

临床论著

非特异性腰痛患者坐-立位脊柱序列变化的研究

吴玉丽^{1,2}, 张军卫^{2,3}, 陈世铮³, 唐和虎³, 洪毅^{2,3}

(1 杭州市中医院丁桥院区针灸康复科 310021 杭州市; 2 首都医科大学康复医学院 100068 北京市;

3 中国康复研究中心北京博爱医院脊柱脊髓外科 100068 北京市)

【摘要】目的:研究非特异性腰痛(nonspecific low back pain, NLBP)患者坐-立位脊柱序列变化的特点。**方法:**选择 NLBP 患者 50 例, 其中男 15 例, 女 35 例, 年龄为 48.0 ± 10.7 岁; 同时招募 50 名健康志愿者作为对照组, 其中男 17 例, 女 33 例, 年龄为 45.2 ± 10.6 岁。采用脊柱形态测量仪(Spinalmouse®)分别测量两组坐位及立位胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)、腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、骶骨倾角(sacral inclination, SacHipJ)、倾角(inclination, Incl)。采用 Wilcoxon 检验, 分别对比各组坐位和立位的脊柱参数; 采用 Mann-Whitney U 检验, 对比两组立位脊柱参数、坐位脊柱参数及坐-立位脊柱参数变化量(difference value, D); 采用 Spearman 检验, 评估 NLBP 组腰痛的视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分与坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的相关性; 以 30~39 岁、40~49 岁、50~59 岁、60~69 岁分为四个年龄段, 采用 Kruskal-Wallis H 检验, 对比 NLBP 组各年龄段坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的差异。**结果:**立位变为坐位时, 两组的 TK、LL、SacHipJ 均变小($P < 0.05$), Incl 均增大($P < 0.05$); 立位时, 两组参数无统计学差异($P > 0.05$); 坐位时, NLBP 组 LL 较对照组大, Incl 较对照组小($P < 0.05$); NLBP 组 D-TK、D-LL、D-Incl 均较对照组小($P < 0.05$)。NLBP 组的 VAS 评分与立位及坐位 LL 相关性无统计学意义($P > 0.05$), 与 D-LL 呈弱的负相关($r_s = -0.293, P < 0.05$)。NLBP 组坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 不同年龄段间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论:**NLBP 患者坐-立位脊柱序列不同于健康人群, 表现为坐位时 LL 较健康受试者大, 而从立位转变为坐位时, 除骨盆后旋外, 胸椎与腰椎曲度变小及躯干前移的变化量均较健康受试者小。

【关键词】非特异性腰痛; 坐-立位; 脊柱矢状位序列

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.06.05

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2020)-06-0509-07

Study on spinal sagittal alignment at standing and sitting position in patients with non-specific low back pain/WU Yuli, ZHANG Junwei, CHEN Shizheng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(6): 509-515

【Abstract】 Objectives: To study the spinal sagittal alignment at standing and sitting positions in patients with non-specific low back pain (NLBP). **Methods:** 50 NLBP patients (15 males and 35 females; mean age 48.0 ± 10.7 years) were included and 50 healthy volunteers (17 males, 33 females; mean age 45.2 ± 10.6 years) were recruited as control group. Spinalmouse was used to measure the angles of thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL), sacral inclination (SacHipJ) and inclination (Incl) of the two groups at sitting and standing positions respectively. Wilcoxon test was used to compare the differences of spinal parameters between sitting and standing positions in each group, and Mann-Whitney U test was used to compare the differences of the spinal parameters of the standing position, sitting position and the difference value(D) from standing to sitting positions between the two groups. Spearman test was used to analyze the correlation among visual analogue scale (VAS) of the low back pain and LL at sitting and standing position and D-LL in the NLBP group. NLBP group was divided into four age groups: 30-39 years old, 40-49 years old, 50-59 years old, and 60-69 years old, and Kruskal-Wallis H test was used to compare the differences of LL at sitting and standing position and D-LL at different ages in the NLBP group. **Results:** When the position was changed from stand-

