

单节段颈椎椎体次全切除钛笼植骨融合 术后钛笼下沉相关危险因素分析

宋 萌¹, 朱灏宇², 朱庆三¹, 刘昊川¹, 宋显吉¹, 张伯寅¹

(1 吉林大学中日联谊医院骨科; 2 吉林大学中日联谊医院骨科 130033 长春市)

【摘要】目的:分析单节段应用钛笼植骨的颈椎椎体次全切除融合术(anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF)术后钛笼下沉的相关危险因素。**方法:**统计并回顾性分析我院 2014 年 7 月~2016 年 6 月间应用钛笼植骨的单节段 ACCF 的 44 例患者临床资料, 测量术前、术后 3d 内和术后 3 个月复查时所拍摄的颈椎 X 线平片, 根据术后 3 个月随访时融合节段高度与术后 3d 内融合节段相比高度变化, 将患者分为下沉组(高度丢失>2mm)与未下沉组(高度丢失≤2mm), 测量并分析两组间撑开角、钛笼倾斜角、钛笼深度、钉板夹角之间是否存在统计学差异, 并通过 Logistic 回归分析分析钛笼下沉的危险因素。**结果:**术后 3 个月随访时, 17 例(38.64%)患者纳入未下沉组(高度丢失≤2mm), 27 例(61.36%)患者纳入下沉组(高度丢失>2mm)。下沉组与未下沉组之间钛笼倾斜角、钛笼深度、钉板夹角差异有统计学意义($P<0.05$), 撑开角差异无统计学意义($P>0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果提示, 钛笼倾斜角增加是钛笼下沉的危险因素[95%置信区间(1.065, 1.374), $P<0.05$]。**结论:**钛笼下沉为 ACCF 术后常见的现象。钛笼倾斜角为钛笼下沉的独立危险因素, 若该角度>8.6°将增加钛笼下沉的风险。

【关键词】颈椎椎体次全切除术; 并发症; 钛笼下沉; 危险因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.08.02

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-08-0681-05

Analysis of the risk factors of titanium mesh cage subsidence after the single level anterior cervical corpectomy and fusion/SONG Meng, ZHU Haoyu, ZHU Qingsan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(8): 681-685

【Abstract】Objectives: To investigate the risk factors of titanium mesh cage subsidence after one level anterior cervical corpectomy and fusion(ACCF). **Methods:** 44 patients underwent ACCF from July 2014 to June 2016. Each patient was taken the preoperative and postoperative (3d, 3m) X-ray respectively. According to the height of anterior border, the patients were divided into two groups, subsidence group (height loss more than 2mm) and non-subsidence group (height loss less than 2mm). These factors were divided into consideration including: Cobb angle, the tilt angle of cage placement, the depth of cage placement, the angle between screw and plate. **Results:** Titanium mesh cage subsidence occurred in 27(61.36%) patients of non-subsidence group and 17(38.64%) patients of subsidence group after 3 months. The tilt angle of cage placement, the depth of cage placement, the angle between screw and plate showed difference between the two groups($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that the tilt angle of cage placement was the risk factor [95%CI (1.065, 1.374), $P<0.05$]. **Conclusions:** The titanium mesh cage subsidence is common after anterior cervical corpectomy and fusion. The tilt angle of cage placement is the risk factor that influences titanium mesh cage subsidence. The risk of the TMC subsidence will be increased if the angle >8.6°.

【Key words】 Anterior cervical corpectomy and fusion; Titanium mesh cage subsidence; Complication; Risk factors

【Author's address】 Department of Orthopedics, Hospital of Jilin University, Changchun, 130033, China

基金项目: 吉林省自然科学基金项目(编号: 20150101168JC)

