

·临床研究论著·

Dynesys 动态固定与经椎间孔椎间融合术治疗退变性 L₅/S₁ 椎间盘突出症的疗效比较

任大伟 李清 贾涛 何胤

【摘要】 目的 对比分析后路经椎弓根动态固定与经椎间孔椎间融合术(transforminal lumbar interbody fusion, TLIF)治疗退变性 L₅/S₁椎间盘突出症的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2011 年 1 月至 2015 年 1 月我科收治的 82 例退变性 L₅/S₁椎间盘突出症病人,所有病例均符合纳入标准。其中 38 例采用 Dynesys 动态内固定术(Dynesys 组),44 例采用经椎间孔椎间融合术(TLIF 组)。比较两组术后 1、3、6、12、24 个月评估临床和影像学结果。**结果** 末次随访时,两组 Oswestry 功能障碍指数(the Oswestry disability index, ODI)评分和疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)均较术前显著改善,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。Dynesys 组和 TLIF 组 L₅/S₁的活动度(range of motion, ROM)分别从 $7.5^\circ \pm 2.6^\circ$ 降至 $5.2^\circ \pm 2.4^\circ$ 和 $7.2^\circ \pm 2.3^\circ$ 降至 0° ($P < 0.05$)。L_{4/5} 的 ROM 分别从 $8.6^\circ \pm 2.8^\circ$ 增至 $10.1^\circ \pm 2.6^\circ$ 和 $8.4^\circ \pm 2.5^\circ$ 增至 $12.5^\circ \pm 2.9^\circ$ ($P < 0.05$)。Dynesys 组和 TLIF 组发生 L_{4/5} 邻近节段退变(adjacent segment degeneration, ASD)的例数分别为 2 例(5.25%)和 11 例(25.00%)。末次随访时,两组 ROM 和 ASD 比较,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。**结论** Dynesys 与 TLIF 治疗退变性 L₅/S₁椎间盘突出症均能获得满意的临床疗效。与 TLIF 比较, Dynesys 有利于保持 ROM 和减少 ASD 的发生,可作为退变性 L₅/S₁椎间盘突出症的优选术式。

【关键词】 腰椎;椎间盘退行性变;内固定器;脊柱融合术

Comparison of the Dynesys dynamic internal system and transforminal lumbar interbody fusion for degenerative L₅/S₁ disc herniation. REN Da - wei*, LI Qing, JIA Tao, HE Yin. *Department of Second Orthopaedics Surgery, the Center Hospital in Guangyuan City, Guangyuan 628000, China

Corresponding author: HE Yin, E-mail: heyin126@126.com

【Abstract】 Objective To compare the clinical outcomes of dynamic internal system (dynesys) and transforminal lumbar interbody fusion (TLIF) for degenerative L₅/S₁ disc herniation. **Methods** From January 2011 to January 2015, 82 patients with degenerative L₅/S₁ disc herniation who entered into the inclusion criteria were retrospectively analyzed. Thirty-eight cases were treated with Dynesys dynamic internal fixation (Dynesys group), and 44 cases were given TLIF (TLIF group). Clinical and imaging results were compared in 1, 3, 6, 12 and 24 months after surgery. **Results** At the final follow-up, the Oswestry Disability Index (ODI) and visual analog scale (VAS) scores were significantly improved in both groups. The range of motion (ROM) of L₅/S₁ segment in Dynesys and TLIF groups decreased from $7.5^\circ \pm 2.6^\circ$ to $5.2^\circ \pm 2.4^\circ$ and from $7.2^\circ \pm 2.3^\circ$ to 0° respectively ($P < 0.05$). The ROM of L_{4/5} segment in two groups increased from $8.6^\circ \pm 2.8^\circ$ to $10.1^\circ \pm 2.6^\circ$ and from $8.4^\circ \pm 2.5^\circ$ to $12.5^\circ \pm 2.9^\circ$ respectively ($P < 0.05$). L_{4/5} adjacent segment degeneration (ASD) occurred 2 cases (5.25%) in Dynesys group and 11 cases (25.00%) in TLIF group respectively. At the final follow-up, There were significant differences in ROM and ASD between two group ($P < 0.05$). **Conclusion** Both Dynesys and TLIF have satisfactory clinical outcomes to degenerative L₅/S₁ disc herniation. Compared with TLIF, Dynesys partially prevents ROM loss and ASD complication. Dynesys can be used as a preferred procedure for degenerative L₅/S₁ disc herniation.

