

论 著

颈前路椎体次全切减压植骨融合术后枕骨-颈椎矢状面形态学研究

徐 政, 刘 艺

【摘要】 目的 研究颈前路椎体次全切减压融合术 (ACCF) 术后枕骨-颈椎矢状面形态。 **方法** 回顾性分析 2010 年 10 月至 2016 年 4 月行颈前路椎体次全切减压植骨融合术 43 例患者临床资料, 其中男 23 例, 女 20 例, 年龄 45~71 (54.6±8.2) 岁, 术后随访时间 10~15 (11.7±3.6) 个月。所有患者均在术前、术后 1 个月、末次随访摄颈椎正侧位片, 并测量枕骨入射角 (occipital incidence, OI)、枕骨斜率 (occipital slope, OS)、枕骨倾斜角 (occipital title, OT), 以及上颈椎前凸角 (C0-2)、下颈椎前凸角 (C2-7)、颈椎前凸角 (C0-7)、颈椎矢状面垂直距离 (C2-7 sagittal vertical axis, C2-7 SVA)、T1 倾斜角 (thoracic1-slope, T1S) 等枕骨-颈椎矢状面参数。采用独立样本 t 检验比较术前与术后 1 个月, 术后 1 个月与末次随访之间的差异。 **结果** 患者术前、术后 1 个月及末次随访组中, OI、OS 和 OT 均无显著变化 ($P>0.05$)。术后 1 个月与术前比较, C0-2 [(25.3°±9.8°) *vs* (19.5°±10.1°)], C2-7 [(15.2°±8.3°) *vs* (11.3°±7.6°)], C0-7 [(35.7°±8.1°) *vs* (31.8°±9.6°)], C2-7 SVA [(22.8±11.5) mm *vs* (17.3±10.9) mm], T1S [(26.7°±6.3°) *vs* (23.2°±8.3°)] 均明显增加 ($P<0.05$)。末次随访与术后 1 个月比较, C0-2 [(20.8°±8.1°) *vs* (25.3°±9.8°)], C2-7 [(11.4°±5.8°) *vs* (15.2°±8.3°)], C0-7 [(32.5°±6.6°) *vs* (35.7°±8.1°)], C2-7 SVA [(18.0±10.7) mm *vs* (22.8±11.5) mm], T1S [(24.1°±5.6°) *vs* (26.7°±6.3°)] 均显著减小 ($P<0.05$)。 **结论** ACCF 术后短期表现颈椎过度前凸, 颈椎前倾增加, 出现短暂的失平衡, 引起轴性症状, 需严格颈托固定; 但长期随访发现, 颈椎曲度得到明显改善, 轴性症状也得到缓解。

【关键词】 颈椎病; 椎体次全切; 矢状面形态; 颈椎曲度

【中图分类号】 R681.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-271X(2018)03-0258-05

【DOI】 10.3969/j.issn.1672-271X.2018.03.009

The study of occipital - cervical sagittal morphologica after anterior cervical vertebral body subtotal decompression

XU Zheng, LIU Yi

(Department of Orthopedice, Xuzhou Medical University Affiliated Hospital of Lianyungang, Lianyungang 222000, Jiangsu, China)

【Abstract】 Objective To evaluate the occipital-cervical sagittal alignment after anterior cervical corpectomy and fusion (ACCF). **Methods** This is a retrospective analysis of 43 patients, who were admitted from October 2010 to April 2016 for anterior cervical corpectomy and fusion. There are 23 males and 20 females, mean age was 45-71 (54.6±8.2) years, mean follow-up was 10-15 (11.7±3.6) months. Standing radiographs of cervical spine were obtained preoperatively, postoperative-1w and at final follow-up. The occipital-cervical sagittal alignment were assessed with the following parameters: occipital incidence (OI), occipital slope (OS), occipital title (OT) and C0-2 Cobb angle, C2-7 Cobb angle, C0-7 Cobb angle, C2-7 sagittal vertical axis, T1-slope. Independent samples test was used to analyze the differences of radiographic parameters. **Results** There were no significance in OI, OS, OT in preoperative, postoperative-1w and last follow-up groups ($P>0.05$). C0-2 [(25.3°±9.8°) *vs* (19.5°±10.1°)], C2-7 [(15.2°±8.3°) *vs* (11.3°±7.6°)], C0-7 [(35.7°±8.1°) *vs* (31.8°±9.6°)], C2-7 SVA [(22.8±11.5) mm *vs* (17.3±10.9) mm] and T1S [(26.7°±6.3°) *vs* (23.2°±8.3°)] were significantly higher in postoperative-1w group than those preoperatively ($P>0.05$). However, C0-2 [(20.8°±8.1°) *vs* (25.3°±9.8°)], C2-7 [(11.4°±5.8°) *vs* (15.2°±8.3°)], C0-7 [(32.5°±6.6°) *vs* (35.7°±8.1°)],