第一作者简介: 男(1991-), 医学硕士, 研究方向: 脊柱外科基础与临床研究

电话: (0431)89876938 E-mail: 734714428@qq.com

通讯作者: 武云涛 E-mail: wuli2000@126.com

颈椎前路椎体次全切除融合 (anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF) 的适应证广泛, 涵盖颈椎损伤、脊髓型颈椎病、颈椎管狭窄症、颈椎肿瘤等疾病。因其解除了脊髓来自前方的压迫, 术后可以在较短时间内获得满意的效果^[1,2]。钛笼的使用避免了取髂骨所带来的供区疼痛、血肿、感染等并发症。但应用钛笼亦存在一定并发症, 其中最常见的就是术后钛笼的下沉, 本研究回顾性分析 44 例应用钛笼植骨的 ACCF 术后资料完整的病例, 研究与钛笼下沉的相关危险因素, 以便临床进行早期干预, 预防钛笼下沉所引起的症状。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取我院 2014 年 7 月~2016 年 6 月间实施单节段 ACCF 患者 44 例, 所有患者均使用钛笼植骨。其中男 26 例, 女 18 例, 年龄 55.2 ± 9.4 岁。手术节段 C4 节段 4 例, C5 节段 28 例, C6 节段 12 例, 其中脊髓过伸性损伤 11 例, 脊髓型颈椎病 25 例, 神经根型颈椎病 8 例。

1.2 影像学检查

所有患者术前均行颈椎正侧位 X 线、颈椎 CT、颈椎 MRI 检查。致压物均为软性间盘组织, 且不存在后纵韧带骨化等情况。所有患者均于术后 3d 内复查颈椎正侧位 X 线片。术后 1、3 个月回院复查 X 线片, 对于术后 3 个月症状改善不明显、出现明显颈肩部不适或老年患者, 术后复查颈部 CT, 以判断手术节段融合及内固定位置情况。

1.3 手术方式

手术均由同一组外科医生完成。麻醉成功后, 患者取仰卧位, 颈肩部垫高, 头颈部维持伸展位。

于颈前左侧取横切口, 钝性分离颈动脉鞘和内脏鞘, 到达前纵韧带, C 型臂 X 线机透视确定手术节段无误后, 切开前纵韧带, 髓核钳取出拟行次全切除椎体上下端椎间隙的间盘, 显露髓核, 刮匙刮除软骨终板, 咬骨钳咬除拟行次全切除椎体中间部分椎体, 宽度约 13~15mm, 切除后纵韧带和硬膜, 彻底止血。选取合适尺寸的钛笼, 填塞切除椎体的松质骨碎块, 压实后置入减压空间, 叩打牢靠。四枚螺钉将钢板固定在上下椎体。C 型臂 X 线机再次透视, 确定内固定位置无误后, 冲洗伤口, 放置引流管, 逐层缝合, 术毕。

1.4 观察指标

所有患者于术后 3d、术后 1 个月及 3 个月复查颈椎正侧位 X 线片, 必要时行颈椎 CT 检查。本研究分别测量术后 3d 内及术后 3 个月颈椎侧位 X 线片。笔者参考国内外的文献^[2-5]后, 选择以下几个因素进行研究: 钛笼下端平面与下位椎体上终板水平的夹角, 即钛笼倾斜角 (α 角); 融合节段的 Cobb 角, 即撑开角 (β 角); 颈椎前路钢板与螺钉之间夹角, 即钉板夹角 (γ 角); 钛笼摆放深度, 即钛笼深度 (EF 距离) (如图 1、2 所示)。融合节段椎体前缘 (AB) 或后缘 (CD) 高度减少 2mm 以上定义为钛笼下沉^[6,7], 将患者分为未下沉组与下沉组。

1.5 统计方法

采用 SPSS 22.0 进行统计分析, 计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较采用方差分析; 计数资料的比较采用卡方检验; 将两组单因素分析有差异的变量纳入多因素 Logistic 回归分析, 使用 ROC 曲线分析各危险因素预测钛笼下沉的价值, 最佳临界点的选择依据约登指数 (灵敏度+特异度-1) 最大原则。

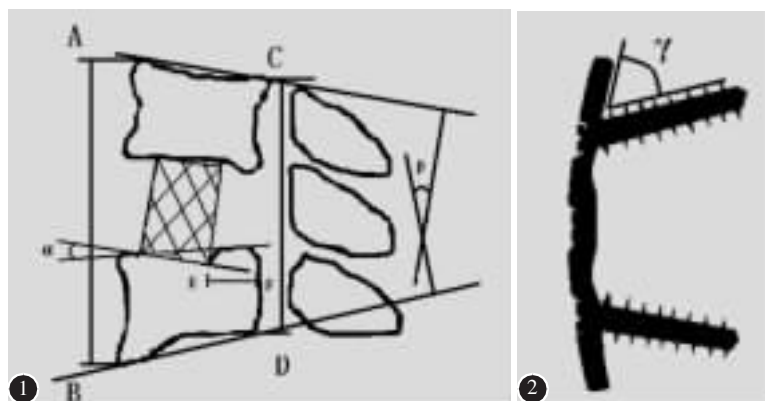


图 1 图中 AB、CD 段即为融合节段前缘及后缘高度, EF 段为钛笼后缘与椎体后缘之间的距离, 即钛笼深度, α 角是钛笼下端平面与下位椎体上终板水平的夹角, 即钛笼倾斜角, β 角为融合节段的 Cobb 角, 即撑开角 图 2 螺钉与钢板之间的夹角为 γ 角, 即钉板夹角

