

Dynesys 动态内固定与融合术治疗 L4/5 单节段退变疾病的疗效对比

肖进飞^{1,2}, 张 阳², 李 放², 赵广民², 单建林², 张兴胜²

(1 山西医科大学第二临床医学院 030002 太原市; 2 北京军区总医院骨科 100700 北京市)

【摘要】目的:评估 Dynesys 内固定或融合术治疗 L4/5 单节段腰椎退变疾病的临床疗效。**方法:**回顾分析 2008 年 7 月~2012 年 7 月收治的 L4/5 单节段退变疾病患者 76 例,其中采用 Dynesys 动态固定 35 例(Dynesys 组),融合术 41 例(融合组),随访时间均大于 2 年。评价指标采用 Oswestry 功能障碍指数(ODI),疼痛视觉模拟评分(VAS),手术节段及上端、下端邻近节段椎间高度及活动度(ROM),邻近节段椎间盘 Pfirrmann 分级,并应用 UCLA 系统来评价邻近节段退变情况。**结果:**两组末次随访时的 ODI 及 VAS 评分均较术前明显改善($P<0.05$),两组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。两组手术节段椎间高度术前无显著性差异,末次随访时 Dynesys 组较术前无明显变化,融合组明显增高($P<0.05$),两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。邻近节段椎间高度术前及末次随访时两组间比较差异均无显著性($P>0.05$)。术前上端邻近节段 ROM 在 Dynesys 组为 $8.3^{\circ}\pm 2.1^{\circ}$,融合组为 $8.4^{\circ}\pm 1.5^{\circ}$,末次随访时 Dynesys 组为 $10.2^{\circ}\pm 2.2^{\circ}$,融合组为 $12.9^{\circ}\pm 2.1^{\circ}$,均较术前增加($P<0.05$),组间差异有统计学意义($P<0.05$)。术前端邻近节段 ROM 两组间差异无显著性,末次随访时融合组较术前明显增加($P<0.05$),但组间差异无显著性($P>0.05$)。两组术前 Pfirrmann 分级无统计学差异,末次随访时 Pfirrmann 分级变化组内有统计学差异($P<0.05$),但组间仅上端邻近节段差异有统计学意义($P<0.05$)。根据 UCLA 系统评分标准,Dynesys 组 8 个节段出现影像学邻近节段退变,融合术组为 22 个节段,两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。仅融合术组有 1 例患者出现症状学邻近节段退变,行二次手术治疗。**结论:**Dynesys 动态固定或融合术治疗单节段腰椎退变疾病均可取得满意临床疗效,前者在预防邻近节段退变方面更有优势。

【关键词】腰椎;Dynesys 系统;动态固定;后路椎间融合;椎弓根螺钉;邻近节段退变

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2014.10.03

中图分类号:R681.5,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-10-0873-06

Comparisons of Dynesys stabilization and posterior lumbar interbody fusion for L4/5 single-segment lumbar degenerative disease/XIAO Jinfei, ZHANG Yang, LI Fang, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(10): 873-878

【Abstract】 Objectives: To evaluate the clinical and radiographic results between Dynesys and posterior lumbar interbody fusion(PLIF) in the treatment of lumbar degenerative disease. **Methods:** 76 cases of lumbar degenerative disease were treated with either Dynesys or PLIF between July 2008 and July 2012, 35 patients underwent Dynesys procedure and 41 underwent PLIF. The follow-up period was more than 24 months. The clinical outcome was evaluated by visual analogue scale(VAS) and Oswestry disability index (ODI). Range of motion(ROM) and the intervertebral height of lumbar segments were measured by X-rays. The change of intervertebral disc signal was defined by MRI, and disc degeneration was classified according to the Pfirrmann grade classification. **Results:** The ODI and VAS score significantly improved in both groups at the final follow-up($P<0.05$), but the difference between two groups was not significant($P>0.05$). The ROM of proximal adjacent segments in both groups(Dynesys group, $8.3^{\circ}\pm 2.1^{\circ}$; PLIF group, $8.4^{\circ}\pm 1.5^{\circ}$) increased significantly($P<0.05$) at the final follow-up(Dynesys group, $10.2^{\circ}\pm 2.2^{\circ}$; PLIF group, $12.9^{\circ}\pm 2.1^{\circ}$). The changes were significant between two groups($P<0.05$). The ROM of distal adjacent segments in both groups increased significantly($P<$

