

·临床研究论著·

## Dynesys 系统治疗腰椎退变性疾病的早期疗效

刘广武 王子滔 方忠 熊伟 廖晖 李锋

**【摘要】** 目的 探讨采用Dynesys系统治疗腰椎退变性疾病的早期临床疗效,并观察邻近节段的退变趋势。**方法** 回顾性分析2013年1月至2013年12月于我院治疗的21例腰椎退变性疾病病人的病例资料,其中男16例(76.2%),女5例(23.8%);年龄为24~60岁,平均(42.1±9.4)岁。在严格控制适应证及熟练掌握标准化手术操作流程的基础上,对腰椎退变性疾病病人采用腰椎后路减压+Dynesys植入治疗。分别于术前和术后3、6、12个月及末次随访,对病人进行腰腿部疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)、腰部Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)、日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)腰痛治疗评估量表评分和SF-36(short form health survey-36)生活质量问卷调查评分,并统计各种并发症的发生率。对比术前及术后末次随访时腰椎活动度(range of motion, ROM)及改良Pfirrmann椎间盘退变MRI分级(改良Pfirrmann分级)的改变。**结果** 21例病人均获得随访,随访时间为12~24个月,平均(17.4±3.5)个月。术后各时间点及末次随访的腰痛及腿痛VAS评分、ODI均较术前明显下降,JOA评分及SF-36生活质量评分均较术前明显增加,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。至末次随访,发生并发症2例(9.5%):1例螺钉松动但无临床症状,建议病人定期随诊;1例切口下积液,经定期换药3周,切口愈合良好。末次随访时手术节段上一相邻节段ROM及改良Pfirrmann分级均较术前增加(均 $P < 0.05$ )。**结论** Dynesys系统治疗腰椎退变性疾病可获得良好的早期临床疗效,短期随访显示手术节段上一相邻节段的退变趋势更为明显。

**【关键词】** 腰椎;内固定器;治疗结果;并发症事件;活动度

**Short-term outcome of Dynesys device for the treatment of degenerative lumbar disease.** LIU Guangwu, WANG Zitao, FANG Zhong, XIONG Wei, LIAO Hui, LI Feng. Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: LI Feng, E-mail: lifengmd@hust.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To analyze the short-term outcomes of dynamic stabilization in the treatment of degenerative lumbar disease and investigate the effect of dynamic stabilization on the progression of the degeneration in the adjacent segments. **Methods** Twenty-one patients who underwent Dynesys procedure between January 2013 and December 2013 were included in this study. The mean duration of follow-up was  $17.4 \pm 3.5$  months (range, 12-24 months). Preoperative, postoperative (at 3rd, 6th, and 12th month) and the last follow-up questionnaires were obtained to evaluate clinical outcomes. The questionnaires included visual analogue scale (VAS) scores for back pain and leg pain, Oswestry disability index (ODI), Japanese Orthopaedic Association (JOA) scores for low back pain and short form health survey-36 (SF-36). Radiographs, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) were done to measure the range of motion (ROM) of the intervertebral space, and modified Pfirrmann grading. **Results** VAS scores for back pain and leg pain, ODI and JOA scores for low back pain, and SF-36 questionnaire received a statistically significant improvement at the last follow-up as compared with preoperative status. The incidence of complications was 9.5% (2 cases). In 1 case, radiological signs of screw loosening were observed, but without symptoms, and 1 case of subcutaneous hydrops recovered after wound care for 3 weeks. Radiographically, the modified Pfirrmann grading and the ROM at the upper segments increased significantly ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Dynesys is a safe and effective procedure in the treatment of symptomatic degenerative lumbar disease in short-term follow-up. The increase of the ROM and the modified Pfirrmann grading at the upper segments could be due to the Dynesys or the progression of physiological degeneration.