第一作者简介: 女(1991-), 住院医师, 硕士研究生, 研究方向: 脊柱脊髓损伤康复

电话: (0571)88950983 E-mail: 1280008326@qq.com

通讯作者: 张军卫 E-mail: 13910158172@163.com

ing to sitting, TK, LL and SacHipJ decreased($P<0.05$) and Incl increased($P<0.05$) in both groups. In standing position, there was no difference in angles between the two groups($P<0.05$). In the sitting position, the LL was greater and the Incl was smaller($P<0.05$) in NLBP group than those in the control group. When the position was changed from standing to sitting, the angle variation of TK, LL and Incl in NLBP group were smaller than those in control group($P<0.05$). VAS had no correlation with LL at standing or sitting position($P>0.05$), but there was a weak negative correlation with the D-LL($r_s=-0.293$, $P<0.05$) in the NLBP group. There was no statistically significant difference among LL at sitting and standing position or D-LL at different ages in the NLBP group($P>0.05$). **Conclusions:** Spinal sagittal alignment at standing and sitting position in patients with NLBP was different from that of healthy people: the LL was greater than that of healthy subjects in the sitting position, and the variation of thoracic spine and lumbar spine flattening and trunk forward movement were smaller than those of healthy subjects in the shift from the standing position to the sitting position, except for the posterior rotation of pelvis.

[Key words] Non-specific low back pain; Sitting-standing position; Spinal sagittal alignment

[Author's address] Acupuncture and Rehabilitation Department, Hangzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine(Dingqiao District), Hangzhou, 310021, China

脊柱矢状面序列在脊柱退行性疾病的治疗中具有重要的意义^[1-3]。适当脊柱序列可以有效缓解相关症状,减少相关并发症^[4,5]。本课题组前期对非特异性腰痛(nonspecific low back pain,NLBP)患者及腰椎间盘突出症患者的脊柱序列进行了研究,并初步描述了这两种腰痛类型患者脊柱序列的特点^[6]。但目前脊柱矢状面参数主要通过立位获得^[7],随着生活方式的改变,坐位占据了大量的时间^[8]。研究表明坐、立位脊柱矢状面序列存在差异^[9],因此有必要对坐位脊柱矢状面序列进行研究。尽管以往有文献对立位和坐位脊柱矢状面序列的差异进行了相关报道,但大多数研究招募的受试者都是健康人^[9-11],缺少对腰痛患者的研究;其次,测量方法多采用X线片^[12-14],对受试者产生放射性危害。本研究使用脊柱形态测量仪(Spinalmouse[®])^[15,16]测量健康人群及NLBP患者立位和坐位的脊柱参数并进行对比,探索NLBP患者坐-立脊柱序列变化的特点,以提供临床指导。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2017年6月~2018年6月在中国康复研究中心北京博爱医院就诊的NLBP患者50例,年龄30~69岁;募集健康志愿者50名,年龄30~69岁。腰痛组纳入标准:①符合《中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识》^[17]中慢性非特异腰痛诊断标准的腰痛患者;②慢性(病程>3个月)腰痛,急性发作;③腰痛的视觉模拟量表(visual

analogue scale,VAS)评分>3分;④身体质量指数(body mass index,BMI)20~28kg/m²。对照组纳入标准:①无腰腿痛病史;②BMI 20~28kg/m²。腰痛组排除标准:①病因明确、有特异性病理改变的腰痛患者:腰椎间盘突出、腰椎管狭窄、脊柱有外伤手术史或接受有创操作、肿瘤、感染、畸形等;②运动神经元病等神经系统疾病者;③任何情况(如髋膝疾患影响站立、心肺功能障碍)无法完成研究者。对照组排除标准:①测试时有腰痛者;②有过性腰痛病史者。

经中国康复研究中心伦理委员会批准,在医院招募研究志愿者,所有志愿者签署知情同意书。

1.2 Spinalmouse[®] 简介(图1)

Spinalmouse[®]是一种运用大地倾角传感测量技术的设备,由脊柱鼠及电脑系统构成,测量时脊柱鼠的滑轮沿C7~S3各棘突下滑,通过传感器将数据传入电脑系统,电脑系统可计算出相邻两椎体间的角度,即Th1/2、Th2/3...L5/S1,并由此自动计算出胸椎后凸角(thoracic kyphosis,TK)、腰椎前凸角(lumbar lordosis,LL)、骶骨倾角(sacral inclination,SacHipJ)、倾角(inclination,Incl)。所有测量结果由系统自动转化成EXCEL格式输出。

1.3 测量体位(图2)

