

胫骨髓腔形态学测量与解剖型胫骨弹性髓内钉的设计

王建华¹ 吴岳嵩² 李君实³ 郑定中⁴

(1. 广州军区总医院骨科, 广东 广州 510010; 2. 上海长海医院骨科;
3. 上海同济大学材料力学实验室; 4. 上海钢铁研究所)

【摘要】 目的 在研究胫骨髓腔解剖的基础上设计一种解剖型胫骨弹性髓内钉, 并测量其生物力学性能。方法 选择 35 枚成人胫骨标本, 根据 X 线片测量结果获得髓内钉的腰段长度、前锥度、后锥度、弧度等形态参数, 制作髓内钉, 并在胫骨中段骨折模型上进行生物力学测试, 比较其抗弯、抗扭转性能。结果 解剖型弹性髓内钉固定胫骨干骨折的抗弯能力是矩形髓内钉的 1.8 倍和 1.5 倍。抗扭转能力是其 1.6 倍。结论 胫骨解剖型弹性髓内钉是一种更复合胫骨骨折内固定的弹性髓内钉。

【关键词】 胫骨解剖型弹性髓内钉; 矩形髓内钉; 生物力学

The morphological measurement of the tibial intramedullary cavity and the design of the anatomic flexible rectangle shape intramedullary nail WANG Jianhua, WU Yuesong, LI Junshi, et al. *Orthopaedic of Guangzhou Hospital of PLA (Guangdong Guangzhou, 510010, China)*

【Abstract】 **Objective** To design the anatomical flexible rectangle shape intramedullary nail (AFRIN) and evaluate its biomechanical characters **Methods** 35 cases of human tibial bones were be selected and their length, front inclined angle, back inclined angle, radian angle, et al, were be measured under X-ray film, for applying to design the AFRIN. Then the biomechanical characters of antibending and antiwisting ability were checked on the tibial fracture model. **Results** The antibending ability of AFRIN is as higher as 1.8 and 1.5 times than that of RSIN in the sagittal and coronary section respectively and the antiwisting ability is 1.6 times higher than that of RSIN. **Conclusion** The AFRIN is more suitable for tibial fracture internal fixation than that of RSIN.

【Key words】 Anatomical flexible rectangle shape intramedullary nail (AFRIN); Rectangle shape intramedullary nail (RSIN); Biomechanics

矩形髓内钉是一种用于胫骨干骨折较为简单实用的内固定器材, 其结构简单, 使用方便, 在基层医院被广泛应用。但由于矩形髓内钉的结构仅仅为两片简单的弹性金属片, 在经过十余年的使用后, 人们发现该髓内钉存在一些不足之处可以加以改进和完善。①该弹性髓内钉形状简单, 上下一致, 不随胫骨髓腔发生变化, 插入髓腔后与髓腔形状的匹配程度差, 力学性能常显不足。②插钉过程经常发生两钉交叉的现象, 延长了手术时间。作者在研究胫骨髓腔解剖学的基础上, 试图将假体设计的形配理论引入弹性髓内钉的设计, 将矩形髓内钉的传统形状加以改进完善, 设计一种符合胫骨解剖形状变化的形配更合理的解剖型胫骨弹性髓内钉。

1 材料与方法

1.1 材料 成人胫骨标本 35 枚(男 18, 女 17, 年龄 19~64 岁, 其中新鲜标本 16 枚), 316 医用不锈钢板材。

1.2 解剖型胫骨弹性钉的形状设计 用描图纸将胫骨侧位片的髓腔轮廓精细地描下来, 根据解剖型弹性髓内钉的形状, 采用个体描图, 测量参数后统计取平均的方法获得形状参数的均值。

解剖型弹性髓内钉的结构(如图 1 所示), 钉的结构分为三部分: 头段、腰段和尾段。头段形状与普通矩形髓内钉形状相同, 腰段随胫骨髓腔形状发生变化, 是其关键部分, 尾段宽度均匀。由于矩形钉是上下等宽的形状, 其与胫骨髓腔匹配最好的部位是胫骨髓腔峡部, 峡部长为 B; 改进后的矩形钉要将其

髓腔匹配性扩大一倍,即有 2B 的腰段长度与胫骨髓腔形状相吻合。这是通过 AFRIN 钉的腰段形态变化增宽的过渡来实现的。

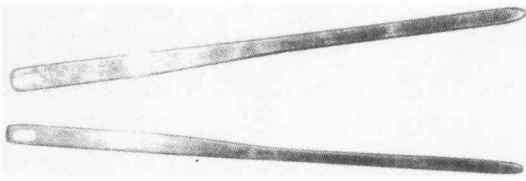
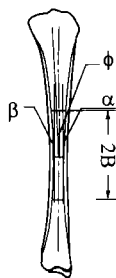


