

· 临床论著 ·

开放获取

胫骨骨折骨痂刚度评估拆除单臂外固定架的研究[△]

张洪亮, 张涛*, 刘金伟, 刘钊, 张宁宁, 万春友

(天津市天津医院, 天津 300211)

摘要: [目的] 探讨轴向载荷分担比测试在胫骨骨折骨痂刚度评估拆除单臂外固定架的有效性。[方法] 回顾性分析 2017 年 1 月—2020 年 7 月天津市天津医院收治的 49 例胫骨骨折患者的临床资料, 患者均于伤后 2 周内接受单臂外固定术。按照随机数字表法, 24 例术后行轴向载荷分担比测试 (测试组), 25 例未行测试 (常规组)。比较两组围手术期、随访与影像学资料。[结果] 所有患者均顺利完成手术。两组手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合情况、住院时间、外固定架调整时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随访时间平均 (10.5 ± 2.4) 个月, 随术后时间推移, 两组患者 VAS 评分、膝屈伸 ROM、踝跖屈-背伸 ROM 均显著改善 ($P<0.05$), 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。测试组带架时间显著少于常规组 [(198.8 \pm 36.4) d vs (315.7 \pm 51.8) d, $P<0.001$], 两组间针道感染率、再骨折率的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像学方面, 两组骨折对位调整完成后较术后即刻显著改善 ($P<0.05$), 术后两组骨痂形成质量逐渐好转 ($P<0.05$), 在拆架时常规组骨痂形成质量显著优于测试组 [优/良/差, (23/2/0) vs (13/11/0), $P=0.002$]。[结论] 定期应用轴向载荷分担比测试能够安全及时地指导胫骨骨折单臂外固定架拆除, 效果安全可靠。

关键词: 胫骨骨折, 外固定器, 轴向载荷

中图分类号: R683.42

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2024) 16-1448-07

Evaluation of bone callus stiffness for unilateral external fixator removal in the treatment of tibial fractures // ZHANG Hong-liang, ZHANG Tao, LIU Jin-wei, LIU Zhao, ZHANG Ning-ning, WAN Chun-you. Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China

Abstract: [Objective] To investigate the effectiveness of axial load-sharing ratio test in assessing the rigidity of callus of tibial fractures for the removal of unilateral external fixator. [Methods] A retrospective study was conducted on 49 patients who were admitted to Tianjin Hospital for tibial fractures from January 2017 to July 2020. All patients received unilateral external fixator within 2 weeks after injury. According to random number table method, axial load sharing ratio was measured in 24 patients (the tested group), while not tested in other 25 patients (the routine group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups had the treatment completed successfully, without significant differences in operation time, total incision length, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times, walking time, incision healing, hospital stay, and adjustment time of external fixator between the two groups ($P>0.05$). With time of follow-up period lasted for (10.5 ± 2.4) months on an average, the VAS score, knee flexion-extension range of motion (ROM) and ankle plantar flexion-dorsal extension ROM significantly improved in both groups ($P<0.05$), which were not statistically significant between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). However, the time interval bearing the external frame in the tested group was significantly less than that in the routine group [(198.8 \pm 36.4) days vs (315.7 \pm 51.8) days, $P<0.001$], whereas there were no significant differences in adverse events, such as incidence of pin infection and refracture between the two groups ($P>0.05$). As for imaging, the tibial alignment significantly improved in both groups after frame adjustment compared with that immediately after operation ($P<0.05$), while the quality of callus formation in both groups gradually improved over time ($P<0.05$). However, the routine group had significantly better the quality of callus on images than the tested group at the time of frame removal [excellent/good/poor, (23/2/0) vs (13/11/0), $P=0.002$]. [Conclusion] Regular application of axial load sharing ratio test can safely and timely guide the removal of unilateral external fixator for tibial fracture, and the effect is safe and reliable.

