

零切迹颈椎前路椎间融合术治疗双节段颈椎病 术后矢状位参数的变化研究

李亚锋¹ 贾象元² 刘楚吟³ 袁林¹ 马慧¹ 杨浩田¹ 赵学千^{3△} 贾育松^{3△}

[摘要] **目的:**探讨零切迹颈椎前路椎间融合术(Anterior Cervical Discectomy and Fusion, ACDF)治疗双节段颈椎病术后矢状位参数的变化。**方法:**回顾性分析 2017 年 5 月至 2021 年 5 月行双节段椎间融合且使用 ROI-C 融合器的患者,建立 Excel 数据库,观察胸 1 倾斜角(T_1S)、 C_{2-7} Cobb 角、 C_{2-7} 矢状面轴向距离(C_{2-7} SVA)及手术节段角(SA)术前及末次随访时的变化。采用 t 检验或非参数检验分析术前及末次随访时各数据是否存在差异;Pearson 相关或秩相关(Spearman 法)分析各数值之间的相关性。**结果:**共纳入 35 例患者,男 12 例,女 23 例;年龄为 46~69 岁,平均为(57.94 ± 6.05)岁;随访时间为 6~38 个月,平均为(9.23 ± 7.97)个月。手术节段 C_{3-4} 、 C_{4-5} 1 例, C_{4-5} 、 C_{5-6} 20 例, C_{5-6} 、 C_{6-7} 14 例。末次随访时 T_1S 、 C_{2-7} Cobb 角及手术节段角较术前增加,差异有统计学意义($P < 0.05$)。相关性: T_1S 与 C_{2-7} Cobb 角、 T_1S 与 C_{2-7} 矢状面轴向距离、 T_1S 与手术节段角及 C_{2-7} Cobb 角与手术节段角之间存在正相关性($P < 0.05$)。**结论:**对于双节段颈椎病患者,使用 ROI-C 融合器行颈椎前路椎间融合术能够改善颈椎矢状位参数,恢复颈椎矢状位平衡,对于颈椎病的治疗有积极作用。

[关键词] 颈椎前路椎间融合术;矢状位参数;双节段;零切迹融合器;颈椎病

[中图分类号] R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)05-0030-05

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230506

Changes of Sagittal Position Parameters after ROI-C Anterior Cervical Discectomy Decompression and Fusion for Double Level Cervical Spondylosis

LI Yafeng¹ JIA Xiangyuan² LIU Chuyin³ YUAN Lin¹ MA Hui¹
YANG Haotian¹ ZHAO Xueqian^{3△} JIA Yusong^{3△}

¹ Dongzhimen Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China;

² Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China;

³ Tsinghua University Yuquan Hospital (Tsinghua University Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine), Beijing 100040, China.

Abstract Objective: To explore the changes of sagittal position parameters for anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) on the treatment of double-level cervical spondylosis. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on patients who received two-level ACDF and used ROI-C fusion apparatus from May 2017 to May 2021, and an Excel database was established. The changes of thoracic inclination angle (T_1S), C_{2-7} Cobb angle (C_{2-7} Cobb angle), C_{2-7} sagittal vertical axis (C_{2-7} SVA) and surgical segment angle (SA) were observed before and at the last follow-up. t test or nonparametric test was used to analyze whether there were any differences between the data before and at the last follow-up. Pearson correlation or rank correlation (Spearman method) was used to analyze the correlation among the values. **Results:** A total of 35

patients were included, including 12 males and 23 females. The patients ranged in age from 46 to 69 (57.94 ± 6.05) years old and were followed up for 6 to 38 (9.23 ± 7.97) months. There were 1 case of C_{3-4} 、 C_{4-5} , 20 cases of C_{4-5} 、 C_{5-6} , and 14 cases of C_{5-6} 、 C_{6-7} . At the last follow-up, T_1S , C_{2-7} Cobb angle and SA were increased compared with those before surgery, with statistical significance ($P < 0.05$). Corre-

基金项目:北京中医药大学横向课题(HX-DZM-2017001)

¹ 北京中医药大学东直门医院(北京,100700)

² 首都医科大学附属朝阳医院

³ 清华大学玉泉医院(清华大学中西医结合医院)

△通信作者 E-mail:1305738227@qq.com(赵学千)

jiaiyusong1970@163.com(贾育松)

lation; There were positive correlations between T_1S and C_{2-7} Cobb angle, T_1S and C_{2-7} SVA, T_1S and SA, and C_{2-7} Cobb angle and SA ($P < 0.05$). **Conclusion:** For patients with double-level cervical spondylosis, the use of ROI-C fusion device for anterior cervical ACDF can improve cervical sagittal position parameters and restore cervical sagittal position balance, which can play a positive role in the treatment of cervical spondylosis.

