

· 临床论著 ·

## 颈椎前路融合后邻近节段退变与矢状位参数<sup>△</sup>

钟远鸣<sup>1,3</sup>, 廖俊城<sup>2,3</sup>, 霍杰钊<sup>2</sup>, 赵 犀<sup>2</sup>, 邓文仕<sup>2</sup>

(1 广西中医药大学第一附属医院, 广西南宁 530023; 2 广西中医药大学, 广西南宁 530001;  
3. 钟远鸣广西名老中医工作室, 广西南宁 530023)

**摘要:** [目的] 探讨颈椎前路椎间盘切除融合术后邻近节段退变与颈椎矢状位参数的相关性。[方法] 回顾分析 2012 年 1 月~2017 年 12 月在广西中医药大学第一附属医院脊柱外科因脊髓型颈椎病接受颈椎前路单节段椎间盘切除融合术 (ACDF) 且随访资料完整的 76 例患者, 依据随访期间是否出现邻近节段退变分为退变组和无退变组。比较两组患者性别、年龄、体质量指数等一般资料, 以及颈椎矢状位 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、手术节段 Cobb 角、C<sub>2-7</sub> 矢状位轴向距离、胸廓入口角、T<sub>1</sub> 倾斜角、颈部倾斜角等参数。[结果] 76 例中, 31 例发生 ASD, 占 40.79%; 45 例未发生 ASD, 占 59.21%。两组患者在性别构成、年龄、BMI、随访时间和手术节段的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。对术前两组患者之间的 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、手术节段 Cobb 角、C<sub>2-7</sub> SVA、TIA、T<sub>1</sub>S、NT、T<sub>1</sub>S<19.5° 等参数进行比较, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。末次随访时退变组的 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、手术节段 Cobb 角、T<sub>1</sub>S 均显著小于无退变组, 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 而两组患者之间 C<sub>2-7</sub> SVA、T<sub>1</sub>A 和 NT 的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。此外, 术后退变组中 T<sub>1</sub>S<19.5° 的患者比例明显高于无退变组, 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ )。T<sub>1</sub>S<19.5° 是发生邻近节段退变的危险因素, 相对危险度为 1.892, 95% 置信区间为 1.140~3.138。[结论] 颈椎前路单节段椎间盘切除融合术后邻近节段退变与颈椎矢状位参数密切相关, 手术节段 Cobb 角恢复不良导致 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的丧失, 进而引起颈椎矢状位失衡是引起 ACDF 术后发生 ASD 的原因之一。

**关键词:** 脊髓型颈椎病, 颈椎前路椎间盘切除融合术 (ACDF), 邻近节段退变 (ASD), 颈椎矢状位参数  
**中图分类号:** R681.55 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2020) 05-0390-05

**Correlation between adjacent segment degeneration and sagittal parameters after anterior cervical discectomy and fusion // ZHONG Yuan-ming<sup>1</sup>, LIAO Jun-cheng<sup>2</sup>, HUO Jie-zhao<sup>2</sup>, ZHAO Xi<sup>2</sup>, DENG Wen-shi<sup>2</sup>. 1. The First Affiliated Hospital of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530023, China; 2. Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the correlation between adjacent segment degeneration (ASD) and cervical sagittal parameters after anterior cervical discectomy and fusion (ACDF). [Methods] A retrospective study was done on 76 patients who underwent ACDF for cervical spondylotic myelopathy with complete follow-up data from January 2012 to December 2017. Based on whether or not adjacent segment degeneration occurred during follow-up, the patients were divided into the ASD and non-ASD groups. The general data, including gender, age, body mass index, and radiographic measurements in sagittal plane, such as C<sub>2-7</sub> Cobb angle, surgical segment Cobb angle, C<sub>2-7</sub> sagittal vertical axis (C<sub>2-7</sub> SVA), thoracic inlet angle (TIA), T<sub>1</sub> slope (T<sub>1</sub>S) and neck tilt (NT) were compared between the two groups. [Results] According to the criteria for diagnosis of ASD, 31 patients proved of ASD accounting for 40.79%, while the remaining 45 patients were of non-ASD accounting for 59.21%, among the 76 patients during the follow-up period. There were no significant differences regarding to gender, age, BMI, follow-up time, the segments involved between the two groups ( $P>0.05$ ). In addition, there were no significant differences in C<sub>2-7</sub> Cobb angle, segmental Cobb angle, C<sub>2-7</sub> SVA, TIA, T<sub>1</sub>S, NT and ratio of T<sub>1</sub>S<19.5° between the two groups before operation ( $P>0.05$ ). Although no statistically significant differences were found in C<sub>2-7</sub> SVA, TIA and NT between them ( $P>0.05$ ), the C<sub>2-7</sub> Cobb angle, segmental Cobb angle and T<sub>1</sub>S in the ASD group proved significantly less than those in the non-ASD group with statistical significances ( $P<0.05$ ). Furthermore, the ratio of T<sub>1</sub>S<19.5° in the ASD group was significantly higher than that of non-ASD group, with relative ratio of 1.892 (95% CI,

