

改良垂直双外排缝线桥技术在肩镜下肱骨大结节劈裂骨折固定中的疗效观察

彭如辉^{1a}, 徐维彬^{1a}, 黄鑫^{1a}, 邹方映^{1a}, 黄荣利^{1b}, 林书²

1. 四川省眉山市中医医院 a. 骨六科, b. 内分泌科, 四川 眉山 620000; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院 (电子科技大学附属医院) 骨科, 四川 成都 610072

【摘要】 目的 探讨改良垂直分布双外排缝线桥技术在肩关节镜下肱骨大结节劈裂骨折复位固定的临床疗效。**方法** 回顾性分析 112 例肱骨大结节劈裂骨折患者的临床资料, 将实施传统外排锚钉水平分布技术的 53 例患者作为对照组, 实施改良垂直分布双外排缝线桥技术的 59 例患者作为观察组。比较两组手术时间、术中出血量及术后复位效果(骨折断端距离); 术前、术后 3 个月及术后 6 个月肩关节功能恢复情况[美国肩肘外科协会(ASES)评分、肩关节前屈、外展及外旋活动度]、疼痛情况[视觉模拟疼痛评分(VAS)]及骨折移位程度, 以及两组骨折愈合时间、治疗及随访期间并发症情况。**结果** 两组手术时间及术中出血量比较差异无统计学意义($P>0.05$); 观察组骨折断端距离较对照组更短($P<0.05$); 与对照组比较, 观察组术后 3 个月及 6 个月 ASES 评分、肩关节前屈、外展及外旋活动度均更高; 术后各时间点 VAS 评分更低, 骨折愈合时间更短, 骨折移位距离更小($P<0.05$)。两组总并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 改良垂直分布双外排缝线桥技术在肩关节镜下肱骨大结节劈裂骨折复位固定中疗效显著, 可更好恢复患者术后肩关节功能, 缓解患者疼痛。

【关键词】 肱骨大结节骨折; 劈裂骨折; 骨折复位内固定; 双排锚钉; 垂直分布

【中图分类号】 R687.3

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)04-0121-05

Observation on the efficacy of modified vertical double-outer row suture bridge technique in fixation of split fracture of the greater tuberosity of humerus under shoulder arthroscopy

PENG Ru-hui^{1a}, XU Wei-bin^{1a}, HUANG Xin^{1a}, ZOU Fang-ying^{1a}, HUANG Rong-li^{1b}, LIN Shu² 1a. Department of Orthopedics, 1b. Department of Endocrinology, Meishan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Meishan 620000, China; 2. Department of Orthopedics, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital (Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu 610072, China

【Corresponding author】 HUANG Rong-li

【Abstract】 Objective To investigate the clinical effect of modified vertical distribution double-row suture bridge technique in the reduction and fixation of split fracture of greater tuberosity of humerus under shoulder arthroscopy. **Methods** Clinical data of 112 patients with split fracture of greater tuberosity of humerus were retrospectively analyzed. Among them, 53 patients who underwent traditional horizontal distribution of efflux anchors were used as a control group, and 59 patients who underwent modified vertical distribution of double-outlet suture bridge technology were used as an observation group. Operation time, intraoperative blood loss and postoperative reduction effect such as fracture end distance were compared between the two groups. The recovery of shoulder joint function assessed by American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) score, shoulder flexion and abduction and external rotation activity, visual analogue pain score (VAS) and fracture displacement were also compared between the two groups before and after 3 and 6 months of operation. Fracture healing time and complications during treatment and follow-up were recorded. **Results** There was no significant difference in operation time and intraoperative blood loss between the two groups ($P>0.05$). The fracture end distance in the observation group was shorter than that in the control group ($P<0.05$). Compared with the control group, the ASES score, shoulder flexion, abduction and external rotation in the observation group were higher after 3 and 6 months of operation ($P<0.05$). The VAS scores was lower at each time point after operation, and the fracture healing time in the observation group was shorter than those in the control group ($P<0.05$). The fracture displacement distance in the observation group was smaller ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of total complications between the two groups ($P>0.05$). **Conclusions** The modified vertical distribution double-outlet suture bridge technique is effective in the reduction and fixation of the splitting fracture of the greater tuberosity of humerus under shoulder arthroscopy. It can better restore the postoperative shoulder joint function and relieve the pain of the patients.

