

外固定

全环移动式外固定器的生物力学原理 与临床应用

安徽省巢湖地区骨科医院(238000)徐朝旺 黄孝舟 王以进* 凡道斌

摘要 自 1986 年 6 月开始用自制的“全环移动式外固定器”此治疗新鲜骨折 146 例,陈旧性骨折 16 例,骨不连 4 例,骨延长 13 例,膝内翻畸形 5 例共 184 例,疗效满意。对本外固定器在各种不同的固定方式下进行生物力学测试,表明了不同的骨骼穿针数量、类型、方向、部位与骨折固定稳定性的关系。

关键词 骨折固定术,外 生物力学

1986 年 6 月我们开始研制一种结构简单,可行多平面固定的全环移动式外固定器。经生物力学测试证明完全达到骨折固定稳定性要求。临床用于治疗四肢新鲜骨折,陈旧性骨折,骨延长,骨骼畸形矫正共 184 例,效果良好。报告如下。

机械结构与操作方法

1. 机械结构(见图 1)

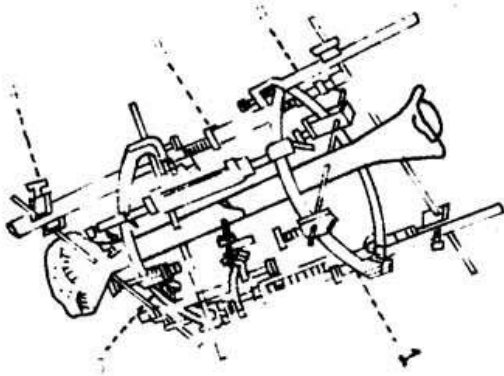


图 1

①固定环 ②调节螺杆 ③延伸杆 ④固针钩 ⑤顶压器

2. 操作方法

(1)穿针:根据骨折部位,类型和稳定程度,结合病人骨折创伤解剖特点,选择 3~4 个穿针平面。每个平面交叉穿一根或两根 3~4mm 斯氏针,也可穿半针,即刚穿过对侧皮质,不穿通对侧肌肉皮肤。

(2)安装外固定器:紧依骨折端两针处放置两环,固定钩将针固定于环上。根据需要在环上安装数根延伸杆,杆紧贴斯氏针,用固针钩将针固定于杆上。在环

两侧安装两根调节螺杆。

(3)复位固定:先调节延长螺杆,将骨折端牵开,透视下见骨折端重叠消除后,松动螺杆与环连接的螺钉,使螺杆与环松动,随即手持两环纠正旋转侧方移位。复位成功后拧紧螺钉固定,调节螺杆缩短加压,再于肢体前方安装另一根螺杆,增强骨折固定的稳定性。如遇斜形或蝶形骨折,可在延伸杆上安装顶压器,通过钢针从侧方直接顶压骨折两端或骨块复位。这时再调节螺杆加压时,骨折端就不易变位。

临床资料

临床应用该固定器治疗 184 例,男 124 例,女 60 例;年龄 11~77 岁,治疗结果如下:

1. 新鲜骨折 146 例。①胫腓骨双骨折 114 例,其中开放性骨折 68 例(I°16 例,II°24 例,III°28 例)。②股骨干骨折 15 例,开放性 8 例(I°3 例,II°3 例,III°2 例)。③肱骨干骨折 7 例,开放性 2 例(II°1 例,III°1 例)。④尺桡骨双骨折 3 例,1 例为开放性(III°)。⑤桡骨远端粉碎性骨折 7 例,1 例开放性(II°)。本组病例骨折移位明显,经手法复位未成功,经用本外固定器治疗后,有 128 例骨折达到解剖复位和近似解剖复位,18 例达功能复位。复位固定后当日行患肢关节功能锻炼。下肢骨折一般 1~3 周开始扶拐下地负重行走。骨折愈合时间 1~6 月。3 例开放性胫腓骨双骨折病人骨折迟缓愈合(7~10 月)。关节功能恢复有 5 例股骨干骨折病人,5 月后复查膝关节屈曲 110°,伸直 0°,其余病例在骨折愈合时关节功能已恢复到正常。