Keywords: anterior cervical interbody fusion; sagittal position parameters; two level; ROI-C fusion device; cervical spondylosis

颈椎前路椎间融合术(Anterior Cervical Discectomy and Fusion, ACDF)是治疗神经根型和脊髓型颈椎病的金标准^[1]。颈椎矢状位参数的改变引起颈椎生理曲度消失,导致颈椎生物力学失衡以及颈椎退行性变。保持颈椎矢状位平衡对于颈椎生物力学的稳定起重要作用,ROI-C 零切迹融合器具有固定牢靠、操作简单等优势,其仿生设计更加符合颈椎生物力学^[2]。本研究以 T_1S 、 C_{2-7} Cobb 角、 C_{2-7} 矢状面轴向距离(SVA)及手术节段角(SA)为观察指标,分析使用 ROI-C 融合器行零切迹颈椎前路椎间融合术对颈椎矢状位参数变化的影响。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2017 年 5 月至 2021 年 5 月在北京中医药大学东直门医院行双节段颈椎前路的患者。根据纳入及排除标准,共 35 例患者,由同一手术团队完成。

1.2 诊断标准

采用《实用骨科学》^[3]中神经根型和脊髓型颈椎病的诊断标准:神经根型颈椎病:1)具有典型的根性症状,其范围与受累椎节相一致。颈肩部、颈后部酸痛,并沿神经根分布区向下反射至前臂和手指,轻者为持续性酸痛、胀痛。重者可如刀割样、针刺样疼痛;有时皮肤有过敏,抚摸有触电感;神经根支配区域有麻木及明显感觉减退。2)脊神经根牵拉试验多为阳性;痛点封闭疗法对上肢放射痛无效。3)X 线正位片上显示钩椎关节增生;侧位生理前屈消失或变直,椎间隙变窄,有骨赘形成;屈伸动力片提示颈椎不稳。脊髓型颈椎病:1)自觉颈部无不适,但手动笨拙,精细动作失灵,协调性差,胸腹部可有束带感。2)不太不稳,易跌倒,不能跨越障碍物。3)上下肢腱反射亢进,肌张力升高,霍夫曼征阳性,可出现踝阵挛或髌阵挛,重症时巴彬斯基征可能成阳性;早期感觉障碍较轻,重症时可出现不规则痛觉减退;感觉丧失或减退区呈片状或条状。4)X 线片显示病变椎间盘狭窄,椎体后缘骨质增生。5)MRI 检查显示脊髓受压呈波浪样压迹,严重者脊髓可能变细;MRI 还可显示椎间盘突出,受压节段脊髓或有信号改变。

1.3 纳入标准

1)诊断为双节段神经根型或脊髓型颈椎病;2)颈

椎病系退行性病变引起,非骨折或脱位造成;3)经过 6 个月保守治疗后症状未见明显改善;4)既往无颈椎手术史;5)获得完整随访者。

1.4 排除标准

1)患者局部或全身有感染症状;2)强直性脊柱炎或类风湿关节炎患者;3)症状由占位性病变引起或发育畸形患者;4)经评估不能耐受手术及麻醉者。

1.5 方法

1.5.1 治疗方法 患者取仰卧位,全麻后使用肩垫使颈椎处于中立过伸位并固定,取颈前右侧横切口,常规碘酊消毒、酒精脱碘后铺巾。依次切开皮肤、皮下组织及颈阔肌,沿肌间隙入路将食管、气管等组织牵拉至左侧,胸锁乳突肌及颈动脉鞘牵至右侧,暴露椎体与椎间隙,定位针透视定位。椎间撑开器撑开责任节段,尖刀切开纤维环,用大小合适髓核钳及刮勺摘除退变椎间盘,高速磨钻打磨上下终板,切除责任节段后纵韧带。选择合适大小椎间融合器,透视确认融合器位置,确认良好后生理盐水冲洗,确认无活动性出血后留置引流管,逐层缝合切口。术后常规心电图监护及氧气吸入 24 h,绝对卧床 24 h,适时拔出引流管,下地佩戴颈托。常规 24 h 内应用抗生素,同时给予甘露醇及甲强龙治疗,颈托保护 6~8 周。

