

应用体表地形图量化腰椎间盘突出症腰型客观化指标： 下腰曲线弹性固定转折点的三维成角

https://doi.org/10.12307/2022.178 马超¹, 王飞², 刘晓民³, 王子昀², 许奎², 杨文东², 冯伟²

投稿日期: 2021-04-19

送审日期: 2021-04-20

采用日期: 2021-05-21

在线日期: 2021-08-02

中图分类号:

R459.9; R394.2; R542.2

文章编号:

2095-4344(2022)06-00924-05

文献标识码: A

文章快速阅读:

文章特色—

△腰椎间盘突出症患者背部形态呈四步“腰型”规律变化,目前对腰型的判断主要通过望诊观察,进行定性描述,缺乏定量指标;△依靠人体脊柱形态评价系统及软件测量三维成角,具有三维、定量、无创性的优点,结果显示该指标稳定性好,灵敏度高,特异性强,对于定量描述腰型变化迈出了重要的一步。

研究对象:

10名志愿者及110例腰椎间盘突出症患者,均通过人体脊柱形态评价系统及软件测量所有受试者的三维成角。

结论:

- (1) 该指标稳定性良好;
- (2) I / II型与 III / IV型差异性显著,通过该指标可有效诊断 III / IV型腰椎间盘突出症患者;
- (3) 该指标真实性可靠。

分组:

- (1) 第一组: 74例腰椎间盘突出症患者(其中 I / II型 49例、III / IV型 25例);
- (2) 第二组: 36例腰椎间盘突出症患者(其中 I / II型 21例、III / IV型 15例)。

研究方案:

- (1) 通过连续测量3次10名志愿者与10例患者三维成角,分析指标的稳定性;
- (2) 通过第一组患者数据分析 III / IV型与 I / II型患者三维成角的差异性,计算 III / IV型患者三维成角的诊断界值;
- (3) 通过第二组患者数据对指标三维成角的真实性进行初步评价。

文题释义:

下腰曲线转折点的三维成角:对III、IV型腰椎间盘突出症患者而言,单(多)个椎体发生位移,棘突连线所呈直线中断,成角形成一或多个折线,同时造成脊柱畸形曲线弹性固定,经下腰曲线弹性固定转折点的脊沟曲线、截面曲线在冠状面、矢状面、轴面的投影线与人体竖直线和水平线所形成的夹角。该角的大小决定了两侧椎旁肌形态对称性、髂嵴两侧高低对称性以及人体脊柱旋转的程度。

体表地形图:基于双目立体视觉方法,可以产生代表物体表面形状的等高线波纹,随体表形状不同而变形,可用于脊柱变形引发背部表面不对称性的测量,定量分析脊柱侧凸和旋转角度,实现人体背部形态及脊柱非侵入性的数字化和直观再现。

摘要

背景:腰椎间盘突出症患者背部形态呈现特征性表现,目前对腰型的判断主要通过望诊观察、采用定性描述,冯天有教授从望诊角度总结出“腰型”四步规律——腰曲变平、腰骶(功能)上移、旋盆翘臀、旋腰挺胸。

目的:测量III/IV型与 I / II型腰椎间盘突出症患者下腰曲线转折点的三维成角,分析通过三维成角判断腰型的可行性。

方法:顺次纳入住院腰椎间盘突出症患者110例,其中 I / II型腰型70例, III / IV型腰型40例。通过人体脊柱形态评价系统采集患者背部体表地形图,应用分析软件测量患者三维成角,初步判断三维成角的稳定性,计算III/IV型与 I / II型患者三维成角的差异性,并对三维成角的真实性进行初步评价。

结果与结论:①此次指标稳定性良好,3次三维成角测量数据比较,差异无显著性意义($P > 0.05$);②III/IV型与 I / II型患者的三维成角差异极显著:冠状位成角III/IV型平均 11.04° ,远大于 I / II型(中位数 1.24°);矢状位成角III/IV型平均 9.02° ,远大于 I / II型(平均数 2.96°);轴位成角III/IV型平均 9.65° ,远大于 I / II型(平均数 3.01°);③依据ROC曲线值得出III/IV型腰型患者的三维成角(冠状位、矢状位、轴位)的诊断临界值分别为 5.43° , 4.77° , 4.83° 。此次三维成角结果真实性可靠,冠状位、矢状位、轴位成角结果显示:灵敏度分别为86.66%, 93.33%, 86.66%;特异度分别为95.23%, 85.72%, 90.47%;约登指数分别为0.818, 0.790, 0.771;总符合率分别为91.66%, 88.88%, 88.88%;④该研究利用人体背部体表三维地形图技术,分析通过三维成角判断腰型的可行性,发现该指标稳定性好,尤其能够反映旋盆翘臀和旋腰挺胸型的特征,该角度作为一个腰椎间盘突出症腰型分类的关键指标,对于定量描述腰型变化迈出了重要的一步。

关键词:腰椎间盘突出症;腰型;体表地形图;三维成角;数字化骨科

Quantification of the objective index of lumbar disc herniation with body surface topography map: three-dimensional angulation of the elastically fixed turning point of the lower back curve

Ma Chao¹, Wang Fei², Liu Xiaomin³, Wang Ziyun², Xu Kui², Yang Wendong², Feng Wei²

¹Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China; ²Department of Orthopedics of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Air Force Special Medical Center, Beijing 100142, China; ³School of Electronic Information and Control Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100024, China

Ma Chao, Master candidate, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

Wang Fei, MD, Associate chief physician, Department of Orthopedics of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Air Force Special Medical Center, Beijing 100142, China

Ma Chao and Wang Fei contributed equally to this article.