基金项目:全军医学科技青年培育项目计划课题(项目编号:13QNPO10)

第一作者简介:男(1981-),主治医师,学士学位,研究方向:脊柱外科

电话:(010)84008001 E-mail:15044182@qq.com

通讯作者:李放 E-mail:fang16722@sina.com

0.05) at the final follow-up, but there was no significant between two groups($P>0.05$). There were significant changes of Pfirrmann grade between the preoperation and final follow-up in both groups($P<0.05$). According to University of California at Los Angeles Grading Scale, there were 8 cases in the Dynesys group and 22 in the PLIF group with radiological adjacent segment degeneration, the difference was significant between two groups($P<0.05$). Only 1 case in PLIF group had symptomatic adjacent segment degeneration, and received a second operation. **Conclusions:** Both Dynesys and PLIF are reliable for lumbar degenerative disease. Dynesys stabilization has less influence on the ROM of cranial adjacent segments, and therefore less risks in developing ASD.

[Key words] Lumbar spine; Dynesys system; Dynamic fixation; Posterior lumbar interbody fusion; Pedicle screw; Adjacent segment degeneration

[Author's address] Department of Orthopedics, Beijing Army General Hospital, Beijing, 100700, China

后路腰椎融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 治疗腰椎退变性疾病虽然在减轻疼痛、缓解神经麻痹方面取得了非常好的临床效果, 然而随着融合术后邻近节段退变疾病报道的增多, 其弊端越来越受到临床的关注^[1]。为解决此问题, 非融合技术应运而生。Dynesys 动态内固定技术是应用较为广泛的非融合技术, 但目前大多数研究多为系列病例报道, 缺乏与腰椎融合术的对比研究^[2,3]。我院自 2008 年 7 月开始应用 Dynesys 治疗腰椎退变性疾病, 现将应用 Dynesys 动态固定或 PLIF 治疗 L4/5 单节段退变性疾病的对比研究报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

病例纳入标准: 腰椎管狭窄症导致的神经性跛行和/或腰痛; 单节段椎间盘退变引起的腰腿痛。病例排除标准: 老年骨质疏松、严重的腰椎不稳合并退变性腰椎滑脱、严重的腰椎畸形、手术邻近节段退变大于 UCLA (University of California at Los Angeles Grading Scale) II 级^[4]。回顾性分析 2008 年 7 月~2012 年 7 月接受 L4/5 Dynesys 动态内固定的腰椎退变患者 35 例 (Dynesys 组), 其中腰椎管狭窄症 16 例, 腰椎间盘突出症 19 例。匹配同期实施 L4/5 椎间融合内固定术的 41 例腰椎退变患者作为对照组 (PLIF 组), 其中腰椎管狭窄症 18 例, 腰椎间盘突出症 23 例。所有患者均有腰痛和/或腿痛的症状, 经正规保守治疗半年以上无效。所有患者随访时间大于 2 年, 两组年龄、性别、随访时间及疾病类型间无显著性差异 ($P>0.05$, 表 1)。

1.2 手术方法

全麻下取俯卧位, 两组均取腰部后正中切口入路。Dynesys 组中腰椎间盘突出症患者减压侧行骨膜下剥离棘突椎板旁骶棘肌, 对侧采用 Wiltse 入路显露, 切除半椎板摘除突出髓核、对侧潜行扩大减压。腰椎管狭窄症患者两侧行骨膜下剥离显露椎板及关节突, 切除全椎板减压, 咬除增厚的黄韧带及增生内聚的小关节突内侧部分, 注意保留关节突关节外侧 1/2。以上关节突外缘和横突中线连线的交点作为椎弓根螺钉的进针点, 可稍向外移, 置入椎弓根螺钉并透视确认。在保持腰椎前凸位和适当张力 (1~2N) 下行椎弓根钉尾部撑开, 测量两侧上下椎弓根螺钉间距离, 截取相应长度的 PCU 管。最后, 将 PET 绳索套入 PCU 管和上下椎弓根螺钉间, 收紧 PET 绳索后锁定绳索和椎弓根连接处, 冲洗伤口, 放置引流管, 缝合切口^[5,6]。PLIF 组对腰椎间盘突出症患者亦采用半椎板切除, 对于腰椎管狭窄症患者采用全椎板及椎间盘切除减压, 探查神经根彻底松解后于椎间植入异体骨块, 冲洗伤口, 放置引流管, 缝合切口。