2. 陈旧性骨折 16 例。骨折时间 10~14 周,年 11~46 岁,股骨干骨折 12 例,胫腓骨骨折 4 例。陈旧性骨折

复位固定后 3 天病人开始扶拐下地行走, 2~5 月骨折愈合, 去除外固定器, 逐步负重行走。

3. 骨不连 4 例。时间 11~14 月, 2 例股骨下段, 2 例胫腓骨, 于骨折上、下端穿 3~4 组斯氏针, 安装本固定器加压固定, 固定后 2 天病人扶拐下地行走, 12~17 周骨不连愈合。去除外固定器。

4. 骨延长 13 例。胫骨干骺端延长 9 例, 胫骨骨骺延长 4 例, 延长度为 4~7cm, 延长后骨愈合无残余畸形。

5. 膝内翻畸形 5 例, 1 例行股骨髁上截骨, 4 例行胫骨上端截骨, 截骨矫正内翻畸形后安装外固定器加压固定, 1 周后扶拐行走, 7~10 周截骨端愈合, 去除外固定器。

6. 并发症。本组 184 例有 18 例病人 58 处针眼感染, 经换药后, 创口愈合, 未形成骨髓炎, 3 例骨折迟缓愈合(7~10 月)。

讨论

我们选用一个新鲜尸体股骨, 将其折断, 于骨折上下端用直径 3.5mm 斯氏针穿针固定于我们设计的外固定器上, 利用电测应变片测量骨折端应力及变形大小。现将其结果分析如下:

1. 穿针数量、类型与稳定性关系。

我们将穿针固定模型分成 6 种, 其穿针数量、类型各不相同, 测试结果如下: 见表 1 图 2。

表 1 不同类型固定方式下骨折端所受到应力值。

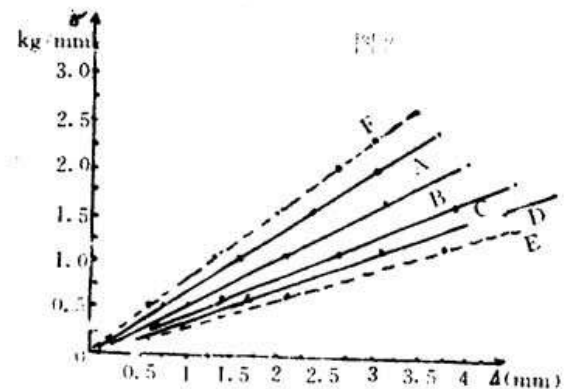
穿针数量类型	骨上应力	第一根针应力	第二根针应力	第三根针应力
A 三全针固定(骨折每端)	1.918	0.354	0.492	0.684
B 两全针固定(骨折每端)	1.355	0.399	0.530	—
C 三个半针固定(骨折每端)	1.221	0.312	0.398	0.512
D 两个半针固定(骨折每端)	1.141	0.217	0.312	—
E 两全两半针	1.101	0.221	0.341	—
F 三全针三半针	1.782	0.310	0.402	0.578

结果表明: 3 全针应力最高, 位移最小, 其次两全针, 而两根半针或两全两半针均不理想。但三全三半针加顶压器固定反而比三全针应力高, 说明它多了一个支点, 增大了应力, 防止位移, 受到顶压缘故。

2. 穿针方向与稳定性关系

目前外固定器固定骨折的穿针方向有两种: 一种是平行穿针, 另一种为交叉穿针。通过力学测试表明: 交叉穿针在其他条件相同的情况下较平行穿针提高稳定性 30%, 同样施加 10kg 压力, 后者位移 1.0mm, 前者为 0.7mm, 应力前者 32×10^5 pa, 后者为 41.6×10^5 pa, 且后者不易变形。

