

不同腰椎扳法对椎间盘内压的影响

刘强¹, 张军², 张慧², 乔杰²

(1. 沈阳体育学院, 辽宁 沈阳 110101; 2. 中国中医科学院望京医院, 北京 100700)

摘要 目的:测试不同扳法对腰椎间盘内压的影响,探讨扳法治疗椎间盘退变性疾病的作用机制。**方法:**截取 12 具新鲜湿润尸体的腰骶段,包埋所有标本的 L₁、L₂、S₁、S₂ 椎体,露出 L₃~L₅。将微型压力传感器植入 L₃₋₄、L₄₋₅、L₅S₁ 椎间盘,并与压力测试数据采集系统相连接,收集不同体位、不同载荷下 L₃₋₄、L₄₋₅、L₅S₁ 3 个椎间盘的内压。将腰椎标本固定在 BOSE 动静态材料试验机上,使用 WinTest 软件控制扭矩和角度,编写运行程序,模拟坐位和卧位 2 种体位、4 种不同载荷扳法。实验前进行 2 次加载和卸载循环预处理,在第 3 次加载时进行测试。测试模拟 4 种不同扳法的 L₃₋₄、L₄₋₅、L₅S₁ 椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值;模拟 4 种不同扳法 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相 L₃₋₄、L₄₋₅、L₅S₁ 椎间盘内压值;模拟 4 种扳法 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的腰椎旋转角度。**结果:**①4 种载荷扳法椎间盘内压基线值的比较。4 种不同载荷扳法椎间盘内压基线值比较,组间差异均有统计学意义[(0.2589±0.1256) MPa, (0.1757±0.0970) MPa, (0.0522±0.0645) MPa, (0.0348±0.0472) MPa, $F=17.140$, $P=0.000$]; (1.0844±0.2180) MPa, (0.7119±0.2841) MPa, (0.1599±0.1243) MPa, (0.0944±0.0627) MPa, $F=72.159$, $P=0.000$; (0.4407±0.1691) MPa, (0.2843±0.1154) MPa, (0.0684±0.0653) MPa, (0.0458±0.0490) MPa, $F=34.805$, $P=0.000$)。L₃₋₄椎间盘内压基线值组间两两比较, -500 N 载荷组与 -300 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.386$); -500 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.001$, $P=0.000$); -300 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.009$, $P=0.002$); 0 N 载荷组与 +100 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.968$)。L₄₋₅椎间盘内压基线值组间两两比较, -500 N 载荷组高于 -300 N、0 N、+100 N 载荷组($P=0.010$, $P=0.000$, $P=0.000$); -300 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.000$, $P=0.000$); 0 N 载荷组与 +100 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.507$)。L₅S₁椎间盘内压基线值组间两两比较, -500 N 载荷组与 -300 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.087$); -500 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.000$, $P=0.000$); -300 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.000$, $P=0.000$); 0 N 载荷组与 +100 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.909$)。-500 N 载荷组内两两比较, L₃₋₄椎间盘内压基线值低于 L₄₋₅、L₅S₁ ($P=0.000$, $P=0.021$), L₄₋₅椎间盘内压值高于 L₅S₁ ($P=0.000$); 0 N 载荷组内两两比较, L₃₋₄椎间盘内压基线值低于 L₄₋₅、L₅S₁ ($P=0.000$, $P=0.048$), L₄₋₅椎间盘内压值高于 L₅S₁ ($P=0.000$)。②椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值的比较。L₃₋₄、L₄₋₅、L₅S₁ 在 -500 N、-300 N、0 N、+100 N 载荷下,椎间盘内压基线值与扳法复位后椎间盘内压值比较,差异均无统计学意义[(0.2589±0.1256) MPa, (0.2659±0.1238) MPa, $t=-0.223$, $P=0.828$; (1.0844±0.2180) MPa, (1.0444±0.2807) MPa, $t=0.409$, $P=0.690$; (0.4407±0.1691) MPa, (0.5155±0.3420) MPa, $t=-0.633$, $P=0.539$; (0.1757±0.0970) MPa, (0.1747±0.0966) MPa, $t=0.207$, $P=0.839$; (0.7119±0.2841) MPa, (0.7128±0.2647) MPa, $t=-0.010$, $P=0.992$; (0.2843±0.1154) MPa, (0.3469±0.2551) MPa, $t=-0.880$, $P=0.398$; (0.0522±0.0645) MPa, (0.0495±0.0623) MPa, $t=0.367$, $P=0.720$; (0.1599±0.1243) MPa, (0.1404±0.1249) MPa, $t=0.500$, $P=0.627$; (0.0684±0.0653) MPa, (0.0603±0.0651) MPa, $t=0.609$, $P=0.555$; (0.0348±0.0472) MPa, (0.0346±0.0484) MPa, $t=0.042$, $P=0.967$; (0.0944±0.0627) MPa, (0.1003±0.0731) MPa, $t=-0.314$, $P=0.760$; (0.0458±0.0490) MPa, (0.0575±0.0443) MPa, $t=0.204$, $P=0.842$]。③7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相腰椎旋转角度及椎间盘内压值的比较。25 Nm 扳动相腰椎旋转角度大于 7.5 Nm 预加载相腰椎旋转角度[(19.5692°±0.6969°), (14.6475°±0.6471°), $t=-40.694$, $P=0.000$]。在 0 N 和 +100 N 载荷下, 25 Nm 扳动相 L₃₋₄椎间盘内压值高于 7.5 Nm 预加载相[(0.1168±0.1153) MPa, (0.1020±0.1091) MPa, $t=3.902$, $P=0.002$; (0.0879±0.1107) MPa, (0.0746±0.0962) MPa, $t=2.678$, $P=0.022$]; 在 -500 N、-300 N 载荷下 25 Nm 扳动相 L₃₋₄椎间盘内压值与 7.5 Nm 预加载相 L₃₋₄椎间盘内压值比较,差异无统计学意义[(0.3718±0.2774) MPa, (0.3228±0.1929) MPa, $t=1.704$, $P=0.116$; (0.2916±0.2333) MPa, (0.2379±0.1649) MPa, $t=1.982$, $P=0.073$]。在 -500 N、-300 N 和 0 N 载荷下, 25 Nm 扳动相 L₄₋₅椎间盘内压值高于 7.5 Nm 预加载相[(1.1551±0.3425) MPa, (1.0779±0.3203) MPa, $t=2.211$, $P=0.049$; (0.8840±0.3533) MPa, (0.7839±0.3563) MPa, $t=2.844$, $P=0.016$; (0.3992±0.2088) MPa, (0.3305±0.2081) MPa, $t=7.088$, $P=0.000$]; 在 +100 N 载荷下, 25 Nm 扳动相 L₄₋₅椎间盘内压值与 7.5 Nm 预加载相 L₄₋₅椎间盘内压值比较,差异无统计学意义[(0.2765±0.2116) MPa, (0.2639±0.2197) MPa, $t=0.207$, $P=0.840$]。在 -500 N、-300 N、0 N、+100 N 载荷下, 25 Nm 扳动相 L₅S₁椎间盘内压值高于 7.5 Nm 预加载相[(0.6980±0.4896) MPa, (0.6245±0.4450) MPa, $t=3.585$, $P=0.004$; (0.5212±0.4434) MPa, (0.4599±