受试者脱去鞋和上衣。暴露并标记C7~S3的棘突。测量体位:(1)立位。受试者放松站好,双上肢自然垂于身体两侧,髋关节和膝关节伸直,双脚同肩宽,重心放于两脚间。(2)坐位。选用可调整高度的无靠背座椅以达到如下坐姿:受试者放松坐好,躯干模拟生活中的自然坐姿,双上肢自然垂于

身体两侧,同时保持髋关节、膝关节屈曲 90°、小腿自然垂直于地面,重心放于两坐骨结节间。

1.4 测量参数(图 3~5)

TK,Th1/2~Th12/L1 的总和,代表全胸椎矢状面角度大小。LL,Th12/L1~L5/S1 的总和,代表全腰椎矢状面角度大小。以上 2 个参数角度大小以绝对值表示,正负代表角度方向,后凸为正,前凸为负。SacHipJ,代表骨盆的空间位置,前倾为正,后倾为负。Incl,T1 到 S1 的连线与垂线间的夹角,正值为躯干前倾,负值为躯干后倾。文中图 1~5 均来源于 Spinalmouse® 使用说明书。

腰痛程度评估参数为 VAS 评分:0 分为无痛,10 分为剧烈疼痛,0~3 分为轻度疼痛,4~7 分为中度疼,8~10 分为重度疼痛。

1.5 质量控制

质量控制:①由 2 位副主任医师对患者进行初诊断,若诊断结果不同,则由两人讨论后做出统一诊断;②测试由专人按 Spinalmouse® 说明进行;③每个受试者分别由 2 位检查者各测量 1 次,如果两检查者测量角度差异 $>4^{\circ}$,需重新测量,取 2 人平均值为测量值。