作者单位: 222000 连云港, 徐州医科大学附属连云港医院骨科

(徐 政, 刘 艺)

通信作者: 刘 艺, E-mail: Liuyi201032@163.com

C2-7 SVA [(18.0 ± 10.7) mm vs (22.8 ± 11.5) mm], T1S [$(24.1^\circ \pm 5.6^\circ)$ vs $(26.7^\circ \pm 6.3^\circ)$] were lower significantly at final follow-up than those in postoperative-1w group ($P < 0.05$). **Conclusion** The sagittal balance of cervical spine changes in short time after ACCF with forward tilting and cervical lordosis. While in the long run, cervical curvature has obvious improvement, which proved that ACCF would have few impacts on The sagittal balance of cervical spine.

[Key words] cervical spondylosis; corpectomy decompression; sagittal morphology; cervical curvature

0 引言

颈前路椎体次全切减压植骨融合术(anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF)是目前临床上治疗脊髓型颈椎病的主要术式^[1]。颈前路手术对椎体前中柱破坏较大,术后钛网下沉、钢板松动、术椎移位等发生率较高^[2],使相邻椎间隙高度丢失,颈椎曲度变化,可能造成枕骨-颈椎矢状面失平衡。林圣荣等^[3]对 90 例脊髓型颈椎病患者行颈后路单开门椎板成形术,术后发现上颈椎过度代偿前凸,术前高 T1 倾斜角影响手术疗效。于宪贵等^[4]报道患者行颈后路双开门椎管成形术后,矢状面平衡出现显著变化。但目前关于颈前路术后矢状面参数的系统评价鲜有报道。本研究通过对接受 ACCF 患者影像学资料的回顾性分析,观察术后枕骨-颈椎矢状面形态变化,从而探讨 ACCF 术后长期颈椎稳定性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2010 年 10 月至 2016 年 4 月在我院行 ACCF 且具有完整影像学资料的患者。所有患者均通过询问病史、体格检查及影像学检查获得明确诊断。纳入标准:①有颈髓受压的临床表现及体征;②影像学提示单节段脊髓受损,且与临床表现相符合,经正规保守治疗后无缓解。排除标准:①2 个或 2 个以上节段病变,且需行后路手术患者;②合并颈椎结核、肿瘤、创伤、畸形、代谢骨病及既往有颈椎手术史的患者。本研究共纳入患者 43 例,其中男 23 例,女 20 例,年龄为 45~71 (54.6 ± 8.2 岁),随访时间 10~15 (11.7 ± 3.6 个月)。脊髓型颈椎病 26 例,颈椎间盘突出症 12 例,后纵韧带骨化症 4 例,颈髓损伤 1 例。C4 椎体次全切 15 例, C5 椎体次全切 20 例, C6 椎体次全切 8 例。患者均表现出不同程度的脊髓受压症状,其中四肢麻木无力、行走不稳 24 例,双手握力降低 14 例,精细动作障碍 3 例,大小便功能障碍 2 例。所有手术均由同一脊柱外科医生完成。所有患者均自主要求手术,且经术前评估均有明确 ACCF 手术指征,并不

涉及人体伦理问题。

1.2 手术方法 患者仰卧位,肩下垫软枕,头后伸呈中立位,全身麻醉成功后,常规消毒铺巾。取甲状软骨下一横指平面右颈横切口 6 cm,切开皮肤、皮下、颈阔肌,沿气管食管鞘与血管鞘之间钝性分离,剥离椎前筋膜,暴露术椎及相邻上下两个椎体, C 臂机定位准确后,撑开目的间隙,切除椎体前方韧带及软组织,去除术椎上下相邻间隙椎间盘组织,以咬骨钳行术椎次全切术,并切除椎体后缘,枪钳和刮匙清理残余椎间盘、后纵韧带及增生骨赘,充分减压。仔细测量减压槽,将钛网修剪合适大小,填充减压碎骨,植入椎间隙,用撑开器加压卡紧钛网。放入前路钛板,自攻螺钉固定。C 臂机透视显示钛网、钢板植入位置良好。冲洗创腔,留置引流管,关闭切口。

