

不同体位 X 线片上腰椎间孔的变化及 在经皮椎间孔镜手术中的意义

任志伟, 尹 思, 杨益民, 李新友, 张小卫

(西安交通大学第一附属医院骨科 710061 陕西省西安市)

【摘要】目的:测量腰椎间孔在中立、过伸和过屈侧位 X 线片上的变化,探讨不同体位下椎间孔的变化以及在经皮椎间孔镜手术中的意义。**方法:**选取 2014 年 12 月~2015 年 10 月因腰腿痛来我院行腰椎 X 线检查的患者 100 例,其中男性 58 例,女性 42 例;在每位患者腰椎中立、过伸和过屈侧位 X 线片上测量各腰椎间孔的高度、宽度和腰椎前凸角度,并根据腰椎活动度(中立位-过屈位腰椎前凸角)进行分组(<10°、10°~20°及>20°组)统计。采用单因素方差分析和 Pearson 相关分析,比较各椎间孔测量参数在不同体位时的变化,以及各椎间孔高度和宽度的变化与不同腰椎活动度的关系。**结果:**中立位时,腰椎间孔平均高度为 20.2±3.7mm(15.0~22.7mm),宽度为 13.7±2.7mm(6.7~10.8mm),自上而下各腰椎间孔高度和宽度呈降低趋势。过伸位时各腰椎间孔高度、宽度较中立位减少,但无显著性差异($P>0.05$),过屈位时各腰椎间孔高度、宽度较中立位和过伸位增加,并有显著性差异($P<0.05$)。与腰椎活动度<10°和 10°~20°两组相比,在腰椎活动度>20°组内,L1~L5 节段椎间孔高度及 L2~L5 节段椎间孔宽度显著增加,且有统计学差异($P<0.05$)。**结论:**屈曲位时腰椎间孔高度和宽度较中立及过伸位时明显增加,而且椎间孔高度及宽度随着腰椎前屈角度增加而增大。

【关键词】腰椎间孔;X 线;椎间孔镜手术

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2018.01.05

中图分类号:R814.4 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2018)-01-0033-05

Morphologic changes of lumbar foramen on X-rays in different positions and the relation with percutaneous endoscopic surgery/REN Zhiwei, YIN Si, YANG Yimin, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(1): 33-37

【Abstract】 Objectives: To measure and analyze lumbar foramen parameters on X-rays in natural, extension and flexion positions, and to illustrate the changes of foramen in different positions and its relation with endoscopic surgery. **Methods:** From December 2014 to October 2015, 100 patients(58 males and 42 females) suffering from low back pain who performed X-ray in our hospital were selected. The height, width of lumbar foramen and the lumbar lordosis were measured on each X-ray in neutral, flexion and extension positions. Based on the lumbar motion changes from neutral to flexion, the patients were divided into 3 groups (<10°, 10°~20° and >20°). The differences in foramen and vertebrae parameters among positions were analyzed by using one-way ANOVA, Pearson's correlation coefficients were used to investigate the changes of foramen height and width in different positions and the relationship between these changes and lumbar motion. **Results:** The average height of lumbar foramen was 20.2±3.7mm(15.0~22.7mm) and the width was 13.7±2.7mm(6.7~10.8mm) in neutral position. The height and width of intervertebral foramen decreased from top to bottom segment of lumbar spine. All lumbar foramen heights and widths decreased in extension compared to neutral position, but there was no statistical significance($P>0.05$). The height and width of lumbar foramen in flexion increased significantly compared to neutral and extension positions($P<0.05$). In the group of lumbar flexion > 20°, foramen heights at all segments except L5/S1 and foramen widths from L2~L5 increased significantly compared to the groups of <10° and 10°~20°($P<0.05$). **Conclusions:** Lumbar foramen heights and widths increase significantly in flexion positions, and widths increase subsequent to the flexion angle increase.

