

· 临床论著 ·

开放获取

## 脊髓型颈椎病前路减压两种固定融合方法比较

高军伟, 申庆丰, 夏英鹏\*

(天津市人民医院脊柱外科, 天津 300000)

**摘要:** [目的] 比较零切迹自稳型颈椎融合器 (zero notch self stabilizing cervical fusion cage, ROI-C) 与钛板-融合器 (plate-cage, PC) 颈椎前路减压融合术 (anterior cervical decompression and fusion, ACDF) 治疗脊髓型颈椎病 (cervical spondylotic myelopathy, CSM) 的临床效果。[方法] 2021 年 1 月—2022 年 7 月就诊于本院的 CSM 患者 112 例, 抽签法随机分为两组, 其中 56 例采用 ROI-C 的 ACDF, 另外 56 例采用 PC 内固定。比较两组围手术期、随访及影像学资料。[结果] ROI-C 组手术时间 [(105.8±24.6) min vs (128.2±30.5) min,  $P<0.001$ ]、术中出血量 [(26.0±4.3) ml vs (31.0±5.8) ml,  $P<0.001$ ]、术后下地行走时间 [(1.3±0.4) d vs (1.6±0.5) d,  $P<0.001$ ] 及早期并发症发生率 (7.1% vs 26.8%,  $P=0.006$ ) 均显著优于 PC 组。两组恢复完全负重活动时间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随时间推移, 两组 JOA、NDI 评分及锥体束征均显著改善 ( $P<0.05$ )。术后 3 个月 ROI-C 组 NDI 评分 [(18.6±4.2) vs (20.8±4.5),  $P=0.009$ ] 显著优于 PC 组, 其他相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 与术前相比, 末次随访时两组颈椎前凸角、最小椎管矢状径均显著增加 ( $P<0.05$ ), 而颈椎 ROM 显著减小 ( $P<0.05$ )。对应时间点, 两组上述影像学指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。至末次随访时, 融合器下沉两组间差异无统计学意义 (12.5% vs 3.6%,  $P=0.164$ )。[结论] 两种固定融合方法的 ACDF 的临床结果近似, 相比之下, ROI-C 手术创伤小, 早期并发症发生率低, 早期临床结果优于 PC。

**关键词:** 脊髓型颈椎病, 颈椎前路减压融合术, 零切迹自稳型颈椎融合固定, 钛板-笼架融合固定

**中图分类号:** R681.55 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 09-0801-07

**Comparison of two instrumented fusion techniques in anterior cervical decompression and fusion for cervical spondylotic myelopathy // GAO Jun-wei, SHEN Qing-feng, XIA Ying-peng. Department of Spinal Surgery, People's Hospital of Tianjin City, Tianjin 300000, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of anterior cervical decompression and fusion (ACDF) with zero notch self-stabilizing cervical fusion cage (ROI-C) versus titanium plate-cage system (PC) for cervical spondylotic myelopathy (CSM). [Methods] A total of 112 patients who admitted to our hospital for CSM from January 2021 to July 2022 were included into this study and randomly divided into two groups by lottery. Among them, 56 patients received ROI-C, while the other 56 patients received PC as instrumented fusion implant in ACDF. The perioperative period, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] The ROI-C group proved significantly superior to the PC group in terms of surgery time [(105.8±24.6) min vs (128.2±30.5) min,  $P<0.001$ ], intraoperative blood loss [(26.0±4.3) ml vs (31.0±5.8) ml,  $P<0.001$ ], time to resume postoperative walking [(1.3±0.4) days vs (1.6±0.5) days,  $P<0.001$ ] and the incidence of early complications (7.1% vs 26.8%,  $P=0.006$ ). There was no significant difference in time to return full weight-bearing activities between the two groups ( $P>0.05$ ). The JOA and NDI scores, as well as pyramidal tract sign were significantly improved in both groups over time ( $P<0.05$ ). The NDI score in ROI-C group was significantly better than that in the PC group 3 months postoperatively [(18.6±4.2) vs (20.8±4.5),  $P=0.009$ ], which became not statistically significant since then between them ( $P>0.05$ ). In addition, there were no statistically significant differences in the JOA score and pyramidal tract sign between the two groups at any time points accordingly ( $P>0.05$ ). In terms of imaging, compared with pre-operation, the cervical lordosis angle and minimum sagittal spinal canal diameter were significantly increased in both groups at the last follow-up ( $P<0.05$ ), while the cervical ROM was significantly decreased ( $P<0.05$ ). At the corresponding time point, there were no statistically significant differences in the above imaging indexes between the two groups ( $P>0.05$ ). At the last follow-up, there was no statistically significant difference between the two groups in term of fusion subsidence (12.5% vs 3.6%,  $P=0.164$ ). [Conclusion] The clinical outcomes of ACDF with both the instrumented-fusion methods were similar. In contrast, the ROI-C had less surgical trauma and lower inci-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.09.06

作者简介: 高军伟, 主治医师, 研究方向: 脊柱外科, (电子信箱) gaojunwei3871@163.com

\* 通信作者: 夏英鹏, (电子信箱) xiayingpeng3753@163.com

dence of early complications, and better the early clinical consequences over the PC.