图 1 解剖型胫骨弹性髓内钉

1.3 胫骨髓腔的解剖学测量 用 Toshiba X 线机拍摄胫骨正侧位 X 线片(摄片时球管距离为 1.0 m, 摄片放大系数为 5%), 摄片后在胫骨侧位片上测量以下参数(见图 2)。峡部长(B): 胫骨髓腔中间一段径线比较均匀的狭窄段, 称为髓腔峡段, 其定义为: 胫骨侧位 X 线片上从髓腔最狭窄点处向上向下其径线变化不超过 1 mm 的那段髓腔。测量髓腔峡段长度后, 我们将 AFRIN 钉的腰段长度设置为峡段长, 腰段的位置恰好在峡段的上方, 这样, 解剖钉可以有相当于 2B 的长度与髓腔较好的贴合。前锥度(α): 胫骨侧位片上, 经过髓腔前轮廓线的弧度, 以峡部上缘为顶点, 向上至两倍峡部长度的前折线与髓腔中心线的夹角表示。后锥度(β): 胫骨侧位片上, 经过髓腔后轮廓线的弧度, 以峡部上缘为顶点, 向上至两倍峡部长度的前折线与髓腔中心线的夹角表示。髓腔弧度(ϕ): 胫骨侧位片上水平径线之中点的轨迹弧度, 用中心线的弯角表示。



注: 2B—腰段长; α —腰段的前锥度; β —腰段的后锥度; ϕ —钉的弧度

图 2 胫骨髓腔解剖测量

1.4 模拟手术及生物力学测试 取 3 对健康成人因急性事故死亡的胫骨标本, 置于深低温冰箱保存, 实验前将标本摄片, 选择解剖型弹性髓内钉与矩形髓内钉各 3 副, 采用标准的手术方法将其插入胫骨髓腔, 术毕, 再次摄片, 观察髓内钉的位置, 并将胫骨固定于工作台上, 制作胫骨中段骨折模型。模型制

好后, 将标本置于电液伺服材料实验机上进行力学测试。在三点弯曲实验中, 按跨距为 12 cm 加载, 分别测量挠度为 2.5 mm、5.0 mm、7.5 mm、10.0 mm 时的弯矩。不同的挠度对应不同的角度变化, 其数学转换关系为: 角位移 = $\arctg 2$ 挠度/跨距。为了减少实验误差, 每组标本均做小角度抗弯抗扭转实验, 保证在预实验提示的线形程度较好的区域进行, 每组标本测量 3 次, 取平均值。

1.5 统计学处理 所有数据用($\bar{x} \pm s$)的形式表示, 配对资料采用 *t* 检验进行统计学差异分析。选取 $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异非常显著。

2 结果

2.1 解剖型胫骨弹性髓内钉的形状参数及钉的特点 (见表 1)

表 1 胫骨髓腔测量后获得的解剖型弹性髓内钉的形态学参数

腰段长度 2B(cm)	髓腔弧度 $\phi(^{\circ})$	髓腔前锥度 $\alpha(^{\circ})$	髓腔后锥度 $\beta(^{\circ})$
6.5 ± 1.2	2.6 ± 1.4	1.6 ± 0.9	3.7 ± 1.2

2.2 模拟手术的结果 6 副 AFRIN 均顺利插入胫骨髓腔, 拍片观察发现, 插钉过程中未发生交叉现象, 侧位片观察, 该钉与胫骨髓腔贴合紧密, 正位片观察, 该钉在胫骨髓腔内呈现“X”形状分布, 结构合理。

2.3 生物力学测试结果 (见表 2、3、4)

表 2 3 点弯曲实验(冠状面)

挠度 (mm)	弯度 ($^{\circ}$)	弯矩(N.m)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		解剖弹性钉	矩形钉		
2.5	2.39	40.2 ± 1.5	30.8 ± 1.1	5.1	< 0.05
5.0	4.76	73.6 ± 2.7	5.6 ± 2.1	11.2	< 0.01
7.5	7.13	167.9 ± 6.6	93.3 ± 3.5	12.4	< 0.01
10.0	9.46	183.0 ± 7.0	101.7 ± 3.7	7.3	< 0.05

表 3 3 点弯曲实验(矢状面)

挠度 (mm)	弯度 ($^{\circ}$)	弯矩(N.m)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		解剖弹性钉	矩形钉		
2.5	2.39	168.7 ± 6.0	112.1 ± 4.3	12.5	< 0.01
5.0	4.76	307.0 ± 14.8	204.7 ± 7.9	13.2	< 0.01
7.5	7.13	353.1 ± 14.1	236.4 ± 8.7	7.5	< 0.05
10.0	9.46	419.6 ± 16.5	279.7 ± 9.8	6.9	< 0.05

表 4 扭转实验

扭角 ($^{\circ}$)	扭矩(N.m)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
	解剖弹性钉	矩形钉		
2	0.02 ± 0.02	0.41 ± 0.01	11.7	< 0.01
4	1.30 ± 0.05	0.82 ± 0.03	6.1	< 0.05
6	3.00 ± 0.11	1.07 ± 0.04	13.5	< 0.01
8	3.59 ± 0.12	2.19 ± 0.08	7.9	< 0.05
10	3.59 ± 0.13	2.19 ± 0.08	8.1	< 0.05
12	4.66 ± 0.18	2.74 ± 0.11	14.3	< 0.01