Key words: tibial fracture, external fixator, axial load

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100455

△基金项目:天津市卫生健康科技项目(编号:TJWJ2023QN050)

作者简介:张洪亮,主治医师,研究方向:骨外科临床及相关基础研究,(电子信箱)zhang521hong1314@163.com

*通信作者:张涛,(电子信箱)zhangtaobaoying@tom.com

胫骨由于其特殊的解剖位置及结构，是临床上较为常见的长骨骨折发生部位，外伤后骨折断端容易刺破皮肤形成开放性骨折。钢板螺钉技术、髓内钉技术及外固定技术给临床医师提供了多种选择^[1-5]。对于开放或闭合的稳定性胫骨骨折，单臂外固定架凭借快速、有效、微创等特点，成为治疗此类骨折的首选。单臂外固定架越来越多地应用于高能量胫骨骨折的损伤控制和最终治疗^[3, 5-7]，但其拆除时机仍然是值得骨科医师关注的问题。大部分患者因外固定架佩戴不便影响功能锻炼，或因长期佩戴外固定架出现钉道感染等并发症，希望早日拆除外固定架。但是早期拆除外固定架容易出现骨折再次移位或者再骨折的风险^[8]。因此，何时拆除外固定架一直是临床医师面临的挑战。传统拆除外固定架的时机主要根据患肢的放射学检查、局部有无压痛及功能恢复情况等因素综合判断。目前有作者对轴向载荷分担比在指导胫骨骨折 Taylor 外固定架术后外固定器拆除的可行性及安全性^[1, 2, 9]进行了研究，但并未对胫骨骨折单臂外固定架术后的拆除时机进行测试。为此，笔者回顾性分析了轴向载荷分担比评估骨痂刚度指导胫骨骨折单臂外固定架术后外固定架拆除的安全性及有效性，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 年龄 ≥ 18 岁；(2) 影像学诊断为胫骨骨折，伴或不伴腓骨骨折，AO/OAT 分型 A1、A2、B1 型（图 1a,1b），评估伤情后符合单臂外固定架手术适应证的患者。

排除标准：(1) 腓骨骨折行内固定者；(2) 患有下肢血管性疾病者；(3) 病理性骨折，或合并骨质疏松影响骨折愈合的患者；(4) 多发伤、合并头部外伤等全身情况较差的患者。

1.2 一般资料

2017 年 1 月—2020 年 7 月，共纳入胫骨骨折经单臂外固定架治疗的患者 49 例，其中男性 41 例，女性 8 例；年龄 18~66 岁，平均 (41.2 ± 13.1) 岁。所有患者均在伤后 2 周内接受单臂外固定术。术后采用随机数字表法将患者分为两组，测试组 24 例术后根据测试结果拆除外固定架，常规组 25 例根据传统外固定架拆除评估方法拆除单臂外固定架。两组患者术前一般资料见表 1，两组年龄、性别、骨折类型、体质指数 (BMI)、损伤至手术时间、侧别、AO/OTA 分型的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本次研究获

得天津市天津医院医学伦理委员会批准（批准号：2022 医伦审 009），所有患者均知情同意并签署知情同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料比较

Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	测试组 (n=24)	常规组 (n=25)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	39.7 \pm 13.6	42.7 \pm 12.8	0.598
性别 (例, 男/女)	19/5	22/3	0.403
BMI (kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	22.8 \pm 4.3	22.3 \pm 4.3	0.682
损伤至手术时间 (h, $\bar{x}\pm s$)	110.4 \pm 91.2	144.0 \pm 105.6	0.384
侧别 (例, 左/右)	11/13	12/13	0.882
AO/OTA 分型 (例, A1/A2/B1)	11/6/7	12/8/5	0.635

1.3 手术与拆架方法

均采用腰硬联合麻醉，患者取仰卧位，常规消毒铺单。闭合性胫骨骨折首先试行闭合复位，复位后 C 形臂 X 线机透视，如复位满意经皮垂直于骨折线钻入 2 枚 2.0 mm 克氏针临时固定。于骨折远近端合适位置经皮钻孔并拧入羟基磷灰石涂层半针各 3 枚，连接 Orthofix 单臂外固定架并锁定各连接关节。如闭合复位失败，则行切开复位。开放性胫骨骨折均急诊行清创术，复位后单臂外固定架固定。所有患者于术后每隔 1 个月门诊复查，常规拍摄患侧小腿正侧位 X 线片，当骨折断端至少 1 面骨皮质有连续性骨痂形成时，嘱患者部分负重行走。

