

外固定

胸腰椎弹力自动复位外固定器的生物力学研究

福建省寿宁县医院 (355500) 王邦兴 陈日齐*

胸腰椎弹力自动复位外固定器^[1]应用三点弯曲的生物力学原理,在胸腰椎前部产生拉应力,促使胸腰椎压缩性骨折在拉应力状态下,恢复正常或近正常解剖位置,因此外固定器受力位置、受力大小,在胸腰椎上产生的应力分布规律的研究对临床应用是有益的,我们采用光弹性实验来研究上述问题。

实验方法

1. 光弹性实验原理:利用偏振光,通过在受力条件下能产生人工双折射的透明模型(例如环氧树脂)形成干涉条纹,分析干涉条纹以计算出应力的方向。

2. 按照人体脊柱图(邹静山绘制,人民卫生出版社出版)同比例缩小为长 22.5cm 的脊柱模型(从第一颈椎到尾骨的距离,前纵后纵韧带、椎体、椎间盘分别用不同弹性模量的环氧树脂精确加工,然后粘结而成。在脊柱后部粘结有后纵韧带,并在关节上附加韧带,制成半整体的脊柱力学模型)。

根据外固定器临床应用方法, T₁~T₄ 段和 S₁~S₅ 段受向后的作用力,而 T₁₁或 L₁~L₄₋₅受向前的集中应力 P,三力平衡,在三力作用下,椎体、韧带及椎间盘等将产生相应的应力。

本模型实验的集中力 P 为 10kg,受力简图见图 1。

实验结果

1. 在三力作用下,前纵韧带拉应力的方向和变化规律与集中力 P 的位置有关。集中力 P 作用在 T₁₁后部时, T₁₁前部拉应力最大,其他部位逐渐减少。同样集中力 P 分别作用在 T₁₂、L₁、L₂ 或其他椎体后部时, T₁₂、L₁、L₂ 或其他椎体的前部拉应力最大,其他部位逐渐减少。因此,临床上应用时,集中力的位置应适当地作用在发生压缩性骨折的椎体后部,可以达到应用最小的集中力,产生最大的复位拉应力的作用。

2. 分别研究在不同集中力 P 的位置时,前纵韧带及椎体的应力分布情况(见图 2)

A、B、C 点应力分布表

	T ₁₁			T ₁₂			L ₁			L ₂		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Z	3.9	7.5	4.8	0	-5.2	1.4	0	6.5	0.4	0	0	-0.3
6 _Y	0	5.1	-4.4	0	11.1	-9.5	0	14.2	-7.2	0	9.2	-7.9
6 _X	74.8	65.1	2.5	77.7	69.8	3.2	45.4	75.1	5.5	33.0	61.1	9.4
6 ₁	74.9	66.0	3.2	77.7	70.3	3.3	45.4	75.8	5.5	33.0	61.1	9.4
6 ₂	-0.2	4.2	-32.0	-0.001	10.7	-9.7	-0.001	13.5	-7.3	-0.001	9.2	-7.9

表中, Z 为剪应力; 6_X6_Y 为正应力, 6₁6₂ 为主应力, 应力单位为 kg/cm², + 为拉应力, - 为压应力。

如计算人体实际应力情况,需要将上述数字乘上系数 K。K = $\frac{P_H}{10} (\frac{22.5}{L_H})^2$ 。式中, P_H 是外固定器实际作用在人体上的集中力(单位为 kg) L_H 是人体的实际脊柱长度(从颈 1~尾椎的距离,单位为 cm),根据年龄、性别不同而异。例如:某人脊柱长度 L_H = 70cm,外固定器集中力 P 为 11.5kg。

$$\text{则 } K = \frac{11.5}{10} (\frac{22.5}{70})^2 = 0.12$$

当外固定器的集中力作用在 T₁₂后部时, T₁₂的 A、B、C 各点的最大主拉应力和最大主压应力分别为 77.7kg/cm²、70.3kg/cm²、-9.7kg/cm²,分别乘以 K

= 0.12, 则得出:前纵韧带前部 A 点:最大主拉应力 = 9.3kg/cm²; T₁₂椎体前部 B 点:最大主拉应力 = 8.4kg/cm²; T₁₂椎体后部 C 点:最大主压应力 = -1.2kg/cm²。

根据王以进等研究资料^[2],椎体拉伸强度为 37~40kg/cm²,压缩强度为 64~73kg/cm²。说明外固定器引起的椎体应力在正常的人体应力范围之内。而前纵韧带和椎体前部的拉应力有助于压缩性骨折的复位。当人体脊柱长度或外固定器集中力 P 的位置和大小改变时, K 值随之变化。同理,可计算出 T₁₁、L₁、L₂ 或

