

不同修复方式对踝关节骨折伴三角韧带断裂的疗效及其生物力学特性的影响

杜绍欢,蔡延禄,陈万安

汕头市澄海区人民医院骨外科,广东 汕头 515800

【摘要】 目的 探讨不同修复方式对踝关节骨折伴三角韧带断裂的疗效及其生物力学特性的影响。方法 选取2011年6月至2016年5月汕头市澄海区人民医院收治的112例踝关节骨折伴三角韧带断裂患者为研究对象。按照就诊顺序编号随机分成对照组和观察组,每组56例,对照组予骨折内固定未三角韧带修复,观察组予骨折内固定并三角韧带修复,比较两组患者术后12周的治疗效果和术后6个月的生物力学特性指标的变化。结果 观察组患者的治疗显效率和总有效率分别为53.57%、89.28%,明显高于对照组的37.5%、76.79%,差异均有统计学意义($P < 0.05$);观察组患者的疼痛、功能、活动度和总评分分别为(46.11±5.78)分、(25.67±3.45)分、(16.33±3.11)分、(90.34±10.11)分,均明显高于对照组的(40.55±6.98)分、(21.24±3.27)分、(12.45±2.94)分、(74.11±10.44)分,差异均有统计学意义($P < 0.05$);生物力学特性上,观察组患者的矢状面足跟着地角度为(4.56±1.56)°,明显低于对照组的(7.34±2.34)°,冠状面、水平面足跟着地角度分别为(2.11±1.23)°、(6.97±2.36)°,明显高于对照组的(-1.78±1.44)°、(5.25±2.34)°,两组比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),而余矢状面、冠状面、水平面各指标组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。结论 踝关节骨折伴三角韧带断裂手术修复并三角韧带处理可明显降低对患者关节生物力学的影响,提高治疗效果,具有较高的临床应用价值。

【关键词】 踝关节骨折;三角韧带断裂;修复;疗效;生物力学特性

【中图分类号】 R683.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2019)02-196-04

Effects of different repair methods on ankle fracture complicating deltoid ligament disruption and its biomechanical properties. DU Shao-huan, CAI Yan-lu, CHEN Wan-an. Department of Bone Surgery, Chenghai District People's Hospital of Shantou City, Shantou 515800, Guangdong, CHINA

【Abstract】 Objective To investigate the effect of different repair methods on ankle fracture complicated with deltoid ligament disruption and its biomechanical characteristics. **Methods** A total of 112 patients with ankle fracture and deltoid ligament disruption were selected from Chenghai District People's Hospital of Shantou City from June 2011 to May 2016. The patients were assigned, according to the order of visiting, to receive internal fixation without deltoid ligament repair (the control group) or internal fixation and deltoid ligament repair (the observation group). The therapeutic

基金项目:广东省汕头市医疗科技计划项目(编号:20158801)
通讯作者:杜绍欢,E-mail:ddsewqq@163.com

[9] 欧维正, 骆科文, 王燕, 等. 基因芯片和比例法药物敏感性试验检测结核分枝杆菌对利福平和异烟肼耐药性的比较研究[J]. 医学检验, 2013, 28(5): 404-407

[10] GUO Y, ZHOU Y, WANG C, et al. Rapid, accurate determination of multidrug resistance in *M. tuberculosis* isolates and sputum using a biochip system [J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2009, 13(7): 914-920.

[11] 芮东妹, 朱珍, 樊燕. 基因芯片技术在结核分枝杆菌对利福平敏感性检测中的临床价值[J]. 海南医学, 2017, 28(22): 3714-3716.

[12] 陈国会, 冯大山, 王秀丽, 等. 应用基因芯片检测系统诊断结核分枝杆菌感染及耐药基因突变的临床研究[J]. 国际检验医学杂志, 2017, 38(5): 638-643.

[13] 常凤霞. 基因芯片快速分枝杆菌鉴定技术与涂片抗酸染色技术的临床应用效果比较[J]. 医疗装备, 2017, 30(2): 1-2.