Figure 1 AB was the height of the anterior border, CD was the height of the posterior border. EF was the distance between the trailing edge of TMC and the trailing edge of centrum. EF represented the

depth of the cage placement. α was the angle between the TMC and the plate. α represented the tilt angle of the cage placement. β was the Cobb angle of fusion levels Figure 2 We define the angle between screw and plate as γ

2 结果

术后 3 个月复查时发现,44 例患者中,17 例(38.64%)椎体高度丢失 $\leq 2\text{mm}$,纳入未下沉组;27 例(61.36%)椎体高度丢失 $>2\text{mm}$,纳入下沉组。两组钛笼倾斜角、钛笼深度、撑开角、钉板夹角进行影像学测量结果进行统计学比较(表 1)。所有患者术后症状均有一定程度的缓解。下沉组及未下沉组之间术后 3 个月复查时 JOA 评分、JOA 改善率较术前比较,存在统计学差异($P<0.05$,表 2)。

两组术后侧位片中撑开角差异无统计学意义($P>0.05$)。两组钛笼倾斜角、钛笼深度、钉板夹角比较,差异有统计学意义($P<0.05$,表 3)。

将单因素分析有差异的变量钛笼倾斜角、钛笼深度、钉板夹角纳入多因素 Logistic 回归分析,结果显示,钛笼倾斜角度,回归系数为 0.190,标准误为 0.065, 比值为 1.209,95% 置信区间(1.065,1.374), P 值为 0.004,说明钛笼倾斜角增加是钛笼下沉的独立危险因素(表 4)。

使用 ROC 曲线对钛笼倾斜角预测钛笼下沉

表 1 影像学数据测量结果 ($\bar{x}\pm s$)

Table 1 The measurement result of the image data

	未下沉组($n=17$) Non-subsidence group	下沉组($n=27$) Subsidence group
前缘高度(mm) Anterior height(mm)		
术后 3d 3d post-op	55.50 $\pm$ 5.09	59.19 $\pm$ 5.26
术后 3 个月 3 months post-op	54.62 $\pm$ 5.00	55.82 $\pm$ 5.42
差值 D value	0.88 $\pm$ 0.67	3.38 $\pm$ 2.40
后缘高度(mm) Posterior height(mm)		
术后 3d 3d post-op	53.28 $\pm$ 4.84	57.38 $\pm$ 5.24
术后 3 个月 3 months post-op	52.73 $\pm$ 4.66	54.15 $\pm$ 4.51
差值 D value	0.56 $\pm$ 0.94	3.23 $\pm$ 2.18
钛笼倾斜角($^{\circ}$) Cage inclination($^{\circ}$)	5.09 $\pm$ 5.85	12.99 $\pm$ 6.17 ^①
钛笼深度(mm) Depth of cage(mm)	4.97 $\pm$ 1.63	6.65 $\pm$ 2.61 ^①
撑开角($^{\circ}$) Distraction angle($^{\circ}$)		
术后 3d 3d post-op	4.71 $\pm$ 4.68	6.25 $\pm$ 5.45
术后 3 个月 3 months post-op	9.82 $\pm$ 6.02	11.43 $\pm$ 5.97
差值 D value	5.45 $\pm$ 7.32	4.97 $\pm$ 6.93
钉板夹角($^{\circ}$) Angle between screw and plate($^{\circ}$)	101.18 $\pm$ 4.8	97.57 $\pm$ 4.98 ^①

注:①与未下沉组之间比较, $P<0.05$

Note: ①Compared with no subsidence group, $P<0.05$

的价值分析结果显示,钛笼倾斜角预测钛笼下沉的 ROC 曲线下面积为 0.818,95% 置信区间(0.689,0.948)($P<0.001$)。当钛笼倾斜角取最佳临界值为 8.6° 时,预测钛笼下沉的灵敏度为 85.2%,特异度为 76.5%,约登指数为 0.617(图 3)。

