

· 临床论著 ·

两种融合固定系统在前入路颈椎减压融合术中的应用

张晨¹, 田纪伟², 于潇¹, 刘小雷¹, 汪海滨¹

1. 南京医科大学第四附属医院骨科, 江苏 南京 210031;

2. 南京医科大学附属明基医院骨科, 江苏 南京 210019

摘要: **目的** 比较前入路颈椎减压融合术(ACDF)应用零切迹自稳型颈椎融合器(ROI-C)与钛板联合融合器固定治疗颈椎病的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2019 年 12 月至 2022 年 10 月在南京医科大学第四附属医院行 ACDF 治疗的退行性颈椎病患者 112 例。其中 63 例采用 ROI-C 系统固定(ROI-C 组), 49 例采用钛板融合器固定(钛板组)。收集两组患者术前和术后第 3 天、1 个月和 12 个月时的颈椎功能障碍指数(NDI), 日本骨科协会(JOA)评分, 标准吞咽功能评价量表(SSA)评分, 颈椎 C₂~C₇ 曲度, 手术节段椎体高度, 融合器下沉情况及其他术后并发症发生情况。**结果** 所有患者手术顺利完成, 术中无严重并发症, 随访 12~20(14.39±1.81) 个月。两组术前 JOA、NDI 和 SSA 评分、颈椎曲度和手术节段椎间隙高度比较差异无统计学意义($P>0.05$)。术后各时间点两组患者颈椎曲度、椎间隙高度、NDI 及 JOA 评分较术前均显著改善($P<0.05$), 术后第 3 天及 1 个月随访时, ROI-C 组 SSA 评分低于钛板组($P<0.05$)。末次随访时, ROI-C 组融合器下沉发生率高于钛板组(23.8% vs 8.2%, $\chi^2=4.790$, $P<0.05$)。**结论** ACDF 中使用两种不同融合器结构均能够颈椎功能及生活质量均有所改善, ROI-C 融合器可降低吞咽功能障碍的发生率, 但融合器下沉率有所上升。

关键词: 颈椎退行性病变; 颈前路减压融合手术; ROI-C 融合器; 钛板融合器; 融合器下沉; 吞咽功能障碍

中图分类号: R681.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2025)02-0261-05

Application of two fusion fixation systems in anterior cervical decompression and fusion surgery

ZHANG Chen*, TIAN Jiwei, YU Xiao, LIU Xiaolei, WANG Haibin

*Department of Orthopedics, The Fourth Affiliated Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210031, China

Corresponding author: WANG Haibin, E-mail: shakesspine@163.com

Abstract: Objective To compare the clinical efficacy of zero notch self stabilizing cervical fusion cage (ROI-C) versus titanium plate-based fusion devices in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) for the treatment of cervical spondylosis. **Methods** A total of 112 patients with degenerative cervical spondylosis who underwent ACDF from December 2019 to October 2022 at the Fourth Affiliated Hospital of Nanjing Medical University were retrospectively analyzed. Among them, 63 cases were fixed with the ROI-C system (ROI-C group), 49 cases were fixed with titanium plate fusion devices (titanium plate group). The cervical dysfunction index (NDI), Japanese Orthopedic Association (JOA) score, Standardized Swallowing Assessment Scale (SSA) score, cervical spine curvature from C₂ to C₇, vertebral height of the operated segments, fusion device subsidence, and the incidence of other postoperative complications were collected from the patients in both groups at the preoperative and postoperative days 3, 1 month, and 12 months. **Results** All patients underwent surgery successfully without any serious complications, and were followed up for 12-20 months, with an average of (14.39 ± 1.81) months. There was no statistically significant difference in preoperative JOA, NDI and SSA scores, cervical curvature and height of intervertebral space at the operated segment between the two groups ($P>0.05$). Cervical curvature, intervertebral space height, NDI and JOA scores were

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2025.02.020

基金项目: 南京市中医药青年人才培养计划 (ZYQ20075)

通信作者: 汪海滨, E-mail: shakesspine@163.com

出版日期: 2025-02-20

significantly improved in both groups at all postoperative time points compared with the preoperative period ($P<0.05$), and SSA scores in the ROI-C group were significantly lower than those in the titanium plate group at the 3-day and 1-month postoperative follow-ups ($P<0.05$). At the last follow-up, the incidence of fusion device subsidence was higher in the ROI-C group than that in the titanium plate group (23.8% vs 8.2%, $\chi^2=4.790$, $P<0.05$). **Conclusion** The use of two different fusion cage structures in ACDF can improve cervical function and quality of life. The ROI-C cervical cage can reduce the incidence of swallowing dysfunction, but the rate of fusion subsidence is increased.