基金项目:2011 年国家自然科学基金面上项目(81072824), 2011 年北京自然科学基金资助项目(7112147)

通讯作者:张军 E-mail:zhangjunmd@163.com

0.4033) MPa, $t=3.023$, $P=0.012$; (0.3186 ± 0.2749) MPa, (0.2650 ± 0.2534) MPa, $t=3.975$, $P=0.002$; (0.2252 ± 0.2396) MPa, (0.1786 ± 0.1945) MPa, $t=3.158$, $P=0.009$ 。7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的椎间盘内压差与腰椎旋转角度差呈正相关 ($r=0.919$, $P=0.000$)。结论:无论是坐位还是卧位,椎间盘内压值由高到低均依次为 L_{4-5} 、 L_5S_1 、 L_{3-4} 。不同扳法在扳动瞬间均会使椎间盘内压发生显著变化,体位不同、载荷不同对 L_{3-4} 、 L_{4-5} 、 L_5S_1 扳动瞬间的椎间盘内压影响不同,临床可以根据退变椎间盘的不同节段采用不同方式的扳法操作。腰椎扳法虽然在瞬间增加了椎间盘内压,但增加了腰椎活动度,这可能是腰椎扳法治疗椎间盘退变性疾病的作用机制。

关键词 腰椎 椎间盘 椎间盘退变性变 舒筋整复手法 扳法 椎间盘内压

Effect of different lumbar vertebrae pulling method on intradiscal pressure Liu Qiang*, Zhang Jun, Zhang Hui, Qiao Jie. *Shenyang Sport University, Shenyang 110101, Liaoning, China