3 讨论

颈椎椎体次全切除术是解决前路骨性结构压

表 2 下沉组与未下沉组间 JOA 改善情况 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Improvement of the JOA score in two

	未下沉组($n=17$) Non-subsidence group	下沉组($n=27$) Subsidence group
术前 JOA JOA before surgical	12.06 $\pm$ 3.15	11.30 $\pm$ 3.06
术后 3 个月 JOA JOA 3 months post-op	16.18 $\pm$ 0.64	14.70 $\pm$ 1.46 ^①
JOA 改善率 JOA improvement rate	85.20 $\pm$ 11.60	60.60 $\pm$ 15.20 ^①

注:①与未下沉组比较, $P<0.05$;

Note: ①Compared with no subsidence group, $P<0.05$

表 3 钛笼下沉原因的单因素分析 ($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Single factor analysis of titanium mesh cage

	未下沉组($n=17$) Non-subsidence group	下沉组($n=27$) Subsidence group
钛笼倾斜角($^{\circ}$) Cage inclination($^{\circ}$)	5.09 $\pm$ 5.85	12.99 $\pm$ 6.17 ^①
撑开角($^{\circ}$) Distraction angle($^{\circ}$)	5.45 $\pm$ 7.32	4.97 $\pm$ 6.93
钛笼深度(mm) Depth of cage(mm)	4.97 $\pm$ 1.63	6.65 $\pm$ 2.61 ^①
钉板夹角($^{\circ}$) Angle between screw and plate($^{\circ}$)	101.18 $\pm$ 4.80	97.57 $\pm$ 4.98 ^①

注:①与未下沉组之间比较, $P<0.05$

Note: ①Compared with no subsidence group, $P<0.05$

表 4 钛笼下沉危险因素的 Logistic 回归分析

Table 4 Logistic regression analysis of the risk factors of titanium mesh cage subsidence

	回归系数 Regression coefficient	P 值 P value	比值比 Odds ratio	95% 置信区间 95% CI
钛笼倾斜角($^{\circ}$) Cage inclination angle($^{\circ}$)	0.190	0.004	1.209	1.065, 1.374
钛笼深度(mm) Depth of cage (mm)	0.297	0.166	1.345	0.884, 2.046
钉板夹角($^{\circ}$) Angle between screw and plate($^{\circ}$)	-0.070	0.458	0.932	0.775, 1.122

迫脊髓的常用手术方式,其减压效果明确。钛笼的使用避免了取髂骨所带来的供区疼痛、血肿、感染等并发症,大大地减少了患者术后的卧床时间,能获得比较高的融合率^[8],但是使用钛笼所出现的融合节段高度丢失问题更严重。根据相关文献报道^[4],钛笼的下沉率为 79.7%。较为严重的钛笼下沉将带来相关的症状,如肩背部疼痛、神经损伤、肢体运动障碍^[9]等,甚至需要二次手术治疗。在本研究中下沉组患者 JOA 改善率为 $60.6\% \pm 15.2\%$,未下沉组患者 JOA 改善率为 $85.2\% \pm 11.6\%$,差异有统计学意义($P < 0.05$)。考虑由于融合节段高度的丢失,神经根出口变窄,相应神经根受压,产生对应症状使两组间术后 JOA 改善率出现差异。

本研究提示,钛笼倾斜角(图 1 中的 α 角)是钛笼下沉的独立危险因素。下沉组钛笼倾斜角平均为 $12.99^\circ \pm 6.17^\circ$,未下沉组钛笼倾斜角平均为 $5.09^\circ \pm 5.85^\circ$,危险因素的 Logistic 回归分析($P < 0.05$)提示,钛笼倾斜角度每增加 1° ,钛笼下沉的概率增加 1.209 倍,当倾斜角度为 8.6° 时,约登指数最大,为 0.617,钛笼倾斜角度预测钛笼下沉的 ROC 曲线下面积为 0.818,表明钛笼倾斜角度预测钛笼下沉具有中等效能。在理想状态下,钛笼下端平面与终板完全平行,倾斜角度为 0° 时,接触面积最大,各个接触点受力相同,但是由于颈椎椎体解剖结构、钛笼剪裁方法及术野的限制,钛笼下端平面很难与下位椎体的上终板保持平行,但此倾斜角度应控制在 $0^\circ \sim 8.6^\circ$ 之间,若倾斜角度 $> 8.6^\circ$ 将增加钛笼出现下沉的风险。因为倾斜角度过大,钛笼下端将与下终板呈点状接触,钛笼的应力集中在一点,该接触点逐渐插入松质骨内,导致融合节段椎体高度出现变化。为避免倾斜角度过大,可在术中利用 C 型臂 X 线机透视后,调整钛笼的倾斜角度。有条件的患者可使用钛网端面垫片或新型钛笼^[10],减小倾斜角,根据何磊等^[9]的研究,使用端面垫片组的患者融合节段高度与未使用组之间,差异有统计学意义。根据术后复查结果,若发现术后钛笼倾斜角 $> 8.6^\circ$,则嘱患者延长颈托佩戴时间,以降低钛笼下沉发生的可能性。

