

综述

枕颈融合术对下颈椎曲度及退变影响的研究进展

The effects of the occipitocervical fusion on the subaxial malalignment and degeneration

朱文俊, 杨 军, 倪 斌

(第二军医大学附属长征医院骨科 200003 上海市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.07.18

中图分类号: R687.3, R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2015)-07-0662-04

枕颈部不稳主要由创伤、先天性枕颈部畸形、炎症、肿瘤或肿瘤切除、自身免疫性疾病如类风湿性关节炎等引起^[1-4]。枕颈融合术是治疗枕颈部不稳的主要手术方式,其在恢复枕颈部稳定性、提高植骨融合率、维持复位方面均

有令人满意的临床效果。然而,部分患者在枕颈融合术后出现下颈椎曲度异常及退变加速等情况^[5]。下颈椎曲度异常轻者表现为生理前凸减小,重者则表现为鹅颈畸形、后凸畸形或半脱位等^[6]。下颈椎的继发性曲度异常及退变加速无疑会使得枕颈融合术后的远期疗效受到严重影响,并可能对患者造成严重的继发性损害。这可能是由于枕颈融合位置不佳及融合节段过长等原因造成其对下颈椎的影响甚至继发性损害。现就枕颈融合术对下颈椎曲度及退变

第一作者简介:男(1990-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(021)81886805 E-mail:zwj_20081028@163.com

通讯作者:倪斌 E-mail:nibin99@sohu.com

- technique: technical note [J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(2): 203-209.
16. Peretz AM, Hipp JA, Heggeness MH. The internal bony architecture of the sacrum [J]. Spine, 1998, 23(9): 971-974.
17. Smith SA, Abitbol JJ, Carlson GD, et al. The effects of depth of penetration, screw orientation, and bone density on sacral screw fixation [J]. Spine, 1993, 18(8): 1006-1010.
18. de Peretti F, Argenson C, Bourgeon A, et al. Anatomic and experimental basis for the insertion of a screw at the first sacral vertebra [J]. Surg Radiol Anat, 1991, 13(2): 133-137.
19. Cho W, Cho SK, Wu C. The biomechanics of pedicle screw-based instrumentation [J]. J Bone Joint Surg Br, 2010, 92(8): 1061-1065.
20. Polly DJ, Orchowski JR, Ellenbogen RG. Revision pedicle screws. Bigger, longer shims--what is best? [J]. Spine, 1998, 23(12): 1374-1379.
21. Inceoglu S, Montgomery WH Jr, St Clair S, et al. Pedicle screw insertion angle and pullout strength: comparison of 2 proposed strategies [J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(5): 670-676.
22. Baluch DA, Patel AA, Lullo B, et al. Effect of physiological loads on cortical and traditional pedicle screw fixation [J]. Spine, 2014, 39(22): E1297-1302.
23. Perez-Orriso L, Kalb S, Reyes PM, et al. Biomechanics of lumbar cortical screw-rod fixation versus pedicle screw-rod fixation with and without interbody support [J]. Spine, 2013, 38(8): 635-641.
24. Zdeblick TA, Kunz DN, Cooke ME, et al. Pedicle screw pullout strength. Correlation with insertional torque [J]. Spine, 1993, 18(12): 1673-1676.
25. Kuklo TR, Lehman RJ. Effect of various tapping diameters on insertion of thoracic pedicle screws: a biomechanical analysis [J]. Spine, 2003, 28(18): 2066-2071.
26. Ueno M, Imura T, Inoue G, et al. Posterior corrective fusion using a double-trajectory technique (cortical bone trajectory combined with traditional trajectory) for degenerative lumbar scoliosis with osteoporosis: technical note [J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(5): 600-607.
27. Rodriguez A, Neal MT, Liu A, et al. Novel placement of cortical bone trajectory screws in previously instrumented pedicles for adjacent-segment lumbar disease using CT image-guided navigation [J]. Neurosurg Focus, 2014, 36(3): E9.
28. Takata Y, Matsuura T, Higashino K, et al. Hybrid technique of cortical bone trajectory and pedicle screwing for minimally invasive spine reconstruction surgery: A technical note [J]. J Med Invest, 2014, 61(3-4): 388-392.
29. Iwatsuki K, Yoshimine T, Ohnishi Y, et al. Isthmus-guided cortical bone trajectory for pedicle screw insertion [J]. Orthop Surg, 2014, 6(3): 244-248.
30. Mizuno M, Kuraishi K, Umeda Y, et al. Midline lumbar fusion with cortical bone trajectory screw [J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2014, 54(9): 716-721.