测试组：患者于术后 3 个月复查时，骨折断端骨皮质有连续性骨痂形成时进行测试。首先将单臂外固定架的连接杆拆除，将 Taylor 支架环与近远端固定针连接^[10]。将 3 个拉压传感器（中国蚌埠传感器技术有限公司）连接于两环之间，拉压传感器通过蓝牙信号发射器连接电脑并打开配套软件，记录拉压传感器的初始值（图 1c）。将患肢放于体重秤上，健侧置于与体重秤相同高度的垫块上（图 1d）。对于初次测试的患者，站立后患者垂直用力 20、30、40 kg，分别记录对应的踩重值（体重秤数值）和不同踩重时拉压传感器测试值。轴向载荷分担比 = $(\text{传感器测试值} - \text{传感器初始值}) / \text{踩重值} \times 100\%$ 。患者第 2 次测试垂直用力 30、40、50 kg，如患者体重较大可增加至 60 kg，当分担比最大值 $< 5\%$ ，则模拟拆架。如分担比最大值 $> 5\%$ ，则 1 个月后再次门诊复查测试。模拟拆架后避免剧烈活动，每日功能锻炼 30 min 以上（图 1e, 1f）。模拟拆架后 2 周再次行轴向载荷分担比测试，如测试值仍 $< 5\%$ 、再次复查 X 线片骨折端无明显移

位可拆除外固定架。

常规组：患者术后每隔 1 个月门诊复查。患肢符合下肢骨折临床愈合标准：骨折局部无压痛及纵向叩击痛；局部无异常活动；X 线片提示骨折断端至少有 3 面骨皮质连续性骨痂形成；骨折线模糊；患者在无辅助的情况下步行 3 min 且 ≥ 100 m。符合上述标准后行模拟拆架，2 周后无明显异常情况拆除外固定架。

两组患者拆除单臂外固定架后均给予夹板固定保护 2 周，再次复查 X 线片后拆除夹板，恢复正常活动。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间，住院时间、带架时间、外固定架调整时间。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、膝关节伸屈活动度 (range of motion, ROM)、踝背伸-跖屈 ROM 评价临床效果。行影像学检查，评估骨折复位质量，优为解剖复位；良为骨折移位 < 4 mm，无成角；差为骨折移位 ≥ 4 mm，伴成角或短缩畸形。评估骨痂形成质量，优为骨折断端有 4 面骨皮质连续性骨痂形成，骨折线消失；良为 3 面骨皮质连续性骨痂形成，骨折线模糊；差为 2 面骨皮质连续性骨痂形成，骨折线清晰。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析，计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，组间比较采用独立样本 t 检验，组内比较采用配对 T 检验；资料呈非正态分布时，采用非参数统计。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，无血管、神经损伤和术中骨折等并发症。两组患者临床结果见表 2，两组手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、住院时间、切口愈合、外固定架调整时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 随访结果

所有患者均获随访，随访时间 5~15 个月，平均 (10.5 \pm 2.4) 个月。两组患者随访资料见表 2。随着术后时间推移，两组患者 VAS 评分显著减小 ($P < 0.05$)，膝屈伸 ROM、踝跖屈-背伸 ROM 显著增加

($P < 0.05$)。各相应时间点，两组 VAS 评分、膝屈伸 ROM 和踝跖屈-背伸 ROM 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2. 两组患者临床资料比较

Table 2. Comparison of clinical data between the two groups

指标	测试组 (n=24)	常规组 (n=25)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	49.3 \pm 19.2	53.9 \pm 17.5	0.391
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	8.1 \pm 4.1	7.5 \pm 3.5	0.581
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	67.5 \pm 50.8	59.0 \pm 47.5	0.548
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	6.9 \pm 3.2	8.3 \pm 2.8	0.107
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	39.4 \pm 9.4	40.1 \pm 11.0	0.811
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	21/3/0	23/2/0	0.612
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	10.7 \pm 7.3	11.0 \pm 8.5	0.870
带架时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	198.8 \pm 36.4	315.7 \pm 51.8	<0.001
外固定架调整时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.3 \pm 3.9	4.4 \pm 4.1	0.954
钉道感染 [例 (%)]	2 (8.3)	4 (16.0)	0.432
拆架后再骨折 [例 (%)]	0	1 (4.0)	0.332
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)			
术后 1 个月	2.8 \pm 1.4	2.6 \pm 1.4	0.787
拆架时	1.5 \pm 1.0	1.3 \pm 0.9	0.424
末次随访	0.7 \pm 0.7	0.9 \pm 0.8	0.313
P 值	<0.001	<0.001	
膝屈伸 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)			
术后 1 个月	121.7 \pm 8.4	122.2 \pm 8.0	0.822
拆架时	126.9 \pm 8.2	125.2 \pm 7.0	0.444
末次随访	130.8 \pm 7.5	131.0 \pm 6.6	0.934
P 值	<0.001	<0.001	
踝跖屈-背伸 ROM ($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)			
术后 1 个月	53.2 \pm 3.4	53.3 \pm 3.8	0.945
拆架时	57.5 \pm 3.3	58.1 \pm 4.1	0.589
末次随访	60.8 \pm 4.5	61.8 \pm 3.9	0.426
P 值	<0.001	<0.001	

