

量化 X 线测量技术评估脊柱推拿手法对腰椎稳定性的影响

周智毅^{1,2} 张亚峰² 周悦² 冯卫华² 杜建明³ 陈文锦^{1,2} 王建伟^{1,2△}

[摘要] 目的:探讨使用量化 X 线测量技术评估脊柱推拿手法对腰椎不稳症腰椎稳定性的影响,为脊柱推拿手法的临床应用提供影像学依据。方法:将 30 例患者随机分为两组,试验组采用脊柱推拿手法治疗,对照组采用腰部核心肌力锻炼治疗。治疗前后进行腰痛程度、神经损伤及生活障碍评估,以量化 X 线测量技术评估脊柱推拿手法对不稳定节段(L_{4~5})椎体在矢状位上的位移、腰椎松弛度的变化。结果:两组间疗效差异显著,而通过评估矢状位上的位移、腰椎松弛度这些指标的变化,对照组组内比较治疗前后差异无统计学意义($P>0.05$),而试验组组内比较治疗前后差异有统计学意义($P<0.05$),组间比较试验组与对照组治疗前差异无统计学意义($P>0.05$),而在治疗后差异有统计学意义($P<0.05$)。结论:脊柱推拿手法疗效优于腰背肌锻炼方法,脊柱推拿手法可调整腰椎不稳症患者的椎体间异常运动,增加了脊柱稳定性,初步明确了脊柱推拿手法治疗腰椎不稳症的机理。

[关键词] 腰椎稳定性;脊柱推拿手法治疗;量化 X 线测量技术

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2018)01-0010-07

Assessment of the Effect of Spine Manipulation Therapy on Lumbar Stability Using Quantitative Fluoroscopy

ZHOU Zhiyi^{1,2} ZHANG Yafeng² ZHOU Yue² FENG Weihua²
DU Jianming³ CHEN Wenjing^{1,2} WANG Jianwei^{1,2△}

¹Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China;

²Department of Orthopedics, Nanjing University of Chinese Medicine Affiliated Wuxi Hospital, Wuxi 214001, Jiangsu China;

³Department of Manipulation, Nanjing University of Chinese Medicine Affiliated Wuxi Hospital, Wuxi, 214001, Jiangsu China.

Abstract Objective: To explore the effect of spine manipulation therapy on lumbar stability of lumbar instability using quantitative fluoroscopy and provide radiographic evidences for clinical application of spine manipulation therapy. **Methods:** Thirty patients were randomly divided into a test group($n=15$) treated with spine manipulation and a control group($n=15$) treated with lumbar core stability exercises. The scores of low backs pain intensity, nerve injury and impairment of daily living were evaluated, in order to evaluate the variation of the displacement of the vertebral body in the sagittal position and slackness of lumbar vertebrae in the instable segment(L_{4~5}) by spine manipulation therapy using quantitative fluoroscopy. **Results:** There was significant difference between the groups in therapeutic effects. The displacement of the vertebral body in the sagittal position and slackness of lumbar vertebrae in the instable segment in test group appeared significant changes after the treatment($P<0.05$), while there were no significant changes in control group5($P>0.05$). There was no significant difference between the two groups before the treatment($P>0.05$), and was significant difference between the two groups after the treatment($P<0.05$). **Conclusion:** The therapeutic effect of spine manipulation is better than lumbar core stability exercise; The spine manipulation can adjust the abnormal movement of the vertebral bodies of patients with lumbar instability, and enhance the spinal stability. The mechanism of spine manipulation therapy on lumbar instability has been preliminarily clarified.

Keywords: lumbar stability; spine manipulation therapy; quantitative fluoroscopy

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81473693)

¹ 南京中医药大学(南京, 210023)

² 南京中医药大学无锡附属医院骨科

³ 南京中医药大学无锡附属医院推拿科

△通信作者 E-mail: osteowjw@126.com

腰椎不稳定是导致腰腿痛的常见原因,通常认为腰椎不稳定是腰椎退变过程中的一个阶段,根据 Kirkaldy-Willis 和 Farfan 的理论^[1],脊柱退变分为三个阶段:1)机能失调期;2)不稳定期;3)固定畸形期。

不稳定期通常被认为是腰椎退变过程中的第二阶段,通过影像学检查可发现在正常应力下发生腰椎相邻椎体间的异常活动,椎间盘和关节突关节容易发生各种病理改变,腰椎不稳可使椎体中央管和椎间孔的狭窄程度加重,进而导致出现下肢神经压迫症状。尽管国内外对腰椎不稳症进行了大量研究,但是由于腰椎活动的复杂性及临床症状的非特异性,迄今在发病机制、治疗方法以及疗效判定方面仍存在较大的争议。

