

· 论 著 ·

# 颈前路零切迹椎间融合系统与钛板系统 治疗单节段颈椎病的疗效比较

陈文恒, 郭团茂, 刘强, 曹伟宁, 行艳丽

咸阳市中心医院骨二科, 陕西 咸阳 712000

**摘要:** **目的** 分析颈前路椎间盘切除植骨融合术(ACDF)中使用零切迹(Zero-Profile, Zero-P)颈椎自锁融合器系统或传统融合器联合钛板固定系统治疗退行性颈椎病的临床疗效。**方法** 回顾性分析 2012 年 10 月至 2015 年 3 月因单节段颈椎病在咸阳市中心医院行 ACDF 术的 45 例患者的临床资料。45 例中, 21 例患者(男 12 例, 女 9 例)行颈前路 Zero-P 自锁椎间融合术(Zero-P 组); 24 例患者(男 11 例, 女 13 例)行颈前路常规椎间融合器钛板固定术(钛板组)。分别记录两组患者手术时间、术中失血量、术后吞咽困难发生率; 在术前和术后随访时分别进行视觉模拟评分法(VAS)评分、脊椎功能障碍指数(NDI)、日本骨科学会(JOA)颈髓功能评分及颈椎 Cobb 角测量。**结果** Zero-P 组和钛板组分别随访(27.1 ± 6.7)个月和(25.6 ± 8.2)个月。Zero-P 组手术时间[(123.0 ± 15.1) min vs (151.0 ± 23.7) min,  $P < 0.05$ ]和术中出血量均低于钛板组[(72.0 ± 10.1) ml vs (102.0 ± 13.9) ml,  $P < 0.05$ ]。术后 1 周中重度吞咽困难发生率 Zero-P 组与钛板组相当(4.8% vs 12.5%,  $P > 0.05$ )。术后 3 个月两组患者的 VAS 评分、NDI 指数、JOA 评分、Cobb 角均显著优于术前( $P$  均  $< 0.05$ ), 各时间点 VAS 评分、NDI 指数、Cobb 角两组间比较差异无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ ); 末次随访时 Zero-P 组 JOA 评分优于术后 3 个月( $P < 0.05$ ), 且 Zero-P 组优于钛板组( $P < 0.05$ )。术后 6 个月随访, 两组患者 X 线片示均发生骨性融合, 未出现钛板、螺钉松动或断裂、植骨塌陷等并发症。**结论** 在 ACDF 术中使用 Zero-P 自锁椎间融合器较传统融合器联合钛板固定安全性更好, 对机体损伤更小, 远期在恢复颈髓功能方面的疗效一定程度上更优。能否降低术后吞咽不适发生率, 尚需扩大样本量进一步观察。

**关键词:** 颈前路; 椎间盘切除植骨融合术; 退行性颈椎病, 单节段; 零切迹颈椎融合器; 传统融合器; 钛板固定系统; 吞咽困难

中图分类号: R 687.3 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2017)10-1319-05

## Curative comparison of Zero-Profile anterior cervical interbody fusion system and anterior titanium plate system in the treatment of single segmental cervical spondylosis

CHEN Wen-heng, GUO Tuan-mao, LIU Qiang, CAO Wei-ning, XING Yan-li

Second Department of Orthopaedics, Xianyang Central Hospital, Xianyang, Shanxi 712000, China

Corresponding author: LIU Qiang, E-mail: 1054560810@qq.com

**Abstract: Objective** To compare the clinical efficacy of Zero-Profile (Zero-P) cervical vertebra self-locking fusion cage system and traditional fusion cage with titanium plate fixation system by anterior cervical approach in anterior cervical discectomy and bone graft fusion (ACDF) for the treatment of degenerative cervical spondylosis. **Methods** Forty-five patients undergoing ACDF due to single segmental cervical spondylosis between October 2012 and March 2015 were retrospectively studied and divided into Zero-P group (12 male, 9 female) and titanium plate group (11 male, 13 female). Anterior cervical approach Zero-P vertebra self-locking fusion operation was performed in Zero-P group, and anterior cervical approach routine intervertebral fusion cages titanium plate fixation was performed in titanium plate group. The operative time, blood loss, and incidence of postoperative dysphagia were recorded, and visual analogue scale (VAS), neck

