

临床论著

Topping-off 手术治疗腰椎退行性疾病的影像学分析

陈小龙, 海涌, 关立, 杨晋才, 鲁世保, 孟祥龙, 郭徽

(首都医科大学附属北京朝阳医院骨科 100020 北京市)

【摘要】目的:评价 Topping-off 手术治疗连续双节段腰椎退行性疾病的影像学改变。**方法:**2008 年 8 月~2012 年 12 月, 35 例连续双节段腰椎退行性椎管狭窄症(其中上位病变节段为轻或中度退变)患者在我院接受手术治疗。其中男 23 例, 女 12 例, 年龄 62.6 ± 18.9 岁(30~79 岁)。所有患者均接受腰椎单节段融合(PLIF)+上位节段棘突间动态稳定(置入 Coflex)手术(Topping-off 手术), 其中 L4/5 置入 Coflex+L5/S1 融合 14 例, L3/4 置入 Coflex+L4/5 融合 21 例。回顾性分析患者术前及末次随访时 X 线片上 Coflex 置入节段及其上位相邻节段的椎间隙高度、椎间活动度、椎体偏移、椎间隙角及腰椎前凸角; 在 MRI 上对 Coflex 置入节段和其上位相邻节段椎间盘退变情况进行改良 Pfirrmann 分级。**结果:**患者均安全完成手术, 手术时间为 112 ± 21 min(95~155 min), 出血量为 403 ± 111 ml(300~520 ml)。均未出现硬脊膜破裂、神经损伤等相关并发症。随访 24.8 ± 12.8 个月(11~65 个月)。术后末次随访时 Coflex 置入节段及其上位相邻节段椎间隙前缘高度、椎间隙后缘高度与术前比较均无统计学意义($P > 0.05$); Coflex 置入节段椎间隙角较术前显著性增大($t = -1.8, P < 0.05$); Coflex 上位相邻节段椎间隙活动度(过伸位角度-过屈位角度)、椎间隙角及腰椎前凸角与术前比较均无统计学意义($P > 0.05$)。24 例随访 2 年以上患者 MRI 检查显示 Coflex 置入节段及其上位相邻节段椎间盘的改良 Pfirrmann 分级情况与术前相同。**结论:**Topping-off 手术可以保持 Coflex 置入节段良好的稳定性, 并保留该节段部分运动功能及其上位相邻节段节段正常活动, 减少了上位相邻节段退变发生的危险因素。

【关键词】Topping-off 手术; 腰椎管狭窄症; 相邻节段退变; 影像学

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.01.02

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-01-0006-07

Efficacy of topping-off procedure for the lumbar degenerative disease: a radiographic study/CHEN Xiaolong, HAI Yong, GUAN Li, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(1): 6-12

【Abstract】 Objectives: To evaluate the imaging changes and efficacy of Topping-off procedure for lumbar degenerative disease. **Methods:** From August 2008 to December 2012, 35 cases of consecutive double segmental degenerative lumbar spine stenosis (the upper segment showed mild or moderate degeneration) were treated surgically. There were 23 males and 12 females with an average age of 62.2 ± 18.9 years (range, 30-79 years). All patients received posterior lumbar interbody fusion (PLIF) and Coflex inter-spinous dynamic stabilization at the upper adjacent level. 14 patients underwent L4/5 Coflex+L5/S1 PLIF and 21 patients underwent L3/4 Coflex+L4/5 PLIF. Retrospective analysis was conducted to evaluate the efficacy of Topping-off procedure for the prevention of adjacent segment degeneration (ASD), which included the following indexes: (1) the disc space height, range of motion, vertebra translation, inter-space angle and kyphosis angle both at the Coflex level and upper adjacent level through standing anteroposterior (AP) position, lateral and extension-flexion X-ray; (2) change of Pfirrmann disc degeneration grade at Coflex level and upper adjacent level through MRI examination. **Results:** All patients underwent surgery safely and no major complications occurred. The average surgery time was 112 ± 21 min. The average blood loss was 403 ± 111 ml. No spinal dura matter rupture, nerve damage or any other complication was noted. The average follow-up was 24.8 ± 12.8 months (11-65 months). There was no significant difference in disc height at the Coflex segment or upper adjacent segment

第一作者简介: 男(1985-), 博士在读, 研究方向: 脊柱微创

电话: (010)85231229 E-mail: chensmalldragon@163.com

通讯作者: 海涌 E-mail: spinesurgeon@163.com

between pre-operation and final follow-up, as well as the lumbar kyphosis($P>0.05$). Segmental lordosis at the Coflex level increased significantly($t=-1.8$, $P<0.05$). There were no significant differences in the ROM and the sagittal translation between pre-operation and final follow-up, both at the Coflex level and upper adjacent level($P>0.05$). For the 24 patients followed up for more than 24 months, MRI showed no significant change of Pfirrmann disc degeneration grade between pre-operation and final follow-up both at Coflex level and upper adjacent level($P>0.05$). **Conclusions:** Topping-off procedure can maintain the stability as well as the adjacent unfused segment. Topping-off surgery decreases the rate of upper adjacent segment degeneration.