1.5.2 疗效评定方法 颈椎矢状位参数测量方法及测量指标 根据术前及术后随访影像学相关资料,通过医院内 PACS 系统测量术前及术后末次随访颈椎侧位片影像学参数(摄侧位 X 线片时要求下颏角与枕骨下角保持在一个水平面上)。测量由 2 名有 3 年以上工作经验的脊柱外科医师共同完成,取两人测量结果平均值。1)手术节段角度(Operation Segment Angle, OSA):手术节段头端椎体上终板垂线及尾端椎体下终板垂线之间的夹角。2) 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。3) C_{2-7} 矢状面轴向距离(C_{2-7} Sagittal Vertical Axis, C_{2-7} SVA):经过 C_2 椎体几何中心作铅垂线,取该线与 C_7 椎体后上角的水平距离。4) T_1 倾斜角(T_1 slope, T_1S): T_1 椎体上终板与水平线之间的夹角。

1.6 统计学方法

采用 SPSS21.0 对数据进行统计分析。计量资料使用 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,若术前与术后差值(d)符合正态

分布及方差齐性,采用配对样本 t 检验,反之则使用非参数检验。相关性分析:符合正态分布时使用 Pearson 相关性分析,不符合正态分布时使用秩相关 (Spearman 法), $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

共 35 例患者,其中男 12 例,女 23 例;年龄为 46~69 岁,平均为 (57.94 ± 6.05) 岁;随访时间为 1~38 个

月,平均为 (9.23 ± 7.97) 个月。责任节段: $C_{3\sim4}$ 、 $C_{4\sim5}$ 1 例, $C_{4\sim5}$ 、 $C_{5\sim6}$ 20 例, $C_{5\sim6}$ 、 $C_{6\sim7}$ 14 例。

2.2 术前及末次随访矢状位参数变化

手术前及末次随访矢状位参数对比显示: T_1S 、 $C_{2\sim7}$ Cobb 角及手术节段角较治疗前增加,差异均有统计学意义($P<0.05$), $C_{2\sim7}$ 矢状面轴向距离差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.3 术前矢状位参数相关性分析

表 1 术前及末次随访矢状位参数变化($\bar{x}\pm s$)

矢状位参数	时间点		t/z	P
	术前	末次随访		
$T_1S/(^\circ)$	22.81 ± 7.28	24.71 ± 6.54	2.27	0.03 ¹⁾
$C_{2\sim7}$ Cobb 角/ $(^\circ)$	12.62 ± 8.22	14.24 ± 7.37	2.15	0.03 ¹⁾
$C_{2\sim7}$ SVA/mm	18.03 ± 8.21	20.08 ± 8.38	1.59	0.12
SA/ $(^\circ)$	5.16 ± 4.88	6.77 ± 5.98	2.85	0.007 ¹⁾

术前 T_1S 与 $C_{2\sim7}$ Cobb 角、手术节段角, $C_{2\sim7}$ Cobb 角与手术节段角成正线性相关关系($P<0.05$),其余矢状位参数之间无相关性,见表 2。

表 2 术前矢状位参数相关性分析

矢状位参数	T_1S / $(^\circ)$	$C_{2\sim7}$ Cobb 角/ $(^\circ)$	$C_{2\sim7}$ SVA /mm	SA / $(^\circ)$
$T_1S/(^\circ)$		0.758 ¹⁾	0.203	0.451 ¹⁾
$C_{2\sim7}$ Cobb 角/ $(^\circ)$			-0.143	0.433 ¹⁾
$C_{2\sim7}$ SVA/mm				0.201