【Key words】 Lumbar vertebrae; Intervertebral disc degeneration; Internal fixators; Spinal fusion

随着社会人口老龄化,腰椎间盘突出症的发病

率逐渐增加。L₅/S₁椎间盘活动度(range of motion, ROM)较大,处于活动的脊柱和固定的骨盆交界处,应力负荷较大,容易退变、突出。腰椎间盘突出症保守治疗的措施包括非甾体类抗炎药、支具、局部注射等,疗效不确切,不能阻止病程进展,终末期常常需

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2018.06.006

作者单位:628000 四川广元,四川省广元市中心医院骨二科(任大伟、贾涛、何胤);628009 四川广元,广元市利州区工农镇卫生院(李清)

通信作者:何胤, E-mail: heyin126@126.com

手术治疗。经椎间孔椎间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)是治疗腰椎间盘突出症的主要手术方法之一,具有稳定L₅/S₁节段和防止椎间盘再次突出的作用,但以牺牲L₅/S₁ ROM为代价,增加了邻近节段退变(adjacent segment degeneration, ASD)的风险^[1-4]。

近年来,脊柱外科非融合技术不断发展,动态内固定系统得到了逐步推广应用,Dynesys动态内固定系统在临床使用中较为常见。Dynesys的设计是在稳定节段的同时保留了一定的ROM,从而避免了ASD的发生。国内外大量临床研究都报告了该系统对腰椎退变性疾病病人的积极作用^[5-7]。然而,对比Dynesys和TLIF对退变性L₅/S₁椎间盘突出症的临床和影像学结果的研究相对较少。为此,本研究回顾了2011年1月至2015年1月采用Dynesys和TLIF治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症病人的临床资料,比较两种术式疗效,为临床治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症提供参考依据。

资料与方法

一、纳入与排除标准

纳入标准:①明确诊断为退行性L₅/S₁椎间盘突出症;②经过3个月正规保守治疗无效;③选用Dynesys或TLIF术式进行治疗;④至少2年随访。

排除标准:①腰椎管狭窄症、退行性脊柱侧凸或脊柱侧弯畸形(Cobb角>10°);②邻近节段存在退变或不稳;③既往有腰椎手术史;④严重的骨质疏松症(T值小于-2.5);⑤非退变性L₅/S₁椎间盘突出症。

二、一般资料

2011年1月至2015年1月收治的82例退变性L₅/S₁椎间盘突出症病人纳入,其中38例采用Dynesys动态内固定术(Dynesys组),44例采用经椎间孔椎间融合术(TLIF组)。比较两组年龄、性别、病程、随访时间、疼痛视觉模拟评分(visual analogue score, VAS)、Oswestry功能障碍指数(the Oswestry disability index, ODI)、L₅/S₁及L_{4/5}椎间ROM等,差异均无统计学意义,具有可比性,详见表1。

三、手术方法

1. Dynesys组 全身麻醉成功后,取俯卧位,常规消毒铺巾。取后正中切口,逐层切开皮肤、皮下组织、腰背肌筋膜,旁开棘突约3 cm切开骶棘肌腱膜,从肌间隙进入,以上关节突外缘与横突中线交点作为进钉点,在L₅、S₁双侧椎弓根置入6.2 mm直径的Dynesys椎弓根螺钉共4颗(Zimmer公司,美国),透

表1 两组病人一般资料比较($\bar{x}\pm s$)