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2020.05.02

△基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:81760874)

作者简介:钟远鸣,硕士研究生,教授,主任医师,研究方向:脊柱脊髓疾病的诊治研究,(电话)13507715643,(电子信箱)zym196395@sina.com

1.140-3.138). [Conclusions] The adjacent segment degeneration after anterior cervical discectomy and fusion is closely related to the sagittal parameters of cervical vertebra. Poor recovery of Cobb angle at the surgical segment results in the loss of C<sub>2-7</sub> Cobb angle, which might further lead to cervical sagittal imbalance and ASD.

**Key words:** cervical spondylotic myelopathy, anterior cervical discectomy and fusion (ACDF), adjacent segment degeneration (ASD), cervical sagittal parameters

颈椎前路椎间盘切除融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 是治疗脊髓型颈椎病的主流标准手术之一, 近年来, 随着颈椎内固定材料的发展和脊柱外科技术的不断进步, ACDF 现已广泛应用于临床中, 但是随着对术后患者观察时间的增长, 发现 ACDF 术后邻近节段退变 (adjacent segment degeneration, ASD) 的发生在一定程度上影响了手术的临床疗效, 甚至部分患者需要行二次手术治疗, 既增加了医疗成本, 影响了患者的生活质量, 同时也降低了患者对手术的满意度<sup>[1]</sup>。而随着对颈椎矢状位形态学和颈椎生物力学的研究深入, 国内外的研究表明, 术后颈椎矢状位失衡是发生 ASD 的危险因素, 且部分颈椎矢状位参数与 ASD 的发生存在相关性, 对 ASD 的发生率亦有良好的诊断价值<sup>[2, 3]</sup>。然而目前相关的研究大多数仅停留在对大体的宏观观察, 而这一方面的量化研究仍然较为缺乏。因此, 本文研究 ACDF 患者术后的病例资料, 通过分析 ACDF 术后患者邻近节段退变情况及颈椎矢状位参数, 从而探讨 ACDF 术后邻近节段退变与颈椎矢状位参数的相关性, 并探讨颈椎矢状位参数在预防邻近节段退变中的临床应用。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 符合脊髓型颈椎病诊断标准<sup>[4]</sup>并接受颈椎前路单节段椎间盘切除融合术治疗者; (2) 在侧位 X 线片上, T<sub>1</sub> 椎体上缘及胸骨上缘显示清楚者; (3) 随访资料完整, 随访时间 > 12 个月者。

排除标准: (1) 术前邻近节段存在退变者; (2) 术后椎间植骨不融合者; (3) 既往颈部有手术史者; (4) 合并有颈部骨折或脱位者; (5) 合并有脊柱感染、占位性病变或发育畸形者。

### 1.2 一般资料

回顾分析 2012 年 1 月~2017 年 12 月在广西中医药大学第一附属医院脊柱外科因脊髓型颈椎病接受颈椎前路单节段椎间盘切除融合术 (ACDF) 且随访资

