

腰椎融合术后相邻节段旋转角度、椎间活动度及椎间隙高度变化的临床分析

刘 啸, 杨晓松, 于 森, 刘晓光, 刘忠军

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:利用脊柱云纹系统(DIERS Formetric 4D[®], Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany)和影像学检查评估腰椎固定融合术对相邻节段旋转角度、椎间活动度及椎间隙高度的影响,并探讨预测邻近节段退变的敏感指标。**方法:**收集 2016 年 1 月~2016 年 6 月期间,73 例行单节段腰椎后路减压融合固定术患者的临床资料,其中男 40 例,女 33 例,平均年龄 47.2±10.3 岁(40~60 岁),手术节段:L2/3 6 例,L3/4 10 例,L4/5 32 例,L5/S1 25 例。应用 DIERS 脊柱云纹系统分别于术前、术后 6 个月、1 年、2 年收集并计算融合节段与上、下邻椎旋转角度的差值(相对旋转角度)。术前及末次随访时通过腰椎 X 线测量相邻节段活动范围(range of motion, ROM)及椎间隙高度(disc height, DH)。末次随访时采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)及 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评估患者腰腿痛及腰椎功能情况;根据相邻节段有无影像学退变,将患者分为退变组与非退变组并进行对比分析。**结果:**术前患者融合椎与上、下邻椎相对旋转角度分别为 5.2°±2.1°和 3.1°±2.1°,术后各随访时间点邻椎的旋转角度均较术前明显增大($P<0.05$),末次随访时上、下邻椎相对旋转角度分别为 8.8°±4.9°和 5.9°±3.2°,上邻椎相对旋转角度大于下邻椎($P<0.05$),其中 L2/3 融合时,上、下邻椎(L1、L4)的相对旋转角度变化最明显。末次随访时 11 例患者出现邻近节段退变,退变组上邻椎相对旋转角度为 10.6°±3.0°,非退变组为 8.2°±2.8°,两组间有显著性差异($P<0.05$);退变组与非退变组腰痛 VAS 评分分别为 1.4±0.7 分和 1.2±0.8 分,腿痛 VAS 评分分别为 1.2±1.0 分和 1.3±0.7 分,ODI 分别为 (10.3±8.2)%和 (9.5±6.3)%,两组间无显著性差异($P>0.05$);两组间椎间隙高度及 ROM 均无明显差异($P>0.05$)。**结论:**腰椎固定融合术后相邻节段动态相对旋转度增大,尤以上邻椎明显,与腰椎屈伸活动度及椎间隙高度相比,相邻节段旋转角度可能是预测邻近节段退变更敏感的指标。

【关键词】腰椎;脊柱融合;相邻节段退变;疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.02.03

中图分类号:R681.5, R619 文献标识码 A 文章编号:1004-406X(2019)-02-0109-07

Clinical analysis for change of postoperative adjacent segmental rotation angle, intervertebral motion and intervertebral height/LIU Xiao, YANG Xiaosong, YU Miao, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(2): 109-115

【Abstract】 Objectives: To evaluate the effect of lumbar fusion for adjacent segments degeneration(ASD) by spinal moire system (DIERS Formetric 4D[®], Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) and radiological examination. **Methods:** The data of 73 patients who received single segmental lumbar fusion were collected in this study from January 2016 to June 2016. There were 40 male and 33 female cases with an average of 47.2±10.3(40-60) years old. The DIERS spinal moire system was applied to collect and calculate the relative rotation angle between fusion level and adjacent vertebrae during walk pre-operation at postoperative 6, 12 and 24 months respectively. X-ray examination was applied to evaluate the range of motion(ROM) and disc height(DH) of adjacent levels before and after operation. At the final follow-up, the low back and leg pain and lumbar function were evaluated by visual analogue scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI). According to degeneration, the patients were divided into ASD group and non-ASD

基金项目:北京大学第三医院临床学科重点项目基金(编号:BYSY2016019);AO Spine China Research Grant[编号:AOSCN(R)2017-19]