Corresponding author: Feng Wei, Chief physician, Master's supervisor, Department of Orthopedics of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Air Force Special Medical Center, Beijing 100142, China

¹北京中医药大学,北京市 100029; ²空军特色医学中心中西医结合正骨科,北京市 100142; ³北京工业大学电子信息与控制工程学院,北京市 100024

第一作者:马超,男,1995年生,新疆维吾尔自治区塔城市人,回族,北京中医药大学在读硕士,目前主要从事中西医结合治疗软组织损伤研究。

共同第一作者:王飞,男,1975年生,汉族,2016年中国中医科学院毕业,博士,副主任医师,主要从事损伤退变性脊柱疾病的研究。

通讯作者:冯伟,全国名老中医冯天有教授学术经验继承人(新医正骨疗法),主任医师,北京中医药大学硕士生导师,空军特色医学中心中西医结合正骨科,北京市 100142

https://orcid.org/0000-0003-3665-9133 (马超)

基金资助:空军军医大学课题(2019ZT A03),课题负责人:冯伟

引用本文:马超,王飞,刘晓民,王子昀,许奎,杨文东,冯伟.应用体表地形图量化腰椎间盘突出症腰型客观化指标:下腰曲线弹性固定转折点的三维成角[J].中国组织工程研究,2022,26(6):924-928.



Abstract

BACKGROUND: The back morphology of patients with lumbar disc herniation presents characteristic manifestations. At present, the judgment of lumbar type is mainly through observation and qualitative description. Professor Feng Tianyou summed up the four steps of "lumbar types" from the perspective of observation: the lumbar curve becomes flat, the lumbosacral upward movement, the rotary basin-buttock, and the rotary waist and chest.

OBJECTIVE: To measure the three-dimensional angulation at the turning point of low back curve between type-III/IV and type-I/II patients and analyze the feasibility of judging lumbar type by three-dimensional angulation.

METHODS: A total of 110 hospitalized patients with lumbar intervertebral disc herniation were enrolled sequentially, including 70 cases of type-I/II patients and 40 cases of type-III/IV patients. The topographic map of the patient's back surface was collected through the human spine morphology evaluation system. The analysis software was used to measure the patient's three-dimensional angulation. The stability of three-dimensional angulation was preliminarily determined. The difference and diagnostic critical value of three-dimensional angulation between type-III/IV and type-I/II patients were calculated, and the authenticity of 3D angle formation was evaluated.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) The index was stable, and there was no statistical significance in the comparison of the three times for three-dimensional angulation measurement data ($P > 0.05$). (2) There was significant difference in three-dimensional angulation between type-III/IV and type-I/II patients. Coronal angulation of type-III/IV was 11.04° on average, which was much larger than that of type-I/II (median 1.24°). Sagittal angulation of type-III/IV was 9.02° on average, which was much larger than that of type-I/II (mean 2.96°). Axial angulation of type-III/IV was 9.65° on average, which was much larger than that of type-I/II (mean 3.01°). (3) According to the ROC curve, the diagnostic critical value of three-dimensional angulation (coronal, sagittal, and axial) in III/IV-type patients were 5.43° , 4.77° , and 4.83° , respectively. The authenticity of the three-dimensional angulation results was reliable. The coronal, sagittal, and axial angulation results showed that the sensitivity was 86.66%, 93.33%, and 86.66%; the specificity was 95.23%, 85.72%, and 90.47%. The Youden index was 0.818, 0.790, and 0.771. The total compliance rate was 91.66%, 88.88%, and 88.88%. (4) In this study, three-dimensional topographic map technology of human back surface was used to analyze the feasibility of judging the lumbar type by three-dimensional angulation. It was found that the index had good stability, especially could reflect the characteristics of the rotary basin-buttock, and the rotary waist and chest.

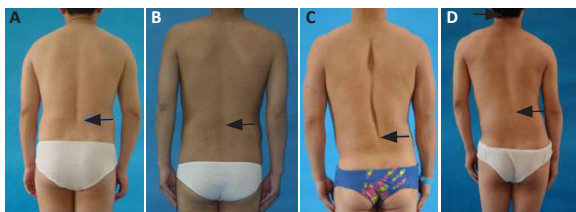
Key words: lumbar disc herniation; lumbar types; body surface topographic map; three-dimensional angulation; digital orthopedics

Funding: Project of Air Force Military Medical University, No. 2019Z T A03 (to FW)

How to cite this article: MA C, WANG F, LIU XM, WANG ZY, XU K, YANG WD, FENG W. Quantification of the objective index of lumbar disc herniation with body surface topography map: three-dimensional angulation of the elastically fixed turning point of the lower back curve. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2022;26(6):924-928.