1.3 影像学测量及观察指标 所有患者均摄术前、术后 1 个月及末次随访颈椎正侧位片。使用 Surgimap Spine 软件 (Version: 1.1.2.293, Nemaris Inc, New York) 测量枕骨矢状位参数和颈椎矢状面参数,参照文献^[5-7]方法。所有数据均由同一脊柱外科医师分 2 次测量,取其平均值。记录手术时间、术中出血量、术后并发症等围手术期指标。比较术前、术后 1 个月与末次随访之间的差异。

1.3.1 枕骨矢状位参数 ①枕骨入射角 (occipital incidence, OI): 颅骨中点和枕骨大孔中点连线与枕骨平面垂线的夹角 (额窦前缘与枕骨后缘连线中点即为颅骨中点); ②枕骨斜率 (occipital slope, OS): 眼眶中点与枕骨大孔中点连线与过枕骨大孔中点水平线之间的夹角; ③枕骨倾斜角 (occipital title, OT): 颅骨中点和枕骨大孔中点连线与过颅骨中点铅垂线的夹角。

1.3.2 颈椎矢状面参数 ①上颈椎前凸角 (C0-2): 枕骨大孔平面与 C2 下缘之间的 Cobb 角; ②下颈椎前凸角 (C2-7): C2 下缘与 C7 下缘之间的 Cobb 角; ③颈椎前凸角 (C0-7): 枕骨大孔平面与 C7 下缘之间的 Cobb 角; ④颈椎矢状面垂直距离 (C2-7 sagittal vertical axis, C2-7 SVA): C2 椎体矢状面垂直线到

C7 椎体后缘的距离;⑤T1 倾斜角 (thoracic1-slope, T1S):T1 椎体上缘连线与水平线的夹角。

1.4 统计学分析 使用 SPSS23.0 软件进行统计学分析,计量资料以均数±标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示,采用独立样本 *t* 检验比较术前和术后 1 个月组、术后 1 个月和末次随访组。以 $P\leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 手术情况及枕骨-颈椎矢状面参数比较 手术均顺利完成,手术时间 (90.8±12.7) min,术中出血量 (87.4±11.2) mL,术后 1 个月 11 例患者出现轴性症状,末次随访均消失,无吞咽困难、声音嘶哑、硬膜囊破裂等并发症。所有患者在末次随访时均骨性融合。患者术前、术后 1 周及末次随访组中,OI、OS 和 OT 均无显著变化 ($P>0.05$)。术后 1 个月与术前比较,C0-2、C2-7、C0-7、C2-7 SVA、T1S 均明显增加 ($P<0.05$)。末次随访与术后 1 个月与比较,C0-2、C2-7、C0-7、C2-7 SVA、T1S 均显著减小 ($P<0.05$)。见表 1。

表 1 颈前路椎体次全切减压植骨融合术患者不同时间点枕骨-颈椎矢状面形态学参数 ($\bar{x}\pm s$, $n=43$)

参数	术前	术后 1 个月	末次随访
OI(°)	34.3±4.1	35.8±3.8	34.8±5.1
OS(°)	25.1±7.8	24.8±6.1	25.8±4.9
OT(°)	-8.9±6.1	-9.2±5.4	-8.7±6.3
C0-2(°)	19.5±10.1	25.3±9.8*	20.8±8.1 [#]
C2-7(°)	11.3±7.6	15.2±8.3*	11.4±5.8 [#]
C0-7(°)	31.8±9.6	35.7±8.1*	32.5±6.6 [#]
C2-7 SVA(mm)	17.3±10.9	22.8±11.5*	18.0±10.7 [#]
T1S(°)	23.2±8.3	26.7±6.3*	24.1±5.6 [#]