注:1) $P<0.05$ 。

2.4 末次随访颈椎矢状位参数相关性分析

末次随访时 T_1S 与 $C_{2\sim7}$ Cobb 角、 $C_{2\sim7}$ 矢状面轴

向距离、手术节段角及 $C_{2\sim7}$ Cobb 角与手术节段角成正线性相关关系($P<0.05$),其余矢状位参数之间无相关性,见表 3。

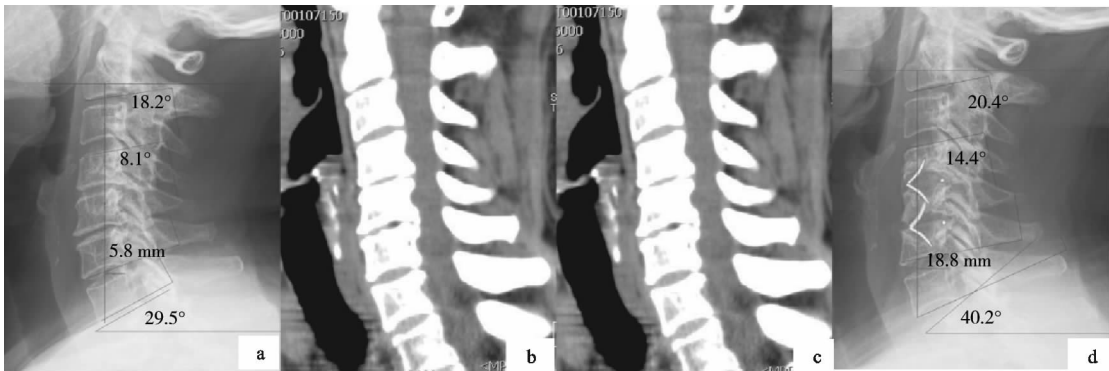
表 3 末次随访矢状位参数相关性分析

矢状位参数	T_1S / $(^\circ)$	$C_{2\sim7}$ Cobb 角/ $(^\circ)$	$C_{2\sim7}$ SVA /mm	SA / $(^\circ)$
$T_1S/(^\circ)$		0.584 ¹⁾	0.346 ¹⁾	0.572 ¹⁾
$C_{2\sim7}$ Cobb 角/ $(^\circ)$			-0.056	0.675 ¹⁾
$C_{2\sim7}$ SVA/mm				0.030

注:1) $P<0.05$ 。

2.5 典型病例

典型病例影像资料见图 1 和图 2。



(a) 术前X线片, T_1S 为 29.5° , $C_{2\sim7}$ Cobb角为 18.2° , $C_{2\sim7}$ SVA为 5.8 mm , SA为 8.1° ; (b)(c) 术前CT; (d) 术后10个月X线片, T_1S 为 40.2° , $C_{2\sim7}$ Cobb角为 20.4° , $C_{2\sim7}$ SVA为 18.8 mm , SA为 14.4°

图 1 患者 1,女,58 岁

3 讨论

颈椎病的发生是一个复杂的过程。颈椎间盘脱水变性,继而引起椎间隙的高度下降、颈椎间盘突出,继发椎间隙不稳并最终导致椎体边缘骨质增生,椎管及神经根管狭窄,压迫脊髓或神经根引起相应的临床症状和体征^[4]。颈椎前路椎间融合术是治疗神经根型和脊髓型颈椎病的标准手术方式,可以针对脊髓或者神经根的压迫直接进行减压,对于脊髓型或神经根型颈

椎病具有良好的治疗效果。传统颈椎前路椎间融合术多采用钛板联合 Cage 术,但是由此也引发了一些并发症。钛板对于食管的刺激会引起部分患者术后吞咽困难;对邻近节段椎间隙的刺激会加速邻近节段的退变,引起邻椎病,该病是颈椎前路椎间融合术常见的并发症之一,有报道称该疾病发病率为 26%^[5]。目前认为颈椎前路椎间融合术后邻近节段活动度代偿性增加是造成该并发症的重要原因之一,前路钛板对邻近节