第一作者简介:男(1980-),主治医师,博士学位,研究方向:脊柱外科

电话:(029)85323937 E-mail:zwren1980@163.com

【Key words】 Lumbar foramen; X-rays; Endoscopic surgery

【Author's address】 Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, 710061, China

腰椎间孔是神经根及附属结构的通路,也是神经根性疾病的好发部位,对于椎间孔的形态学和解剖学研究一直是脊柱外科学研究的重要内容。近年来随着脊柱微创技术的发展,腰椎间孔作为微创入路的重要通道也愈发显得重要。经皮椎间孔镜下髓核摘除术作为目前治疗腰椎间盘突出症等疾病的重要微创技术^[1],其经典的 TESSYS (transforaminal endoscopic spine system) 技术就是通过腰椎间孔穿刺进入靶点区域,进行减压操作。而在具体操作中,术者常需调节患者体位,使腰部呈屈曲位,以利于手术操作^[2]。但体位变化对椎间孔变化及手术操作影响如何,未见相关报道。笔者在中立、过伸和过屈侧位 X 线片上测量椎间孔相关参数的变化,明确不同体位和腰椎活动角度变化对椎间孔各参数的影响,为临床进行椎间孔镜手术操作提供参考。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选取 2014 年 12 月~2015 年 6 月因腰痛或伴有下肢放射痛来我院骨科就诊的患者共 100 例,其中男性 58 例,女性 42 例,年龄 22~65 岁,平均 41.9 ± 10.5 岁。收集患者腰椎中立以及过伸过屈位侧位 X 线资料,并且要求影像资料上各腰椎椎间孔边界显示清楚。所有患者均通过询问病史、体格检查和影像学资料进行评定。排除标准:腰椎 X 线片显示椎体边缘有双线征者;X 线片显示有腰椎滑脱,腰椎骶化,骶椎腰化,脊柱裂,腰椎侧凸和其他先天椎体发育畸形者;怀疑有结核、肿瘤或其他代谢性骨病者;既往有腰椎手术史者。

1.2 测量方法和评估参数

拍摄腰椎中立侧位和动力位片时均采用站立位拍摄法:投照中心在髂嵴上 3cm,腰椎棘突前 8cm 处,约 L3 椎体水平,投射距离为 100cm。以 X 线片上标尺为参照,使用 Image J 1.49v (National Institutes of Health, USA) 软件和 Surgimap Spine 软件 (Nemaris, New York) 在腰椎侧位、过屈和过伸位 X 线片上分别测量并记录各腰椎椎间孔的以下参数 (图 1): (1) 椎间孔高度,自上位椎弓根

最低点到下位椎弓根的最高点的距离; (2) 椎间孔宽度,自上位椎体的下终板后缘到下位椎体上关节突尖端前缘的距离; (3) 腰椎前凸角, L1 椎体上终板和 S1 椎体上终板连线的夹角。另计算腰椎活动度 = 中立位腰椎前凸角度 - 屈曲位腰椎前凸角度。

1.3 统计学分析

所有测量结果采用均数 $\pm$ 标准差表示。采用单因素方差分析比较不同体位间椎间孔的高度和宽度的差异,两两间对比采用 LSD 法。用 Pearson 相关性分析腰椎活动角度与椎间孔高度、宽度变化的关系;另根据计算所得的腰椎活动度,按角度的变化分为三组: $<10^\circ$ 、 $10^\circ \sim 20^\circ$ 和 $>20^\circ$ 组,用单因素方差分析比较不同组间椎间孔高度和宽度变化的差异。统计软件为 SPSS 20.0 (Chicago, IL, American), 显著性差异设定 $P=0.05$ 。

2 结果

对 100 例患者三种体位的腰椎 X 线片,从 L1/2~L5/S1 共 1500 个椎间孔进行了测量分析。腰椎各椎间孔的平均高度及宽度及不同体位下的变化见表 1。在三种体位下,低节段较高节段的椎间孔高度有所降低,但各节段之间并无绝对逐步降低的趋势。相对于中立位,椎间孔高度在过伸位时



图 1 腰椎各测量参数 (a 椎间孔高度; b 椎间孔宽度; c 腰椎前凸角度)

