

股骨颈骨折三维模型生物力学实验研究

福建中医学院骨伤系(350003)

张爱平 齐振熙* 陈日齐**

摘要 本文采用先进的三维光弹模型进行生物力学测试,分别研究股骨(股骨头、股骨颈、股骨干)的应力分布规律;并对不同体位(中立位、内收、外展)与不同固定位置(等腰、等边、倒三角、扇形)的三针内固定法进行电测实验研究,结果显示股骨颈和三针的力学性质及固定效果。

关键词 股骨颈骨折 光弹性实验 电测法

本文采用三维模型和标本制作股骨颈骨折受力装置,进行光弹法,电测法及机械测试各种条件下的股骨头的垂直位移量,研究其应力分布及力学性质。

实验设计

1. 光弹性实验:用正常成人股骨标本作为阳模,硅橡胶浇注,制作阴模;按环氧树脂:酸酐:二丁酯=100:35:5重量比配制环氧树脂股骨模型。经过二次固化的工艺,形成与原股骨标本几何形态完全相同的三维环氧树脂股骨模型。采用中立位,在股骨头上施加垂直荷载。将荷载应力固定在股骨模型内,然后切片测试,由计算机进行应力计算,分析其应力分布规律。

2. 电阻应变仪测试法:选择正常成人股骨二付(四个),在粗隆以下沿不同进针位置 and 不同方向钻出三个针洞。在股骨头上三针形成的位置是等腰三角形、扇形、等边三角形、倒三角形。股骨颈分锯断和不锯断二种情况。进针采用三角形鱼鳞钉。取骨折处鱼鳞钉的位置,在该位置将鱼鳞钉平面锉平,粘贴 BX120-0.5AA 电阻片。然后将鱼鳞钉打入洞眼,并使电阻片的平面位置在上部,同时将鱼鳞钉周围的剩余空隙浇灌常温固化的环氧树脂,以模拟实际结构的紧密结合作用。股骨干完全固定在钢板上。当调整钢板的倾斜位置时,加力架的垂直荷载将变成内收或外展的各种荷载。实验在 0.3T 加力架上进行,使用 ES-0.3T 测力计和 J-X3 型静态电阻应变仪进行测试。

3. 机械测试:使用百分表布置在股骨头的垂直下方或上方测定在各级荷载下股骨头的垂直位移量。

三维光弹性实验做中立位实验,电测法和机械测试内收 10、20、30 度;外展 10、20、30 度和中立位的实验。

实验结果

1. 三维光弹实验目的是显示股骨颈区域的全场应力分布规律。中立位时,主要应力状态发生在额状面上,故采用额状面的切片,并选择与股骨干成 45 度方向的坐标系统。假设实际荷载 $P=490N$,则 $I=2,3,4$ 断面上沿 X 轴的应力值(见表 1)。

表 1 单位:MPa

断面	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0.00	0.01	0.25	0.75	1.18	1.46	1.41	1.11	0.94	0.90	0.79	0.61
3	0.00	-0.1	-0.3	-0.4	-0.3	-0.1	0.04	0.36	0.83	1.34	1.77	1.90
4	0.00	-0.3	-0.7	-1.2	-1.9	-2.4	-2.5	-1.8	-0.8	0.08	0.62	0.62

2. 股骨颈完全骨折(锯断)与没有骨折的比较实验资料,以 2 号(中部)钉例,(见表 2)。

表 2. 单位:MPa

	中立位	内收 10	内收 20	内收 30	外展 10	外展 20	外展 30
骨折	55.4	61.2	23.0	2.29	48.5	55.1	204.4
未骨折	0.17	0.51	0.90	1.56	0.45	1.01	0.68

3. 未发生骨折时三根钉应力的比较实验,(见表 3)。

表 3. 单位:MPa

钉号	中立位	内收 10	内收 20	内收 30	外展 10	外展 20	外展 30
1	2.48	3.21	5.29	6.08	2.35	3.55	2.09
2	0.17	0.51	0.90	1.58	0.45	1.02	0.68
3	1.53	3.33	4.31	4.41	2.45	3.92	2.19

