

颈椎前路椎间盘切除融合术后颈椎矢状位参数变化及其对临床疗效的影响

郭山强¹ 王帅¹ 盖利² 吴磊磊² 王晓鹏¹ 邱玉金²

【摘要】 目的 探讨颈椎间盘突出症病人行颈椎前路椎间盘切除融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)后颈椎矢状位参数变化及其对临床疗效的影响。方法 选取2014年1月至2016年1月在我院接受ACDF手术治疗的颈椎间盘突出症病人98例,对其临床资料进行回顾性分析。其中,男50例,女48例;年龄为(54.75±8.60)岁(40~78岁)。收集比较98例病人术前及随访时的C₂₋₇ Cobb角、T₁倾斜角、C₂₋₇矢状面轴向距离(cSVA)、颈倾角(NTA)、胸廓入口角(TIA)等矢状位参数,以及其手术前后的颈肩臂疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评估治疗分数、颈椎功能障碍指数(neck disability index, NDI)。98例病人根据T₁倾斜角是否大于30°分为高T₁倾斜角组和低T₁倾斜角组,比较两组病人的JOA评分改善率及后凸畸形发生率。结果 本研究所观察的矢状位参数中,术后T₁倾斜角、C₂₋₇ Cobb角较术前显著增大,NTA、cSVA较术前显著减小;功能相关指标中,VAS评分较术前显著下降,JOA评分显著上升,与术前比较,差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。高T₁倾斜角组和低T₁倾斜角组的JOA治疗改善率(56.06% vs. 53.12%)及后凸畸形发生率(12.50% vs. 16.67%)比较,差异均有统计学意义($\chi^2=12.538, P=0.001; \chi^2=10.895, P=0.003$)。且高T₁倾斜角组病人中,单节段、双节段、多节段病人的后凸畸形发生率均显著低于低T₁倾斜角组,差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。结论 ACDF治疗颈椎间盘突出症的短期临床疗效确切,T₁倾斜角 $>30^\circ$ 病人的JOA治疗改善率较高,后凸畸形发生率较低。

【关键词】 颈前路椎间盘切除融合术;颈椎矢状位参数;矢状序列;临床疗效

Changes of sagittal parameters of cervical spine after anterior cervical discectomy and fusion and its effects on clinical efficacy. GUO Shan-qiang¹, WANG Shuai¹, GAI Li², WU Lei-lei², WANG Xiao-peng¹, QIU Yu-jin². ¹Weifang Medical University, Weifang 261031, China; ²Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital of Weifang Medical University, Weifang 261031, China

Corresponding author: QIU Yu-jin, E-mail: qiuwygk@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the changes of sagittal parameters of cervical spine after anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) in patients with cervical disc herniation and its effect on clinical efficacy. **Methods** Ninety-eight patients with cervical disc herniation treated by ACDF from January 2014 to January 2016 in our hospital were selected and their clinical data were analyzed retrospectively. Among them, there were 50 males and 48 females with age of (54.75±8.60) years old (40-78 years). Sagittal parameters such as C₂₋₇ Cobb angle, T₁ tilt angle, C₂₋₇ sagittal axial distance (cSVA), neck tilt angle (NTA), thoracic entrance angle (TIA) and visual analogue scale (VAS) score, Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, neck disability index (NDI) were collected and compared in 98 patients before and after surgery. Ninety-eight patients were divided into high T₁ tilt angle group and low T₁ tilt angle group according to whether the T₁ tilt angle was greater than 30°. The improvement rate of JOA score and the incidence of kyphosis were compared between the two groups. **Results** Among the sagittal parameters observed in this study, T₁ tilt angle and C₂₋₇ Cobb angle increased significantly after surgery, while NTA and cSVA decreased significantly after surgery. Among the function-related indicators, VAS score decreased significantly and JOA score increased significantly after treatment as compared with those before operation ($P < 0.05$ for all). The improvement rate of JOA score (56.06% vs. 53.12%) and the incidence of kyphosis deformity (12.50% vs. 16.67%) in high T₁ tilt angle group and low T₁ tilt angle group were significantly different ($\chi^2=12.538, P=0.001; \chi^2=10.895, P=0.003$). In high T₁ tilt