ABSTRACT Objective: To test the effect of different pulling methods on intradiscal pressure and explore the mechanisms of action of pulling method in the treatment of intervertebral disc degeneration disease. **Methods:** Lumbosacral spine were cut out from 12 fresh moist cadavers, and the vertebral body of L_1 , L_2 , S_1 and S_2 were embedded and the vertebral body of L_3 - L_5 were exposed. Micro pressure sensors were implanted into the intervertebral discs of L_{3-4} , L_{4-5} and L_5S_1 , and were connected to the pressure test data acquisition system. The intradiscal pressures of L_{3-4} , L_{4-5} and L_5S_1 in different body posture and different load. Then the lumbar vertebrae specimens were fixed to BOSE dynamic/static materials testing machine, and torque and angle were regulated through WinTest software. After that the programs were written and four different loading pulling methods were simulated. Circulation pretreatment of loading and unloading were performed for 2 times before the formal test was carried on. The baseline values of intradiscal pressure of L_{3-4} , L_{4-5} and L_5S_1 were measured and the intradiscal pressure values were measured after restoration by pulling method. The intradiscal pressure and rotation angles of L_{3-4} , L_{4-5} and L_5S_1 were measured in preload phase (7.5Nm) and pulling phase (25Nm). **Results:** There was statistical difference in the baseline values of intradiscal pressure between 4 different load pulling methods (0.2589 ± 0.1256, 0.1757 ± 0.0970, 0.0522 ± 0.0645, 0.0348 ± 0.0472 MPa, $F=17.140$, $P=0.000$; 1.0844 ± 0.2180, 0.7119 ± 0.2841, 0.1599 ± 0.1243, 0.0944 ± 0.0627 MPa, $F=72.159$, $P=0.000$; 0.4407 ± 0.1691, 0.2843 ± 0.1154, 0.0684 ± 0.0653, 0.0458 ± 0.0490 MPa, $F=34.805$, $P=0.000$). Further pairwise comparison in baseline values of L_{3-4} intradiscal pressure showed that (1) there was no statistical difference between -500 N load group and -300 N load group ($P=0.386$); (2) -500 N load group surpassed 0 N load group and +100 N load group ($P=0.001$, $P=0.000$); (3) -300 N load group surpassed 0 N load group and +100 N load group ($P=0.009$, $P=0.002$); (4) there was no statistical difference between 0 N load group and +100 N load group ($P=0.968$). Further pairwise comparison in baseline values of L_{4-5} intradiscal pressure showed that (1) -500 N load group surpassed -300 N, 0 N and +100 N load groups ($P=0.010$, $P=0.000$, $P=0.000$); (2) -300 N load group surpassed 0 N load group and +100 N load group ($P=0.000$, $P=0.000$); (3) there was no statistical difference between 0 N load group and +100 N load group ($P=0.507$). Further pairwise comparison in baseline values of L_5S_1 intradiscal pressure showed that (1) there was no statistical difference between -500 N load group and -300 N load group ($P=0.087$); (2) -500 N load group surpassed 0 N load group and +100 N load group ($P=0.000$, $P=0.000$); (3) -300 N load group surpassed 0 N load group and +100 N load group ($P=0.000$, $P=0.000$); (4) there was no statistical difference between 0 N load group and +100 N load group ($P=0.909$). Further pairwise comparison in baseline values of intradiscal pressure within -500 N load group showed that (1) L_{3-4} disc was inferior to L_{4-5} disc and L_5S_1 disc ($P=0.000$, $P=0.021$); (2) L_{4-5} disc surpassed L_5S_1 disc ($P=0.000$). Further pairwise comparison in baseline values of intradiscal pressure within 0 N load group showed that (1) L_{3-4} disc was inferior to L_{4-5} disc and L_5S_1 disc ($P=0.000$, $P=0.048$); (2) L_{4-5} disc surpassed L_5S_1 disc ($P=0.000$). There was no statistical difference between the intradiscal pressure baseline values and intradiscal pressure values measured after restoration by pulling method in the load of -500 N, -300 N, 0 N and +100 N for L_{3-4} , L_{4-5} and L_5S_1 disc (0.2589 ± 0.1256 vs 0.2659 ± 0.1238 MPa, $t=-0.223$, $P=0.828$; 1.0844 ± 0.2180 vs 1.0444 ± 0.2807 MPa, $t=0.409$, $P=0.690$; 0.4407 ± 0.1691 vs 0.5155 ± 0.3420 MPa, $t=-0.633$, $P=0.539$; 0.1757 ± 0.0970 vs 0.1747 ± 0.0966 MPa, $t=0.207$, $P=0.839$; 0.7119 ± 0.2841 vs 0.7128 ± 0.2647 MPa, $t=-0.010$, $P=0.992$; 0.2843 ± 0.1154 vs 0.3469 ± 0.2551 MPa, $t=-0.880$, $P=0.398$; 0.0522 ± 0.0645 vs 0.0495 ± 0.0623 MPa, $t=0.367$, $P=0.720$; 0.1599 ± 0.1243 vs 0.1404 ± 0.1249 MPa, $t=0.500$, $P=0.627$; 0.0684 ± 0.0653 vs 0.0603 ± 0.0651 MPa, $t=0.609$, $P=0.555$; 0.0348 ± 0.0472 vs 0.0346 ± 0.0484 MPa, $t=0.042$, $P=0.967$; 0.0944 ± 0.0627 vs 0.1003 ± 0.0731 MPa, $t=-0.314$, $P=0.760$; 0.0458 ± 0.0490 vs 0.0575 ± 0.0443 MPa, $t=0.204$, $P=0.842$). The lumbar vertebrae rotation angles of pull phase (25 Nm) were greater than that of preload phase (7.5 Nm) (19.5692 ± 0.6969 vs 14.6475 ± 0.6471 degrees, $t=-40.694$, $P=0.000$). Intradiscal pressure values of L_{3-4} of pull phase (25 Nm) were higher than that of preload phase (7.5 Nm) in the load of 0 N and +100 N (0.1168 ± 0.1153 vs 0.1020 ± 0.1091 MPa, $t=3.902$, $P=0.002$; 0.0879 ± 0.1107 vs 0.0746 ± 0.0962 MPa, $t=$