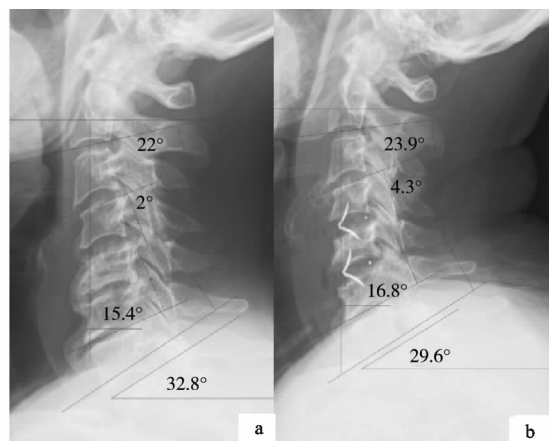


图 2 患者 2, 女, 60 岁
(a) 术前 X 线片, T_1S 为 32.8° , C_{2-7} Cobb 角为 22° , C_{2-7} SVA 为 15.4 mm, SA 为 2° ; (b) 术后 10 个月 X 线片: T_1S 为 29.6° , C_{2-7} Cobb 角为 23.9° , C_{2-7} SVA 为 16.8 mm, SA 为 4.3°

图 2 患者 2, 女, 60 岁

段椎间盘以及前纵韧带的影响也是重要原因之一, ROI-C 零切迹融合器是一种集融合、固定和即刻锁定等众多功能于一体的融合内固定材料。宋燕美等^[6]通过建立有限元模型发现,相较于传统钛板融合内固定, ROI-C 减小了邻近节段椎间盘的压力,对颈椎生理活动度的影响较小,降低了邻近椎间盘发生退变的可能性。同时, ROI-C 融合器系统可以容纳于责任节段的椎间隙中,在椎体前方不会产生切迹,可最大程度避免对食管及其他软组织的损伤,而且 ROI-C 融合器系统手术时间较短,对食管以及软组织的牵拉减少,术后吞咽困难的发生率要明显低于传统的颈椎前路椎间融合术^[7];同时也在最大程度上减少了颈椎前路椎间融合术对于邻近节段的影响,最大程度避免了上述并发症的发生^[8]。

正常的颈椎序列对于保持颈椎生物力学的稳定、维持颈椎矢状位平衡起着至关重要的作用。矢状位平衡对颈椎病治疗效果的影响逐渐引起注意。既往研究表明,颈椎矢状位形态的恢复与重建对于脊髓及神经根功能的恢复起着重要的作用,矢状位形态与脊髓神经功能恢复之间存在相关性^[9-10]。裴帅等^[11]研究发现,颈椎矢状位参数的异常可以作为颈椎退行性疾病及颈椎动态平衡代偿的指标并用于颈椎病的诊断与治疗,同时 Bao 等^[12]发现颈椎矢状位参数 C_{2-7} 矢状面轴向距离、 C_{2-7} Cobb 角与颈椎功能以及患者的临床症状存在较强的相关性,而 Hey 等^[13]发现 T_1S 与颈椎退行性改变存在明显的相关性。

本研究结果提示 T_1S 、 C_{2-7} Cobb 角与手术节段角较术前有所改善, T_1 是颈椎的底座,主要用于评估颈胸段后凸程度,是评价颈椎总体矢状位平衡的重要参数^[14]。有研究者认为 T_1S 是预测颈椎失稳的独立影响因素,过大的 T_1S 可以预测脊髓压迫症状的出现^[15]。本研究结果显示,末次随访时 T_1S 恢复至

$24.71^\circ \pm 6.54^\circ$, 与既往研究中正常人角度接近,说明该治疗方法有助于恢复患者 T_1S 。 C_{2-7} Cobb 角反映颈椎前凸角,该角度降低时,提示颈椎前凸角度缩小,颈部肌肉紧张,以至引起颈肩部疼痛、颈椎活动受限等症状。结果表明 C_{2-7} Cobb 角较术前的 $12.62^\circ \pm 8.22^\circ$ 增加至 $14.24^\circ \pm 7.37^\circ$, 与既往研究具有一致性^[16]。该术式可以起到改善患者颈椎曲度的目的,对于提高临床疗效具有积极意义。与郭雨霞等^[17]的研究结果具有一致性的是患者术后手术节段角改善明显,颈椎前路椎间融合术后手术节段角的增加能够更好的维持颈椎的生理弧度,提高患者的临床疗效^[18]。上述指标表明,该治疗方法可以通过恢复颈椎矢状位参数来间接恢复并维持颈椎矢状位的平衡。