第一作者简介:男(1986-),主治医师,博士,研究方向:脊柱外科

电话:18610018517 E-mail:lx86831@163.com

通讯作者:于森 E-mail:miltonyu@126.com

group and were compared and analyzed. **Results:** The relative rotation angle of upper and lower adjacent vertebrae was $5.2^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$ and $3.1^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$ before operation, while both angles increased obviously at each follow-up point ($P < 0.05$). Finally, the upper and lower angle was $8.8^{\circ} \pm 4.9^{\circ}$ and $5.9^{\circ} \pm 3.2^{\circ}$ respectively ($P < 0.05$). The most obvious changes were observed in the patients with L2–3 fusion. At the final follow-up, 11 patients suffered from ASD whose upper relative rotation angle was larger ($P < 0.05$). The relative rotation angle of the upper adjacent vertebrae in the degenerative group was 10.6 ± 3.0 , and that in the non-degenerative group was 8.2 ± 2.8 . The degenerative group was larger than that in the non-degenerative group ($P < 0.05$). The VAS scores of low back pain in degenerative and non-degenerative groups were 1.4 ± 0.7 and 1.2 ± 0.8 , leg pain were 1.2 ± 1.0 and 1.3 ± 0.7 and ODI were $(10.3 \pm 8.2)\%$ and $(9.5 \pm 6.3)\%$ respectively. The DH, ROM and clinical outcome showed no significant difference between the 2 groups ($P > 0.05$). **Conclusions:** The relative rotation angle, especially upper one, increases obviously after operation which maybe a more sensitive index to predict ASD compared to ROM and DH.

[Key words] Lumbar spine; Spinal fusion; Adjacent segments degeneration; Clinical effect

[Author's address] Department of Orthopaedics, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

近年来,随着腰椎后路减压融合固定术的广泛开展,腰椎术后邻近节段退变(adjacent segment degeneration, ASD)在临床工作中越来越多见,已成为腰椎退行性病变患者术后常见的并发症之一^[1]。ASD 最常见的表现为相邻节段椎间盘退变,此外还包括节段不稳、小关节增生、椎管狭窄等^[2-4]。目前关于融合术后相邻节段退变发生机制的研究较多,但研究结论仍然存在争议^[4]。现阶段多数研究仅以特定体位下腰椎影像学检查(如 X 线、MRI)作为邻近节段退变的评估依据^[5-6],未对患者腰椎动力学变化进行动态评估,研究结果存在一定局限。DIERS Formetric 4D® 脊柱云纹系统(以下简称 DIERS)是四维光栅脊柱-骨盆测量设备,可模拟出行走时的动态脊柱三维图像并测算出脊柱及骨盆的活动范围和轨迹。我们利用 DIERS 系统对 73 例接受单节段腰椎后路减压融合固定术的患者进行了动态观察,报道如下。

1 资料与方法

1.1 病例收集标准

收集 2016 年 1 月至 2016 年 6 月期间住院患者的临床资料,按以下标准收集病例。纳入标准:(1)年龄小于 60 岁;(2)主要诊断为腰椎间盘突出症和/或腰椎管狭窄症;(3)影像学证实为单节段病变且邻近节段无明显退变、不稳表现;(4)临床表现、体格检查及影像学相符;(5)手术方式为单节段腰椎后路椎板切除减压椎间植骨融合固定术;(6)术后可独立行走。排除标准:(1)合并脊柱畸形或肿瘤;(2)合并颈椎病、胸椎病;(3)腰腿痛

明显、下肢关节病变或其他原因导致行走困难;(4)UCLA 分级 $\geq$ III 级(表 1)^[5,7];(5)严重肥胖或手术瘢痕较大影响光栅投射;(6)既往脊柱手术史。所有患者签署知情同意书。

1.2 治疗方法

患者入院后完善相关检查,排除手术禁忌后择期行腰椎后路减压融合固定术。术后常规使用抗生素预防感染,2~3d 后佩戴围腰下地活动,围腰佩戴 1~3 个月,术后 1 个月开始进行腰背肌功能训练,期间避免过度弯腰和重体力劳动。

1.3 DIERS 系统和影像学评估

应用 DIERS 系统分别于术前 1~3d、术后 6 个月、1 年、2 年收集患者 3 个步态周期每帧图像中融合椎与上、下邻椎的旋转角度,并计算融合节段与上、下邻椎旋转角度的差值(相对旋转角度),末次随访时通过腰椎 X 线测量相邻节段活动范围(range of motion, ROM)及椎间隙高度(disc height, DH)(图 1)。邻近节段退变的诊断依据:(1)X 线椎间隙高度下降 $>10\%$;(2)骨赘形成 $>3\text{mm}$;(3)腰椎动力位滑移 $>3\text{mm}$ 和/或椎间隙动态

表 1 椎间盘退变 UCLA 分级

Table 1 UCLA classification for degeneration of the disc

	椎间隙狭窄 Narrow of disc space	骨赘形成 osteophyte	终板硬化 Endplate sclerosis
I	-	-	-
II	+	-	-
III	+/-	+	-
IV	+/-	+/-	+