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2017.10.006

**基金项目:** 陕西省自然科学基金面上项目(2014JM4115); 陕西省卫生计生科基金项目(2016D071); 陕西省中医药管理局中医药科研课题(13-LC101); 咸阳市科技局社会发展项目(2016K02-99); 咸阳市中心医院 2017 年科研创新基金项目(2017-07)

**通讯作者:** 刘强, E-mail: 1054560810@qq.com

disability index (NDI), Japanese Orthopedics Association (JOA) Score for cervical spinal cord function were used to evaluate before operation and follow-up period after operation in two groups. Cobb angle of cervical vertebra was measured also. **Results** The patients in Zero-P group and titanium plate group were followed up for  $(27.1 \pm 6.7)$  months and  $(25.6 \pm 8.2)$  months, respectively. The operative time and intraoperative blood loss in Zero-P group were significantly lower than those in titanium plate group [ $(123.0 \pm 15.1)$  min vs  $(151.0 \pm 23.7)$  min;  $(72.0 \pm 10.1)$  ml vs  $(102.0 \pm 13.9)$  ml; all  $P < 0.05$ ]. There was no significant difference in the incidence of severe dysphagia one week after operation between Zero-P group and titanium plate group (4.8% vs 12.5%,  $P > 0.05$ ). VAS score, NDI, JOA score and Cobb angle three months after operation were significantly superior to pre-operation in both two groups (all  $P < 0.05$ ), and there was no significant difference in VAS score, NDI and Cobb angle at each time point between two groups (all  $P > 0.05$ ). JOA score at the last follow-up was significantly superior to that at 3-month after operation in Zero-P group ( $P < 0.05$ ), and was significantly superior to that in titanium plate group ( $P < 0.05$ ). X-ray showed that bony fusion occurred in both two groups, and no complications (such as loosening, breaking of titanium plate, screws, collapse of bone graft) occurred during 6-months follow-up after operation. **Conclusions** Compared with traditional fusion cages combined with titanium plate fixation, Zero-P self-locking fusion cage has the advantages of better security, less damage to the body and better long term efficacy for the recovery of cervical spinal cord function in ACDF operation, but it needs to be further observed by expanding sample size that whether it can reduce the incidence of postoperative dysphagia.

**Key words:** Anterior cervical approach; Discectomy and bone graft fusion; Degenerative cervical spondylosis, single segment; Zero-Profile cervical fusion cage; Traditional fusion cage; Titanium plate fixation system; Dysphagia

自上世纪 50 年代,国外研究者首次应用颈前路椎间盘切除植骨融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 治疗颈椎病以来,经过几十年的临床实践证明,该术式具有很好的有效性和安全性,已成为手术治疗退行性颈椎病的标准术式之一。在临床应用中,常通过手术摘除病变椎间盘,通过向椎间隙植骨或植入融合器 (Cage) 来恢复椎体高度和重建颈椎正常曲度,从而改善颈椎功能。同时还需在椎体前方放置钛板,以增加颈椎的生物力学稳定性,提高相邻椎体的融合率。然而在椎体前方放置钛板也带来一系列问题,如放置过程中对组织的广泛剥离、颈前软组织损伤、术后吞咽不适及邻近节段加速退变等并发症<sup>[1]</sup>。因此,为了减少放置钛板带来的并发症,零切迹 (Zero-Profile, Zero-P) 颈椎融合器逐渐运用于临床。生物力学实验表明,Zero-P 椎间融合器可提供良好的颈椎稳定性,具有和前路钛板相似的生物力学效果<sup>[2]</sup>,然而在临床实践中,Zero-P 颈椎融合器能否降低 ACDF 术后并发症的发生率尚存在一定争议<sup>[3-4]</sup>。本研究采用回顾性研究方法,比较颈椎前路 Zero-P 融合器系统和传统融合器联合钛板固定系统治疗退行性单节段颈椎病的临床效果。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2012 年 10 月至 2015 年 3 月因单节段颈椎病在我院行 ACDF 术的 45 例患者的临床资料。纳入标准:有根性或髓性病变的临床表现,如上肢放射痛及麻木、四肢肌力减退、病理反射