1.6 统计学方法

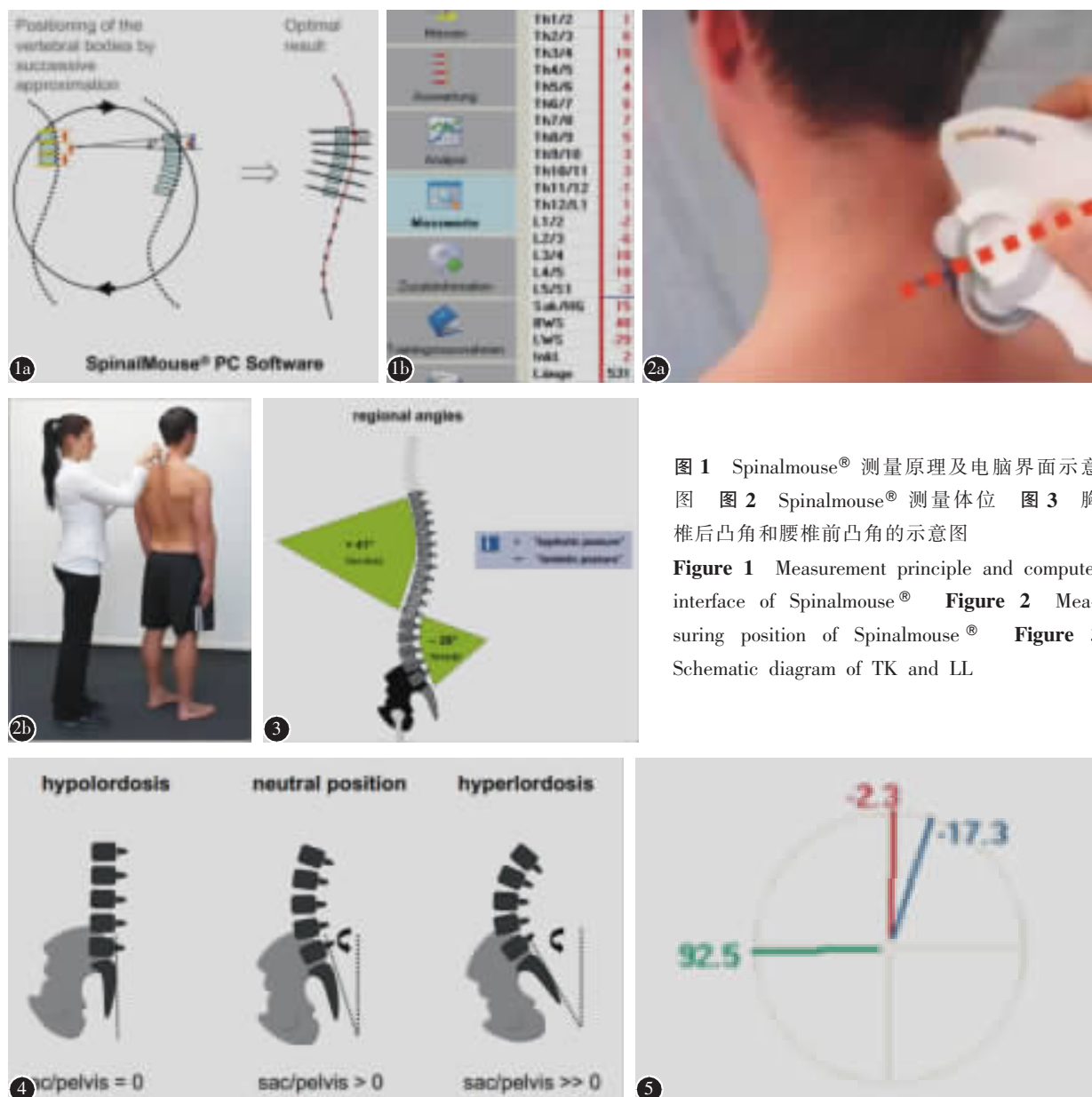


图 1 Spinalmouse® 测量原理及电脑界面示意图 图 2 Spinalmouse® 测量体位 图 3 胸椎后凸角和腰椎前凸角的示意图

Figure 1 Measurement principle and computer interface of Spinalmouse® Figure 2 Measuring position of Spinalmouse® Figure 3 Schematic diagram of TK and LL

图 4 骶骨倾角示意图 图 5 倾角示意图

Figure 4 Schematic diagram of SacHipJ Figure 5 Schematic diagram of Incl

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。分类数据用卡方检验,连续性数据呈非正态分布,采用非参数检验,组内对比用 Wilcoxon 检验,每组各自对比坐位和立位脊柱参数;组间对比用 Mann-Whitney U 检验,对比两组立位脊柱参数、坐位脊柱参数及坐-立位脊柱参数变化量;采用 Spearman 检验评估 NLBP 组 VAS 评分与坐位 LL、立位 LL 及 LL 的坐-立位变化量(difference value, D)(D 代表坐位-立位的差值)的相关性(相关系数 $r_s < 0.2$ 表示相关性非常弱, $0.2 \leq r_s < 0.4$ 表示相关性弱, $0.4 \leq r_s < 0.6$ 表示相关性中等, $0.6 \leq r_s < 0.8$ 表示相关性好, $r_s \geq 0.8$ 表示相关性非常好);以 30~39 岁、40~49 岁、50~59 岁、60~69 岁分为四个年龄段,采用 Kruskal-Wallis H 检验对比 NLBP 组各年龄段坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的差异。用中位数及四分位数 M(QL, QU)表示(其中 $M=P_{50}$, $QL=P_{25}$, $QU=P_{75}$)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

两组一般资料(年龄、性别、BMI 及各年龄段分布情况)比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性(表 1、2)。

2.2 脊柱矢状位参数对比

两组立位和坐位时脊柱矢状面参数见表 3、4。组内对比:对照组与 NLBP 组均显示由立位变为坐位时, SacHipJ、TK、LL 均变小, Incl 变大 ($P < 0.05$),说明由立位变为坐位时骨盆后倾,胸椎及腰椎变直,躯干向前倾斜。组间对比:立位时, NLBP 组较对照组 SacHipJ、TK、LL、Incl 差异均无统计学意义($P > 0.05$),说明立位 NLBP 组较对照

组脊柱序列无明显差异;坐位时, NLBP 组 SacHipJ、TK 与对照组比较无统计学差异 ($P > 0.05$), LL 较对照组大 ($P < 0.05$), Incl 较对照组小 ($P < 0.05$),说明坐位 NLBP 组骨盆和胸椎与对照组比较无明显差异,但腰椎角度较大、躯干倾斜度下降; NLBP 组 D-TK、D-LL、D-Incl 的绝对值较对照组小 ($P < 0.05$),说明 NLBP 组的胸椎、腰椎、倾角由立位变为坐位的角度变化程度较对照组小。

