

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2017.11.005

· 专题 ·

脊柱-骨盆力线与腰椎疾患关系的研究现状

吴玉丽¹, 张军卫^{1,2}

[摘要] 脊柱-骨盆力线与腰椎疾患密切相关。本文归纳多种脊柱-骨盆力线参数, 介绍计算机运动分析系统等新测量方法。腰椎间盘突出患者多数腰椎前凸角减少, 骨盆后倾, 躯干前倾; 腰椎管狭窄及非特异性腰痛患者则未发现存在明显变化趋势。脊柱-骨盆力线参数可作为治疗及预后的重要评估指标。未来应进一步研究脊柱-骨盆力线的参数选择、无创高科技测量方法的开发、与疾患的相关性研究以及在疗效评估中的应用等。

[关键词] 腰椎疾患; 脊柱-骨盆力线; 综述

Spinopelvic Alignment and Lumbar Diseases (review)

WU Yu-li¹, ZHANG Jun-wei^{1,2}

1. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China; 2. Department of Spine Surgery, Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China

Correspondence to ZHANG Jun-wei. E-mail: 13910158172@163.com

Abstract: The spinopelvic alignment (SPA) closely relates to lumbar disease. This paper summarized various kinds of SPA parameters, introduced a new measure of computer motion analysis system. Most of patients with lumbar disc degeneration are found the lumbar lordosis decreasing, which indicates pelvic tilt and trunk anteversion. However, no obviously SPA varieties are found in patients with lumbar spinal stenosis and nonspecific low back pain. The SPA parameters can also be used as indices for evaluation of treatment for lumbar disease. Future researches may focus on selection of SPA parameters, noninvasive measurements, relationship to lumbar disease and application of SPA for evaluation of interventions.

Key words: lumbar diseases; spinopelvic alignment; review

[中图分类号] R681.5 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2017)11-1258-05

[本文著录格式] 吴玉丽, 张军卫. 脊柱-骨盆力线与腰椎疾患关系的研究现状[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(11): 1258-1262.

CITED AS: Wu YL, Zhang JW. Spinopelvic alignment and lumbar diseases (review) [J]. Zhongguo Kangfu Lilun Yu Shijian, 2017, 23 (11): 1258-1262.

脊柱和骨盆在形态和力线上互相关联, 使人以能量消耗最小的状态维持稳定的姿势和运动。

脊柱-骨盆力线改变是腰椎疾患和腿痛患者常见的病理改变之一^[1]。纠正不正常的脊柱-骨盆力线可减轻腰痛, 提高活动能力^[2]。脊柱-骨盆力线与腰椎疾患的关系及其在临床治疗中的应用, 一直是腰椎疾患领域的研究热点。

但由于个体差异、测量参数及方法各异等因素影响, 目前脊柱-骨盆力线参数的参考值不统一, 不同腰椎疾患脊柱-骨盆力线的特点不明确, 力线与腰椎疾患相关症状的因果关系仍有争议。

1 脊柱-骨盆力线的测量参数

在脊柱全长侧位 X 线片测量的各种参数, 仍是评估脊柱-骨盆平衡最常用的方法, 分为脊柱参数、骨盆参数和矢状面平衡参数。各参数的正常范围结果不一^[3-4], 目前未见对各参数参考范围的统一规定。最近一篇关于老年人脊柱骨盆参数正常范围的研究表明, 各参数正常参考范围较大, 且样本量较小, 受试对象主要是老年人, 角度易受年龄^[5]等因素的影响, 参考价值有限。更多研究认为, 各参数的均值只是参考范围, 而不是“正常值”^[6]。目前难于定义正常或不正常的脊柱-骨盆力线, 仍需进一步研究。

基金项目: 中国康复研究中心 2017 年度科研项目(No.2017ZX-24)。

作者单位: 1. 首都医科大学康复医学院, 北京市 100068; 2. 中国康复研究中心北京博爱医院脊柱脊髓外科, 北京市 100068。作者简介: 吴玉丽(1991-), 女, 汉族, 福建泉州市人, 硕士研究生, 主要研究方向: 脊柱脊髓损伤。通讯作者: 张军卫, 男, 副教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向: 脊柱脊髓损伤。E-mail: 13910158172@163.com。