0 引言 Introduction

冯天有教授认为脊柱内外平衡失调是损伤性脊柱疾病发病的理论基础,单(多)个椎体位移是其发病的主要病理改变,这改变了以往临床中只注意突出髓核压迫神经根的认识^[1]。腰椎间盘突出症患者背部形态会呈现特征性的表现^[2],冯天有教授从望诊角度总结提出了“腰型”四步规律:患椎发生位移,髓核突出压迫神经根,产生腰腿串痛致腰椎失稳,改变了人体重心,直接影响人体站立行走姿势;为保持平衡,增大椎间孔和椎管矢状径,减轻或消除神经、血管受压,缓解疼痛,将利用骨盆倾斜、脊柱侧弯、胸廓扭转等机制进行自我调节;相继出现腰曲变平(I型)、腰骶上移(II型)、旋盆翘臀(III型)、旋腰挺胸(IV型)四步规律性变化,腰型的提出加深了人们对于腰椎间盘突出症发病的直观认识^[3],见图1。



图注:图A为腰曲变平;B为腰骶上移;C为旋盆翘臀;D为旋腰挺胸。

图中箭头所示为腰部形态特征型表现

图1 | 不同腰型患者体形像

Figure 1 | Charts of body images of patients with different waist shapes

以往患者腰型主要依赖于医者望诊观察脊柱脊沟、椎旁肌形态及髂嵴进行判断,具有主观性、经验性的特点,限制了对腰型变化规律的进一步认识。为加深对腰型以及疾病发展的认识,冯伟教授提出“腰椎侧凸角”的概念:在引起下腰曲线弹性固定的转折点处棘突连线的直线与后正中中线所形成的夹角,经研究发现III、IV型患者腰椎侧凸角远远大于I、II型患者^[4]。腰椎侧凸角的提出初步量化了III、IV型患者脊柱畸形曲线的严重程度,依此可判断病情轻重、病程长短,为下一步诊疗提供有力依据。但腰椎侧凸角的测量是通过体形像获取,存在明显主观性测量的缺陷,且局限于描述患者冠状位二维平面内的脊柱曲线(侧弯程度),无法具体描述三维空间内脊柱旋转程度以及矢状位腰曲的变化程度。基于此问题,该研究应用人体背部体表地形图技术对引起下腰曲线弹性固定转折点的三维成角数

据进行测量(以下简称为三维成角),该角度是指经过下腰曲线弹性固定转折点的脊沟曲线、截面曲线在冠状面、矢状面、轴面的投影线与人体竖直线和水平线所形成的夹角。三维成角的大小决定了两侧椎旁肌形态对称性、髂嵴两侧高低对称性以及人体脊柱旋转的程度,是描述腰型的一个关键指标。

针对上述问题,该研究采用基于双目立体视觉方法,采集人体背部体表地形图,获得人体后背空间坐标参数,测量患者三维成角的数值,分析其稳定性,探索腰椎间盘突出症III/IV型与I/II型腰型的诊断界值,并对使用三维成角判断腰型的真实性进行初步评价。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 横断面研究,使用非参数检验、独立样本t检验,重复测量方差分析设计。

1.2 时间及地点 该研究于2019年12月至2021年5月在空军特色医学中心中西医结合正骨科完成。

1.3 对象

诊断标准:根据《中西医结合治疗软组织损伤》及《中医病证诊断疗效标准》中的腰椎间盘突出症诊断标准^[5-6],以及患者临床症状、体征、X射线片、CT或MRI确诊腰椎间盘突出症。

纳入标准:①符合上述腰椎间盘突出症诊断标准;②年龄15-65岁;③触诊见:患椎棘突向左或右偏歪;患椎上下棘间隙宽窄不等;患椎棘突旁压痛,或伴有向下肢放射痛;患椎棘上韧带触之厚,压痛明显。

排除标准:①合并严重椎管狭窄、椎体滑脱等脊柱结构紊乱的患者;②特发性脊柱侧弯或胸椎侧弯明显的患者;③疑为椎体肿瘤、结核等脊柱与脊髓疾病的患者。

根据诊断标准及纳入排除标准,顺次纳入2019年12月至2021年5月来空军特色医学中心中西医结合正骨科住院治疗的腰椎间盘突出症患者110例,男69例,女41例;年龄15-63岁;腰曲变平型(I型)、腰骶上移型(II型)患者70例,旋盆翘臀型(III型)、旋腰挺胸型(IV型)患者40例。

另招募10名健康志愿者,均为男性,年龄20-35岁。纳入标准:①近1年无腰痛、下肢放射性麻木;②腰椎查体无棘突偏歪、棘上韧带肿胀压痛、棘突上下间隙宽窄不等及棘突旁压痛等体征;③既往无腰椎间盘突出症病史。

1.4 方法

1.4.1 系统与软件 利用人体脊柱形态评价系统(北京工业大学开发)进行背部体表地形图采集。该系统由被检者、站立支撑架、扫描器、处理计算机组成,见图2。

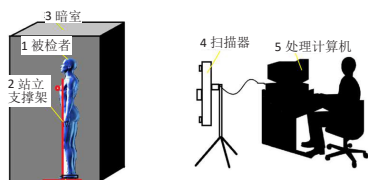


图2 | 人体脊柱形态评价系统结构图
Figure 2 | Chart of structure of the evaluation system of human spine