[14] PHELAN J, COLL F, MCNERNEY R, et al. *Mycobacterium tuberculosis* whole genome sequencing and protein modelling provides insights into anti-tuberculosis drug resistance [J]. BMC Med, 2016, 14: 31.

[15] 吴联朋, 吴双辽. 基因芯片检测系统在结核分枝杆菌耐药性检测中的应用价值评估[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(1): 47-49.

[16] BARTLETT JG, BLACKLOW NR. Gorbach textbook of infectious diseases [M]. Philadelphia: Lipincott Williams and Wilkins, 2003: 2185-2189.

[17] 王斐娟, 李云. 苏州市肺结核可疑耐药患者非结核分枝杆菌检出分析[J]. 江苏预防医学, 2018, 29(3): 298-299.

[18] 张贺秋, 赵雁林. 现代结核病诊断技术[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 215-216.

[19] 苏雯婕, 苏政军, 孟繁荣, 等. 95例耐多药结核菌株 *rpoB* 基因突变的分子特征[J]. 实用医学杂志, 2012, 28(14): 2333-2335.

(收稿日期:2018-10-18)

tic effect of the two groups at 12 weeks after operation and the changes of biomechanical characteristics at 6 months after operation were observed and compared. **Results** The marked effective rate and total effective rate in the observation group were 53.57% and 89.28%, respectively, which were significantly higher than 37.5% and 76.79% in the control group ($P < 0.05$). The pain, function, activity, and total score in the observation group were 46.11 ± 5.78 , 25.67 ± 3.45 , 16.33 ± 3.11 , 90.34 ± 10.11 , respectively, significantly higher than 40.55 ± 6.98 , 21.24 ± 3.27 , 12.45 ± 2.94 , 74.11 ± 10.44 in the control group ($P < 0.05$). As for biomechanical characteristics, the heel landing angle on sagittal plane in the observation group was significantly lower than that of the control group: $(4.56 \pm 1.56)^\circ$ vs $(7.34 \pm 2.34)^\circ$, $P < 0.05$; the heel landing angle on coronal plane and horizontal plane in observation group were significantly higher: $(2.11 \pm 1.23)^\circ$ vs $(-1.78 \pm 1.44)^\circ$, $(6.97 \pm 2.36)^\circ$ vs $(5.25 \pm 2.34)^\circ$, both $P < 0.05$; there was no significant difference in other indexes on the sagittal, coronal and horizontal plane ($P > 0.05$). **Conclusion** Surgical repair of ankle fracture and deltoid ligament repair can significantly reduce the impact on joint biomechanics, improve the treatment effect, which thus has high clinical value.

【Key words】 Ankle fracture; Deltoid ligament disruption; Repair; Curative effect; Biomechanical property

三角韧带断裂是临床上常见病、多发病,好发于跑步、下楼梯、行走在不平整地面时,在踝关节骨折中有 50% 患者存在三角韧带断裂伤^[1]。人们以往因对三角韧带损伤缺乏认识,造成漏诊、误诊率较高。近些年,随着医学影像学发展和踝关节镜发展,对三角韧带结构认识加深,三角韧带在临床上确诊率显著升高,同时对其诊治水平也有明显进展。有研究称,对踝关节骨折并三角韧带断裂需手术修复,以避免术后关节疼痛、不稳和足踝部畸形等发生^[2]。但也有学者认为三角韧带断裂后能疤痕修复,手术修复对改善其预后、创伤性关节炎发生无明显减少作用,故主张不进行修复^[3]。针对此,本文从疗效和生物力学特性角度出发,观察不同手术方法对踝关节骨折并三角韧带断裂的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2011 年 6 月至 2016 年 5 月