2.3 NLBP 组 VAS 评分与坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的相关性

NLBP 组 VAS 评分 [M (QL, QU)]=4 (4, 5), VAS 评分与坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的相关性见表 5。NLBP 组的 VAS 评分与立位及坐位 LL 无相关性 ($P > 0.05$),与 D-LL 呈弱的负相关 ($r_s =$

表 1 一般资料比较

Table 1 Comparison of general data

	例(男/女) n (Man/female)	年龄(岁) Age(years)	身体质量指数 BMI(kg/m ²)
对照组 Control group	50(17/33)	45.2±10.6	24.3±2.6
NLBP 组 NLBP group	50(15/35)	48.0±10.7	23.7±2.4
χ^2/T	0.184	-1.317	1.118
P	0.668	0.191	0.267

表 2 两组各年龄段分布

Table 2 Age distribution of the two groups

年龄分段(岁) Age group (years)	对照组(例) Control group(n)	NLBP 组(例) NLBP group(n)	χ^2	P
30~39	12	11	0.984	0.805
40~49	16	13		
50~59	16	17		
60~69	6	9		

表 3 两组脊柱矢状位参数对比

[M(QL, QU)]

Table 3 Comparison of spinal sagittal parameters

参数 Parameters	对照组 Control group		NLBP 组 NLBP group	
	立位 Standing	坐位 Sitting	立位 Standing	坐位 Sitting
SacHipJ(°)	15.0(9.8, 17.8)	6.0(2.0, 16.3) ^①	16.0(9.8, 20.0)	9.0(3.0, 14.0) ^①
TK(°)	47.5(38.0, 55.8)	38.5(27.0, 45.3) ^①	45.5(40.8, 53.3)	39.5(35.6, 43.0) ^①
LL(°)	-26.5(-32.5, -20.0)	-8.0(-18.5, 1.8) ^①	-27.5(-36.8, -20.0)	-13.0(-23.8, -7.3) ^{①②}
Incl(°)	2.5(0.5, 4.5)	9.0(6.8, 11.5) ^①	2.0(0.3, 4.3)	6.0(3.3, 8.0) ^{①②}

注:①与同组立位比较 $P < 0.05$;②与对照组坐位比较 $P < 0.05$

Note: ①Intra-group comparison between sitting and standing positions, $P < 0.05$; ②Comparison between NLBP group and control group at sitting position, $P < 0.05$

-0.293, $P < 0.05$), 说明疼痛评分越高, NLBP 患者腰椎坐-立位角度变化程度越小。

2.4 NLBP 组各年龄段坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的对比

NLBP 组坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 不同年龄段间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 6), 说明随着年龄增长, NLBP 患者坐位和立位腰椎角度及立-坐位变化量无明显改变。

3 讨论

3.1 脊柱矢状面参数测量工具

Spinalmouse® 是一种运用大地倾角传感测量技术的设备, 通过测量得出相邻两椎体间的角度, 并由此计算各区域的角度。既往文献^[18-20]中脊柱矢状面参数通常由 X 线摄片, 采用 Cobb 角测量

法, 取椎体终板切线的夹角作为角度的测量值。尽管测量原理上存在差异, Spinalmouse® 仍可以很好地测量角度大小及表示各部空间位置。张智海等^[21]曾就其对比传统 X 线片测量的优势进行了详细的说明。既往文献^[22, 23]也证实 Spinalmouse® 具有很好的可靠性、重复性和可信性。修晓琳等^[22]用 Spinalmouse® 测量相邻两椎体间的角度后发现 T4~L2 之间的测量信度较好; 而 Topalidou 等^[23]研究发现, Spinalmouse® 测量 SacHipJ、LL、TK 的组内相关系数 (intraclass correlation coefficient, ICC) 均大于 0.9, 而 Incl 的 ICC 大于 0.8。另外腰痛患者在排除骨折、肿瘤等严重疾病后, 往往拒绝重复的 X 线检查, 基于无创及经济原因, 我们选用 Spinalmouse® 作为测量工具。

3.2 坐-立位脊柱序列变化

孙卓然等^[24]和王伟等^[25]分别对青年和中老年的坐-立位脊柱-骨盆矢状位序列变化研究后均发现坐位时腰骶部矢状位序列会发生显著改变, 表现为骨盆后倾旋转, 胸椎与腰椎曲度变小, 腰椎向前倾斜, 躯干矢状轴向前移动。本研究对健康受试者和 NLBP 患者的坐-立脊柱矢状面序列分别进行对比后也得到了同样的发现, 说明 NLBP 患者从立位变为坐位时同样会出现骨盆后倾、胸椎与腰椎曲度变小、躯干向前倾斜的改变。