[Key words] Topping-off surgery; Degenerative lumbar stenosis; Adjacent segment degeneration; Radiographic

[Author's address] Department of Orthopaedics, Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100020, China

腰椎后路减压融合术是目前治疗腰椎管狭窄症的主要术式,但该术式牺牲了脊柱节段的活动性,使得融合椎体相邻节段的生物力学发生改变,加速了相邻节段退变(adjacent segment degeneration, ASD),进而引起相邻节段退行性病变。文献报道腰椎融合术后症状学诊断相邻节段退变的发生率约为 5.2%~18.5%,影像学相邻节段退变的发生率为 8%~100%^[1,2]。目前相邻节段退变发生的机制尚不明确,可能与患者年龄、肥胖、邻近节段椎间盘是否存在退变、融合节段数目等多种因素相关^[3,4]。大多数学者认为增加融合节段会使相邻节段退变的发生率增加^[5]。为了预防腰椎融合术后相邻节段退变的发生,棘突间动态稳定装置和非融合技术在脊柱手术中得到广泛应用^[6,7]。当腰椎出现双节段退变狭窄时,如果上一节段狭窄相对较轻,Topping-off 手术[即连续双节段腰椎退行性患者行下位腰椎单节段融合(PLIF)+上位节段棘突间动态稳定手术]不失为一种新的选择^[8,9],减压后退变严重节段行融合术,上位邻近节段行棘突间稳定装置(Coflex)置入,可减少一个融合节段,保留该节段的活动度,旨在保护手术节段和降低相邻节段退变的发生,但目前国内外关于 Topping-off 手术对相邻节段退变的影响存在争议。本研究回顾分析一组 Topping-off 手术患者的影像学资料,探讨 Topping-off 手术对手术节段和上位相邻节段退变的影响。

1 资料和方法

1.1 一般资料

2008 年 8 月~2012 年 12 月,共有 35 例在我院行 Topping-off 手术的腰椎管狭窄症患者,男 23 例,女 12 例;年龄 62.2 ± 18.9 岁(30~79 岁);体质指数(BMI) $23.4\pm 17.8\text{kg/m}^2$ ($20.1\sim 28.8\text{kg/m}^2$)。术

前均经过临床及影像学检查(X 线片、CT 和 MRI 检查)确诊为连续双节段退行性椎管狭窄症,上位病变节段为轻或中度退变(排除超过 I 度的腰椎滑脱),下位病变节段为重度退变(如巨大椎间盘突出、重度椎管狭窄、腰椎滑脱),2 个节段退变均为责任节段,保守治疗 3 个月以上无效。排除 3 个及以上节段病变者、骨质疏松和马尾神经功能受损者。

1.2 手术方法

全麻下俯卧位,屈髋 45°保持腰椎正常生理前凸。后路正中入路,保留棘上韧带,沿骨膜下剥离显露至双侧小关节,保护小关节囊。融合节段双侧置入椎弓根螺钉(美国 Paradium 公司)内固定,双侧椎板开窗或全椎板切除减压,切除增生肥厚的黄韧带,切除融合节段上位椎体下关节突及下位椎体上关节突内侧 1/2,彻底松解神经根至出口处,切除椎间盘,刮除软骨终板,椎间植骨后置入相应大小的 Cage;Coflex 置入节段切除黄韧带进行减压,增生严重者可向外切除下关节突内缘,彻底松解神经根,对于椎间盘突出较大者行椎间盘切除,棘突间置入 Coflex(美国 Paradium 公司),探测“U”形顶点距离硬脊膜 3~5mm 为宜,夹紧固定翼,在翼状臂侧孔处钻通棘突,经孔用 7 号丝线固定,C 型臂 X 线机透视确定 Coflex 位置满意,冲洗切口,放置引流管,将棘上韧带缝合固定在棘突上,逐层缝合切口。术后 2~3d 拔除引流管后可下地站立,卧床休息 3~4 周,出院后佩戴腰围 2~3 个月。其中 L4/5 Coflex 置入+L5/S1 融合 14 例, L3/4 Coflex 置入+L4/5 融合 21 例。