1.3 术后处理

术后 24h 内常规给予预防感染、激素、脱水等治疗, 术后 48h 拔引流管。Dynesys 组患者术后 5~7d 佩戴软性腰围下床, 腰围佩戴时间为 3 个月。PLIF 组患者术后佩戴腰部硬支具 3 个月。

1.4 随访指标

患者术后 3 个月、1 年及此后每隔 1 年到门诊复查。记录两组患者术前、术后各次随访时 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 和疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 评分, 摄正侧位和前屈后伸位片, 测量手术节段以及邻近节段椎间高度、活动度 (range of motion, ROM)。椎间高度取术前、术后各次随访

的腰椎侧位 X 线片上椎间隙前后缘高度的平均值。本研究选用术前和末次随访时的临床及影像学指标进行对比研究。

X 线片采用 UCLA 系统来评价邻近节段退变情况^[4],MRI 以术前和术后 MRI 正中矢状位 T2 加权像为依据,使用 Pfirrmann 分级^[7]对椎间盘进行评估,症状学邻近节段退变定义为有临床症状并经影像学证实的邻近节段退变^[8]。

1.5 统计学分析

所有数据均由 SPSS 20.0 软件进行统计分析。计量资料采用均数±标准差的形式表示,应用 *t* 检验比较组间差异。计数资料采用卡方检验比较组间差异。等级资料采用 Wilcoxon 秩和检验比较组间差异, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者均获得完整随访,平均随访 37 个月(24~43 个月),两组间性别、年龄、疾病组成及随访时间差异无统计学意义($P>0.05$,表 1)。Dynesys 组手术时间、出血量与 PLIF 组比较,差异有统计学意义($P<0.01$)。

两组患者术前 ODI 评分和 VAS 评分组间差异无统计学意义;末次随访时均较术前明显改善($P<0.05$),两组间差异无统计学意义($P>0.05$,表 2)。所有患者末次随访时均未发现断钉、断棒及椎弓根螺钉松动病例。PLIF 组末次随访时均已融合。两组患者无手术相关并发症发生,围手术期无死亡病例,术后症状无加重,神经功能无恶化。

两组患者术前手术节段和邻近节段的椎间活动度和椎间高度差异均无统计学意义。两组末次随访时手术节段椎间高度均较术前升高,且 PLIF 组大于 Dynesys 组,差异有统计学意义($P<0.05$,表 3)。Dynesys 组手术节段 ROM 由术前的 7.6° 降至末次随访时的 5.0° ($P<0.05$,表 3),而 PLIF 组手术节段 ROM 由术前的 7.5° 降至末次随访时的 0° ($P<0.05$,表 3)。两组上端和下端邻近节段椎间高度变化差异无统计学意义($P>0.05$,表 3)。邻近节段 ROM 在末次随访时均较术前增加 ($P<0.05$,表 3),且末次随访时 PLIF 组上端邻近节段 ROM 大于 Dynesys 组($P<0.05$,表 3),Dynesys 组较好地保留了邻近节段运动功能(图 1)。

按照 UCLA 系统评价标准,Dynesys 组 70 个节段和 PLIF 组 82 个节段分别有 8 个节段和 22

个节段出现影像学邻近节段退变,差异有统计学意义($P<0.05$,表 1)。Dynesys 组上端邻近节段有 20 个节段发生 1 级变化,2 个节段发生 2 级变化,下端邻近节段有 10 个节段发生 1 级变化,无 2 级变化发生。术前和末次随访分级变化差异有统计学意义($P<0.05$,表 4)。PLIF 组上端邻近节段有 29 个节段发生 1 级变化,4 个节段发生 2 级变化,下端邻近节段有 18 个节段发生 1 级变化,2 个节段发生 2 级变化,术前和末次随访分级变化差异有统计学意义($P<0.05$,表 5)。两组术前上端、下

表 1 两组患者一般资料及邻近节段退变情况

Table 1 The general data and adjacent segment degeneration of patients in two groups