本研究通过对健康受试者和 NLBP 患者不同体位下的对比发现, 立位时两组的 TK、LL、SacHipJ、Incl 无显著性差异。但坐位时 NLBP 组的 LL 较大、Incl 较小, 而坐-立位角度变化的程度上, 除 D-SacHipJ 外, NLBP 组的 D-TK、D-LL 及 D-Incl 均较健康受试者小, 推测 NLBP 组的改变可能与椎旁肌肉软组织调整引起的姿势改变有关。Alamin 等^[26]通过测量对比 20 例无症状受试者立位及不同坐姿下椎间盘前后高度、椎间盘间隙角、L1-S1 角和棘间距, 发现立位 LL 及腰椎总平均高度均大于坐位, 认为 LL 越大, 椎间盘高度越高, 轴向负荷越少, 后方小关节压力越小, 提出最

表 4 两组坐-立位脊柱矢状位参数变化量对比
M(QL, QU)

Table 4 Comparison of value difference of spinal sagittal parameters in two groups from standing to sitting positions

参数 Parameters	对照组 Control group	NLBP 组 NLBP group	P
D-SacHipJ (°)	-7.5(-13.0, -0.3)	-6.5(-10.8, -3.0)	0.616
D-TK (°)	-11.0(-14.0, -6.8)	-7.0(-12.3, -2.0)	0.028
D-LL (°)	19.0(9.3, 27.5)	14.0(8.0, 18.8)	0.040
D-Incl (°)	6.5(3.5, 8.8)	4.0(1.3, 5.0)	0.005

注: D 代表坐位-立位的差值

Note: D is the value difference between sitting and standing positions

表 5 NLBP 组 VAS 评分与坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的相关性

Table 5 Correlation among VAS and LL at sitting and standing position and D-LL in the NLBP group

	相关系数 r_s	P
立位 LL(standing)	0.187	0.197
坐位 LL(sitting)	0.026	0.857
D-LL	-0.293	0.041

表 6 NLBP 组各年龄段坐位 LL、立位 LL 及 D-LL 的对比

M(QL, QU)

Table 6 Comparison of LL at sitting and standing position and D-LL at different ages in the NLBP group

	30~39 岁(years)	40~49 岁(years)	50~59 岁(years)	60~69 岁(years)	H	P
立位 LL(standing)	-27.0(-35.0, -19.6)	-29.8(-36.9, -25.6)	-26.3(-38.9, -20.0)	-23.0(-32.8, -19.0)	2.099	0.552
坐位 LL(sitting)	-15.5(-23.8, -2.8)	-18.3(-25.8, -8.4)	-13.3(-18.9, -5.6)	-8.5(-18.8, -6.3)	2.259	0.520
D-LL	15.0(8.6, 18.8)	14.0(5.5, 19.3)	13.8(8.8, 21.1)	14.0(8.0, 17.3)	0.354	0.950

接近立位姿势的跪坐是坐位时最舒适的体位。Makhsous 等^[27]及 Kwon 等^[28]通过研究也得到接近立位的坐姿是较好的体位的结论。因此,我们推测 NLBP 患者坐位时 LL 增大及 D-LL 的变小是为使坐位姿势接近立位,减少轴向负荷而产生的变化。由于研究条件限制,本研究未能进行验证,需在进一步研究中纳入。

传统观点认为,随着年龄增长,脊柱发生退行性改变,因而 LL 变小,腰椎活动下降。本研究进一步对比 NLBP 组各年龄段立位、坐位的 LL 及 D-LL 发现,不同年龄组间差异无统计学意义($P>0.05$),此结果与郑丰裕^[29]提出的 40 岁内人体 LL 随年龄增长呈下降趋势但 40 岁后由于腰椎肌肉骨骼的代偿 LL 趋于平稳的结论相符。说明 NLBP 组立位和坐位的 LL 及坐-立位角度变化量与年龄没有必然的联系。

Sorensen 等^[30]提出立位 LL 与 VAS 评分呈正相关,但本研究进一步分析 NLBP 组立位和坐位的 LL 与 VAS 评分的相关性后发现,NLBP 组立位和坐位 LL 与 VAS 评分均无相关性($P>0.05$),原因可能是 Sorensen 的研究对象包含各种原因导致的腰痛患者,而本研究中 NLBP 患者的腰痛程度多集中在中度,重度疼痛患者的样本量少,故进一步研究需增加重度疼痛患者的纳入。