临床应用表明: 如结合病人骨折创伤解剖特点选择穿针方向, 对于提高其稳定性大有帮助。如在骨折软组织损伤较重一侧, 即骨折端移位方向一侧穿一个半



针, 加顶压器固定, 能够提高骨折固定稳定性, 减少穿针数量。

3. 外固定器固定后的刚度值测定。见表 2

表 2 刚度值测定

刚度	针数				骨的刚度	
	1	2	3	4	最大值	平均值
扭转刚度 KT	67.2	133.7	195.1	268.1	163	162
弯曲刚度 Lb	40.3	84	127.2	163.1	86.2	86.2
轴向刚度 Ap	6.20	14.2	22.6	28.4	16.2	15.1

注: 单位, KT kg-cm²/度 Lb kg-cm² Ap kg/cm

本固定器行扭转刚度,弯曲刚度和轴向刚度测定,其结果如表 2 所示,从上表可以看出:①此固定方式的轴向刚度明显低于扭转刚度和弯曲刚度,这将有利于骨折端应力传递,促进骨折愈合⁽¹⁾。并能有效地防止骨折变位。②如果骨折每端用 2 根或 3 根针固定,其刚度与骨的刚度相近。从上述 2 点可以看出这种固定方式很少产生应力保护作用。

下肢骨折用本固定器固定后病人能否早期下地负重行走,试分析如下:

(1)步态分析:①正常人走路时,股骨承受力出现两个峰值⁽²⁾(见图 3)。根据图 3 所示:可见足趾离地时力值为 7W(体重),循环周期为 60%,足跟着地时力值为 4W(体重),循环周期为 10%。②病人骨折后,装上外固定器估计值(见图 4)。站立相为 1000~1400N。摆动相为 400N。③应力估计,根据图 3、4 进行力学分析,经计算正常人股骨应力 $Q=28\text{kg}/\text{mm}^2$ 。

(2)病人外固定后承受的力矩:同样对病人外固定进行力学分析,经计算垂直力矩为 $17.5\text{N}-\text{M}$, $Q=14\text{kg}/\text{mm}^2$,水平力矩为 8Nm , $N=Q$ 剪 $=6.6\text{kg}/\text{mm}^2$ 。

(3)比较:用本固定器固定骨折后,病人起床能承受力 140kg。骨上应力为 $8.6\text{kg}/\text{mm}^2 > 7\text{kg}/\text{mm}^2$ 。故断定病人可以下地负重功能锻炼。但步行时要借助拐杖,因为左右摆动的应力 $Q=14\text{kg}/\text{mm}^2$, N 剪 $=6.6\text{kg}/\text{mm}^2$,防止力矩过大引起骨折端移位。

本固定器属多平面外固定器,它是采用多平面骨骼穿针固定于环上,再用三根螺杆连接固定两环形成一个空间立体结构,固定牢靠,病人可早期负重行走,功能锻炼。本固定器上螺杆与环连接是弓类式结构,螺杆能在环上任意移动固定,骨折端牵开后,松动螺杆与环连接的螺钉,使两环松动,这样骨折两端既不能回缩,又能侧向通转移动,此时复位方便。所以本外固定