---

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2017.06.001

基金项目: 国家自然科学基金(81472133); 湖北省技术创新与专项重大项目(2016ACA149)

作者单位: 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科

通信作者: 李锋, E-mail: lifengmd@hust.edu.cn

**【Key words】** Lumbar vertebrae; Internal fixators; Treatment outcome; Complications; Range of motion

随着我国进入老龄化社会,腰椎退变性疾病的发病率呈现逐年上升的趋势,严重影响了病人的工作与生活,限制了社会的发展。脊柱融合手术作为治疗腰椎退变性疾病的主要手段,经过逾百年的发展,取得了良好的临床疗效;但病人术后出现的腰椎活动受限、慢性下腰痛、邻近节段退变加速等问题仍然有待进一步解决。

近20年来腰椎非融合技术发展迅速,Dynesys系统于1994年首次应用于临床,2004年获得美国FDA认证,其有效性及安全性已经得到临床上的认可,并且随着技术发展,该系统的临床应用范围也得到广泛的拓展<sup>[1-7]</sup>。Dynesys系统的设计理念旨在有效限制手术节段异常活动、恢复脊柱稳定性的同时,通过弹性固定保留了手术节段的部分生理活动度,在防止邻近节段退变上更具优势。但是诸多关于Dynesys系统的临床研究发现由于受限于样本量和随访时间,或者缺乏能够体现自然退变的对照组,导致Dynesys系统在某些方面尚存在一定争议,包括各种内植物相关并发症的发生率<sup>[8,9]</sup>、术后腰痛症状的残留<sup>[2]</sup>、邻近节段的退变进展<sup>[4,5,10,11]</sup>等问题。

为研究Dynesys系统的临床疗效及其对于邻近节段退变的影响,在严格控制适应证及熟练掌握标准化手术操作流程的基础上,我院骨科将Dynesys系统用于腰椎退变性疾病的治疗中获得了满意的早期临床效果。本研究根据临床疗效评价结果、影像

其中男16例(76.2%),女5例(23.8%);年龄为24~60岁,平均(42.1±9.4)岁;身体质量指数(BMI)为20.5~23.7 kg/m<sup>2</sup>,平均(22.5±1.0) kg/m<sup>2</sup>。

所有病人术前均完善腰椎正侧位X线、腰椎过伸过屈位X线、腰椎CT扫描及三维重建、腰椎MRI检查,结合病人详细病史、体格检查及辅助检查,本组病人均诊断为腰椎间盘突出症。所有病人均有下肢放射痛症状,其中19例病人合并有下腰痛症状,17例病人有下肢麻木及感觉异常。术前MRI检查显示:18例病人为腰椎间盘突出,2例为腰椎间盘脱出,1例为极外侧腰椎间盘突出。所有病人术前影像学检查均未见腰椎不稳、腰椎滑脱、腰椎骨折及退变性侧凸等表现。

## 二、Dynesys系统

Dynesys系统由三部分组成,即钛合金椎弓根螺钉、聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate, PET)绳索和聚碳酸酯聚氨酯(polycarbonate urethane, PCU)柱形弹性管,PET绳索穿过PCU弹性管与椎弓根螺钉相连接。PET绳索被固定在椎弓根螺钉之间产生张力,限制过度前屈;PCU弹性管可对抗由于绳索牵拉所产生的张力,限制过度后伸,整个系统有效地限制手术节段屈伸运动的同时,由于系统本身的弹性及术中对椎间盘及关节突关节的保留,手术节段的生理活动功能也得到了部分保留。

## 三、手术方法

学评估及对比和并发症发生情况,探讨腰椎后路减压+Dynesys 系统植入治疗腰椎退变性疾病的治疗效果,并分析 Dynesys 系统对于邻近节段退变的影响和 Dynesys 系统植入后出现螺钉松动的处理情况。