等;X 线片、CT 平扫及 MRI 等影像学检查提示有退行性颈椎病的相关表现,如椎间盘突出、椎体骨刺或骨赘的形成、椎管狭窄、神经根或颈髓受压,且影像学表现与临床症状相符合;经 6 个月以上正规保守治疗,症状无缓解或加重。排除标准:多节段受累的退行性颈椎病;伴有后纵韧带骨化症;既往有颈椎手术、感染、肿瘤等病史。所有患者手术操作均由同一医师主刀完成。行颈前路椎间 Zero-P 自锁融合术的患者 21 例 (Zero-P 组),男性 12 例,女性 9 例;诊断为脊髓型颈椎病 9 例,神经根型颈椎病 8 例,混合型颈椎病 4 例;手术节段为  $C_{3-4}$  2 例,  $C_{4-5}$  9 例,  $C_{5-6}$  7 例,  $C_{6-7}$  3 例。行颈前路椎间常规融合器钛板固定术患者 24 例 (钛板组),男性 11 例,女性 13 例;诊断为脊髓型颈椎病 10 例,神经根型颈椎病 9 例,混合型颈椎病 5 例;手术节段为  $C_{3-4}$  2 例,  $C_{4-5}$  10 例,  $C_{5-6}$  8 例,  $C_{6-7}$  4 例。本研究方案经本院医学伦理委员会批准,所有受试者对试验方案均知情同意。

1.2 手术方法 采取全身麻醉,患者麻醉满意后取仰卧位,颈肩部垫枕,使头稍后仰。颈部常规消毒铺巾,在病变节段右侧取横切口,切开皮下组织及颈阔肌,钝性分离血管鞘与内脏鞘进入椎前间隙,C 臂 X 线机透视定位手术节段,切除前纵韧带及邻近软组织,显露病变椎间隙。在撑开器撑开椎间隙后,切除椎间盘、上下终板软骨以及椎体后缘骨赘,彻底解除受压的脊髓和神经根。Zero-P 组:根据处理好的责任椎间隙的宽度和高度,选择大小合适的 Zero-P 椎间融合器,采用自体骨和人工混合骨填充并压实 Zero-P,

表 1 两组患者一般资料和手术部分参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	男/女(例)	年龄(岁)	体重(kg)	身高(cm)	手术时间(min)	术中出血量(ml)
Zero-P 组	21	12/9	50.7 ± 12.5	60.9 ± 9.7	165.1 ± 10.1	123.0 ± 15.1	72.0 ± 10.1
钛板组	24	11/13	53.4 ± 11.7	61.5 ± 10.3	168.0 ± 8.9	151.0 ± 23.7	102.0 ± 13.9
P 值		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05

然后置入椎间隙中,经 C 臂 X 线机透视并确认位置良好。选择长度合适的螺钉,沿孔道在上下椎体拧入螺钉。反复冲洗切口,留置引流管,逐层缝合。钛板组:使用 Cage 试模测量椎间隙的宽度和长度,选择大小合适的 Cage,使用自体骨和人工骨填充并压实 Cage,置入处理好的椎间隙中,经 C 臂 X 线机透视位置良好。选取长度合适的钛板置于上下椎体前缘,螺钉固定。反复冲洗切口,留置引流管,逐层缝合。所有患者术后 3 d 下床活动,活动时佩戴头颈胸支具,术后 12 周复查 X 线片,见内固定稳妥后可去除支具。