**Key words:** cervical spondylotic myelopathy, anterior cervical decompression and fusion, zero notch self-stabilizing cervical fusion cage, titanium plate and cage system

脊髓型颈椎病 (cervical spondylotic myelopathy, CSM) 典型特征为脊髓损害或缺血, 致使脊髓功能异常, 引发行走不稳、肢体感觉障碍等症状, 重者可能瘫痪, 为临床症状最重的颈椎病类型, 一旦确诊需及时手术处理<sup>[1, 2]</sup>。颈前路减压融合术 (anterior cervical decompression and fusion, ACDF) 被称为颈椎病治疗的“金标准”, 通过对突出椎间盘、骨赘直接减压, 恢复颈椎生理曲度等能减轻相关症状<sup>[3]</sup>。既往多采取钛板-融合器系统 (plate-cage, PC) 用于 ACDF 干预, 但 PC 操作相对繁琐, 术后易出现吞咽困难等系列并发症<sup>[4]</sup>。为减少手术并发症, 提高患者安全性及舒适度, 零切迹自稳型颈椎融合器 (zero notch self stabilizing cervical fusion cage, ROI-C) 于临床中逐渐开展, 通过独特的双锁片结构保证融合的稳定性和融合率高, 同时操作中解剖显露范围小, 手术创伤小, 且对患者食管等组织影响不大, 术后吞咽困难发生风险小<sup>[5, 6]</sup>。有研究称, ROI-C 与前路 PC 内固定治疗 ACDF 效果均明显, 但 ROI-C 能显著降低术后吞咽困难的发生率<sup>[7]</sup>。姚晓玲等<sup>[8]</sup>研究表明, 零切迹颈前路椎间融合内固定器能明显改善 CSM 患者神经症状, 减少术后吞咽困难及邻近椎间盘退变发生, 但融合器下沉风险较大。目前, 关于 ROI-C 用于治疗 CSM 的研究不少, 但是否能完全取代 PC 内固定尚存在争议, 且多为回顾性研究, 前瞻性研究相对少。故本研究行随机对照试验, 分析 ROI-C 用于 CSM 患者 ACDF 治疗的临床疗效, 为 ROI-C 临床应用提供一定的参考, 报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 经临床、影像学等检查证实为单节段或双节段 CSM; (2) 年龄 40~77 岁; (3) 保守治疗 2 个月效果不理想或无效; (4) 有 ACDF 适应证, 且均为初次手术。

排除标准: (1) 合并胸腰椎疾病; (2) 存在感染、免疫、凝血或中枢神经系统疾病; (3) 既往有颈椎手术史; (4) 因严重内科疾病等不耐受手术者; (5) 先天性颈椎畸形、肿瘤、重度骨质疏松症者; (6) 对研究涉及到的材料有过敏史者。

### 1.2 一般资料

本研究为前瞻性随机对照试验, 2021 年 1 月—2022 年 7 月本科收治的 CSM 患者共 112 例符合上述标准, 纳入本研究。采用抽签法随机将患者分为 ROI-C 组与 PC 组, 每组 56 例。两组患者一般资料见表 1, 两组患者年龄、性别、病程、BMI、累及节段数等一般资料比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。本研究经医院伦理委员会批准, 患者均知情同意。

表 1. 两组患者术前一般资料比较  
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	ROI-C 组 (n=56)	PC 组 (n=56)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	56.5±9.1	56.1±9.2	0.829
性别 (例, 男/女)	28/28	32/24	0.449
病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )	14.8±4.0	15.2±4.7	0.629
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	22.6±1.8	23.1±2.0	0.167
累及节段数 (节, $\bar{x} \pm s$ )	2.0±0.5	2.2±0.7	0.085