组别	Dynesys组 (38例)	TLIF组 (44例)	统计值
年龄(岁)	49.5±11.6	52.7±12.4	$t=1.48, P=0.12$
性别(男/女,例)	27/11	31/13	$\chi^2=2.00, P=0.16$
病程(月)	52.7±6.8	59.5±7.5	$t=3.65, P=0.93$
随访时间(月)	25.4±4.0	24.8±5.2	$t=7.26, P=0.68$
L ₅ /S ₁ ROM(°)	7.5±2.6	7.2±2.3	$t=2.64, P=0.89$
L _{4/5} ROM(°)	8.6±2.8	8.4±2.5	$t=5.97, P=0.35$
ODI评分(分)	54.7±12.8	57.2±15.5	$t=4.37, P=0.98$
VAS评分(分)	6.1±2.3	5.4±2.2	$t=2.82, P=0.42$

视椎弓根螺钉位置良好。从患侧棘突旁剥离,咬除部分椎板及黄韧带,向内侧牵开硬膜囊及S₁神经根,暴露L₅/S₁椎间盘,取出突出的髓核组织,硬膜囊、神经根彻底减压。在S₁双侧Dynesys螺钉孔置入100 mm连接器,远端留1 cm,并锁紧螺帽。测量器在1.5 N力量下测量L₅、S₁双侧螺钉间距,取相应长度间隔器置入L₅、S₁椎弓根螺钉之间,收紧双侧连接器行螺钉间加压,锁紧螺帽。透视见内固定物位置良好。术毕,检查无活动性出血,切口留置引流管,逐层关闭切口,无菌敷料包扎。

2. TLIF组 全身麻醉成功后,取俯卧位,常规消毒铺巾。取后正中入路,椎板旁剥离骶棘肌,暴露人字嵴处作为进钉点,在L₅、S₁双侧椎弓根置入普通椎弓根螺钉共4颗(强生公司,美国)。在健侧螺钉间置入预弯的钛棒,适当撑开L₅/S₁椎间隙。咬除患侧部分椎板、关节突关节及黄韧带,向内侧牵开硬膜囊及S₁神经根,彻底切除椎间盘组织、上下软骨终板,反复冲洗椎间隙。试模试配,自体碎骨粒充填于椎间融合器中,剩余的自体骨颗粒植入L₅/S₁椎间隙、压实后置入生物椎间融合器。患侧螺钉间置入钛棒,松开健侧螺钉,双侧适当加压L₅/S₁椎间隙后拧紧螺帽。“C”型臂X线机透视下见钛棒与椎间融合器位置良好。术毕,检查无活动性出血,切口留置引流管,逐层关闭切口,无菌敷料包扎。

四、术后处理

Dynesys组术后第1天逐渐下地活动,TLIF组术后1周佩戴腰椎支具下地活动。两组均术后第1天拔除引流管,10 d左右视切口愈合情况拆线。

五、疗效评价

术后1、3、6、12个月随访,1年后每年随访1次,评估临床和影像学结果,包括VAS评分、ODI、椎间ROM和ASD发生率。椎间ROM测量方法为腰椎过伸过屈时L₅上终板和S₁下终板形成的夹角的差值。

ASD定义为L_{4/5}椎间盘MRI T2像信号降低,或椎间盘突出。

六、统计学处理

采用SPSS 13.0统计软件(IBM公司,美国)进行数据分析。数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料采用 χ^2 检验,计量资料组内手术前后比较采用ANOVA和LSD检验,组间比较采用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、ODI评分和VAS评分比较

术前及术后1、3、6、12、24个月,Dynesys组ODI评分为(54.7±12.8)、(43.6±9.5)、(20.5±9.0)、(18.6±7.7)、(16.4±5.3)和(15.8±6.2)分,TLIF组ODI评分为(57.2±15.5)、(37.5±10.2)、(21.6±8.3)、(19.1±5.8)、(17.2±6.3)和(16.4±6.5)分。术后3个月趋于平稳,术后2年随访时两组ODI评分相对于术前,差异均有统计学意义,组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$,图1)。Dynesys组VAS评分为(6.1±2.3)、(2.5±0.7)、(2.0±0.5)、(1.9±0.6)、(1.9±0.4)和(1.8±0.9)分,TLIF组VAS评分为(5.4±2.2)、(2.2±0.6)、(1.7±0.4)、(1.6±0.4)、(1.6±0.6)和(1.4±0.5)分,术后1个月趋于平稳,术后2年随访时两组VAS评分相对于术前,差异均有统计学意义,组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$,图2)。