Keywords: Cervical degenerative disease; Anterior cervical decompression and fusion surgery; ROI-C fusion; Titanium plate fusion; Fusion subsidence; Swallowing dysfunction

Fund program: Nanjing Traditional Chinese Medicine Young Talent Cultivation Program (ZYQ20075)

颈椎退变性疾病(cervical degenerative disease, CDD)伴有椎间盘突出、小关节增生、黄韧带肥厚,导致相应节段脊髓及神经根受压缺血,从而产生脊髓、神经根功能障碍,出现相应的症状与体征,严重时可出现瘫痪症状^[1]。前路颈椎减压融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)是治疗需要椎管减压和稳定颈椎的短节段(节段数 ≤ 3) CDD 的标准术式。在 ACDF 中应用的钛板融合器结构可以实现术后颈椎即时稳定,从而改善临床结果^[2]。然而,钛板融合器的使用会导致多种并发症风险升高,如吞咽困难、气管食道损伤、言语不利等^[3]。与传统的钛板融合器结构相比,零切迹自稳型颈椎融合器(ROI-C)具有对软组织损伤小、出血量少、相关并发症少等优点,并在近年来广泛应用于 ACDF 手术^[4-5]。但 ROI-C 在减少了吞咽困难、气管食道损伤等风险的同时似乎导致了椎间融合器下沉发生率上升。而融合器下沉可导致椎间高度降低,破坏脊柱的矢状位平衡,阻止椎间骨性融合,并导致椎孔再狭窄^[6]。目前,融合器下沉对临床结果的影响仍然存在争议。多方面的因素可以导致融合器的下沉,包括过度的终板处理、骨质疏松、融合器大小和融合器材料^[7-9]。本研究对行 ACDF 手术治疗 CDD 患者的病例资料进行回顾分析,探讨 ROI-C 与钛板融合器两种不同植入装置对临床疗效及颈椎影像学参数的影响。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准 纳入标准:(1) 诊断为神经根型、脊髓型或混合型颈椎病,并行保守治疗无效者;(2) 接受 ACDF 手术并使用 ROI-C 融合器或钛板融合器;(3) 影像学资料清晰,摄片姿势标准。排除标准:(1) 非退行性颈椎疾患,包括肿瘤、结核、外伤等;(2) 既往有结缔组织疾病或全身神经肌肉系统疾病等病史;(3) 脊柱手术史;(4) 合并肝、肾、造血系统、内分泌系统等严重原发性疾病及精神病;(5) 临床资

料不完善或随访 <1 年。

1.2 一般资料 回顾分析南京医科大学第四附属医院自 2019 年 12 月至 2022 年 10 月诊断为 CDD 并住院行 ACDF 手术治疗的患者,共 112 例患者纳入本研究。其中男性 47 例,女性 65 例;年龄 38~79(58.05 \pm 9.18)岁;ROI-C 组 63 例,钛板组 49 例。本研究已获得南京医科大学第四附属医院伦理委员会的批准,伦理编号(20240115-K050)。所有患者对研究方案均知情同意,并授权使用临床资料。

1.3 手术方法 所有患者入院后均由同一组医生对患者进行系统性评估并制定手术方案,包括确定手术方式及手术节段,同时积极控制内科疾病。全麻下行 ACDF 手术:患者仰卧位,采用经典的 Robinson 和 Cloward 颈椎前路手术入路和技术。进行广泛的减压,包括去除骨赘、突出的椎间盘和后纵韧带,以实现对脊髓和神经根的充分减压。仔细研磨软骨终板,并保留终板以防止融合器下沉。使用同种异体骨条作为融合填充材料,根据患者自身的选择植入 ROI-C 融合器或钛板融合器。钛板组使用 PEEK Cage(天津正天医疗器械有限公司,12 mm \times 14 mm \times 6 mm)与自攻螺钉固定的颈椎前路钢板一起植入椎间隙。ROI-C 组则使用 ROI-C 融合器(法国 LDR 医疗公司,12 mm \times 14 mm \times 6 mm),在透视引导下,上下椎体分别放置两个锚定芯片。术前常规使用抗生素预防感染,术后予颈托外固定,术后 48~72 h 内,待引流量 <5 mL/d 时拔除颈部负压引流管。拔出引流管后鼓励患者适度下地活动并指导康复训练。