### 1.3 手术方法

ROI-C 组: 患者取仰卧位, 垫高肩背。均在右侧胸锁乳突肌前缘做 5 cm 左右横行切口, 在颈动脉血管鞘与内脏鞘间钝性分离, 尽量不或少刺激颈动脉窦; 常规显露至椎体前方, C 形臂 X 线机透视下定位, 经由椎间撑开器将病变椎体间隙撑开, 摘除髓核、软骨终板, 借助磨钻、咬骨钳处理椎体后缘骨赘。探查后纵韧带, 将其增生/骨化组织切除, 保留椎体骨性终板。彻底减压后, 依据椎间隙大小选择合适型号的 ROI-C 融合器试模, 将其置入椎间隙。明确型号后取出试模, 将同种异体骨碎填充到 ROI-C 融合器后植入椎间隙; 经由嵌片打入器分别将预弯的双侧椎间桥形固定嵌片打入上、下椎体。C 形臂 X 线机透视下可见嵌片位置满意, 椎间隙间零切迹。双节段者, 相同流程对第 2 个椎间隙操作。

PC 组: 彻底减压操作同上。减压后椎间隙试模, 明确高度合适后将同种异体骨植入。C 形臂 X 线机透视下可见椎间融合器位置满意, 椎间撑开器取出, 依据减压范围取合适长度钛板放到椎体前缘, 行开路、钻孔, 旋入 14 mm 钛板锁定螺钉, 将钛板固定在椎体, C 形臂 X 线机透视下可见钛板螺钉位置合适。

术后依据两组患者引流量确定拔管时间（术后 24 h 内引流量 < 10 ml 便可拔管），依据情况对症处理，颈托固定 6~8 周。

#### 1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口总长度、术中失血量、透视次数、下地行走时间、切口愈合及手术相关早期并发症。采用恢复完全负重活动时间、颈椎功能障碍指数（neck disability index, NDI）<sup>[9]</sup>、日本骨科协会评分（Japanese Orthopedic Association scores, JOA）<sup>[10]</sup>、锥体束征及随访过程中相关事件发生情况。行影像学检查，测量两组患者颈椎前凸角（C<sub>2-7</sub> Cobb 角）、颈椎整体活动度（range of motion, ROM）及责任段最小椎管矢状径。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计量资料满足正态分布时以  $\bar{x} \pm s$  表示，组内多个时间点比较行单因素方差分析，整体行重复测量方差分析；两组组间比较行独立 *t* 检验。计数资料行  $\chi^2$  或连续性校正  $\chi^2$  检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，组内比较采用 Friedman 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

两组患者均成功结束手术，术中无脊髓损伤、大血管损伤等并发症发生，两组患者围手术期资料见表 2。ROI-C 组手术时间、术中失血量及术后下地行走时间均显著优于 PC 组（*P* < 0.05），两组切口总长度、术中透视次数与住院时间的差异均无统计学意义（*P* > 0.05）。两组患者术后切口均甲级愈合，无切口感染发生。ROI-C 组术后发生声音嘶哑 1 例，吞咽困难 3 例，早期并发症发生率 7.1%（4/56）；PC 组术后声音嘶哑、吞咽困难分别发生 5 例、10 例，早期并发症发生率 26.8%（15/56），ROI-C 组术后早期并发症发生率显著低于 PC 组（*P* = 0.006）。针对并发症，保守处理 7 d 后均可进食流食，术后 4 周声音嘶哑症状缓解，ROI-C 组术后 3 个月无吞咽困难症状，PC 组术后 3 个月仍有 3 例轻度吞咽困难，术后半年吞咽均恢复正常。

### 2.2 随访结果

所有患者均获 1 年以上随访，平均随访时间（17.0 ± 5.0）个月。随访过程中，两组患者均无症状加重，无再次翻修手术发生。

表 2. 两组患者围手术期资料与比较  
Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	ROI-C 组 (n=56)	PC 组 (n=56)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	105.8 ± 24.6	128.2 ± 30.5	< 0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	4.4 ± 0.5	4.3 ± 0.6	0.340
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	26.0 ± 4.3	31.0 ± 5.8	< 0.001
透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	3.0 ± 0.5	3.2 ± 0.6	0.058
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	1.3 ± 0.4	1.6 ± 0.5	< 0.001
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	56/0/0	56/0/0	<i>ns</i>
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	7.5 ± 1.7	8.2 ± 2.1	0.055

两组随访结果见表 3。两组恢复完全负重活动时间差异无统计学意义（*P* > 0.05）。两组术后 3 个月、末次随访 JOA、NDI 评分及锥体束征均较术前显著改善（*P* < 0.05）；术前两组上述指标的差异均无统计学意义（*P* > 0.05），术后 3 个月 ROI-C 组 NDI 评分显著低于 PC 组（*P* < 0.05），末次随访时两组 NDI 评分的差异无统计学意义（*P* > 0.05），术后相应时间点，两组 JOA 评分及锥体束征的差异均无统计学意义（*P* > 0.05）。