Figure 1 Parameters measured on lumbar X-ray (a Foramen height; b Foramen width; c Lumbar lordosis)

降低,但除 L1/2 节段,余节段差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。屈曲位上椎间孔高度较中立位和过伸位都增加,且差异有统计学意义 ($P < 0.05$),其中增加比例最大的在 L1/2,较过伸位时增加 9.8%,最小的在 L3/4,较之增加 5.0%。

在三种体位下,各椎间孔宽度是自上而下逐步减少的。相对于中立位,椎间孔宽度在过伸位时减少,但差异无统计学意义 ($P > 0.05$);屈曲位时增加,与中立位及过伸位比较均有显著性差异 ($P < 0.05$)。屈曲位时相比过伸位,增加比例最大者为 L2/3,较之增加 22.5%,最小者为 L1/2,较之增加 17.2%。

以腰椎活动度为基础进行分组,不同节段椎间孔高度的变化数值及与腰椎活动度的关系见表 2, Pearson 相关分析示各节段椎间孔高度与角度

增加呈正相关。除 L5/S1 外,其余腰椎节段的不同组间相比较, $>20^\circ$ 组较前两组椎间孔高度增加有显著性差异 ($P < 0.05$)。

而对于椎间孔宽度变化与腰椎活动度改变的关系, Pearson 相关分析示各节段椎间孔宽度与角度增加呈显著性正相关。在 L1/2 和 L5/S1, 虽然随着角度增加,椎间孔宽度有所增加,但无显著性差异 ($P > 0.05$);而在 L2/3~L4/5 节段, $>20^\circ$ 组较 $<10^\circ$ 组增加有显著性差异 ($P < 0.05$) (表 3)。

3 讨论

腰椎间孔的形态和应用解剖研究一直是脊柱外科学研究的重要内容。究其原因,一方面是由于椎间孔区域是椎间盘突出及椎间孔狭窄造成神经压迫的常见部位,另一方面是因为它是脊柱微创

表 1 腰椎椎间孔高度及宽度在不同体位时的变化

($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Changes of lumbar foramen height and width at different positions

腰椎节段 Lumbar segments	椎间孔高度(mm) Height of foramen			椎间孔宽度(mm) Width of foramen		
	中立位 Neutral	过伸位 Extension	屈曲位 Flexion	中立位 Neutral	过伸位 Extension	屈曲位 Flexion
L1/2	21.1 $\pm$ 2.6	20.2 $\pm$ 2.2 ^①	22.4 $\pm$ 2.9 ^{①②}	10.8 $\pm$ 2.3	11.1 $\pm$ 2.3	13.0 $\pm$ 2.7 ^{①②}
L2/3	22.7 $\pm$ 2.8	22.4 $\pm$ 2.4	23.8 $\pm$ 2.7 ^{①②}	10.4 $\pm$ 2.4	10.0 $\pm$ 2.6	12.3 $\pm$ 2.6 ^{①②}
L3/4	22.2 $\pm$ 2.3	21.9 $\pm$ 2.4	23.0 $\pm$ 2.4 ^{①②}	9.9 $\pm$ 1.9	9.5 $\pm$ 2.3	11.7 $\pm$ 2.9 ^{①②}
L4/5	20.0 $\pm$ 2.5	19.3 $\pm$ 2.1	20.8 $\pm$ 2.2 ^{①②}	8.4 $\pm$ 2.5	7.7 $\pm$ 2.4	9.3 $\pm$ 2.5 ^{①②}
L5/S1	15.0 $\pm$ 2.3	14.5 $\pm$ 2.4	15.9 $\pm$ 2.3 ^{①②}	6.7 $\pm$ 1.9	6.1 $\pm$ 1.7	7.6 $\pm$ 2.0 ^{①②}

注:①与中立位比较 $P < 0.05$; ②与过伸位比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with neutral group, $P < 0.05$; ②Compared with extension group, $P < 0.05$