2.678, $P=0.022$). There was no statistical difference in the intradiscal pressure values between pull phase(25 Nm) and preload phase(7.5 Nm) for L_{3-4} disc in the load of -500 N and -300 N(0.3718 \pm 0.2774 vs 0.3228 \pm 0.1929 MPa, $t=1.704$, $P=0.116$; 0.2916 \pm 0.2333 vs 0.2379 \pm 0.1649 MPa, $t=1.982$, $P=0.073$). Intradiscal pressure values of L_{4-5} of pull phase(25 Nm) were higher than that of preload phase(7.5 Nm) in the load of -500, -300 and 0 N(1.1551 \pm 0.3425 vs 1.0779 \pm 0.3203 MPa, $t=2.211$, $P=0.049$; 0.8840 \pm 0.3533 vs 0.7839 \pm 0.3563 MPa, $t=2.844$, $P=0.016$; 0.3992 \pm 0.2088 vs 0.3305 \pm 0.2081 MPa, $t=7.088$, $P=0.000$) There was no statistical difference in the intradiscal pressure values between pull phase(25 Nm) and preload phase(7.5 Nm) for L_{4-5} disc in the load of +100 N(0.2765 \pm 0.2116 vs 0.2639 \pm 0.2197 MPa, $t=0.207$, $P=0.840$). Intradiscal pressure values of L_5S_1 disc of pull phase(25 Nm) were higher than that of preload phase(7.5 Nm) in the load of -500, -300, 0 and +100 N(0.6980 \pm 0.4896 vs 0.6245 \pm 0.4450 MPa, $t=3.585$, $P=0.004$; 0.5212 \pm 0.4434 vs 0.4599 \pm 0.4033 MPa, $t=3.023$, $P=0.012$; 0.3186 \pm 0.2749 vs 0.2650 \pm 0.2534 MPa, $t=3.975$, $P=0.002$; 0.2252 \pm 0.2396 vs 0.1786 \pm 0.1945 MPa, $t=3.158$, $P=0.009$). The intradiscal pressure difference was positively correlated to the difference of lumbar vertebrae rotation angles between preload phase and pull phase($r=0.919$, $P=0.000$). **Conclusion:** People have high-to-low intradiscal pressures in L_{4-5} , L_5S_1 and L_{3-4} in turn whether at the sitting position or at the supine position. The intradiscal pressure changes significantly at the moment of pulling, and it is influenced by body position and loads. Therefore, the degenerative intervertebral discs can be treated by different pulling methods in clinic according to the segments of lumbar vertebrae. Although the intradiscal pressure increases at the moment of lumbar vertebrae pulling, the range of motion of lumbar vertebrae increases at the same time, and it may be the mechanism of action of lumbar vertebrae pulling method in the treatment of intervertebral disc degeneration disease.

Key words Lumbar vertebrae; Intervertebral disk; Intervertebral disc degeneration; Muscle tendon relax reduction; Pulling method; Intradiscal pressure

中医骨伤手法治疗腰椎间盘突出症的临床疗效确切^[1-3],是临床非手术疗法中首选的重要手段,其中扳法又是治疗该病的核心手法之一。椎间盘内压主要指髓核内压力,是通过脊柱载荷力学变化反映椎间盘结构、功能,病理状态下椎间盘内压升高或降低对退变性椎间盘的研究具有重要意义。本研究以临床常用扳法为基础,模拟坐位、卧位 2 种体位以及 4 种不同载荷扳法,采用微型压力传感器植入腰椎标本椎间隙,测试不同扳法作用下 L_{3-4} 、 L_{4-5} 、 L_5S_1 椎间盘内压变化情况,以探讨扳法治疗椎间盘退变性疾病的作用机制及不同扳法之间的差异。