本次研究发现,下沉组钛笼深度为 $6.65 \pm 2.61\text{mm}$,未下沉组钛笼深度为 $4.97 \pm 1.63\text{mm}$,两组之间存在统计学差异($P < 0.05$)。根据人体颈椎椎体显微结构及力学性能的区域性差异^[11],人体颈椎椎体头侧与尾侧在表观弹性模量是存在差异

的,而腹侧及背侧不存在显著差异,这也就解释了为什么下沉大多发生在下位椎体上终板。马永刚等^[12]的研究发现,钛笼前缘与下位椎体前缘距离小于 1mm 时,钛笼下沉概率较低,这与皮质骨与松质骨在承重能力方面的差异有关。术者手术过程中应避免钛笼前缘距离椎体前缘过远。

下沉组与未下沉组的头端的前路钉板夹角(图 2)存在差异,下沉组前路钉板夹角为 $97.6^\circ \pm 5.0^\circ$,未下沉组钉板夹角为 $101.2^\circ \pm 4.8^\circ$ ($P < 0.05$)。本组手术患者所使用的均为锁定钢板,具有防止退钉的功能,但是无法完全阻止钉子在矢状面上的微动^[6],由于内固定系统的相对不牢靠,可能导致钛笼下沉的发生,而钛笼的下沉又将加剧颈椎前路钉板系统的失效。钛笼下沉的患者术后片均可见较明显的钉板系统夹角变化(图 4)。据孔金海等^[7]的研究,钛笼的下沉可能与螺钉未与上位终板平行或进钉方向向上偏斜有关,所以,在预防钛笼下沉的问题上,前路钉板系统的进钉角度,方向,与钛笼相对位置关系,均需要进一步讨论。

撑开角在下沉组与未下沉组之间无统计学差异。本研究中术中均未对融合节段进行额外的撑开操作,44 例患者平均撑开角度为 $5.18^\circ \pm 0.51^\circ$,根据马永刚^[12]和 Okawa 等^[13]的报道,撑开角度小于 30° 时,发生钛笼下沉概率较小。若颈椎过于前凸,且前凸角度大于 15° 时,内固定的失败概率将明显增加。考虑到患者需仰卧位手术,且颈肩部垫高,术中的撑开操作,术后颈椎曲度势必发生变化,若术前与术后差值过大,在颈部原有肌肉的牵拉作用以及生活习惯的影响下,可能导致钛笼下沉。故建议术中及术后测量该项指标,将撑开角度控制在 30° 以内,以减少钛笼下沉。

根据 Zhang^[14]、孙建特^[15]、何仿^[16]等的研究,保留终板可以预防前缘高度丢失,高龄骨质疏松、长期大量吸烟史、绝经后女性患者更容易出现钛笼下沉。本研究发现,钛笼倾斜角度为钛笼下沉的危险因素,该指标的临界值为 8.6° ,若 $> 8.6^\circ$ 将增加钛笼下沉的风险。本研究具有积极地临床意义,建议术中钛笼摆放时倾斜角度不宜 $> 8.6^\circ$,不易过深,应规范安装前路钉板内固定系统,以减少钛笼下沉。综上所述,针对存在危险因素的患者术后应早期复查,积极预防钛笼下沉等并发症的出现。