OI:枕骨入射角;OS:枕骨斜率;OT:枕骨倾斜角;C0-2:上颈椎前凸角;C2-7:下颈椎前凸角;C0-7:颈椎前凸角;C2-7 SVA:颈椎矢状面垂直距离;T1S:T1 倾斜角
与术前比较,* $P<0.05$;与术后 1 个月比较,[#] $P<0.05$

2.2 典型病例 患者男,55 岁,2015 年 2 月因脊髓型颈椎病在我院行 ACCF,手术进行顺利。术前:OI:33.6°,OS:26.1°,OT:-7.8°,C0-2:20.2°,C2-7:10.9°,C0-7:31.5°,C2-7 SVA:16.7 mm,T1S:24.3°;术后 1 个月:OI:34.7°,OS:25.9°,OT:-8.6°,C0-2:26.3°,C2-7:16.8°,C0-7:36.8°,C2-7 SVA:24.6 mm,T1S:27.5°;末次随访:OI:32.1°,OS:23.6°,OT:-7.2°,C0-2:21.3°,C2-7:12.4°,C0-7:33.9°,

C2-7 SVA:19.4 mm,T1S:22.5°。枕骨矢状位参数无明显改变,颈椎矢状面参数均短期增加,末次随访恢复。

3 讨 论

ACCF 已成为治疗颈椎间盘突出、脊髓型颈椎病、颈椎管狭窄等多种颈椎病的标准术式之一^[9]。相对于后路手术,ACCF 直接去除脊髓前方椎体,彻底减压,缓解脊髓牵张,同时使用钛网和钛板增加椎间隙高度,可恢复颈椎生理曲度^[10];相对于颈前路椎间盘切除融合术 (ACDF),ACCF 减压广泛,术野清晰,假关节率低,融合率高^[11]。近年来,颈椎矢状面形态学研究逐渐受到学者们重视,术后矢状面失平衡很可能是术后疼痛、愈合时间延长、功能障碍或生活质量下降的主要原因^[12]。阎凯等^[13]测量 62 例行单节段 Discover 人工颈椎间盘置换术患者的术后颈椎矢状面参数,发现该术式能早期改善颈椎间盘突出患者的椎间隙高度和矢状面曲度。张凯等^[14]通过对双节段脊髓型颈椎病经 ACDF 术后矢状面形态分析,得出高 T1S 是 ACDF 预后的主要因素。因此,本研究对接受 ACCF 患者的影像学资料回顾性分析,观察此类手术对枕骨-颈椎矢状面形态的影响。

本研究中,对于颈椎矢状面参数,术后 1 个月 C0-2 角、C2-7 角、C0-7 角、T1S、C2-7 SVA 较术前均显著增大 ($P<0.05$)。颈椎病患者术前存在不同程度的椎间盘退行变,椎体后缘骨赘形成,椎间隙狭窄,椎间孔变小,导致患者颈椎生理曲度变直^[15]。Miyazaki 等^[16]认为颈椎曲度异常会破坏颈椎最优结构,引起骨质增生、颈肌损伤等。所以恢复颈椎生理弧度可防止邻近节段退变,维持颈椎远期稳定性及生物力学环境^[17]。ACCF 可模拟正常椎间隙前高后低的形态,植入钛网,钢板固定,获得即刻稳定,撑开椎间高度,增加颈椎曲度,使上颈椎、下颈椎及颈椎总体前凸较术前增加明显。Knott 等^[18]提出 T1S 是评价颈椎矢状位平衡及颈椎稳定的重要指标。C2-7 SVA 可评估颈椎的整体移位情况^[19]。T1 作为颈椎的底座,其倾斜度加大是导致颈椎前倾的直接因素。当颈椎前凸增加,T1S 增大,使颈椎作用在 T1 上终板向前下方的剪切力增大,颈椎前倾趋势明显,C2-7 SVA 增大。与张浩等^[20]对 68 例颈椎后纵韧带骨化症患者行后路单开门椎管扩大

