

## 综述

# 脊柱损伤手法治疗的生物力学研究概况

福建中医学院89级骨伤研究生 (350003) 张爱平 指导老师 王和鸣

本文试就国内外近10年来, 脊柱生物力学在临床手法治疗等问题上的研究, 作一简要的回顾。

### 脊柱的力学模型与测量

由于脊柱的形状、材质性能和承受载荷等都十分复杂, 通过实验方法来完成应力分析就有一定的局限性, 而且活体的生物力学研究又难于进行, 很难获得全域性的信息<sup>(1)</sup>。因此模型的研究就起到与实验观察相辅相成的作用。1974年, Belytschko 等<sup>(2)</sup>最早报告了椎间盘的二维有限元模型。1975年, Liu YK等<sup>(3)</sup>首先提出腰椎三维有限元模型, 并将计算所得5种材料常数与实验结果作了比较。1979年, Hakim 和King<sup>(4)</sup>则在一节腰椎的三维有限元模型上最早计入了后部附件的作用, 并分析了静力学与动力学的问题。此后, (1983年) Yang<sup>(5)</sup>、八木<sup>(6)</sup>、(1984年) Shirazi-Adl<sup>(7)</sup>、Ueno<sup>(8)</sup>、(1987年) Dumas<sup>(9)</sup>等相继用三维有限元法, 分析了腰椎活动节段在不同类型载荷作用时的应力分布。1990年戴力扬等<sup>(10,11)</sup>采用三维有限元方法建立了腰椎活动节段的力学模型, 较好地模拟了复杂的力学系统。

关于测量方法, 目前应用最多的是电测法即电阻应变计法。1987年, 洪水棕等<sup>(12)</sup>研究了颈椎处于前屈、后伸与轴向旋转等位置时在静载荷与冲击载荷下的应力——应变分布与传播规律。有限元法自1972年 Breckelmans等<sup>(13)</sup>首次引入骨科文献以来已有了飞速的发展。1988年, 王惠聪、侯铁胜等<sup>(14,15)</sup>在国内首先应用刚体运动学原理, 建立了一种脊柱活动节段三维活动的测量装置, 并以此测定了腰椎活动节段在八种载荷下的三维六自由度运动曲线。成培来等<sup>(16~18)</sup>则分别用二参数、三参数和四参数 Kelvin 固体模型来模拟脊柱松质骨各向异性粘弹性的实验。计算值与实验结果比较表明: 三参数模型模拟的效果最好。

光弹法是物理光学基础理论结合弹性理论的分析方法。其基本原理是用于制作模型的环氧树脂, 是一种各向同性光学体, 但在制成实验模型和加载后, 其内部结构发生改变, 成为各向异性的光学体。当偏振光通过各向异性的光学体时, 则发生双折射, 而且在相互垂直的方向上的折射率不相等。通过光弹性的偏光

镜, 即可看到形态各异的光学条纹。根据条纹级数及其分布的特点, 可找出应力分布的规律。而且受力模型可在加温到一定程度后将应力“冻结”, 并可切片, 进行应力分析<sup>(19~22)</sup>。长期以来, 不少国内外学者, 应用光弹性实验方法, 进行人体骨骼生物力学的研究<sup>(23~27)</sup>。研究结果证明, 光弹性实验方法是研究骨骼生物力学特性的有效手段。并且具有直观性强, 能有效、准确地确定应力分布的优点。它不但能准确地绘出模型边界的应力, 而且可以准确地反映模型内部任一截面上的应力状况, 从而可以获得较为全面的力学信息。