### 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。与术前相比，末次随访时两组颈椎前凸角、最小椎管矢状径均显著增加（*P* < 0.05），而颈椎 ROM 显著减小（*P* < 0.05）。对应时间点，两组上述影像学指标的差异均无统计学意义（*P* > 0.05）。典型病例影像见图 1, 2。

至末次随访时两组患者均无螺钉松动、嵌片或钛板断裂发生，融合间隙均达到骨性融合。至末次随访时，ROI-C 组融合器下沉 7 例（12.5%），PC 组融合器下沉 2 例（3.6%），但两组差异无统计学意义（*P* = 0.164）。

## 3 讨论

近年来探寻新型内固定融合器成为脊柱外科研究的重点，保留 ACDF 优点的同时避免其不足，满足“微创化”需求<sup>[11, 12]</sup>。零切迹融合器符合上述需求，有 ROI-C、Zero-P、Zero-P VA 等多种类型<sup>[13, 14]</sup>，其中 ROI-C 应用相对多，具有直接减压、恢复颈椎生理曲度、减轻轴性疼痛等优点<sup>[15, 16]</sup>。随着仪器更新、外科医师熟悉且掌握疾病，ROI-C 手术适应证不断增加，目前可能适用于全部可行 ACDF 者，其禁忌证包括严重骨质疏松、先天性颈椎管狭窄等<sup>[17]</sup>。

表 3. 两组患者随访指标比较  
Table 3. Comparison of follow-up indexes between the two groups

指标	时间点	ROI-C 组 (n=56)	PC 组 (n=56)	P 值
恢复完全负重活动时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )		84.6±15.0	90.0±17.5	0.082
NDI 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	术前	30.2±5.6	29.6±6.0	0.585
	术后 3 个月	18.6±4.2	20.8±4.5	<b>0.009</b>
	末次随访	11.2±2.3	12.0±2.6	0.087
	P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
JOA 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	术前	7.8±1.7	8.0±2.0	0.570
	术后 3 个月	12.4±2.6	11.5±2.3	0.055
	末次随访	14.6±2.8	14.0±2.5	0.234
	P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
椎体束征 (例, -/+ /++)	术前	19/21/16	18/21/17	0.812
	术后 3 个月	26/19/11	23/20/13	0.542
	末次随访	32/18/6	29/19/8	0.520
	P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.022</b>	

表 4. 两组患者影像资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较  
Table 4. Imaging data ( $\bar{x} \pm s$ ) and comparison between the two groups

指标	时间点	ROI-C 组 (n=56)	PC 组 (n=56)	P 值
颈椎前凸角 (°)	术前	13.6±4.2	14.1±3.8	0.510
	末次随访	22.3±3.8	21.8±3.4	0.465
	P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
颈椎 ROM (°)	术前	50.6±6.3	49.9±6.5	0.564
	末次随访	45.0±5.5	43.2±5.0	0.073
	P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	
最小椎管矢状径 (mm)	术前	9.6±1.0	9.3±1.3	0.369
	末次随访	16.7±2.5	16.0±2.4	0.134
	P 值	<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	

张伟等<sup>[7]</sup>通过回顾性研究发现, 相比常规融合器、钢板, ROI-C 用于颈椎前路手术能明显缩短手术时间及住院时间、减少术中失血量, 本研究与之部分相符。这可能与 ROI-C 操作简单, 仅需安装固定嵌片, 进而手术时间显著短, 同时可减少暴露及拧入操作, 创伤小, 可减少出血有关。本研究中, ROI-C 组术后下地行走时间比 PC 组显著短, 而住院时间差异无统计学意义, 这可能是因为 ROI-C 操作相对术后引流量少, 可尽早拔管, 便于患者更早地下地行走, 虽然手术相关指标可能缩短住院时间, 但患者机体恢复、经济问题等其他因素也可影响之。本研究中, ROI-C 组术后吞咽困难发生比例比 PC 组显著低, 与相关报道一致<sup>[18, 19]</sup>。究其原因: ROI-C 零切迹能尽可能不或少刺激食管, 且该系统操作显露范围相对小, 手术时间短, 术中牵拉食管、椎前软组织很