1.3 观察指标

记录手术时间、术中并发症、术中出血量。末次随访内容包括腰椎正、侧位及侧位过伸、过屈位 X 线片,随访超过 24 个月者行腰椎 MRI 检查。在

术前和末次随访的侧位 X 线片上测量 Coflex 置入节段椎间隙与上位椎体高度比值、椎间隙角、腰椎前凸角;在过屈过伸位侧位 X 线片上测量椎间隙活动度(图 1);在腰椎 MRI 上对椎间盘行改良 Pfirrmann 分级^[10]。

1.4 相邻节段退变诊断标准

符合以下标准中的任何一条即可诊断为相邻节段退变^[2,10-13]:(1)椎体滑移百分比>25%;(2)椎间隙屈伸位活动度>10°;(3)椎间隙高度丢失大于 25%,其退变程度根据 Weiner 分级 ≥ 2 级;(4)改良 Pfirrmann 分级 ≥ 3 级。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件对相关数据进行分析。计量资料采用平均数 $\pm$ 标准差表示,术前与末次随访相关影像学计量参数变化资料采用配对样本 *t* 检验,对改良 Pfirrmann 分级采用分类有序变量秩和检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况和手术相关情况

35 患者均安全完成手术,手术时间为 112 ± 21 min (95~155min),术中出血量为 403 ± 111 ml (300~520ml)。手术过程中均未出现硬脊膜破裂、神经损伤等相关并发症。所有患者均获得随访,随访时间 24.8 ± 12.8 个月(11~65 个月),其中 24 例患者获得 24 个月以上随访。

2.2 Coflex 置入节段及其上位邻近节段术前、术后相关影像学参数

见表 1。末次随访时 Coflex 置入节段及其上位相邻节段椎间隙前缘高度变化和后缘高度变化与术前比较差异无统计学意义($P>0.05$)。末次随

访时 Coflex 置入节段的椎间隙角与术前比较明显增加,差异有统计学意义($P<0.05$);Coflex 置入节段上位相邻节段椎间隙角与术前比较无统计学差异($P>0.05$)。末次随访时 Coflex 置入节段及其上位相邻节段椎间隙活动度(过伸位角度-过屈位角度)与术前比较无统计学意义($P>0.05$)。末次随访时腰椎前凸角为 $34.6^\circ\pm 14.4^\circ$,与术前 ($32.3^\circ\pm 16.7^\circ$)比较无明显改变($P>0.05$)。所有患者末次随访时 X 线片上 Coflex 置入节段上位相邻节段测量数据与术前比较均未出现退变。

24 例患者获得 24 个月以上随访并行术后腰椎 MRI 检查,术前腰椎 MRI 检查椎间盘退变的改良 Pfirrmann 分级:Coflex 置入节段:4 级 5 例,5 级 13 例,6 级 6 例;Coflex 置入节段上位相邻节段:1 级 19 例,2 级 4 例,3 级 1 例;末次随访时 Coflex 置入节段及其上位相邻节段椎间盘退变的改良 Pfirrmann 分级均无改变(图 2)。

3 讨论

临床研究表明^[4,5],随着腰椎融合节段数目的增多,相邻节段发生退变的风险明显增加。因为长节段固定不仅增加了相邻节段的运动和载荷,而且增加了所有远侧节段的运动和载荷,由此引发相邻节段退变的风险也会明显增加。临床上经常会遇到患者一个节段出现严重的退行性病变,伴有相邻节段轻中度的退行性病变改变,如果将融合扩展到相邻节段,意味着融合节段数的增加,相邻节段退变的风险也增加,如果不进行处理,该节段应力会因为邻近节段固定而更集中,进而加速退变,出现临床症状^[14]。因此,如何更好地处理腰椎双节段乃至多节段退变是脊柱外科医生所面临



图 1 侧位 X 线片相关参数影像学测量方法(椎间隙角:椎间隙上终板连线 a 与椎间隙下终板连线 b 的夹角;椎间隙前缘高度/上位椎体前缘高度:椎间隙上下终板前点连线 c/椎体上下终板前点连线 d;椎间隙后缘高度/上位椎体后缘高度:椎间隙上下终板后点连线 e/椎体上下终板后点连线 f;腰椎前凸角:L1 上终板连线 h 和 S1 上终板连线 i 之间的夹角;椎间活动度:过伸位椎间隙角-过屈位椎间隙角)