### 手法治疗的临床应用

脊柱损伤的治疗, 在60年代多主张手术治疗<sup>(28~33)</sup>, 认为尽早手术疗效满意, 并已认识到治疗方针应取决于脊柱受伤后的稳定程度<sup>(34)</sup>。1972年, 赵氏等<sup>(35)</sup>认为椎管前方的骨性致压物是其难以恢复的主要障碍, 建议选用“次全环状减压术”, 但仅适用于不全瘫者。80年代开始将脊柱稳定性临床生物力学研究提到新的高度, 手法治疗得到肯定, 从发病机制、复位方法到练功康复, 这方面中医骨伤科有较系统的研究<sup>(36~40)</sup>, 但只限于较稳定的脊柱屈曲型骨折。近年来, 随着脊柱生物力学理论的发展, 中西医骨科学术界对脊柱损伤的治疗有了较一致的认识, 认为脊柱内外稳定结构(腹、腰、背部等肌肉及骨关节、韧带)的损伤及其对脊柱功能预后的影响, 是选择正规治疗方法的重要依据<sup>(41~42)</sup>。诊断为不全损伤者, 日久都能得到不同程度的恢复或痊愈; 手术对不全损伤的患者有一定帮助, 而完全性损伤者术后并无明显改善, 为矫正脊柱畸形可起到一定的稳定作用。1988年, 宋氏<sup>(43)</sup>采用手法治疗不稳定脊柱骨折脱位合并截瘫30例, 认为手法整复的疗效不亚于手术治疗。英、澳等国也主张手法复位<sup>(44)</sup>。1991年, 毕氏等<sup>(45)</sup>对垫枕治疗胸腰椎压缩性骨折的作用机理进行实验论证, 认为临床上应将压缩椎体对准垫枕中间, 以达到量大复位效应。赵氏<sup>(46)</sup>则进一步系统论述了脊柱不稳的定义、病因学和诊断治疗, 提出脊柱不稳的治疗原则以非手术疗法为主, 特别是腰椎不稳的治疗, 应以非手术疗法为

首选。

小结

脊柱损伤的手法治疗, 作为与手术疗法相对应的临床手段, 具有安全可靠、操作简便和有利于脊柱稳定性恢复的特点, 越来越引起临床骨科医生的重视。近年来国内外学者进行了许多这方面的研究, 并从生物力学角度进行实验论证, 认为脊柱损伤治疗的关键在于恢复其内外稳定结构, 手术应掌握指征, 脊柱损伤治疗应以手法复位为主, 手法治疗不仅应用于稳定性脊柱骨折, 也适用于不稳定性脊柱骨折脱位。

参考文献

(1) 戴力扬. 我国脊柱生物力学研究现状 生物医学工程学报 1990; 7(2):147~152.

(2) Belytschko T, et al. Finite element stress analysis of an intervertebral disc. J Biomech 1974; 7:277.

(3) Liu Yk, et al. The resistance of the lumbar spine to direct. Orthop Clin North Am 1975; 6:33

(4) Hakim NS, King AI. A three dimensional finite element dynamic response analysis of a vertebra with experimental verification. J Biomech 1979; 12:277

(5) Yang KH, et al. Finite element model of a functional spinal unit. American Society of Mechanical Engineers Biomechanics Symposium 1983:137-140.

(6) 八木和徳, 他. 三次元有限要素法による脊柱の応力解析. 整形外科バイオメカニクス 1983;5:205.

(7) Shirazi-Adl SA, et al. Stress analysis of the lumbar disc-body unit in compression: a three dimensional nonlinear finite element study. Spine 1984;9:120

(8) Ueno K, Liu YK. Three-dimensional nonlinear finite element model of lumbar intervertebral joint in torsion. J Biomech Eng 1987;109:200

(9) Dumas GA, et al. In situ mechanical behavior spinal ligaments in the lumbar region: An in vitro study. J Biomech 1987;20:301.

(10) 戴力扬等. 有限元方法在腰椎生物力学研究中的应用 国外医学生物医学工程分册1989; 12(2):63.

(11) 戴力扬等. 人类腰椎活动节段的力学模型 解剖学报 1990; 21(4):337~340.

(12) 洪水棕等. 人体颈椎的力学实验研究 中国生物医学工程学报 1987; 6(2):75~82.

(13) R. Huiskes E. Y. S. Chao. 骨科生物力学有限元分

析头10年工作综述 力学进展1986; 16 (1):98~116.

(14) 王惠聪等. 人体腰椎活动节段的三维运动测量技术和计算方法 生物力学 1988; 3(2):15.

(15) 侯铁胜等. 人体腰椎活动节段运动学特性的实验研究 中华骨科杂志 1990; 10(5):363

(16) 成培来等. 脊柱松质骨粘弹性本构方程的一维研究 中国生物医学工程学会第三次学术会议论文集 北京 1987.

(17) Cheng Peilai, Chen Hongxing. Experimental determination of anisotropic viscoelastic constitutive equation of trabecular bone of human spine. Proceedings of the international conference on advanced experimental mechanics; Tianjin.1988.

(18) 成培来等. 人体腰椎椎体的蠕变应力分析 青年力学协会等二届年会论文集 张家界 1988.

(19) 赵清澄. 光测力学 上海科学技术出版社 1982:37.

(20) 侯铁胜等. 椎间盘切除对腰椎应力分布影响的实验研究 中华骨科杂志 1990; 10(5):363.

(21) 万钢等. 用光测法研究颈段脊柱的应力状态 上海力学 1984; (2):63.