表 2 腰椎活动度改变与椎间孔高度的变化 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Lumbar motion related to the changes of foramen height

腰椎活动度 变化 Changes of lumbar motion	椎间孔高度变化(mm) Changes of lumbar foramen height				
	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
$<10^\circ$ ($n=35$)	-0.4 $\pm$ 2.5	-0.1 $\pm$ 2.6	-0.5 $\pm$ 2.1	0.3 $\pm$ 2.2	1.0 $\pm$ 2.6
$10^\circ \sim 20^\circ$ ($n=30$)	1.3 $\pm$ 2.2	0.8 $\pm$ 1.8	0.6 $\pm$ 1.8	-0.3 $\pm$ 2.2	0.2 $\pm$ 2.1
$>20^\circ$ ($n=35$)	2.3 $\pm$ 2.2 ^{①②}	2.6 $\pm$ 2.0 ^{①②}	2.5 $\pm$ 2.3 ^{①②}	2.2 $\pm$ 2.6 ^{①②}	1.3 $\pm$ 1.7
Pearson 相关 系数 Pearson correlation coefficient	0.34	0.57	0.60	0.35	0.11

注:①与 $<10^\circ$ 组比较 $P < 0.05$; ②与 $10^\circ \sim 20^\circ$ 组比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with group $<10^\circ$, $P < 0.05$; ②Compared with group $10^\circ \sim 20^\circ$, $P < 0.05$

表 3 腰椎活动度改变导致椎间孔宽度的变化 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Lumbar motion related to the changes of foramen width

腰椎活动度 变化 Changes of lumbar motion	椎间孔宽度变化(mm) Changes of lumbar foramen width				
	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L5/S1
$<10^\circ$ ($n=35$)	1.4 $\pm$ 2.9	0.6 $\pm$ 2.0	0.5 $\pm$ 1.6	0.1 $\pm$ 2.5	0.4 $\pm$ 1.9
$10^\circ \sim 20^\circ$ ($n=30$)	1.5 $\pm$ 2.6	1.7 $\pm$ 2.4	1.8 $\pm$ 3.4	0.8 $\pm$ 1.9	1.0 $\pm$ 1.7
$>20^\circ$ ($n=35$)	2.7 $\pm$ 2.2	2.0 $\pm$ 2.7 ^①	3.1 $\pm$ 2.2 ^①	0.9 $\pm$ 2.5 ^①	1.3 $\pm$ 2.2
Pearson 相关 系数 Pearson correlation coefficient	0.35	0.48	0.42	0.39	0.29

注:①与 $<10^\circ$ 组比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with group $<10^\circ$, $P < 0.05$

技术的重要天然通道。经皮腰椎间孔镜技术作为目前脊柱微创主要技术,就是通过 Kambin 三角进行操作的,因此研究测量腰椎间孔相关参数在脊柱微创手术中有着重要的意义。

既往有关腰椎间孔的研究多是在形态学上进行测量分析,通过 X 线^[3]、CT^[4,5]或尸体标本^[6]对个别节段或多节段椎间孔进行测量,分析不同节段之间的相关参数与性别、年龄等之间的关系,或是分析不同体位下椎间孔高度、体积变化在动态腰椎间孔狭窄中的作用^[7,8]。而对于有关椎间孔镜手术工作入路的研究,也主要是基于静态位影像学资料,对椎间孔高度、宽度进行测量或是测量神经根与周围骨性结构或硬膜囊之间的距离或神经根行走角度^[9,10]。但是在进行椎间孔手术时,常需要将手术床折顶,使患者腰部前屈,以便于椎间孔镜手术中导针的穿刺及工作通道的置入^[2,11],因此基于静态位下腰椎间孔参数的测量分析很容易随着体位的变化而改变。所以对有关椎间孔镜手术入路的腰椎间孔测量分析,要在不同体位下进行。

本研究就是基于中立侧位和动力位 X 线片,对不同体位下各腰椎间孔的高度和宽度进行测量,比较分析在不同体位时,各参数变化的规律。研究结果表明,与中立位相比,过伸位时椎间孔高度和宽度降低,但无显著性差异,而屈曲位则使之增加,且与中立位和过伸位比较增加有统计学意义。