angle group, incidence of kyphosis in patients with single, double and multiple segments was significantly lower than that in low T_1 tilt angle group ($P < 0.05$ for all). **Conclusion** The short-term clinical efficacy of ACDF in the treatment of cervical disc herniation is definite, and the improvement rate of JOA score in patients with T_1 tilt angle $> 30^\circ$ is more obvious, with lower kyphosis incidence.

【Key words】 Anterior cervical discectomy and fusion; Sagittal parameters of cervical spine; Sagittal sequence; Clinical efficacy

颈椎前路椎间盘切除融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 被认为是治疗合并脊髓或神经根压迫且存在相应临床症状的颈椎病或颈椎间盘突出症病人的金标准^[1]。但 ACDF 会对病人 (尤其是存在严重颈椎前凸的病人) 的全脊柱矢状位序列产生影响, 缩短其 C_{2-7} 矢状面轴向距离 (cSVA), 并伴随骨盆倾斜和骶骨倾斜度变化, 进而导致脊柱矢状位失衡^[2], 引起颈部不适、腰腿痛等一系列的临床症状^[3,4]。

本研究通过回顾性观察分析颈椎间盘突出症病人行 ACDF 后的颈椎矢状位参数 (T_1 倾斜角、 C_{2-7} Cobb 角等^[4-6]), 进一步明确该手术方式的临床疗效及其对颈椎功能的影响。

资料与方法

一、纳入与排除标准

纳入标准: ①结合病史、症状、体征及影像学资料诊断为颈椎间盘突出症, 伴明显脊髓或神经压迫症状, 保守治疗 3 个月无效; ②行颈椎前路手术治疗; ③影像学资料完整, 随访时间 > 12 个月。排除标准: ①因外伤入院或影像学提示存在陈旧性骨折; ②合并脊柱其他疾病 (结核、肿瘤、感染、后凸畸形、重度骨质疏松等); ③既往有脊柱手术史, 术后出现内固定螺钉松动或断裂等并发症。

二、一般资料

2014 年 1 月至 2016 年 1 月在本院因颈椎间盘突出症行 ACDF 治疗的 98 例病人纳入研究, 其中男 50 例, 女 48 例; 年龄为 (54.75 ± 8.60) 岁, 年龄范围为 40~78 岁。共累及病变节段 181 个: $C_{3/4}$ 18 个, $C_{4/5}$ 50 个, $C_{5/6}$ 71 个, $C_{6/7}$ 42 个; 单节段 45 例, 双节段 33 例, 多节段 (≥ 3 个节段) 20 例; 最高节段位于 $C_{3/4}$, 最低节段位于 $C_{6/7}$ 。

三、手术方式

病人全身麻醉, 取仰卧位, 垫高其肩背部, 并轻度拉伸其颈部自然伸。采用常规右侧颈前外侧切口, 依次切开皮肤、皮下组织、颈阔肌、胸锁乳突肌的内缘, 然后再从内脏鞘与颈动脉鞘之间进入其椎体前间隙, 分离两侧的颈前肌及椎前筋膜后用“C”型

臂 X 线机定位进一步确定病灶间隙, Caspar 撑开器置于病灶间隙上下椎体中央, 撑开, 沿椎间隙扩大减压, 切除病灶的椎间盘, 摘除变性髓核组织, 并切开纵韧带。刮除其上下的软骨终板, 碎骨填充 Cage, 并置入病灶间隙, 安装合适的钛板, 用“C”型臂 X 线机透视见位置满意, 冲洗后放置引流装置, 逐层缝合, 无菌敷料包扎。