	Dynesys 组(n=35) Dynesys group	PLIF 组(n=41) PLIF group
性别(男/女) Sex(M/F)	(20/15)	(23/18) ^①
年龄 Age(year)	48.1±12.3	52.3±15.7 ^①
随访时间(月) Follow-up time	33.4±6.6	35.3±5.6 ^①
手术时间(min) Operation time	97.1±22.4	123.2±24.3 ^②
术中失血量(ml) Blood loss	179.4±115.1	259.8±116.3 ^②
病例类型(Case type)		
腰椎管狭窄症 Lumbar spinal stenosis	16	18
腰椎间盘突出症 Lumbar disc herniation	19	23 ^①
退变邻近节段(Adjacent segment degeneration)		
影像学退变 Radiographic degeneration	(8/70)	(22/82) ^②
症状学退变 Symptoms of degeneration	(0/70)	(1/82) ^①

注:与 Dynesys 组比较^① $P>0.05$,^② $P<0.05$

Note: Compared with Dynesys group, ^① $P>0.05$, ^② $P<0.05$

表 2 两组患者 ODI 与 VAS 评分

Table 2 The ODI and VAS scores in two groups

	术前 Preoperation	末次随访 Final follow-up
ODI 评分(ODI score)(%)		
Dynesys 组 (Dynesys group)	53.9±18.1	14.6±4.8 ^①
PLIF 组 (PLIF group)	58.1±13.8	14.3±6.5 ^{①②}
VAS 评分(VAS score)		
Dynesys 组 (Dynesys group)	6.4±2.4	1.5±1.1 ^①
PLIF 组 (PLIF group)	7.2±1.5	1.4±0.8 ^{①②}

注:①与术前比较 $P<0.01$;②与 Dynesys 组比较 $P>0.05$

Note: ①Compared with preoperation, $P<0.01$; ②Compared with Dynesys group, $P>0.05$

端邻近节段椎间盘 Pfirrmann 分级组间均无统计学差异(U 值分别为 0.79 和 0.93, $P>0.05$),末次随访时仅上端邻近节段 Pfirrmann 分级组间差异有统计学意义($U=2.0, P<0.05$)。仅 PLIF 组有 1 例出现症状学邻近节段退变,行二次手术治疗。

表 3 两组患者影像学指标测量结果

Table 3 The radiographic result in two groups

	术前 Preoperation	末次随访 Final follow-up
手术节段椎间高度(mm) Intervertebral height of operative segment		
Dynesys 组(Dynesys group)	11.9±2.3	12.1±2.2
PLIF 组(PLIF group)	12.2±1.5	13.9±2.0 ^{①②}
上端邻近节段椎间高度(mm) Intervertebral height of proximal adjacent segment		
Dynesys 组(Dynesys group)	11.8±1.8	11.9±1.8
PLIF 组(PLIF group)	12.3±1.3	12.2±1.5
下端邻近节段椎间高度(mm) Intervertebral height of distal adjacent segment		
Dynesys 组(Dynesys group)	9.97±2.0	9.5±2.1
PLIF 组(PLIF group)	10.5±3.0	10.1±2.9
手术节段活动度(°) The ROM of operative segment		
Dynesys 组(Dynesys group)	7.5±2.5	5.0±1.8 ^①
PLIF 组(PLIF group)	7.5±2.7	0
上端邻近节段活动度(°) The ROM of proximal adjacent segment		
Dynesys 组(Dynesys group)	8.3±2.1	10.2±2.2 ^①
PLIF 组(PLIF group)	8.4±1.5	12.9±2.1 ^{①②}
下端邻近节段活动度(°) The ROM of distal adjacent segment		
Dynesys 组(Dynesys group)	7.0±2.7	8.3±3.8
PLIF 组(PLIF group)	6.8±1.7	8.7±1.7 ^①

注:①与术前比较 $P<0.01$;②与 Dynesys 组比较 $P<0.01$

Note: ①Compared with preoperation, $P<0.01$; ②Compared with Dynesys group, $P<0.01$

3 讨论

3.1 Dynesys 动态固定的作用原理

腰椎非融合技术旨在保留固定节段的正常生理活动度,有效保持脊柱稳定性,从而达到防止邻近节段退变的目的^[9]。Dynesys 动态内固定系统是 Gilles Dubois 在 1991 年研制出,于 1994 年在法国首先应用于临床^[10]。Dynesys 在维持固定节段有一定活动度和局部前凸条件下,不仅能够限制不稳定节段异常运动,还能减少椎间盘和或小关节的负荷,从而达到治疗目的。与融合术相比,它不仅可以承载并传递椎体间的负荷,同时保留固定节段的运动功能,减少了对相邻节段应力和运动的影响,从而避免或延缓邻近节段退变的发生^[11],并且在恢复正常的运动和负荷传递后,退变的椎间盘存在自身修复的可能性。从理论上讲,Dynesys 动态内固定系统更有优越性。