Figure 1 The measurement index of lateral X-ray[Interveterebral disc angle: the angle connected by line a(upper endplate of intervetebral disc) and line b(lower endplate of intervetebral disc); Anterior of intervetebral disc height(line c)/anterior flange height of upper vertebra(line d); Posterior of intervetebral disc height(line e)/vertebral rear height of upper vertebra(line f); Lumbar lordosis: the upper endplate of L1(line h) connect with the upper endplate of S1(line i); ROM: the extension intervetebral disc angle - the flexion intervetebral disc angle

表 1 L4/5 置入 Coflex+L5/S1 融合及 L3/4 置入 Coflex+L4/5 融合患者术前与末次随访时影像学参数测量结果

Figure 1 Measurements of parameters pre-op and at the final follow-up of L4/5 Coflex+L5/S1 fusion and L3/4 Coflex+L4/5 fusion patients

	L4/5 置入 Coflex+L5/S1 融合 L4/5 Coflex+L5/S1 fusion				L3/4 置入 Coflex+L4/5 融合 L3/4 Coflex+L4/5 fusion			
	术前 L4/5 Pre-op	末次随访 L4/5 Final follow-up	术前 L3/4 Pre-op of adjacent segment	末次随访 L3/4 Final follow-up of adjacent segment	术前 L3/4 Pre-op	末次随访 L3/4 Final follow-up	术前 L2/3 Pre-op of adjacent segment	末次随访 L2/3 Final follow-up of adjacent segment
椎间隙前缘高度/ 上位椎体高度 Anterior disc height/height of upper vertebra	0.48±0.08	0.46±0.05	0.45±0.09	0.44±0.06	0.44±0.06	0.42±0.05	0.42±0.07	0.41±0.06
椎间隙后缘高度/ 上位椎体高度 Posterior disc height/height of upper vertebra	0.24±0.04	0.25±0.04	0.23±0.04	0.25±0.03	0.24±0.04	0.25±0.05	0.23±0.04	0.25±0.03
椎间隙角(°) Segmental lordosis	8.9±6.2	11.3±5.3 ^①	10.9±4.5	10.6±5.0	7.5±3.0	9.4±3.3 ^①	6.8±2.2	6.5±4.1
椎间隙活动度(°) ROM(°)	5.2±1.5	4.8±2.1	6.4±2.2	6.8±1.8	4.2±1.2	4.7±2.3	5.2±3.1	5.4±1.6

注:①与术前比较 $P<0.05$ Note: ①Compared with pre-op, $P<0.05$

的难题。近年来,以棘突间稳定系统(Coflex)为代表的腰椎非融合技术应用于临床并取得了良好的效果^[7],其通过限制腰椎一定程度的后伸间接扩大椎管,避免关节突关节应力过度集中,增加椎间隙和椎间孔的高度,使黄韧带张开,减少其对椎管的侵占,并为减压节段提供可靠的稳定性^[15-17],中长期疗效显著^[7,18,19]。腰椎融合联合棘突间 Coflex 置入动态稳定术相对双节段融合手术创伤小、软组织破坏少,减少了融合节段长度,作为从融合节段向活动节段过渡的 Topping-off 手术技术^[9],旨在融合椎与正常椎之间形成缓冲区,以降低邻近节段的应力集中,在理论上可降低由于融合术导致的邻近节段退变发生率。

目前对融合联合棘突间 Coflex 置入动态稳定术的手术适应证研究较少,学界内也无定论,大多数学者都是根据自己的经验并结合 Coflex 单独应用的适应证做出手术的选择。通过本研究我们认为对于连续双节段退行性椎管狭窄症患者,Coflex 置入节段严格按照如下标准选择:(1)诊断为责任节段;(2)影像学证实为轻中度狭窄;(3)病变节段稳定性良好,不存在超过 I 度的退行性腰椎滑脱;(4)病变节段不存在严重的椎间隙高度降低,且存在一定的活动度;(5)腰椎 MRI 检查示椎间盘退变的改良 Pfirrmann 分级均在 4~6 级。中短期随访