1.3 疗效评价 记录患者的一般病历资料,包括性别、年龄、身高、体重、临床诊断及手术节段。同时记录手术时间、术中失血量、术后并发症发生率等数据。在术前和术后随访时分别进行视觉模拟评分法(VAS)评分、颈椎功能障碍指数(neck disability index, NDI)、日本骨科学会评分(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评定及影像学检查。VAS 评分高、NDI 高表示疼痛和功能障碍程度重;JOA 评分是评价颈髓功能,分值由 0 ~ 17 分,表示功能由差到好。根据 Bazaz 等<sup>[5]</sup>的标准将术后吞咽困难分为:无、轻度、中度、重度四个等级。随访以颈椎正侧位 X 线片评估椎体融合情况,并测量颈椎 Cobb 角。

1.4 统计学处理 所有数据均使用 SPSS20.0 软件进行统计学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, VAS 评分、JOA 评分、NDI 指数、Cobb 角及年龄、身高、体重、手术时间、术中出血量等数据的不同时点比较及组间比较采用重复测量资料两因素方差分析,两两比较采用 LSD-*t* 检验;计数资料以频数和百分率表示,比较使用  $\chi^2$  检验或校正  $\chi^2$  检验;等级资料比较采用秩和检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组一般资料比较 Zero-P 组患者年龄(50.7

± 12.5) 岁, 体重(60.9 ± 9.7) kg, 身高(165.1 ± 10.1) cm; 钛板组患者年龄(53.4 ± 11.7) 岁, 体重(61.5 ± 10.3) kg, 身高(168.0 ± 8.9) cm。两组患者一般资料比较差异无统计学意义( $P$  均 > 0.05)。见表 1。Zero-P 组随访时间 18 ~ 47(27.1 ± 6.7) 个月; 钛板组随访时间为 19 ~ 45(25.6 ± 8.2) 个月。

2.2 两组手术相关参数及术后并发症比较 Zero-P 组的手术时间、术中出血量均少于钛板组, 差异有统计学意义( $P$  均 < 0.05)。见表 1。围术期两组患者均未出现切口血肿感染等并发症。术后 1 周内, Zero-P 组出现 3 例吞咽困难, 其中中重度 1 例(4.8%); 钛板组有 7 例发生吞咽困难, 中重度 3 例(12.5%), 两组吞咽困难发生情况比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。术后 6 个月随访, 两组患者 X 线片显示均发生骨性融合, 未出现钛板、螺钉松动或断裂、植骨塌陷等并发症。

2.3 两组临床效果评价情况比较 术后 3 个月两组患者的 VAS 评分、NDI 指数均显著低于术前, JOA 评分、Cobb 角均显著高于术前( $P$  均 < 0.05); 各时间点 VAS 评分、NDI 指数、Cobb 角两组间比较差异无统计学意义( $P$  均 > 0.05); 末次随访时 Zero-P 组 JOA 评分高于术后 3 个月( $P < 0.05$ ), 且 Zero-P 组高于钛板组( $P < 0.05$ )。见表 3。

2.4 典型病例影像学 图 1、图 2 分别为一例男性 77 岁 C<sub>5-6</sub> 颈椎病行 Zero-P 椎间融合器治疗患者和一例男性 72 岁 C<sub>5-6</sub> 颈椎病行颈前路钛板治疗患者术前后的影像资料。

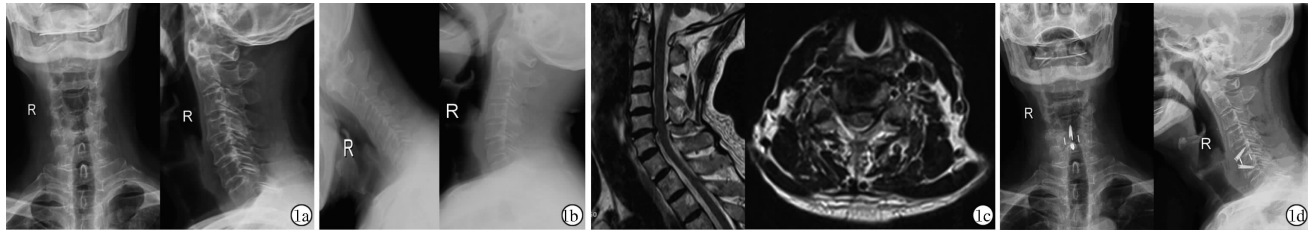
表 2 两组患者术后 1 周吞咽困难发生情况比较 例(%)