3 讨论

使用矩形髓内钉固定治疗胫骨骨折已经有 20 多年了,一方面人们在使用过程中积累了丰富的经验,并将其用于肱骨、股骨等长骨的治疗,拓宽了其适应症。但使用过程中也发现不少问题^[1-4]:①矩形髓内钉使用时需要一定的技巧,使用不当容易发生交叉现象;②长期以来,矩形髓内钉的结构极其简单,它仅为两片弹性的金属片,插入胫骨髓腔后,与胫骨髓腔的形状匹配很差,如果选择的钉太窄时,其固定的力学性能就大打折扣,不得不依赖于较长时间的外固定保护,这就达不到弹性固定下早期功能锻炼的效果。为此,我们不提倡将矩形髓内钉作为一种治疗各类长骨骨折的万能钉来使用,而试图在研究胫骨髓腔解剖学的基础上提出更加专门,更合理的适合胫骨骨折固定的设计,以完善这一传统的内固定,获得更好的治疗效果。

髓腔植入物的形态只有与髓腔形状更加匹配才能获得足够的即时稳定性,为早期活动奠定基础。这一原理同样适用于髓腔内固定器材的设计。矩形髓内钉由于是两片上下等宽的金属薄片,而其宽度由于受髓腔峡段的限制,实际上能插入的宽度是髓腔最细部的宽度;在髓腔的其余部分,钉的宽度显得非常细窄,巨大剩余空间的存在使得内固定的稳定性大打折扣。尤其对于骨折部位不在峡部的中上段

骨折更是如此。为此,根据胫骨髓腔形状的变化,改进髓内钉的设计对于进一步提高其力学性能很有必要。

解剖型胫骨弹性髓内钉的设计就是在这一背景下提出的。在仔细测量胫骨髓腔解剖的基础上,我们获得了解剖型胫骨弹性髓内钉的角度、弧度、腰段长度等参数,新的髓内钉不仅保留了矩形髓内钉的原有优点,而且在生物力学性能上有较大程度的改善,主要表现在:对胫骨中段骨折的固定时,其抗弯能力是后者的 1.8 倍和 1.5 倍,抗扭转能力提高到 1.6 倍。另一方面,改进后的髓内钉操作更加方便,由于钉的形状不是上下一致的等宽形状,在插钉过程中,只将 1 枚钉先插入髓腔,再插入 1 枚钉,交叉的概率大大降低,方便了手术操作^[5]。解剖型胫骨弹性髓内钉是对矩形髓内钉的进一步改进和完善。

参考文献

- 1 王新伟,吴岳嵩,康一凡,等.矩形髓内钉内固定的相关 X 线解剖学研究.中国矫形外科杂志,1999,6(10):738-741.
- 2 王建华,吴岳嵩,张秋林.防止矩形髓内钉交叉的新方法.临床骨科杂志,2001,4(2):111-112.
- 3 王志伟.无意识快速打入矩形髓内钉的新方法.骨与关节损伤杂志,1999,14(4):54-56.
- 4 刘明,陈全忤,黄彰.AO 钢板、矩形髓内钉、带锁髓内钉治疗胫骨骨折的比较.临床骨科杂志,2000,3(3):207-209.
- 5 王建华,吴岳嵩,王新伟,等.解剖型矩形髓内钉的生物力学评价及临床应用初步报告.中国矫形外科杂志,1999,6(11):816-819.

(收稿:2002-09-23 编辑:李为农)

欢迎订阅 2004 年《中国骨伤》

《中国骨伤》杂志是中国中西医结合学会和中国中医研究院主办的国家级专业性学术期刊,是中国期刊方阵双奖期刊。本刊坚持中西医并重原则,突出中西医结合特色,执行理论与实践,普及与提高相结合的方针。主要报道中医、西医和中西医结合在骨伤科领域的科研成果、理论探讨和临床诊疗经验,反映我国骨伤科在医疗、科研工作中的新进展,以促进国内外骨伤科的学术交流。

本刊主要设有专家述评、论著、骨伤论坛(学术探讨)、生物力学研究、临床研究、影像分析、诊治失误、经验交流、文献综述、手法介绍、学习园地、科研思路与方法、临床病例报告、国内外骨伤科医学动态以及医学书刊评价等栏目。

本刊为月刊,每月 25 日出版,2004 年期刊内页采用全新的 80 g 亚光铜版纸,国际通用 16 开大版本,64 页,单价 8.80 元,全年价 105.60 元。国内外公开发行,全国各地邮局订阅,邮发代号:82-393。如错过征订机会,本刊编辑部亦可代办补订(请直接汇款至编辑部),国内订户我们将负责免费邮寄。

编辑部地址:北京东直门内南小街甲 16 号《中国骨伤》杂志编辑部 邮编:100700

电话:(010)64014411-2693 传真:(010)64036581

<http://www.corthoptrauma.com> E-mail:zggszz@sina.com