

# 穿针滑动固定家兔胫骨实验性骨折愈合过程断端位移测试

钟红刚 赵宏普 宋跃 赵勇 孟和  
(中国中医研究院骨伤科研究所, 北京 100700)

**【摘要】** 目的 研究骨折愈合过程中断端微动。方法 采用穿针滑动固定家兔胫骨实验性骨折治疗动物模型, 手术截骨造成横断骨折, 骨折线位于胫骨中部, 采用自制滑动固定器 4 针固定, 针径 1.5mm; 采用霍尔元件磁场传感器测量位移。结果 术后 1 天断端最大位移  $278 \pm 122$  微米, 2 周时为  $190 \pm 91$  微米, 3 周时为  $70 \pm 35$  微米, 4 周时为  $54 \pm 25$  微米。结论 所采用的骨折治疗模型具有对骨折断端生物力学环境的测控能力, 骨折断端微动的大小能反映骨折愈合的早期进程。

**【关键词】** 骨折 骨折固定术 生物力学

**Measurement of the displacement of the fracture site in the healing progress of the rabbit tibia fixed by pins with sliding fixator** ZHONG Honggang, ZHAO Hongpu, SONG Yue, et al. Institute of Orthopaedic and Traumatology, China Academy of TCM (Beijing, 100700)

**【Abstract】 Objective** To investigate the micromovement of the fracture site **Methods** Fracture of rabbit tibia was fixed by pins with sliding fixator. The transverse fracture line at middle portion of the tibia was produced by osteotomy; the fracture was then fixed with 4 pins on the sliding fixator and the diameter of pins was 1.5mm; displacement was measured by Hauer magnetic field sensor. **Results** The displacement of the fracture site was  $278 \pm 122$  microns at the first day after operation,  $190 \pm 91$  microns at 2 weeks,  $70 \pm 35$  microns at 3 weeks and  $54 \pm 25$  microns at 4 weeks. **Conclusion** The fracture model enabled us to survey the biomechanical environment of the fracture site and the displacement of fracture site can reflect the healing progress of fracture.

**【Key Words】** Fractures Fracture fixation Biomechanics

骨折愈合过程中, 断端组织由粘弹性流体(淤血)转变为粘弹性固体, 断端连接组织的力学性质不断变化。负重活动时断端受力产生形变造成断端位移活动。已有不少有关骨折断端活动的研究报道<sup>[1,2]</sup>, 结果说明不同固定条件下, 骨折断端都存在微小位移活动, 适当范围内的断端位移活动对骨折愈合是有利的。本文对滑动固定条件下实验性骨折家兔自然活动的断端位移进行测量, 探讨其随骨折愈合过程的变化规律。

## 1 材料与方 法

骨折造模采用正常成年大耳白兔 10 只, 2% 戊巴比妥钠静脉麻醉; 以厚 0.8mm 的手指锯于实验兔右胫骨中部胫腓骨融合处横行截断, 保持断面平整和对位; 在骨折上段和下段骨分别穿入(垂直于骨干轴线) 2 枚 1.5mm 直径的克氏针(共 4 枚), 安装自制的滑动固定器, 使骨折端近解剖对位(实际操作中先穿针, 上好固定器, 然后再截断胫骨), 如图 1。

固定完成后, 由于滑轨的作用, 上下骨折段能在胫骨轴向无阻力地相对运动; 动物苏醒后, 肌肉动力使骨折端压紧; 实

验家兔一般在当天能自如活动, 骨折断端开始承受生理应力。

在滑动固定器上装有霍尔元件磁场位移传感器, 测量分别与上下骨折段通过骨穿针相连的两滑动框架之间的滑动位移, 此即骨折断端在骨干轴向的相对位移; 测量灵敏度为 1 微米, 每 3 天采集一次实验家兔自由活动时段断端位移时间波形, 测量时间约 2 分钟。随着骨折愈合过程, 比较断端活动的最大值变化情况。

4 周后处死动物, 取双侧胫骨, 采用 WD-1 型材料试验机进行三点弯曲实验测试骨折愈合的强度。

## 2 结果

10 只实验家兔有 2 只因固定架松脱严重畸形, 剩下 8 只取得较完整数据, 如表 1 所示。术后 1 天骨折断端位移最大值平均为 276 微米, 随着术后活动的增加, 断端位移有一增大过程, 但 2 周后(第 16 天)降为 180 微米, 3 周后小于 100 微米。X 线片显示相应的骨痂增长, 骨痂为较小的梭形。