注:“+”表示有;“-”表示无;“+/-”表示有或无

Note: “+”, yes; “-”, no; “+/-”, yes or no

成角 $>10^{\circ}$; (4) UCLA 分级进展 (如由 I 级变为 II 级)^[3,8]。

1.4 DIERS 系统工作原理

DIERS 设备的原理是使用照相-光栅-立体画法,对人体背部结构进行摄影、测量和记录,并生成背部三维模型。患者的解剖标志、脊柱弯曲(如脊柱中线、轴向椎体旋转)和衍生的脊柱参数都可依据重建的解剖和生物力学模型计算得出。工作方法:首先利用投影仪发出光栅均匀的打在背部体表,产生粗细交映的光学图像。计算机根据采集的图像生成背部“geographic graph”(地理图像),并进行二次建模成像。生成的背部图像由三种颜色构成,即红色(凸面)、绿色(鞍面)和蓝色(凹面)构成,骨性标志可以通过特殊的曲率变化在背部标示出来,表现为一块孤立的红色区域被绿色区域所包绕。最后利用微积分方法把图像建成三维脊柱模型,并通过图像系统计算出行走时脊柱活动椎的动态参数(图 2)。

具体操作:患者裸露后背,上至发际线,下至髂后上棘,摘掉戒指、手表、项链等,防止其反射光栅导致曲度改变。嘱患者在跑台上按正常步态匀速行走 30s,通过 DIERS 系统生成动态三维脊柱模型,自动测算出每帧图像(每秒 60 帧)椎体与驱

干冠状面所呈角度,并最终计算出融合节段与上、下邻椎旋转角度的差值(相对旋转角度)。

1.5 疗效评定

末次随访时采用视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 及 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评估患者腰腿痛和腰椎功能情况,根据相邻节段有无影像学退变,将患者分为退变组与非退变组,比较两组临床疗效及影像学测量结果,见图 2。

1.6 统计学分析

应用 SPSS 18.0 进行统计学分析。末次随访时上下邻椎总体旋转角度对比符合正态分布且方差齐,采用 t 检验;退变组和非退变组腰腿痛 VAS 评分、ODI 指数、椎间隙活动度和椎间隙高度、上、下邻椎旋转角度,手术前后患者椎间隙活动度和椎间隙高度对比不符合正态分布或方差不齐,均采用秩和检验。多组定量资料比较采用 F 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