而在此方面,国内尚无对腰椎不稳症手法治疗前后影像学、运动轨迹以及稳定性的改变及其与临床疗效之间相关性方面的系统研究。在本研究中,拟以治疗前后腰椎不稳症的影像学改变为切入点,以 30 例 L_{4-5} 节段腰椎不稳的患者为观察对象,随机分为对照组(单纯腰部核心肌力锻炼)与治疗组(脊柱推拿手法治疗),通过对治疗前后的个体进行量化的动态影像学测量,采集腰椎屈伸活动中各个椎体的连续性活动的图像,再将这些影像学资料运用计算机图像处理技术转化为量化的数据资料并进行处理和分析,比较治疗组与对照组治疗前后腰椎椎体活动特点和规律的改变以及在三维空间上的位移变化,评估腰椎的动态平衡性,探讨腰椎不稳症的发病原因,了解影像学变化与临床症状改善之间的相关性,研究脊椎推拿手法治疗腰椎不稳症的机制并建立科学的手法治疗疗效评估系统。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

2015 年 3 月至 2017 年 5 月在无锡市中医医院门诊就诊的 L_{4-5} 节段腰椎不稳症患者(签知情同意书),年龄在 40~65 岁,男 12 例,女 18 例。采用随机分组方法将患者随机分为试验组 15 例,对照组 15 例。

1.2 诊断标准

美国骨科医师协会(American Academy of Orthopaedic Surgeons, AAOS)将腰椎不稳定义为:在应力作用下的异常反应,其特征是腰椎运动节段的活动超出了正常限制^[2]。目前对退行性腰椎不稳症诊断标准缺乏统一的标准,主要可分为临床诊断和影像学诊断,临床诊断可参照以下两点:1)轴向负荷时诱发下腰痛(站立或行走时);2)休息后症状可以缓解(坐位或卧位时)^[3]。放射学不稳定是指在对于腰椎的影像学评估,目前,普遍较为接受的标准仍然是腰椎动力位片,也就是屈伸侧位片的测量,包括病变椎间隙的椎间角差值大于 11° ,椎体间的位移超过 3 mm。但此标准尚不能得到统一的认可^[4]。有专家认为屈伸 X 线上,矢状位移位超过 4 mm;或成角大于 10° ;或 L_{1-2} , L_{2-3} , L_{3-4} 旋转超过 15° , L_{4-5} 超过 20° , L_5S_1 超过 25° ^[5]。

1.3 纳入标准

1)年龄 40~65 岁;2)具有腰椎不稳的症状:有与腰椎活动(屈伸,侧屈,旋转)或体位变换相关的腰臀部疼痛以及神经损害症状,包括突然的活动受限,腰部

“不稳交锁”现象,休息或支具制动可缓解症状;疼痛无明显的神经定位体征或呈一过性神经卡压体征;3)查体 L_{4-5} 棘间及附近有明显的压痛;4)常规进行腰椎正侧位 X 线摄片和过伸-过屈位 X 线片测量。

1.4 排除标准

腰椎滑脱,结构性侧凸,严重骨质疏松,陈旧性骨折以及有腰椎手术史者。

1.5 方法

1.5.1 治疗方法

试验组采用脊柱推拿手法对腰椎不稳症患者进行手法调整治疗。脊柱推拿手法包括松解手法和微调手法。松解手法:揉法、按法、揉法和弹拨法。腰椎微调手法:患者侧卧位,身体尽可能放松。术者先用一侧肘臂稳定患者骨盆,食、中指分开触于错位椎骨棘突的上下间隙,另一手则拉住患者下侧肩膀慢慢前移,使脊柱的上段逐渐前屈,至触于错位椎骨棘突上一间隙的食指刚刚感到其上一棘突随着脊柱的前屈而发生上移,棘突间隙增宽时,立即停止肩膀前移。然后用拉肩膀之肘臂稳定患者上侧肩部,手的食、中指分开,置于错位椎骨棘突上下间隙,另一手拉患者下侧下肢慢慢前移,使髋关节逐渐屈曲,并带动骨盆后倾、腰椎前屈,至触于错位椎骨棘突下一间隙的食指刚刚到其下一棘突下移,棘突间隙增宽时,立即停止前移下肢并用肘臂稳定骨盆,保持脊柱下段的前屈幅度。再将食、中指抵住错位偏凸的椎骨棘突,然后按斜扳法操作要领施以“巧力寸劲”并做一个突发的、增大幅度的快速扳动同时以食中指顶推棘突,予以整复,常可闻及“喀喀”的弹响声。调整结束后取侧卧位,分别松解两侧横突处的腰肌及腹肌,并放松患肢肌肉后结束治疗。每次治疗时间为 20 min,隔日 1 次,治疗 6 次为 1 个完整疗程。