去枕平卧中立位, 给予常规消炎、消肿、镇痛、雾化吸入治疗, 引流管于术后 24~48 h 拔除, 3 d 后即嘱病人于颈托保护下下床活动并行康复训练。术后颈托保护 2 个月, 定期门诊复查 X 线片。

四、评价指标

(一) 影像学指标

通过院内影像归档和通信系统收集病人术前、术后颈椎正侧位 X 线片, 并由本科室 2 名未参与研究设计的脊柱外科主治医师测量以下各影像学参数。① C_{2-7} Cobb 角: C_2 下终板垂线与 C_7 下终板垂线之间的夹角, 当 Cobb 角 $< 0^\circ$ 时即认为存在后凸畸形; ② T_1 倾斜角: T_1 椎体上终板与水平线之间的夹角; ③ cSVA: C_7 上终板后角到经 C_2 椎体几何中心垂线的水平距离; ④ 胸廓入口角 (TIA): 胸骨上缘与 T_1 椎体上终板中点连线与经过 T_1 椎体上终板中点垂线的夹角; ⑤ 颈倾角 (NTA): 胸骨上缘与 T_1 椎体上终板中点连线与胸骨上缘垂直线的夹角 (图 1)。

(二) 临床疗效

采用疼痛视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 和日本骨科学会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评估治疗分数评价病人术前及术后 12 个月颈肩臂的疼痛情况及临床疗效。收集整理所有病人的颈椎功能障碍指数 (neck disability index, NDI)。

根据 T_1 倾斜角的大小将本组 98 例病人分为低 T_1 倾斜角组 (T_1 倾斜角 $\leq 30^\circ$) 和高 T_1 倾斜角组 (T_1 倾斜角 $> 30^\circ$), 比较两组间的 JOA 治疗改善率和后凸畸形发生率。

JOA 治疗改善率 (%) = $[(\text{治疗后 JOA 评分} - \text{治疗前 JOA 评分}) / (17 - \text{治疗前 JOA 评分})] \times 100\%$; 后凸畸形发生率 (%) = $(\text{后凸畸形病例数} / \text{总病例数}) \times 100\%$ 。