根据上述标准本研究共纳入 91 例患者,随访过程中 18 例患者退出研究,因此本研究获得完整

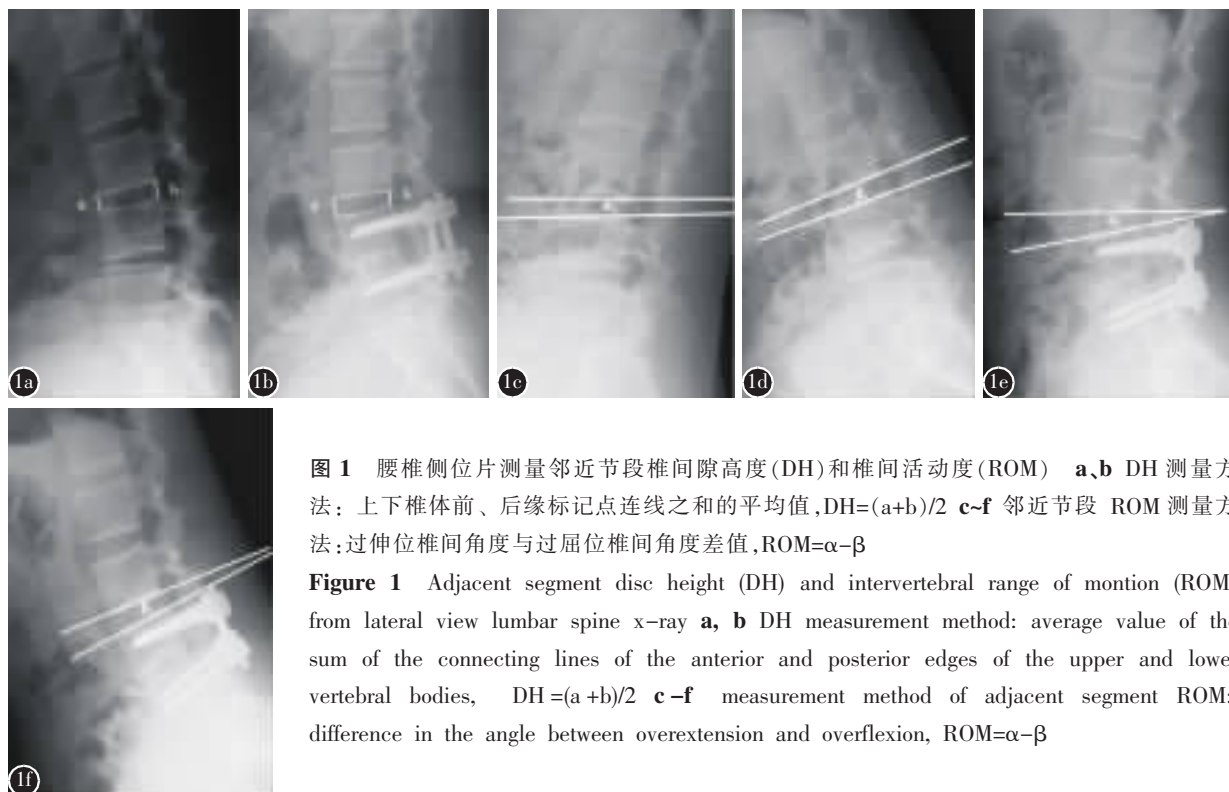


图 1 腰椎侧位片测量邻近节段椎间隙高度(DH)和椎间活动度(ROM) a、b DH 测量方法:上下椎体前、后缘标记点连线之和的平均值, $DH=(a+b)/2$ c~f 邻近节段 ROM 测量方法:过伸位椎间角度与过屈位椎间角度差值, $ROM=\alpha-\beta$

Figure 1 Adjacent segment disc height (DH) and intervertebral range of motion (ROM) from lateral view lumbar spine x-ray a, b DH measurement method: average value of the sum of the connecting lines of the anterior and posterior edges of the upper and lower vertebral bodies, $DH=(a+b)/2$ c~f measurement method of adjacent segment ROM: difference in the angle between overextension and overflexion, $ROM=\alpha-\beta$