汕头市澄海区人民医院收治的 112 例踝关节骨折伴三角韧带断裂患者为研究对象,按照就诊顺序编号随机分成对照组和观察组,每组 56 例。诊断标准:均有明确外伤史,内踝处可触及凹陷征,踝关节屈伸受限,踝关节肿胀疼痛,部分可见瘀青,结合影像学能明确骨折部位和移位情况,结合踝关节 MRI 能明确三角韧带断裂。纳入标准:①符合诊断标准;②均接受手术治疗,且无手术禁忌证。排除标准:①病例资料不完全;②选择保守治疗者;③合并心脑血管肺等严重原发性疾病者不能耐受手术治疗者;④踝关节骨折未合并三角韧带断裂者;⑤妊娠或哺乳期患者。两组患者的性别、年龄、受伤至手术时间、部位、Lauge-Hansen 分型比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),具有可比性,见表 1。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

表 1 两组患者的一般临床资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	受伤至手术时间($\bar{x} \pm s$, d)	左侧/右侧(例)	Lauge-Hansen 分型(例)		
		男	女				旋前-外旋型	旋后-外旋型	旋前-外展型
对照组	56	34	22	45.2±2.3	3.2±1.1	29/27	21	17	18
观察组	56	36	20	45.4±2.5	3.1±0.9	31/25	19	18	19
t/χ^2		0.783		0.911	0.892	0.796	0.681		
P 值		0.257		0.114	0.128	0.225	0.317		

1.2 治疗方法 观察组患者选择全身麻醉或腰硬联合麻醉,麻醉成功后取仰卧位,患肢臀部略垫高,患肢上止血带,压力为 50 kPa,术野常规消毒铺巾。先检查踝关节是否合并下胫腓联合损伤,合并下胫腓联合损伤患者则在距离踝穴上 1 cm 处由外踝向内踝钻孔,测深,采取 1~2 枚直径 3.5~4.5 mm 皮质骨螺钉,穿破 3 层骨皮质固定。在 C 臂机透视下见复位满意,将下肢略外展,小腿内收内旋,内踝和手术床尽量保持垂直,在内踝取前内侧弧形切口,长度约为 3 cm,逐层切开皮肤、筋膜,探查三角韧带浅层、深层,显露出三角韧带浅层后切开胫后肌腱鞘,注意保护大隐静脉和隐静脉,踝关节外翻暴露三角韧带深层。在三角韧

带止点处或距骨中点,打入 1~2 枚直径为 5.0 mm 铆钉。采用重叠缝合法进行断端三角韧带修复,深浅层一起缝合。再采用中空螺钉固定内踝,活动踝关节,见稳定后冲洗创口,再逐层缝合。术后采用跖屈位石膏外固定,不超膝关节。术后常规预防感染、消肿、防止深静脉血栓形成等治疗,鼓励股四头肌功能锻炼,4~6 周后拆除石膏进行踝关节功能锻炼,6~8 周进行踝关节部分负重,12 周后完全负重,若骨折断端无骨痂形成则延迟下地时间。对照组则将三角韧带修复清理,部分断裂则 1-0 可吸收线缝合,完全断裂则不缝合,让其疤痕黏连,直接进行骨折内固定。围术期其他治疗同观察组。

1.3 观察指标 两组患者术后12周进行总临床效果评价,参考相关文献^[4]术后6个月对两组患者进行生物力学特性评价。

1.4 生物力学检测方法 采用德国生产的足底压力跑台测量系统,先双脚站立在仪器上进行静态采集,然后逐步在跑台上提升速度进行动态采集。走道长10 m,宽8 cm,采集指标为三大关节在着地期和离地期三维角度、三关节在三个运动面内最大最小角度和对应时刻、重心三方向摆动幅度、足地接触力等。

1.5 疗效判定 参考相关文献^[5]:以Kofoed踝关节评分分别从疼痛、功能、活动度进行踝关节评价,分数分别为50分、30分、20分,Kofoed踝关节评分 ≥ 85 分为显效,55~84分为有效, ≤ 54 分为无效。并评价治疗12周后患者的疼痛、功能、活动度评分变化情况。

1.6 统计学方法 应用SPSS12.0统计学软件进行数据分析,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,计数等级资料用率(%)表示,采用秩和检验,总有效率采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的治疗效果比较 观察组患者的总有效率明显优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),且在疼痛、功能、活动度、总分方面比较,观察组评分明显高于对照组,两组比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表2和表3。