3.2 Dynesys 动态固定与腰椎融合术的临床疗效

Behrooz^[12]对 32 例行 Dynesys 固定和 32 例行融合术的患者进行了回顾性对比研究,随访 4 年,两组患者术后 VAS 和 ODI 均明显改善,但融合组满意率达 87.5%,而 Dynesys 组满意率仅 68.8%。杨波等^[13]对 20 例腰椎退变性疾病患者均行手术减压 Dynesys 内固定,随访 22~31 个月,采用 Macnab 标准、ODI、VAS 及 Wooden 评分对疗效进行评价,最终表明 Dynesys 系统治疗腰椎退变性疾病早期疗效确切。本研究通过回顾性病例对照方法比较 Dynesys 动态内固定与腰椎融合术治疗 L4/5 单节段退变性疾病的临床疗效和影像学结果。两组患者术后 3 个月及末次随访时的 ODI 评分及 VAS 评分均较术前明显改善($P<0.05$),末次

表 4 Dynesys 组患者邻近节段椎间盘 Pfirrmann 分级变化情况 (n=35)

Table 4 The Pfirrmann grade of adjacent segment in Dynesys group

治疗前分级 The grade of preoperation	末次随访分级(The final grade of postoperation)											
	上端邻近节段(Droximal adjacent segment)					下端邻近节段(Distal adjacent segment)						
	1	2	3	4	5	总计(Total)	1	2	3	4	5	总计(Total)
1		2				2		1				1
2		7	14	2		23		12	8			20
3			6	4		10			12	2		14
4												
5												
总计(Total)		9	20	6		35		13	20	2		35

注:上端邻近节段术前/术后 U=4.125,P<0.01;下端邻近节段术前/术后 U=2.134,P=0.03

Note: The grade of droximal adjacent segment, preoperation/postoperation, U=4.125, P<0.01; The grade of distal adjacent segment, preoperation/postoperation, U=2.134, P=0.03

表 5 PLIF 组患者邻近节段椎间盘 Pfirrmann 分级情况

(n=41)

Table 5 The Pfirrmann grade of adjacent segment in PLIF group patients

治疗前分级 The grade of preoperation	末次随访分级(The final grade of postoperation)										
	上端邻近节段(Droximal adjacent segment)						下端邻近节段(Distal adjacent segment)				
	1	2	3	4	5	总计(Total)	1	2	3	4	5 总计(Total)
1	2	2				4	1	2			3
2		2	15	3		20		11	12	2	25
3			4	12	1	17			9	4	13
4											
5											
总计(Total)	2	4	19	15	1	41	1	13	21	6	41

注:上端邻近节段术前/术后 U=4.863, P<0.01; 下端邻近节段术前/术后 U=3.392, P=0.01

Note: The grade of droximal adjacent segment, preoperation/postoperation, U=4.863, P<0.01; The grade of distal adjacent segment, preoperation/postoperation, U=3.392, P=0.01