测试组行轴向载荷分担比测试值 $< 5\%$ 时拆除单臂外固定架，最终测试值为 1.3%~4.5%，平均 (2.8 \pm 0.7) %，测试组带架时间显著少于常规组 ($P < 0.05$)。测试组出现 2 例针道感染；常规组出现 4 例针道感染，经口服抗生素及常规换药后痊愈；两组均无固定针松动，两组针道感染率的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。测试组术后未出现再骨折，常规组术后出现 1 例再骨折，给予再次单臂外固定后骨折愈合，两组间再骨折率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 影像评估

患者术后影像学资料见表 3。术后骨折复位质量

差的患者给予 Taylor 化调整对位，两组骨折对位调整完成后骨折复位较术后即刻显著改善 ($P < 0.05$)，调整完成后随时间推移，两组骨折复位情况无显著变化 ($P > 0.05$)；相应时间点，两组间骨折复位质量的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随时间推移，两组骨痂形

成质量逐渐好转 ($P < 0.05$)；调整完成后及末次随访时，两组骨痂形成质量的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；但在拆架时常规组显著优于测试组 ($P < 0.05$)。至末次随访，患者骨折均愈合，无外固定松动或断裂。测试组术后典型影像见图 1g, 1h。

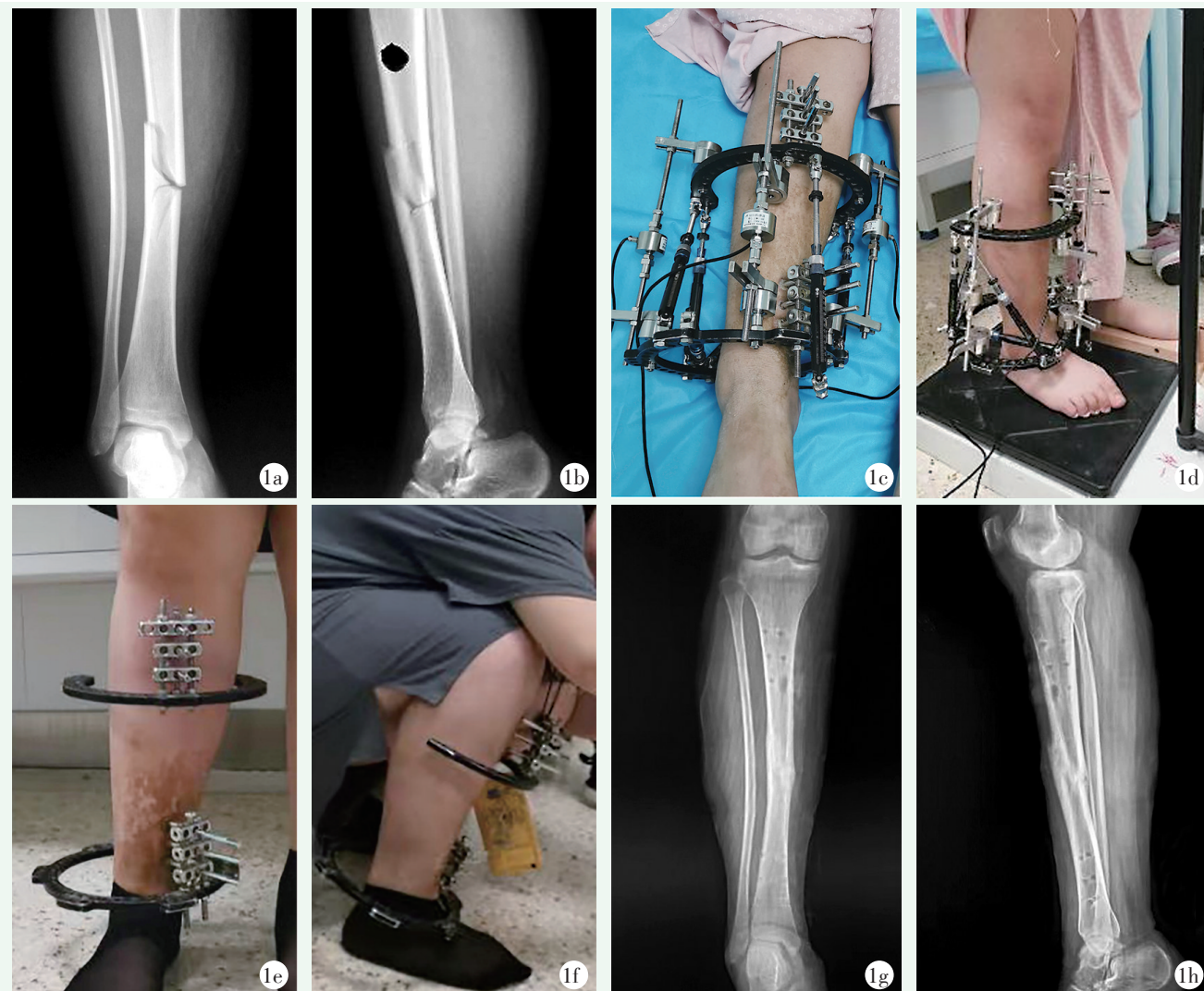


图 1. 患者女性，21 岁，右胫骨闭合性骨折，行闭合复位单臂外固定架固定术。1a, 1b: 术前正侧位 X 线片示右胫骨中段 B1 型骨折，骨折移位明显；1c: 去除单臂外固定架后，安装连接传感器的 Taylor 架；1d: 患肢站于体重秤上，患者加压行轴向载荷分担比测试；1e, 1f: 模拟拆架后患者活动情况；1g, 1h: 术后 6.6 个月正侧位 X 线片示骨折线消失，骨折愈合，外固定架已拆除。

Figure 1. A 21 years-old female underwent unilateral external fixator for closed fracture of the right tibia. 