二、L₅/S₁的ROM比较

术前及术后1、3、6、12、24个月,Dynesys组L₅/S₁的ROM为7.5°±2.6°、4.9°±1.8°、5.9°±2.0°、5.4°±2.3°、5.3°±2.4°和5.2°±2.4°,TLIF组L₅/S₁术前的ROM为7.2°±2.3°,其余随访时间节点ROM均为0。两组术后2年随访时L₅/S₁的ROM相对于术前差异均有统计学意义,组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$,图

3),Dynesys组保留了约69.3%的椎间ROM。

三、L_{4/5}的ROM比较

术前及术后1、3、6、12、24个月,Dynesys组L_{4/5}的ROM分别为8.6°±2.8°、7.5°±2.3°、8.1°±2.0°、9.8°±2.2°、10.7°±2.7°和10.1°±2.6°,TLIF组的ROM分别为8.4°±2.5°、6.8°±1.9°、7.4°±1.5°、11.5°±2.8°、12.3°±3.0°和12.5°±2.9°。两组术后2年随访时L₅/S₁的ROM相对于术前差异均有统计学意义,组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$,图4),Dynesys组L_{4/5}椎间ROM明显小于TLIF组。

四、术后并发症

术后两组切口未见感染、延迟愈合或不愈合情况,无钉棒系统松动及退断钉现象。术后24个月随访时,Dynesys组和TLIF组L_{4/5}ASD分别为2例(5.25%)和11例(25.00%),保守治疗好转,未行手术治疗;两组均无钉棒系统松动及退断钉现象,未见其他并发症发生。典型病例见图5、6。

讨 论

L₅/S₁是腰椎和骶椎的移行交界区,承受的应力较大,因应力传导和应力集中易导致退变性椎间盘突出症。L₅/S₁椎间盘突出症与年龄、职业、身体质量指数和解剖受力情况等有关,其中退变性L₅/S₁椎间盘突出症在临床较为常见,术后易复发^[8,9]。本研究主要分析Dynesys和TLIF两种手术方式对退变性L₅/S₁椎间盘突出症的临床疗效,为临床治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症时选择手术方式提供参考依据。本研究中,Dynesys组采用肌间隙入路,TLIF组采用后正中入路,是由外科医生手术习惯决定,但不影响结果的可比性。