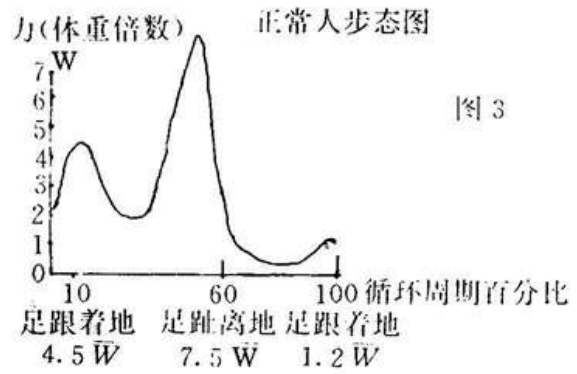


图 3

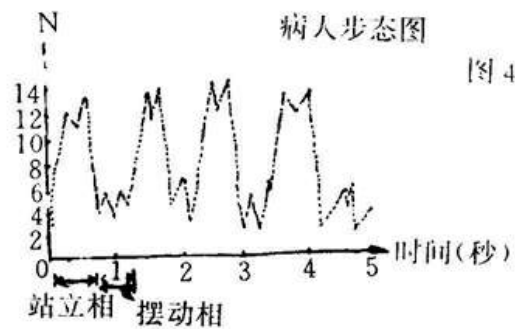


图 4

器能使移位明显的骨折 90% 以上达到解剖复位和近似解剖复位,大大地提高闭合复位成功率。另外,外固定操作要方便灵活,保证在骨骼穿针时既能避开神经血管,又能达到牢靠固定的目的。

参考文献

1. 王以进,以生物力学观点对几种骨折固定法的评论,骨与关节损伤杂志 1987;1:57
2. 戴魁戎等译,骨骼系统的生物力学基础,第一版,上海学林出版社,1985.

(收稿:1994-06-14 修回:1995-06-14)

(正文见第 7 页)



图 5 肌纤维空泡变性

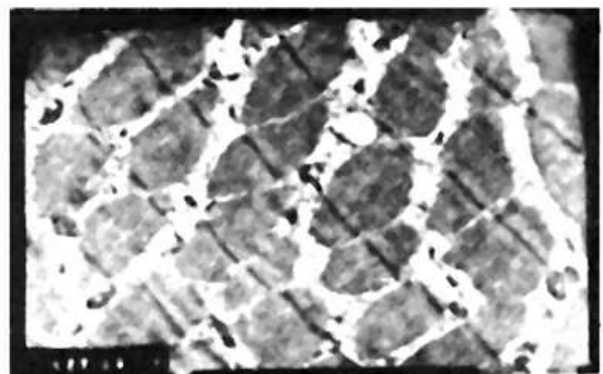


图 6 肌纤维扭曲、排列不整齐, M 线、Z 线、A 带、I 带及 H 带变形移位

Abstract of Original Articles

Analysis on pre- and postoperative somatosensory evoked potentials of diastematomyelia

Cheng Bin(程斌) Wang Kun-zheng(王坤正) Chen Jun-chang(陈君长) et al

Second Affiliated Hospital of Xian Medical University (710004)

Cortical somatosensory evoked potential (CSEP) examination stimulated from posterior tibial nerve were performed on 20 patients suffering diastematomyelia pre- and postoperatively, selecting 20 normal subjects as control group in the meanwhile. We found that CSEP changes were statistically significant between patients and normal subjects ($P < 0.05$). Postoperative P_{40} peak latencies and amplitudes changed significantly in patients and CSEP had apparent difference in bilateral lower extremities preoperatively. It showed that CSEP is a sensitive, reliable objective diagnostic parameter that may be used to establish the severity of neural damage and evaluate the operative efficacy. The mechanism of neural defect is discussed in the article.

Key words Diastematomyelia Somatosensory evoked potential

(Original article on page 5)

Clinico-pathological study on juvenile spontaneous scoliosis

Chen Zhong-qi(陈中奇) Yang Guang(杨广) Kong Xia(孔霞) et al

First Hospital of Jining City, Shandong Province (272111)

Thirty cases of spontaneous scoliosis were observed under light and ultra microscopic and immuno-histochemical examinations. The results indicated that the fascia, muscle of main depressive area of the trunk had adhesive degenerative phenomena, the pathological characteristics are infection, muscular fibrotic degeneration, connective tissue proliferation, adhesion and scar formation. It offers an objective foundation for comprehensive treatment.