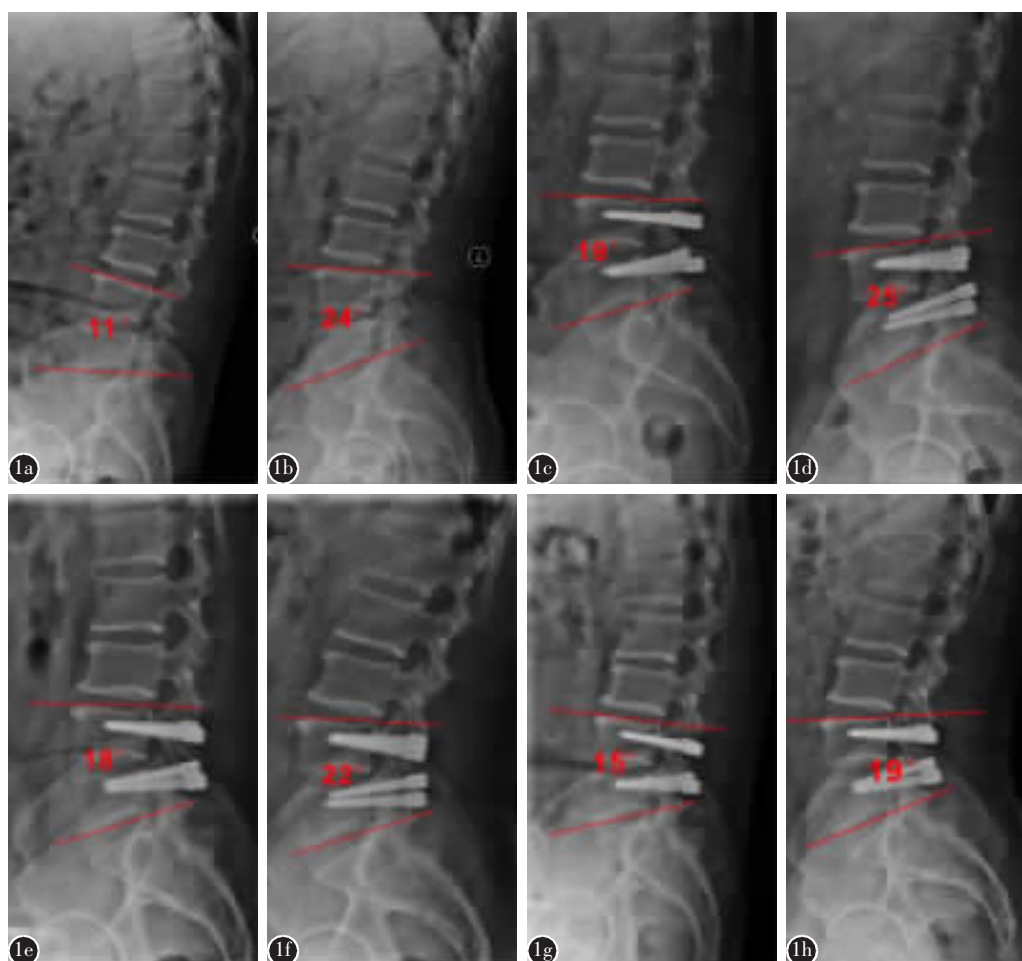


图 1 患者 57 岁,男性,因腰椎间盘突出症行 L4/5 Dynesys 动态内固定 a、b 术前屈伸位,手术节段 ROM 13° c、d 术后 3 个月屈伸位,手术节段 ROM 6° e、f 术后 1 年屈伸位,手术节段 ROM 4° g、h 术后 4 年屈伸位,手术节段 ROM 4°

Figure 1 A 57-year-old male patient underwent Dynesys stabilization due to lumbar disc herniation in L4/5 a, b The preoperative flexion and extension X-rays, ROM of the operated segment was 13°; c, d The flexion and extension X-rays 3 months after the operation, ROM of the operated segment was 6° e, f The flexion and extension X-rays 1 year after the operation, ROM of the operated segment was 4° g, h The flexion and extension X-rays 4 years after the operation, ROM of the operated segment was 4°

随访时 ODI 与 VAS 评分两组间差异无统计学意义 ($P>0.05$), 提示两种手法方法均能获得良好的临床疗效, Dynesys 动态内固定并未表现出优势。