【Key words】 Fracture of greater tuberosity of humerus; Split fracture; Fracture reduction and internal fixation; Double-row anchors; Vertical distribution

肱骨大结节骨折是发生于肩部肱骨近端的骨折^[1], 劈裂型是其最常见类型^[2]。该类骨折若处理

不当, 会导致患者肩关节功能障碍、骨折愈合延迟、骨折愈合不良等, 严重影响患者日常活动及生活质量^[3]。肩关节镜因创伤小、出血少、恢复快是肱骨大结节撕裂骨折的重要治疗手段^[4], 其中, 双排锚钉是其主要内固定方式^[5]。传统双排锚钉一般采

【基金项目】 四川省科技计划项目(编号: 2022YFS0019); 四川省中医药管理局科学技术研究项目(编号: 2024MS348)

【通讯作者】 黄荣利

取水平分布技术,将锚钉在肱骨大结节骨折区域呈水平排列植入^[6]。但水平分布的双排锚钉有时难以完全适配骨折块受力情况,患者在术后早期活动或肩关节受到外力碰撞时,骨折块会出现微小位移,进而影响肩关节恢复质量。近年来,改良垂直分布双外排缝线桥技术应运而生,并在骨科领域受到广泛关注。该技术在传统外排双锚钉水平分布有基础上进行改进,其核心创新点是将锚钉植入方式由水平改为垂直。在进行内固定具体操作时,医师于肱骨大结节骨折块的上方和下方分别植入垂直分布的外排锚钉,形成独特的双外排结构^[7]。从理论上讲,这种全新的构架能更好贴合骨折块解剖结构,有利于增强固定的稳固程度,为骨折愈合创造更优的力学环境。但在实际运用中,其能否在骨折内固定上发挥比传统技术更好的作用尚无确凿定论。本研究对比分析传统外排双锚钉水平分布技术与改良垂直分布双外排缝线桥技术在肩关节

镜下肱骨大结节劈裂骨折复位固定中的临床疗效,以期为临床治疗方案选择提供更多参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2023 年 5 月至 2024 年 4 月在眉山市中医医院实施肩关节镜手术治疗的 112 例肱骨大结节劈裂骨折患者的临床资料。纳入标准:①符合肱骨大结节相关诊断,确诊为劈裂型;②为新鲜闭合性损伤,骨折时间在 2 周内;③年龄≥18 岁;④骨折移位≥5 mm;⑤符合手术标准。排除标准:①非闭合性骨折;②同侧肩关节有其他疾病或损伤;③因骨肿瘤、骨质疏松、骨髓炎等引起的骨折;④合并严重的心、肝、肾、脑疾病、恶性肿瘤者。其中实施传统外排锚钉水平分布技术的 53 例患者为对照组,实施改良垂直分布双外排缝线桥技术的 59 例患者为观察组,两组一般资料比较差异无统计学意义($P<0.05$)。见表 1。本研究经我院医学伦理委员会审查通过(伦理审批号:2022LC014)。

表 1 两组一般资料比较

组别	性别(男/女,n)	年龄(岁)	受伤原因[n(%)]			侧别[n(%)]		受伤至手术时间(d)
			运动损伤	跌倒摔伤	交通伤	左侧	右侧	
对照组(n=53)	33/20	46.57±12.31	18(33.96)	21(39.62)	14(26.42)	24(45.28)	29(54.72)	4.61±1.35
观察组(n=59)	35/24	47.13±12.49	20(33.90)	24(40.68)	15(25.42)	28(47.46)	31(52.54)	5.02±1.42
统计量	$\chi^2=0.101$	$t=0.239$		$\chi^2=0.018$		$\chi^2=0.053$		$t=1.562$
P	0.750	0.812		0.991		0.818		0.121