1a, 1b: Preoperative anterolateral and lateral radiographs showed type B1 fracture of the right tibial shaft with obvious displacement; 1c: Sensor connected with Taylor frame was installed after removal of the unilateral external fixator; 1d: Axial load sharing ratio was tested as the affected limb stood on a weighting scale; 1e, 1f: After the simulated disassembly of the frame, patient's activity condition; 1g, 1h: Anteroposterior and lateral radiographs 6.6 months after the operation showed that the fracture healed well with the external fixator removed.

3 讨论

随着高能量暴力造成的胫骨骨折的日益增多，对于伴有广泛的软组织损伤患者的快速损伤控制、符合

骨折生物固定原则的外固定架已广泛应用于临床^[1-7]。单臂外固定架可以快速组装，给骨折提供初始的稳定性，最大限度减少对软组织的二次损伤。有研究表明，单臂外固定架可以作为胫骨干骨折的最终治疗方式，而且出现深部感染率较低^[7]。即便是单臂

外固定架占用的空间较小，但是由于外固定架自身比较笨重而且会妨碍许多日常活动，并且与焦虑和抑郁的增加显著相关^[11]。因此，在外固定治疗期间，及时拆除外固定器是获得满意效果的重要因素。长期佩戴外固定架会导致针道感染、邻近关节活动受限等并发症，而过早拆除外固定架则可能会导致骨折再次移位或再骨折的风险。

表 3. 两组患者影像检查资料比较

Table 3. Comparison of imaging data between the two groups

指标	测试组 (n=24)	常规组 (n=25)	P 值
骨折复位 (例, 优/良/差)			
术后即刻	16/5/3	17/6/2	0.767
调整完成后	17/7/0	19/6/0	0.481
拆架时	17/7/0	19/6/0	0.481
末次随访	17/7/0	19/6/0	0.481
P 值	0.043	0.043	
骨痂形成 (例, 优/良/差)			
调整完成后	0/5/19	0/7/18	0.569
拆架时	13/11/0	23/2/0	0.002
末次随访	23/1/0	25/0/0	0.312
P 值	<0.001	<0.001	