4 周后取材, 采用三点弯曲实验测试骨折骨的抗弯强度, 平均值达到健侧的 25%, X 线片显示为临床愈合(图 1)。

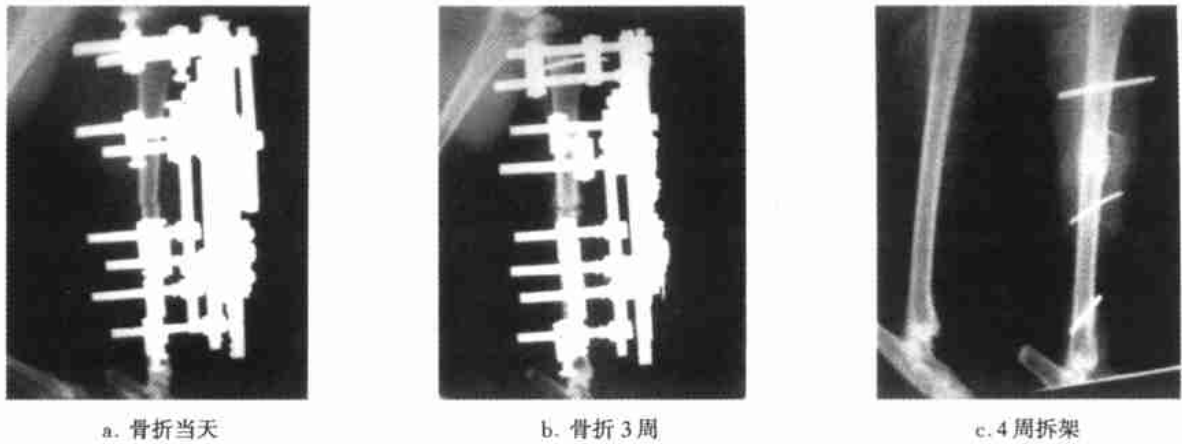


图 1 家兔胫骨实验性骨折穿针滑动固定,同一动物侧位 X 线片  
表 1 实验家兔自然活动时所测断端位移最大值(单位:微米)

	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 19 天	第 22 天	第 25 天	第 28 天	第 31 天
No. 1	417	370	105	473	265	171	200	118	115	75	49
No. 2	167	264	155	159	127	64	107	87	60	53	34
No. 3	481	466	654	543	294	192	368	98	66	86	78
No. 4	174	315	63	313	306	283	84	17	81	15	
No. 5	173	166	94	67	122	124	28	53	37		
No. 6	339	329	194	238	85	85	92	95			
No. 7	215	304	262	376	347	326	69	32	30	56	89
No. 8	242	265	282	272	219	195	147	61	27	40	54
平均	276	310	226	305	221	180	137	70	59	54	61
方差	122	87	190	157	98	91	107	35	32	25	22

### 3 讨论

动态的断端活动的直接测量比较困难<sup>[1]</sup>,本文采用的方法是测量分别与上下骨折段通过骨穿针相连的两滑动框架之间的滑动位移。骨折初期,断端无有效连接,存在明显的分离、成角等移位活动(由于肌肉的作用能复原);断端出现纤维性骨痂连接时分离移位活动基本消失,但成角移位活动依然存在;骨性骨痂形成后成角移位活动也基本消失<sup>[3]</sup>。

测试结果显示,骨折断端最大活动位移的变化(减小)发生在愈合的早期(2~3周),与 X 线片显示的骨痂生成过程同步。骨痂灰度分析不能反映骨折骨的力学功能恢复,而对骨折断端活动的监测能反映力学功能恢复<sup>[2]</sup>。

穿针滑动固定家兔胫骨实验性骨折治疗模型与常用的前臂桡骨骨折模型相比,对断端生物力学环境更具有测控能力,穿针滑动固定稳定且无应力遮挡。

#### 参考文献

- [1] 关继超,钟红刚,董福慧,等.肌肉动力与断端显微位移的动态观察.中国骨伤,1998,11(5):11.
- [2] Cunningham J L, Evans M, Kenwright J. Measurement of fracture movement in patients treated with unilateral fixation, J. Biomed. Eng. 1989, 11(3): 118.
- [3] 孟和,黄克勤.骨折复位固定器疗法.天津:天津科技出版社,1986,44-47.

(收稿:2000-12-11 编辑:李为农)

## • 读者•作者•编者•

### 关于结构式摘要的书写格式

凡投我刊属于论著和基础研究类的文稿,均需提供 400 字左右的结构式中英文摘要和 3~5 个关键词。结构式摘要应明确列出目的、方法、结果和结论四部分。目的:说明研究的背景和要解决的问题;方法:说明主要工作过程,包括所用原理、条件、材料、对象和方法,有无对照、病例或实验次数等;结果:客观地举出工作过程最后得出的结果;结论:对结果进行分析比较后,提出论文的主要贡献和创新、独到之处,或提出问题及展望。总之,摘要应具有独立性和自明性,并拥有与论文全文同等的信息量,即不阅读全文,就能获得必要的信息。

(本刊编辑部)