组别	例数	术后 1 周吞咽困难			
		无	轻度	中度	重度
Zero-P 组	21	18(85.7)	2(9.5)	1(4.8)	0
钛板组	24	17(70.8)	4(16.7)	2(8.3)	1(4.2)
P 值		>0.05			

表 3 两组患者手术前后不同时点各评价指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	Zero-P 组( $n=21$ )			钛板组( $n=24$ )		
	术前	术后 3 个月	末次随访	术前	术后 3 个月	末次随访
VAS 评分	7.6 ± 2.1	2.1 ± 0.7*	1.8 ± 0.9*	7.9 ± 2.4	1.9 ± 0.8*	1.7 ± 0.4*
NDI(%)	37.2 ± 11.4	21.7 ± 9.3*	19.9 ± 10.2*	39.4 ± 13.1	23.1 ± 11.3*	20.5 ± 8.3*
JOA 评分	9.1 ± 2.5	12.2 ± 1.9*	15.2 ± 2.3** <sup>△</sup>	8.9 ± 1.9	12.9 ± 2.8*	13.1 ± 2.3*
Cobb 角(°)	8.1 ± 3.9	15.6 ± 4.3*	16.2 ± 3.7*	8.4 ± 5.1	14.8 ± 3.9*	15.9 ± 4.1*

注:与本组术前比较, \* $P < 0.05$ ;与钛板组比较, # $P < 0.05$ ;与术后 3 个月比较, <sup>△</sup> $P < 0.05$ 。



注:1a:术前正侧位 X 线片示 C<sub>5-6</sub> 椎间隙变窄;1b:术前动力位 X 线片示 C<sub>5-6</sub> 无失稳;1c:术前 MRI 示 C<sub>5-6</sub> 椎间盘突出,硬膜囊受压;1d:术后 X 线片示 C<sub>5-6</sub> Zero-P 融合器固定稳妥。

图 1 一例男性 77 岁 C<sub>5-6</sub> 颈椎病行 Zero-P 椎间融合器治疗患者术前术后影像资料



注:2a:术前正侧位 X 线片示 C<sub>5-6</sub> 椎间隙变窄;2b:术前动力位 X 线片示 C<sub>5-6</sub> 无失稳;2c:术前 MRI 示 C<sub>5-6</sub> 椎间盘突出,硬膜囊受压,椎体终板炎改变;2d:术后 X 线片示 C<sub>5-6</sub> 前路 Cage 钛板固定稳妥。

图 2 一例男性 72 岁 C<sub>5-6</sub> 颈椎病行颈前路钛板治疗患者术前术后影像资料

### 3 讨论

ACDF 术通过切除病变的椎间盘和骨赘等病理结构,解除病变组织对颈髓或神经根的压迫,进而通过自体髂骨植骨或放置 Cage 来重建椎体高度以及恢复正常生理曲度。由于使用自体髂骨植骨易造成取骨区域出现感染、血肿等并发症,因此自体髂骨植骨逐渐被 Cage 植骨所取代。然而单纯的 Cage 植骨无法维持颈椎的生物力学稳定性,尤其在抗牵张稳定性上表现较差,术后易出现 Cage 的松动、沉降或移位,椎体间未骨性融合从而导致椎间高度丢失及颈椎后凸畸形<sup>[6]</sup>。因此在 ACDF 术中常需在椎体前方放置钛板,其通过提高颈椎的生物力学稳定性,增加椎体间骨性融合率,从而减少 Cage 沉降或移位、假关节形成、颈椎失稳滑脱等并发症<sup>[7-8]</sup>。