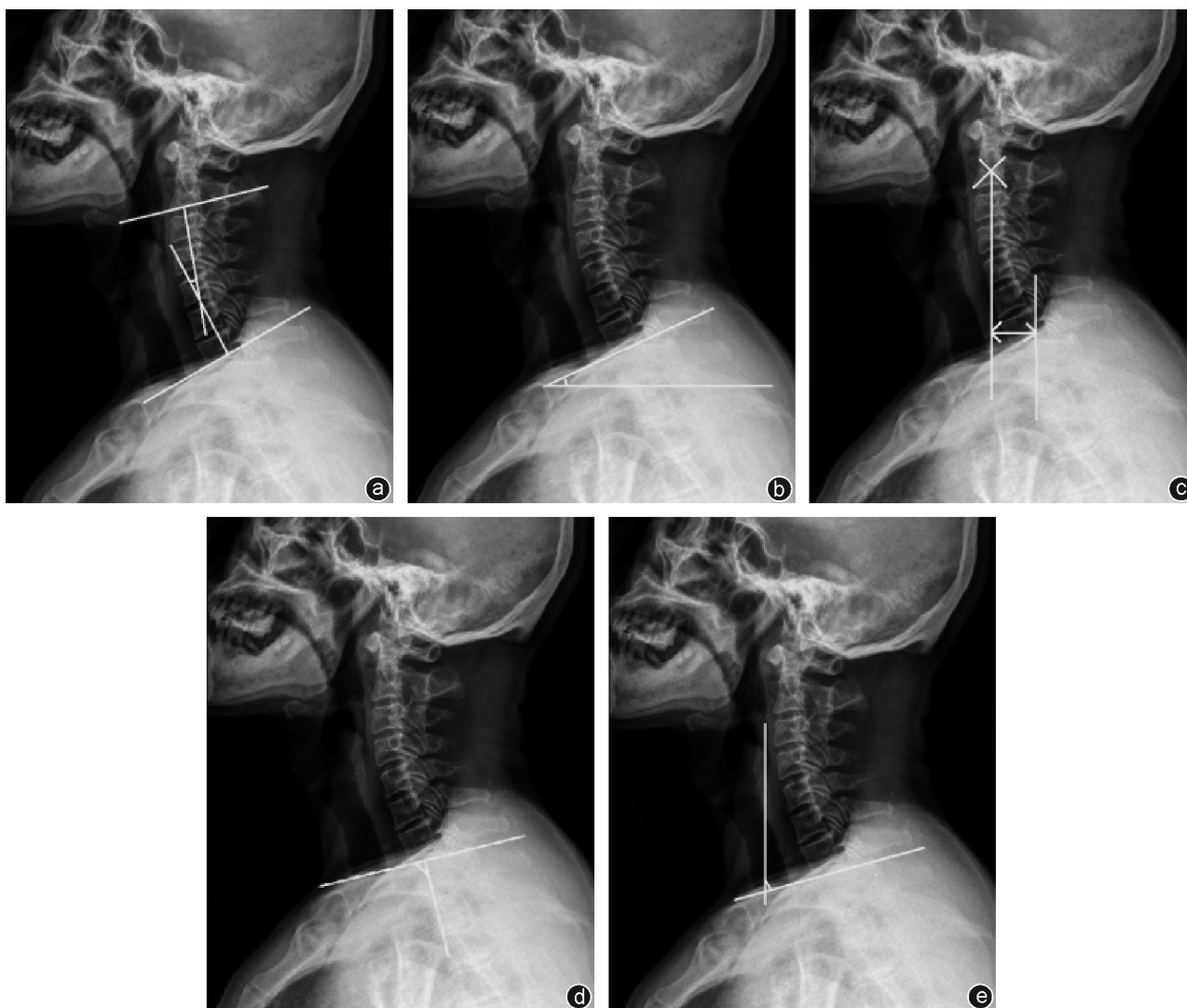


图1 各矢状位参数图示 C₂₋₇ Cobb角为C₂下终板垂线与C₇下终板垂线之间的夹角(a);T₁倾斜角为T₁椎体上终板与水平线之间的夹角(b);cSVA为C₇上终板后角到经C₂椎体几何中心垂线的水平距离(c);TIA为胸骨上缘与T₁椎体上终板中点连线与经过T₁椎体上终板中点垂线的夹角(d);NTA为胸骨上缘与T₁椎体上终板中点连线与胸骨上缘垂直线的夹角(e)

五、统计学处理

采用SPSS 20.0软件(IBM公司,美国)对数据进行统计分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。采用配对t检验比较手术前后各计量资料(C₂₋₇ Cobb角、T₁倾斜角、cSVA、TIA、NTA、VAS、JOA及NDI评分)的变化;采用 χ^2 检验比较低T₁倾斜角组和高T₁倾斜角组的JOA治疗改善率及后凸畸形发生率。以P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

一、围手术期指标

本组单节段病人的手术时间为(108.5±29.3) min,出血量为(73.2±27.8) ml;双节段病人的手术时间为(130.8±30.5) min,出血量为(84.3±30.5) ml;多节段

病人的手术时间为(171.3±32.7) min,出血量为(185.8±40.6) ml。

二、影像学参数

98例病人术后的T₁倾斜角为27.61°±7.21°,C₂₋₇ Cobb角为14.38°±8.58°,NTA为48.95°±7.32°,cSVA为(16.53±0.84) mm,与术前的数值比较,差异均有统计学意义(P均<0.05,表1);而术后的TIA与术前比较,差异无统计学意义(P>0.05,表1)。