## 资料与方法

### 一、一般资料

纳入标准:①影像学检查诊断为单节段或多节段腰椎间盘突出;②腰椎椎管狭窄症;③轻度退变性腰椎滑脱。排除标准:①老年骨质疏松、严重的腰椎不稳合并退变性腰椎滑脱(Ⅱ度以上);②退变性脊柱侧凸( $> 10^\circ$ )及严重的脊柱畸形;③既往有腰椎融合或其他脊柱相关手术史;④脊柱恶性肿瘤、椎体感染或骨折;⑤严重肥胖或不能配合手术者。

严格遵守纳入及排除标准,收集 2013 年 1 月至 2013 年 12 月间共 21 例于我院行腰椎后路减压+Dynesys 系统植入的腰椎退变性疾病病人的资料,

结合病人病史、体格检查、影像学资料,确定责任节段,明确手术减压范围及植入 Dynesys 系统的节段位置。病人全身麻醉满意后,气管插管,取俯卧位,“C”型臂 X 线机透视定位病变节段,并于腰部皮肤表面标记。常规消毒铺巾,取腰后部正中切口,依次切开皮肤,皮下筋膜,切口旁开约 2 cm 切开深筋膜,钝性分离肌间隙,经两侧多裂肌与最长肌间隙入路(即 Wiltse 入路)显露双侧关节突关节及横突。常规置钉点取上关节突外侧缘与横突中上 1/3 水平线的交点。置钉后进行“C”型臂 X 线机透视确认螺钉位置良好后继续下一步操作。于症状侧潜行剥离椎旁肌显露椎板,咬除部分椎板、增生肥厚的黄韧带、增生内聚的关节突关节内侧部分,直视下切除突出的椎间盘。术中应注意保护关节突关节,保留关节突外侧关节 1/2,避免发生关节突关节损坏过多后可能导致的医源性腰椎不稳或者关节突关节融合。减压完成后仔细探查椎管,检查神经根的活动度及椎



间孔容积,确认减压彻底充分。测量上下椎弓根螺钉间距离,以该距离截取同样长度的PCU套管,再以PET绳索穿入PCU套管及螺钉头部,收紧绳索后以螺帽锁紧。彻底止血,反复冲洗切口,双侧各放置负压引流管1根,逐层缝合筋膜、皮肤,关闭切口。

术后常规使用激素及脱水药物3 d,切口引流管于术后2~3 d(24 h引流量 $< 50$  ml时)拔出,切口每2~3 d换药1次,术后12~14 d切口拆线。术后5~7 d摄腰椎正侧位及过伸过屈位X线片,确认内固定物位置及腰椎活动度(range of motion, ROM)。术后3个月内佩戴腰围下地活动。

#### 四、评价方法

采用疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)量表、日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)腰痛治疗评估量表分别于术前和术后3、6、12个月及末次随访进行评分,评价手术治疗的临床疗效。其中VAS评分用于量化评估病人下肢及腰背部主观疼痛程度;ODI用于量化评估病人腰腿痛症状及功能障碍程度,范围从0~100%,ODI越高说明功能障碍越严重;JOA评分包括病人腰腿痛主观症状、专科体征、日常生活自理功能以及膀胱功能四个方面,分值越高,说明腰部功能越完善。

术前和术后6、12个月及末次随访时使用SF-36(short form health survey-36)生活质量调查问卷评价

组)标准<sup>[12]</sup>对术前及末次随访的腰椎MRI上手术节段及邻近节段进行分级(表1)。

#### 五、统计学处理

采用SPSS 17.0统计软件(SPSS公司,美国)进行统计学分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,计量资料(VAS评分、ODI、JOA评分、SF-36评分、ROM)的对比采用配对样本 $t$ 检验;等级资料(改良Pfarrmann分级)的对比采用Wilcoxon符号秩检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