轻, 故能明显减少术后吞咽困难发生。随访上, 本研究两组患者术后 NDI 评分、JOA 评分及椎体束征较术前均显著改善, 提示 ROI-C 或 PC 内固定 ACDF 治疗 CSM 均能改善颈脊髓神经功能及颈椎功能障碍, 这一结果与张俊辉等<sup>[20]</sup>报道一致。与之不同的是, 本研究发现 ROI-C 组术后 3 个月 NDI 评分比 PC 组显著低, 可见 ROI-C 相比 PC 内固定能进一步改善患者术后短期脊髓神经及颈椎功能, 这可能与 ROI-C 相对“微创化”、术后早期并发症少等有关, 而两组末次随访上述评分对比差异均无统计学意义, 与相关报道一致<sup>[21, 22]</sup>。

夏毕成等<sup>[23]</sup>研究表明, ROI-C 与 PC 在改善颈椎病患者颈椎前凸角、椎间隙高度上效果相当。有报道称零切迹组术后颈椎前凸角、椎前软组织厚度与 PC 组对比差异显著, 前者术后融合器沉降比例比 PC



显著高<sup>[24]</sup>；姚晓玲等<sup>[8]</sup>调查显示，Zero-P VA 术后 30 个月患者融合器下沉比例高达 24%。可见临床需重视零切迹融合器下沉问题。本研究中，两组术后 3 个月、末次随访颈椎前凸角、最小椎管矢状径较术前均显著改善，且两组间对比差异无统计学意义，与相关研究结果相符<sup>[21, 23]</sup>，提示 ROI-C 与 PC 内固定治疗均能获得良好的颈椎生理曲度恢复，影像学疗效类

似。本研究中，ROI-C 与 PC 患者术后颈椎 ROM 均有丢失，这可能与两者均为前路手术有关。另外，末次随访时 ROI-C 组融合器下沉比例比 PC 组高，但无统计学差异，这与姚晓玲等<sup>[8]</sup>报道不符。分析可能原因：样本量少；融合器下沉与颈椎整体曲度有关，而组间颈椎整体曲度对比差异不大<sup>[25]</sup>。

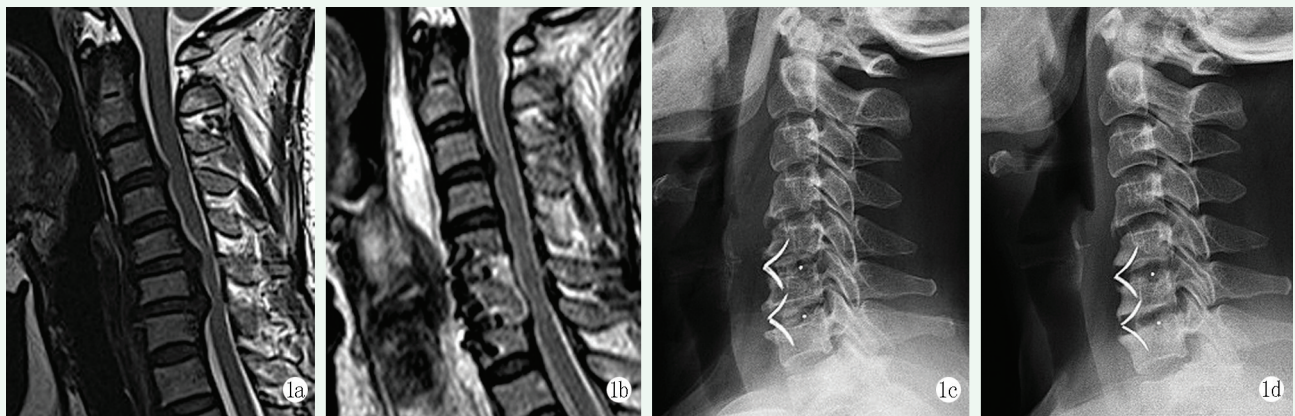


图 1. 患者男性，50 岁，CSM，行 ROI-C 的 ACDF 术。1a: 术前 MRI 可见 C<sub>5/6</sub>、C<sub>6/7</sub> 节段脊髓压迫；1b: 术后 MRI 可见 C<sub>5/6</sub>、C<sub>6/7</sub> 节段脊髓压迫解除；1c: 术后 2 d X 线片见 ROI-C 位置良好；1d: 术后 9 个月 X 线片见 C<sub>5/6</sub> 骨性融合，C<sub>6/7</sub> 间隙下沉。

Figure 1. A 50-year-old male received ACDF with ROI-C for CSM. 1a: Preoperative MRI showed spinal cord compression at C<sub>5/6</sub> and C<sub>6/7</sub> levels; 1b: Postoperative MRI showed proper relief of spinal cord compression at C<sub>5/6</sub> and C<sub>6/7</sub> segments; 1c: X-ray 2 days after surgery showed ROI-C implant in good position; 1d: X-rays 9 months after surgery revealed C<sub>5/6</sub> bone fusion, whereas C<sub>6/7</sub> subsided in some extent.