1.2 治疗方法

1.2.1 对照组 采用传统外排锚钉水平分布技术。完善术前体格检查及影像学检查(X射线、CT等)。根据肱骨大结节骨折情况和骨折块大小选择合适外排锚钉,一般直径 3.5~5.0 mm,长度 10~15 mm。患者采取全麻联合臂丛神经阻滞,取沙滩椅位,垫高肩部。建立后方(肩峰后外侧角下方 2~3 cm,内侧 1~2 cm 处)、外侧(肩峰外侧缘下 3~5 cm 处)及前方(喙突外侧)入路,切口长度 1 cm 左右。通过外侧和前方通道将关节镜穿刺鞘插入关节腔,植入关节镜头。向关节腔灌注生理盐水,扩充关节腔,利用关节镜从不同角度观察,系统检查关节腔内结构,观察肱骨大结节骨折处,观察骨折块在关节腔内的位置与形态,是否有合并伤。使用刨削刀等器械仔细清理关节腔内血肿、游离体及骨折碎片,注意避免损伤正常关节结构。在关节镜监视下,通过前方工作入路对骨折块进行复位,是骨折块恢复至接近正常解剖位置。使用克氏针对骨折块进行临时固定,根据骨折大小、形状、移位方向和程度等信息对锚钉植入位点进行钻孔,将两枚锚钉顺着钻孔植入,锚钉呈水平分布,并根据患者骨折情况确定其深度和角度。确保锚钉牢固固定

在骨组织内,确保其不会松动。植入成功后,将锚钉上的缝线通过特制缝合器穿过骨折块周围的肩袖肌腱组织或骨膜等结构,将缝线拉紧打结,使骨折块紧密贴合在肱骨头解剖位置上。检查和修复肩袖。被动活动肩关节,检查其稳定性及活动范围。

1.2.2 观察组 采用改良垂直分布双外排缝线桥技术。患者术前检查、麻醉方法、体位、入路方式、关节腔检查及复位均同对照组。锚钉植入位点确定:于肱骨大结节骨折块的上方和下方分别确定外排锚钉植入位点。上方位点靠近肩袖腱止点,下方位点在骨折块下缘稍下方骨质较硬区域。根据骨折块大小及形状决定上下两排锚钉之间的垂直距离,一般为 1~2 cm。使用与锚钉直径相匹配的钻头于植入位点钻孔,沿钻孔植入锚钉,在植入过程中精确测量锚钉位置及深度,并保证锚钉准确植入到预定深度。将锚钉牢固固定于骨组织内,将上排锚钉的缝线穿过骨折块上方的肩袖肌腱组织,下排锚钉的缝线穿过骨折块下方的骨膜或肌腱组织,拉紧上下排缝线,形成类似“桥”的结构,将骨折块夹在中间,使骨折块稳定。检查和修复肩袖,检查肩关节稳定性及活动度。

1.2.3 术后处理 手术结束后,拔除关节镜及工作套管,检查各切口情况,对入路的小切口可使用可吸收缝线进行皮下缝合,用医用创可贴粘贴皮肤,用无菌纱布覆盖伤口,用弹力带包扎肩关节,包扎时保持肩关节功能位,即外展 30~45°、前屈 30°左右、内旋 10~15°。两组术后均采用肩关节外展支具固定 1~2 周。术后 1~2 周在支具保护下进行手指、手腕及肘部主动运动。术后 2~6 周,根据患者恢复情况,在康复治疗师指导下进行肩关节被动活动,如肩关节前屈、后伸、外展、内旋等,应循序渐进进行训练,避免引起疼痛和再次损伤。6 周至 3 个月,进行肩关节主动运动及轻度力量训练,如三角肌等长收缩,冈上肌收缩训练等。整个康复过程应在康复治疗师指导下进行,并定期进行影像学检查,观察骨折愈合情况,并随时调整康复计划。两组术后 3 个月及 6 个月均进行门诊随访。