本研究表明,Dynesys组和TLIF组末次随访时的ODI评分和VAS评分均较术前显著增加,手术疗

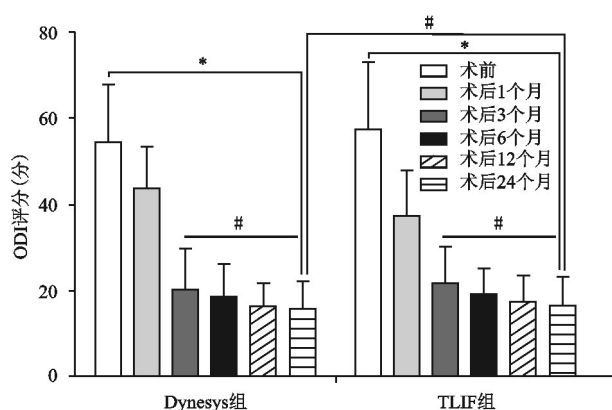


图1 两组手术前后ODI评分,* $P < 0.05$,# $P > 0.05$

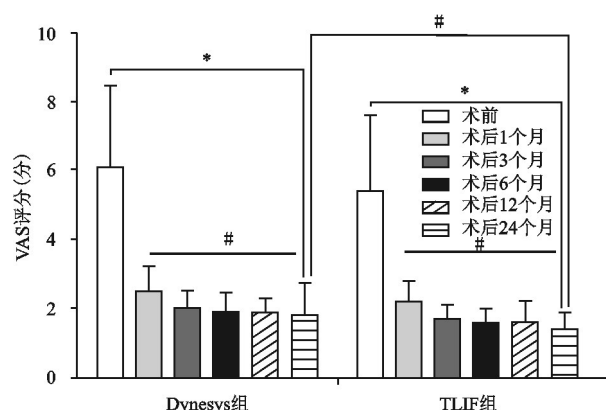


图2 两组手术前后VAS评分,* $P < 0.05$,# $P > 0.05$

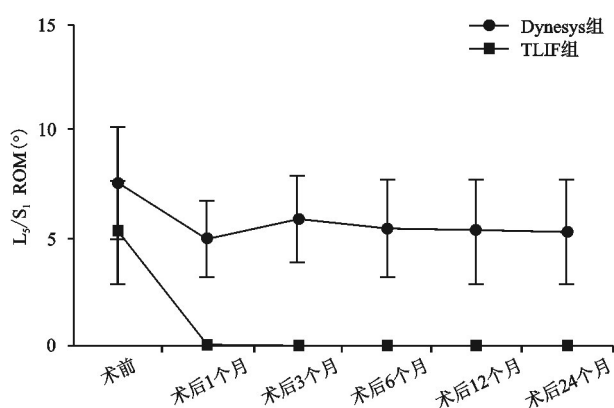
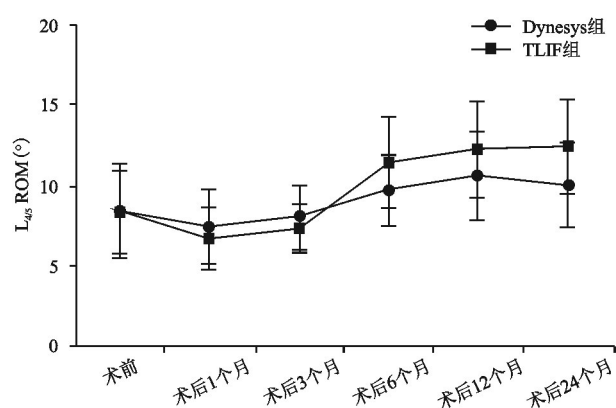
图3 两组病人L₅/S₁的ROM随访情况图4 两组病人L_{4/5}的ROM随访情况

图5 病人,男,50岁,Dynesys动态内固定治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症手术前后影像学对比 a:术前侧位X线片;b,c:术前过伸过屈侧位X线片,L₅/S₁的ROM为7.6°,L_{4/5}的ROM为8.2°;d:术前MRI提示L₅/S₁椎间盘突出,邻近L_{4/5}椎间盘信号正常;e:术后3年侧位X线片;f,g:术后3年过伸过屈侧位X线片,L₅/S₁的ROM为5.8°,L_{4/5}的ROM为10.6°;h:术后3年MRI提示L₅/S₁椎间盘无突出,邻近L_{4/5}椎间盘信号正常,无ASD发生

效较满意,这与王利元等^[10]报道的结果相似。目前,退变性L₅/S₁椎间盘突出症保守治疗对于疼痛剧烈的病人缓解不明显,不能解除神经的压迫,会导致压迫神经支配区域的感觉、肌力下降,严重者会出现不可逆神经损伤,甚至瘫痪和大小便异常,严重影响生活质量^[9]。既往常常采用单纯椎间盘髓核摘除术,

经后路切除突出的L₅/S₁髓核及椎间盘组织,能有效解除神经压迫和缓解疼痛,避免神经出现严重损伤,优点是费用较低,缺点是术后椎间隙高度降低,小关节退变速度加快,出现腰痛或是腰腿痛的复发概率较高^[11-13]。随着病人对术后生活质量要求的提高,在摘除突出的L₅/S₁髓核及椎间盘组织后常常采用