成形术后得出的 T1S 与 C2-7 SVA 呈正相关的结论一致。Ames 等^[21]也研究发现, T1S 同 C2-7 SVA、C2-7 角相关。但是, C2-7 SVA 增大, 反过来会使颈椎代偿性前凸, 以维持矢状面平衡, 形成恶性循环, 甚至出现颈椎过伸, 发生颈椎不稳。本研究术后 1 个月, 11 例患者主诉出现不同程度的肩背部疼痛或麻木感, 我们考虑是颈椎代偿性过度前凸, 利用“弓弦原理”, 造成颈后神经受牵拉引起的轴性症状^[22-23]。我们建议 ACCF 术后短期内需颈托固定, 以防颈椎过伸畸形。

末次随访与术后 1 个月相比, C0-2 角、C2-7 角、C0-7 角、T1S 及 C2-7 SVA 明显减小, 有统计学差异。术中人为使颈椎前凸, 上位椎体下后边缘向下位椎体椎管方向移动, 长期会引起椎管变窄, 脊髓受压, 引发颈痛^[24]。此时为缓解疼痛, 颈椎代偿性前屈, 增大椎管空间, 造成颈椎曲度再次减小。同时, 钛网卓越的生物性能加快了骨性融合^[25-26], 融合节段活动度的丢失, 导致上下相邻节段椎间盘和关节突受应力挤压, T1S 受压减小, 也解释了颈椎曲度再次降低。由于 ACCF 不破坏颈椎后方肌肉韧带复合体, 当颈椎功能锻炼增多, 后方肌肉韧带力量增大, 逐渐拉回前移的颈椎, C2-7 SVA 减小。王利等^[27]建立尸体颈椎标本的肌肉韧带切除模型, 证实了颈后方肌肉韧带切除后, 颈椎前移加大, 轴向稳定性减弱。Tsuji 等^[28]报道, 颈后路手术时保留了颈深部和颈肩部肌群, 术后颈椎矢状位无明显偏移。笔者认为, 从长期角度观察, 颈椎过度前凸和前倾较术后明显缓解, 轴性症状也均得到缓解。

Kim 等^[5]首先提出枕骨矢状面参数的概念 (OI、OS 和 OT), 并认为随着年龄增长, OI 保持不变, OS 变小, OT 变大。于宪贵等^[4]对 57 例颈后路双开门椎管扩大成形术后患者的枕骨矢状面参数分析, 指出术后枕骨矢状面形态未见显著改变, 并发现上颈椎前凸角度与枕骨矢状面形态相互调节。本研究中, 术前、术后 1 个月及末次随访枕颈部矢状面参数未见明显变化, 这意味着 ACCF 对患者的枕骨矢状面形态无明显影响。

综上所述, ACCF 术后枕骨矢状面未出现显著变化, 颈椎矢状面形态波动改变, 短期出现颈椎过度前凸, 颈椎前倾增加, 出现轴性症状等并发症, 需严格颈托固定; 长期代偿机制及颈后方肌肉韧带联合作用, 颈椎曲度逐渐恢复, 轴性症状缓解。由于

本研究病例资料相对较少, 随访时间较短, 更深层次的研究有待于病例资料的进一步积累和分析总结。

[参考文献]

- [1] 方 钊, 田 融, 孙天威, 等. 后路单开门联合椎间孔切开术与前路减压融合术治疗混合型颈椎病的疗效比较[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(8): 799-806.
- [2] Singh K, Vaccaro AR, Kim J, *et al.* Enhancement of stability following anterior cervical corpectomy: a biomechanical study [J]. *Spine*, 2004, 29(8): 845-849.
- [3] 林圣荣, 周非非, 孙 宇, 等. 颈后路单开门椎管扩大椎板成形术后颈椎矢状面平衡的变化[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(35): 2726-2730.
- [4] 于宪贵, 陈 海, 沈广荣, 等. 颈后路双开门椎管扩大椎板成形自体棘突植骨术后颈椎矢状面形态学观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(6): 488-493.
- [5] Kim HJ, Lenke LG, Riew KD. Occipital incidence-a novel morphometric parameter for understanding occipitocervical spinal alignment [C]//18th International Meeting on Advanced Spine Techniques. Copenhagen, Denmark. 2011.
- [6] Lee SH, Kim KT, Seo EM, *et al.* The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, 25(2): E41-E47.
- [7] Weng C, Wang J, Tuchman A, *et al.* Influence of T1 Slope on the Cervical Sagittal Balance in Degenerative Cervical Spine: An Analysis Using Kinematic MRI [J]. *Spine*, 2016, 41(3): 185-190.
- [8] Furlan JC, Catharine Craven B. Psychometric analysis and critical appraisal of the original, revised, and modified versions of the Japanese Orthopaedic Association score in the assessment of patients with cervical spondylotic myelopathy[J]. *Neurosurg Focus*, 2016, 40(6): E6-E6.
- [9] Quinn JC, Kiely PD, Lebl DR, *et al.* Anterior Surgical Treatment of Cervical Spondylotic Myelopathy[J]. *HSS J*, 2015, 11(1): 15-25.
- [10] Liu T, Xu W, Cheng T, *et al.* Anterior versus posterior surgery for multilevel cervical myelopathy, which one is better? A systematic review[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(2): 224-235.
- [11] Han YC, Liu ZQ, Wang SJ, *et al.* Is anterior cervical discectomy and fusion superior to corpectomy and fusion for treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy? A systemic review and meta-analysis[J]. *PLoS One*, 2014, 9(1): e87191-e87191.
- [12] Yeh KT, Yu TC, Chen H, *et al.* Expansive open-door laminoplasty secured with titanium miniplates is a good surgical method for multiple-level cervical stenosis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2014, 9(1): 49-49.
- [13] 阎 凯, 田 伟. 单节段 Discover 人工颈椎间盘置换术对颈椎矢状面曲度的影响[J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(12):