1 材料与仪器

1.1 实验材料 12 具新鲜湿润尸体,义齿基托树脂Ⅱ型自凝牙托粉(上海医疗器械股份有限公司齿科材料厂),义齿基托树脂液剂Ⅱ型自凝牙托水(上海新世纪齿科材料有限公司)。

1.2 实验仪器 BOSE 动静态材料试验机(美国 BOSE 公司),060 型微型压力传感器(美国 Precision Measurement 公司),USB7360 数据采集系统(天津明通世纪科技有限公司)。

2 方法

2.1 实验标本制备 截取 12 具新鲜湿润尸体的腰椎段,解剖排除标本可能存在的腰椎变异和骨病,保留椎间关节各韧带结构,剔除皮肤、椎旁肌肉和后方

的骶棘肌,保持小关节和关节囊的完整性。将义齿基托树脂Ⅱ型自凝牙托粉和义齿基托树脂液剂Ⅱ型自凝牙托水混合后,包埋所有标本的 L_1 、 L_2 椎体和 S_1 、 S_2 椎体,露出 $L_3 \sim L_5$ 。将标本用双层保鲜膜包裹密闭后,放入 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰柜中保鲜、保湿待用。实验前 1 d 取出标本置于冰箱的冷藏层内自然解冻。

2.2 微型压力传感器植入 用胸椎穿刺针将微型压力传感器从 L_{3-4} 、 L_{4-5} 、 L_5S_1 椎间盘侧方植入椎间盘,深度 1.5 ~ 2.0 cm,然后退出针芯。用百得超能胶封闭穿刺孔,保持髓核内相对封闭状态同时起到固定传感器作用。然后将传感器导线与压力测试数据采集系统相连接,收集 L_{3-4} 、 L_{4-5} 、 L_5S_1 3 个椎间盘的内压。

2.3 扳法力学加载

2.3.1 实验标本固定 南方医科大学解剖及生物力学实验室,室温保持在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,标本提前 1 d 解冻,整个实验过程用生理盐水对标本进行湿敷,保持标本生理状态。将制备好的腰椎标本固定在 BOSE 动静态材料试验机上,标本上端用正方形夹具固定,下端用台钳固定(图 1)。

2.3.2 模拟扳法扭矩和角度加载控制 ①扭矩参数设置。取在体测量扳法力量测试参数作为实验数据来源,预载荷力 30 N,扳动力瞬间 100 N,综合测量人体肩、骨盆与脊柱的垂直距离 25 cm。预载荷扭矩 $M=30\text{ N}\times 0.25\text{ m}=7.5\text{ Nm}$;扳动扭矩 $M=100\text{ N}\times$

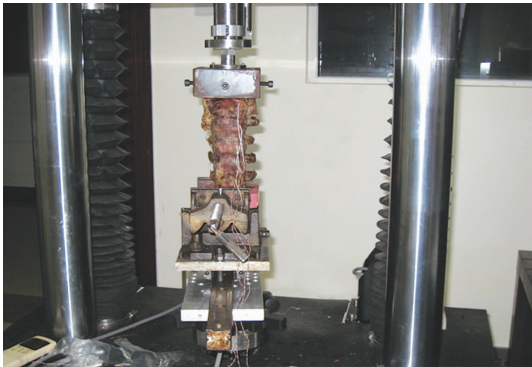


图 1 腰椎标本的固定

0.25 m = 25 Nm。②角度参数设置。通过 BOSE 动静态材料试验机对标本进行角度计算机控制操作,使其向一侧旋转,当角度逐渐增大至可以对抗 7.5 Nm、

表 1 4 种扳法的力学载荷方案

体位	轴向力(N)	时间(s)	预加载扭矩(Nm)	扳动时间(s)	扳动扭矩(Nm)
坐位	-500	5	7.5	0.05/0.10/0.15	25
	-300	5	7.5	0.05/0.10/0.15	25
卧位	0	5	7.5	0.05/0.10/0.15	25
	+100	5	7.5	0.05/0.10/0.15	25

2.4 实验指标测试 测试以下指标:①模拟 4 种不同扳法的 L_{3~4}、L_{4~5}、L₅S₁ 椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值;②模拟 4 种不同扳法 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的 L_{3~4}、L_{4~5}、L₅S₁ 椎间盘内压值;③模拟 4 种扳法 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的腰椎旋转角度。