1.3 观察指标 ①手术时间、术中出血量及术后复位效果:记录两组手术时间及术中出血量,术后经 X 射线检查测量骨折断端距离以评价复位效果。②肩关节功能:于术前、术后 3 个月及 6 个月评估,评估方法为美国肩肘外科协会(ASES)评分^[8]及肩关节活动度(前屈、外展、外旋)。ASES 评分包含疼痛评估、功能评估、稳定性评估及活动范围评估,评分方法有自评和医师评估。4 个维度得分相加即为 ASES 总分。分值换算后总分 0~100 分,分值高者,肩关节功能好。肩关节活动度采用量角器、软尺等工具测量。③疼痛情况:以视觉模拟疼痛评分法(VAS)^[9]进行,使用一条带有 10 cm 长直线的游标卡尺,直线上标注 0~10 的数字,其中,“0”代表无痛,“10”代表最剧烈疼痛。告知患者以自己疼痛感受为参考选择游标卡尺上相应数字。分值高者,患者疼痛越强。评估时间为术前、术后 3 个月、6 个月。④骨折愈合时间及骨折移位距离:骨折愈合情况以 X 射线检查进行评判,X 射线显示骨折线模糊,形成连续骨痂表明骨折愈合。骨折移位距离以

X 射线检查进行评定,经 X 射线检查测量骨折断端与正常解剖位置的移动距离。⑤并发症情况:如感染、骨折再移位等。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 24.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差描述,组间比较采用 *t* 检验或重复测量数据的方差分析,进一步两两比较采用 LSD-*t* 检验;计数资料以例(%)描述,组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术时间、术中出血量及术后复位效果比较 两组手术时间及术中出血量比较差异无统计学意义($P>0.05$);观察组骨折断端距离短于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组手术时间、术中出血量及术后复位效果比较

组别	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	骨折断端距离 (cm)
对照组($n=53$)	69.26±10.35	27.28±4.12	3.08±0.72
观察组($n=59$)	71.03±11.03	26.91±4.23	2.06±0.56
<i>t</i>	0.872	0.468	8.413
<i>P</i>	0.385	0.641	<0.001

2.2 两组肩关节功能比较 两组术前 ASES 评分、肩关节前屈活动度、肩关节外展活动度及肩关节外旋活动度比较差异无统计学意义($P>0.05$);两组术后 ASES 评分、肩关节前屈活动度、肩关节外展活动度及肩关节外旋活动度均较术前上升($P<0.05$),且观察组各时间点指标优于对照组($P<0.05$)。见表 3、表 4。

表 3 两组 ASES 评分比较(分)

组别	术前	术后 3 个月	术后 6 个月
对照组($n=53$)	60.38±6.26	72.37±7.89 ^a	78.94±8.88 ^{ab}
观察组($n=59$)	61.23±6.81	80.16±8.87 ^a	87.19±7.94 ^{ab}
<i>t</i>	0.685	4.888	5.191
<i>P</i>	0.495	<0.001	<0.001

a 与术前比较, $P<0.05$;b 与术后 3 个月比较, $P<0.05$

表 4 两组肩关节活动度比较(°)