Torun 等^[12]对尸体腰椎间孔形态分析测量后认为腰椎间孔的平均高度在 13~15mm,而 Hurday 等^[10]通过腰椎 MRI 进行椎间孔参数测量,结果显示腰椎间孔平均高度为 $21.15 \pm 3.17\text{mm}$,我们测量的椎间孔平均高度为 $20.22 \pm 3.69\text{mm}$,与之相接近。另外 Al-Hadidi 等^[13]测量腰椎 MRI 椎间孔的平均高度为 $20.9 \pm 1.70\text{mm}$,也与我们的结果相接近,这一方面表明了我们测量方法的准确性和可靠性,另一方面也说明尸体测量和影像学测量之间存在差异性。

其他有关椎间孔形态随体位变化的研究也与我们的实验结果相似,Fujiwara 等^[14]对 39 例尸体腰椎进行 CT 扫描,测量腰椎间孔在过伸、屈曲和中立位时的数值,结果显示过伸位时椎间孔高度、宽度和面积明显减小,而屈曲位下三者则明显增加。Infusa 等^[15]也通过 CT 对 25 个尸体腰椎活动节段进行屈曲位和过伸位下测量,也认为屈曲位

使得椎间孔高度、宽度和面积增加,过伸位则使之减小,并认为这是动态性椎管狭窄的原因。而 Zhong 等^[16]通过对 10 例志愿者腰椎扫描,三维重建椎体模型并在不同体位下测量分析,他们分析了中立位、45°屈曲位和最大过伸位时各腰椎椎间孔的数据,结果显示屈曲位下,椎间孔面积、宽度较前明显增加,过伸位时减小,但椎间孔高度在三种体位下则变化不大。Zhong 等^[16]的研究中椎间孔高度的变化与我们的结果不相符合,但是 Zhong 等的研究并非真正的测量腰椎动态位椎间孔的数据,而是在固定体位时采集数据重建再测量分析。结合之前的尸体研究结果和腰椎活动时小关节突的活动,我们认为,腰椎屈曲位不仅可以增加椎间孔宽度,也同样可以增加其高度,这在 Iwata 等^[17]于负重位下测量腰椎间孔的实验中也得到了证实。

关于对椎间孔宽度的测量,不同文献有不同的方法。在 Hurday 等^[10]的研究中,分别在上位椎体的下终板、椎间盘中央、下位椎体的上终板三个不同的平面测量了椎间孔的宽度。而在 Ruhli 等^[6]实验中,则在椎间隙的上下终板水平测量,分布记为椎间孔头侧和尾侧的宽度。另外在 Zhong 等^[16]的文章中,则采用上位椎体后缘和关节突骨性结构之间最短距离作为椎间孔的宽度。这种基于不同测量方式所得出的结果,就会有较大的差异。在本研究中我们采用类似于 Zhong 等^[16]的方式,采用上位椎体下终板的后缘,平行于椎间隙连线至关节突骨性结构距离。具体原因是,我们认为椎间孔高宽在不同体位时产生变化是由于关节突关节的活动和椎间盘前后缘不同程度的压缩而导致的,其宽度变化主要集中于椎间孔的中间区域,也就是椎间盘中央和关节突关节的位置,但是由于 X 线上不能很好地界定椎间盘的后缘位置,所以我们选定了上终板的后下角来进行测量。

基于中立位-俯卧位时腰椎前凸角度的变化,可将其看作患者手术时体位的改变,研究结果表明,>20°组的腰椎间孔高度和宽度较<10°组和 10°~20°组增加,且比<10°组增加有显著性差异。进一步分析椎间孔宽度改变和角度变化的关系,我们发现,宽度增加与角度增加呈 Pearson 正相关,而且除了 L1/2 和 L5/S1 间隙,其余节段椎间孔宽度随着角度增加而增加,且有统计学差异。这说明在手术体位准备时,我们可以通过使患者腰