因此，监测骨折愈合过程并对骨痂刚度进行定期定量评估的技术越来越受到关注。轴向载荷分担比的定义是外固定架连接杆承受的负荷/已施加的外部负荷^[12]。已有众多骨科医师对该技术进行临床试验并创新，结果表明，当轴向载荷分担比值<10%时拆除外固定架是安全的^[1, 9, 12-17]。笔者在前期的研究中转换 Taylor 空间支架纠正胫骨骨折单臂外固定架术后对位不良，取得了较好的临床结果^[10]。转换 Taylor 外固定环是本研究最重要的环节，作者应用上述同样的方法将 Taylor 外固定环连接在原固定针上，但是由于原固定针方向和数量的限制，Taylor 外固定环安装后两侧环不能够完全平行而是存在一定的夹角，需要应用矫形垫片或万向矫形器给予校准，校准后仍会存在一定的误差。为了临床的实用性和安全性考虑，本研究将轴向载荷分担比的临界值定为 5%，从而抵消转换过程中造成的误差，而且上述报道并未明确指出初次测定的具体时间和再次测试的时间间隔^[8, 9]。在本次研究中作者将具体的方法进一步完善，患者在术后 3 个月进行第 1 次测试，每隔 1 个月定期测试，当测试值<5%给予拆除外固定架。

在本次研究随访中，随着骨折愈合及疼痛的减

轻，两组膝屈伸 ROM、踝跖屈-背伸 ROM 显著增大。24 例接受单臂外固定架治疗的胫骨骨折患者进行了轴向载荷分担比测试指导拆除外固定架，25 例患者接受传统方法评估骨折愈合情况，测试组外固定架佩戴时间显著低于常规组 ($P<0.05$)。针道感染一直是外固定架不可避免的问题^[18-20]，在本次研究中测试组出现 2 例针道感染，而常规组则出现 4 例针道感染，测试组针道感染发生率低于常规组，但差异无统计学意义 ($P>0.05$)，可能与常规组佩戴外固定架时间过长有关。拆除外固定架后再次骨折是主要并发症之一，据报道其发生率为 3%~9.4%^[21-23]。本研究测试组拆除外固定架后未出现再骨折，而常规组出现 1 例再骨折，再骨折率为 4%，两组差异无统计学意义 ($P>0.05$)。测试组未出现再骨折可能与以下因素有关：(1) 作者将分担比值临界值定为 5%，不同于以往研究的 10%；(2) 当测试值<5%时进行模拟拆架，将外固定架连接杆拆除，保留固定针和 Taylor 外固定环，同时避免剧烈活动，2 周后再次复测，测试值仍<5%时拆除外固定架；(3) 拆除外固定后夹板保护 2 周，进一步避免再次骨折的发生。但同样也应考虑到病例数较少及随访时间较短所带来的偏倚。在本次研究中对于术后出现骨折复位质量差的患者给予 Taylor 调整对位，均取得了较满意的复位效果^[10]。至末次随访时，骨折均愈合且无再次移位。在拆架时常规组患者骨痂形成质量明显优于测试组，测试组佩戴外固定架时间为 (28.4±5.2) 周，而常规组佩戴外固定架时间为 (45.1±7.4) 周。由于常规组佩戴外固定架时间更长，在拆架时骨痂形成质量势必要优于测试组。但是常规组必须符合下肢骨折临床愈合标准后才允许拆除外固定，而测试组通过对骨痂刚度的量化指导拆除外固定架，简化了传统指标评估骨折愈合的过程，更加直观地评估骨痂强度。

本次研究仍存在以下不足之处：(1) 本研究的样本量较小，随访时间尚短，而且当测试结果与骨折部位的体征和影像学表现不一致时，是否能够拆除外固定架，拆除时机仍需大量的病例和长期的随访来确定其安全性；(2) 患者初次测试的时间定为术后 3 个月，但可能因患肢局部疼痛或自身肌肉力量的影响对测试值产生一定的偏倚，因此首次测试的时间还应该进一步探讨研究；(3) 目前患者仍需定期门诊行轴向载荷分担比测试，尚未能实施动态监测骨痂刚度，未来应研究与外固定配套的拉压传感器，能够与专门的软件相关联，医师可远程监视骨痂刚度，从而指导及时拆除外固定架。

综上所述, 定期应用轴向载荷分担比测试可将新生骨痂的刚度进行量化, 从而更加客观地评价骨痂刚度。本次研究结果表明, 当分担比测试值 $<5\%$ 时, 拆除单臂外固定架是安全的。与传统的外固定架拆除方法相比, 可以减少外固定架佩戴的时间, 是一种可以在临床上推广的技术。