表2 两组患者的临床疗效比较[例(%)]

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率(%)
对照组	56	21 (37.50)	22 (39.29)	13 (23.21)	76.79
观察组	56	30 (53.57)	20 (35.71)	6 (10.72)	89.28
U/χ^2 值			9.573		10.235
P 值			<0.05		<0.05

表3 两组患者治疗后的Kofoed踝关节评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	疼痛	功能	活动度	总分
对照组	56	40.55 \pm 6.98	21.24 \pm 3.27	12.45 \pm 2.94	74.11 \pm 10.44
观察组	56	46.11 \pm 5.78	25.67 \pm 3.45	16.33 \pm 3.11	90.34 \pm 10.11
t 值		9.564	8.946	10.125	10.457
P 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

2.2 两组患者治疗后的生物力学特性指标比较 踝关节在矢状面上跖屈为负值,背屈为正值;在冠状面上内翻为正值,外翻为负值;在水平面上内旋为正值,外旋为负值。观察组患者在矢状面足跟着地角度上明显低于对照组,而在冠状面、水平面足跟着地角度上则明显高于对照组,两组比较差异均具有统计学意义($P<0.05$),而余矢状面、冠状面和水平面各指标比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表4。

表4 两组患者治疗后的生物力学特性指标比较($\bar{x}\pm s$, $^\circ$)

项目	分类	对照组 ($n=56$)	观察组 ($n=56$)	t 值	P 值	
矢状面	足跟着地期角度	7.34 \pm 2.34	4.56 \pm 1.56	9.675	<0.05	
	足跖离地期角度	-10.34 \pm 2.11	-11.11 \pm 2.13	0.673	>0.05	
	支撑期最大背屈角	18.35 \pm 2.15	18.41 \pm 2.13	0.571	>0.05	
	支撑初期最大跖屈角	-1.74 \pm 1.33	-1.76 \pm 1.31	0.895	>0.05	
	摆动期最大背屈角	10.12 \pm 1.34	10.14 \pm 1.36	0.624	>0.05	
	最大屈曲角	19.54 \pm 3.25	19.56 \pm 3.22	0.678	>0.05	
	最大屈曲时刻	48.93 \pm 1.45	48.95 \pm 1.43	0.895	>0.05	
	最大跖屈角	-14.23 \pm 2.57	-14.26 \pm 2.54	0.725	>0.05	
	最大跖屈时刻	62.44 \pm 1.34	63.11 \pm 1.31	0.891	>0.05	
	关节活动幅度	33.67 \pm 2.11	33.71 \pm 2.13	0.934	>0.05	
冠状面	足跟着地期角度	-1.78 \pm 1.44	2.11 \pm 1.23	10.235	<0.05	
	足跖离地期角度	1.34 \pm 1.24	1.36 \pm 1.22	0.924	>0.05	
	最大内翻角	5.46 \pm 1.46	5.48 \pm 1.43	0.561	>0.05	
	最大内翻角时刻	56.12 \pm 18.96	56.15 \pm 19.12	0.688	>0.05	
	最大外翻角	-4.56 \pm 1.89	-4.59 \pm 1.91	0.677	>0.05	
	最大外翻角时刻	61.25 \pm 26.74	61.28 \pm 26.78	0.589	>0.05	
	关节活动幅度	9.89 \pm 1.79	9.92 \pm 1.81	0.579	>0.05	
	水平面	足跟着地期角度	5.25 \pm 2.34	6.97 \pm 2.36	9.689	<0.05
		足跖离地期角度	2.37 \pm 7.97	2.41 \pm 7.94	0.478	>0.05
		最大旋内角	-19.67 \pm 4.55	-19.71 \pm 4.57	0.914	>0.05
最大旋内角时刻		48.34 \pm 24.56	48.36 \pm 25.11	0.895	>0.05	
最大旋外角		16.11 \pm 5.24	16.13 \pm 5.21	0.913	>0.05	
最大旋外角时刻		59.67 \pm 4.56	60.11 \pm 4.53	0.789	>0.05	
关节活动幅度	35.89 \pm 5.67	36.11 \pm 5.65	0.892	>0.05		