选择避光房间,被检者脱去上衣,脊柱、双肩、双侧髂后上嵴等贴反光标记点,背对扫描器立于站立支撑架上,距离扫描器2.5 m,启动扫描程序,获取背部体表三维空间坐标数据点云,存储于系统内,利用该三维数据点云生成伪彩云纹图,见图3。

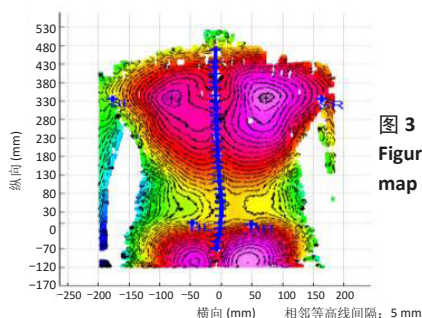


图3 | 背部体表地形图
Figure 3 | Chart of topographic map of the back surface

该研究利用扫描器获取三维点云数据进行测量,因此,数据获取及处理的精度将影响测试结果,现将此次三维数据获取过程中所应用的扫描器的具体情况描述如下:扫描器处于固定位置,扫描器会对扫描器自身的角度进行校正,同时人体站立位可能不准确,通过系统还会对人体站姿进行二次自动校正;其次应用双目立体视觉测量方法,通过一次单方位扫描即可获取后背的三维信息,且通过系统自动完成双相机对应点的匹配工作。此次三维数据的获取所应用的扫描器购自天远三维科技有限公司(型号D800),位置定位精度优于0.001 m/2.5 m,测量综合角度误差优于0.05°。由1名技师操作,该技师不知晓患者具体腰型,利用软件对患者三维成角进行测量。

1.4.2 患者分组 共纳入110例腰椎间盘突出症患者,其中I/II型70例、III/IV型40例,将患者分为2组:第一组患者74例(I/II型49例、III/IV型25例),将用于III/IV型与I/II型患者三维成角差异性比较以及III/IV型腰型三维成角诊断临界值制定;第二组患者36例(其中I/II型21例、III/IV型15例),仅用于评价通过三维成角判断腰型的真实性,检验三维成角的灵敏度及特异度,除此之外不参与其余研究。

1.4.3 指标稳定性测量 选取10名健康志愿者和10例I/II型腰椎间盘突出症患者,在30 min内分别采集3次背部体表地形图,分别测量患者3次的三维成角,比较3次测量结果有无统计学差异,初步判断指标稳定性。

1.4.4 I/II型与III/IV型患者三维成角差异性测量 对纳入研究的第一组74例腰椎间盘突出症患者进行背部体表地形图采集,测量所有患者的三维成角,比较I/II型与III/IV型腰椎间盘突出症患者三维成角的差异。

1.4.5 三维成角数据界值制定及真实性评价 依据第一组74例患者三维成角数据,采用ROC曲线法初步判断III/IV型与I/II型腰椎间盘突出症患者腰型的临床诊断界值。再由1名不知晓患者腰型的医生根据三维成角的诊断界值将第二组36例患者进行腰型分型,将经过3名临床经验丰富(专科工作10年

以上)的医生通过望诊共同判定的腰型视为金标准,初步评价通过三维成角判断腰型的真实性。

1.5 主要观察指标 引起下腰曲线弹性固定转折点的三维成角,包括三维空间内的冠状位、矢状位以及轴位成角;①冠状位成角是指过考察点的脊沟曲线的空间切线在冠状位的投影线与竖直线(过考察点与水平面垂直的中轴线)的夹角,见图4;②矢状位成角是指过考察点的脊沟曲线的空间切线在矢状位的投影线与竖直线的夹角,见图5;③轴位成角是指过考察点的截面曲线的空间切线在轴位的投影线与水平线的夹角,见图6,7。

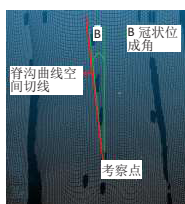


图4 | 冠状位成角示意图
Figure 4 | Diagram of coronal angulation

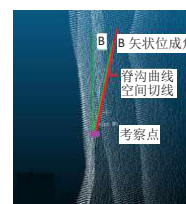


图5 | 矢状位成角示意图
Figure 5 | Diagram of sagittal angulation

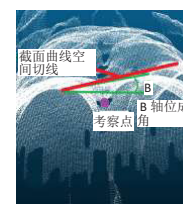


图6 | 轴位成角示意图
Figure 6 | Diagram of axial angulation

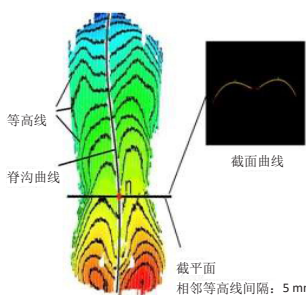


图7 | 轴位截面曲线示意图
Figure 7 | Charts of axial section curves

1.6 统计学分析 采用SPSS 26.0软件对数据进行统计分析。所有数据进行正态性检验和方差齐性检验。所有检验以 $P < 0.05$ 视为差异有显著性意义。符合正态分布采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,不符合正态分布采用Md和P25、P75描述,同一对象连续3次采集背部体表地形图,测量腰曲三维成角,采用重复测量方差分析;两组对象进行三维成角比较,如果数据符合正态分布采用t检验,不符合正态分布采用非参数检验(Mann-Whitney U检验)。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入患者110例,临床试验过程无脱落,全部进入结果分析。