料完整的患者资料, 依据纳入与排除标准, 76 例纳入本研究。

### 1.3 治疗方法

患者全身麻醉生效后取仰卧位, 肩背部垫枕以保持头颈适当后伸位, 常规消毒铺巾后取颈前右侧横切口 (平甲状软骨上部水平) 长约 5 cm, 根据手术节段不同而上下改变, 胸锁乳突肌内侧缘至颈前正中线左侧 1 cm, 切开皮肤、皮下组织、颈阔肌, 以胸锁乳突肌内侧缘为纵轴, 在颈阔肌深面钝性剥离, 甲状腺拉沟将皮瓣向上、下分别拉开。显露肩胛舌骨肌, 将其外侧筋膜钝性分离, 再将指尖置于颈动脉鞘内侧, 钝性分离颈动脉鞘与内脏鞘联合筋膜, 达到食管后面, 将内脏鞘拉向对侧, 显露椎前间隙和两侧颈长肌、椎前筋膜及前纵韧带。C 型臂 X 线机透视下确认为责任节段椎间隙后, 切开椎前筋膜后, 行骨膜下剥离, 显露责任节段椎间隙正前方, 用撑开器械将责任节段椎间隙适当撑开后, 刮除责任节段椎间盘组织及软骨终板, 切除后纵韧带, 充分减压硬膜前方, 使硬膜搏动良好。量取植骨区高度。将取出的椎体前缘增生骨质剪成骨碎块放入合适的椎间融合器内并夯实, 植入植骨区, 去掉撑开器械, 将颈椎前路钢板放置责任节段正前方, C 型臂 X 线机透视见位置满意, 依次置入固定螺钉于椎体上, 检查固定牢固后, 大量生理盐水冲洗 (>1 500 ml)。留置硅胶引流管, 逐层缝合切口, 无菌敷料包扎, 术毕。

术后加速康复 (enhanced recovery after surgery, ERAS), 术后使用抗生素。如术后 3 d 术前症状无明显加重, 在佩戴颈托保护下逐渐下床活动。术后 8 d 视术口愈合情况拆除手术缝线。出院后嘱患者定期门诊复查。

### 1.4 评价指标

所有患者均于术前及末次随访拍摄颈椎正侧位 X 线片, 判别是否发生邻近节段退变 (ASD), 其标准为<sup>[5-7]</sup>: (1) 椎间盘出现退变, 如椎间隙高度下降超过 10%; (2) 动力位 X 线片上, 相邻椎体水平移位 > 3.5 mm 或相邻椎体成角 > 11°; (3) 椎管狭窄或者椎间盘突出; (4) 关节突关节、钩椎关节增生、肥大; (5) 骨赘形成 > 3 mm; (6) 终板硬化和/或前纵韧带

的钙化或骨化。当手术部位邻近节段满足以上标准之一，即可确诊为影像学邻近节段退变。

测量颈椎矢状位相关参数<sup>[8, 9]</sup>，包括 C<sub>2-7</sub>Cobb 角、手术节段 Cobb 角、C<sub>2-7</sub> 矢状位轴向距离 (C<sub>2-7</sub> sagittal vertical axis, C<sub>2-7</sub> SVA)、胸廓入口角 (thoracic

inlet angle, TIA)、T<sub>1</sub> 倾斜角 (T<sub>1</sub> slope, T<sub>1</sub>S)、颈部倾斜角 (neck tilt, NT)，详见图 1。所有影像学测量数据由三名脊柱外科医生独立完成，取其平均值。并根据相关文献<sup>[2]</sup>，分别统计两组 T<sub>1</sub>S<19.5° 的人数。

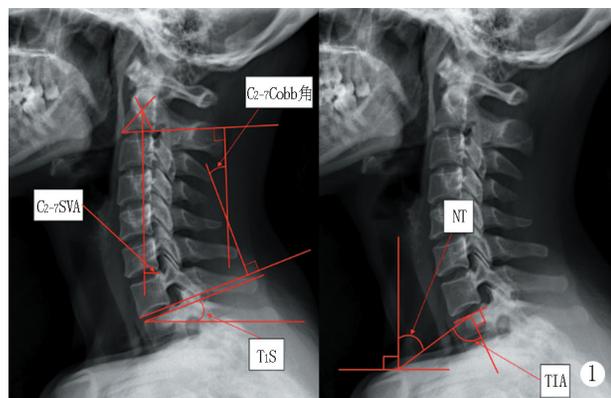


图 1 颈椎矢状位参数测量，包括 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、手术节段 Cobb 角、C<sub>2-7</sub> 矢状位轴向距离 (C<sub>2-7</sub> sagittal vertical axis, C<sub>2-7</sub> SVA)、胸廓入口角 (thoracic inlet angle, TIA)、T<sub>1</sub> 倾斜角 (T<sub>1</sub> slope, T<sub>1</sub>S)、颈部倾斜角 (neck tilt, NT)