指标	对照组($n=53$)	观察组($n=59$)	<i>t</i>	<i>P</i>
前屈活动度	术前	79.34±7.26	77.94±6.89	1.046
	术后 3 个月	106.83±10.56 ^a	125.49±12.43 ^a	8.512
	术后 6 个月	140.16±15.84 ^{ab}	149.24±19.48 ^{ab}	2.688
外展活动度	术前	70.26±6.94	71.08±7.15	0.615
	术后 3 个月	100.85±10.43 ^a	119.48±12.57 ^a	8.481
	术后 6 个月	135.87±14.72 ^{ab}	146.55±17.86 ^{ab}	3.43
外旋活动度	术前	9.13±2.26	8.97±2.31	0.369
	术后 3 个月	12.54±3.28 ^a	13.87±4.16 ^a	1.864
	术后 6 个月	21.49±5.59 ^{ab}	26.79±6.64 ^{ab}	4.541

a 与术前比较, $P<0.05$;b 与术后 3 个月比较, $P<0.05$

2.3 两组疼痛情况比较 两组术后 VAS 评分均较术前下降($P<0.05$),且观察组各时间点 VAS 评分均低于对照组($P<0.05$)。见表 5。

表 5 两组 VAS 评分比较 (分)

组别	术前	术后 3 个月	术后 6 个月
对照组 ($n=53$)	7.38±1.26	3.41±0.89 ^a	2.24±0.64 ^{ab}
观察组 ($n=59$)	7.23±1.31	2.56±0.77 ^a	1.59±0.38 ^{ab}
<i>t</i>	0.616	5.418	6.613
<i>P</i>	0.539	<0.001	<0.001

a 与术前比较, $P<0.05$;b 与术后 3 个月比较, $P<0.05$

2.4 两组骨折愈合时间及骨折移位距离比较 观察组骨折愈合时间短于对照组,术后 3 个月及 6 个月骨折移位距离小于对照组($P<0.05$)。见表 6。

表 6 两组骨折愈合时间及骨折移位距离比较

组别	骨折愈合 时间(周)	骨折移位距离(mm)	
		术后 3 个月	术后 6 个月
对照组 ($n=53$)	12.53±1.84	2.57±0.61	3.06±0.72
观察组 ($n=59$)	10.27±1.56	1.28±0.35	1.58±0.42
<i>t</i>	7.032	13.899	13.450
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001

2.5 两组并发症比较 两组均未发生严重伤口感染、内固定松动、肩峰撞击、骨折再移位、畸形愈合等并发症。对照组 2 例出现肩关节僵硬,1 例出现延迟愈合;观察组 1 例出现肩关节僵硬、1 例出现轻度伤口感染。两组并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

3 讨论

肱骨大结节是维持肩关节稳定性,保证肩部正常运动功能的关键解剖部位。当其发生劈裂骨折后,肩关节正常解剖结构及功能遭到破坏,由此影响患者肩部活动,给患者日常生活及工作带来极大不便^[10]。肩关节镜下外排锚钉水平分布技术是肱骨大结节劈裂骨折患者的主流手术方式^[11],但该技术仍存在一定局限性,如在固定稳定性及骨折复位精确性等方面仍有一定上升空间^[12]。本研究对肱骨大结节劈裂骨折患者实施改良垂直分布双外排缝线桥技术取得满意疗效。

骨折断端距离是评估骨折复位效果及骨折愈合情况的重要指标,较大的断端距离使得骨组织间的连接和再生变得困难,不利于骨折愈合^[13]。本研究中观察组骨折断端距离明显短于对照组。由此表明,改良垂直分布双外排缝线桥技术在维持骨折复位效果方面更具优势。分析原因:首先,改良的垂直分布沿结节间沟后缘植入锚钉,此种方式更适应肱骨大结节处解剖结构和力学传导方向,使得固定系统在三维结构上更加稳定,降低了骨折断端的移动风险,有助于保持骨折断端的紧密贴合,缩短

断端距离。付鹏飞等^[14]研究显示,结节间沟后缘位置骨皮质较厚,可为锚钉植入提供较好的固定基础,与传统水平分布相比,锚钉植入在此处更加牢固。其次,传统外排两枚锚钉的水平分布可能导致缝线在某些区域的张力不均匀,而改良垂直分布双排缝线桥技术可使得缝线在骨折部位均匀分布,对骨折处实施较为均衡的压力,该压力可使得骨折断端接触更为紧密。向先祥等^[15]研究显示,交叉缝线桥技术更适应骨折大小、形态,能更好地抵抗骨折部位的扭转和剪切应力,保证固定的可靠性,与本研究结果相似。