2.2 试验流程图 见图8。

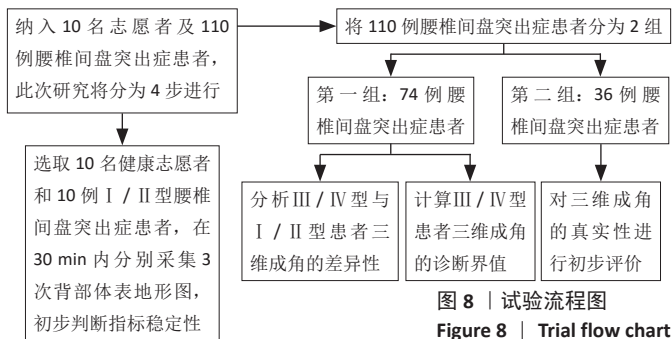


图8 | 试验流程图
Figure 8 | Trial flow chart

2.3 三维成角稳定性分析 10名健康志愿者和10例I/II型腰椎间盘突出症患者分别连续测量3次三维成角,见表1,表2。所有数据均服从正态分布,采用重复测量方差分析,10名健康志愿

者冠状位成角、矢状位成角、轴位成角各3次测量数据比较, 差异均无显著性意义 ($P > 0.05$), 见表1。10例I / II型腰椎间盘突出症患者冠状位成角、矢状位成角、轴位成角各3次测量数据比较, 差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 见表2。

表1 | 健康志愿者10名连续测量3次三维成角比较 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Table 1 | Three-dimensional angulation measured three times in 10 healthy volunteers

| 测量次数 | n | 冠状位成角 | 矢状位成角 | 轴位成角 |
|------|----|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 10 | 0.92±0.26 | 1.28±0.21 | 1.04±0.20 |
| 2 | 10 | 0.91±0.24 | 1.35±0.23 | 1.19±0.24 |
| 3 | 10 | 0.95±0.22 | 1.34±0.24 | 1.15±0.20 |
| F值 | | 0.083 | 0.203 | 1.111 |
| P值 | | 0.92 | 0.818 | 0.351 |

表2 | I / II型腰椎间盘突出症患者10例连续测量3次三维成角比较 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Table 2 | Three-dimensional angulation measured three times in 10 patients with type-I/II lumbar disc herniation

| 测量次数 | n | 冠状位成角 | 矢状位成角 | 轴位成角 |
|------|----|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 10 | 1.57±0.53 | 1.67±0.50 | 1.72±0.50 |
| 2 | 10 | 2.00±0.36 | 1.98±0.34 | 2.00±0.32 |
| 3 | 10 | 1.89±0.32 | 1.84±0.36 | 1.86±0.35 |
| F值 | | 0.97 | 0.296 | 0.266 |
| P值 | | 0.469 | 0.747 | 0.769 |

2.4 I / II型与III / IV型腰椎间盘突出症患者三维成角的差异性 I / II型与III / IV型患者进行三维成角进行对比, 见表3。

表3 | I / II型与III / IV型腰椎间盘突出症患者三维成角结果比较 [Md(P25, P75), $\bar{x} \pm s, ^\circ$]

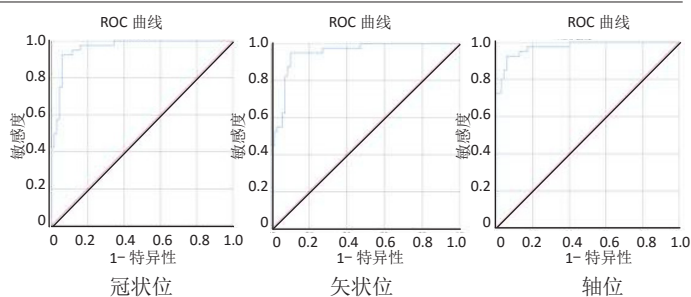
Table 3 | Comparison of three-dimensional angulation between patients with type-I/II and type-III/IV lumbar disc herniation

| 组别 | n | 冠状位成角 | 矢状位成角 | 轴位成角 |
|-------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|
| I / II型患者 | 49 | 1.24(0.43, 3.30) | 2.96±1.51 | 3.01±1.22 |
| III / IV型患者 | 25 | 11.04±4.93 | 9.02±3.95 | 9.65±4.53 |
| 检验统计量 | | $U=25.000, Z=-6.714$ | $F=25.015, t=-9.491$ | $F=39.574, t=-9.621$ |
| P值 | | 0.000 1 | 0.000 1 | 0.000 1 |

表注: 服从正态分布数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 非正态分布数据采用中位数 (四分位距值) 表示