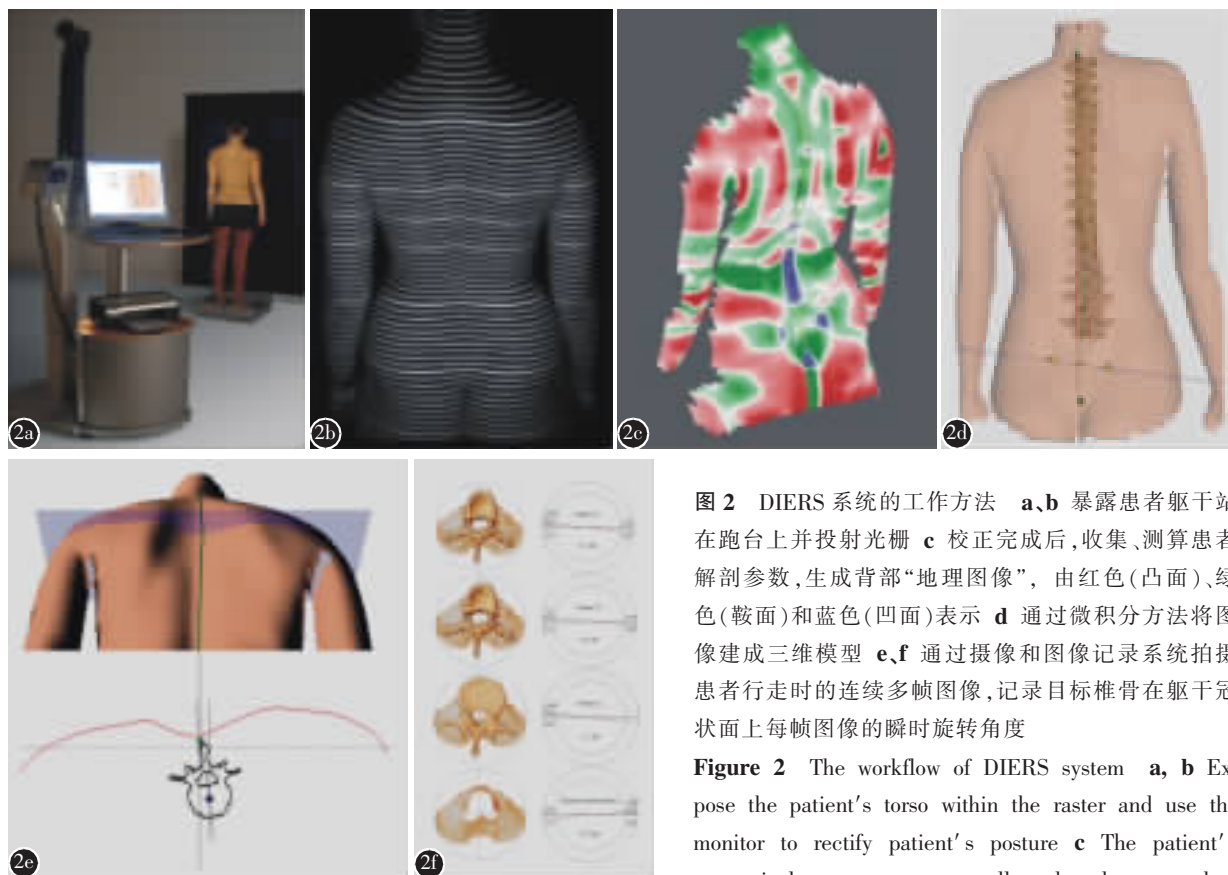


图 2 DIERS 系统的工作方法 a、b 暴露患者躯干站在跑台上并投射光栅 c 校正完成后,收集、测算患者解剖参数,生成背部“地理图像”,由红色(凸面)、绿色(鞍面)和蓝色(凹面)表示 d 通过微积分方法将图像建成三维模型 e、f 通过摄像和图像记录系统拍摄患者行走时的连续多帧图像,记录目标椎骨在躯干冠状面上每帧图像的瞬时旋转角度

Figure 2 The workflow of DIERS system a, b Expose the patient's torso within the raster and use the monitor to rectify patient's posture c The patient's anatomical parameters were collected and measured to

generate the "geographic image" of the back after the rectifying, which was represented by red (convex surface), green (saddle surface) and blue (concave surface) d builds the image into a three-dimensional model using calculus e, f The camera and image recording system were used to capture the continuous multi-frame images of the patient while walking, and the instantaneous rotation angle of each vertebra on the coronal plane of the trunk was recorded

随访数据的患者共 73 例(80.2%),其中男 40 例,女 33 例,平均年龄 47.2 ± 10.3 岁(40~60 岁),手术节段:L2/3 6 例,L3/4 9 例,L4/5 33 例,L5/S1 25 例。患者术前腰部和下肢疼痛 VAS 评分分别为 2.9 ± 1.2 分和 6.7 ± 2.1 分,ODI 为 $(68.3 \pm 10.5)\%$ 。

2.2 相对旋转角度

术后各随访时间点邻椎的旋转角度均较术前明显增大($P < 0.05$);术后 1 年时邻椎旋转角度与术后 6 个月相比有统计学差异($P < 0.05$);1 年以后则无明显变化($P > 0.05$,表 2)。说明内固定后相邻节段早期即出现应力改变,随着机体代偿功能的不断增强,邻椎旋转角度可维持在相对稳定的范围。

术后 2 年时,上、下邻椎相对旋转角度为 $8.8^\circ \pm 4.9^\circ$ 和 $5.9^\circ \pm 3.2^\circ$,上邻椎旋转角度较大($P < 0.05$)。与术前相比,上、下邻椎旋转角度差值分别为 $3.6^\circ \pm 3.2^\circ$ 和 $2.8^\circ \pm 2.3^\circ$,上邻椎变化更为明显。

由表 3 可知,融合节段越高相邻椎体的旋转角度越大,L2/3 融合时上、下邻椎(L1、L4)的相对旋转角度最大。

表 2 术前、术后邻椎相对旋转角度 ($^\circ$)

Table 2 Relative rotation angle of adjacent segments before and after operation

	上邻椎(n=73) Upper adjacent segment	下邻椎(n=48) Lower adjacent segment
术前 Preoperation	5.2 ± 2.1	3.1 ± 1.4
术后 6 个月 6 months after surgery	7.9 ± 4.3^{①}	4.4 ± 1.9^{①}
术后 1 年 1 year after surgery	8.9 ± 5.1^{①②}	5.6 ± 3.9^{①②}
术后 2 年 2 years after surgery	8.8 ± 4.9^{①②}	5.9 ± 3.2^{①②}

注:①与术前比较 $P < 0.05$;②与术后 6 个月比较 $P < 0.05$

Note: ①Compared with preoperation, $P < 0.05$; ②Compared with 6 months after operation, $P < 0.05$

2.3 影像学评估及临床疗效

由表 4 可知,2 年后患者相邻节段屈伸活动度较术前无明显变化($P>0.05$),椎间隙高度虽有所下降,但无统计学差异($P>0.05$)。末次随访时 11 例患者出现邻近节段退变,发生率为 15.1%,高位节段(L1~L4)6 例,低位节段(L4~S1)5 例,其中 8 例患者椎间隙高度下降 $>10\%$,3 例椎间活动度 $>10^\circ$,无患者出现明显骨赘增生、椎体滑移。

术后无患者出现明显神经症状加重,患者腰部和下肢疼痛 VAS 评分分别降至 1.2 ± 0.8 分和 1.3 ± 0.7 分,ODI 降至 $(9.6\pm 6.1)\%$ 。由表 5 可知,末次随访时退变组(11 例)和非退变组(62 例)患者

临床疗效、椎间隙高度、椎间活动度均无明显差异($P>0.05$),但退变组上邻椎的相对旋转度明显增大($P<0.05$)。

表 3 不同节段融合后上、下邻椎相对旋转角度 ($^\circ$)

