

# 纸压垫的力学性能测试和优化分析

王志彬<sup>1</sup> 欧来良<sup>1</sup> 李林安<sup>2</sup> 梅妍<sup>1</sup>

(1. 天津市中西医结合骨科研究所, 天津 300211; 2. 天津大学, 天津 300070)

纸压垫是夹板局部外固定系统的重要组成部分, 它把布带的约束力和夹板的弹性固定力转变为纠正和防止成角或侧方移位的直接效应力。是小夹板局部外固定治疗骨折的主导力量和精髓。纸压垫的放置将改变夹板固定力的均匀分布状态, 大大提高纸压垫放置部位的效应力值(1.4~1.95倍)<sup>[1]</sup>, 有效的对抗骨折的移位倾向力和维持人体骨骼的正常生理弧度。因此针对骨折移位的倾向, 合理地放置纸压垫, 将能起到固定骨折和纠正残余畸形的效果。所以说纸压垫的正确应用和合理选材是小夹板局部外固定治疗骨折所不容忽视的重要问题。临床常用的由毛头纸折叠而成的纸压垫, 在长期的临床实践中证明, 其效果是确实可靠的。但其力学性质如何, 尚未见有报道。本实验将通过纸压垫的抗压测试, 以确定纸压垫的力学统计参数(如弹性模量 E 等)和压缩载荷下的变形、刚度和蠕变特性。

## 1 材料与方 法

纸压垫为天津医院小夹板治疗中心所提供, 实验所用为临床常用的平垫(大、中)、塔形垫、梯形垫。在测量其厚度时采用“增载法”, 即所有纸压垫在同一载荷下(415.2g), 一定时间内(30秒)测量其厚度。本实验采用工程力学的实验方法, 分别测试了纸压垫的抗压特性和蠕变特性。

## 2 测试结果

**2.1 纸压垫的轴向压缩及减压实验** 纸压垫在加载和卸载时的应力-应变关系可以看出, 纸压垫在很小的应力作用下已不是直线, 呈现出明显的非线性特点。由此可知, 纸压垫作为一种结构材料, 其弹性模量并非为一常数, 而是随着应力的变化而变化。其变化关系方程如下。

大平垫组  $E = 0.0199418 + 0.00287786\sigma$

中平垫组  $E = 0.0309714 + 0.00287057\sigma$

塔型垫组  $E = 0.0357724 + 0.003400448\sigma$

梯形垫组  $E = 0.030709 + 0.00289119\sigma$

**2.2 纸压垫的蠕变测试** 蠕变是粘弹性物体的主要特征之一, 纸压垫的测试结果如表 1。

表 1 纸压垫的蠕变测试结果

时间(d)	0—	1—	2—	3—	4—	5—	6—7
蠕变率( $\mu\epsilon/d$ )	256.84	120.5	11.89	9.44	16.76	10.78	4.87

## 3 讨论

临床常用的纸压垫是由毛头纸反复折叠而成的, 纸则是由杂乱地相互粘在一起的植物纤维和其它纤维组成的材料<sup>[2]</sup>。因此在处理纸压垫的力学问题时, 要明确是在研究材料还是在研究结构, 只有弄清了材料和结构的区别, 才能理解一些较为复杂的材料。可怎样区分材料和结构呢? 如果仅涉及某种材料, 那么在拉伸、弯曲和压缩中它将具有同样的刚度, 如果不是这样那么我们处理的就是一种结构或者说是一种具有某种特定结构的材料, 在这种情况下测量的参数便不是一个材料参数<sup>[3]</sup>。因此纸压垫作为一种结构, 本实验所测得的是纸压垫的结构力学参数。而纸压垫作为骨折治疗的组成部分, 只能在临床力学范围内对其研究才有意义。所以本实验就对临床载荷范围内对纸压垫的相关力学参数进行测试。测试结果大致可以归纳为以下三点: ①非线性 弹性模量也并非是一条平行于 X 轴的直线, 而是随着应力的增加而逐渐增大。②蠕变特性 从纸压垫蠕变实验结果看, 在一定的载荷下(5Kg), 其变形规律同柳木夹板相似, 第一天蠕变率最大约 256.8 $\mu\epsilon$ 。以后逐渐趋于平缓。

综上所述, 纸压垫作为一种结构材料, 与其它弹性材料相比具有明显的非线性和粘弹性。而这些特征与人体软组织的力学性质很相似。似乎可以说纸压垫与软组织具有一定的生物相容性。从而加强了“筋能束骨”的筋墙作用。另外纸压垫随其所受应力的增加弹性模量也相应增加, 这将更有利于其配合功能活动发挥自动复位的效应力作用。也许这就是其能作为小夹板治疗骨折精髓的原因所在。但任何事物都是具有两面性, 纸压垫的粘弹性也可能成为骨折临床治疗过程中布带松弛的原因之一。

## 参考文献

- [1] 顾志华, 高瑞亭. 骨伤生物力学基础. 天津: 天津大学出版社, 1990. 99.
- [2] 苏联·苏·格·布略明, 阿·阿·巴尔格著, 马嗣昭译. 材料学. 北京: 煤炭工业出版社, 1956. 43.
- [3] 崔福斋, 冯庆生. 生物材料学. 北京: 北京科学出版社, 1996. 87-89.

(收稿: 2000 11 17 编辑: 李为农)

## 本刊声明

为适应我国信息化建设需要, 扩大作者学术交流渠道, 本刊所有稿件将一律纳入“万方数据—数字化期刊群”、《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”。作者著作使用权与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意将文章编入该数据库, 请在投稿时声明, 本刊将做适当处理。

《中国骨伤》编辑部