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内两时间点比较采用配对 *T* 检验；计数资料采用卡方检验，*P*<0.05 表示差异具有统计学意义。采用组内相关系数 (intraclass correlation efficient, ICC) 评价不同脊柱外科医生测量相关数据的可重复性。对 T<sub>1</sub>S<19.5° 的患者比例计算相对危险度。

## 2 结果

### 2.1 邻近节段退变的发生情况

随访过程中依据标准，76 例中，31 例发生 ASD，占 40.79%；45 例未发生 ASD，占 59.21%。按

是否发生 ASD 将患者分为两组，两组患者临床资料见表 1，两组患者在性别构成、年龄、BMI、随访时间和手术节段的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

### 2.2 两组患者颈椎矢状位参数的比较

三名脊柱外科医生在影像测量颈椎矢状位参数的 ICC 为 0.878~0.971，可重复性良好。按是否发生 ASD 将患者分为两组，两组患者影像测量结果见表 2。术前两组患者之间的 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、手术节段 Cobb 角、C<sub>2-7</sub>SVA、TIA、T<sub>1</sub>S、NT、T<sub>1</sub>S<19.5° 等参数进行比较，差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。末次随访时，退变组的 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、手术节段 Cobb 角、T<sub>1</sub>S 均小于无退变组，差异具有统计学意义 (*P*<0.05)；两组患者之间 C<sub>2-7</sub>SVA、TIA 和 NT 的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

表 1 两组患者一般资料比较

指标	退变组 (n=31)	无退变组 (n=45)	统计值	<i>P</i> 值
性别 (例, 男/女)	14/17	20/25	$\chi^2=0.004$	0.951
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	58.13±9.37	56.87±8.41	<i>t</i> =0.613	0.542
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	27.32±4.21	26.68±3.79	<i>t</i> =0.691	0.491
随访时间 (月, $\bar{x} \pm s$ )	38.34±8.13	37.17±9.07	<i>t</i> =0.576	0.566
节段 (例, C <sub>3/4</sub> /C <sub>4/5</sub> /C <sub>5/6</sub> )	8/10/13	9/15/21	$\chi^2=0.375$	0.829

此外，退变组中 T<sub>1</sub>S<19.5° 的患者比例 40.94% (13/31)，而无退变组为 17.78% (8/45)，两组间差异有统计学意义 ( $\chi^2=5.357$ , *P*=0.021)。通过计算相关

危险度可知，T<sub>1</sub>S<19.5° 是发生邻近节段退变的危险因素，相对危险度为 1.892，95% 置信区间为 1.140~3.138。

表 2 两组患者术前与末次随访时颈椎矢状位参数 ( $\bar{x}\pm s$ ) 与比较

指标	时间点	退变组 (n=31)	无退变组 (n=45)	t 值	P 值
C <sub>2-7</sub> Cobb 角 (°)	术前	9.79±7.37	11.54±6.92	-1.055	0.295
	末次随访时	13.24±6.27	18.65±7.14	-3.408	<0.001
	T 值	-4.033	-8.659		
	P 值	<0.001	<0.001		
节段 Cobb 角 (°)	术前	5.37±4.86	6.75±5.71	-1.099	0.275
	末次随访时	8.35±5.76	11.84±6.18	-2.487	0.015
	T 值	-3.838	-6.761		
	P 值	<0.001	<0.001		
C <sub>2-7</sub> SVA (mm)	术前	17.61±7.86	16.93±9.14	0.337	0.737
	末次随访时	20.27±9.89	18.64±10.17	0.694	0.490
	T 值	-2.457	-2.610		
	P 值	0.020	0.012		
TIA (°)	术前	70.14±6.84	71.68±7.13	-0.941	0.350
	末次随访时	71.48±5.37	73.92±6.97	-1.641	0.105
	T 值	-1.649	-1.272		
	P 值	0.110	0.210		
T <sub>1</sub> S (°)	术前	19.04±5.67	19.61±6.93	-0.379	0.706
	末次随访时	20.41±8.49	25.73±7.85	-2.808	0.006
	T 值	-2.244	-2.821		
	P 值	0.032	0.007		
NT (°)	术前	50.11±5.39	50.75±5.94	-0.479	0.633
	末次随访时	48.67±8.35	49.72±10.07	-0.478	0.634
	T 值	2.385	1.565		
	P 值	0.024	0.125		