Table 3 Relative rotation angle of upper and lower adjacent segments after fusion

	上位邻椎 Upper adjacent segment	下位邻椎 Lower adjacent segment
L2/3	10.5 ± 3.6 (L1)	8.1 ± 3.9 (L4)
L3/4	9.8 ± 4.0 (L2)	6.2 ± 2.4 (L5)
L4/5	8.6 ± 3.1 (L3)	5.4 ± 2.0 (S1)
L5/S1	8.2 ± 3.6 (L4)	—

表 4 术前、术后不同节段融合后邻近椎间隙活动度和高度变化

Table 4 Changes of adjacent intervertebral space activity and height after fusion of different segments before and after operation

	L2/3		L3/4		L4/5		L5/S1	
	术前 Preoperative	术后 Postoperative	术前 Preoperative	术后 Postoperative	术前 Preoperative	术后 Postoperative	术前 Preoperative	术后 Postoperative
上位 ROM($^\circ$) Upper ROM	9.3 ± 1.0	10.5 ± 0.4	8.7 ± 2.2	9.6 ± 1.3	7.0 ± 1.8	7.7 ± 2.1	7.1 ± 2.6	7.7 ± 2.3
下位 ROM($^\circ$) Lower ROM	6.5 ± 1.3	7.2 ± 2.0	8.2 ± 2.3	8.7 ± 2.3	5.1 ± 2.1	5.0 ± 1.9	—	—
上位 DH(mm) Upper DH	9.0 ± 1.3	8.2 ± 1.0	8.4 ± 1.5	7.7 ± 1.7	10.2 ± 1.8	9.5 ± 1.6	11.2 ± 2.1	10.7 ± 1.6
下位 DH(mm) Lower DH	10.5 ± 2.0	9.8 ± 1.6	11.0 ± 1.9	10.5 ± 2.1	9.7 ± 1.6	9.1 ± 1.4	—	—

表 5 末次随访时退变组和非退变组患者对比

Table 5 Comparison of patients in the regression group and the non-regression group at the final follow-up

	退变组(n=11) ASD group	非退变组(n=62) Non-ASD group	P
VAS(腰痛) VAS(back pain)	1.4 ± 0.7	1.2 ± 0.8	0.66
VAS(腿痛) VAS(leg pain)	1.2 ± 1.0	1.3 ± 0.7	0.70
ODI(%)	10.3 ± 8.2	9.5 ± 6.3	0.72
上位 ROM($^\circ$) Upper ROM	9.2 ± 2.9	8.1 ± 2.0	0.28
下位 ROM($^\circ$) Lower ROM	6.2 ± 1.9	6.9 ± 2.3	0.43
上位 DH(mm) Upper DH	9.2 ± 2.7	9.9 ± 2.0	0.08
下位 DH(mm) Lower DH	9.4 ± 3.0	10.0 ± 2.8	0.33
上邻椎旋转度($^\circ$) Rotation angle of upper adjacent segment	10.6 ± 3.0	8.2 ± 2.8	<0.01
下邻椎旋转度($^\circ$) Rotation angle of lower adjacent segment	6.2 ± 3.8	5.8 ± 2.0	0.77

3 讨论

腰椎后路减压融合固定术是目前治疗腰椎退行性疾病的主要手术方式。近年来随着脊柱生物力学研究的不断深入,腰椎融合术对脊柱正常功能的影响被越来越多的临床医生所关注。邻近节段退变是近年来脊柱外科研究的热点问题,其含义较广,主要指融合节段邻近节段术后出现的所有异常改变,包括影像学 and 症状性退变,两者发生率报道不一。Park 等^[1]对 1966~2002 年之间发表的腰椎相邻节段退变文献进行了综述,发现影像学退变在不同文献中报道发生率差别较大,约为 5%~100%,症状性退变则为 5.2%~18.5%^[1,3,9]。目前认为 ASD 是导致患者再发腰腿痛的主要原因之一,病情严重者可能需要接受二次手术^[10]。

近年来腰椎融合术后邻近节段退变的相关研究较多,但 ASD 的发生机制仍然没有定论,部分学者甚至认为 ASD 是人体自然老化所致,与融合术并无必然联系^[11]。但近期大量基础实验和临床