2.5 数据统计学处理 采用 SPSS13.0 统计软件对所得数据进行统计学分析。4 种载荷扳法椎间盘内压基线值的比较采用方差分析,各组间的两两比较采用 *q* 检验;-500 N、-300 N、+100 N 和 0 N 载荷下,椎间盘内压基线值与扳法复位后椎间盘内压值的比较采用 *t* 检验;7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相腰椎旋转角度的比较和椎间盘内压值的比较采用 *t* 检验,7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的椎间盘内压差与腰椎旋转角度差的关系的研究采用 Person 相关分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

3 结 果

3.1 4 种载荷扳法椎间盘内压基线值的比较 4 种不同载荷扳法椎间盘内压基线值比较,组间差异有统计学意义。L_{3~4} 椎间盘内压基线值组间两两比较:-500 N 载荷组与 -300 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.386$);-500 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.001,P=0.000$);-300 N 载荷组高

25 Nm 时,标本从中立位开始向另一侧旋转,牵引绳开始滑动,此时记录下每个标本在预加载相的旋转角度和扳动相的旋转角度。

2.3.3 测试过程和力学载荷方案 力学载荷方向定义向下为压缩,标记为 -;向上为牵伸,标记为 +。模拟坐位和卧位 2 种体位;模拟 4 种不同载荷条件扳法:-500 N 坐位旋转扳法,-300 N 坐位旋转扳法,0 N 卧位传统斜扳法,+100 N 卧位牵伸斜扳法(表 1)。加载实验前进行 2 次小量程加载和卸载循环预处理,使腰椎黏弹性影响最小。每次预处理后停留 30 s 左右,允许腰椎标本的蠕变,以得到稳定的实验结果,在第 3 次加载时进行测量。

于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.009,P=0.002$);0 N 载荷组与 +100 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.968$)。L_{4~5} 椎间盘内压基线值组间两两比较:-500 N 载荷组高于 -300 N、0 N、+100 N 载荷组($P=0.010,P=0.000,P=0.000$);-300 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.000,P=0.000$);0 N 载荷组与 +100 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.507$)。L₅S₁ 椎间盘内压基线值组间两两比较:-500 N 载荷组与 -300 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.087$);-500 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.000,P=0.000$);-300 N 载荷组高于 0 N、+100 N 载荷组($P=0.000,P=0.000$);0 N 载荷组与 +100 N 载荷组比较,差异无统计学意义($P=0.909$)。-500 N 载荷组内两两比较:L_{3~4} 椎间盘内压基线值低于 L_{4~5}、L₅S₁ ($P=0.000,P=0.021$),L_{4~5} 椎间盘内压基线值高于 L₅S₁ ($P=0.000$);0 N 载荷组内两两比较:L_{3~4} 椎间盘内压基线值低于 L_{4~5}、L₅S₁ ($P=0.000,P=0.048$),L_{4~5} 椎间盘内压值高于 L₅S₁ ($P=0.000$)。见表 2。

3.2 椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值的比较 L_{3~4}、L_{4~5}、L₅S₁ 在 -500 N、-300 N、0 N、+100 N 载荷下,椎间盘内压基线值与扳法复位后椎间盘内压值比较,差异均无统计学意义(表 3 至表 6)。

表 2 4 种载荷扳法椎间盘内压基线值的比较 MPa			
载荷	椎间盘内压基线值		
	L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ S ₁
-500 N	0.2589 ± 0.1256	1.0844 ± 0.2180	0.4407 ± 0.1691
-300 N	0.1757 ± 0.0970	0.7119 ± 0.2841	0.2843 ± 0.1154
0 N	0.0522 ± 0.0645	0.1599 ± 0.1243	0.0684 ± 0.0653
+100 N	0.0348 ± 0.0472	0.0944 ± 0.0627	0.0458 ± 0.0490
F 值	17.140	72.159	34.805
P 值	0.000	0.000	0.000

表 3 -500 N 载荷组椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值的比较 MPa			
椎间盘状态	椎间盘内压值		
	L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ S ₁
基线状态	0.2589 ± 0.1256	1.0844 ± 0.2180	0.4407 ± 0.1691
扳法复位后	0.2659 ± 0.1238	1.0444 ± 0.2807	0.5155 ± 0.3420
F 值	-0.223	0.409	-0.633
P 值	0.828	0.690	0.539

表 4 -300 N 载荷组椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值的比较 MPa			
椎间盘状态	椎间盘内压值		
	L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ S ₁
基线状态	0.1757 ± 0.0970	0.7119 ± 0.2841	0.2843 ± 0.1154
扳法复位后	0.1747 ± 0.0966	0.7128 ± 0.2647	0.3469 ± 0.2551
F 值	0.207	-0.010	-0.880
P 值	0.839	0.992	0.398