1.1 骨盆参数

骨盆参数在维持脊柱-骨盆力线平衡中起重要的作用。目前主要有以骨盆指数(pelvic incidence, PI)和骨盆形态角(pelvic morphology, PR-S1)为核心的两套评估参数系统,以PI系统应用更为广泛。

PI在不同个体间存在一定差异,但在同一个体骨骼生长停止后则保持恒定^[3,7],不随体位变化而变化,被视为真实反映骨盆解剖形态的参数。PI小表示矢状面平衡的代偿能力差,但腰椎滑脱患者PI较大。

骶骨倾斜角(sacral slope, SS)是位置相关性参数,随体位变化发生改变,对腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)起重要作用。李淳德等^[8]研究骨盆参数在老年脊柱矢状位平衡性判断中的应用,认为SS为主要影响因素,可作为脊柱矢状位平衡性和手术策略制订的参考依据。

骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)也是位置相关性参数,是反映骨盆前倾或后倾角度和脊柱畸形代偿程度的指标^[9]。正常情况下,PT<50% PI,即SS>50% PI^[10],因为研究发现PI=PT+SS。同时,骨盆参数也与脊柱参数中的LL相关,LL=SS+20°^[11],LL=PI+9°^[12]。当纠正一个异常角度时,要考虑其他角度间的相互影响。

尹刚辉等^[13]总结两套评估系统后认为,PI系统难以准确判定骶骨圆顶化及重度退变等患者的骶骨终板中点,而PR-S1系统仅适用于腰椎-骨盆矢状面平衡研究,于是提出新参数——骶骨骨盆角(sacral pelvic angle),并证实骶骨骨盆角是一个解剖学常数,骶骨骨盆角为骨盆角(pelvic angle, PA)与SS之和。他认为,用骶骨骨盆角进行定量研究,既可避免骶骨中点判断误差,又适用于脊柱整体平衡的判定,可以将PI及PR-S1两套系统联系起来。

1.2 矢状面平衡参数

关于脊柱-骨盆矢状位平衡性的判定,最常用的指标是矢状面垂直轴(sagittal vertical axis, SVA)。Kuntz等^[14]认为,SVA在±2.5 cm内为脊柱-骨盆矢状位平衡;而Schwab等^[15]则认为当SVA≥5 cm为失衡。由于个体差异,以距离的绝对值作为衡量标准缺乏准确性,Barrey等^[16]采用SVA与骶股间距(sacro-femoral distance, SFD)的比值来评估矢状位平衡,称为C₇矢状位平衡,以C₇铅垂线(C₇ plumb line, C7PL)落在骶骨后上角后为负值,在骶轴前为>1,正常比值范围为(-0.9±1),使矢状面平衡的判定更为合理。

2 脊柱-骨盆力线的测量方法

2.1 影像学测量

影像学测量是脊柱测量最基本的测量方法。随着技术的发展及计算方法的优化,各种测量方法相继出现。测量方法从单纯的角度测量到活动度测量,从二维平面测量发展到三维测量。

何家维等^[17]对比传统的Cobb角测量法(传统法)和使用X线机上自带的图像存贮及传输系统(PACS)对腰椎Cobb角测量,发现两种测量方法的重复性均差。用X线平片分析脊柱运动终

末状态(线位移或角度),能在一定程度上反映脊柱的运动状态,但静态平片误差很大。Panjabi等^[18]认为,测量误差主要受X光片质量、手动迭加和X光片标定及端椎活动等因素的影响。饶根云等^[19]使用电视X线动态摄影和计算机图形重建技术测量腰椎屈伸运动。

影像测量最大的优势是能够排除软组织的干扰,直接观察脊柱-骨盆角度及形态变化。但是由于放射线对人体有害,特别是儿童及孕妇,其应用受到限制。

2.2 计算机运动分析系统测量

随着人们逐渐意识到暴露于放射性物质的危险,非侵入性测量技术得到发展,计算机运动分析系统^[20]被用于脊柱立位曲率和指定部位活动范围的测量。它将多运动传感器放置在预先触诊后并做有标记的皮肤上,连续监测和记录脊柱曲率的变化,使运动模式和活动范围都能被评估;缺点是放置位点的精确定位耗时,且运动过程中传感器易发生移位。新近的一种测量脊柱曲率与活动范围的半自动经皮测量仪Idiag Spinal Mouse脊柱电子测量仪^[21]是一种配有加速仪的带轮装置,以垂直线为基准,在脊柱上滚动时记录倾斜度的距离与变化。冯强等^[22]研究后认为,其信度和效度都比较高。