本研究中观察组术后各时间点 ASES 评分、肩关节前屈、外展及外旋活动度均较对照组更高,表明改良垂直分布双外排缝线桥技术恢复肱骨大结节劈裂骨折患者肩功能的效果更好。传统的水平分布锚钉技术存在应力集中现象,而改良技术垂直分布双外排锚钉,可将肩部压力、拉力及旋转力等均匀分散至骨折周围骨质上,避免局部骨质因受力不均出现微骨折和锚钉松动。Bahman 等^[16]研究显示,改良垂直分布的双外排锚钉结构可从上下两个方向对肱骨大结节块进行固定,具有多方向固定优势。同时,桥接式缝线固定是改良技术的另一个关键优点,该技术进一步增强骨折块之间的连接稳定性,使骨折块紧紧固定在解剖位置,保证固定的稳定性,这种稳定性是保证肩关节功能恢复的前提条件。李景欣等^[17]研究表明,稳定性是肩关节早期功能锻炼的根本条件。

疼痛是骨折患者面临的主要问题,一方面,疼痛来自骨折本身所致的骨膜、周围神经受损;另一方面,骨折断端的不稳定会进一步刺激周围组织,加剧疼痛。本研究中,与对照组相比,观察组各时间点 VAS 评分更低。由此表明,对肱骨大结节劈裂骨折患者实施改良垂直分布双外排缝线桥技术缓解患者疼痛的效果更好。分析原因:改良垂直分布双外排缝线桥技术能实现骨折块精准复位,且复位稳定性更好,由此可避免局部压力不均而刺激痛觉感受器加剧疼痛。辛红伟等^[18]研究显示,骨折疼痛缓解不仅可促进患者舒适,还能打破疼痛-肌肉紧张-活动受限-疼痛加剧的恶性循环,让患者主动参与康复锻炼,促进肩关节功能恢复,形成良性循环。

本研究中,两组肱骨大结节劈裂骨折均全部愈合,但观察组骨折愈合时间短于对照组。由此表明,改良垂直分布双外排缝线桥技术能进一步缩短肱骨大结节劈裂骨折患者恢复时间。分析原因:首先,改良技术可为患者提供稳定的力学环境,为骨折愈合创造良好的条件。既往研究显示^[19],稳定性

在骨折愈合各个阶段均发挥重要作用,稳定的固定可避免炎症迁延不愈,促使骨折断端骨细胞增殖、聚集,加速骨痂形成。本研究中观察组术后 3 个月和 6 个月骨折移位距离更小,此种优势源于改良技术对骨折块的全方位稳定作用,能更好地抵抗骨折部位剪切力、扭转力等,使骨折块在术后活动中更为稳定,减少移位的发生。同时,双外排缝线还能提供更好的缝线张力,确保骨折部位固定效果达到最佳,防止局部松动或移位。本研究中,两组并发症发生率比较无差异,表明两种手术方式的安全性均较高。