三、临床疗效

98例病人术后的颈肩臂VAS评分为(1.02±0.36)分,显著低于术前水平;术后JOA评分为(16.26±0.87)分,显著高于术前水平,差异均有统计学意义(P均<0.05,表1);但手术前后的NDI水平比较,术后水平显著低于术前水平,差异有统计学意

义($P < 0.05$, 表1)。

四、不同T₁倾斜角病人的临床疗效比较

低T₁倾斜角组66例,JOA治疗改善率为53.12%,后凸畸形发生率为16.67%(11/66);高T₁倾斜角组32例,JOA治疗改善率为56.06%,后凸畸形发生率为12.50%(4/32)。两组病人的JOA治疗改善率及后凸畸形发生率比较,差异均有统计学意义($\chi^2=12.538, P=0.001; \chi^2=10.895, P=0.003$)。

高T₁倾斜角组病人中,单节段、双节段、多节段病人的JOA治疗改善率分别为54.64%、55.86%、58.24%,均略高于低T₁倾斜角组,但其差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表2)。但高T₁倾斜角组病人

中,单节段、双节段和多节段病人的后凸畸形发生率分别为3.13%(1/32)、3.13%(1/32)、6.25%(2/32),均显著低于低T₁倾斜角组,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05 , 表2)。

典型病例见图2。

讨 论

脊柱矢状位平衡使人体在直立姿势时能够以最小的能量消耗来维持身体平衡,并具有预测临床疗效的作用。对于骨盆矢状位参数,Labelle等^[7]提出每一个体都具有相对稳定的骨盆入射角(PI),PI=骨盆倾斜(PT)+骶骨倾斜角(SS);对于颈椎矢状位参

表1 98例病人手术前后的相关指标比较($\bar{x} \pm s$)

指标	术前	术后	t值	P值
T ₁ 倾斜角	24.82°±7.53°	27.61°±7.21°	-6.856	0.026
NTA	51.32°±7.51°	48.95°±7.32°	10.563	0.011
TIA	74.86°±8.36°	75.62°±8.52°	-3.967	0.085
C ₂₋₇ Cobb角	12.43°±8.46°	14.38°±8.58°	-8.735	0.019
cSVA(mm)	21.84±1.51	16.53±0.84	15.326	0.003
JOA评分(分)	13.56±2.35	16.26±0.87	-12.635	0.008
颈肩臂VAS评分(分)	3.25±1.26	1.02±0.36	21.586	<0.001
NDI(%)	47.68±7.88	28.32±10.65	30.182	<0.001

表2 高、低T₁倾斜角组的临床疗效对比

分组	例数	JOA改善率(%)			后凸畸形发生率(%)		
		单节段	双节段	多节段	单节段	双节段	多节段
低T ₁ 倾斜角组	66	53.26	54.35	57.86	4.55	4.55	7.58
高T ₁ 倾斜角组	32	54.64	55.86	58.24	3.13*	3.13*	6.25*