表 4. 股骨颈发生骨折后三根钉应力的比较实验,(见表 4)。

表 4. 单位:MPa

钉号	中立位	内收 10	内收 20	内收 30	外展 10	外展 20	外展 30
1	13.7	17.6	4.90	-2.25	87.6	297.5	350.0
2	55.3	61.2	23.0	2.25	48.5	55.17	204.4
3	71.4	42.6	8.62	-21.2	70.9	86.9	336.9

5. 不同进针方向股骨头垂直位移的比较实验(见表 5)。

表 5. 单位:MPa

进针位置	外展 10—30	内展 10—30	中立位
倒三角形	1.00	0.40	0.60
等边三角形	3.12	0.29	0.52

讨 论

1. 光弹性实验结果说明股骨颈的上部为拉应力,下部为压应力。打钉的目的就是由钉子承担应力。尤其是承担上部的拉应力对骨折愈合具有重要作用。打钉固定符合股骨颈的生物力学原理。

2. 从表 1 可见:在完全骨折发生后三根钉子承担了很大的应力状态。而未骨折时三钉的应力却很小。两者平均值相差约 85 倍。说明三针固定法钉子的作用不可忽视。

3. 三根钉中承担的荷载大小与许多因素有关。例如:钉子上、中、下不同位置以及进针的不同方向,排

列各异。一般规律是:股骨颈未折时,光弹实验和电测法都证明中部钉子的应力比较小;当完全骨折后,在外展条件下,上部钉子承受很大的荷载,而在内收时中部钉承担的荷载增大,一般情况下钉子均为拉应力。但是,在内收 30 度时,上、下部的展角过大。如外展角 20~30 度时有可能使上部钉子超过屈服极限,引起折弯。因此,建议上部钉子采用机械强度高的金属,同时适当增大上部钉子的直径。

4. 不同的进针位置会影响股骨头的固定效果。实验结果证明,采用倒三角形的进针方向(上部二针、下部一针)固定效果较好。因为影响股骨头固定的主要因素是拉应力,所以在股骨颈上部拉力区适当多布置进针,从力学原理上分析是合理的。实验结果表明倒三角形进针的中立位,内收,外展时垂直位移量比较稳定,而采用等边三角形(上部一针,下部二针)进针的,在外展时有明显过大的垂直位移。

5. 从光弹性实验、电测法和机械测试三种不同方法探讨股骨颈三针固定的力学规律是一致的。实验结果显示股骨颈三针固定的生物力学机理和力学性质。由于实验条件限制,关节囊、外展肌等作用力未能考虑在内。因此,各比较组实验只能在相同条件下分析各种变量,探讨相对的力学规律,供临床参考。

(收稿:1995-12-11)

中药活血通络法治疗腰腿痛

浙江省宁波市北仑区宗瑞医院(315806)王大通

自 1990 年 10 月~1993 年 10 月运用中药活血通络法治疗椎体性腰腿痛症 120 例收到较好疗效。

一般资料 120 例中男性 85 例,女性 35 例,最大年龄 75 岁,最小年龄 24 岁,其中椎间盘突出 5 例,椎间盘膨出 30 例,腰椎增生退行性病变 66 例,腰椎骶化,腰骶椎隐裂者 19 例。病程最长时 11 年,最短外伤急性发作当天门诊。

治疗方法 运用中药活血通络法对症治疗,以加味补阳还伍汤组方:炙黄芪 15g 当归 10g 赤芍 10g 川芎 10g 地龙 10g 桃仁 10g 红花 6g。腰腿痛剧烈者,有闪电样下肢放射痛、脉浮弦、舌紫少苔加全虫 3g 蜈蚣 3 条制川草乌各 6g,制香附 10g 广木香 6g 枳壳 10g 元胡 10g;脉沉弦、舌淡少苔、腰部酸软乏力、加桂枝 10g 生麻黄 6g;大便秘结者加生军 10g 后下。