研究证实节段性融合可能是引起 ASD 的主要原因^[3,12-14]。Ekman 等^[12]对 111 例腰椎退行性变患者进行了 10 年以上随访, 结果发现手术患者 ASD 发生率明显高于保守患者, 椎板切除和融合固定都是 ASD 的诱发因素。费琦等^[13]通过有限元分析发现融合术可恢复责任节段的稳定性, 但邻近椎间盘的应力明显增加, 可能导致相邻节段椎间盘退变。目前多数学者认为 ASD 的发生与术后脊柱力学改变、椎间盘和关节突应力集中、邻近节段活动度增大等因素有关, 但相关证据主要来自尸体标本、生物力学和有限元研究^[3,9,13], 很难真实还原患者术后生活常态下的邻椎活动变化。此外许多学者通过 X 线观察脊柱骨骼和运动变化(如椎间隙高度、椎间活动度等), 但其所提供的图像属静态二维投影, 无法提供即时、直接的动态数据, 因而利用 X 线研究 ASD 存在一定的局限性。因此, 为研究腰椎术后邻近椎体的实际活动情况, 本研究首次利用 DIERS 系统动态监测腰椎融合术后相邻节段的旋转角度, 具有以下优势: (1) DIERS 系统是一种是非接触、无辐射的自动测量系统, 对人体无损害; (2) 可对椎体活动度进行动态分析, 还原了邻近椎体活动的真实情况; (3) 正常人群日常活动主要建立在行走基础之上, 利用 DIERS 系统可反映人体行走时椎体的动态变化, 因而能够更加真实地反映邻椎的活动特点。此外, 相比于 X 线检查, DIERS 系统能够更精确、客观地分析人体动态相关参数, 在国外已应用于腰痛、脊柱侧凸等领域的研究^[15, 16], 测试结果的准确性和可重复性较高, 因此有助于进一步探讨 ASD 的发生机制。

近年来许多学者对腰椎融合术患者进行了随访研究, 结果发现术后患者邻近节段活动度多数增大(尤以上位节段明显), 椎间隙高度则出现不同程度降低。Berg 等^[17]对 72 例单节段或双节段腰椎融合术患者进行了 2 年随访, 结果发现邻近节段 L3~4、L4~5 ROM 分别增加 4.3° 和 6.0°, L5~S1 ROM 则轻度减小 0.8°, 椎间隙高度虽均有所下降, 但与术前相比变化并不明显。这与我们的研究结果类似, 本研究也发现 2 年内患者邻近节段活动度和椎间隙高度较术前均无明显变化, 但不同的是本组患者上、下邻椎相对旋转角度较术前均明显增大, 这说明虽然患者术后腰椎整体稳定性没有发生明显变化, 但由于融合节段的应力分散

到相邻节段, 因此在人体正常运动情况下, 为代偿融合节段丧失的功能、维持正常姿势, 邻椎的旋转活动度会增加, 且这种变化早于椎间高度、椎间活动度及腰椎稳定性的变化。因此我们认为与传统 X 线检查相比, 利用 DIERS 系统观察邻椎相对活动度能够更早的提示 ASD 的发生。

目前认为融合术后 ASD 的发生与多种因素相关, 高龄、合并骨质疏松、多节段融合、邻近节段已出现退变的患者术后发生 ASD 的风险明显增加, 而融合方式对 ASD 的影响尚无明确定论^[18]。因此, 为减少干扰因素对研究结果的影响, 我们仅纳入了 60 岁以下接受单节段融合、邻近节段无明显退变的患者, 提高了结果的准确性。与以往研究相比本研究患者术后发生 ASD 的比例较低, 因此我们认为术前邻近节段退变可能是导致 ASD 发生最重要的因素。此外, 另一个影响 ASD 发生的重要因素是融合节段的位置, 多数研究提示融合节段越高, ASD 的发生风险越大。Cheh 等^[19]通过 5 年的随访发现 L1~3 融合患者 ASD 发生率高于 L4~5 融合的患者。Disch 等^[20]则发现 L4~5 融合后 ASD 发生率高于 L5~S1 融合患者。虽然本研究也发现不同融合术后患者邻近节段的整体结构较术前无明显变化, 但融合节段越高, 相邻椎体的旋转角度越大, 其中上位椎体变化更为明显。产生这种变化的原因可能与以下因素有关: (1) L4~S1 提供腰椎前凸的 50% 左右, 当 L4~S1 固定后, 胸腰段作为上位脊柱曲度移行区, 活动度可能代偿性增大, 因此越靠近胸腰段的高位节段受力越大, 退变也越快。(2) 术中剥离上位关节突或上位椎体置钉时, 可能损伤相邻节段小关节囊, 因而不可避免地対上位邻近节段的稳定性造成影响。

本研究发现术后 2 年患者腰腿痛症状及腰椎功能较术前均明显改善, 即便部分患者发生影像学 ASD, 其临床疗效较未退变组也无明显降低, 说明短期内影像学 ASD 与临床疗效之间无显著相关性。值得注意的是, 虽然两组患者椎间隙高度和椎间活动度均无明显差异, 但退变组患者上位邻椎的相对旋转度明显偏大, 说明在静息状态时两组患者的腰椎整体结构都相对稳定, 但退变组患者在行走过程中, 邻椎的过度活动持续存在, 这可能是导致患者发生 ASD 的原因之一。