I / II型患者冠状位成角数据不服从正态分布, 故两组冠状位成角数据比较选用非参数检验 (Mann-Whitney U 检验); 矢状位成角与轴位成角两组数据均服从正态分布, 故选择两独立样本 t 检验。最终结果显示: 冠状位成角两组间腰型差异极显著 (检验统计量 $U=25.000, Z=-6.714, P < 0.000 1$); 矢状位成角两组间腰型差异极显著 ($F=25.015, t=-9.491, P < 0.000 1$); 轴位成角两组间腰型差异极显著 ($F=39.574, t=-9.621, P < 0.000 1$)。

2.5 III / IV型腰椎间盘突出症患者三维成角诊断界值制定 I / II型、III / IV型腰椎间盘突出症患者的三维成角特征见表3。此次研究三维成角界值制定采用第一组数据, 74例患者中 I / II型49例, III / IV型25例; 采用SPSS 26.0统计学软件对 I / II型、III / IV型患者三维成角的诊断界值进行初步制定: 对III / IV型与 I / II型患者三维成角做 ROC 曲线, 定义阳性结果为III / IV型, 结果显示三维成角对III / IV型诊断有意义 ($P < 0.05$), 依据 ROC 曲线判断III / IV型的冠状位成角界值为 5.43° , 大于 5.43° 为III / IV型腰型; 判断III / IV型的矢状位成角界值为 4.77° , 大于 4.77° 为III / IV型腰型; 判断III / IV型的轴位成角界值为 4.83° , 大于 4.83° 为III / IV型腰型, 见图9。



图注: 冠状位 ROC 曲线下的面积 = 0.980, $P=0.0001$; 矢状位 ROC 曲线下的面积 = 0.977, $P=0.0001$; 轴位 ROC 曲线下的面积 = 0.980, $P=0.0001$

Figure 9 | ROC curves of III/IV-type patients judged by three-dimensional angulation

2.6 腰曲三维成角真实性初步评价 由1名不知晓患者腰型的医生根据三维成角诊断界值将第二组患者进行腰型分型, 将经过3名临床经验丰富 (专科工作10年以上) 的医生通过望诊共同判定的腰型视为金标准。最终对三维成角的真实性进行了初步评价: ①冠状位成角灵敏度 86.66%, 假阴性率 13.34%, 特异度 95.23%, 假阳性率 4.77%, 总符合率 91.66%, 约登指数 0.818, 阳性似然比 18.81, 阴性似然比 0.14; ②矢状位成角灵敏度 93.33%, 假阴性率 6.67%, 特异度 85.72%, 假阳性率 14.28%, 总符合率 88.88%, 约登指数 0.790, 阳性似然比 6.535, 阴性似然比 0.778; ③轴位成角灵敏度 86.66%, 假阴性率 13.34%, 特异度 90.47%, 假阳性率 9.53%, 总符合率 88.88%, 约登指数 0.771, 阳性似然比 9.003, 阴性似然比 0.147, 见表4。

表4 | 应用三维成角判断腰型的结果 Table 4 | Result of judging lumbar shape by three-dimensional angulation

| 三维成角诊断腰型 | 望诊分型 (金标准) | |
|----------|---------------------------|------------------|
| | III / IV型 (共 15 例) | I / II型 (共 21 例) |
| 冠状位成角分型 | III / IV型 13 I / II型 2 | 1 20 |
| 矢状位成角分型 | III / IV型 14 I / II型 1 | 3 18 |
| 轴位成角分型 | III / IV型 13 I / II型 2 | 2 19 |

3 讨论 Discussion

人体脊柱健康状态下背部望诊脊沟连续^[7], 两侧竖脊肌隆起, 腰椎左右侧屈时腰段脊沟曲线圆滑, 最低点位于 L_5-S_1 节段。腰椎间盘突出症患者腰椎相邻椎体出现位移, 关节突关节错位, 腰部疼痛, 位移节段韧带、关节囊及肌肉肿胀, 关节活动受限。当腰部整体活动受限, 呈现保护性姿态时, 腰部脊沟消失, 称为腰曲变平; 当椎体位移节段关节活动受限, 位移节段上部椎间关节活动正常, 腰部脊沟变短, 腰椎左右侧屈时脊沟曲线于脊沟末端出现折角, 称为腰骶上移; 当椎体位移导致腰椎侧弯、后凸等畸形状态, 称为旋盆翘臀; 当腰椎侧弯引起胸椎代偿性侧弯、前凸时, 称为旋腰挺胸。腰型的提出加深了人们对于腰椎间盘突出症发病的认识^[8-9], 患者背部腰型的改变能够迅速反映腰椎关节功能障碍的范围和畸形状态^[10-11]。

“四诊客观化”是近年来中西医结合研究的热点^[12-14], 以往望诊只停留在粗略的对背部的大体观察, 受到光线、观察角度、医生经验和仔细程度的影响, 类似于传统中医的脉诊和舌诊等诊断方法一样, 由于不能客观化地表达为具体指标, 其推广和应用受到了很大限制, 这既容易引起争议, 也很难进行科学性观察和研究; 另一方面纯西医的影像学指标并不能准确地表达病情的严重程度^[15-17], X射线片只能对脊柱侧弯角进行二维