3 腰部疾患的脊柱-骨盆力线

腰部疾患在临床上主要表现为姿势异常及腰腿痛,治疗主要是纠正异常姿势和缓解疼痛。研究脊柱-骨盆力线与腰椎疾患的关系时应当考虑腰腿痛症状的影响。

目前关于腰腿痛与脊柱-骨盆力线是否有关仍有争议^[23]。原因除了与测量参数和测量方法的选择不同及测量误差有关外,更重要的是许多研究没有将产生腰腿痛症状的腰部疾患进行分类,忽略不同类型腰部疾患对力线的影响。

Roussouly等^[4]将脊柱矢状面生理曲度分为4型,发现腰椎间盘突出症患者以Ⅰ、Ⅱ型为主,椎管狭窄患者多为Ⅳ型,而腰椎疾病患者中较少有Ⅲ型。因此,应当同时考虑腰部疾患类型、腰腿痛症状与脊柱-骨盆力线的关系。

3.1 腰椎间盘突出性疾病

3.1.1 病变节段对力线的影响

Wang等^[24]通过X线片测量胸腰段(T₁₀-L₂)椎间盘突出(thoracolumbar disc herniation, TLD)和下腰段(L₄-S₁)椎间盘突出(lower lumbar disc herniation, LLD)及健康人的脊柱曲线,发现与LLD患者及健康人比较,TLD患者LL较大,而胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)、TK/LL和TK+LL+PI较小,推测LL较大并TK较小是引起TLD的危险因素。

Bae等^[25]发现,上腰段椎间盘突出(upper lumbar disc herniation, ULD)较LLD及健康人LL和PI均小;ULD以RoussoulyⅠ型为主,而LLD以RoussoulyⅡ型为主,ULD短节段的腰椎前凸和长节段的胸椎后凸伴较小的PI值,导致压力增加,是ULD发生的危险因素。提示椎间盘突出的节段可能是影响脊柱-骨盆力线的因素,在研究中应考虑到突出节段。

3.1.2 脊柱-骨盆力线特点

多数研究认为,腰椎间盘突出性疾病患者脊柱-骨盆力线

变直。Barrey 等^[26]发现, 腰椎间盘突出性疾病患者较健康人 TK 及 LL 小, 年龄 <45 岁的腰椎退行性疾病患者的 PI 较健康人小。Yang 等^[27]通过 MRI 检查将研究对象分为 NG 组(椎间盘无退变且无症状)、SDG 组(椎间盘退变且有症状)及 ADG 组(椎间盘退变且无症状), 比较全脊柱侧位 X 线片, 发现 SDG 组和 ADG 组较 NG 组 PI、SS、LL 较小, SVA 较大; SDG 组与 ADG 组间 PI 无显著性差异, 但 SS、LL 较小, SVA 较大。认为 PI 在腰椎退变性疾病中起诱发作用, 而椎间盘高度丢失、骨盆后倾及疼痛保护姿势将进一步降低 LL 和 SS。

3.1.3 脊柱-骨盆力线与腰腿痛的关系

Rajnic 等^[28]和 Endo 等^[29]均发现, 腰椎间盘突出患者较健康人 LL 小, 骨盆直立, 矢状面垂直轴前移。Rajnic 等^[28]认为, 脊柱变直导致椎间盘受力增加, 重力线向前引起脊柱失衡; 脊柱后侧肌群为了保持脊柱稳定持续收缩, 从而引起腰痛, 即力线改变引起腰痛。而 Endo 等^[29]进一步对比腰椎间盘突出症患者椎间盘切除术前与术后 6 个月的脊柱-骨盆力线, 发现术后患者症状疼痛改善, LL 增大, PA 增大。他认为, LL 变小的原因一方面是因为椎间盘退变导致椎间隙高度变小, 另一方面是受疼痛保护机制的影响, 即退变和疼痛导致力线改变。后一观点在 Liang 等^[30]的研究中得到进一步验证。