C_{2-7} 矢状面轴向距离数值变化似乎与维持颈椎矢状位平衡存在冲突,末次随访时数值有所增加,但不具有统计学意义。笔者认为有以下几方面原因:1) 该手术方式对于正常范围内的 C_{2-7} 矢状面轴向距离影响较小。研究表明国人 C_{2-7} 矢状面轴向距离的范围维持在 (18.67 ± 7.96) mm^[19], 与术前数值 (18.03 ± 8.21) mm 相近,同时 C_{2-7} 矢状面轴向距离只有超过 40 mm 时才会引起颈椎矢状位失衡,矢状位参数的变化与矢状位平衡之间并不是完全的一对一的关系,同时治疗的核心思想是减压融合,且通过治疗 T_1S 等指标已经有所改善。2) 不同手术节段对于结构也有一定的影响。研究表明除 C_2 、 C_7 椎体外,其他颈椎节段的失衡以及头部重心的改变同样会引起 C_{2-7} 矢状面轴向距离数值的变化。综上所述,颈椎矢状位平衡的维持应该结合多个指标,并不能仅参考其中某一个指标,由此可能造成治疗以及结果评价的机械化^[20]。3) 样本量过小,此次研究涉及的样本量有限,使得结果可能存在一定的误差。相关性结果显示:术前 T_1S 与 C_{2-7} Cobb 角、手术节段角成正的线性相关关系; C_{2-7} Cobb 角与手术节段角成正的线性相关关系。末次随访 T_1S 与 C_{2-7} Cobb 角、 C_{2-7} 矢状面轴向距离、手术节段角以及 C_{2-7} Cobb 角与手术节段角成正线性相关关系。结果表明该治疗方法不仅增强了 T_1S 与 C_{2-7} Cobb 角、手术节段角及 C_{2-7} Cobb 角与手术节段角之间的相关性,同时也恢复了 T_1S 与 C_{2-7} 矢状面轴向距离之间的关系。既往研究提示, T_1S 的变化与 C_{2-7} 矢状面轴向距离的变化存在正的相关关系^[21-22], 与本研究结果具有一致性。可能的原因在于 T_1 作为颈椎的底座,使用椎间融合器将责任节段的椎间隙撑开后,会引起 T_1S 的增加,继而颈椎前倾更加明显,由此引起 C_{2-7} 矢状面轴向距离值的增加^[23]。上述结果表明,该手术方式可以恢复颈椎矢状位参数之间的平衡关系,对于颈椎病的治疗能够起到积极作用。

本研究初步探讨零切迹融合器对双节段颈椎椎间融合术后矢状位参数变化的影响。该手术方式改善了 T_1S 、 $C_{2\sim 7}$ Cobb 角及手术节段角,对于维持矢状位参数之间的联系可以起到积极作用,有助于恢复并维持颈椎矢状位平衡,对双节段颈椎病的治疗能够起到积极作用。但本研究也存在一定的不足之处:1)此次研究仅观察了零切迹融合器对双节段颈椎术后矢状位参数的影响,对于其他手术方式没有起到指导作用,且样本量较少,不具有普遍性;2)此次回顾性研究没有评估术前及末次随访时矢状位参数改变对颈椎功能的影响,未随访患者生活质量是否发生变化。上述不足也是笔者今后临床研究的方向所在,应当将影像学数据的变化与患者自身症状的改变联系起来,增加相关功能评分的随访,更好地指导临床工作。