3 讨论

三角韧带是由多条韧带组成的侧副韧带,近端起自胫骨内踝,三角形向远端发散,止于足部三大骨,和胫后肌腱、趾屈肌腱纤维移行。研究指出,三角韧带分深层和浅层,每层有多束纤维组成^[6],浅层有4束,深层有2束,浅层维持距骨和踝关节稳定性,防止踝关节外翻和外旋,深层则维持踝关节动态稳定,在防止踝关节过度跖屈和外旋上有重要作用,是临床上防止距骨外侧移位和外旋、限制距骨外翻倾斜、距骨向前侧移位的重要结构^[7-8]。

在生物力学上,正常人踝关节在三个面上运动角度基本对称。在足跟着地时踝关节处于背屈位,当背屈在 7° 则稍外翻,从足跟着地至足放平,踝关节由背屈转向跖屈,进入支撑中期后踝关节背屈至最大,后踝由背屈转向跖屈,进入摆动期后踝关节跖屈减少^[9-10]。结果显示,缝合三角韧带后,患者在足跟着地期角度和未缝合三角韧带比较差异有统计学意义,这和报道^[11]结论是一致的。分析原因可能是踝关节功能性不稳造成本体感觉能力下降有关,同时因三角韧带断裂后会引起胫神经、胫后肌等血管移位,影响组织预后,且未修复瘢痕形成,抗张力差,韧带松弛,踝关节周围肌肉组织接受不到韧带紧张时缩产生的神经反射刺激,影响踝关节周围肌群收缩,最终对踝关节稳定性造成影响。当下地行走时则内侧疼痛明显,造成行走不便,

形成创伤性关节炎^[12-13]。有学者称,踝关节骨折临床上有 30% 的患者伴有三角韧带断裂,因失去韧带牵拉,踝穴活动度增加,踝关节外翻、外旋时,因限制距骨外移,距骨和胫骨关节面应力增加,增加关节面软骨磨损,造成剥脱性软骨炎^[14-16]。分析在生物力学上其他指标无显著差异性,可能和术中进行下胫腓骨联合被有效固定有关,因固定后为踝关节提供稳定环境,进行下胫腓联合处螺钉固定,其生物力学近乎完好状态,下胫腓联合前后韧带、横韧带、骨间韧带已经修复。但因研究的例数较少,缺乏普遍性,且研究时间较短,缺乏远期疗效评定^[17-18]。

本研究结果显示,患者进行三角韧带修复后,在疗效和 Kofoed 踝关节疼痛、功能、活动度评分上显著提高。分析原因,正是修复三角韧带能满足踝生物力学有关,其能恢复至伤前状态,增加踝关节之间接触面积,局部关节应力分散,踝穴处于稳定状态,说明修复三角韧带是有必要的。但术中修复三角韧带暴露难,且缝合受限因素多。为此笔者总结了以下几点经验:①对踝关节骨折查体内侧青紫肿胀,内踝下方凹陷征,MRI 证实三角韧带断裂;②麻醉后要行踝关节应力外翻试验和前抽屉试验;③在操作上先行内侧切口,明确三角韧带损伤程度、断裂部位,对出现三角韧带卡入踝关节间隙者可先行韧带修复,必要时外翻踝关节,注意区分胫后肌腱鞘深层和三角韧带深层,对深层损伤者以修复胫距后深韧带为主^[19];④三角韧带修复后要有一定张力,术后需中立跖屈位石膏外固定制动 4~8 周,保证三角韧带得到满意愈合。

本文的创新之处在于从生物力学角度进行踝关节骨折伴三角韧带断裂总结,这样很贴合临床实际,同时说服力强,能很好证实该修复三角韧带的重要性和必要性。但本次研究仍缺乏大样本、多中心分析,且随访时间较短,远期疗效仍有待检测,远期是否出现创伤性关节炎、是否会出现韧带撕裂等情况也需多中心大样本分析,且指标相对较少,是否能从实验室指标入手进行总结,这样客观性更强。