注:与低T₁倾斜角组比较,* $P < 0.05$

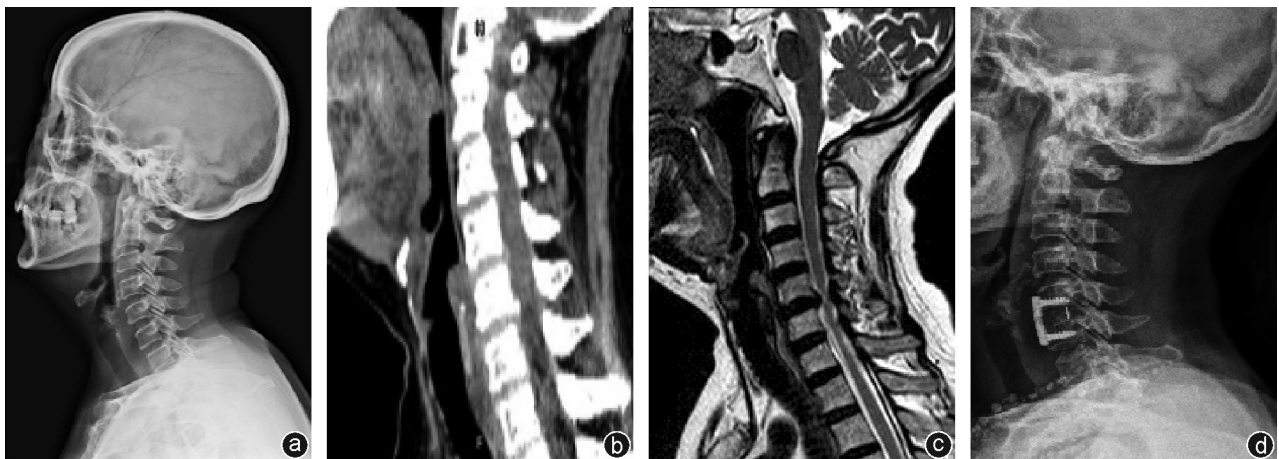


图2 病人,女,71岁,因“双手麻木伴行走不稳4个月”入院,入院诊断为颈椎间盘突出症(C_{6/7}),行ACDF治疗 a:术前颈椎侧位X线片提示颈椎生理曲度可;b:术前颈椎CT提示C_{6/7}椎间盘突出并钙化;c:术前颈椎MRI提示C_{6/7}椎间盘突出压迫脊髓并合并颈管狭窄;d:术后颈椎侧位X线片提示颈椎内固定位置良好,颈椎生理曲度可

数, Janusz 等^[8]认为 TIA 是一个固定的形态学参数, 其结果不受体位、屈伸活动等因素影响, $TIA = T_1$ 倾斜角 + NTA。颈椎矢状位平衡在全脊柱矢状位平衡中占据举足轻重的地位^[2]。Gillis 等^[9]曾报道颈椎前凸与 cSVA 之间存在显著负相关性, 但是其对于评价颈椎矢状位平衡仍然存在不足。 T_1 倾斜角和 TIA 是评价颈椎矢状位平衡的重要指标, 同时也能反映术后颈椎曲度的改变程度。 T_1 倾斜角是与颈椎前凸、cSVA 相关性最高的矢状位平衡参数, 同时与 C_{2-7} Cobb 角密切相关, 更可用于预测颈椎矢状位平衡状况^[10, 11]; cSVA 也是评价颈椎矢状位平衡的有效参数, 即当 cSVA ≥ 40 mm 时, 可认为病人存在颈椎矢状位失平衡, 同时 cSVA 与病人术前的 JOA 评分呈正相关, 提示了颈椎矢状位失平衡对病人神经功能的影响^[12-14]。

对于接受颈后路椎管扩大成形术、术前 T_1 倾斜角高的病人, 术后可能有更大的后凸角度改变。ACDF 与其相比, 避免后方肌肉-韧带复合体的损伤, 术中 Caspar 撑开器的应用、Cage 融合器及钛板的固定可以更好地重建颈椎生理曲度和稳定性, 恢复颈椎的生物力学及改善颈椎功能指数, 从而可以使颈椎矢状位失平衡的发生率降到最低, 进一步避免颈椎曲度变直、后凸畸形等严重并发症的发生。