本研究存在一定局限性: (1) 本组病例均接受单节段腰椎融合术, 未纳入多节段融合患者进行

研究;(2)随着时间的延长腰椎融合术后患者接受二次手术的风险会逐渐增加,本研究随访时间较短,未对患者进行长期随访;(3)为减少干扰因素的影响,本研究未纳入退变较重的高龄患者进行研究;(4)ASD 的发病原因仍然不明,危险因素较多,设立正常人群对照组可能会提高研究的准确性,这些问题还需要未来进一步完善解决。

综上所述,腰椎后路减压融合固定术是治疗单节段腰椎退行性病变的有效方式,短期内对腰椎稳定性的影响较小,但患者术后相邻节段动态旋转角度增大,尤以上邻椎增加明显,相邻节段旋转角度可能是预测邻近节段退变更敏感的指标。

4 参考文献

1. Park P, Garton HJ, Gala VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2004, 29(17): 1938-1944.
2. Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2007, 32(20): 2253-2257.
3. Ekman P, Moller H, Shalabi A, et al. A prospective randomised study on the long-term effect of lumbar fusion on adjacent disc degeneration [J]. Eur Spine J, 2009, 18 (8): 1175-1186.
4. Pan A, Hai Y, Yang J, et al. Adjacent segment degeneration after lumbar spinal fusion compared with motion-preservation procedures: a meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2016, 25 (5): 1522-1532.
5. 孙浩林, 李淳德, 施学东, 等. 腰椎棘突间动态固定对相邻节段退变影响的临床研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(10): 879-885.
6. 苏斌, 伍骥, 郑超, 等. Wallis 棘突间动态稳定系统在预防腰椎相邻节段退变中的作用[J]. 中国骨与关节外科, 2013, 6(2): 117-120.
7. Ghiselli G, Wang J C, Hsu W K, et al. L5-S1 segment survivorship and clinical outcome analysis after L4-L5 isolated fusion[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2003, 28(12): 1275-1280, 1280.
8. 陈文钧, 许耀, 许桦, 等. 腰椎后路固定融合术后邻近节段退变的中期随访研究[J]. 脊柱外科杂志, 2011, 9(6): 346-349.
9. 楚野, 梁斌, 曾佳兴, 等. 腰椎退变性疾病融合术后邻近节段退变的研究进展 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24 (2): 175-178.
10. Pan A, Hai Y, Yang J, et al. Adjacent segment degeneration after lumbar spinal fusion compared with motion-preservation procedures: a meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2016, 25 (5): 1522-1532.
11. Battie MC, Videman T, Parent E. Lumbar disc degeneration: epidemiology and genetic influences[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2004, 29(23): 2679-2690.
12. 胥鸿达, 夏群, 苗军. 腰椎退变滑脱对相邻节段在体运动的影响[J]. 中华医学杂志, 2014, 100(47): 3731-3734.
13. 费琦, 赵凡, 杨雍, 等. 腰椎后路融合手术对失稳模型节段稳定性及相邻节段力学的影响[J]. 中华医学杂志, 2015, 101 (45): 3681-3686.
14. Rousseau MA, Lazenec JY. Degenerative disease supra- and infra-jacent to fused lumbar and lumbo-sacral levels[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2016, 102(1 Suppl): S1-S8.
15. Degenhardt B, Starks Z, Bhatia S, et al. Appraisal of the DIERS method for calculating postural measurements: an observational study[J]. Scoliosis Spinal Disord, 2017, 12(1): 28.
16. Frerich JM, Hertzler K, Knott P, et al. Comparison of radiographic and surface topography measurements in adolescents with idiopathic scoliosis [J]. Open Orthop J, 2012, 6(1): 261-265.
17. Berg S, Tropp HT, Leivseth G. Disc height and motion patterns in the lumbar spine in patients operated with total disc replacement or fusion for discogenic back pain. Results from a randomized controlled trial[J]. Spine J, 2011, 11(11): 991-998.
18. Lawrence BD, Wang J, Arnold PM, et al. Predicting the risk of adjacent segment pathology after lumbar fusion: a systematic review[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(22 Suppl): S123-S132.
19. Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2007, 32(20): 2253-2257.
20. Disch AC, Schmoelz W, Matziolis G, et al. Higher risk of adjacent segment degeneration after floating fusions: long-term outcome after low lumbar spine fusions [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(2): 79-85.

(收稿日期:2018-09-16 修回日期:2018-11-14)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)