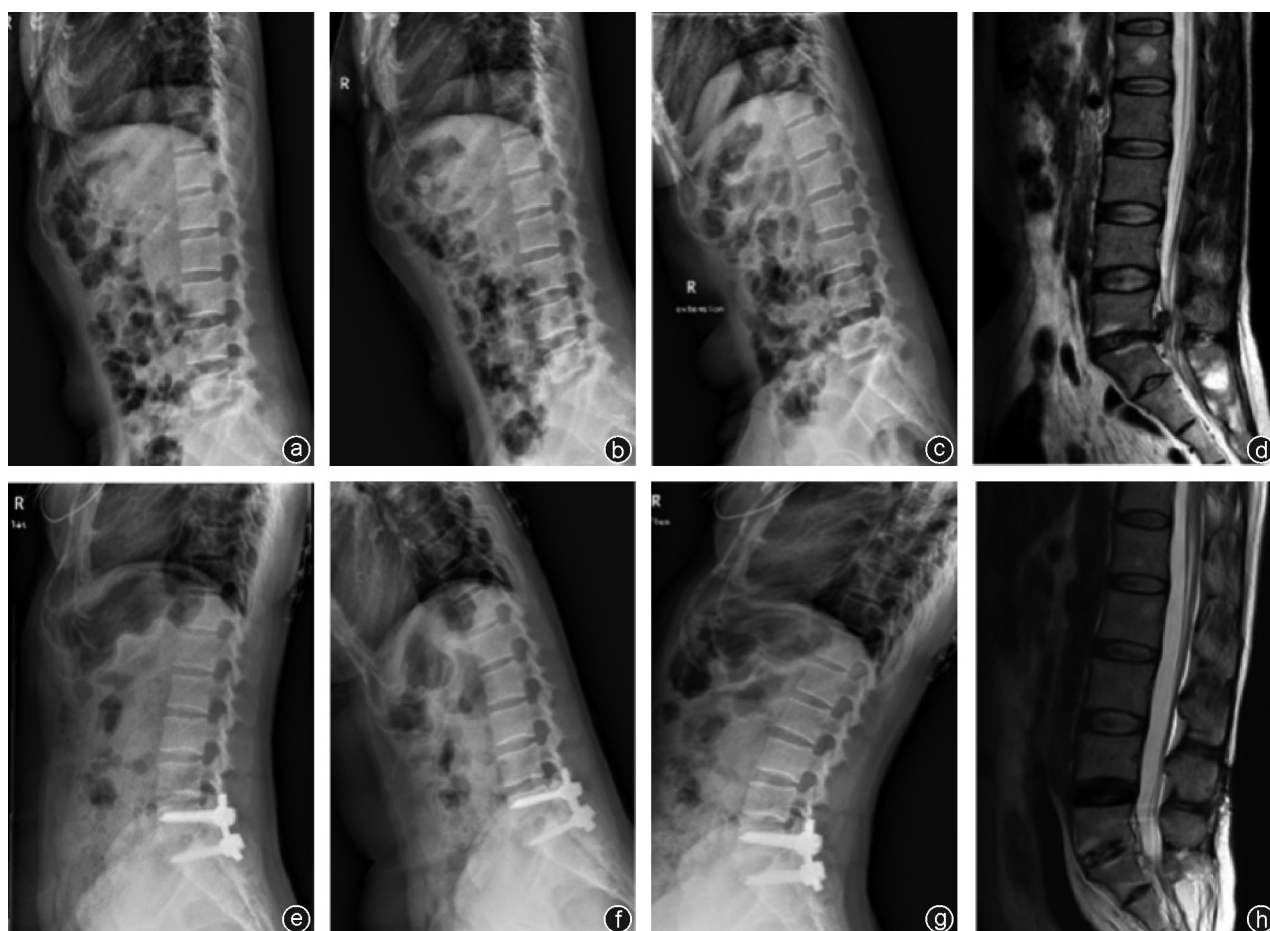


图6 病人,女,64岁,TLIF治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症手术前后影像学对比 a:术前侧位X线片;b、c:术前过伸过曲侧位X线片,L₅/S₁的ROM为5.3°,L_{4/5}的ROM为6.5°;d:术前MRI提示L₅/S₁椎间盘突出,邻近L_{4/5}椎间盘信号正常;e:术后4年侧位X线片;f、g:术后4年过伸过曲侧位X线片,L₅/S₁的ROM为0°,L_{4/5}的ROM为12.4°;h:术后4年MRI提示L₅/S₁椎间盘无突出,邻近L_{4/5}椎间盘信号降低