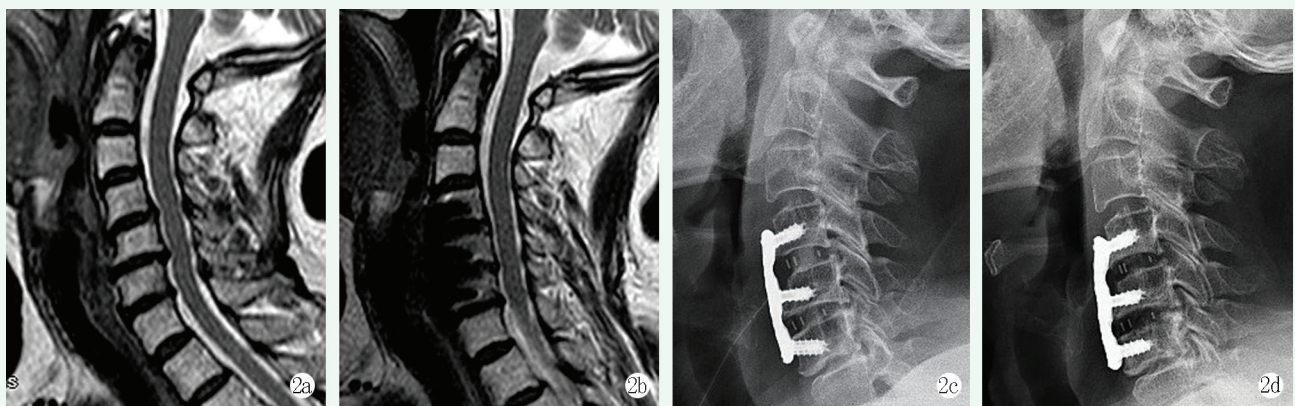


图 2. 患者女性，66 岁，CSM，行 PC 内固定的 ACDF 术。2a: 术前 MRI 可见 C<sub>4/5</sub>、C<sub>5/6</sub> 节段脊髓压迫；2b: 术后 MRI 可见 C<sub>4/5</sub>、C<sub>5/6</sub> 节段脊髓压迫解除；2c: 术后 2 d X 线片可见 PC 内置物位置良好；2d: 术后 1 年 X 线片可见 C<sub>4/5</sub> 骨性融合，C<sub>5/6</sub> 间隙下沉。

Figure 2. A 66-year-old female underwent ACDF with cage-plate for CSM. 2a: Preoperative MRI showed spinal cord compression at C<sub>4/5</sub> and C<sub>5/6</sub> levels; 2b: Postoperative MRI revealed the spinal cord decompressed at C<sub>4/5</sub> and C<sub>5/6</sub> levels; 2c: X-ray 2 days after surgery showed that the titanium plate-cage implants in good position; 2d: X-ray 1 year postoperatively showed C<sub>4/5</sub> bone fusion and C<sub>5/6</sub> subsided slightly.

综上所述，ROI-C 行 ACDF 治疗 CSM 的效果与 PC 相当，ROI-C 在减少手术创伤、早期并发症、改善短期颈椎功能障碍上有优势。本研究不足：样本量较少且随访时间相对短；未对比 ROI-C 对不同病变节段 CSM 的治疗效果，尚需进一步研究。

### 参考文献

[1] 张勇, 方忠, 李锋, 等. 两种术式治疗长节段脊髓型颈椎病的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (3): 193-197. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.01.  
Zhang Y, Fang Z, Li F, et al. The comparison of two surgical treat-

