

# 拱形交叉固定接骨板的设计与应用分析

李福<sup>1</sup> 隋福革<sup>2</sup> 罗民<sup>1</sup> 李树义<sup>1</sup> 武汉<sup>1</sup> 马洪顺<sup>3</sup>

(1. 白求恩医科大学第三临床医学院, 吉林 长春 130021; 2. 大庆油田总院骨科, 黑龙江 大庆; 3. 吉林工业大学力学系, 吉林 长春)

**【摘要】** 目的 自行设计拱形交叉固定接骨板, 报告此板抗弯、抗扭强度及防拔钉和抗冲击能力。方法 对 3 组同种材质拱形板、矩形板、应力型板进行四点弯曲电测量、三点弯曲、循环拔钉及扭转拔钉和冲击对比试验。每组 15 块, 每个试验用 3 块。结果 电测试验, 拱形板中央应力值最小, 抗弯强度最大; 三点弯曲试验, 拱形板强度极限最大; 循环拔钉试验, 拱形板开始拔钉循环次数最多; 扭转拔钉试验, 拱形板拔钉时, 扭矩、扭转角最大; 冲击试验, 拱形板冲击韧性最高。结论 拱形板抗弯、抗扭强度及防拔钉和抗冲击能力最高, 克服弯板、断板、拔钉能力强。

**【关键词】** 生物力学 骨折固定术, 内 接骨板

**Analysis of design and practical use of arched cross fixation bone fracture plate** LI Fu, SUI Fuge, LUO Min, et al. The Third Clinical Hospital of Norman Bethune University of Medical Sciences (Jilin Changchun, 130021)

**【Abstract】 Objective** To study the ability of resisting pulling nail, bending, twisting and impacting of self designed arched cross fixation bone fracture plate. **Methods** This bone fracture plate is made of 1Cr18Ni9Ti. Its elastic modulus is  $2 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$ , maximal intensity is  $55 \text{ KN/cm}^2$ , extension ration is 40%, contraction ratio of cross section is 32% and impulsion tenacity is  $100 \text{ N} \cdot \text{m/cm}^2$ . Four points bent electronic measure test, three points bent test, circular pulling nail test, rotating pulling nail and impact comparison test were done in arched plate group, rectangle fixation plate group and stress plane group. The three types of plate were made from same materials. 15 plates were used in each group and 3 plate were used in each test. **Results**

In electronic measure test, the arched cross fixation plate had the smallest centre stress and most strong resisting bending strength. In three points bent test, arched bone fracture plate had the most strong intensity. In circular pulling nail test, arched bone plate had the most circle numbers before the nail was pulled. In rotating pulling nail test, arched bone plate had the longest twisting distance and biggest rotating angle when the nail was pulled. In impacting test, arched bone fracture plate had the highest impact tenacity. **Conclusion** Compared with other two plates, the arched bone fracture fixation plate had the best effect to resist bending, twisting, pulling nail and impacting.

**【Key Words】** Biomechanics Fracture fixation, internal Bone fracture plate

接骨板的弯板、断板和拔钉病例在临床中常有发生<sup>[1]</sup>。为克服这一问题, 作者通过改变接骨板截面形状和螺钉固定位置, 设计拱形交叉固定接骨板。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 1Cr18Ni9Ti 合金, 其弹性模量为  $2 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$ , 强度极限为  $55 \text{ KN/cm}^2$ 。

**1.2 设计** 横截面为拱形, 其两端边缘为斜形凹凸面, 成花瓣形, 板体分五部分, 中间棱、两边棱及两角边, 中间棱中央同一轴线上有一加压孔和一普通螺孔, 两个边棱各有四个螺孔,

交叉排列, 分大中小三个型号。

## 1.3 测试程序和方法

**1.3.1 分组** A 组为拱形板,  $175 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ , B 组为天津矩形板,  $170 \text{ mm} \times 17 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ ; C 组为张家港应力型板,  $178 \text{ mm} \times 16.5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 。三种板材质相同, 每组 15 块, 每个试验用 3 块。

