模块的设计,能够保证螺钉位置始终位于固定部位的中心区域,使固定更可靠。但 BCFS 用于锁骨骨折的治疗仍存在一些不足:①费用较高。②内固定物与锁骨的接触面积较小,固定强度低<sup>[20]</sup>。

本研究结果表明,与切开复位重建钢板内固定相比,经皮微创 BCFS 内固定治疗锁骨骨折创伤小、骨折愈合时间短、术后肩关节疼痛缓解更明显、更有利于肩关节功能恢复,且安全性高。

## 参考文献

- [1] DONG D, YU M, GU G. Simultaneous bilateral midshaft clavicle fractures with unilateral dislocation of the acromioclavicular joint: a case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(21): e6975.
- [2] AHMED A F, SALAMEH M, ALKHATIB N, et al. Open reduction and internal fixation versus nonsurgical treatment in displaced midshaft clavicle fractures: a meta-analysis [J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(7): e276 - e283.
- [3] 万世勇, 孙道植, 梁柱, 等. 桥接组合式内固定系统治疗股骨干 AO-C 型骨折 [J]. *临床骨科杂志*, 2021, 24(1): 127.
- [4] 孙球, 熊雪梅, 诸葛天瑜, 等. 桥接组合式内固定系统治疗复杂股骨骨折 [J]. *中医正骨*, 2020, 32(1): 69 - 71.
- [5] 王海敏, 汤志刚, 诸葛天瑜, 等. 桥接组合式内固定系统固定治疗肱骨远端骨折 [J]. *中医正骨*, 2015, 27(12): 63 - 64.
- [6] 徐嵩. 桥接组合式内固定系统在四肢骨折中的应用及疗效分析 [J]. *吉林医学*, 2021, 42(2): 471 - 473.
- [7] 蒋协远, 王大伟. 骨科临床疗效评价标准 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [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] NOURIAN A, DHALI WAL S, VANGALA S, et al. Midshaft fractures of the clavicle: a meta-analysis comparing surgical fixation using anteroinferior plating versus superior plating [J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31(9): 461 - 467.
- [10] KIRSCH J M, LAURA B, HAKE M E. Distal clavicle fractures: open reduction and internal fixation with a hook plate [J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(1): S2 - S3.
- [11] 胡颖, 徐卫星, 丁伟国, 等. 解剖型锁定钢板内固定治疗 Neer II 型锁骨远端骨折 [J]. *中医正骨*, 2019, 31(1): 70 - 72.
- [12] DELVAQUE J G, BÉGUÉ T, VILLAIN B, et al. Surgical treatment of mid-shaft clavicle fractures by minimally invasive internal fixation facilitated by intra-operative external fixation: a preliminary study [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2019, 105(5): 847 - 852.
- [13] 许志向, 刘忠国, 张春辉, 等. 锁骨骨折行经皮微创锁定钢板内固定术治疗的方法及效果探析 [J]. *中外医学研究*, 2020, 464(24): 63 - 65.
- [14] 曹军社, 王星, 陈伯亮, 等. 前置与上置重建钢板内固定治疗成人锁骨中段骨折的比较研究 [J]. *中医正骨*, 2015, 27(1): 13 - 15.
- [15] 孔令超, 何高, 李业奎, 等. 桥接组合式内固定系统治疗 Edinburgh II B 型锁骨骨折的疗效 [J]. *临床骨科杂志*, 2019, 22(4): 458 - 461.
- [16] OU L, YANG L, ZHAO J, et al. Cutaneous paresthesia after internal plate fixation of clavicle fractures and underlying anatomical observations [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(41): e12729.
- [17] 牛锋, 马勇, 田涛, 等. 桥接系统治疗成人锁骨中段骨折 [J]. *中国骨伤*, 2019, 32(1): 38 - 42.
- [18] 苗凯松, 陈伟. 桥接组合式内固定系统治疗成年锁骨中段骨折的疗效分析 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(7): 628 - 631.
- [19] KIM H Y, YANG D S, BAE J H, et al. Clinical and radiological outcomes after various treatments of midshaft clavicle fractures in adolescents [J]. *Clinics in orthopedic surgery*, 2020, 12(3): 178 - 181.
- [20] XIONG J, CHEN J H, DANG Y, et al. Treatment of unstable distal clavicle fractures (Neer type II): a comparison of three internal fixation methods [J]. *J Int Med Res*, 2018, 46(11): 4678 - 4683.

(收稿日期: 2020-12-18 本文编辑: 杨雅)