慢性腰痛患者屈曲-松弛现象消失所导致活动度受限^[6]可能是 NLBP 患者坐位 LL 较对照组大、D-LL 变小的原因之一。尽管坐位时 LL 与 VAS 评分的相关性无统计学意义($P>0.05$),但本研究发现 VAS 评分与 D-LL 呈弱的负相关($r_s=-0.293, P<0.05$),即可能是腰痛刺激肌梭引起腰背部肌肉痉挛导致 NLBP 患者坐-立位腰椎变化程度变小。

通过对比脊柱不同参数坐-立位变化量的大小后发现,无论对照组或 NLBP 组,D-LL 明显大于 D-SacHipJ 和 D-TK,说明腰椎衔接胸椎与骨盆,无论腰痛与否,在坐立位变化过程中,腰椎活动度对脊柱骨盆序列的变化起着最重要的调节作用。本研究中 NLBP 组的 D-TK 较健康受试者小,但坐位时 TK 较对照组无显著性差异,而坐位 LL 及 D-LL 均较健康受试者小,说明 NLBP 患者在坐立位变化过程中,可能是腰痛引起的屈曲-松弛现象消失导致腰椎活动度受限起主导作用,而胸椎及躯干倾斜度的变化是为重建脊柱骨盆矢状

面力学平衡而发生的代偿性改变。因此,我们认为,临床上在指导 NLBP 患者调整坐姿及靠背时,也要关注疼痛控制及腰背部活动度的训练。

本研究也存在一些局限性,NLBP 患者的腰痛程度多集中在中度,重度疼痛患者的样本量少,本研究只对比了 NLBP 患者及健康受试者的坐-立位脊柱矢状面角度的差异,缺少对脊柱受力及椎旁肌肉活动等相关力学参数的测量,未能进一步验证 NLBP 患者坐-立位脊柱序列变化的力学机制。

综上,本研究发现 NLBP 患者坐-立位脊柱序列不同于健康人群,主要表现为坐位时 LL 较健康受试者大,而从立位转变为坐位时,除骨盆后旋外,胸椎与腰椎曲度变小及躯干前移的变化量均较健康受试者小。

4 参考文献

1. Shin EK, Kim CH, Chung CK, et al. Sagittal imbalance in patients with lumbar spinal stenosis and outcomes after simple decompression surgery[J]. Spine J, 2017, 17(2): 175-182.
2. Wu W, Chen Y, Yu L, et al. Coronal and sagittal spinal alignment in lumbar disc herniation with scoliosis and trunk shift[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 264.
3. Tatsumi M, Mkoba EM, Suzuki Y, et al. Risk factors of low back pain and the relationship with sagittal vertebral alignment in Tanzania[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 584.
4. Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, et al. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion[J]. Eur Spine J, 2015, 24(6): 1251-1258.
5. Chang HS. Effect of sagittal spinal balance on the outcome of decompression surgery for lumbar canal stenosis [J]. World Neurosurg, 2018, 119: e200-e208.
6. 吴玉丽, 张军卫, 陈世铮, 等. 非特异性和腰椎间盘突出症腰痛患者脊柱力线特性研究[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2018, 11(9): 656-663.
7. 谢峰, 边俊, 王智伟, 等. 成人腰椎间盘突出症与腰椎管狭窄症患者脊柱骨盆矢状面差异[J]. 中国骨伤, 2018, 31(1): 43-46.
8. Win AM, Yen LW, Tan KH, et al. Patterns of physical activity and sedentary behavior in a representative sample of a multi-ethnic South-East Asian population: a cross-sectional study[J]. BMC Public Health, 2015, 15: 318.
9. Moon MS, Lee H, Kim ST, et al. Spinopelvic orientation on radiographs in various body postures: upright standing, chair sitting, Japanese Style Kneel Sitting, and Korean Style Cross-Legged Sitting[J]. Clin Orthop Surg, 2018, 10(3): 322-327.