#### 一、一般情况

所有病人均顺利完成手术,手术时间为114~208 min,平均 $(140.9 \pm 22.2)$  min;术中出血量为258~662 ml,平均 $(376.3 \pm 104.3)$  ml。本组共23个手术节段,累及单节段者19例(90.5%),累及L<sub>3/4</sub>节段2例,累及L<sub>4/5</sub>节段11例,累及L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>节段6例;累及双节段者共2例(9.5%),均为L<sub>3/4</sub>及L<sub>4/5</sub>节段。

#### 二、临床疗效评价

本组21例病人均获得随访,随访时间为12~24个月,平均 $(17.4 \pm 3.5)$ 个月。术后各时间点及末次随访的腰痛及下肢痛VAS评分、ODI、JOA评分、SF-36生活质量问卷评分(PCS、MCS)均较术前改善,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ ,表2)。

#### 三、影像学评估

生活质量的改善程度,该问卷从生理机能、生理职能、躯体疼痛、一般健康状况、精力、社会功能、情感职能以及精神健康等8个方面全面概括评价了被调查者的生存质量,评分具体结果分为生理功能评分(PCS)及精神功能评分(MCS)两部分。

术前及末次随访时于腰椎过伸过屈位X线片上测量手术节段、邻近节段及全腰椎的ROM,根据改良 Pfirrmann 椎间盘退变MRI分级(改良 Pfirrmann分

末次随访时手术节段的ROM较术前减少,手术节段上一相邻节段的ROM和改良 Pfirrmann 分级较术前增加,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$ ,表3,图1);手术节段下一相邻节段的ROM、改良 Pfirrmann 分级以及全腰椎的ROM与术前比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ ,表3)。

#### 四、并发症情况

有2例(9.5%)病人发生了并发症:1例于术后

表1 改良 Pfirrmann 椎间盘退变MRI分级标准

分级	髓核及内层纤维环信号强度	后方纤维环内外侧纤维信号差别	椎间盘高度
1	均匀的高信号,和脑脊液信号相当	明显	正常
2	高信号(强于骶骨前脂肪小于脑脊液)或高信号髓核内有裂缝	明显	正常
3	高信号(小于骶骨前脂肪)	明显	正常
4	中度高信号(比外层纤维环略强)	不明显	正常
5	低信号(等于外层纤维环信号)	不明显	正常
6	低信号	不明显	减少 < 30%
7	低信号	不明显	减少 30%~60%
8	低信号	不明显	减少 > 60%

表2 临床疗效评价结果( $\bar{x}\pm s$ )

临床疗效	术前	术后3个月	术后6个月	术后12个月	末次随访
腰痛 VAS 评分(分)	5.0±2.3	1.7±1.3 <sup>*</sup>	1.6±1.5 <sup>*</sup>	1.8±1.5 <sup>*</sup>	2.0±1.4 <sup>*</sup>
腿痛 VAS 评分(分)	7.3±2.1	2.1±1.7 <sup>*</sup>	1.6±1.8 <sup>*</sup>	1.4±1.4 <sup>*</sup>	1.6±1.8 <sup>*</sup>
ODI(%)	51.0±25.1	23.3±18.4 <sup>*</sup>	14.7±14.6 <sup>*</sup>	11.6±11.2 <sup>*</sup>	12.1±11.1 <sup>*</sup>
JOA 评分(分)	12.0±4.1	21.1±4.1 <sup>*</sup>	23.7±3.2 <sup>*</sup>	23.6±2.8 <sup>*</sup>	23.4±3.1 <sup>*</sup>
PCS 评分(分)	38.5±17.6	-	70.6±16.2 <sup>*</sup>	72.6±15.5 <sup>*</sup>	72.7±15.5 <sup>*</sup>
MCS 评分(分)	39.7±20.2	-	69.7±18.7 <sup>*</sup>	71.6±16.5 <sup>*</sup>	71.4±14.8 <sup>*</sup>