1.4 评价指标 采用日本骨科学会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)颈椎评分、颈椎功能障碍指数评分(Neck Disability Index, NDI)和标准吞咽功能评价量表(Standard Swallowing Assessment, SSA)评价临床结果。

采用岛津 R-30H 型 DR 摄片机行 X 线检查,曝光量为 100 mA/s,频率为 50~60 Hz。拍摄颈椎侧位 X 线片时,研究对象呈标准直立体位,双肩下垂,听鼻

线垂直于 IP 板,投射球管对准 C₄ 椎体水平,X 射线管球和胶片的距离 150 cm。测量以下指标,(1) C₂~C₇ 曲度:C₂ 下终板与 C₇ 下终板之间的 Cobb 角^[10]。(2) 椎间隙高度:融合节段上位椎体上终板与下位椎体下终板之间的距离,分别测量椎体前、后缘高度,取均值作为椎间隙高度。见图 1。根据 Pitzen 等^[11] 标准评估椎间融合情况,即 X 线片上融合节段有骨小梁通过椎间融合器且周围无透亮带。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 23.0 软件处理数据。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用独立样本 *t* 检验;不同时间点数据的比较采用重复测量资料的方差分析及两两比较的 LSD-*t* 检验。计数资料以例 (%) 表示,采用 χ^2 检验、校正 χ^2 检验进行比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

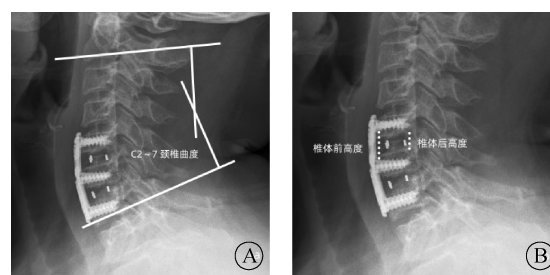
2 结果

2.1 一般资料 纳入的 112 例患者均顺利完成手术,其中 ROI-C 组 63 例,钛板组 49 例。所有患者随访 12~20 (14.39±1.81) 个月。两组患者一般资料比较差异无统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 临床功能评分 在 JOA 和 NDI 评分方面,两组患者在各随访时间点均较术前差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。但各随访时间点两组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。SSA 评分方面,两组患者在各随访时间点的较术前差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。钛板组在术后第 3 天及术后 1 个月时较 ROI-C 组差异

有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2、表 3。

2.3 影像学参数 椎间隙高度方面,钛板组患者在各随访时间点较术前显著增加 ($P < 0.05$),ROI-C 组在术后第 3 天及术后 1 个月时较术前显著增加 ($P < 0.05$)。同时,各随访时间点两组间比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。颈椎曲度方面,两组患者在各随访时间点较术前显著增加 ($P < 0.05$)。同时,各随访时间点两组间比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4。



注:A 为 C₂~C₇ 颈椎曲度;B 为节段椎体高度。

图 1 颈椎影像学参数测量图

Fig. 1 Imaging parameters of cervical spine

表 1 两组患者一般资料比较

Tab. 1 Comparison of general information between two groups

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	病变节段 ^a (例)
ROI-C 组	63	26/37	57.46±9.50	25.73±3.80	24/37/2
钛板组	49	21/28	58.82±8.80	24.73±3.84	19/27/3
χ^2/t 值		0.029	0.774	1.372	0.603
<i>P</i> 值		0.866	0.441	0.173	0.739