本研究对比了术前 T_1 倾斜角不同的病人在接受 ACDF 术后颈椎矢状位平衡的变化, 发现所有病人均可获得良好的临床疗效, 而 T_1 倾斜角 $> 30^\circ$ 的病人术后 JOA 治疗改善率明显较高, 其轴性症状及后凸畸形发生率亦明显较低。根据 98 例病人术前及术后 1 年的矢状位参数变化, C_{2-7} Cobb 角由 $12.43^\circ \pm 8.46^\circ$ 增加到 $14.38^\circ \pm 8.58^\circ$, T_1 倾斜角由 $24.82^\circ \pm 7.53^\circ$ 增加到 $27.61^\circ \pm 7.21^\circ$, 而 NTA 由 $51.32^\circ \pm 7.51^\circ$ 下降到 $48.95^\circ \pm 7.32^\circ$, 因 T_1 倾斜角与 C_{2-7} Cobb 角两者之间的变化存在正相关性, 同时术后颈椎曲度变化使 NTA 变小。 T_1 倾斜角越小, C_{2-7} Cobb 角越小, 颈椎矢状位序列变“直”, 导致 $C_{4/5}$ 相对应力集中, 其轴性症状及其发生后凸畸形的概率就会变大; 当 T_1 倾斜角变大, C_{2-7} Cobb 角变大, 颈椎矢状位序列变“弯”, 颈椎应力逐渐被分散, 因而其轴性症状及其发生后凸畸形的概率减小。

早在 1958 年, Cloward 报道了颈前路椎间盘切除手术, 随着手术技术不断的改进, 以及颈椎椎间撑开器 Caspar 的应用, 解决了椎间隙狭窄病人椎间盘和后纵韧带切除困难及椎体间后凸畸形无法矫形等问题^[15]。同时, 可以增大手术节段椎间孔的高度和

面积, 减轻神经根的压迫症状。杨永波等^[16]认为 ACDF 与颈前路椎体次全切除减压融合术 (ACCF) 相比, 对于术后颈椎生理曲度改变的影响较小, 稳定性好、植骨融合率高, 而且更易于维持椎体高度, 手术时间短、出血量少, 术后轴性症状的发生率低, 对于治疗多节段颈椎病有明显的优势; 在术后颈部疼痛 VAS 评分上, 两种术式之间的差异无统计学意义, 但 ACDF 组的 VAS 评分明显下降, ACCF 组评分的改变并不明显。

本研究发现, ACDF 能够以最小的创伤解除突出椎间盘对神经根及脊髓的压迫症状, 临床疗效确切, 显著改善病人的生活质量。术后 JOA 评分由 (13.56 ± 2.35) 分增加至 (16.26 ± 0.87) 分、颈肩臂疼痛 VAS 评分由 (3.25 ± 1.26) 分下降至 (1.02 ± 0.36) 分, 说明 ACDF 治疗颈椎间盘突出症具有显著的临床疗效。不论高 T_1 倾斜角组还是低 T_1 倾斜角组都可以有效缓解病人症状, 但高 T_1 倾斜角组的 JOA 治疗改善率及后凸畸形发生率优于低 T_1 倾斜角组, 差异均有统计学意义 ($\chi^2 = 12.538, P = 0.001; \chi^2 = 10.895, P = 0.003$)。

术后生物力学应力的增加可以增大手术节段椎间孔的高度和面积, 进而减少上位相邻节段和下位相邻节段的椎间孔高度和面积, 更为治疗神经根型颈椎病提供了依据^[17]。然而相邻节段退行性变 (ASD) 通常会出现新发的神经根或脊髓的压迫症状^[18]。据报道, 症状性 ASD 的发病率每年高达 2.9%^[19]。由于手术会对颈椎曲度的重建造成损失, 术后将会导致颈椎矢状位失平衡, 进而引起颈椎反曲、后凸畸形等严重并发症, 加快颈椎的退行性变, 影响颈椎活动功能, 降低病人生活质量^[20]。因此, 脊柱手术的主要目标之一是恢复或维持生理性全面矢状脊柱轮廓, 而且脊柱矢状位平衡是提高健康相关生存质量 (HRQOL) 与有效改善 NDI 的重要保证。

综上所述, ACDF 治疗颈椎间盘突出症的临床疗效明显。颈椎矢状位序列具有动态稳定性, 颈椎矢状位参数 C_{2-7} Cobb 角、 T_1 倾斜角与临床疗效具有一定相关性, T_1 倾斜角 $> 30^\circ$ 的病人在术后 JOA 治疗改善率较为明显, 后凸畸形发生率较低。