对照组采用腰部核心肌力锻炼治疗腰椎不稳症。1)五点支撑法:患者仰卧于床上,以头、双肘、双足五点为支撑点,将身体拱起,使腰肌收缩,每日早中晚各做一遍,每遍做 15 次。2)飞燕点水法:患者俯卧于床上,双腿伸直,双手伸直放于身后两侧,在保持身体伸直的情况下使同时头、上肢、下肢同时离开床面,达到身体后弓的目的。每日早中晚各做 1 遍,每遍做 15 次。锻炼 15 d 为 1 个完整疗程。

1.5.2 疗效评定方法

JOA 评分和 Oswestry 障碍评分。JOA 评分,日本矫形外科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)下腰痛评分表,分数越低表明障碍越明显,治疗后评分改善率=(治疗后评分-治疗前评分)/(正常评分-治疗前评分) $\times 100\%$ 。Oswestry 障碍评分,功能障碍指数问卷表,由 10 个问题组成,包括疼痛的强度、生活自理、提物、步行、坐位、站立、干扰睡眠、性生活、旅游等 10 个方面的情况,每个问题 6 个选项,每个问题最高分为 5 分,得分越高,表明障碍越严重。

动态影像学测量方法使用的测量机器为电动数字化三维 C 臂机(自带数据库储存以及自动化图像处理功能,并可以按设置要求多向匀速转动)。受试者取站立位进行前屈后伸活动的 X 线测量。站立位是为了模拟生理活动状态,卧位是为了最大限度减小肌肉力量对活动的影响。

前屈后伸位:在站立位进行测试(图 1),测试时受试者骨盆和膝关节都用专门的支具固定以防止髋、膝关节的代偿。采集腰椎侧位相。测试前校准 X 线发射增强器位置直至所获得的图像以 L_4 和 L_5 椎体为中心,即 L_4 和 L_5 椎体位于图像的正中位置。受试者以均匀速度进行前屈后伸运动,以直立位为中立位,前屈的度数为 60° ,后伸为 20° 。受试者在 10 s 内匀速的由中立位前屈至 60° ,再以同样速度匀速地由前屈位回到中立位。再于 5 s 内由直立位匀速后伸至 20° ,再以同样速度匀速地由后伸位回到中立位。一个完整的前屈后伸运动周期时间约为 30 s。在测试过程中,设置电动三维数字 C 臂机在受试者前屈活动时的运动幅度为 $0^\circ \sim 60^\circ$,时间设定为匀速 10 s,后伸活动时运动幅度为 $0^\circ \sim 20^\circ$,时间设定为匀速 5 s,这样保证了增强器运动与腰椎运动保持一致,始终使 L_4 和 L_5 椎体位于显示器的中心连续地采集图像。在上述运动方式的图像采集过程中,腰椎每个运动方向上活动回到中立位进行下一个方向活动之前必须要有 1~2 s 的停顿以利于图像的配准并防止受试者的晃动。

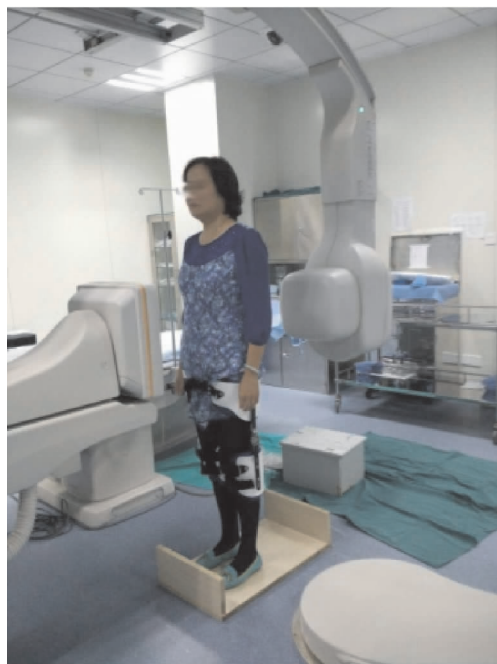


图 1 患者前屈后伸位

1) 图像获取

在测量过程中数字抓帧器以 10 帧/s 的速率来捕获图像,这样在一次前屈后伸活动中可以获得连续的腰椎运动图像约 300 幅。在一次左右侧屈和左右旋转运动中分别可以获得连续的腰椎运动图像约 400 幅。

