

## • 生物力学研究 •

## 新型塑质夹板的力学性能测试和分析

张元民<sup>1</sup> 王志彬<sup>2</sup> 李文成<sup>3</sup>

(1. 济宁医学院附属医院, 山东 济宁 272129; 2. 天津医院骨科研究所, 天津; 3. 天津大学应用物理系, 天津)

**【摘要】** 目的 探讨新型塑质克雷氏夹板在不同力学状态下的力学参数, 为临床应用提供依据。方法 取 6 套塑质夹板和 6 套柳木夹板, 随机分为 2 组, 每组再随机编号, 分别进行横向及纵向弯曲测试, 得出两个方向的弯曲最大载荷和对应位移, 并进行对比, 从而也计算出两种夹板的弹性模量。结果在横向弯曲方向塑质夹板明显大于柳木夹板 ( $P < 0.01$ ); 在纵向弯曲方向两者无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。新型塑质夹板在不同受力状态下的弹性模量相同, 而柳木夹板在不同受力状态下弹性模量不同, 两者间有显著性差异 ( $P < 0.01$ )。结论 新型塑质夹板力学性质稳定, 是一种理想的外固定材料。

**【关键词】** 小夹板固定; 生物力学; 骨折

**Mechanical test of a new plastic splint** ZHANG Yuan-min, WANG Zhi-bin, LI Wen-cheng. The Affiliated Hospital of Jining Medicine College (Shandong Jining, 272129)

**【Abstract】 Objective** To study the mechanical parameters of a new plastic splint in order to provide a theoretical basis for clinical application **Methods** 6 series of new plastic splints and 6 series of willow splints were divided into 2 groups randomly; the load of bend of transverse and longitudinal orientation were applied to the splints separately. Also modulus of elasticity of two kinds of splints were calculated. **Results** The new plastic splint in the load of transverse orientation was much greater than the willow splint ( $P < 0.01$ ), but there was no significance in the load of longitudinal ( $P > 0.05$ ). Modulus of elasticity of the new plastic is more stable than the willow splint in various mechanical conditions ( $P < 0.01$ ). **Conclusion** The character of the new plastic splint is stable and it is a perfect external fixation system.

**【Key Words】** Small splint immobilization; Biomechanics; Fracture

夹板作为局部外固定治疗骨折的外部杠杆, 必须要具有一定的强度和刚度, 这样使固定后夹板与骨折远近端组成一个几何不变结构, 保持骨折端的相对稳定。同时夹板的弹性在预防骨折再移位和纠正残余畸形上起重要作用。夹板治疗骨折的主要原理是利用纸垫和板的三点挤压杠杆作用原理来达到对整复后骨折端的维持固定作用<sup>[1]</sup>。固定带对夹板的作用力主要是横向及纵向弯曲方向。本实验测定塑料及柳木夹板在此两个方向的弯曲最大载荷和对应位移。

## 1 材料和方法

新型塑质夹板为天津医院和天津大学共同研制成功的前臂克雷氏夹板。(材料为高分子工程塑料, 批号: 津药器监(准)字 2000 第 164058 号)。柳木夹板为天津医院假肢厂加工定型的临床常用克雷氏夹板, 两种夹板各 6 套。

实验在 DSS25T 型电子万能材料试验机进行, 得出纵向及横向弯曲最大载荷和载荷位移曲线。同理, 得出柳木夹板纵向和横向弯曲最大载荷与载荷位移曲线。

统计学处理根据实验资料要求, 选用  $t$  检验, 以  $P < 0.05$  为差别有显著性。

## 2 测试结果

新型塑质夹板的弹性模量明显大于柳木夹板(表 1), 有显著性差异 ( $P < 0.01$ )。在横向弯曲时(表 2, 表 3), 塑质夹板和柳木夹板的强度极限及对应位移有显著性差异 ( $P < 0.01$ ); 纵向弯曲时, 塑质夹板和柳木夹板的强度极限及对应位移无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。由此可以看出, 塑质夹板的强度在横向弯曲时远大于柳木夹板, 其变形也远大于柳木夹板, 正是在这个方向上才是夹板的主要固定点, 也是固定带对

表 1 两种夹板的弹性模量测试结果( $\bar{x} \pm s$ )

组别	样本数(套)	弹性模量(Gpa)
新型克雷氏夹板	3	10.55 ± 0.04
柳木克雷氏夹板	3	5.67 ± 1.87

注: 两组相比, 统计学差异显著 ( $t = 4.519, P < 0.01$ )

表 2 塑料夹板与柳木夹板弯曲强度极限对应位移( $\bar{x} \pm s$ )

组别	塑料夹板(cm)	柳木夹板(cm)
纵向弯曲	15.93 ± 0.31	13.70 ± 1.76
横向弯曲	10.30 ± 0.20	1.77 ± 0.30

注: 在横向弯曲方向两组有统计学差异 ( $t = 40.970, P < 0.01$ ), 在纵向弯曲方向两组相比无明显差异 ( $t = 2.161, P > 0.05$ )。

表 3 塑料夹板与柳木夹板纵横向弯曲强度极限( $\bar{x} \pm s$ )

组别	塑料夹板(N)	柳木夹板(N)
纵向弯曲	168.10±0.26	268.67±79.61
横向弯曲	1440.03±0.49	223.00±64.97

注:在横向弯曲方向两组有统计学差异( $t = 2.243, P < 0.01$ ),在纵向弯曲方向两组相比无明显差异( $t = 2.197, P > 0.05$ )。

夹板施加约束力的主要方向。

### 3 讨论

在传统外固定夹板的基础上,开发研制出透气良好、操作方便并适用于规模生产的塑质外固定夹板。夹板与固定带选用工程塑料为原料,经注塑模具工艺加工而成。夹板外观为板壳结构,适合于肢体外型。板上设有固定带限位孔,防止固定带移位,并可出入流畅。