- ments for long level cervical spondylotic myelopathy [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (3) : 193-197. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.01.
- [2] McCormick JR, Sama AJ, Schiller NC, et al. Cervical spondylotic myelopathy: a guide to diagnosis and management [J]. *J Am Board Fam Med*, 2020, 33 (2) : 303-313. DOI: 10.3122/jabfm.2020.02.190195.
- [3] 王志钢, 田纪伟, 汪海滨, 等. 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) : 270-272. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.17.
- Wang ZG, Tian JW, Wang HB, et al. The influence of anterior cervical decompression and fusion surgery on the sagittal position of cervical spine [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (3) : 270-272. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.17.
- [4] 顾俊, 王春明, 毛渊青, 等. 零切迹颈椎融合器 ROI-C 与钛板融合器系统对单节段颈椎病的疗效 [J]. *川北医学院学报*, 2021, 36 (8) : 1029-1032. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2021.08.019.
- Gu J, Wang CM, Mao YQ, et al. Effect of zero-notch cervical fusion device ROI-C and titanium plate fusion device system on single-level cervical spondylosis [J]. *Journal of North Sichuan Medical College*, 2021, 36 (8) : 1029-1032. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2021.08.019.
- [5] Iampreechakul P, Choochaimangkhal P, Tirakotai W, et al. Zero-profile anchored spacer (ROI-C) in the treatment of cervical adjacent segment disease [J]. *Asian J Neurosurg*, 2022, 17 (2) : 209-217. DOI: 10.1055/s-0042-1750837.
- [6] He S, Zhou Z, Shao X, 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. DOI: 10.1111/os.13268.
- [7] 张伟, 杜彦艳, 邢永军, 等. 微创 ROI-C 式椎间融合器在颈椎前路中的临床应用研究 [J]. *现代生物医学进展*, 2020, 20 (15) : 2925-2929. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2020.15.025.
- Zhang W, Du YY, Xing YJ, et al. Clinical application of minimally invasive ROI-C interbody fusion apparatus in anterior cervical approach [J]. *Modern Biomedical Progress*, 2020, 20 (15) : 2925-2929. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2020.15.025.
- [8] 姚晓玲, 彭建城, 许岳荣, 等. 可变角度零切迹前路椎间融合内固定系统治疗脊髓型颈椎病: 30 个月随访 [J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26 (9) : 1377-1382. DOI: org/10.12307/2022.432.
- Yao XL, Peng JC, Xu YR, et al. Variable angle zero notch anterior interbody fusion internal fixation system in treatment of cervical spondylotic myelopathy: 30 months follow-up [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2022, 26 (9) : 1377-1382. DOI: org/10.12307/2022.432.
- [9] 孙兵, 车晓明. 日本骨科协会评估治疗 (JOA 评分) [J]. *中华神经外科杂志*, 2013, 29 (9) : 969.
- Sun B, Che XM. Japanese Orthopaedic Association Evaluation Therapy (JOA score) [J]. *Chinese Journal of Neurosurgery*, 2013, 29 (9) : 969.
- [10] 孙兵, 车晓明. 颈椎功能障碍指数量表 (NDI) [J]. *中华神经外科杂志*, 2012, 28 (6) : 626.
- Sun B, Che XM. Cervical dysfunction Index Scale (NDI) [J]. *Chinese Journal of Neurosurgery*, 2012, 28 (6) : 626.
- [11] 叶福标, 尹晓明, 林飞跃, 等. 多节段脊髓型颈椎病两种减压融合术的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (7) : 608-613. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.07.07.
- Ye FB, Yin XM, Lin FY, et al. Comparison of two kinds of decompression and fusion for multilevel cervical spondylotic myelopathy [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (7) : 608-613. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.07.07.
- [12] 李亚锋, 贾象元, 刘楚吟, 等. 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 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2023, 31 (5) : 30-34. DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230506.
- Li YF, Jia XY, Liu CY, et al. Study on the changes of sagittal position parameters after zero incisure anterior cervical interbody fusion for two-level cervical spondylosis [J]. *Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology & Orthopedics*, 2023, 31 (5) : 30-34. DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230506.
- [13] Wang Z, Zhu X, Wang Z, et al. Zero-P and ROI-C implants versus traditional titanium plate with cage to treat cervical spondylotic myelopathy: clinical and radiological results with 5 years of follow-up [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2023, 24 (1) : 539. DOI: 10.1186/s12891-023-06657-7.
- [14] Xu J, He Y, Li Y, et al. Incidence of subsidence of seven intervertebral devices in anterior cervical discectomy and fusion: a network meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2020, 141 : 479-489. e4. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.03.130.
- [15] 朱海迪, 卢赞, 邵毅杰, 等. 创伤性椎间盘突出脊髓损伤两种颈椎前路融合 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (12) : 1081-1086. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.05.
- Zhu HD, Lu Y, Shao YJ, et al. Two types of instrumented anterior cervical decompression and fusion for traumatic disc herniation accompanied with spinal cord injury [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (12) : 1081-1086. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.05.
- [16] 冉宇, 白春晓, 刘楚吟, 等. 单节段 Mobi-C 人工间盘置换与 ROI-C 颈椎前路融合后颈椎矢状位参数的变化 [J]. *中国组织工程研究*, 2023, 27 (27) : 4297-4303. DOI: 10.12307/2023.384.
- Ran Y, Bai CX, Liu CY, et al. Changes of sagittal position parameters of cervical spine after single-segment Mobi-C artificial disc replacement and ROI-C anterior cervical fusion [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2023, 27 (27) : 4297-4303. DOI: 10.12307/2023.384.
- [17] 阮立奇, 施建东. ROI-C 与钢板联合 Cage 在单节段脊髓型颈椎病 ACDF 术中应用的效果比较 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2018, 33 (9) : 901-904. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2018.09.002.
- Ruan LQ, Shi JD. Comparison of effect of ROI-C and plate combined with cage in ACDF operation for single-level cervical spon-