注:与术前比较,<sup>\*</sup> $P < 0.05$

表3 影像学评估结果

影像学指标	ROM( $\bar{x}\pm s, ^\circ$ )		改良 Pfirrmann 分级(级)	
	术前	末次随访	术前	末次随访
上一相邻节段	6.6±3.3	10.4±4.1 <sup>*</sup>	3.1(2-5)	3.4(3-5) <sup>*</sup>
手术节段	8.8±5.4	2.4±2.1 <sup>*</sup>	3.7(2-5)	3.9(3-6)
下一相邻节段	6.6±5.1	8.7±5.1	3.2(3-4)	3.3(3-4)
全腰椎	33.2±15.5	35.5±9.9	-	-

注:与术前比较,<sup>\*</sup> $P < 0.05$

6个月腰椎X线复查时发现螺钉松动,但无临床症状,与病人仔细沟通病情后,病人本人无再次手术意愿,故建议病人定期复诊,必要时行手术治疗。1例于术后第7天出现切口积液,导致切口延迟愈合,经定期换药3周,积液吸收后切口愈合良好。

本组无一例发生术中神经损伤、硬脊膜损伤致脑脊液漏,术后血肿压迫导致神经症状、下肢深静脉血栓形成、深部感染、心血管意外等并发症。

## 讨 论

血量均少于融合手术组(均 $P < 0.05$ )。Lee等<sup>[13]</sup>发表的荟萃分析研究发现Dynesys植入组的临床疗效与融合手术组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),但是在手术时间、出血量、住院时间等方面均优于融合手术组(均 $P < 0.05$ )。

### 二、Dynesys 系统对于邻近节段退变的影响

Dynesys 系统植入术中保留了大部分关节突关节及椎间盘,手术节段可靠稳定,且手术节段的生理活动也得到部分保留,对邻近节段退变的影响小于传统的植骨融合手术<sup>[4, 5, 14, 15]</sup>。Zhang等<sup>[5]</sup>对比了Dynesys系统植入病例组与融合手术病例组,发现两组病例手术节段上一相邻节段ROM均较术前增加,但在Dynesys组病例发现该节段ROM较术前差异无统计学意义。Wu等<sup>[14]</sup>报道了分别采用Dynesys与融合手术治疗的两组病人50个月随访发现,手术节段上一相邻节段的活动度均较术前增加,但Dynesys组要明显小于融合手术组。Bredin等<sup>[15]</sup>报道了长达5.5年的临床随访发现,Dynesys组的影像学邻近节段退变的发生率(12.1%)低于融合手术组(36.0%)

### 一、Dynesys与融合手术的临床疗效对比

本研究发现腰椎后路减压+Dynesys 植入手术具备良好的早期临床疗效,随访期内病人的腰腿痛得到明显缓解,生活质量得到明显改善,同时并发症发生率低,这一结果与大多数已发表的Dynesys 临床研究报道结果一致<sup>[1-5]</sup>。Fei等<sup>[3]</sup>报道了95例Dynesys 植入手术病例与81例融合手术病例3年临床随访对比研究,发现两组末次随访时腰痛及腿痛VAS评分、ODI、并发症发生率比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$ ),Dynesys 病例组的手术中出血量、术后切口引流量、住院时间及住院费用均少于融合手术病例组(均 $P < 0.05$ )。Zhang等<sup>[4]</sup>报道46例Dynesys 系统植入手术病例与50例融合手术病例53个月临床随访对比发现,两组间术后VAS评分及ODI差异无统计学意义,Dynesys 病例组的手术时间及术中出