Dynesys 或 TLIF 两种固定方式,是目前治疗退变性 L₅/S₁ 椎间盘突出症的主要选择术式,能有效防止术后椎间盘再次突出,对 L₅/S₁ 起着稳定作用。

TLIF 是传统的椎间盘摘除后植骨融合内固定术。经后路切除病变间隙的椎间盘组织,植入骨组织和椎间融合器促进椎间融合内固定,优点是解除神经的压迫,缓解疼痛等症状,病变间隙椎间盘组织已被清除,不存在复发可能;缺点是创伤大、失血多、假关节形成等手术风险增加,椎间运动丧失,增加邻近椎间隙的负担和 ASD 风险。尤其对于邻近椎间隙存在变性和突出的病人,可能增加其产生症状的概率,导致 ASD 和邻近椎体骨折的发生率增高。Metzger 等^[2]认为降低椎间压力和防止过度活动有利于预防 ASD 发生。Miyagi 等^[14]报道 25 个 TLIF 融合节段,术后 15 个节段发生 ASD,高达 64%。本研究报道 TLIF 组中 L_{4/5} 的 ASD 发生率为 25.00%,比 Dynesys 组 (5.25%) 高 4 倍。Helgeson 等^[1]认为 TLIF 采用的坚强内固定钛棒,是 ASD 发生的主要因素。Dyne-

sys 通过弹力棒设计,解决了 TLIF 术中使用的钛棒刚性大、无弹性和收缩性的属性问题,能较好地保留 L₅/S₁ ROM。

本研究发现,Dynesys 组 L₅/S₁ 的 ROM 略有下降,TLIF 组因 L₅/S₁ 椎间融合而失去了 ROM。TLIF 组 L_{4/5} 的 ROM 较 Dynesys 组大,证实 TLIF 组的 L_{4/5} 代偿度较大,引起 ASD 的发生率高。这与 Li 等^[15]报道的结果相似,他们认为 Dynesys 能维持腰椎正常的 ROM 和减少 ASD 的发生。St-Pierre 等^[16]通过对非融合脊柱手术的病人进行了研究,认为非融合技术不能解决邻近节段的退变问题。这可能与各个研究的纳入、排除标准以及 ASD 的诊断标准不一致有关^[17]。本文采用 L_{4/5} 椎间盘 MRI T2 像信号降低,或椎间盘突出作为 ASD 的诊断标准,结果表明,Dynesys 可恢复病椎及邻近椎体的受力平衡,卸载小关节载荷,阻止病程进展,可以最大限度防止腰椎正常 ROM 的丢失和 ASD 发生,这与 Dynesys 独特的设计是分不开的。Dynesys 是最常用的非融合内固定系统,在

TLIF术式的基础上进行了内固定物的改进,术中切除突出的椎间盘髓核组织后,采用动态内固定手术。Dynesys在经后路切除突出的髓核及椎间盘组织和充分解除神经的压迫后,通过具有微动功能的内固定系统负担椎间隙的压力^[6]。优点是手术时间较短,出血量较少,创伤小,可减轻病变椎间隙的压力,减少腰腿痛的复发概率,加快病人的康复,对邻近椎间隙影响小,最大限度地保留了手术节段冠状面及矢状面ROM,可减少对腰椎的ROM的影响;缺点是此为近十余年的新技术,术后存在内植物固定松动、折断、脱落等失败的可能,长期效果不确切。本组随访时间较短,但未发现Dynesys组螺钉松动及断钉现象,证实在保持正常ROM的同时,抗拔出力较强。然而,本研究符合纳入和排除标准的样本量较少,随访时间有待延长。因此,两种手术方式治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症的远期疗效分析需进一步增加样本量及随访时间。

对比Dynesys组与TLIF组治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症的临床疗效,我们认为手术要点主要包括如下几个方面:①充分对中央椎管、侧隐窝、椎间孔、突出的椎间盘减压是两种固定方式的前提;②减压时应尽量保留后柱骨性和韧带结构的完整性;③如存在明显节段性反屈时应选用TLIF术式,不宜选用Dynesys术式恢复其生理曲度;④在关节突外侧置钉或骨质疏松情况下置钉时,选择尽可能长的螺钉,以减少螺钉松动和拔出的可能;⑤椎间隙高度严重下降、椎间孔狭窄需切除关节突减压的节段不宜选用Dynesys术式。