影像学显示 Coflex 置入节段及 Coflex 上位相邻节段均未出现退变。李忠海等^[20]将纳入标准定为:(1)腰椎退变性疾病;(2)影像学显示 1 个节段严重退变,相邻节段轻度或者中度退变,临床症状定位与影像学相符;(3)经正规保守治疗半年以上无效。与 Coflex 单独应用的适应证相比,仅是退变节段增加了邻近节段轻、中度退变,这也显示了 Coflex 动态稳定系统作为由融合向非融合过渡的一种特性。赵成等^[21]选择的 18 例患者中 7 例为 I 度腰椎退变性滑脱,6 例为腰椎间盘突出症,5 例为腰椎管狭窄症,且所有患者均符合:(1)影像学显示病变邻近节段轻中度退变,症状与影像学结果相符;(2)经正规保守治疗 3 个月以上无效。我们认为融合联合棘突间 Coflex 置入动态稳定术的主要目的是在双节段腰椎管狭窄症减压融合手术时多保留一个运动节段,从理论上减少了导致相邻节段退变的危险因素,但对于双节段腰椎退变患者融合节段的选择,因病变的复杂性常常难以作出统一的标准,除狭窄的严重程度外需要考虑的因素还有:是否责任椎、退变程度、年龄、骨质疏松、腰椎生理曲度等^[3,4]。