10. Chevillotte T, Coudert P, Cawley D, et al. Influence of posture on relationships between pelvic parameters and lumbar lordosis: comparison of the standing, seated, and supine positions: a preliminary study[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(5): 565–568.
 11. Drza-Grabiec J, Truszczyńska A, Fabjanska M, et al. Changes of the body posture parameters in the standing versus relaxed sitting and corrected sitting position [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2016, 29(2): 211–217.
 12. Hey H, Teo A, Tan KA, et al. How the spine differs in standing and in sitting—important considerations for correction of spinal deformity[J]. *Spine J*, 2017, 17(6): 799–806.
 13. Lee ES, Ko CW, Suh SW, et al. The effect of age on sagittal plane profile of the lumbar spine according to standing, supine, and various sitting positions[J]. *J Orthop Surg Res*, 2014, 9(1): 11.
 14. Endo K, Suzuki H, Nishimura H, et al. Sagittal lumbar and pelvic alignment in the standing and sitting positions [J]. *J Orthop Sci*, 2012, 17(6): 682–686.
 15. Guermazi M, Ghroubi S, Kassis M, et al. Validity and reliability of Spinal Mouse to assess lumbar flexion [J]. *Ann Readapt Med Phys*, 2006, 49(4): 172–177.
 16. Post RB, Leferink VJ. Spinal mobility: sagittal range of motion measured with the SpinalMouse, a new non-invasive device[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2004, 124(3): 187–192.
 17. 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会专家组. 中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(12): 1134–1138.
 18. 张原诚, 舒诗斌, 鲍虹达, 等. 汉族男性青年志愿者不同体位脊柱-骨盆矢状位参数变化的影像学研究[J]. *中华解剖与临床杂志*, 2019, 24(5): 442–448.
 19. Wang T, Ma L, Yang DL, et al. Radiological analysis for thoracolumbar disc herniation in spinopelvic sagittal alignment: a retrospective study[J]. *Medicine(Baltimore)*, 2017, 96(14): e6593.
 20. 龙法余, 陈耀武, 钟招明, 等. 脊柱-骨盆矢状面参数与 L5 峡部裂性滑脱进展的相互作用[J]. *中国组织工程研究*, 2018, 22(27): 4400–4404.
 21. 张智海, 李茂廷, 于智勇, 等. 脊柱形态测量仪 (Spinal-mouse) 测评腰痛患者全脊柱运动能力 [J]. *脊柱外科杂志*, 2009, 7(6): 346–349, 360.
 22. 修晓琳, 张琦, 叶森. 电子脊柱测量仪在坐位矢状面下脊柱机能评估的重测信度研究[C]. 第十届北京国际康复论坛. 北京: 2015. 789–795.
 23. Topalidou A, Tzagarakis G, Souvatzis X, et al. Evaluation of the reliability of a new non-invasive method for assessing the functionality and mobility of the spine [J]. *Acta Bioeng Biomech*, 2014, 16(1): 117–124.
 24. 孙卓然, 姜帅, 邹达, 等. 国人青年人群坐-立位脊柱-骨盆矢状位序列变化研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(4): 325–329.
 25. 王伟, 周思宇, 孙卓然, 等. 中老年人从站立位到坐位的脊柱矢状位序列变化[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29(7): 621–626.
 26. Alamin TF, Agarwal V, Zagel A, et al. The effect of standing vs. variants of the seated position on lumbar intersegmental angulation and spacing: a radiographic study of 20 asymptomatic subjects[J]. *J Spine Surg*, 2018, 4(3): 509–515.
 27. Makhosous M, Lin F, Bankard J, et al. Biomechanical effects of sitting with adjustable ischial and lumbar support on occupational low back pain: evaluation of sitting load and back muscle activity[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2009, 10: 17.
 28. Kwon Y, Kim JW, Heo JH, et al. The effect of sitting posture on the loads at cervico-thoracic and lumbosacral joints[J]. *Technol Health Care*, 2018, 26(S1): 409–418.
 29. 郑丰裕. 慢性下腰痛患者立位 X 线侧位片测量及其相关分析 [J]. *中华骨科杂志*, 1996, 16(7): 434–437.
 30. Sorensen CJ, Norton BJ, Callaghan JP, et al. Is lumbar lordosis related to low back pain development during prolonged standing[J]. *Man Ther*, 2015, 20(4): 553–557.
- (收稿日期:2019-12-23 末次修回日期:2020-04-22)
(英文编审 谭 啸)
(本文编辑 李伟霞)