测量,对于脊柱旋转角及肋骨变形的评价很不准确,对于CT、MR检出的无症状腰椎间盘突出者的报道也很多,这也是中西医对于腰椎间盘突出症诊断和治疗观念冲突的焦点。

体表地形图曾广泛应用于筛查结构性脊柱侧凸普查[18-19]、脊柱矫形手术前后美学评价等方面[20-21],郭伟等[22-23]将云纹图法应用于观察治疗前后患者继发脊柱侧弯的变化,同样受限于当时的技术层面只能描述冠状位二维平面内的脊柱侧弯。由北京工业大学开发的人体脊柱形态评价系统,可以对人体背部表面地形图的动态测量,基于双目立体视觉方法[24-26],可以产生代表物体表面形状的等高线波纹,随体表形状不同而变形,用于脊柱变形引发的背部表面不对称性的测量,定量分析脊柱侧凸和旋转角度,实现人体脊柱功能动态测量,为脊柱功能的客观评价提供量化依据,实现了人体背部形态及脊柱非侵入性的数字化和直观再现[27],从而把“手摸心会”做到量化和客观化。传统的望诊主要依赖患者的主观感觉和医生的经验,现在利用人体背部体表地形图的动态测量功能,可以客观量化躯干体表形态和脊柱动态运动功能。

该研究利用体表地形图的三维、定量、无创性的优点,将腰型进行初步量化描述。①对10名健康志愿者和10例I/II型腰椎间盘突出患者在30min内连续采集3次背部体表地形图,分别测量3次三维成角,3次数据测量结果差异无显著性意义(P>0.05),指标稳定性良好;②对III/IV型与I/II型患者的三维数据比较发现两组间数据差异有极显著性意义(P<0.0001);③依据ROC曲线判断III/IV型的冠状位、矢状位、轴位成角界值分别为5.32°,4.77°,4.74°;④对三维成角诊断界值进行初步真实性评价:冠状位、矢状位、轴位成角界值的灵敏度分别为86.66%,93.33%,86.66%,特异度分别为95.23%,85.72%,90.47%,提示该诊断界值灵敏度高、特异性强。

临床中III/IV型腰椎间盘突出症患者病情较严重,患者腰椎旋转侧弯明显,严重者可出现腰曲反向表现,这与腰椎功能单位固定构型改变并弹性固定改变了脊柱力学传导特性有关[28-29],而I/II型腰型患者脊柱一般无明显旋转侧弯,与此次观察角度反映相一致。由于III/IV型患者三维成角明显,而I/II型患者三维成角较小,因此用该指标诊断III/IV型腰型敏感度高,当三维成角测量结果大于诊断界值时,即可诊断为III/IV型腰型;对于不同腰型患者,治疗原则和措施明显不同,依据该指标可辅助判断患者目前病情轻重、治疗难易及预后等,加深了对腰椎间盘突出症的认识[30-31]。根据患者三维成角能够初步判断腰椎间盘突出症患者腰型是III/IV型还是I/II型,但是不能进一步明确是III型还是IV型、I型还是II型,需要结合其他指标进一步明确。此外,作为一个初步研究,各组对象样本量偏小,尚不能准确反映III/IV型和I/II型患者三维成角的范围。但是,三维成角作为一个腰椎间盘突出症腰型分类的关键指标,可以有效量化脊柱及相关力学系统的三维变形程度,为处于不同病情阶段患者制定治疗计划。三维成角的初步制定使得腰椎间盘突出症腰型分型有一个现代医学科学客观的检测手段,为评估治疗效果提供客观化依据。总体来说,腰椎间盘突出症腰型客观化指标(三维成角)的初步研究为定量描述腰型变化迈出了重要的一步。

作者贡献:第一作者马超负责数据测量、文章撰写,共同第一作者王飞负责数据统计分析、文章修改,第二作者刘晓民负责体表光栅测量设计与分析,其他作者王子昀、许奎、杨文东负责临床数据收集,通讯作者冯伟提供基金支持、负责课题设计。

经费支持:该文章接受了“空军军医大学课题(2019ZT A03)”的资助。所有作者声明,经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突:文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

机构伦理问题:该研究的实施符合空军特色医学中心的相关伦理要求[医院伦理批准号:空特(科研)第2020-158-PJ01]。

知情同意问题:所有患者及志愿者均已签署此次研究知情同意书。

写作指南:该研究遵守《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南)。

文章查重:文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审:文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发表宗旨。