注:^a 病变节段为单节段/双节段/三节段。

表 2 两组患者 JOA 和 NDI 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of JOA and NDI scores between two groups (point, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	JOA				NDI			
		术前	术后第 3 天	术后 1 个月	术后 1 年	术前	术后第 3 天	术后 1 个月	术后 1 年
ROI-C 组	63	11.37±2.09	11.65±2.31 ^a	13.37±1.29 ^a	14.92±1.28 ^a	20.11±6.65	17.17±4.73 ^a	11.10±3.61 ^a	8.14±2.76 ^a
钛板组	49	11.49±1.80	11.84±2.12 ^a	13.31±1.25 ^a	15.08±1.15 ^a	19.53±7.65	16.55±5.33 ^a	10.63±3.53 ^a	7.82±2.84 ^a
<i>F/P</i> _{组间} 值		0.132/0.717				0.340/0.561			
<i>F/P</i> _{时间} 值		288.068/<0.001				619.928/<0.001			
<i>F/P</i> _{交互} 值		0.328/0.662				0.094/0.816			

注:与术前比较,^a $P < 0.05$ 。

表 3 两组患者 SSA 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Comparison of SSA scores between two groups (point, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	SSA			
		术前	术后第 3 天	术后 1 个月	术后 1 年
ROI-C 组	63	18.90±0.93	20.87±1.65 ^{ab}	19.94±1.41 ^{ab}	18.98±0.94 ^a
钛板组	49	18.82±0.86	22.94±1.55 ^a	20.59±1.69 ^a	19.08±1.15 ^a
<i>F/P</i> _{组间} 值		10.466/0.002			
<i>F/P</i> _{时间} 值		337.915/<0.001			
<i>F/P</i> _{交互} 值		40.578/<0.001			

注:与术前比较,^a $P < 0.05$;与钛板组比较,^b $P < 0.05$ 。

2.4 并发症 (1) 两组患者术后均未出现脑脊液漏、气管食管损伤、皮下血肿等并发症。术后第 3 天拍摄 X 线片均未观察到椎间融合器下沉。在末次随访时,ROI-C 组有 15 例患者发现融合器下沉,其中单节段 3 例,双节段 10 例,三节段 2 例。钛板组共 4 例患者发现融合器下沉,其中双节段 2 例,三节段 2 例,无单节段,两组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。(2) 两组术后均出现吞咽功能障碍,多表现为吞咽时疼痛、异物感及大口吞咽困难,给予雾化吸入等对症

治疗,症状可逐渐缓解。术后 1 个月随访时,ROI-C 组仍有 2 例患者存在轻度吞咽功能障碍,钛板组有 7 例,两组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。末次随访时,均无明显吞咽功能障碍。(3) 术后 ROI-C 组和钛板组分别有 4 例、3 例患者出现声音嘶哑,均涉

及 C₅、C₆ 椎体的融合,术后 1 个月均获得康复,考虑为术中牵拉刺激喉返神经。两组术后声音嘶哑发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。(4) 末次随访时,通过影像学检查发现两组邻近节段退变的发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

表 4 两组患者影像学参数比较 ($\bar{x}\pm s$)
Tab. 4 Comparison of SSA scores between two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	颈椎曲度(°)				椎间隙高度(mm)			
		术前	术后第 3 天	术后 1 个月	术后 1 年	术前	术后第 3 天	术后 1 个月	术后 1 年
ROI-C 组	63	15.96±1.01	18.37±1.04 ^a	16.95±0.97 ^a	16.22±1.06 ^a	4.85±0.80	7.07±1.15 ^a	6.58±1.15 ^a	5.73±1.34
钛板组	49	15.98±1.17	18.50±0.97 ^a	16.70±1.00 ^a	16.61±1.08 ^a	4.57±0.76	6.66±1.18 ^a	6.16±1.24 ^a	5.25±1.33 ^a
F/P _{组间} 值		0.294/0.589				0.593/0.443			
F/P _{时间} 值		170.035/<0.001				235.401/<0.001			
F/P _{交互} 值		2.620/0.073				5.820/0.006			

注:与术前比较,^a $P<0.05$ 。

表 5 两组患者并发症比较 [例(%)]
Tab. 5 Comparison of complications between two groups [case(%)]