- dylotic myelopathy [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2018, 33 (9) : 901-904. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2018.09.002.
- [18] Niu J, Song D, Liu Y, et al. Revision surgery for symptomatic adjacent segment disc degeneration after initial anterior cervical fusion: Is ROI-C better than plate-cage construct [J]. Biomed Res Int, 2021, 2021: 6597754. DOI: 10.1155/2021/6597754.
- [19] 张国栋, 种衍学, 李勇, 等. 两种不同颈前路固定系统治疗双节段脊髓型颈椎病早期临床效果观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36 (3) : 229-231. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.03.002.
- Zhang GD, Zhong YX, Li Y, et al. Clinical effect of two different anterior cervical fixation systems in the treatment of cervical spondylotic myelopathy [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2021, 36 (3) : 229-231. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.03.002.
- [20] 张俊辉, 许华亮, 昌宏, 等. 颈前路零切迹融合器 ROI-C 与前路钛板内固定治疗双节段脊髓型颈椎病的比较 [J]. 中国组织工程研究, 2020, 24 (21) : 3329-3335. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2702.
- Zhang JH, Xu HL, Chang H, et al. Comparison of anterior zero notch fusion apparatus ROI-C and anterior titanium plate internal fixation in the treatment of double level cervical spondylotic myelopathy [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2020, 24 (21) : 3329-3335. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2702.
- [21] 赵伟华, 高俊, 卞胡伟, 等. 颈椎前路零切迹椎间融合器与传统钛板联合融合器治疗脊髓型颈椎病的疗效比较 [J]. 皖南医学院学报, 2020, 39 (5) : 451-454. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0217.2020.05.012.
- Zhao WH, Gao J, Bian HW, et al. Comparison of the efficacy of anterior cervical zero notch interbody fusion device and traditional titanium plate combined fusion device in the treatment of cervical spondylotic myelopathy [J]. Journal of Wannan Medical College, 2020, 39 (5) : 451-454. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0217.2020.05.012.
- [22] 沙卫平, 陈国兆, 王黎明. 零切迹双插片自稳型颈椎融合器与锁定钛板内固定治疗单节段颈椎病的短期临床疗效比较 [J]. 骨科, 2021, 12 (5) : 414-420. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.05.005.
- Sha WP, Chen GZ, Wang LM. Comparison of short-term clinical efficacy of zero incisal double-slice self-stabilized cervical fusion device and locking titanium plate internal fixation in treatment of single level cervical spondylosis [J]. Orthopaedics, 2021, 12 (5) : 414-420. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.05.005.
- [23] 夏毕成, 孙建广, 黄世磊, 等. 零切迹椎间融合器与独立和钛板椎间融合器联合对双节段跳跃型颈椎病的疗效比较 [J]. 中华医学杂志, 2022, 102 (19) : 1450-1457. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220128-00208.
- Xia BC, Sun JG, Huang SL, et al. Comparison of the efficacy of zero notch interbody fusion apparatus combined with independent and titanium plate interbody fusion apparatus in the treatment of double-level hopping cervical spondylosis [J]. National Medical Journal of China, 2022, 102 (19) : 1450-1457. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220128-00208.
- [24] 朱彦奇, 王红霞, 曹锐, 等. 零切迹椎间融合器与钛板椎间融合器治疗多节段颈椎病的 Meta 分析 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2019, 29 (9) : 805-814. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.09.05.
- Zhu YQ, Wang HX, Cao R, et al. Meta-analysis of zero notch interbody fusion device and titanium plate interbody fusion device in the treatment of multi-level cervical spondylosis [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29 (9) : 805-814. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.09.05.
- [25] Noh SH, Zhang HY. Comparison among perfect-C, zero-P, and plates with a cage in single-level cervical degenerative disc disease [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19 (1) : 33. DOI: 10.1186/s12891-018-1950-9.

(收稿:2023-08-21 修回:2023-12-13)  
(同行评议专家: 孙永生, 钱列)  
(本文编辑: 闫承杰)