生物统计学声明:文章统计学方法已经通过空军特色医学中心统计学专家审核。

文章版权:文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明:这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》(署名-非商业性使用-相同方式共享4.0)条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] 冯天有. 损伤性脊柱疾病诊治的中西医结合临床研究[J]. 空军总医院学报, 1997,13(2):63-66.
- [2] 周谋望,岳寿伟,何成奇,等.“腰椎间盘突出症的康复治疗”中国专家共识[J]. 中国康复医学杂志,2017,32(2):129-135.
- [3] 冯伟. 浅析冯天有教授有关损伤性脊柱疾病的学术研究[J]. 空军总医院学报, 2000,16(4):187-190,192.
- [4] 冯伟,冯天有,许奎,等. 新医正骨疗法治疗III、IV型腰椎间盘突出症[J]. 中医正骨,2015,27(5):62-64.
- [5] 冯天有. 中西医结合治疗软组织损伤的临床研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,2002.
- [6] 国家中医药管理局. 中医病证诊断疗效标准[M]. 南京:南京大学出版社,1994.
- [7] KENANIDIS E, STAMATOPOULOS T, ATHANASIADOU KI, et al. Can we predict the behavior of the scoliotic curve after bracing in adolescent idiopathic scoliosis? The prognostic value of apical vertebral rotation. Spine Deform. 2021;9(1):91-98.
- [8] 冯伟,王飞,许奎. 新医正骨疗法治疗腰曲反向型腰椎间盘突出症的临床研究[J]. 空军医学杂志,2020,36(1):65-67.
- [9] 冯伟. 新医正骨疗法治疗难治型旋扭髂髂型腰椎间盘突出症的临床研究[J]. 空军医学杂志,2020,36(4):307-309.
- [10] HEY HWD, TAN KA, THADANI VN, et al. Characterization of Sagittal Spine Alignment With Reference to the Gravity Line and Vertebral Slopes: An Analysis of Different Roussouly Curves. Spine (Phila Pa 1976). 2020;45(9):E481-E488.
- [11] 李书强,王淑静,李伟锋. 椎曲论在脊柱退变性疾病防治中的临床意义[J]. 风湿病与关节炎,2014,3(1):71-72.
- [12] 赵文,陈启亮,李永,等. 四诊合参现代化发展研究[J]. 天津中医药,2020,37(10):1090-1094.
- [13] 赵文,张佳,徐佳君,等. 四诊合参智能化发展现状及实现路径[J]. 中医杂志, 2021,61(1):58-67.
- [14] 张钰莹,华周,詹松华,等. 中医四诊新技术的应用及研究进展[J]. 中国医学计算机成像杂志,2021,27(1):83-86.
- [15] 薛冬,徐海林,王伟. 人工智能辅助X线识别对骨科的应用价值研究进展[J]. 中国骨伤,2020,33(9):887-890.
- [16] 姜建元,陈劲松,吕飞舟,等. 三维CT重建在累及关节面的复杂骨折治疗中的指导意义[J]. 骨与关节损伤杂志,2000,15(3):165-166.
- [17] 邱贵兴. 计算机辅助导航技术在骨科手术中的应用[J]. 中华骨科杂志,2006, 26(10):651-652.
- [18] SATO T, YONEZAWA I, AKIMOTO T, et al. Novel Hump Measurement System With a 3D Camera for Early Diagnosis of Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Study of Accuracy and Reliability. Cureus. 2020;12(5):e8229.
- [19] ZHENG YP, LEE TT, LAI KK, et al. A reliability and validity study for Scolioscan: a radiation-free scoliosis assessment system using 3D ultrasound imaging. Scoliosis Spinal Disord. 2016;11:13.
- [20] MASSO PD, GORTON GE 3RD. Quantifying changes in standing body segment alignment following spinal instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis using an optoelectronic measurement system. Spine (Phila Pa 1976). 2000;25(4):457-462.
- [21] POTTER BK, KUKLO TR, LENKE LG. Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of Lenke Type I adolescent idiopathic scoliosis curves. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(16):1859-1866.
- [22] 郭伟,刘益善,冯宇,等. 脊柱侧弯患者云纹图法诊断的研究[J]. 中国矫形外科杂志,2007,15(21):1665-1666.
- [23] 胡可,朱晓华,倪君,等. 云纹图法对背部疾病望诊客观化应用价值研究[J]. 中医临床研究,2014,6(34):19-21.
- [24] ZHONG L, QIN J, YANG X, et al. An Accurate Linear Method for 3D Line Reconstruction for Binocular or Multiple View Stereo Vision. Sensors (Basel). 2021;21(2):658.
- [25] 马朝阳,华云松. 基于双目立体视觉的平面测距研究[J]. 软件,2020,41(9):194-197.
- [26] GROISSER B, KIMMEL R, FELDMAN G, et al. 3D Reconstruction of Scoliotic Spines from Stereoradiography and Depth Imaging. Ann Biomed Eng. 2018;46(8):1206-1215.
- [27] 郭伟,赵平,周卫. 脊柱云纹照相技术的临床应用[J]. 中国骨伤,2008, 21(3):237-239.
- [28] 冯伟,王飞,许奎. 脊柱功能单位构型改变在腰椎间盘突出症中的意义[J]. 空军医学杂志,2018,34(3):196-198.
- [29] 欧阳钧,钱雷,孙培栋. 脊柱生物力学研究的回顾与展望[J]. 医学生物力学, 2021,36(2):169-176.
- [30] 李其宝,熊启良,屈尚可,等. 中医推拿治疗腰椎间盘突出症:应用规律10年文献分析[J]. 中国组织工程研究,2014,18(44):7211-7216.
- [31] 韩磊,赵平,王飞,等. 脊柱手法为主治疗腰椎间盘突出症:受累椎体X射线量化分析[J]. 中国组织工程研究,2014,18(17):2740-2745.

(责任编辑: MZH, ZN, ZH)