3.2 腰椎管狭窄症

3.2.1 脊柱-骨盆力线的特点及其与腰痛的关系

脊柱-骨盆力线会影响腰椎管狭窄患者的病理发展过程^[31]; 同时, 脊柱-骨盆力线与中央型腰椎管狭窄患者的狭窄程度及狭窄节段相关^[32]。Suzuki 等^[33]测量椎管狭窄症伴跛行和椎管狭窄症伴神经根症状患者的脊柱曲线, 发现跛行患者较伴神经根症状患者 SVA 更大, LL 较小, PA 较大, 躯干越向前屈, 症状越重。他认为脊柱-骨盆力线异常与退行性躯干肌力下降有关, 椎管狭窄症患者为了缓解疼痛, 长期前屈姿势会使椎旁肌长期收缩, 导致肌力下降, LL 变小, 反过来加重椎旁肌的负荷和局部缺血, 形成恶性循环。Hirano 等^[34]认为, 矢状倾角(sagittal inclination angle, SIA)和体质量指数(body mass index, BMI)增加可能是椎管狭窄症相关危险因素, 退化导致胸腰椎后凸和脊柱倾斜角增加, 脊柱失衡, 导致背部肌力减弱; BMI 增加引起小关节炎, 加重椎管狭窄。

3.2.2 脊柱-骨盆力线在诊治中的应用

目前针对腰椎管狭窄患者脊柱-骨盆力线的研究, 多集中在治疗前后相关参数与治疗症状的相关性研究, 以及相关参数对治疗方法选择的指导性研究。

Dohzono 等^[35]研究 61 例纤维内镜椎板切除术后腰椎管狭窄患者术前和术后脊柱-骨盆相关参数, 发现术前 PI-LL 越大, 躯干前倾姿势改善越好。他认为术前躯干前倾姿势与疼痛躲避机制有关; 病程越长, 术后前倾姿势改善能力越差, 可能与肌肉长时间负荷及缺血有关。PI-LL 及病程可作为预测术后生活质量及腰痛相关前屈姿势改善的参考指标。

Beyer 等^[36]研究脊柱骨盆参数对腰椎管狭窄患者非手术治疗的影响, 发现 PI 较大的患者治疗后腰痛症状改善较明显,

SS 和 LL 较大的患者治疗后 Oswestry 功能障碍指数明显改善, 腿痛症状及生活质量与脊柱-骨盆力线无明显相关性。

Hikata 等^[37]研究腰椎管狭窄患者脊柱-骨盆力线与减压术前临床症状及生活质量的相关性, 认为术前力线与术后的临床表现及生活质量不相关, 但术前 SVA>80 mm 的患者, 术后残留矢状面失衡, 并与术后的临床症状及生活质量呈负相关。

这些研究大多认为^[31-37], 腰椎管狭窄症患者的躯干呈前倾状态, SVA 增大, 脊柱-骨盆力线影响治疗前后腰腿痛症状, 相关参数可作为预后及治疗方法选择的参考指标, 特别是 SVA 的参考作用较大。但由于目前研究少, 研究参数选择不一, 并没有统一可靠指标用于指导治疗。对于腰椎管狭窄与脊柱-骨盆力线关系及其在治疗中的作用尚有许多问题。

3.3 非特异性腰痛

3.3.1 脊柱-骨盆力线的特点

非特异性腰痛指不是由公认和已知的特定病理, 如感染、肿瘤、骨质疏松、骨折、结构畸形、炎症性疾病(如强直性脊柱炎)、神经根综合征或马尾综合征等引起的腰痛^[38]。非特异性腰痛的患病率约为 23%。尽管患病率高, 但关于非特异性腰痛的脊柱-骨盆力线的研究很有限。

Bayat^[39]测量非特异性腰痛与健康人的脊柱骨盆力线, 发现 LL 与非特异性腰痛的严重程度没有明显关系, 腰椎活动度和非特异性腰痛严重程度负相关, 认为腰椎活动范围减少是非特异性腰痛的危险因素。冯强等^[21]测量青少年非特异性腰痛患者脊柱-骨盆力线, 发现 TK 与 LL 异常的比例较高, 考虑可能与选择的正常值标准不同有关。TK 较大以及腰椎总体活动度不足是青少年发生非特异性腰背疼痛的危险因素。

3.3.2 脊柱-骨盆力线在诊治中的应用

非特异性腰痛的治疗首选运动疗法^[40-41], 理论基础来源于非特异性腰痛的脊柱-骨盆力线, 其中最受推崇是屈曲运动与伸展运动两大学说。

屈曲运动理论主张强化腹肌和臀肌, 牵张屈髋肌、背伸肌, 以减少腰椎前凸程度, 扩大椎间孔, 并降低神经根压迫, 缓解腰骶关节挛缩。Williams 锻炼法是屈曲运动的典型代表。其理论认为腰痛是由于直立引起腰椎前凸, 使腰椎后部结构相互挤压所致, 因而治疗腰痛的重要措施是通过屈肌强化, 减轻腰椎前凸。