2) 图像处理

一次动态的量化影像学 X 线测量可以获得 300~400 帧图像。图像的处理由计算机自动进行。首先进行图像的配准(Image Registration),图像追踪(Image Tracking),记录运动过程中各个椎体活动以及椎体之间的空间关系,将这些空间关系转化成数据输出,再将这些数据转化为图表或者数字进行分析。

首先使用滤波器将所获得的图像进行增强以使腰椎椎体的边界在软组织中的显影更加清楚,再将增强后的图像输入 MATLAB 图像分析软件(Matrix Laboratory,美国 MathWorks 公司)。首先用 Frobin 法确定椎体的中点和纵轴(图 2),椎体侧位像的对角线的交点为椎体的中点,通过椎体中点的与上下终板平行的直线为椎体的纵轴)。一旦在椎体的中点和纵轴被确定,计算机就可以通过一个运动周期中获得的数百帧图像进行椎体运动轨迹的模拟并计算各个椎体之间的相互关系。

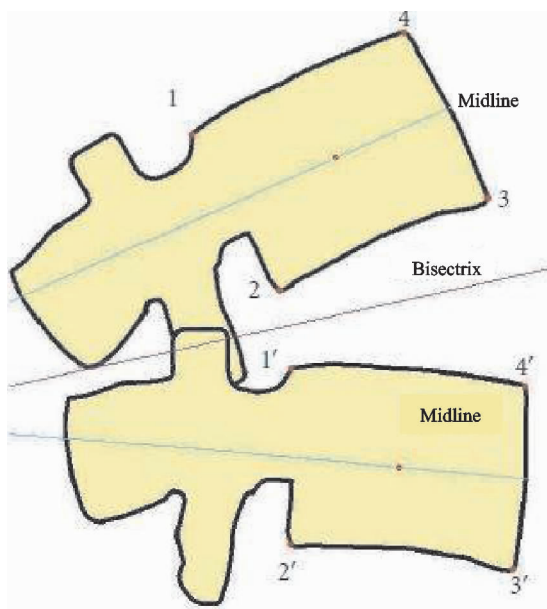


图 2 Frobin 法确定椎体的中点和纵轴^[6]

3) 观察参数

椎体矢状位上的旋转及位移:在前屈后伸活动图像中测量,如图 3 所示。

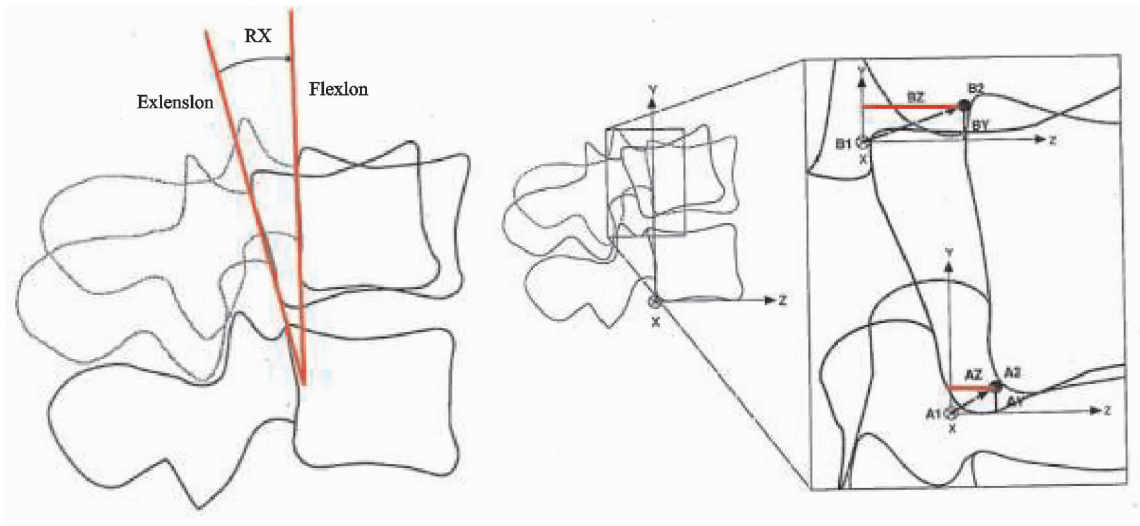


图 3 椎体矢状位上的旋转及位移的测量(RX 为旋转,BZ 及 AZ 为位移)

1.6 统计学方法

<0.05 差异有统计学意义。

建立腰椎运动参数数据库,所有数据使用 EPI-
DATA3.0 录入数据库,由 SPSS13.0 统计学软件分
析。每个椎体及椎间隙的各个运动参数均单独计算,
多组间参数比较采用单因素方差分析,正态分布两组
比较采用 t 检验,非正态分布采用秩和检验,试验组和
对照组的差异分别通过卡方检验和独立样本 t 检验; P