### 3 讨论

作为在临床中严重损害脊髓功能的疾病, 脊髓型颈椎病具有无法估计的进展性以及较为严重的预后, 因而对于确诊的脊髓型颈椎病, 应尽快行手术治疗, 从而达到脊髓、神经减压以及重建结构稳定性的目的<sup>[10, 11]</sup>。而颈椎前路椎间盘切除融合术作为治疗脊髓型颈椎病的主流手术方式之一, 因其具有创伤小、出血少以及能维持颈椎生理曲度等优点, 在临床中已得到广泛开展。但相关文献报道, 作为椎间盘切除融合术后并发症之一的邻近节段退变, 其发生率在 25.6%~92%, 而有症状的 ASD 发生率亦高达 19.2%, 甚至部分出现 ASD 的患者需要行二次手术治疗<sup>[1, 12]</sup>, 这严重影响了手术的临床疗效, 增加了患者的负担。

相关的研究表明, 椎间盘切除融合术后发生

ASD 的危险因素主要有患者个体差异 (年龄、肥胖、术前是否邻近节段存在退变等) 以及手术操作两方面<sup>[12]</sup>。其中高龄、肥胖以及术前邻近节段存在退变的患者术后更易发生 ASD<sup>[3, 13-15]</sup>, 但对于融合节段数量对 ASD 的影响目前尚存在争论。部分学者认为单节段融合较多节段融合更易发生 ASD<sup>[3]</sup>, 但亦有部分学者持相反意见<sup>[1]</sup>。近年来, 随着国内外对颈椎矢状位参数研究的不断深入, 部分学者发现 ACDF 术后颈椎矢状位失衡的患者发生 ASD 的比例显著增多, 这可能与术后颈椎矢状位失衡致使邻近节段承受更大的负荷以及运动, 加速了邻近椎间盘的退变, 从而增加 ASD 的发生率有关; 并通过进一步研究发现, T<sub>1</sub>S 对 ASD 的发生率具有良好的诊断价值, 并认为术后颈椎矢状位失衡是发生 ASD 的危险因素, 而 T<sub>1</sub>S<19.5° 是发生 ASD 的独立危险因素<sup>[2, 3, 16, 17]</sup>。而在本研究中, 发现退变组中 T<sub>1</sub>S<19.5° 的患者比例明显高于无退变组 (P<0.05), 或能进一步证实 T<sub>1</sub>S<19.5°

是发生 ASD 的危险因素。

相关研究已证实  $T_1S$  与  $C_{2-7}$  Cobb 角存在正相关性,  $T_1S$  的增大可引起  $C_{2-7}$  Cobb 角的增大, 而  $C_{2-7}$  Cobb 角的增加可减少邻近节段的运动, 进而降低 ASD 的发生率, 但有学者发现 ACDF 术后  $C_{2-7}$  Cobb 角的丧失与 ASD 的发生存在正相关性<sup>[3, 18-20]</sup>。在本研究中 ACDF 术后发生 ASD 的患者其  $C_{2-7}$  Cobb 角、手术节段 Cobb 角均明显小于未发生 ASD 的患者 ( $P < 0.05$ ), 表明  $C_{2-7}$  Cobb 角、手术节段 Cobb 角与术后 ASD 的发生存在密切的关系。这可能是由于手术节段 Cobb 角恢复不良导致  $C_{2-7}$  Cobb 角的丧失, 进而引起颈椎矢状位失衡, 从而引起邻近节段退变。

综上, 颈椎前路单节段椎间盘切除融合术后邻近节段退变与颈椎矢状位参数密切相关, 手术节段 Cobb 角恢复不良导致  $C_{2-7}$  Cobb 角的丧失, 进而引起颈椎矢状位失衡是 ACDF 术后发生 ASD 的原因之一。因此, 在手术规划时, 应充分考虑颈椎矢状位参数对发生 ASD 的影响, 在行颈椎前路单节段椎间盘切除融合术治疗脊髓型颈椎病时, 应注意撑开椎间隙, 恢复椎间隙高度以及手术节段 Cobb 角, 适当矫正  $C_{2-7}$  Cobb 角, 这可能有助于预防术后 ASD 的发生。但本研究亦存在着一定的局限性, 作为回顾性研究, 样本量较少, 无法确定颈椎矢状位参数与术后 ASD 发生的因果关系, 同时数据测量以及病例采用或许存在偏倚等不足。因此结论仍需有大样本、长期随访的研究, 从而获得更为可靠的研究结果, 进而更好的指导临床实践。