伸展运动理论主张对腹肌、背伸肌及软组织进行牵张训练来维持腰椎前凸程度, 减轻椎间盘压力, 从而减轻腰痛。以 Mackenzie 疗法应用最广。有限的研究^[42-43]对比两种治疗方法对非特异性腰痛的疗效, 认为两种方法均有效, 但伸展运动疗效更明显。

就目前研究看, 非特异性腰痛的脊柱-骨盆力线特点并不明确, 两种运动疗法的理论基础不成立; 而关于两种运动对非特异性腰痛疗效研究也只关注短期疗效, 并未明确长期训练效果, 因此目前就断言两种训练方法有无效果, 或哪种训练方法更好, 显然是不明智的。

4 问题及展望

不同的腰部疾患，脊柱-骨盆力线不同；而脊柱-骨盆力线是影响不同腰部疾患治疗前后疼痛水平和功能状况的因素。越来越多的临床医生关注到脊柱-骨盆力线对腰部疾患诊治的指导及参考价值，但对“正常”或“不正常”的脊柱-骨盆力线仍不清楚。这与个体差异有关，还与不同研究采用的测量方法及测量参数不同有关。另外，现有研究主要通过横向或回顾性研究推导腰部疾患与脊柱-骨盆力线的关系，但没有明确脊柱-骨盆力线改变和腰部疾患的因果关系，以及什么样脊柱-骨盆力线是功能性改变，而不是真正的结构改变。

未来应提高测量技术，研究统一有效的测量参数，制定具有指导意义的参数范围。可以进行前瞻性研究，并以力学模型进一步验证脊柱-骨盆力线与腰部疾患的因果关系。文献显示脊柱-骨盆参数对腰部疾病的预后及治疗方案的选择有重要影响，明确腰部疾患脊柱-骨盆力线的特点，对临床治疗腰椎疾患将有重要指导意义。

[参考文献]

- [1] Harrison DE, Cailliet R, Harrison DD, et al. Reliability of centroid, Cobb, and Harrison posterior tangent methods: which to choose for analysis of thoracic kyphosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26(11): E227-E234.
- [2] Kent P, Laird R, Haines T. The effect of changing movement and posture using motion- sensor biofeedback, versus guidelines- based care, on the clinical outcomes of people with sub-acute or chronic low back pain – a multicentre, cluster-randomised, placebo-controlled, pilot trial [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2015, 16: 131.
- [3] Mac- Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JN, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(15): 1642-1647.
- [4] Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(3): 346-353.
- [5] 彭鹏,陈亚萍. 老年人脊柱骨盆参数数字化测量及临床意义[J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(8): 1999-2000.
- [6] 王峰,孟宪中,杜伟,等. 腰椎前凸的相关研究进展[J]. *中华骨科杂志*, 2014, 34(9): 968-973.
- [7] Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(4): 415-422.
- [8] 李淳德,孙浩林,刘宪义,等. 骨盆参数在老年脊柱矢状位平衡性判定中的意义[J]. *中国骨与关节杂志*, 2013, 2(2): 61-64, 79.
- [9] Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(17): E599-E606.
- [10] Mac- Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal parameters of global spinal balance: normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(22): E1193-E1198.
- [11] Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(Suppl 5): 578-585.
- [12] Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(17): 1828-1833.
- [13] 尹刚辉,金大地,陈方尧,等. 新的脊柱-骨盆矢状面测量参数: 骶骨骨盆角的提出及意义[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(8): 704-709.
- [14] Kuntz CT, Levin LS, Ondra SL, et al. Neutral upright sagittal spinal alignment from the occiput to the pelvis in asymptomatic adults: a review and resynthesis of the literature [J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 6(2): 104-112.
- [15] Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(25): 2224-2231.
- [16] Barrey C, Roussouly P, Perrin G, et al. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms? [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(Suppl 5): 626-633.
- [17] 何家维,严志汉,虞志康,等. PACS工作站上 Cobb 角测量的可靠性研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2006, 16(10): 732-734.
- [18] Panjabi M, Chang D, Dvorak J. An analysis of errors in kinematic parameters associated with in vivo functional radiographs [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1992, 17(2): 200-205.
- [19] 饶根云,戴克戎,汤荣光. 非侵入性腰椎屈伸运动的动态观察[J]. *医用生物力学*, 1997, 12(1): 48-54.
- [20] Laird RA, Kent P, Keating JL. How consistent are lordosis, range of movement and lumbo-pelvic rhythm in people with and without back pain? [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2016, 17(1): 403.
- [21] 冯强,江崇民,周誉,等. 青少年脊柱形态与功能对非特异性腰背疼痛的影响[J]. *北京体育大学学报*, 2016, 39(9): 57-62.
- [22] 冯强,周誉. 脊柱测量尺和 Spinal Mouse 脊柱测量仪测量胸椎后凸角、腰椎前凸角的信度和效度[J]. *中国运动医学杂志*, 2017, 36(2): 150-155.
- [23] Laird RA, Gilbert J, Kent P, et al. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic re-