**1.3.2 四点弯曲应变电测试验** 分别将三种接骨板各三块固定在中央横断的硬塑管上, 作模拟骨折试样。在接骨板上粘贴电阻应变片, 放置在日本岛津 AG-10TA 试验机的四点弯曲支座上, 施加 500N 载荷, 通过 YT-X<sub>2</sub> 型静态电阻应变仪测出各测点应力值。取均值三组对照。

**1.3.3 接骨板三点弯曲试验** 将三种板分别放置于日本岛津 AG-10TA 试验机三点弯曲支座上, 施加载荷直至接骨板弯曲角度为  $100^\circ$ , 自动打印实验数据, 取均值三组对照。

基金项目: 吉林省科技发展计划基金项目(编号 953004)

作者简介: 李福(1949-), 男, 吉林省长春人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事临床骨伤的治疗、内固定器材设计及生物力学研究, 曾获国家发明三等奖一项, 省发明一等奖两项, 国家专利一项, 省科委评定科技二等奖一项, 卫生厅二等奖一项。

**1.3.4 四点弯曲循环拔钉试验** 将三种模拟骨折试样放置在 AG 10TA 试验机的四点弯曲支座上,先施加 1.8KN 载荷,均不见接骨板断裂和拔钉,再以 50mm/min 实验速度进行四点弯曲循环试验,记录三种板拔钉时循环次数,取均值三组对照。

**1.3.5 扭转拔钉试验** 使用最大量程为 500N·mK50 型扭转试验机,以 15°/min 实验速度对模拟骨折试样施加扭矩,观察接骨板拔钉情况,自动记录拔钉时的扭矩和扭转角,三组对照。

**1.3.6 冲击试验** 使用最大量程 300N·mCJ300 冲击试验机,将摆锤摆起后释放,冲断试样,读取试样冲击功,计算出冲击韧性,取均值三组对照。

## 2 结果

**2.1 四点弯曲电测试验** 反映接骨板固定后在相同载荷作用下的抗弯强度。A 板固定后的抗弯强度是 B 板的 1.38 倍, C 板的 1.24 倍。

**2.2 三点弯曲试验** 反映接骨板本身抗弯强度的指标。A 板强度极限是 B 板的 2.36 倍, C 板的 3.06 倍。

**2.3 四点弯曲循环拔钉试验** 反映抗循环拔钉能力。先施加 1.8KN 载荷时,均不见断裂和拔钉。当进行循环时, A 板的循环次数是 B 板的 3.62 倍, C 板的 3.73 倍。

**2.4 扭转拔钉试验** 比较板抗扭转及抗因扭转而拔钉能力, A 板开始拔钉时,扭矩、扭转角均最大,抗因扭转强度及抗扭转而拔钉的能力好。拔钉形式, A 板以中央两螺孔拔出最大,向两端递减, B 板、C 板均近乎于整体式拔出。

**2.5 冲击试验** 比较冲击韧性。冲击韧性表示在排除截面大小因素后试样抵抗冲击的能力,它与试样材料有关,也与结构形状有关。本试验三组板的材质相同,即排除材料因素,结果不同,均源于形状不同。A 板是 B 板的 1.61 倍, C 板的 1.44 倍。

## 3 讨论

**3.1 抗弯、抗折强度** 抗弯强度取决于板的截面尺寸,更取决于截面的几何形状<sup>[2]</sup>。四点弯曲电测试验,三点弯曲试验分别从板固定后的抗弯强度和单纯板的抗弯强度两方面进行比较,证实拱形板选择拱形截面结构和螺钉交叉固定方式提高了板的抗弯强度。

**3.2 抗扭强度、抗冲击能力** 临床中骨折部除受压、弯组合应力外,还要受到扭矩作用,扭转载荷产生的扭转应力对骨折愈合不利。扭转拔钉试验证明拱形板通过拱形截面和交叉固定,既提高了抗扭强度,也提高了抗因扭转而拔钉的能力。同时,拱形板冲击韧性高也是由于拱形截面结构能减弱由于突然冲击而造成的形变速度,从而减少冲击的破坏力<sup>[2]</sup>。