2 结果

2.1 两组患者的一般资料比较

两组患者年龄、JOA 评分、Oswestry 障碍评分分
别经独立样本 t 检验, $P>0.05$ 差异无统计学意义,说
明两组有可比性,见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	性别比 (男/女)	年龄(岁) ($\bar{x}\pm s$)	JOA 评分 ($\bar{x}\pm s$)	Oswestry 障碍评分 ($\bar{x}\pm s$)
对照组	5/10	53.2 \pm 7.3	12.5 \pm 4.7	24.4 \pm 2.5
试验组	7/8	56.1 \pm 5.5	11.3 \pm 4.1	26.2 \pm 2.5
检验统计量	$\chi^2=0.556$	$F=0.633$	$F=0.047$	$F=1.085$
P	0.456	0.433	0.829	0.306

2.2 JOA 评分和 Oswestry 障碍评分

通过 JOA 评分对腰痛情况在治疗前后的比较,试
验组、对照组改善率分别为 86.7%、40.0%,试验组显
然高于对照组。通过比较治疗前后 Oswestry 障碍评

分经配对 t 检验,差异有统计学意义($P<0.01$)显示试
验组和能有效地减轻腰部疼痛、改善症状、提高日常生
活自理能力,而对照组($P>0.05$),治疗前后差异无统
计学意义,见表 2,3。

表 2 治疗前后 JOA 评分比较

组别	JOA 评分($\bar{x}\pm s$)		t	P
	治疗前	治疗后		
对照组	14.30 \pm 5.500	15.9 \pm 5.200	1.159	0.266
试验组	12.40 \pm 3.699	23.00 \pm 5.028	10.227	0.001

表 3 治疗前后 Oswestry 障碍评分比较

组别	Oswestry 障碍评分($\bar{x}\pm s$)		t	P
	治疗前	治疗后		
对照组	25.33 \pm 2.717	22.27 \pm 3.011	3.460	0.303
试验组	24.73 \pm 2.604	13.93 \pm 4.667	12.595	0.002

2.3 动态影像学评估

1)组内比较

表 4 显示试验组治疗前后椎体移动范围(用 AZ
和 BZ 表示)和椎体的松弛度(用 RX 表示),采用配对
 t 检验,比较治疗前后 L_4 和 L_5 椎体 AZ,BZ 及 RX 的

差值,治疗后 L_4 和 L_5 椎体的相对运动范围较前缩小,
差异有统计学意义($P<0.05$), L_4 椎体的松弛度在治
疗前后差异无统计学意义,而 L_5 椎体的松弛度在治疗
前后差异有统计学意义。

表 5 显示对照组治疗前后椎体移动范围(用 AZ 和

BZ 表示)和椎体的松弛度(用 RX 表示),采用配对 t 检验,比较治疗前后 L₄ 和 L₅ 椎体 AZ,BZ 及 RX 的差值,治疗后 L₄ 椎体的相对运动范围,差异无统计学意义($P>0.05$)L₅ 椎体的 AZ 数据前后差异无统计学意义,而 BZ 数据前后差异有统计学意义($P<0.05$),L₄L₅ 椎体的松弛度在治疗前后差异无统计学意义($P>0.05$)。

2)组间比较

表 6 和表 7 显示治疗前试验组和对对照组 L₄ 和 L₅ 椎体的 AZ,BZ 及 RX 经独立样本 t 检验差异无统计学意义($P>0.05$),而表 8 和表 9 则显示试验组和对对照组 L₄ 和 L₅ 椎体的 AZ,BZ 及 RX,经独立样本 t 检验差异有统计学意义($P<0.05$)。

表 4 试验组治疗前后椎体矢状位的旋转及位移的测量差值($\bar{x}\pm s$)

椎体	AZ	BZ	RX
L ₄ 治疗前	-0.002 6±0.037 5	-0.050 6±0.074 3	-0.027 8±0.106
L ₄ 治疗后	-0.002 6±0.037 5	-0.016 6±0.032 6	-0.022 3±0.076 5
t	2.421	2.748	0.192
P	0.03	0.016	0.851
L ₅ 治疗前	-0.048 3±0.046 1	-0.075 2±0.056 0	0.027 4±0.047 3
L ₅ 治疗后	-0.014 4±0.042 0	-0.025 7±0.054 1	0.005 5±0.015 8
t	2.996	2.755	2.165
P	0.01	0.015	0.048

表 5 对照组治疗前后椎体矢状位的旋转及位移的测量差值($\bar{x}\pm s$)