组别	例数	末次随访时融合器下沉	术后 1 个月吞咽困难	术后声音嘶哑	末次随访时邻椎病
ROI-C 组	63	15(23.8)	2(3.2)	4(6.3)	7(11.1)
钛板组	49	4(8.2)	7(16.3)	3(6.1)	5(10.2)
χ^2 值		4.790	4.357	0.119	0.024
P 值		0.029	0.037	0.731	0.878

3 讨论

ACDF 作为治疗颈椎退行性疾病的标准术式,能够对受压颈脊髓神经根进行充分的减压^[12-13]。在最后一次随访时,两组患者所有的神经症状都得到了明显的缓解,两组之间不同时间节点的 JOA 及 NDI 评分差异无统计学意义,说明两种融合方式均可有效治疗颈椎退行性疾病。本研究结果显示,两种术式对吞咽功能均有一定的影响,表现为术后 SSA 评分的上升。术后各随访节点 SSA 评分两两比较的结果提示,钛板融合器结构术后短期内对于吞咽功能的影响较为明显。虽然大部分患者在末次随访时吞咽功能基本与术前相当,但仍有个别患者不能完全康复。多种因素可以造成术后吞咽困难,包括有全麻插管对咽部及食道的刺激、较大范围的软组织剥离导致软组织粘连以及钛板的直接压迫作用。有研究指出,使用更薄的钛板可以显著降低术后吞咽困难的风险^[14]。

充分的减压、矢状位重建及融合的稳定是决定 ACDF 疗效的关键因素。两种融合方式均能较好地改善颈椎曲度及椎间隙高度。术后 1 年随访时,颈椎曲度及椎间隙高度均较术后降低,但两组数据并没有表现出差异性,推测与术后融合器沉降相关。目前,对于融合器下沉的诊断标准尚无明确的结论。

Corniola 等^[15]将末次随访时椎间盘高度较术后即刻椎间盘高度下降 ≥ 3 mm 定义为融合器下沉。Pinter 等^[16]则将手术节段的椎间盘高度下降 ≤ 2 mm 定义为轻度下沉,高度下降 2~4 mm 为中度下沉, ≥ 4 mm 为重度下沉。Maccormick 等^[17]研究显示,颈前路减压融合术后约有 91% 的手术节段出现融合器轻微下沉(< 2 mm),但该部分患者并没有因此进行翻修手术。这一现象可能是由融合过程中融合器与终板之间骨吸收与骨重塑所致的自然进程^[18]。然而,较大程度的融合器下沉会导致融合节段高度丢失,进而导致颈椎后凸畸形及稳定性破坏。对于零切迹融合器与钛板融合器的生物力学分析显示:钛板融合器结构的应力主要集中于前方钛板,而零切迹结构的应力主要由融合器和螺钉承担,特别是在融合器、螺钉、椎体三者接触界面上,这也就导致了椎体中部轴向应力集中,椎体更易发生塌陷^[19]。这或许可以解释 ROI-C 组融合器下沉发生率更高的问题。

本研究仍存在一定局限性:(1) 本研究设置的终末观察节点最长为 1 年,病例最长随访时间为 20 个月,无法对更远期结果进行判断,包括邻椎病的发生及远期沉降情况等,后续可以继续延长观测时间,观测两种不同 ACDF 术后 5~10 年的远期效果;(2) 本研究仍有部分数据未纳入研究,包括骨密度、骨性融合时间等;(3) 本研究随访时采用颈椎正侧位摄片,对于数据的测量较 CT 检查可能存在误差,可进一步增加 CT 检查。

综上所述,不论是使用 ROI-C 融合器亦或使用钛板融合器,ACDF 手术均能获得良好的临床结果、改善颈椎矢状位参数及重建颈椎稳定性。但是,ROI-C 融合器在降低了钛板结构对吞咽功能的影响的同