参考文献

- [1] 曹海鲲, 万春友, 姚辉, 等. 计算机辅助 Taylor 空间支架治疗开放性胫腓骨骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (4) : 331-335. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.04.09.
Cao HK, Wan CY, Yao H, et al. Computer-assisted Taylor spatial frame for open tibiofibular fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2019, 27 (4) : 331-335. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.04.09.
- [2] 马继海, 万春友, 张涛, 等. 非超踝 Taylor 空间支架治疗胫骨 Pilon 骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (22) : 2022-2026. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.22.02.
Ma JH, Wan CY, Zhang T, et al. Treatment of tibial Pilon fractures with non-span ankle Taylor spatial frame [J]. Orthopedic Journal of China, 2017, 25 (22) : 2022-2026. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.22.02.
- [3] 计国旗, 石博文, 赵志明, 等. 单臂外固定架与髓内钉固定胫骨干骨折比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (23) : 2140-2144. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.06.
Ji GQ, Shi BW, Zhao ZM, et al. Comparison of unilateral external fixator versus intramedullary nail for fixation of tibial shaft fracture [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (23) : 2140-2144. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.06.
- [4] 宫智浩, 李朋, 宋凯凯, 等. 外固定架与髓内钉固定胫骨远端关节外骨折的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (15) : 1345-1349. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.15.01.
Gong ZH, Li P, Song KK, et al. Comparison of external fixator and intramedullary nail for fixation of extra-articular distal tibial fractures [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29 (15) : 1345-1349. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.15.01.
- [5] 刘浩, 丁涛, 程力, 等. 多维与单边外固定支架治疗胫腓骨开放性骨折的临床对比研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (20) : 1854-1858. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.20.07.
Liu H, Ding T, Cheng L, et al. Multi-dimensional versus unilateral external fixators for treatment of open tibiofibular fractures: a clinical comparative study [J]. Orthopedic Journal of China, 2016, 24 (20) : 1854-1858. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.20.07.
- [6] Milenkovic S, Mitkovic M, Mitkovic M. External fixation of segmental tibial shaft fractures [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2020, 46 (5) : 1123-1127. DOI: 10.1007/s00068-018-1041-5.
- [7] Beltsios M, Savvidou O, Kovanis J, et al. External fixation as a primary and definitive treatment for tibial diaphyseal fractures [J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2009, 4 (2) : 81-87. DOI: 10.1007/s11751-009-0062-3.
- [8] Eidelman M, Chezar A. Principles of deformity correction using the Taylor Spatial Frame [J]. Harefuah, 2005, 144 (2) : 115-118, 149.
- [9] 刘钊, 万春友, 张涛, 等. 轴向载荷分担比测试辅助 Taylor 空间支架治疗胫腓骨骨折的作用 [J]. 中华创伤杂志, 2019, 35 (4) : 348-353. DOI: 10.3760/j.issn.1001-8050.2019.04.009.
Liu Z, Wan CY, Zhang T, et al. The clinical application of Axial load sharing ratio test in evaluating the callus stiffness after tibiofibular fracture Taylor space fixation operation [J]. Chinese Journal of Trauma, 2019, 35 (4) : 348-353. DOI: 10.3760/j.issn.1001-8050.2019.04.009.
- [10] 张洪亮, 万春友, 张涛, 等. 转换 Taylor 空间支架治疗胫腓骨骨折单臂外固定术后对位不良 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27 (14) : 1316-1320. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.14.15.
Zhang HL, Wan CY, Zhang T, et al. Transformed Taylor spatial frame for postoperative malalignment of tibiofibula fracture after unilateral external fixation [J]. Orthopedic Journal of China, 2019, 27 (14) : 1316-1320. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.14.15.
- [11] Yildiz C, Uzun O, Sinici E, et al. Psychiatric symptoms in patients treated with an Ilizarov external fixator [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2005, 39 (1) : 59-63.
- [12] Aarnes GT, Steen H, Ludvigsen P, et al. In vivo assessment of regenerate axial stiffness in distraction osteogenesis [J]. J Orthop Res, 2005, 23 (2) : 494-498. DOI: 10.1016/j.orthres.2004.08.024.
- [13] Evans M, Kenwright J, Cunningham JL. Design and performance of a fracture monitoring transducer [J]. J Biomed Eng, 1988, 10 (1) : 64-69. DOI: 10.1016/0141-5425(88)90028-3.
- [14] 卢庆威, 万春友, 张弢, 等. 轴向载荷力学测试在胫腓骨骨折术后外固定器拆除中的临床应用 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30 (9) : 1085-1088. DOI: 10.7507/1002-1892.20160221.
Lu QW, Wan CY, Zhang T, et al. Clinical application of axial load mechanical testing in removing external fixator after tibia and fibula fractures surgery [J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2016, 30 (9) : 1085-1088. DOI: 10.7507/1002-1892.20160221.
- [15] Jorgensen TE. Measurements of stability of crural fractures treated with Hoffmann osteotaxis. I. Method and measurements of deflection on autopsy crura [J]. Acta Orthop Scand, 1972, 43 (3) : 188-206. DOI: 10.3109/17453677208991257.
- [16] Richardson JB, Cunningham JL, Goodship AE, et al. Measuring stiffness can define healing of tibial fractures [J]. J Bone Joint Surg Br, 1994, 76 (3) : 389-394.
- [17] Wade RH, Moorcroft CI, Thomas PB. Fracture stiffness as a guide to the management of tibial fractures [J]. J Bone Joint Surg Br, 2001, 83 (4) : 533-535. DOI: 10.1302/0301-620x.83b4.11081.
- [18] Messner J, Prior CP, Pincher B, et al. Ilizarov method for acute paediatric tibial fractures [J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2021, 16 (1) : 46-52. DOI: 10.5005/jp-journals-10080-1517.
- [19] Li YC, Jiang X, Guo QH, et al. Treatment of distal tibial shaft fractures by three different surgical methods: a randomized, prospective study [J]. Int Orthop, 2014, 38 (6) : 1261-1267. DOI: 10.1007/