参 考 文 献

- [1] Robinson RA. Anterolateral cervical disc removal and interbody fusion for cervical disc syndrome [J]. *Sas Journal*, 2010, 4(1): 34-35.
- [2] Kim JH, Park JY, Yi S, et al. Anterior cervical discectomy and fusion alters whole-spine sagittal alignment [J]. *Yonsei Med J*, 2015,

- 56(4): 1060-1070.
- [3] Gottipati P, Stine R, Ganju A, et al. The effect of positive sagittal spine balance and reconstruction surgery on standing balance [J]. *Gait Posture*, 2018, 62: 227-234.
- [4] 张浩, 周文超, 陈元元, 等. 颈椎后纵韧带骨化症单开门椎管扩大成形术后颈椎矢状位参数变化与疗效的关系 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(3): 206-210.
- [5] Makhni MC, Shillingford JN, Laratta JL, et al. Restoration of sagittal balance in spinal deformity surgery [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2018, 61(2): 167-179.
- [6] 解放, 涂志鹏, 龚克, 等. 零切迹椎间融合器单节段颈前路减压融合术后 T₁ 倾斜角与融合器沉降的关系研究 [J]. *骨科*, 2018, 9(3): 206-211.
- [7] Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification [J]. *Eur Spine*, 2011, 20(Suppl 5): 641-646.
- [8] Janusz P, Tyrakowski M, Glowka P, et al. Influence of cervical spine position on the radiographic parameters of the thoracic inlet alignment [J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(12): 2880-2884.
- [9] Gillis CC, Kaszuba MC. Cervical radiographic parameters in 1- and 2-level anterior cervical discectomy and fusion [J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 25(4): 421-429.
- [10] Lee CK, Shin DA, Yi S, et al. Correlation between cervical spine sagittal alignment and clinical outcome after cervical laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament [J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24(1): 100-107.
- [11] Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, et al. Relationship between T₁ slope and cervical alignment following multilevel posterior cervical fusion surgery: impact of T₁ slope minus cervical lordosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(7): E396-E402.
- [12] Tang JA, Scheer JK, Smith JS, et al. The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery [J]. *Neurosurgery*, 2015, 76(Suppl 1): S14-S21.
- [13] 林圣荣, 周非非, 孙宇, 等. 颈后路单开门椎管扩大椎板成形术后颈椎矢状面平衡的变化 [J]. *中华医学杂志*, 2014, 94(35): 2726-2730.
- [14] 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(2): E41-E47.
- [15] 许浩, 李锋, 廖晖, 等. 颈椎动态稳定器治疗颈椎病的短期疗效观察 [J]. *骨科*, 2016, 7(4): 225-229.
- [16] 杨永波, 朱振军, 杨希望, 等. 两种颈前路手术方式治疗双节段颈椎病 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016 24(7): 594-597.
- [17] 孙鹏飞, 谢雁春, 张昊聪, 等. 颈椎前路减压椎间融合器置入对椎间孔孔径的影响 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(1): 52-56.
- [18] Anakwenze OA, Auerbach JD, Milby AH, et al. Sagittal cervical alignment after cervical disc arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion: results of a prospective, randomized, controlled trial [J]. *Spine*, 2009, 34(19): 2001-2007.
- [19] Litrico S, Lonjon N, Riouallon G, et al. Adjacent segment disease after anterior cervical interbody fusion: a multicenter retrospective study of 288 patients with long-term follow-up [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100(6 Suppl): S305-S309.
- [20] Zhang JT, Li JQ, Niu RJ, et al. Predictors of cervical lordosis loss after laminoplasty in patients with cervical spondylotic myelopathy [J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(4): 1205-1210.

(收稿日期: 2018-05-15)

(本文编辑: 陈姗姗)