椎体	AZ 差值	BZ 差值	RX 差值
L ₄ 治疗前	-0.028 0±0.050 3	-0.038 2±0.120 8	-0.035 0±0.085 6
L ₄ 治疗后	-0.030 0±0.032 3	-0.054 1±0.055 8	0.030 4±0.050 9
t	-0.147	-0.687	1.89
P	0.885	0.503	0.08
L ₅ 治疗前	-0.042 1±0.061 5	-0.041 4±0.094 2	0.013 6±0.048 8
L ₅ 治疗后	-0.047 3±0.044 4	0.032 7±0.079 7	0.031 0±0.037 4
t	0.378	2.698	1.414
P	0.711	0.017	0.179

表 6 治疗前试验组与对照组 L₄ 椎体矢状位旋转及位移的测量($\bar{x}\pm s$)

组别	AZ	BZ	RX
试验组	-0.031 4±0.029 7	-0.050 6±0.074 3	-0.027 8±0.106
对照组	-0.028 0±0.050 3	-0.038 2±0.120 8	-0.035 0±0.0856
t	0.23	0.341	0.204
P	0.82	0.736	0.84

表 7 治疗前试验组与对照组 L₅ 椎体矢状位旋转及位移的测量($\bar{x}\pm s$)

组别	AZ	BZ	RX
试验组	-0.048 3±0.046 1	-0.075 2±0.056 0	0.027 4±0.047 3
对照组	-0.042 1±0.061 5	-0.041 4±0.094 2	0.013 6±0.048 8
t	0.309	1.196	0.788
P	0.76	0.242	0.437

表 8 治疗后试验组与对照组 L₄ 椎体矢状位旋转及位移的测量($\bar{x}\pm s$)

组别	AZ	BZ	RX
试验组	-0.002 6±0.037 5	-0.016 6±0.032 6	-0.022 3±0.076 5
对照组	-0.030 0±0.032 3	-0.054 1±0.055 8	0.030 4±0.050 9
t	2.144	2.248	2.225
P	0.041	0.035	0.034

表 9 治疗后试验组与对照组 L₅ 椎体矢状位旋转及位移的测量($\bar{x}\pm s$)

组别	AZ	BZ	RX
试验组	-0.014 4±0.042 0	-0.025 7±0.054 1	0.005 5±0.015 8
对照组	-0.047 3±0.044 4	0.032 7±0.079 7	0.031 0±0.037 4
t	2.085	2.35	2.439
P	0.046	0.026	0.021

3 讨论

通常认为,脊柱的稳定性,指在承受内在或外在负荷的情况下,组成脊柱的各个部分之间保持在相对正常的生理范围内,就是脊柱结构维持本身生理平衡位置的能力。脊柱的稳定由肌肉、肌腱、神经、椎体、韧带、关节突和关节囊等结构共同承担,当脊柱发生病变导致各个部分之间的功能无法代偿的时候,脊柱的稳定性就会逐渐丧失,出现各种临床症状。因此,针对造成腰椎不稳的病因,在本次研究中的脊柱推拿包括松解手法和微调手法两部分,松解手法其功效在缓解肌肉痉挛、松解局部软组织粘连、促进局部血液循环,改善神经、肌肉缺血状态,消除炎症,其目的是调整改善椎旁肌肉和肌腱的功能障碍。而微调手法针对性强,直接施力于病变节段,避免了手法应力的多连接传递,使非病变节段不承受额外的载荷,纠正小关节错位、改善腰椎生理曲度,纠正了椎体、关节突关节之间的位置异常,并促进了神经、肌肉功能的恢复,从而实现重建脊柱的稳定。

笔者认为,腰椎不稳症在出现临床症状即“功能异常”的同时必然伴有腰椎的异常活动即“结构异常”,但目前的影像学检查手段多为静态检查,例如,通过 X 线平片可以反映出椎间隙高度降低、椎体边缘骨赘形成、终板硬化等的改变,通过 X 线腰椎过伸过屈位片可以观察到椎体间的角度以及位移变化,进而把腰椎不稳分类为成角不稳、旋转不稳、水平不稳,通过 CT 和 MR 检查可以观察到腰椎关节突关节间隙的改变、椎间关节软骨的硬化、椎间盘的真空征、Modic 改变及椎旁肌肉密度改变等,通过这些静态的改变,可以间接地推测腰椎稳定性的下降^[7,8],但是对腰椎活动过程椎体间的异常活动无法进行观察,同时对运动中腰椎的对称性和平衡性无法评估,当然静态的影像学检查也存在着比较大的局限性,具体表现在:1)腰椎不稳症经常出现的疼痛,绞锁等症状并不是在过伸过屈位而是在轻微屈伸,旋转或侧屈活动时出现;2)没有对腰椎的侧屈,旋转活动做出评估;3)腰椎活动是复杂的三维方向运动,用静止状态很难描述腰椎活动复杂的动态过程。