**3.3 防止拔钉能力** 四点弯曲循环拔钉试验比较符合骨接骨板固定后压弯组合受力状态<sup>3,4)</sup>。试验先施加 1.8KN 载荷时(人平均体重不超过 0.735KN),均不见板断裂和拔钉,说明三种板均满足静强度要求。当进行循环时,三种板均出现拔钉,说明固定后板拔钉是由低周疲劳应力造成的破坏。所以,设计接骨板时使拱形板中间棱与两边棱成 15°角,使两侧对应两边棱螺钉成 60°角交叉固定,加之中间棱螺钉呈垂直固定,成三维平面固定,无论受弯矩还是受扭矩,螺钉受到拔钉力很小,利于防止拔钉。而且,拱形板抗低周疲劳能力最强。

**3.4 应力遮挡效应** 拱形板的结构特点使板与骨干接触面积减少,仅两角边骑于骨干上,减轻对骨外膜血运损害,利于骨折愈合,减小应力遮挡效应<sup>[5]</sup>。

拱形板骑跨于骨干之上,加之呈三维固定,使固定十分坚固。可不用外固定,早期功能锻炼、早下床活动,减少并发症。固定牢固,功能锻炼早,骨折局部血运干扰小,有利于骨折早期愈合,缩短疗程,减少中后期“骨折病”发生。

## 参考文献

- [1] 李世民,党耕町.临床骨科学.天津:天津科学技术出版社,1998.14-15.
- [2] 杨立民,张继明,沈金根.角形接骨板的研制与应用.中华骨科杂志,1992,1:71-72.
- [3] 陈杰,过邦辅,程心恒,等.股骨接骨板系统对外载荷反应的力学分析.全国第二届生物力学学术会议论文汇编(三),1985,10:6.
- [4] 朱兴华,施德广,尼新兴.槽形对向加压钢板设计的生物力学原理.生物医学工程学杂志,1989,2:99.
- [5] 徐莘香,刘一,李长胜,等.当前骨折内固定治疗中几个基本问题.中华骨科杂志,1996,16:204-207.
- [6] Molster Ac. Effects of instability on fracture healing in the rat. Acta Orthop scand, 1984, 55: 342.

(收稿:1999-12-24 修回:2000-04-15 编辑:李为农)

## • 消息 •

### 关于成立“好医生”专家俱乐部的通知

为了促进中西医结合医学科学技术的繁荣和发展,促进中西医结合医学科学技术的普及和推广;坚持依靠科技进步,面向经济建设,贯彻“百花齐放,百家争鸣”的方针,积极开展国内外学术探讨与学术交流。充分利用现代先进的国际互联网技术推动并开展各项学术活动。中国中西医结合学会与北京健康在线网络技术有限公司合作的“好医生网站”将建立“好医生”专家俱乐部,注册“好医生”荣誉会员。可享受有为荣誉会员提供的优质服务。为此,希望您及身边的专家、教授、医务工作者积极注册。

网站提供的服务栏目内容:①新闻中心 最新国内外医界动态、政策信息,了解与医生息息相关的方方面面。②医学文献 汇集一百余种全球最具权威医学期刊的中英文摘要。③技术与器械 为临床医生介绍前沿和成熟的治疗技术,治疗器械和相关的文章、病例及讨论。④继续教育 提供医师继续教育的网上服务、为解决继续教育中广度和费用的矛盾提供新的途径。⑤传统医学 将开通包括中西医继续教育、学术交流、学术探讨、学术会议、针灸、推拿、中医药数据、论文汇编库等栏目。⑥病例讨论 开展多种形式的网上病例讨论,共同提高医术水平。⑦名医院 全国著名医院及各科名医介绍。⑧医学前沿 汇集国内各学科权威医学机构网站,介绍各学科的最新进展,把握医学发展方向。⑨学术动态 中国中西医结合学会活动计划、会议征文、杂志征稿及征订等。

联系地址:好医生网站电话:010-82031100-235 邮编:(100029)

传真:010-82031367 免费咨询电话:8008105790

中国中西医结合学会联系人:施克明(010-64025672)

好医生网站联系人:任志良(13611343188),涂立(13611178397)