随着颈前路钛板在 ACDF 手术中的广泛应用,许多学者发现内固定失效、吞咽困难、邻近节段退变等问题越来越多。研究表明使用钛板的 ACDF 术后吞咽不适的发生率在 2%~67% 之间,其中大部分病例吞咽困难的症状多在 3 月内消失,但仍有 12.5%~35.1% 的病例吞咽困难症状的持续时间较长<sup>[5]</sup>。目前研究认为放置钛板过程中对组织的广泛剥离、钛板对食管及周围软组织的压迫刺激以及血肿形成等因素是导致吞咽不适的可能原因<sup>[9]</sup>。为了解决钛板引发的问题,人们研发了 Zero-P 椎间自锁融合器并应用到临床中。Zero-P 椎间融合器可完全植入椎间隙中从而避免其对周围软组织及食管的刺激,理论上来说可减少术后吞咽不适的发生率;其次 Zero-P 椎间

融合器将 Cage 和内固定装置结合在一起,可以提高颈椎的生物力学稳定性<sup>[10-12]</sup>。Scholz 等<sup>[13]</sup>将 Zero-P 系统与钛板固定系统术后患者的影像学指标进行对比,结果表明 Zero-P 椎间融合系统的生物力学稳定性与前路钛板系统相似。本研究显示,术后 1 周钛板组出现中重度吞咽不适 3 例(12.5%),稍高于 Zero-P 组的 4.8%,提示在 ACDF 术中使用 Zero-P 椎间融合器有降低术后吞咽不适发生率的可能,但尚需扩大样本量进一步观察。同时,随访 6 个月时两组患者椎体间均发生骨性融合,未出现钛板、螺钉松动或断裂, Cage 下沉移位,椎体失稳滑脱等并发症,结果也表明 Zero-P 椎间融合器可提供良好的颈椎生物力学稳定性。

Alimi 等<sup>[14]</sup>采用颈髓功能 Nurick 评分和 JOA 评分对比 Zero-P 融合器与前路钛板的疗效,结果显示 Zero-P 融合器术后 Nurick 评分和 JOA 评分均优于术前,而前路钛板组术后 Nurick 评分较术前无明显改善。在本研究中,Zero-P 组和钛板组术后 3 个月的 VAS 评分、NDI 指数均显著低于术前,两组之间无统计学差异;两组术后 3 个月的 JOA 评分均显著优于术前,末次随访时 Zero-P 组的 JOA 评分优于钛板组。以上研究结果表明,ACDF 术中使用 Zero-P 椎间融合器的远期颈髓功能恢复方面在一定程度上优于钛板和 Cage。研究结果中两组颈椎 Cobb 角均较治疗前有明显改善,但两组相当,表明 Zero-P 椎间融合器在改善颈椎曲度上具有和前路钛板类似的效果,与 Vanek 等<sup>[15]</sup>的研究结果类似。颈前路钛板固定的 ACDF 术,常需更广泛的剥离椎前软组织,以利于钛

板的安装,而 Zero-P 椎间融合器只安装在椎间隙内,无需广泛剥离组织<sup>[16]</sup>。本研究中,Zero-P 组的手术时间、术中失血量均显著低于钛板组,也证明了在 ACDF 术中使用 Zero-P 椎间融合器的对机体损伤更小,安全性更高。

综上所述,与 ACDF 术中使用传统 Cage 融合钛板固定相比,Zero-P 椎间融合器的安全性更好,对机体损伤更小,表现在远期颈髓功能恢复方面在一定程度上优于传统钛板。因此我们认为 Zero-P 椎间融合器是安全、有效、可靠的。但在术后临床疗效评估中,两组间的大部分评价指标无明显差异,因此 Zero-P 椎间融合器的远期疗效与传统钛板相比究竟如何,尚需要更大样本和更长随访时间的进一步研究。