尽管目前关于融合联合棘突间 Coflex 置入动态稳定术的研究报道均取得了满意的临床疗效,但相关文献或仅报道了临床疗效,或只利用 X

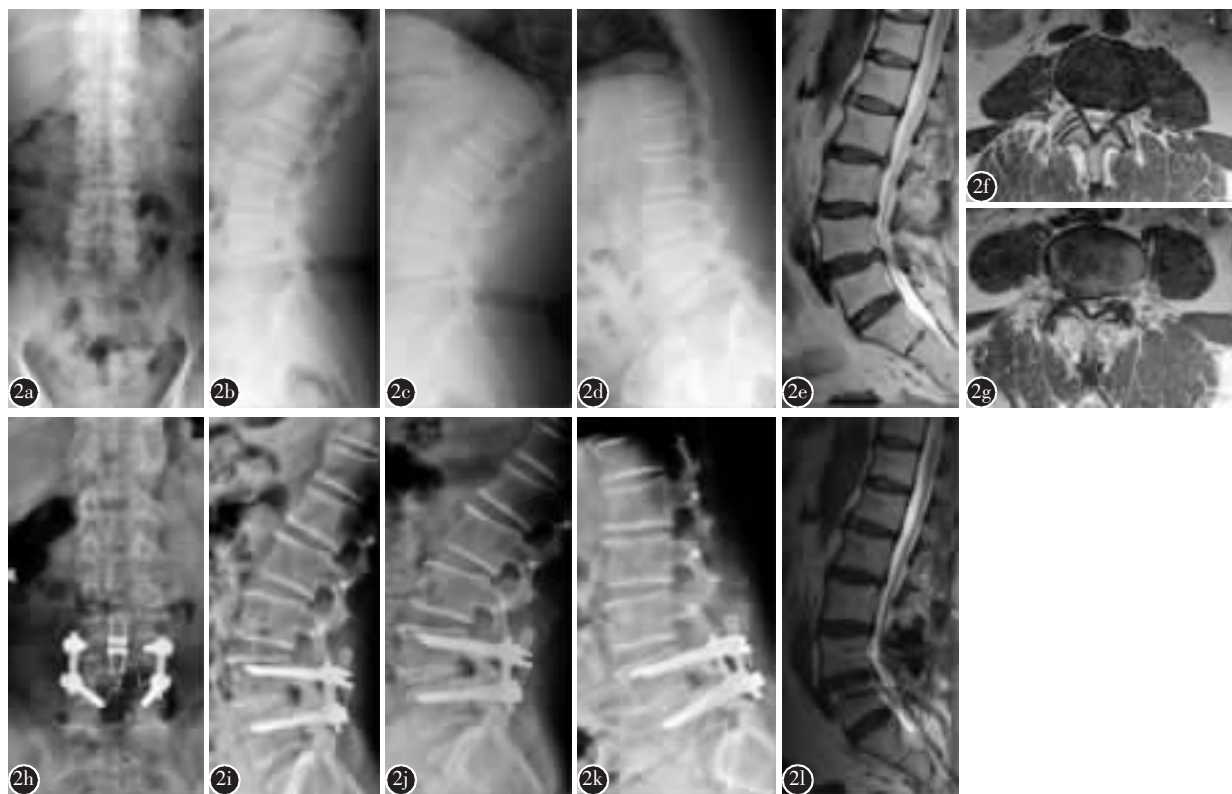


图 2 患者男, 58 岁, 腰部疼痛伴间歇性跛行 3 年, 双下肢疼痛麻木 2 个月 **a~d** 术前正侧位、过伸过屈位 X 线片示 L4/5 椎间隙高度降低, 其余椎体序列和椎间盘高度正常, 腰椎前凸角 32° , L4/5 活动度 4.5° , L3/4 活动度 6° , L2/3 活动度 5.5° **e~g** 术前腰椎 MRI 示 L3/4 椎管狭窄, L4/5 椎间盘突出, L4/5 椎间盘 Pfirrmann 分级 6 级; L3/4 椎间盘 Pfirrmann 分级 3 级; L2/3 椎间盘 Pfirrmann 分级 2 级 **h~k** L4/5 后路开窗减压椎弓根螺钉内固定椎间 cage 植骨融合+L3/4 开窗减压棘突间 Coflex 置入术后 3 年腰椎 X 线片示 Coflex 置入节段和上位相邻节段椎间隙高度和椎间隙活动度正常, 未见 Coflex 置入节段相邻节段滑移, 腰椎前凸角 38° , L4/5 活动度 1.5° , L3/4 活动度 7° , L2/3 活动度 6° **l** 术后 3 年腰椎 MRI 示 L3/4 椎间盘 Pfirrmann 分级 3 级; L2/3 椎间盘 Pfirrmann 分级 2 级

Figure 2 A 58 years old man, complaint of low back pain associated with intermittent claudication 3 years and numbness of lower limbs last 2 months **a~d** Preoperative X ray indicated the height of L4/5 disc decreased, the height of rest of the disc and sequence were normal. The lordosis angle was 32° , ROM of L4/5 was 4.5° , ROM of L3/4 was 6° , ROM of L2/3 was 5.5° **e~g** Preoperative lumbar MRI indicated L3/4 severe spinal cord stenosis, moderate spinal cord stenosis. The modified Pfirrmann grades of L4/5 was grade 6, the L3/4 was grade 3, the L2/3 was grade 2 **h~k** L4/5 posterior lumbar interbody fusion and pedicle screw internal fixation+L3/4 decompression and interspinous Coflex fixation. Three years follow-up of the lumbar spine X-ray showed intervertebral disc height of Coflex segment and above the Coflex segment and ROM of intervertebral disc were normal, no adjacent segment displacement. Lordosis angle was 38° . ROM of L4/5 was 1.5° , ROM of L3/4 was 7° , ROM of L2/3 was 6° **l** Three years later lumbar spine MRI showed that the modified Pfirrmann grades of L3/4 was grade 3, the L2/3 was grade 2

线片来评估相邻节段退变问题。本研究增加了 MRI 检查, 可更加特异性地判断椎间盘退变的发生。结果显示, Topping-off 手术保留了 Coflex 置入节段和上位相邻节段椎间隙高度和椎间隙的正常活动度, 未出现椎体滑移; 对随访超过 2 年的 24 例患者行 MRI 检查, 显示椎间盘退变的改良 Pfirrmann 分级与术前比较无明显改变, 未出现上位相邻节段退变。但因为未与融合组进行对照, 无

法明确该术式对相邻节段退变发生的具体影响。理论上, 在一定适应证范围内, 融合联合棘突间 Coflex 置入动态稳定手术可能成为双节段或者长节段融合术的替代选择, 但关于 Topping-off 手术对相邻节段退变影响的相关文献非常少, 有限的生物力学和三维有限元研究^[22-24]显示, Topping-off 手术组相对融合组能防止相邻节段活动增加, 从而减少了相邻节段退变的发生。Korovessis 等^[18]将

Topping-off 手术组(Wallis 置入联合融合术式)与融合对照组进行前瞻性研究,结果显示,Topping-off 手术改变了相邻节段退变的自然病程,降低了相邻节段退变的发生率。Liu 等^[25]报道 Topping-off 手术组(Wallis 置入联合融合术式)与融合对照组进行回顾性研究,X 线片随访结果显示,Topping-off 手术组能保留相邻节段正常的活动度,而融合组相邻节段活动度明显增大,其 MRI 结果显示 Topping-off 手术组 1 例患者椎间盘退变的改良 Pfirrmann 分级从术前 5 级改善到 4 级,1 例患者从 6 级改善到 4 级,认为融合手术较 Topping-off 手术发生相邻节段退变的风险大。孔超等^[26]对 31 例融合联合棘突间 Coflex 置入手术的临床研究显示,Topping-off 手术对腰椎矢状面平衡有一定的保护作用,降低了上位相邻节段退变的风险。但相关文献报道均为早中期疗效,至于 Topping-off 手术对上位相邻节段退变的远期作用,仍需要更多的基础研究及大样本临床随机对照研究的长期随访结果进一步证实。