( $P < 0.05$ )。本研究发现末次随访时手术节段上一相邻节段的ROM及改良Pfirrmann分级均较术前有所增加,与部分文献报道一致<sup>[4,5,14]</sup>。但是必须指出手术节段上一相邻节段表现出的退变趋势,不应直接认定就为Dynesys 系统植入造成,因为已发表的大部分Dynesys 系统临床研究均缺乏能够体现椎间盘自然退变的对照组,所以难以判断Dynesys 系统植入后对于邻近节段的影响。Putzier等<sup>[10]</sup>报道35例Dynesys 病例与49例单纯髓核摘除病例的前瞻性对比研究中,平均随访时间为34个月,通过对比两组间椎间隙高度、椎间盘信号、终板附近骨质变化、关节突关节退变等方面,发现相对于单纯髓核摘除组,Dynesys 组在阻止椎间盘退变进展上表现出一定优势。Ciavarro等<sup>[11]</sup>运用延迟对比增强MRI定量研究了Dynesys 病人手术节段及相邻节段术后2年退变





图1 病人,女,45岁,诊断为L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>椎间盘突出,行腰椎后路减压+Dynesys植入手术 a-d:术前腰椎正侧位及过伸过屈位X线片显示L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>椎间盘突出;c:术前腰椎MRI片可见L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>椎间盘退变突出,后方神经受压;f-i:末次随访腰椎正侧位及过伸过屈位X线片显示内固定物位置良好,无螺钉松动,手术节段活动度得到保留;j:末次随访腰椎MRI片显示减压效果良好

趋势,结果倾向于支持 Dynesys 对于手术节段及邻近节段的保护作用佳。目前关于 Dynesys 植入术后对于邻近节段退变的影响尚无定论,仍需要进一步的大样本、多中心的临床对比研究提供更加可信的结论。

### 三、Dynesys 植入后出现螺钉松动

Dynesys 植入后内植物相关因素导致腰痛的原因主要为椎弓根螺钉断裂或者松动,异常活动的螺钉反复刺激周围组织继而导致腰痛。不同于传统植骨融合手术,Dynesys 植入时要求保留椎间盘及后方的大部分关节突关节,才能达到保留手术节段活动性的目的。文献报道螺钉松动发生率为 3.2%~20.5%<sup>[1,2,6,7,16-18]</sup>。Stoll 等<sup>[1]</sup>报道螺钉松动发生率为 8.4%(7/83),7 例中仅 1 例出现临床症状。Ko 等<sup>[8]</sup>发现螺钉松动组与无松动组均获得了较好的临床症状改善,在 VAS 评分及 ODI 上均较术前明显改善(均  $P < 0.05$ ),且两组间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。Wu 等<sup>[9]</sup>报道的发生率为 19.8%(25/126),且螺钉松动组与无松动组间在术后多个时间点上 VAS 评分及 ODI 组间比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )对比无明显差异。Segura-Trepichio 等<sup>[19]</sup>报道螺钉松动发生率为 18%(4/22),螺钉松动组与无

螺钉松动组的组间 ODI 比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。本研究 21 例病例发现 1 例(4.8%)病人确定螺钉松动但无临床症状。我们建议确认螺钉松动的病例定期复查腰椎 X 线片,必要时复查腰椎 MRI,动态观察临床症状的变化,必要时可行手术治疗,取出 Dynesys 内植物或者改行融合手术。

综上所述,Dynesys 系统用于治疗腰椎退变性疾病获得了满意的早期临床疗效。但本研究作为回顾性研究,受限于样本量及随访时长等不足,Dynesys 植入后对于邻近节段退变的影响尚无定论,在后续研究中有待进一步增加样本量、延长随访时间、增加对照组以获得更加可信的结果。

### 参 考 文 献

- [1] Stoll TM, Dubois G, Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: a multi-center study of a novel non-fusion system[J]. Eur Spine J. 2002, 11 Suppl 2: S170-S178.
- [2] Sapkas G, Mavrogenis AF, Starantzis KA, et al. Outcome of a dynamic neutralization system for the spine [J]. Orthopedics, 2012, 35(10): e1497-e1502.
- [3] Fei H, Xu J, Wang S, et al. Comparison between posterior dynamic stabilization and posterior lumbar interbody fusion in the treatment of degenerative disc disease: a prospective cohort study [J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10: 87.