腰椎活动时的动态平衡是腰椎稳定性的重要特征,临床上疼痛以及绞锁等不稳症状往往是在腰椎动态平衡性丧失的结果。动态平衡性并非取决于单一因素,而是由腰椎小关节,椎旁肌以及韧带多因素影响的结果。手法治疗后临床症状的改善可能是正是由于腰椎动态平衡性得到了恢复,重建了腰椎的稳定性,所以手法治疗腰椎不稳症的机制也许并不能用一元论来解释,可能包括了纠正了小关节的错位即“骨错缝”,改善椎旁肌的异常负荷以及对腰椎周围软组织的松解等,

但其最终机制是纠正了椎体间的异常活动,恢复了腰椎的动态平衡并最终重建了腰椎的稳定性。但是由于静态的影像学测量无法真实地反映腰椎活动过程中的动态全貌,对腰椎椎体间的异常活动以及其动态平衡性更是无法观察,导致对腰椎不稳症的机制分析及手法治疗的疗效评估上的困难,这也是中医手法治疗的客观化研究和量化评估中亟待解决的问题。

目前包括影像学检查发现小关节之间有明显的位移变化并伴有功能障碍,也有许多伴功能障碍但影像学未有异常表现,即在过伸过屈位片上未见明显异常,但这些患者都能够通过手法治疗取得满意疗效,这给手法治疗的机制分析和疗效评价造成了困难。国内学者通过影像学,生物力学的分析方法以及运动捕捉技术等手段对手法治疗颈椎病的机制以及疗效评价进行了深入的研究^[9],结果发现手法矫正“椎骨错缝”能有效改善异常应力分布,重建颈椎的稳定性^[10]。在前期的研究中,对颈椎病患者手法治疗前后的影像学改变和临床疗效的相关性进行了分析^[11,12],发现通过手法治疗后,影像学的变化的同时均伴有临床症状改善,说明影像学的改变对手法治疗颈椎病的疗效评估有着积极的意义,而与颈椎相比,腰椎担负了更多的承重与稳定功能,周围肌肉丰富,活动方式也更为复杂,所以更加需要全面且能够量化的测量指标。

量化 X 线测量技术(Quantitative Fluoroscopy, QF)是基于数字化动态 X 线透视以及图像自动措置演算法(Processing Algorithm,可以使图片在无损编辑条件下,取得加倍优化的降噪和锐化措置结果)计算腰椎椎体的活动规律来评估腰椎活动状态和特点的方法。它可以克服上述方法的诸多缺点,在低 X 线剂量下对处于运动中的物体获取连续的动态数字化图像序列进行自动演算并获得精确的量化结果^[13,14]。利用动态的连续 X 线扫描实现影像几何量的数字化,并在计算机内将数据整合重建成数字化三维立体结构图像,其特点为:1)腰椎椎体活动的精确测量;2)图像序列的连续采集;3)图像数据的数理分析。其优点为:1)在最低的 X 射线剂量下获得精确结果;2)可消除腰椎运动中产生的图像伪影,最大程度的避免了图像的失真;3)自带的工作站可以对图像进行处理分析,并与各种图像处理软件兼容。量化 X 线动态测量技术的另一个优点就是可以利用连续采集的二维图像资料通过计算机辅助的图像处理技术建立三维数字化模型,既往的三维数字化重建技术必须建立在二维图像如 CT、MRI 的连续扫描基础上,虽然成像清晰,但是具有射线剂量偏大,价格昂贵等缺点,而量化 X 线动态测量技术可以在低剂量射线的基础上建立三维数字化模型,既可以提供精确的瞬时信息,又可以提供多维信

息,进行高质量的数字化重建,从而能够直观、具体地观察腰椎在三维空间上的位移变化以及位置异常,了解腰椎运动时的动态平衡性在腰椎稳定性重建中的作用。

在本研究中,运用脊柱推拿手法治疗腰椎不稳症,并通过量化 X 线测量技术评估手法治疗前后失稳腰椎动态平衡性的变化,评估其在腰椎不稳症的发病机制及腰椎稳定性重建中的作用。通过对腰椎不稳症手法治疗前后动态影像学变化,临床症状的改善以及两者之间的相关性,即“结构异常”和“功能异常”的关系,探讨手法重建腰椎稳定性的机制并建立手法治疗腰椎不稳症的疗效评估系统。