- view and meta-analysis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2014, 15: 229.
- [24] 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.
- [25] Bae J, Lee SH, Shin SH, et al. Radiological analysis of upper lumbar disc herniation and spinopelvic sagittal alignment [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(5): 1382-1388.
- [26] Barrey C, Jund J, Noseda O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(9): 1459-1467.
- [27] Yang X, Kong Q, Song Y, et al. The characteristics of spinopelvic sagittal alignment in patients with lumbar disc degenerative diseases [J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(3): 569-575.
- [28] Rajnics P, Templier A, Skalli W, et al. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions [J]. *Int Orthop*, 2002, 26(2): 104-108.
- [29] Endo K, Suzuki H, Tanaka H, et al. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(3): 435-438.
- [30] Liang C, Sun J, Cui X, et al. Spinal sagittal imbalance in patients with lumbar disc herniation: its spinopelvic characteristics, strength changes of the spinal musculature and natural history after lumbar discectomy [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 305.
- [31] Liu H, Li S, Zheng Z, et al. Pelvic retroversion is the key protective mechanism of L₄₋₅ degenerative spondylolisthesis [J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(6): 1204-1211.
- [32] Buckland AJ, Ramchandran S, Day L, et al. Radiological lumbar stenosis severity predicts worsening sagittal malalignment on full-body standing stereoradiographs [J]. *Spine J*, 2016, 16(10): S341-S341.
- [33] Suzuki H, Endo K, Kobayashi H, et al. Total sagittal spinal alignment in patients with lumbar canal stenosis accompanied by intermittent claudication [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(9): E344-E346.
- [34] Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, et al. Impact of spinal imbalance and BMI on lumbar spinal canal stenosis determined by a diagnostic support tool: cohort study in communityliving people [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2013, 133(11): 1477-1482.
- [35] Dohzono S, Toyoda H, Takahashi S, et al. Factors associated with improvement in sagittal spinal alignment after microendoscopic laminotomy in patients with lumbar spinal canal stenosis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 25(1): 39-45.
- [36] Beyer F, Geier F, Bredow J, et al. Influence of spinopelvic parameters on non-operative treatment of lumbar spinal stenosis [J]. *Technol Health Care*, 2015, 23(6): 871-879.
- [37] Hikata T, Watanabe K, Fujita N, et al. Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance [J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(4): 451-458.
- [38] Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, et al. Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(Suppl 2): S192-S300.
- [39] Bayat M. The relationship between lumbar lordosis and range of motion with non-specific low back pain [J]. *JAP*, 2014, 4(3): 11-20.
- [40] Lizier DT, Perez MV, Sakata RK. Exercises for treatment of nonspecific low back pain [J]. *Rev Bras Anesthesiol*, 2012, 62(6): 838-846.
- [41] Berman BM, Langevin HM, Witt CM, et al. Acupuncture for chronic low back pain [J]. *N Engl J Med*, 2010, 363(5): 454-461.
- [42] Ponte DJ, Jensen GJ, Kent BE. A preliminary report on the use of the McKenzie Protocol versus Williams Protocol in the treatment of low back pain [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1984, 6(2): 130-139.
- [43] 傅锡金,康两期,吴进,等. 屈曲运动和伸展运动治疗非特异性下腰痛的疗效对比研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2014, 22(2): 28-30, 33.

(收稿日期:2017-08-15 修回日期:2017-10-11)