Key words Scoliosis Ultrstructure Immuno-chemical histology

(Original article on page 7)

Influence of immuno-activity of cellular oxidation metabolic function of the external used Chinese herb during wound healing—Study on the mechanism of Wei Nong Zhang Rou(3)

Li Xiu-lan(李秀兰) Ji Gen-yuan(纪根媛) Zhao Feng-yi(赵凤仪) et al

Tianjin Institute of Orthopaedics (300211)

Oxidation metabolic function of neutrophils, lymphocytes, exudate cells of wound surface and the influence of wound surface exudation on normal neutrophils and lymphocytes were detected by means of chemiluminescence-Cl during application of Chinese herbs on wound healing. The results of experiments indicated that external applying of Chinese herbs can activate neutrophils and lymphocytes to produce-Cl. The difference is very evident ($P < 0.01$) as compared with control group. During wound healing neutrophils were activated at first then lymphocytes till healing stage. The exudation cells of the wound surface bears rather strong-Cl activity. Those of the ex-

ternal used Chinese herb group is superior than control group ($P < 0.01$). Exudation of external applied Chinese herb group can serve as activator of neutrophils and lymphocytes, it bears similar action as zymosan and canavaline A. There is very weak action in control group.

Key words Trauma and injury Traditional Chinese medicinal therapy
Immunology, cellular Wei Nong Zhang Rou

(Original article on page 9)

Biomechanical principal and clinical application of the novel annular external fixator

Huang Xiao-zhou(黄孝舟) Wang Yi-jin(王以进) Fan bin(凡道斌) et al
Chaohu District Orthopaedic Hospital, Anhui Province(238000)

Since June of 1986, 184 cases including 146 cases of fresh fracture; 16 cases, chronic fracture; 4, non-union; 13, elongation of bone; 5, genu varum malformation were treated by self-made novel annular external fixator with satisfactory therapeutic effect. Various modes of fixation with this fixator were examined with biomechanics, it shows that various number of pins, types, directions and locations were related with stability of the fixation.

Key words Fracture fixator, external Biomechanics

(Original article on page 12)

Analysis of remote therapeutic effect on surgical treatment of prolapse of lumbar intervertebral disc

Ran Yong-xin(冉永欣) Dai Zhi-he(戴志和)
Central Hospital of Shanghai Railway Bureau(200072)

From 1975 to 1994, 500 cases of prolapse of lumbar intervertebral disc were treated with fenestration operation of vertebral lamina and ligamentum flavum and total laminectomy two forms of operation. The results indicated that there is no difference between two forms of operation in the releasing of sciatic neuralgia. But the former bears advantage of minor injury, it can not only remove the prolapsed nucleus, removal of complex lesion around the disc and recovery of nervous function but also can maintain the stability of the spine. The rate of excellency and good is 98%.

Key words Prolapse of lumbar intervertebral disc Surgery, operation

(Original article on page 17)

欢迎订阅本刊 1994 年增刊

《中国骨伤》1994 年增刊(上、下集)已出版。增刊上集以临床为主,选题广泛,内容包括临床论著、实验研究、经验交流、外固定、手法介绍等。集中反映了骨伤科近年来的最新进展。每册定价 27.50 元(另加邮寄费 2.50 元)。

增刊下集为“脊柱性腰腿痛专集”。此刊汇集了参加 1994 年 10 月在浙江杭州市召开的“全国脊柱性腰腿痛专题学术讨论会”各位专家、学者的学术论文 150 篇。内容丰富,学术水平较高。每册定价 20.00 元(包括邮寄费)。

欲购者,请寄款至:100700 北京市东直门内北新仓 18 号《中国骨伤》编辑部收,务请写清收刊者详细地址、姓名及所在地邮政编码,注明“购 1994 年增刊及册数”。另外,本刊 1993 年增刊“骨科外固定专集”尚有余册,每册定价 25.00(含邮寄费)。