时提高了融合器下沉的发生率。因此,在选择手术融合方式时仍需多方面考虑。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Theodore N. Degenerative cervical spondylosis[J]. N Engl J Med, 2020, 383(2): 159-168.
- [2] Zavras A, Siyaji Z, Piracha A, et al. Standalone cages vs cage and plate constructs for primary one- and two-level anterior cervical discectomy and fusion; a prospective randomized controlled trial[J]. Spine J, 2021, 21(9): S119.
- [3] Tang L, Liu XM, Lu YH, et al. Clinical and imaging outcomes of self-locking stand-alone cages and anterior cage-with-plate in three-level anterior cervical discectomy and fusion: a retrospective comparative study[J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18(1): 276.
- [4] He SJ, Zhou ZZ, Shao XF, et al. Comparing the bridge-type zero-profile anchored spacer (ROI-C) interbody fusion cage system and anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) with plating and cage system in cervical spondylotic myelopathy[J]. Orthop Surg, 2022, 14(6): 1100-1108.
- [5] 孙中仪,杨宁涛,田纪伟.采用前路自锁式自稳型零切迹颈椎融合器治疗连续双节段脊髓型颈椎病的临床效果[J].骨科临床与研究杂志,2022,7(2):74-79.
- [6] Kast E, Derakhshani S, Bothmann M, et al. Subsidence after anterior cervical inter-body fusion. A randomized prospective clinical trial[J]. Neurosurg Rev, 2009, 32(2): 207-214;discussion214.
- [7] Igarashi H, Hoshino M, Omori K, et al. Factors influencing interbody cage subsidence following anterior cervical discectomy and fusion[J]. Clin Spine Surg, 2019, 32(7): 297-302.
- [8] Tomé-Bermejo F, Álvarez-Galovich L, Piñera-Parrilla ÁR, et al. Anterior 1-2 level cervical corpectomy and fusion for degenerative cervical disease; a retrospective study with lordotic porous tantalum cages. long-term changes in sagittal alignment and their clinical and radiological implications after cage subsidence[J]. Int J Spine Surg, 2022, 16(2): 222-232.
- [9] Tomé-Bermejo F, Morales-Valencia JA, Moreno-Pérez J, et al. Degenerative cervical disc disease: long-term changes in sagittal alignment and their clinical implications after cervical interbody fusion cage subsidence; a prospective study with standalone lordotic tantalum cages[J]. Clin Spine Surg, 2017, 30(5): E648-E655.
- [10] Nakamura N, Inaba Y, Oba M, et al. Novel 2 radiographical measurements for atlantoaxial instability in children with Down syndrome [J]. Spine, 2014, 39(26): E1566-E1574.
- [11] Pitzen TR, Chrobok J, Stulik J, et al. Implant complications, fusion, loss of lordosis, and outcome after anterior cervical plating with dynamic or rigid plates; two-year results of a multi-centric, randomized, controlled study[J]. Spine, 2009, 34(7): 641-646.
- [12] Emami A, Coban D, Changoor S, et al. Comparing mid-term outcomes between ACDF and minimally invasive posterior cervical foraminotomy in the treatment of cervical radiculopathy[J]. Spine, 2022, 47(4): 324-330.
- [13] 方威,徐士刚,刘刚.两种颈椎前路融合术治疗双节段脊髓型颈椎病的临床疗效与影像学分析[J].中国临床研究,2024,37(5):739-742,750.
- [14] Chen YY, Chen HJ, Cao P, et al. Anterior cervical interbody fusion with the Zero-P spacer: mid-term results of two-level fusion[J]. Eur Spine J, 2015, 24(8): 1666-1672.
- [15] Corniola MV, Jägersberg M, Stienen MN, et al. Complete cage migration/subsidence into the adjacent vertebral body after posterior lumbar interbody fusion [J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(3): 597-598.
- [16] Pinter ZW, Reed R, Townsley SE, et al. Titanium cervical cage subsidence: postoperative computed tomography analysis defining incidence and associated risk factors[J]. Global Spine J, 2023, 13(7): 1703-1715.
- [17] Maccormick AP, Sharma H. Analysis of the variables affecting the incidence, location, and severity of cage subsidence following anterior cervical discectomy and fusion operation [J]. Int J Spine Surg, 2020, 14(6): 896-900.
- [18] Zhang JD, Poffyn B, Sys G, et al. Are stand-alone cages sufficient for anterior lumbar interbody fusion? [J]. Orthop Surg, 2012, 4(1): 11-14.
- [19] 林宏衡,方志超,梁梓杨,等.双节段颈椎前路椎间盘切除融合术应用零切迹系统或钢板联合融合器固定后颈椎生物力学变化的三维有限元研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2023,33(2):148-154,162.

收稿日期:2024-03-11 修回日期:2024-04-05 编辑:李方