表 5 0 N 载荷组椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值的比较 MPa			
椎间盘状态	椎间盘内压值		
	L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ S ₁
基线状态	0.0522 ± 0.0645	0.1599 ± 0.1243	0.0684 ± 0.0653
扳法复位后	0.0495 ± 0.0623	0.1404 ± 0.1249	0.0603 ± 0.0651
F 值	0.367	0.500	0.609
P 值	0.720	0.627	0.555

表 7 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相 L _{3~4} 椎间盘内压值的比较 MPa				
力矩(Nm)	4 种载荷扳法 L _{3~4} 椎间盘内压值			
	-500 N	-300 N	0 N	+100 N
7.5	0.3228 ± 0.1929	0.2379 ± 0.1649	0.1020 ± 0.1091	0.0746 ± 0.0962
25	0.3718 ± 0.2774	0.2916 ± 0.2333	0.1168 ± 0.1153	0.0879 ± 0.1107
t 值	1.704	1.982	3.902	2.678
P 值	0.116	0.073	0.002	0.022

表 8 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相 L _{4~5} 椎间盘内压值的比较 MPa				
力矩(Nm)	4 种载荷扳法 L _{4~5} 椎间盘内压值			
	-500 N	-300 N	0 N	+100 N
7.5	1.0779 ± 0.3203	0.7839 ± 0.3563	0.3305 ± 0.2081	0.2639 ± 0.2197
25	1.1551 ± 0.3425	0.8840 ± 0.3533	0.3992 ± 0.2088	0.2765 ± 0.2116
t 值	2.211	2.844	7.088	0.207
P 值	0.049	0.016	0.000	0.840

表 6 +100 N 载荷组椎间盘内压基线值和扳法复位后椎间盘内压值的比较 MPa			
椎间盘状态	椎间盘内压值		
	L _{3~4}	L _{4~5}	L ₅ S ₁
基线状态	0.0348 ± 0.0472	0.0944 ± 0.0627	0.0458 ± 0.0490
扳法复位后	0.0346 ± 0.0484	0.1003 ± 0.0731	0.0575 ± 0.0443
F 值	0.042	-0.314	0.204
P 值	0.967	0.760	0.842

3.3 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相腰椎旋转角度及椎间盘内压值的比较

3.3.1 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相腰椎旋转角度的比较 25 Nm 扳动相腰椎旋转角度大于 7.5 Nm 预加载相腰椎旋转角度(19.5692° ± 0.6969°, 14.6475° ± 0.6471°, $t = -40.694, P = 0.000$)。

3.3.2 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相椎间盘内压值的比较 在 0 N 和 +100 N 载荷下,25 Nm 扳动相 L_{3~4}椎间盘内压值高于 7.5 Nm 预加载相;在 -500 N 和 -300 N 载荷下 25 Nm 扳动相 L_{3~4}椎间盘内压值与 7.5 Nm 预加载相 L_{3~4}椎间盘内压值比较,差异无统计学意义(表 7)。在 -500 N、-300 N 和 0 N 载荷下,25 Nm 扳动相 L_{4~5}椎间盘内压值高于 7.5 Nm 预加载相;在 +100 N 载荷下,25 Nm 扳动相 L_{4~5}椎间盘内压值与 7.5 Nm 预加载相 L_{4~5}椎间盘内压值比较,差异无统计学意义(表 8)。在 -500 N、-300 N、0 N、+100 N 载荷下,25 Nm 扳动相 L₅S₁椎间盘内压值均高于 7.5 Nm 预加载相(表 9)。

3.3.3 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的椎间盘内压差和腰椎旋转角度差的关系 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相的椎间盘内压差与腰椎旋转角度差呈正相关($r = 0.919, P = 0.000$)。

表 9 7.5 Nm 预加载相和 25 Nm 扳动相 L₅S₁ 椎间盘内压值的比较 MPa

力矩(Nm)	4 种载荷扳法 L ₅ L ₁ 椎间盘内压值			
	-500 N	-300 N	0 N	+100 N
7.5	0.6245 ± 0.4450	0.4599 ± 0.4033	0.2650 ± 0.2534	0.1786 ± 0.1945
25	0.6980 ± 0.4896	0.5212 ± 0.4434	0.3186 ± 0.2749	0.2252 ± 0.2396
t 值	3.585	3.023	3.975	3.158
P 值	0.004	0.012	0.002	0.009

4 讨 论

髓核包含大量的蛋白多糖,这是一种由复杂多糖和蛋白组成的大分子物质,具有吸收和保存大量水的特性^[4],从而使髓核具有水的特性。髓核是胶状基质,有均质各向同性材料的特征。其负荷是流体静压,整个髓核的负荷强度可以用椎间盘内压表示。髓核退变时其含水量下降,椎间盘内压也会显著降低,这是腰椎退变性疾病产生的病理基础。