治疗效果 服上述组方 5 贴~10 贴为一疗程。显效:腰痛腿痛消失,功能恢复,能恢复原工作岗位,72 例。好

转:腰腿痛症状减轻,功能基本恢复,能参加轻便劳动 45 例;无效:腰腿痛无明显减轻,不能恢复原工作岗位 3 例。

体会 方用加味补阳还伍汤、补气行气、活血祛瘀、通络止痛之功。原方君药黄芪主重补气,气旺则气行,气通血也行,佐以赤芍、川芎、当归、桃仁、红花、地龙,活血祛瘀,瘀去络也通,通则不痛,加配全虫、蜈蚣、和制川草乌,加强祛瘀通络止痛功效,(因原方不重祛瘀,全虫蜈蚣系经验方原称“止痉散”,临床上功效有祛风通经络,其属虫蚁搜剔之品,镇痛效果佳。)配加制香附、炒枳壳、元胡索,木香健脾吸气、桂枝,生麻黄温经通脉,全方加味组成补气行气,活血祛瘀,通络止痛诸药之力,使气旺,血行,瘀祛,络通,祛瘀又不伤正,腰腿痛症状自可痊愈。

(收稿:1996)-02-06)

showed a significant increase of OV/BV, OB% and OBI as compared with group D. It indicated that Gusong II can stimulate the recruitment and/or proliferation of osteoblasts to produce more bone matrix, converting the bone turnover of OVX rabbits to a positive balance. This effect may be superior to that of nylestriol to some extent.

Key words Chinese herb Gusong II Ovariectomy New Zealand white rabbit Bone histomorphometry

(Original article on page 11)

Effect of Spinal Cord II on Axoplasmic Transport in Injured Spinal Cord of Rat *Liu Weidong, Han Fengyue, Jing Xianghong. Institute of Orthopaedics and Traumatology, China Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing (100700)*

Experimental models of right hemitranssection of thoracic spinal cord were made in 18 Wistar rats and divided randomly into three groups; treated with Chinese herbs" Spinal Cord II" (SC II), hydrocortisone, and normal saline, respectively. 6 intact rats were fed as usual. One month later, horseradish peroxidase (HRP) was injected into experimental rats, and the HRP labelled neurons in the originating nuclei of ascending and descending nerve fiber bundles passing through the injured area were examined and counted under microscope. It was found that the number of HRP labelled neurons in SC II group was prominently greater than that in hydrocortisone group and saline group ($P < 0.05$), and there was no prominent difference in the number of HRP Labelled neurons between SC II group and normal group ($P > 0.05$). It was suggested that Spinal Cord II can promote the recovery of normal continuity of injured nerve fibers, the axoplasmic transportation, and the regeneration of neurons in injured spinal cord.

Key words Injury of spinal cord Axoplasmic transport Spinal Cord II (SC II)

(Original article on page 15)

Experimental Research on Biomechanics of Three-dimensional Model of Femoral Neck Fracture *Zhang Aiping, Qi Zhenxi, Chen Riqi. Fujian College of*

Traditional Chinese Medicine, Fuzhou (350003)

The regularity of stress distribution of the head, neck and shaft of normal adult femur was biomechanically measured on the advanced three-dimensional photoelastic model and the stresses of three-needle internal fixation with different positions of fixation (forming isosceles, equilateral and upside-down triangles, and fan-formed) were measured electrically in different postures of the femurs (neutral position, adduction, abduction). The results demonstrated the mechanical characteristics of femoral neck and three needles and the effect of three needle fixation for femoral neck fracture.

Key words Femoral neck fracture Photoelastic experiment Electrical measurement Biomechanics

(Original article on page 18)

Effect of Small Splint Fixation on Microcirculation of Forearm — an Experimental Study *Liu Zhenli, Gu Yunwu, Zhang Huisheng. The 251 Hospital, Zhangjiakou City, Hebei Province (075000)*

The effects of small splint fixation on the microcirculation of normal forearm were studied experimentally. The results showed that there was certain effect of small splint on local microcirculation, but no obvious influence on general blood circulation and blood viscosity. As the restraint force of bandages applied from 0 to 600 g, there were no evident changes in local microcirculation. After the local microcirculation was affected by restraint force, without usual dirigation of the arm on time, the local microcirculation as well as the local ischemia and hypoxia would be improved through the regulation of the autoregulation system of general blood circulation, but such improvement was far inferior to that through dirigation. Therefore, the appropriate adjustment of restraint force of bandages at due course and the dirigation of extremities can eliminate the influence of compression of splint on microcirculation more effectively.

Key words Small splint fixation Restraint force Microcirculation

(Original article on page 20)