综上,改良垂直分布双外排缝线桥技术在肩关节镜下肱骨大结节劈裂骨折复位固定中疗效确切,加速患者肩关节功能恢复和骨折愈合,减轻患者术后疼痛程度,且安全性较高。

【参考文献】

- [1] Pisitwattanaporn P, Saengpet N, Thamvongkit S, et al. Additional cuff suture provides mechanical advantage for fixation of split-type greater tuberosity fracture of humerus[J]. *Injury*, 2022, 53(12): 4033-4037.
- [2] Mutch J, Laflamme GY, Hagemeister N, et al. A new morphological classification for greater tuberosity fractures of the proximal humerus: validation and clinical implications[J]. *Bone Joint J*, 2014, 96(5): 646-651.
- [3] 刘刚,张宝露,李锐辰,等.改良跟骨接骨板系统联合缝线锚钉治疗 Liu-GangⅣ型肱骨大结节劈裂骨折[J]. *中国组织工程研究*, 2024, 28(24): 3855-3861.
- [4] 郭德华,张国福,曾志奎,等.肩关节镜下辅助复位联合双排缝线桥技术治疗肱骨大结节骨折的临床疗效[J]. *骨科*, 2022, 13(4): 333-337.
- [5] 李阳,李航宇,马晓军,等.关节镜下双排锚钉缝线桥固定对老年肱骨大结节骨折患者的影响[J]. *实用中西医结合临床*, 2024, 24(10): 62-65.
- [6] 刘刚,罗鸿,张宝露,等.三种内固定方式治疗肱骨大结节劈裂骨折的疗效比较[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2023, 25(5): 407-414.
- [7] 钟名金,彭亮权,欧阳侃,等.关节镜下双排锚钉缝线桥技术治疗肩关节前脱位合并 Mutch I 型肱骨大结节骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 36(1): 21-24.
- [8] Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, et al. Measures of adult shoulder function: disabilities of the arm, shoulder, and hand questionnaire (DASH) and its short version (QuickDASH), shoulder pain and disability index (SPADI), American shoulder and elbow surgeons (ASES) society standardized shoulder assessment form, constant (Murley) score (CS), simple shoulder test (SST), oford shoulder score (OSS), shoulder disability questionnaire (SDQ), and western ontario shoulder instability index (WOSI)[J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2011, 63(11): 174-188.
- [9] Scott J, Huskisson EC. Graphic representation of pain[J]. *Pain*, 1976, 2(2): 175-184.
- [10] Chang CJ, Su WR, Hsu KL, et al. Augmented cerclage wire improves the fixation strength of a two-screw construct for humerus split type greater tuberosity fracture: a biomechanical study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 350-353.
- [11] Pisitwattanaporn P, Saengpet N, Thamvongkit S, et al. Additional cuff suture provides mechanical advantage for fixation of split-type greater tuberosity fracture of humerus[J]. *Injury*, 2022, 53(12): 4033-4037.
- [12] Ko SH, Oh J, Park KB, et al. Excellent clinical and radiological outcomes after arthroscopic reduction and double row-suture bridge for large-sized greater tuberosity fractures of the humerus[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2024, 28(9): 156-159.
- [13] 曾周景,叶建华,谭通,等.肱骨近端骨折锁定钢板内固定术后影响肩关节功能的相关因素分析[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(16): 1462-1465.
- [14] 付鹏飞,郭标,许健,等.关节镜下肩袖修复联合经结节间沟改良锚钉缝合治疗肱二头肌长头腱合并肩袖损伤临床疗效[J]. *新医学*, 2019, 50(9): 700-703.
- [15] 向先祥,李瑞欣,刘佳,等.肩关节镜下平衡点压配交叉缝线桥技术治疗肱骨大结节撕脱骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(11): 999-1005.
- [16] Bahman M, Costil V, Gaume M, et al. Arthroscopic reduction and fixation with a knotless double-row construct provides good results for displaced greater tuberosity fractures[J]. *Arthrosc Sports Med Rehabil*, 2021, 3(2): 499-504.
- [17] 李景欣,许兆光.关节镜与带线锚钉在肱骨大结节骨折内固定术中的应用[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37(2): 161-162.
- [18] 辛红伟,吴学建,王成军,等.三角肌入路微型解剖钢板手术用于肱骨大结节骨折患者疼痛缓解及肩关节功能改善的效果观察[J]. *实用医院临床杂志*, 2022, 19(3): 177-180.
- [19] 陆英超,陈向阳,冯硕,等.锁定钢板内固定与关节镜下双排锚钉缝合桥技术治疗肱骨大结节撕脱骨折的疗效对比研究[J]. *现代生物医学进展*, 2024, 24(11): 2120-2124.

(收稿日期:2025-06-24;修回日期:2025-09-17)

(本文编辑:林 赞)