尽管 Topping-off 手术中短期的影像学证明该术式可以保证 Coflex 置入节段及其上位相邻节段获得良好的稳定性,保留其正常运动功能,理论上减少了上位相邻节段退变的危险因素。但是其在手术适应证的选择、失败后的翻修、远期疗效和对上位相邻节段退变的远期影响还有待于深入研究和探讨。

4 参考文献

- Harrop JS, Youssef JA, Maltenfort M, et al. Lumbar adjacent segment degeneration and disease after arthrodesis and total disc arthroplasty[J]. Spine, 2008, 33(15): 1701-1707.
- Park P, Garton HJ, Gala VC, et al. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature[J]. Spine, 2004, 29(17): 1938-1944.
- Keorochana G, Taghavi CE, Lee KB, et al. Effect of sagittal alignment on kinematic changes and degree of disc degeneration in the lumbar spine: an analysis using positional MRI[J]. Spine, 2011, 36(11): 893-898.
- Sears WR, Sergides IG, Kazemi N, et al. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis[J]. Spine, 2011, 11(1): 11-20.
- 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.
- Davis RJ, Errico TJ, Bae H, et al. Decompression and Coflex interlaminar stabilization compared with decompression and instrumented spinal fusion for spinal stenosis and low-grade degenerative spondylolisthesis[J]. Spine, 2013, 38(18): 1529-1539.
- 海涌, 周立金, 苏庆军, 等. 后路有限减压联合 Coflex 动态稳定术治疗腰椎管狭窄症的临床研究 [J]. 中国骨与关节杂志, 2012, 1(1): 11-16.
- Korovessis P, Repantis T, Zacharatos S, et al. Does wallis implant reduce adjacent segment degeneration above lumbosacral instrumented fusion[J]. Eur Spine J, 2009, 18(6): 830-840.
- Siewe J, Otto C, Knoell P, et al. Comparison of standard fusion with a "Topping-off" system in lumbar spine surgery: a protocol for a randomized controlled trial [J]. BMC Musculoskeletal Disorder, 2011, 12: 239-245.
- Griffith JF, Wang JX, Antonio GE, et al. Modified Pfirrmann grading system for lumbar intervertebral degeneration [J]. Spine, 2007, 32(24): E708-E712.
- Rölinghoff M, Schlüter-Brust K, Groos D, et al. Mid-range outcomes in 64 consecutive cases of multilevel fusion for degenerative diseases of the lumbar spine [J]. Orthopedic Review, 2010, 2(1): e3.
- Kumar MN, Jacquot F, Hall H. Long-term follow-up of functional outcomes and radiographic changes at adjacent levels following lumbar spine fusion for degenerative disc disease[J]. Eur Spine J, 2001, 10(4): 309-313.
- 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, 2007, 32(20): 2253-2257.
- Etebar S, Cabill DW. Risk factors for adjacent-segment failure following lumbar fixation with rigid instrumentation for degenerative instability[J]. Neurosurgery, 1999, 90(2): 163-169.
- Wilke HJ, Drumm J, Häussler K, et al. Biomechanics of interspinous spacers[J]. Orthopade, 2010, 39(6): 565-572.
- Tsai KJ, Murakami H, Lowery G L, et al. A biomechanical evaluation of an interspinous device(Coflex) used to stabilize the lumbar spine[J]. Surg Orthop Adv, 2006, 15(3): 167-172.
- Heuer F, Schmidt H, Kafer W, et al. Posterior motion preserving implants evaluated by means of intervertebral disc bulging and annular fiber strains[J]. Clin Biomech, 2012, 27(3): 218-225.
- Auerbach JD, Reginald D, Errico T, et al. Direct decompression and Coflex interlaminar stabilization compared with laminectomy and posterior spinal fusion with pedicle screw instrumentation for spinal stenosis with back pain or degenerative spondylolisthesis: two-year results from the prospective, randomized, multicenter FDA IDE trial[J]. Spine, 2011, 11(3): S86-S87.
- Adelt D. Coflex interspinous stabilization: clinical and radiographic results from an international multicenter retrospective