(22) 徐幸香. 生物力学测试方法在骨折实验研究中的应用 骨伤科基础资料汇编 中国骨伤科专业基础组编 1987:67.

(23) 有马纯郎. 光弹性实验よりみた脊柱分离症の成因 整形外科 1959; 10:295.

(24) Jayson M. The lumbar spine and back pain. Grune & Stratton Inc,1976:271.

(25) Dietrich M, et al. The importance of mechanical factors in the etiology of spondylolysis. Spine 1985;10:532.

(26) Arai E, et al. Biomechanical behavior of the posterior elements of the lumbar spine loading: A study of Stress analysis by means of three dimensional photoelastic experiments. J JPN Orthop Assoc 1985;59:853.

(27) 张建新等. 骸骨的力学效应 福建中医药 1991.22 (1):35

(28) 尚天裕等. 胸腰椎骨折脱位合并神经系统损伤的早期手术治疗 中华骨科杂志 1962; 10(1):24.

(29) 魏德新. 脊柱骨折及合并截瘫的处理 天津医学院骨科进修班通讯 1959; 3(10):284.

(30) 井本忠. 脊髓损伤手术とその危険 整形外科 昭33; 9(6):457.

(31) 村川浩正. 脊髓损伤の観血治疗 整形外科 昭33; 9 (6):463.

(下转封三)

## 中医函授招生

选用全国统编高校函授教材,由专家教授针对中医自学高考全面辅导。凡高、初中以上文化的医疗卫生人员和中医爱好者均可报名。

来函请至230001合肥市阜阳路48号安徽省高校联合培训部即寄简章。

---

## 书 讯

《骨科外固定学》出版发行 由哈尔滨市骨伤科医院副院长张德桂,院长张进学,哈尔滨市东来医院院长刘明凯主编,黑龙江中医学院黄殿栋教授主审的《骨科外固定学》已由黑龙江科学技术出版社出版发行。全书共48万字,250幅插图,全书共分上、中、下三篇20章,对骨科外固定的基本知识,骨科外固定的方法,以及外固定的临床应用等做了系统的阐述。订购者请与哈尔滨市骨伤科医院办公室联系,邮政编码150080。

---

## 启 事

本部现存少量89、90、91年的《中国骨伤》。单行本每年7.20元,合订本90年每本14.40元,1年每本16.80元(以上含邮资)。欲购者,请速寄款至《中国骨伤》杂志编辑部钟方同志处邮购。

(上接46页)

- (32) 刘润田. 脊柱损伤 人民卫生出版社 1961:172~282.
- (33) Morgan TH, et al. The results of laminectomy in patients with incomplete spine cord injuries. *J Bone Joint surg (Am)* 1970;52:822
- (34) 王鹤龄等. 脊柱骨折脱位合并截瘫48例治疗观察 天津医药杂志. 骨科附刊 1965; 9(4):277~279.
- (35) 赵定麟等. 脊柱外科临床研究 上海科学技术文献出版社 1984:217~230.
- (36) 朱瑞林. 胸腰椎骨折手法治疗初探 河南中医 1986; (5):17.
- (37) 王和鸣等. 在X线闭路电视下手法整复脊椎压缩性骨折的动态研究 福建中医药 1988; 19(5):81.
- (38) 孙继法等. 用生物力学探讨胸腰段椎体楔形骨折的治疗 河北医学资料汇编 1988; (1):44~46.
- (39) 陶祖莱等. 脊柱屈曲型骨折及其练功疗法的生物力学原理初探 北京生物医学工程 1988;(1):23.
- (40) 毕大卫等. 胸腰段脊柱骨折的分类和治疗进展 中国中医骨伤科杂志 1989; 5(6):50.
- (41) 张安桢等. 中医骨伤科学 第1版 人民卫生出版社 1988:331~346.
- (42) 王亦璁等. 骨与关节损伤 第2版 人民卫生出版社 1990:499~518.
- (43) 宋恩旭. 手法治疗不稳定脊柱骨折脱位合并截瘫骨与关节损伤杂志 1989; 4(2):90.
- (44) Donoran WH, et al. An update on the early management of traumatic paraplegia (nonoperative and operative management) *Clin Orthop* 1984; 189:12.
- (45) 毕大卫等. 垫枕对胸腰椎压缩性骨折治疗作用的生物力学研究 中国中医骨伤科杂志 1991; 7(3):10.
- (46) 赵定麟等. 脊柱不稳症 中华骨科杂志 1991;11(4):310.