通过脊柱推拿治疗,患者的临床症状获得明显改善,这种改善具体表现在腰椎在矢状面屈伸活动的过程中,不稳定节段腰椎椎体的相对位移显著降低,同时其松弛度也较前降低。由此看来,量化 X 线测量技术不但可以灵敏地反映腰椎稳定性的状态^[15],而且可以及时地反映经过治疗后腰椎椎体运动状态的变化。在临床症状的改善率上,试验组明显优于对照组,这种疗效差异通过量化 X 线测量技术检查也得到了明显的体现。

综上所述,通过使用量化 X 线测量技术全程、动态观察并量化分析腰椎椎体三维活动的特点和规律,揭示了脊柱手法推拿可以促进腰椎运动时的动态平衡性的恢复,从而达到腰椎稳定性的重建。

与 X 线片和 CT 相比较,量化 X 线检查辐射剂量低,但缺点是图像欠清晰、噪点多,在实际工作中通过增强边缘和边缘检测,增强边缘得到的图像用于自动检测角点,边缘检测得到的图像则用于角点追踪。现已实现了矢状面和冠状面的角点追踪及相关参数的计算,但后续仍有一些问题需要解决:如冠状位上椎体角点自动检测,旋转状态下追踪效果不好,这些因素影响了对于腰椎冠状位上运动状态的研究。由于电动数字化三维 C 臂机的显示屏的视野有限,本次研究仅选取了 L_{4~5} 节段进行研究,实际上,当腰椎不稳发生后对邻近节段的运动状态往往会产生影响,后续还值得进一步的研究和改进。另外,由于试验的样本量偏少,目前缺乏多中心、大样本的临床数据,导致难以确定精确的诊断标准。

参考文献

[1] Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF. Instability of the lumbar spine[J]. Clin Orthop Relat Res, 1982, 78(165): 110-123.

- [2] Nizard RS, Wybier M, Laredo JD. Radiologic assessment of lumbar intervertebral instability and degenerative spondylolisthesis[J]. Radiol Clin North Am, 2001, 39(1): 55-71.
- [3] 杨惠林, 马宏庆, 王根林, 等. 全国腰椎退行性疾患座谈会会议纪要[J]. 中华骨科杂志, 2006, 26(10): 711-716.
- [4] 孙天胜, 赵广民. 腰椎滑脱和腰椎不稳的诊断和治疗[J]. 中国骨伤, 2010, 23(4): 239-241.
- [5] 范顺武, 赵兴. 腰椎不稳和腰椎滑脱的相关问题[J]. 中国骨伤, 2010, 23(4): 241-244.
- [6] Frobin W, Brinckmann P, Leivseth G, et al. Precision measurement of segmental motion from flexion-extension radiographs of the lumbar spine[J]. Clin Biomech, 1996, 11(8): 457-465.
- [7] Hasegawa K, Shimoda H, Kitahara K, et al. What are the reliable radiological indicators of lumbar segmental instability? [J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93(5): 650-657.
- [8] Wang G, Karki SB, Xu S, et al. Quantitative MRI and X-ray analysis of disc degeneration and paraspinal muscle changes in degenerative spondylolisthesis[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2015, 28(2): 277-285.
- [9] Fritschy JM, Sarter M. Repeated massage-like stimulation induces long-term effects on nociception: contribution of oxytocinergic mechanisms[J]. Eur J Neurosci, 2009, 29(4): 868.
- [10] 元唯安, 詹红生, 房敏, 等. 关于脊柱“半脱位”内涵及名称之思考[J]. 中国骨伤, 2011, 24(10): 861-863.
- [11] 张明才, 吕思哲, 程英武, 等. 基于有限元模型研究椎骨裂缝对颈椎病患者关节应力的影响[J]. 中国骨伤, 2011, 24(2): 128-131.
- [12] 杜建明, 王正琴, 杨智杰, 等. 交感型颈椎病治疗前后 X 线影像学改变分析[J]. 南京中医药大学学报, 2012, 28(6): 523-526.
- [13] Mellor FE, Muggleton JM, Bagust J, et al. Midlumbar lateral flexion stability measured in healthy volunteers by in vivo fluoroscopy[J]. Spine, 2009, 34(22): E811-817.
- [14] Breen AC, Teyhen DS, Mellor FE, et al. Measurement of intervertebral motion using quantitative fluoroscopy: report of an international forum and proposal for use in the assessment of degenerative disc disease in the lumbar spine[J]. Adv Orthop, 2012, 802350.
- [15] Ahmadi A, Maroufi N, Behtash H, et al. Kinematic analysis of dynamic lumbar motion in patients with lumbar segmental instability using digital videofluoroscopy[J]. Eur Spine J, 2009, 18(11): 1677-1685.

(收稿日期: 2017-05-08)