- study[J]. Paradigm Spine, 2007, 1(11): 1-4.
20. 李忠海, 王诗媛, 唐昊. 腰椎融合联合 Coflex 动态固定手术治疗腰椎退行性疾病[J]. 中国骨伤, 2011, 24(4): 277-281.
21. 赵成, 徐建广, 连小峰, 等. Topping-off 技术治疗腰椎退变性疾病[J]. 国际骨科学杂志, 2013, 34(4): 298-301.
22. Mageswaran P, Techy F, Colbrunn RW, et al. Hybrid dynamic stabilization: a biomechanical assessment of adjacent and supraadjacent levels of the lumbar spine [J]. Neurosurg Spine, 2012, 17(3): 232-242.
23. Chuang WH, Lin SC, Chen SH, et al. Biomechanical effects of disc degeneration and hybrid fixation on the transition and adjacent lumbar segments: trade-off between junctional problem, motion preservation, and load protection[J]. Spine, 2012, 24(37): E1488-E1497.
24. 刘海鹰, 王捷夫, 朱震奇. 融合与 Topping-off 术对腰椎影响的有限元分析[J]. 北京大学学报, 2013, 45(5): 723-727.
25. Liu HY, Zhou J, Wang B, et al. Comparison of Topping-off and posterior lumbar interbody fusion surgery in lumbar degenerative disease: a retrospective study [J]. Chin Med, 2012, 125(22): 3942-3946.
26. 孔超, 鲁世保, 海涌, 等. 腰椎融合联合 Coflex 动态固定手术对腰椎矢状面平衡的影响及其临床疗效相关性分析[J]. 脊柱外科杂志, 2014, 12(1): 1-4.
- (收稿日期: 2014-05-27 末次修回日期: 2014-12-15)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 卢庆霞)

《中国脊柱脊髓杂志》第七届编辑委员会委员名单

顾问: 党耕町 唐天驷 邱贵兴 李佛保 胡有谷 赵定麟 贾连顺 侯树勋 关 骅
侯铁胜 杨有赓

名誉主编: 张光铂

主 编: 吕国华 李中实

副 主 编: (按姓氏汉语拼音排序)

金大地 刘忠军 邱 勇 孙天胜 王 岩 王自立 尹庆水 袁 文 朱庆三
周 跃

常务编委: (按姓氏汉语拼音排序)

陈伯华 池永龙 冯世庆 海 涌 洪 毅 李 超 李 放 李 明 罗卓荆
瞿东滨 阮狄克 沈慧勇 宋跃明 孙 宇 谭明生 田 伟 王 冰 王 建
王义生 吴闻文 伍 骥 伍亚民 肖增明 许建中 杨惠林 张永刚 仇建国
郑召民 邹德威

编 委: (按姓氏汉语拼音排序)

陈伯华 池永龙 董 健 冯世庆 付 勤 郭 龙 郭 卫 郭 霞(香港)
海 涌 郝定均 洪 毅 霍洪军 姜建元 蒋国强 金大地 李 超 李淳德
李 放 李 锋 李 明 李中实 廖利民 刘宝戈 刘 波 刘海鹰 刘 浩
刘 强 刘少喻 刘忠军 鲁世保 吕国华 罗卓荆 马 迅 马远征 倪 斌
聂 林 彭宝淦 邱 勇 瞿东滨 任龙喜 阮狄克 申 勇 沈惠良 沈慧勇
盛伟斌 宋跃明 孙常太 孙天胜 孙 宇 孙志明 谭明生 汤 逊 田纪伟
田 伟 王 冰 王海蛟 王 建 王 清 王栓科 王文军 王 岩 王以朋
王义生 王自立 吴闻文 伍 骥 伍亚民 肖增明 徐华梓 徐 林 徐少克(台湾)
许建中 杨惠林 杨 群 尹庆水 于滨生 于振山 袁 文 张宏其 张永刚
仇建国 赵丹慧 赵建民 郑力恒(澳门) 郑燕平 郑召民 周 跃 朱庆三
朱 悦 朱泽章 邹德威

青年编委: (按姓氏汉语拼音排序)

陈 亮 戈朝晖 贺石生 胡 勇 蒋 欣 刘 彦 龙厚清 陆 宁 吕飞舟
钱邦平 苏培强 王建华 王向阳 王新伟 王 哲 韦 峰 韦 兴 杨学军
杨永军 叶超群 张晓林 张忠民 曾建成