从塑质夹板的载荷-变形曲线可以看出,无论是纵向还是横向弯曲,其曲线都可以分为三个阶段:①弹性阶段。此阶段载荷与应变之间呈正比变化,其比例常数就是弹性模量,即符合虎克定律,是固定带的临床工作阶段。②非线性阶段。此阶段载荷与应变之间呈非线性变化,可能为固定带的内部纤维重排,也是固定带的强度储备阶段。③强化阶段。此阶段载荷与应变之间呈缓慢上升变化,固定带直至断裂也没有明显的屈服阶段。而柳木夹板的载荷-变形曲线则基本为弹性阶段,但其在横向弯曲即固定时的强度和变形均远小于塑质夹板。从测得的数据也可以看出在不同的受力状态下,塑质夹板作为高分子复合材料的产物,其力学性质稳定;而柳木夹板作为木材的产物,其机械性质与木材的组成、纹理走向、生长条件、温度、湿度、树龄、癖病有很大关系<sup>[2,3]</sup>。有研究表

明,同一产地的幼龄木材与成熟木材相比,其抗弯强度和抗弯弹性模量分别低 28.9% 和 39.1%<sup>[4-6]</sup>。柳木夹板的力学性质不稳定性容易对骨折治疗产生不利的影响,而塑质夹板的力学性质稳定,弹性和刚度都满足应用的要求。柳木夹板为手工制作,也受加工过程的影响;塑质夹板为机械化规模化生产,规格条件统一,基本不受加工条件的影响,各项指标比较稳定。

在进行小夹板局部外固定骨折时,固定带的约束力应均匀分布在伤肢各部,使夹板和肢体表面紧密接触<sup>[1]</sup>。柳木夹板外形为平板状结构,与肢体的形状不相符合,故在进行固定时约束力很难均匀施加于肢体各部。塑质夹板在设计时充分考虑了这一点,其形状为圆弧形,符合肢体的外型,在固定时约束力能均匀施加于伤肢各部,固定作用更加牢固可靠。

### 参考文献

- 1 尚天裕. 尚天裕医学文集. 北京:中国科技出版社, 1991. 35.
- 2 毕大卫, 费骏, 王志彬. 尚天裕学术思想的形成与中国 CO 学派的确立. 中国骨伤, 1999, 12(2): 3-5.
- 3 苏·苏·格·布略明, 阿·阿·巴尔格著. 马嗣昭译. 材料学. 北京:北京工业出版, 1956. 43.
- 4 鲍甫成, 江泽慧. 中国主要人工林树种木材性质. 北京:中国林业出版社, 1998. 286.
- 5 Taucer CG. Seed source variation in a specific gravity of Loblolly pine grown in common environment in Arkansas. Science, 1990, 36(4): 1133-1145.
- 6 徐有明. 油松株内幼龄材与成熟材性的比较研究. 木材工业杂志, 1992, 6(3): 44.

(收稿: 2000 12 20 编辑: 李为农)

## 中国中医研究院针灸研究所针灸培训学校招生

(京)教社证字 A91048 京教社广字(东城)2002012 号

我校是经北京成教局批准,由中国中医研究院针灸研究所主办,是医务界最早开展针灸、推拿培训的母校,尤其以主办著名针灸推拿专家的临床经验传授班及特色疗法班而闻名于社会,至今已有近二十年办学经验,为社会培训了二万余名高水平,高技能针灸、推拿人才,普遍受到学员及用人单位好评。凡希望自己的医术有质的飞跃者,不妨到此学习。2002 年办班如下:

《全国高级针灸进修班》:此班为著名中医针灸专家临床经验传授班,属于国家 I 类中医药继续教育项目,授予 25 学分。将邀请程莘农、贺普仁、金伯华、王居易等数十名著名专家、名医亲自授课,表演手法、特技与答疑。 学费 1060 元

开班时间:8 月 1 日~ 8 月 14 日;9 月 4 日~ 9 月 19 日;10 月 24 日~ 11 月 6 日。

《全国高级推拿进修班及高级按摩师资格取证班》:本着全面提高学员的理论水平和培训过硬技术本领,将顺利通过考核,优先竞争上岗的办学宗旨,将高级推拿班与高级按摩师班合二为一。教学注重理论联系实际,突出名师指导下的技术操练。招收高年资按摩师(八年以上)和临床推拿医师。学习期满,考核通过,颁发国家劳动和社会保障部高级按摩师资格证书及中国中医研究院针灸研究所针灸培训学校中英文对照钢印结业证书。请提前一个月报名并将回执、考试费(300 元)、身份证复印件寄给学校。 学费 2300 元。

开班时间:8 月 17 日~ 9 月 1 日;10 月 5 日~ 10 月 19 日;12 月 1 日~ 12 月 16 日。

《疼痛特效疗法学习班》:此班将系统讲授软组织损伤最新理论—经筋体系,并重点介绍运用此理论诊治颈肩腰腿痛方法,传授长圆针、粗针、微型针刀治疗各种软组织损伤的临床运用及技巧。经筋理论认识疾病机理清楚,诊断准确,疗效立竿见影。 学费 800 元。

开班时间:9 月 20 日~ 9 月 26 日。

《全国高级中医正骨研修班》:11 月 8 日~ 11 月 18 日 学费:1060 元

《全国高级耳针研修班》:12 月 20 日~ 12 月 25 日 学费:800 元

以上各班详情见招生简章,免费提供。通讯地址:北京东直门内北新仓 18 号 中国中医研究院针灸研究所 邮编:100700 联系人:裴玉珍女士,赵长龙先生。

电话:(010)64007111、64014411 转 2911、2781、2749 广告刊出按时开课。