3.3 Dynesys 动态内固定与腰椎融合术后邻近节段退变

Dynesys 动态固定系统设计初衷是保留固定节段的部分活动度, 避免或减缓相邻节段退变的发生, 但关于 Dynesys 系统能否预防邻近节段退变仍存在较大争议^[3]。Cakir 等^[14]对 L4/5 退变性腰椎不稳伴椎管狭窄的患者进行 Dynesys 与坚强固定对比研究, 作者认为无论融合术还是 Dynesys 动态固定都没有明显改变椎间活动度, 尤其在对邻近节段活动度的作用方面 Dynesys 并没有表现优势。而 Yu 等^[11]通过对 Dynesys 与 PLIF 治疗 L4/5 椎管狭窄症患者的 3 年随访后得出结论: 与 PLIF 相比, Dynesys 系统能够保留更多椎间活动度, 同时邻近节段椎间活动度更小, 邻近节段退变发生数更少 (1/27 vs. 6/26), 因而能够预防术后邻近节段退变。本研究中 Dynesys 组和 PLIF 组分别有 8 个节段和 22 个节段出现影像学邻近节段退变, 差异有统计学意义, PLIF 组有 1 例出现症状学邻近节段退变而接受二次手术。Pfirsman 分级的变化显示, Dynesys 组和 PLIF 组术后末次随访时邻近节段椎间盘均发生不同程度的退变, 与术前相比有统计学差异, 但组间仅上端邻近节段 Pfirsman 分级差异有统计学意义, 提示 Dynesys 动态内固定能够减缓上端邻近节段退变的发生。究其原因, 可能与 Dynesys 系统的设计理念有关, 与 PLIF 手术相比, Dynesys 内固定保留手术节段部分椎间活动度, 同时术中操作对软组织和关节突关节的保护, 使其能够降低邻近节段异常负荷, 减少异常活动, 保持后方结构的稳定性从而达到减缓邻近节段退变的目的。由于 Pfirsman 分级变化较 UCLA 评价标准更敏感, 能够更好体现早期椎间盘退变, 随着随访时间的延长, 两组总体邻近节段的 Pfirsman 分级可能会出现统计学差异, 需笔者在今后的研究中进一步证实。

3.4 结论

本研究结果显示, Dynesys 动态内固定与融合术治疗单节段退变性腰椎疾患均获得良好临床疗效。与腰椎融合术相比, Dynesys 动态内固定能够保留手术节段部分活动度, 降低邻近节段影像学退变的发生。由于本研究是回顾性研究, 随访时间短, 且样本量较小, Dynesys 动态内固定对邻近节

段退变的影响仍需大样本研究以进一步明确。

4 参考文献

1. Anandjiwala J, Seo JY, Ha KY, et al. Adjacent segment degeneration after instrumented osterolateral lumbar fusion: a prospective cohort study with a minimum five-year follow-up [J]. Eur Spine J, 2011, 20(11): 1951-1960.
2. Hu Y, Gu YJ, Xu RM, et al. Short-term clinical observation of the Dynesys neutralization system for the treatment of degenerative disease of the lumbar vertebrae [J]. Orthop Surg, 2011, 3(3): 167-175.
3. Berman DS. A current review of outcome studies on the Dynesys system for dynamic stabilization of the lumbar spine [J]. Int J Orthop Surg, 2011, 18(2): 1-7.
4. Yang JY, Lee JK, Song HS. The impact of adjacent segment degeneration on the clinical outcome after lumbar spinal fusion [J]. Spine, 2008, 33(5): 503-507.
5. 张阳, 李放, 单建林, 等. Dynesys 动态内固定与融合术治疗腰椎退变疾病的对比研究[J]. 脊柱外科杂志, 2014, 12(1): 19-24.
6. 李放, 张志成, 任大江. Dynesys 动态稳定系统在腰椎退变性疾病治疗中的应用[J]. 脊柱外科杂志, 2012, 10(5): 288-292.
7. Pfirsman CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration [J]. Spine, 2001, 26(17): 1873-1878.
8. 周志杰, 范顺武, 方向前, 等. 小切口与传统开放术式单节段后路腰椎椎体间融合术后邻近节段退变的对比研究[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(2): 136-142.
9. Lee MJ, Lindsey JD, Bransford RJ. Pedicle screw-based posterior dynamic stabilization in the lumbar spine[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2010, 18(10): 581-588.
10. Fay LY, Wu JC, Tsai TY, et al. Dynamic stabilization for degenerative spondylolisthesis: evaluation of radiographic and clinical outcomes[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2013, 115(5): 535-541.
11. Yu SW, Yang SC, Ma CH, et al. Comparison of Dynesys posterior stabilization and posterior lumbar interbody fusion for spinal stenosis L4L5[J]. Acta Orthop Belg, 2012, 78(2): 230-239.
12. Haddad B, Makki D, Konan S, et al. Dynesys dynamic stabilization: less good outcome than lumbar fusion at 4-year follow-up[J]. Acta Orthop Belg, 2012, 78(1): 97-103.
13. 杨波, 万盛钰, 曾勉东, 等. Dynesys 系统治疗腰椎退行性疾病对邻近节段的影响[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(17): 3057-3064.
14. Cakir B, Carazzo C, Schmidt R, et al. Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine[J]. Spine, 2009, 34(12): 1287-1291.

(收稿日期: 2014-06-11 修回日期: 2014-08-20)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)