s00264-014-2294-1.

[20] Georgiades DS. A systematic integrative review of pin site crusts [J]. Orthop Nurs, 2018, 37 (1) : 36-42. DOI: 10.1097/NOR.0000000000000416.

[21] Bliven EK, Greinwald M, Hackl S, et al. External fixation of the lower extremities: Biomechanical perspective and recent innovations [J]. Injury, 2019, 50 (Suppl 1) : S10-S17. DOI: 10.1016/j.injury.2019.03.041.

[22] Makhdoom AU, Shaikh BJ, Baloch RA, et al. Management of seg-

mental fracture of tibia treated Ilizarov external fixation [J]. J Ayub Med Coll Abbottabad, 2020, 32 (3) : 291-294.

[23] Frede F, Jan EM, Mikael S, et al. Taylor spatial frame or reamed intramedullary nailing for closed fractures of the tibial shaft: a randomized controlled trial [J]. J Orthop Traum, 2020, 34 (11) : 612-619. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001802.

(收稿:2023-06-28 修回:2023-12-21)

(同行评议专家:侯存强,高加智,乔锋,杨华清)

(本文编辑:闫承杰)

读者·作者·编者

本刊提醒作者严防各种形式诈骗的公告

近期,骗子又出新花样,以主管编辑或杂志社编辑(如:主管编辑黄思敏、邢静静编辑、雷老师等)的名义,冒充我刊主编或编辑,以传送检索报告及电子全文等理由,通过电子邮件或短信要求本刊作者添加其个人微信(加微信后,以主办学术会议需要发邀约、征集稿件等理由,要求将其拉入相关的群中),其实际目的是从事稿件、专著挂名售卖等非法活动,此行为严重损害了学术界的形象,严重扰乱了广大读者、作者的正常工作,损害了编辑部的合法权益。

科研诚信是科技创新的基石,学术不端行为不仅背离科学的精神,更严重损害了学术环境的整体生态,最终将损害受害者的根本权益,敬请广大作者、读者坚决抵制此类行为。在此,我们提醒广大读者、作者:

- (1) 本刊工作人员不会以邮件或短信的形式通知作者添加个人微信;
- (2) 以编辑部工作人员之名找各种借口要求与作者、读者添加微信的行为均为假冒;
- (3) 骗子的微信开头一般以“A”“B”“1”“2”等开头,请广大作者注意甄别;
- (4) 本刊专用电子信箱:jiaoxingtougao@163.com; jxwk1994@126.com; 财务专用信箱:jiaoxingwaikecaiwu@163.com;
- (5) 不明事宜可电话咨询:0538-6213228。

请广大读者提高警惕,注意甄别消息来源和真伪,严防信息泄露,避免上当受骗。

特此公告!

《中国矫形外科杂志》编辑部

2023 年 10 月 7 日

附:诈骗微信的内容形式