#### 参考文献

- [1] Chung JY, Kim SK, Jung ST, et al. Clinical adjacent-segment pathology after anterior cervical discectomy and fusion: results after a minimum of 10-year follow-up [J]. *Spine J*, 2014, 14 : 2290-2298.
- [2] Song J, Zhang YX, Song KH, et al. Risk factors of adjacent segment disease after anterior cervical arthrodesis: a retrospective study of sagittal measurement of thoracic inlet parameters [J]. *World Neurosurg*, 2018, 114 : e1094-e1100.
- [3] Alhashash M, Shousha M, Boehm H. Adjacent segment disease after cervical spine fusion: evaluation of a 70 patient long-term follow-up [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43 : 605-609.
- [4] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学 [M]. 北京: 人民军医出版社, 1982.
- [5] Park MS, Kelly MP, Lee DH, et al. Sagittal alignment as a predictor of clinical adjacent segment pathology requiring surgery after anterior cervical arthrodesis [J]. *Spine J*, 2014, 14 (7) : 1228-1234.
- [6] van Eck CF, Regan C, Donaldson WF, et al. The revision rate and occurrence of adjacent segment disease after anterior cervical discectomy and fusion: a study of 672 consecutive patients [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39 (26) : 2143-2147.
- [7] Hilibrand AS, Robbins M. Adjacent segment degeneration and adjacent segment disease: the consequences of spinal fusion [J]. *Spine J*, 2004, 4 (6 Suppl) : 190S-194S.
- [8] Lee SH, Kim KT, Seo EM, et al. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, 25: E41-47.
- [9] Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al. Radiographic analysis of lumbar lordosis: centroid, Cobb, TRALL, and Harrison posterior tangent methods [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26: E235-242.
- [10] Fehlings MG, Wilson JR, Yoon ST, et al. Symptomatic progression of cervical myelopathy and the role of nonsurgical management: a consensus statement [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38: S19-20.
- [11] Song KJ, Lee KB, Song JH. Efficacy of multilevel anterior cervical discectomy and fusion versus corpectomy and fusion for multilevel cervical spondylotic myelopathy: a minimum 5-year follow-up study [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21 : 1551-1557.
- [12] 高艳龙. 颈前路融合术后邻近节段退行性改变的研究进展 [D]. 河北医科大学, 2018.
- [13] Basques BA, Khan JM, Louie PK, et al. Obesity does not impact clinical outcome but affects cervical sagittal alignment and adjacent segment degeneration in short term follow-up after an anterior cervical decompression and fusion [J]. *Spine J*, 2019, 19: 1146-1153.
- [14] Lee SB, Cho KS. Cervical arthroplasty versus anterior cervical fusion for symptomatic adjacent segment disease after anterior cervical fusion surgery: Review of treatment in 41 patients [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2017, 162: 59-66.
- [15] 李云峰, 侯铁胜, 李明, 等. 颈椎病前路减压融合后相邻节段退变原因分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2002: 57-58.
- [16] Hung CW, Wu MF, Yu GF, et al. Comparison of sagittal parameters for anterior cervical discectomy and fusion, hybrid surgery, and total disc replacement for three levels of cervical spondylosis [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2018, 168: 140-146.
- [17] Wang ZL, Xiao JL, Mou JH, et al. Analysis of cervical sagittal balance parameters in mris of patients with disc-degenerative disease [J]. *Med Sci Monit*, 2015, 21: 3083-3088.
- [18] 钟远鸣, 廖俊城, 李嘉琅, 等. 颈椎前路单椎体次全切融合术后矢状位变化与临床疗效的相关性 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 : 193-198.
- [19] 刘涛, 邱水强, 黄宇峰, 等. 颈前路椎间融合术后矢状位参数变化与临床疗效的相关性研究 [J]. *中华骨科杂志*, 2018 : 79-85.
- [20] Hwang SH, Kayanja M, Milks RA, et al. Biomechanical comparison of adjacent segmental motion after ventral cervical fixation with varying angles of lordosis [J]. *Spine J*, 2007, 7 : 216-221.

(收稿:2019-08-06)