### 参考文献

- [1] Hofstetter CP, Kesavabhotla K, Boockvar JA. Zero-profile anchored spacer reduces rate of dysphagia compared with ACDF with anterior plating[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(5): E284 - E290.
- [2] Schöllhorn B, Bürki A, Stahl C, et al. Comparison of the biomechanical properties of a ventral cervical intervertebral anchored fusion device with locking plate fixation applied to cadaveric canine cervical spines[J]. *Vet Surg*, 2013, 42(7): 825 - 831.
- [3] Nemoto O, Kitada A, Naitou S, et al. Stand-alone anchored cage versus cage with plating for single-level anterior cervical discectomy and fusion: a prospective, randomized, controlled study with a 2-year follow-up[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2015, 25 Suppl 1: S127 - S134.
- [4] 张海参, 史吉胜, 黄砖枝, 等. 前路减压 Zero-P 椎间融合器治疗颈椎病的疗效[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24(23): 2119 - 2124.
- [5] Bazaz R, Lee MJ, Yoo JU. Incidence of dysphagia after anterior cervical spine surgery: a prospective study[J]. *Spine*, 2002, 27(22): 2453 - 2458.
- [6] Moon HJ, Kim JH, Kim JH, et al. The effects of anterior cervical discectomy and fusion with stand-alone cages at two contiguous levels on cervical alignment and outcomes[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2011, 153(3): 559 - 565.
- [7] Xing D, Ma XL, Ma JX, et al. A meta-analysis of cervical arthroplasty compared to anterior cervical discectomy and fusion for single-level cervical disc disease[J]. *J Clin Neurosci*, 2013, 20(7): 970 - 978.
- [8] Cole T, Veeravagu A, Zhang M, et al. Surgeon procedure volume and complication rates in anterior cervical discectomy and fusions: analysis of a national longitudinal database[J]. *Clin Spine Surg*, 2014, 14(11): S123.
- [9] Justin Tortolani P, Cunningham BW, Vigna F, et al. A comparison of retraction pressure during anterior cervical plate surgery and cervical disc replacement[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2006, 19(5): 312 - 317.
- [10] Liu Y, Wang H, Li X, et al. Comparison of a zero-profile anchored spacer (ROI-C) and the polyetheretherketone (PEEK) cages with an anterior plate in anterior cervical discectomy and fusion for multi-level cervical spondylotic myelopathy[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(6): 1881 - 1890.
- [11] Albanese V, Certo F, Visocchi M, et al. Multilevel ACDF with zero-profile devices: analysis of safety and feasibility, with a focus on sagittal alignment and its impact on clinical outcome. A single Institution experience and review of the literature[J]. *World Neurosurg*, 2017. Jun 15[Epub ahead of print].
- [12] Shi S, Zheng S, Li XF, et al. Comparison of 2 Zero-Profile implants in the treatment of single-level cervical spondylotic myelopathy: a preliminary clinical study of cervical disc arthroplasty versus fusion[J]. *PLoS One*, 2016, 11(7): e0159761.
- [13] Scholz M, Reyes PM, Schleicher P, et al. A new stand-alone cervical anterior interbody fusion device: biomechanical comparison with established anterior cervical fixation devices[J]. *Spine*, 2009, 34(2): 156 - 160.
- [14] Alimi M, Njoku I, Hofstetter CP, et al. Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF): comparison between Zero Profile implants and anterior cervical plate and spacer[J]. *Cureus*, 2016, 8(4): e573.
- [15] Vanek P, Bradac O, Delacy P, et al. Anterior interbody fusion of the cervical spine with Zero-P spacer: prospective comparative study-clinical and radiological results at a minimum 2 years after surgery[J]. *Spine*, 2013, 38(13): E792 - E797.
- [16] Yun DJ, Lee SJ, Park SJ, et al. Use of a Zero-Profile device for contiguous 2-level anterior cervical discectomy and fusion: comparison with cage with plate construct[J]. *World Neurosurg*, 2017, 97: 189 - 198.

收稿日期: 2017-06-07 修回日期: 2017-07-10 编辑: 石嘉莹