总之,Dynesys与TLIF治疗退变性L₅/S₁椎间盘突出症均能取得满意的临床疗效。与TLIF比较,Dynesys有利于保持ROM和减少ASD并发症发生。对于大多数退变性L₅/S₁椎间盘突出症病人,Dynesys可作为退变性L₅/S₁椎间盘突出症的优选术式。

参 考 文 献

- [1] Helgeson MD, Bevevino AJ, Hilibrand AS. Update on the evidence for adjacent segment degeneration and disease [J]. Spine J, 2013, 23(3): 342-351.
- [2] Metzger MF, Robinson ST, Maldonado RC, et al. Biomechanical analysis of lateral interbody fusion strategies for adjacent segment degeneration in the lumbar spine [J]. Spine J, 2017, 27(7): 1004-1011.
- [3] Zhang C, Berven SH, Fortin M, et al. Adjacent segment degeneration versus disease after lumbar spine fusion for degenerative pathology: a systematic review with meta-analysis of the literature [J]. Clin Spine Surg, 2016, 29(1): 21-29.
- [4] Soh J, Lee JC, Shin BJ. Analysis of risk factors for adjacent segment degeneration occurring more than 5 years after fusion with pedicle screw fixation for degenerative lumbar spine [J]. Asian Spine J, 2013, 23(4): 273-281.
- [5] 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.
- [6] Yeager MS, Cook DJ, Cheng BC. *In vitro* comparison of Dynesys, PEEK, and titanium constructs in the lumbar spine [J]. Adv Ortho, 2015, 12: 895931.
- [7] Neukamp M, Roeder C, Veruva SY, et al. *In vivo* compatibility of Dynesys (R) spinal implants: a case series of five retrieved periprosthetic tissue samples and corresponding implants [J]. Eur Spine J, 2015, 24(5): 1074-1084.
- [8] Yaman ME, Kazanci A, Yaman ND, et al. Factors that influence recurrent lumbar disc herniation [J]. Hong Kong Med J, 2017, 23(3): 258-263.
- [9] Bai J, Zhang W, Wang Y, et al. Application of transiliac approach to intervertebral endoscopic discectomy in L₅/S₁ intervertebral disc herniation [J]. Eur J Med Res, 2017, 22(1): 14.
- [10] 王利元, 张承旻, 罗磊, 等. Dynesys动态固定系统用于腰椎多节段退行性疾病的2年随访临床疗效观察 [J]. 第三军医大学学报, 2017, 39(11): 1165-1170.
- [11] Cho KS, Kang SG, Yoo DS, et al. Risk factors and surgical treatment for symptomatic adjacent segment degeneration after lumbar spine fusion [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 46(5): 425-430.
- [12] Staartjes VE, de Wispelaere MP, Miedema J, et al. Recurrent lumbar disc herniation after tubular microdiscectomy: analysis of learning curve progression [J]. World Neurosurg, 2017, 107: 28-34.
- [13] Xie TH, Zeng JC, Li ZH, et al. Complications of lumbar disc herniation following full-endoscopic interlaminar lumbar discectomy: a large, single-center, retrospective study [J]. Pain Physician, 2017, 20(3): E379-E387.
- [14] Miyagi M, Ikeda O, Ohtori S, et al. Additional decompression at adjacent segments leads to adjacent segment degeneration after PLIF [J]. Eur Spine J, 2013, 22(8): 1877-1883.
- [15] Li HQ, Shi RM, Zhou Q, et al. Clinical therapeutic effect evaluation of dynamic stabilization adjacent to single-level fusion in lumbar degenerative disease [J]. J Spinal Surg, 2014, 27(6): 1205-1215.
- [16] St-Pierre GH, Jack A, Siddiqui MM, et al. Nonfusion does not prevent adjacent segment disease: dynesys long-term outcomes with minimum five-year follow-up [J]. Spine, 2016, 41(3): 265-273.
- [17] 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.

(收稿日期: 2017-12-22)