- 1177-1183.
- [14] 张 凯. 双节段脊髓型颈椎病经 ACDF 手术治疗后颈椎矢状平衡变化[D]. 河北医科大学, 2015.
- [15] 王成林, 董汉彬. 颈椎侧位平片对生理曲度异常分型及早期颈椎病诊断价值研究[J]. 现代医用影像学, 2000, 9(5): 201-204.
- [16] Miyazaki M, Hong SW, Yoon SH, *et al.* Kinematic analysis of the relationship between the grade of disc degeneration and motion unit of the cervical spine[J]. *Spine*, 2008, 33(2): 187-193.
- [17] 叶国栋, 王艳国. 颈椎曲度异常与颈椎病的相关性[J]. 颈腰痛杂志, 2014, 35(2): 154-154.
- [18] Knott PT, Mardjetko SM, Tschy F. The use of the T1 sagittal angle in predicting overall sagittal balance of the spine[J]. *Spine J*, 2010, 10(11): 994-998.
- [19] Lee JS, Youn MS, Shin JK, *et al.* Relationship between cervical sagittal alignment and quality of life in ankylosing spondylitis[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(6): 1199-1203.
- [20] 张 浩, 周文超, 陈元元, 等. 颈椎后纵韧带骨化症单开门椎管扩大成形术后颈椎矢状位参数变化与疗效的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(3): 206-210.
- [21] Ames CP, Blondel B, Scheer JK, *et al.* Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy[J]. *Spine*, 2013, 38(22S): S149-S160.
- [22] Fujibayashi S, Neo M, Yoshida M, *et al.* Neck muscle strength before and after cervical laminoplasty: relation to axial symptoms[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2010, 23(3):197-202.
- [23] 方永超, 王与荣, 赵建宁, 等. 颈椎前路内固定术的进展[J]. 医学研究生学报, 2003, 16(8):621-622.
- [24] 王兴武, 陆建猛, 水 森, 等. 颈椎动力位 MRI 在脊髓型颈椎病诊治中的作用[J]. 临床骨科杂志, 2016, 19(3): 266-268.
- [25] 蔡 力, 贺仕雄, 姚国荣, 等. 不同形状钛网植入后植骨界面的生物力学性能[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(48): 8980-8983.
- [26] 马大年, 李 健, 时 梦. 颈椎前路减压钛网植骨钛板固定治疗脊髓型颈椎病[J]. 东南国防医药, 2012, 14(1):66-67.
- [27] 王 利, 宋 卫. 颈椎棘上棘间韧带生物力学研究[J]. 医用生物力学, 1999, 14(1): 50-53.
- [28] Tsuji T, Asazuma T, Masuoka K, *et al.* Retrospective cohort study between selective and standard C3-7 laminoplasty. Minimum 2-year follow-up study[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(12): 2072-2077.
- (收稿日期:2017-07-31; 修回日期:2017-09-04)
(责任编辑:叶华珍; 英文编辑:王建东)