椎前屈增加其椎间孔高度和宽度,而且其数值随着前屈的角度而增加,但是对于 L1/2 和 L5/S1 间隙可能并没有很大作用。对于 L1/2 和 L5/S1 间隙椎间孔并没有随体位变化产生显著性改变,我们分析原因可能是因其处于腰椎的两侧,节段性活动角度较小有关,这在 Zhong 等^[16]研究中也有类似的发现。

综上所述,屈曲位时腰椎间孔高度、宽度较中立位及过伸位增加,且宽度增加随着屈曲角度增大而增大。明确腰椎活动角度变化对椎间孔参数的影响,对于经皮椎间孔镜手术中穿刺置管操作有着重要的参考意义。

4 参考文献

1. 李长青,周跃,王建,等. 经皮椎间孔内窥镜下靶向穿刺椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(3): 193-197.
2. Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2002, 27(7): 722-731.
3. 杜怡斌,刘艺明,马力,等. 腰椎间盘突出症骨性椎间孔的测量分析[J]. 临床骨科杂志, 2011, 14(6): 620-623.
4. 乔风雷,朱斌,马军,等. 螺旋 CT 容积再现法腰椎椎间孔测量探讨[J]. 中国临床医学影像杂志, 2015, 26(11): 820-822.
5. Senoo I, Espinoza OAA, An HS, et al. In vivo 3-dimensional morphometric analysis of the lumbar foramen in healthy subjects[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2014, 39(16): E929-935.
6. Rühli FJ, Muntener M, Henneberg M. Human osseous intervertebral foramen width[J]. Am J Phys Anthropol, 2006, 129(2): 177-188.
7. Hasegawa T, An HS, Haughton VM, et al. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera[J]. J Bone Joint Surg Am, 1995, 77(1): 32-38.
8. Khiami F, Aziria SA, Ragot S, et al. Reliability and validity of a new measurement of lumbar foraminal volume using a computed tomography[J]. Surg Radiol Anat, 2015, 37(1): 93-99.
9. Gu X, He SS, Zhang HL. Morphometric analysis of the YESS and TESSYS techniques of percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy[J]. Clin Anat, 2013, 26(6): 728-734.
10. Hurday Y, Xu B, Guo L, et al. Radiographic measurement for transforaminal percutaneous endoscopic approach (PELD) [J]. Eur Spine J, 2016, 26(3): 635-645.
11. 李振宙,吴闻文,侯树勋,等. 侧后路经皮椎间孔镜下髓核摘除、射频热凝纤维环成形术治疗椎间盘源性腰痛[J]. 中国微创外科杂志, 2009, 9(4): 332-335.
12. Torun F, Dolgun H, Tuna H, et al. Morphometric analysis of the roots and neural foramina of the lumbar vertebrae [J]. Surg Neurol, 2006, 66(2): 148-151.
13. Al-Hadidi MT, Abu-Ghaida JH, Badran DH, et al. Magnetic resonance imaging of normal lumbar intervertebral foraminal height[J]. Neurosciences(Riyadh), 2003, 8(3): 165-170.
14. Fujiwara A, An HS, Lim TH, et al. Morphologic changes in the lumbar intervertebral foramen due to flexion-extension, lateral bending, and axial rotation: an in vitro anatomic and biomechanical study[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2001, 26(8): 876-882.
15. Inufusa A, An HS, Lim TH, et al. Anatomic changes of the spinal canal and intervertebral foramen associated with flexion-extension movement[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1996, 21(21): 2412-2420.
16. Zhong W, Driscoll SJ, Tsai TY, et al. In vivo dynamic changes of dimensions in the lumbar intervertebral foramen [J]. Spine J, 2015, 15(7): 1653-1659.
17. Iwata T, Miyamoto K, Hioki A, et al. In vivo measurement of lumbar foramen during axial loading using a compression device and computed tomography [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(5): E177-182.

(收稿日期:2017-09-15 修回日期:2017-12-27)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)