* 福州大学土建系光弹研究室

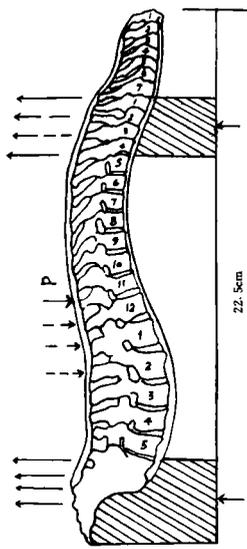


图 1

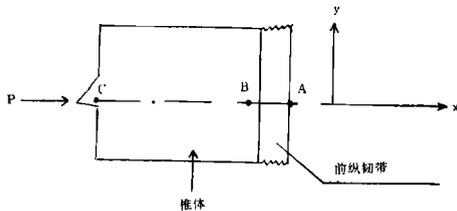


图 2

其他椎体 A、B、C 点处的应力值，供临床参考。

顶块（外固定器产生集中应力 P 的部位）分别在 T₁₁、T₁₂、L₁、L₂ 加力引起相应的椎体应力。经常佩戴使人体脊柱前方增加拉伸应力，后方小关节增加压缩应力，改变了在日常运动情况下处于葡伏趋势的生物力学状况，减轻了脊柱前方所受到的压应力和后方所受到的拉应力的刺激，对于预防和治疗骨质增生，慢性腰肌劳损，腰腿痛以及延缓胸腰椎的退行性变，是有益的。

3. 在 L_{2~3} 后侧加力引起 L_{1~2}、L_{2~3}、L_{3~4}、L_{4~5} 椎

间盘的应力分布见图 3：

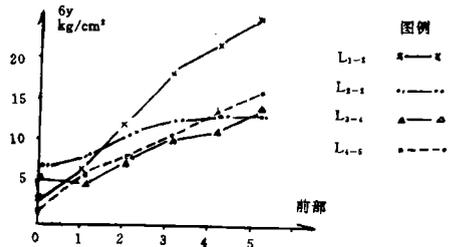


图 3

上图说明，在 L_{2~3} 后侧上加力，引起各椎间盘前部有较大的拉力，在椎间盘后部有较小拉力，产生的综合效果是一方面产生轴向拉伸，另一方面产生后压前拉的弯曲状态，有助于髓核向前移动，使后突的髓核复原。

4. 改变顶块的作用力位置，分别在 A 点 (T₁₁)；B 点 (T₁₂~L₁)；C 点 (L₁~2)；D 点 (L₂~L₃) 加力；椎间盘 L_{1~2}，L_{2~3}，L_{3~4}，的前后应力变化情况是作用在 A 点，椎间盘的还纳效果较差，作用在 B、C、D 各点对椎间盘的还纳有较好的效果。临床上，椎间盘后突以下部腰椎间盘发病为多，开展这一器具治疗腰突症的临床应用研究将很有意义。

5. 外固定器的力学测定：测定结果表明弹簧每伸长 1cm，相应拉力为 1.7kg。

小 结

胸腰椎弹力自动复位外固定器是在“动静结合，筋骨并重”、“制器以正之，用辅手法之所不逮”等理论指导下研制成功的。它融复位与固定于一体，既轻便，又稳定牢靠，经作者应用 100 多例证实，它不造成压疮，不增加痛苦，具有很显著的治疗效果，生物力学研究表明，其作用原理符合人体脊椎生物力学要求。

参考文献

1. 王邦兴，王和鸣．胸腰椎弹力自动复位外固定器的研制及临床应用．中国中医骨伤科杂志 1990；6（4）：21．
2. 王以进，等．骨科生物力学．第 1 版；北京人民军医出版社 1989；166．

（收稿：1997—03—06）

· 书 讯 ·

由江西科学技术出版社出版发行的《中国中医专家临床用药经验和特色》一书汇集了刘渡舟、颜正华、谢海洲、姜春华、朱良春、何任、张海峰、俞慎初等百位中医专家的临床用药精华和针灸、推拿治疗特色，是一部指导临床医生、医学院校学生临床如何正确用药、治疗的佳作，也是病者就诊寻医问药的指南。本书 50 万字，大 32 开本，硬面精装，38 元/本（含邮费）。欢迎订购，款到寄书，汇款寄江西省南昌市八一大道 151 号（新号 443 号）袁静收，邮编 330006。