参考文献

- [1] LEI X W, PENG C, CHEN X, et al. Comparison of three anterior techniques in the surgical treatment of three-level cervical spondylotic myelopathy with intramedullary T_2 -weighted increased signal intensity[J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e842-e852.
- [2] 张知理, 张长春, 周平辉, 等. ROI-C 零切迹颈前路椎间融合内固定系统治疗颈椎病的研究进展[J]. *华北理工大学学报(医学版)*, 2020, 22(3): 241-246.
- [3] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2012: 1981-1982.
- [4] 王志钢, 田纪伟, 汪海滨. 颈前路减压融合手术对颈椎矢状位形态的影响[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(3): 1-3.
- [5] 张磊, 章君鑫, 刘昊, 等. 颈前路 ROI-C 与后路单开门治疗多节段脊髓型颈椎病的对比[J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26(23): 2123-2129.
- [6] 宋燕美, 赵改平, 李鹏祥, 等. ROI-C 椎间融合器植入对颈椎生物力学的影响[J]. *医用生物力学*, 2018, 33(2): 114-120.
- [7] ZHANG Z, LI Y, JIANG W. A comparison of zeroprofile anchored spacer(ROI-C) and plate fixation in 2-level non-contiguous anterior cervical discectomy and fusion-a retrospective study [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2018, 19(1): 119.
- [8] BUCCI M N, OH D, COWAN R S, et al. The ROI-C zero-profile anchored space for anterior cervical discectomy and fusion: biomechanical profile and clinical outcomes [J]. *Med Devices (Auckl)*, 2017, 10: 61-69.
- [9] MOON B J, CHOI K H. Cross-sectional study of neck pain and cervical sagittal alignment in air force pilots[J]. *Aerospace Med Human Perform*, 2015, 86(5): 445-451.
- [10] LEE J S, YOUN M S, SHIN J K, et al. Relationship between cervical sagittal alignment and quality of life in ankylosing spondylitis[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(6): 1199-1203.
- [11] 裴帅, 姜宏, 刘锦涛, 等. 颈椎曲度与颈椎病严重程度相关性的研究进展[J]. *中医正骨*, 2020, 32(3): 35-38.
- [12] BAO H, VARGHESE J, LAFAGE R, et al. Principal radiographic characteristics for cervical spinal deformity: a health-related quality of life analysis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(18): 1375-1382.
- [13] HEY H W D, LAU E T, WONG G C, et al. Cervical alignment variations in different postures and predictors of normal cervical kyphosis: a new understanding [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(21): 1614-1621.
- [14] 曹胜, 孔令伟, 徐昆, 等. 颈椎矢状面序列参数对脊髓型颈椎病患者疼痛、颈椎功能及临床疗效的评估价值[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(3): 419-424.
- [15] MIYAMOTO H, HASHIMOTO K, IKEDA T, et al. Effect of correction surgery for cervical kyphosis on compensatory mechanisms in overall spinopelvic sagittal alignment[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(9): 2380-2385.
- [16] 岳亮, 张莹. 自锁式融合器行前路颈椎融合术治疗脊髓型颈椎病疗效及对颈椎矢状位影像学参数的影响[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(9): 52-55.
- [17] 郭雨霞, 李春根, 柳根哲, 等. 颈椎前路 Hybrid 手术治疗颈椎病的疗效观察[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31(4): 317-323.
- [18] 袁致海, 赵海康, 陈明生, 等. 颈椎前路减压椎间桥形融合器 ROI-C 置入治疗连续双节段脊髓型颈椎病的疗效分析[J]. *广西医科大学学报*, 2017, 34(9): 1372-1374.
- [19] 赵文奎, 于森, 韦峰, 等. 无症状成人颈椎矢状位曲度分析及其与全脊柱矢状位参数的关系[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(3): 231-238.
- [20] BOLCHA M, VACHATA P, SAMES M. Sagittal profile of cervical and whole spine before and after surgery of subaxial cervical spine[J]. *Rozhl Chir*, 2020, 99(2): 57-66.
- [21] 杨胜, 唐超, 钟德君. 150 例健康成人下颈椎矢状位曲度相关影像学参数测量及临床意义[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2020, 38(5): 549-553.
- [22] 曹斌, 左玉强, 康伟峰, 等. 无症状成人不同曲度颈椎矢状面参数相关性分析[J]. *临床骨科杂志*, 2020, 23(4): 461-464.
- [23] 周世博, 赵学千, 袁林, 等. 颈前路椎间盘切除减压融合联合颈椎间盘置换对三节段颈椎病矢状位指标的影响[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2022, 30(9): 47-52.

(收稿日期: 2022-10-16)