4 参考文献



图3 钛笼倾斜角预测钛笼下沉的ROC曲线,钛笼倾斜角度大于 8.6° 时,增加钛笼下沉的风险 图4 患者男,62岁,诊断为神经根型颈椎病 a 术后颈部X线见内固定位置良好,前缘高度56.41mm,后缘高度58.26mm,钛笼倾斜角 $\alpha=9.6^{\circ}$,钉板夹角 $\gamma=90.6^{\circ}$ b 术后3个月患者因颈肩部痛回院复查,颈部X线检查提示钛笼向下移动,椎体前缘高度丢失10.57mm,后缘高度丢失5.56mm, $\alpha=10.5^{\circ}$, $\gamma=96^{\circ}$

Figure 3 ROC curve (Using the tilt angle of cage implantation to predict the TMC subsidence). The risk of the TMC subsidence would be increased if the angle $>8.6^{\circ}$ **Figure 4** A 62 years male patient who was diagnosed with cervical spondylotic radiculopathy a Post-operative X-ray showed AB=56.41mm, CD=58.26mm, $\alpha=9.6^{\circ}$, $\gamma=90.6^{\circ}$. 3 months later, patient returned back and complained the pain of neck and shoulder b X-ray showed that the TMC subsided seriously, the height of AB decreased 10.57mm, while the decrease of CD was 5.56mm. $\alpha=10.5^{\circ}$, $\gamma=96^{\circ}$

- Gao R, Yang L, Chen H, et al. Long term results of anterior corpectomy and fusion for cervical spondylotic myelopathy [J]. PloS one, 2012, 7(4): 4-5.
- Hida K, Iwasaki Y, Yano S, et al. Long-term follow-up results in patients with cervical disk disease treated by cervical anterior fusion using titanium cage implants [J]. Neurol Med Chir(Tokyo), 2008, 48(10): 440-446.
- Lin Q, Zhou X, Wang X, et al. A comparison of cervical discectomy and corpectomy in patients with multilevel cervical spondylotic myelopathy[J]. Eur Spine J, 2012, 21(3): 474-481.
- Chen Y, Chen D, Guo Y, et al. Subsidence of titanium mesh cage a study based on 300 cases [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(7): 489-492.
- 何磊, 钱宇, 金以军, 等. 终板环在颈椎前路椎体次全切除植骨融合术中防止钛笼沉陷的临床价值[J]. 中国骨伤, 2014, 27(9): 738-744.
- 王俊波, 王文军, 刘进财. 颈椎术后钛网沉陷的影像学表现及相关影响因素[J]. 中南医学科学杂志, 2014, 42(1): 66-69.
- 孔金海, 吕国华. 颈前路钛网植骨融合术后钛网沉陷的原因讨论[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(2): 98-102.
- Kim MK, Kim SM, Jeon KM, et al. Radiographic comparison of four anterior fusion methods in two level cervical disc diseases: autograft plate fixation versus cage plate fixation versus stand-alone cage fusion versus corpectomy and plate fixation [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 51(3): 137-138.
- Wu J, Luo D, Ye X, et al. Anatomy-related risk factors for the subsidence of titanium mesh cage in cervical reconstruction after one-level corpectomy[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(5): 7405-7411.
- Zhang Y, Quan Z, Zhao Z, et al. Evaluation of anterior cervical reconstruction with titanium mesh cages versus nano-hydroxyapatite/polyamide66 cages after 1-or 2-level corpectomy for multilevel cervical spondylotic myelopathy: a retrospective study of 117 patients[J]. PloS One, 2014, 9(5): 1-7.
- 温鑫鑫, 严亚波, 徐超, 等. 人体颈椎松质骨显微结构和力学性能的区域性差异研究[J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(2): 212-217.
- 马永刚, 刘世清, 李亚明, 等. 颈椎前路减压融合术后钛笼下沉临床分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(1): 21-23.
- Okawa A, Sakai K, Kate T, et al. Risk factors for early reconstruction failure of multilevel cervical corpectomy with dynamic plate fixation[J]. Spine, 2011, 36(9): 582-587.
- Zhang NC, Ren XJ, Zhang X, et al. Effect of endplate-remained and not remained anterior fusion on the height of intervertebra spaces of the cervical vertebrae [J]. Journal of Spinal Surgery, 2003, 1(3): 141-144.
- 何仿, 林昊, 周涛, 等. 颈前路钛网植骨融合术后早期内固定松动原因分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 2(22): 2320-2322.
- 何仿, 林昊, 周涛, 等. 颈前路钛网植骨融合术后早期内固定松动原因分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(22): 2320-2322.

(收稿日期:2017-04-20 修回日期:2017-08-18)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 姜雅浩)