本实验模拟 2 种体位、4 种不同载荷的扳法,观察腰椎不同节段椎间盘内压分布特征,分析扳法在椎间盘退变基础上的作用机制,比较 4 种不同载荷的扳法的作用。本实验结果显示:不同椎间盘的内压值不同,无论是坐位还是卧位,椎间盘内压值由高到低均依次为:L_{4~5}>L₅S₁>L_{3~4}。这说明 L_{4~5}椎间盘内压更高,而不是腰椎越往下椎间盘内压越高。该结果与 Nachemson^[5]的研究结果有相似之处,Nachemson 在 800 N 加载条件下,测试 L_{2~3}椎间盘内压为 0.82 MPa,L_{3~4}椎间盘内压为 0.67 MPa,L_{2~3}椎间盘内压大于 L_{3~4}。

王遵来^[6]认为手法治疗腰椎间盘突出症可以降低椎间盘内压力,增加椎间盘外压力,促使突出物回纳或改变突出物与神经根的位置关系,减轻神经根受压。冯敏山^[7]用 6 具颈椎标本模拟不同载荷状态下旋提手法对颈椎髓核压力的影响,认为适当的旋转手法可以降低椎间盘内压。本实验结果显示,L_{3~4}、L_{4~5}、L₅S₁ 在 -500 N、-300 N、0 N、+100 N 载荷下,椎间盘内压基线值与扳法复位后椎间盘内压值比较,差异均无统计学意义,这提示腰椎旋转扳法和斜扳法复位后,静止状态下的椎间盘内压并没有发生改变。但是,张勇等^[8]的实验研究结果显示,旋转手法可使髓核内压力明显升高,各腰椎节段中以 L₅S₁ 髓核内压力升高最明显。

针对不同节段的椎间盘,4 种模拟手法作用不同。卧位传统斜扳法(0 N)和卧位牵伸斜扳法(+100 N)使 L_{3~4}椎间盘内压瞬间升高;坐位旋转扳法(-500 N、-300 N)和卧位传统斜扳法(0 N)使 L_{4~5}椎间盘内压瞬间升高;而 4 种扳法(-500 N、

-300 N、0 N、+100 N)均可使 L₅S₁ 椎间盘内压瞬间升高。这提示针对不同节段的椎间盘退变,不同扳法实施过程中椎间盘内压升高的风险不同,因此应该有针对性地选择。

腰椎扳法在瞬间改变椎间盘内压的同时,增加了腰椎活动度,也是其治疗退变性椎间盘疾病的重要机制。腰椎扳法过程中 25 Nm 扳动相腰椎旋转角度大于 7.5 Nm 预加载相腰椎旋转角度,这说明快速的扳动可以增加腰椎旋转角度。25 Nm 扳动相和 7.5 Nm 预加载相的椎间盘内压差与腰椎旋转角度差呈正相关。

综上所述,无论是坐位还是卧位,椎间盘内压值由高到低均依次为:L_{4~5}>L₅S₁>L_{3~4}。4 种扳法在扳动瞬间均会使椎间盘内压发生显著变化,体位不同、载荷不同对 L_{3~4}、L_{4~5}、L₅S₁ 扳动瞬间的椎间盘内压影响不同,临床可以根据退变椎间盘的不同节段采用不同方式的扳法操作。腰椎扳法虽然在瞬间增加了椎间盘内压,但增加了腰椎活动度,这可能是腰椎扳法治疗椎间盘退变性疾病的作用机制。

5 参考文献

[1] 王芃,张军,韩磊,等. 中医手法治疗腰椎间盘突出症的现况调查[J]. 中医正骨,2010,22(3):23-25.

[2] 秦杰,李振宇. 三法十式手法配合中药腰痛汤治疗腰椎间盘突出症[J]. 中医正骨,2011,23(2):71-72.

[3] 李兵,李碧瑶,郑庆山,等. 手法治疗腰椎间盘突出症 111 例临床观察[J]. 北京中医药,2011,30(3):210-211.

[4] 柏树令. 系统解剖学[M]. 北京:人民卫生出版社,2005:43.

[5] Nachemson A. Lumber intradiscal pressure. Experimental studies on post-mortem material[J]. Acta Orthop Scand Suppl,1960,43:1-104.

[6] 王遵来. 推拿整脊治疗腰椎间盘突出症研究进展[J]. 世界中西医结合杂志,2009,4(10):755-757.

[7] 冯敏山. 旋提手法的力学测量及模拟手法对颈椎髓核内压力影响的实验观察[D]. 北京:中国中医科学院,2007.

[8] 张勇,毕胜,赵卫东,等. 腰椎旋转手法对髓核内压力和神经根位移的影响[J]. 颈腰痛杂志,2001,22(3):184-186.