参考文献

- [1] 蔡万松,姜跃国,周松杰,等.带线锚钉修复踝关节三角韧带断裂 32 例体会[J].浙江创伤外科,2013,18(6):881-882.
- [2] 贾少华,徐红伟,陆惠根,等.手术治疗合并有三角韧带损伤的踝关节骨折[J].河北医科大学学报,2012,33(6):690-692.
- [3] 李磊,阳波,刘东,等.踝关节骨折合并三角韧带断裂术中修复与不

修复三角韧带的疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2018,33(4):430-432.

- [4] 胡涌亮,管四炎,王国庆,等.锚钉治疗内侧三角韧带完全断裂的踝关节骨折脱位[J].浙江创伤外科,2013,18(4):506-507.
- [5] SIEGLER S, TOY J, SEALE D, et al. The Clinical Biomechanics Award 2013 - Presented by the International Society of Biomechanics: New observations on the morphology of the talar dome and its relationship to ankle kinematics [J]. Clinical biomechanics, 2014, 29(1): 1-6.
- [6] LEUNG J, SMITH R, HARVEYL A, et al. The impact of simulated ankle plantarflexion contracture on the knee joint during stance phase of gait: A within-subject study [J]. Clinical biomechanics, 2014, 29(4): 423-428.
- [7] 董伟强.踝关节韧带损伤对关节生物力学的影响和治疗方案选择[D].广州:南方医科大学,2015.
- [8] 宋作成,闫小龙.踝关节胫骨远端关节面缺损生物力学特征的三维有限元分析[J].中国组织工程研究,2016,20(48):7212-7218.
- [9] 苏应军,董新延,胡力,等.以踝关节解剖结构及生物力学特征分析慢性踝关节不稳[J].中国组织工程研究,2015,9(15):2415-2419.
- [10] 董伟强,余斌,白波,等.下胫腓联合断裂对踝关节生物力学影响的研究[J].中华创伤骨科杂志,2015,17(6):532-535.
- [11] SINITSKIE H, HANSENA H, WILKEN JM, et al. Biomechanics of the ankle-foot system during stair ambulation: Implications for design of advanced ankle-foot prostheses [J]. Journal of Biomechanics, 2012, 45(3): 588-594.
- [12] BOYDB S, GRAYA T, DILLEY A, et al. The pattern of tibial nerve excursion with active ankle dorsiflexion is different in older people with diabetes mellitus [J]. Clinical Biomechanics, 2012, 27(9): 967-971.
- [13] 冯嘉威.下胫腓联合韧带不同程度损伤的稳定性研究[D].广州:南方医科大学,2015.
- [14] 王晨.踝关节三角韧带解剖、损伤诊断与动态生物力学研究[D].上海:复旦大学,2014.
- [15] 张明彦.踝关节三维有限元模型的建立及三角韧带损伤和重建的踝关节生物力学有限元分析[D].长沙:中南大学,2012.
- [16] TYSON SF, SADEGHI-DEMNEH E, NESTER C, et al. A systematic review and meta-analysis of the effect of an ankle-foot orthosis on gait biomechanics after stroke [J]. Clinical rehabilitation, 2013, 27(10): 879-891.
- [17] 汤俊君,吴克俭,张建,等.不同方式修复踝关节旋后外旋型IV度骨折伴三角韧带完全断裂的初步疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2016,18(6):470-475.
- [18] 王淑丽,马信龙,徐卫国,等.外踝骨折后三角韧带损伤程度的X线与MRI比较研究[J].中华骨科杂志,2013,33(8):834-841.
- [19] 王勇卓,张民, MILTON ML, 等.踝关节脱位是导致旋后外旋型踝关节骨折预后不良的危险因素[J].实用骨科杂志,2016,22(10):960.

(收稿日期:2018-10-09)