- [4] Zhang Y, Shan JL, Liu XM, et al. Comparison of the dynesys dynamic stabilization system and posterior lumbar interbody fusion for lumbar degenerative disease [J]. *PLoS One*, 2016, 11(1): e0148071.
- [5] Zhang C, Wang L, Hou T, et al. The influence of L4-S1 Dynesys<sup>®</sup> dynamic stabilization versus fusion on lumbar motion and its relationship with lumbar degeneration: a retrospective study [J]. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 99.
- [6] Hoppe S, Schwarzenbach O, Aghayev E, et al. Long-term outcome after monosegmental L4/5 stabilization for degenerative spondylolisthesis with the dynesys device [J]. *Clin Spine Surg*, 2016, 29(2): 72-77.
- [7] Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G. Degenerative lumbar scoliosis in elderly patients: dynamic stabilization without fusion versus posterior instrumented fusion [J]. *Spine J*, 2014, 14(1): 1-10.
- [8] Ko CC, Tsai HW, Huang WC, et al. Screw loosening in the Dynesys stabilization system: radiographic evidence and effect on outcomes [J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 28(6): E10.
- [9] Wu JC, Huang WC, Tsai HW, et al. Pedicle screw loosening in dynamic stabilization: incidence, risk, and outcome in 126 patients [J]. *Neurosurg Focus*, 2011, 31(4): E9.
- [10] Putzier M, Schneider SV, Funk JF, et al. The surgical treatment of the lumbar disc prolapse: nucleotomy with additional transpedicular dynamic stabilization versus nucleotomy alone [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(5): E109-E114.
- [11] Ciavarro C, Caiani EG, Brayda-Bruno M, et al. Mid-term evaluation of the effects of dynamic neutralization system on lumbar intervertebral discs using quantitative molecular MR imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2012, 35(5): 1145-1151.
- [12] Griffith JF, Wang YX, Antonio GE, et al. Modified Pfirmann grading system for lumbar intervertebral disc degeneration [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(24): E708-E712.
- [13] Lee CH, Jahng TA, Hyun SJ, et al. Dynamic stabilization using the Dynesys system versus posterior lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar spinal disease: a clinical and radiological outcomes - based meta - analysis [J]. *Neurosurg Focus*, 2016, 40(1): E7.
- [14] Wu H, Pang Q, Jiang G. Medium-term effects of Dynesys dynamic stabilization versus posterior lumbar interbody fusion for treatment of multisegmental lumbar degenerative disease [J]. *J Int Med Res*, 2017, 45(5): 1562-1573.
- [15] Bredin S, Demay O, Mensa C, et al. Posterolateral fusion versus dynesys<sup>®</sup> dynamic stabilization: retrospective study at a minimum 5.5 years' follow-up [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017 Sep 20. pii: S1877 - 0568(17)30256 - 6. doi: 10.1016/j.otsr.2017.07.020. [Epub ahead of print]
- [16] Yu SW, Yen CY, Wu CH, et al. Radiographic and clinical results of posterior dynamic stabilization for the treatment of multisegment degenerative disc disease with a minimum follow-up of 3 years [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132(5): 583-589.
- [17] Grob D, Benini A, Junge A, et al. Clinical experience with the Dynesys semirigid fixation system for the lumbar spine: surgical and patient-oriented outcome in 50 cases after an average of 2 years [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(3): 324-331.
- [18] Payer M, Smoll NR, Ozkan N, et al. Dynamic transpedicular stabilisation and decompression in single-level degenerative anterolisthesis and stenosis [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2014, 156(2): 221-227.
- [19] Segura-Trepichio M, Ferrández-Sempere D, López-Prats F, et al. [Pedicular dynamic stabilization system. Functional outcomes and implant-related complications for the treatment of degenerative lumbar disc disease with a minimum follow-up of 4 years] [J]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2014, 58(2): 85-91.