(收稿日期:2014-12-15 修回日期:2015-04-20)

(本文编辑 彭向峰)

的影响以及如何预防和处理这一临床问题综述如下。

1 颈椎矢状序列曲度的影像学测量方法

常用来衡量和评估颈椎矢状序列曲度的指标主要有枕颈角(Oc-C2)、C1-C2 及 C2-C7 角度^[7]。Oc-C2 角度用来描述枕颈角度,既往文献中较为常用的测量方法有三种,分别采用 Chamberlain 线(硬腭后上缘与枕骨大孔后唇连线)、McRae 线(枕骨大孔前后缘连线)和 McGregor 线(硬腭后上缘与枕鳞皮质外缘最低点连线)与枢椎下终板线的夹角描述(图 1)。Shoda 等^[8]的研究结果表明,在以上三种方法中,以 McGregor 线与枢椎下终板线的夹角描述枕颈角度的方法可重复性及可靠性最佳。C1-C2 角度用来表示寰枢椎的矢状序列成角,测量方法即寰椎前、后弓下缘连线与枢椎下终板线的夹角(图 1)。C2-C7 角度用来反映下颈椎矢状序列的曲度,测量方法亦有三种,包括 Cobb 角测量法(枢椎下终板线的垂线与隆椎下终板线的垂线夹角,图 2)、Jackson 生物应力线法(C2 椎体后缘切线与 C7 椎体后缘切线的夹角,图 3)和 Harrison 后切线法(绘制 C2-C7 所有椎体后缘的切线,将各邻近节段的椎体后缘切线成角相加,图 4),虽然 Harrison 后切线法所测得的数值较为准确,但目前临床仍常用 Cobb 法来评估 C2-C7 颈椎曲度,因此法较易操作,且组内、组间可靠性均较好^[9]。Kuntz 等^[10]通过文献分析得出正常成年人颈椎矢状中立位时 Oc-C2 (McGregor 法)、C1-C2 及 C2-C7 (Jackson 生物应力线法)角度的平均值分别为 $14^{\circ} \pm 7^{\circ}$ 、 $29^{\circ} \pm 7^{\circ}$ 及 $17^{\circ} \pm 14^{\circ}$ 。

一种理想的测量与评估枕颈角度的方法应当具备如下特点:①测量方法简单易行。②测量方法可重复性高。③便于术中测量评估及对内固定塑形提供快速和直接的指导。虽然在临床影像学测量中常常使用 Chamberlain、McRae 或 McGregor 线与枢椎下终板线成角的测量方法来描述枕颈角度^[8,11],但其对于在施行枕颈融合手术的过程中进行评估却并不直观和易于操作。Riel 等^[12]提出了后路枕颈角(posterior occipital-cervical angle,POCA),即枕外

隆突与枕骨大孔之间扁平区域的切线与 C3、C4 关节突后缘连线的成角(图 5),该测量方法与既往文献报道方法的测量值具有较高的相关度、且重复性好,同时也便于术中测量及对内固定塑形,他对 15 名正常成年人头颅处于中立位时的 POCA 进行了测量,平均值为 $109.7^{\circ} \pm 5.7^{\circ}$ 。

2 枕颈融合角度及节段与下颈椎曲度及退变的关系

诸多研究^[13-15]均证实,上颈椎 Oc-C2、C1-C2 角度与下颈椎 C2-C7 角度均呈现负相关性,即上颈椎角度增大会导致代偿性下颈椎前凸减小,而上颈椎角度减小则会导致代偿性下颈椎前凸增大,以恢复颈椎整体的矢状位平衡,从而保持头部中立位。也有研究表明^[16,17],当上颈椎畸形及曲度异常得到纠正后,下颈椎曲度异常也能得到自行矫正或一定程度上的改善。因而,重建及维持枕颈部正常序列和生理曲度,对于避免下颈椎曲度异常及退变加速有着极其重要的意义。

有研究显示^[16,18],当枕颈融合角度超出正常生理范围时,会破坏枕颈部的正常力线,从而使下颈椎承受过度的应力而引起其生物力学紊乱、失平衡。Matsunaga 等^[9]的研究表明,当枕颈角(Oc-C2)固定融合处于负值(即小于 0°)时,86%的患者术后出现下颈椎半脱位,而术后出现颈椎后凸畸形或鹅颈畸形的患者,其枕颈融合角度(Oc-C2)几乎都大于 30° ,由此,作者认为枕颈融合角度应当控制在 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 范围内。王鑫鑫等^[19]的研究显示,枕颈角(Oc-C2)固定小于 9° 组及枕颈角(Oc-C2)固定大于 22° 组的患者在行枕颈融合后下颈椎均发生明显退变,且对于枕颈角固定大于 22° 的患者,融合后出现了下颈椎椎体不稳及滑脱,而对于枕颈角固定小于 9° 的患者,融合后出现了下颈椎前凸增大,而枕颈角(Oc-C2)固定在 $9^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 之间的患者在枕颈融合后下颈椎退变程度明显较轻。也有学者^[10,16,20]推荐枕颈角(Oc-C2)应当被矫正、固定融合于 15° 左右,即前文所述正常成年人颈椎中立位时的 Oc-C2 平均角度,以防止过大或过小的枕颈融合角度加速下颈椎退变。Maulucci 等^[21]

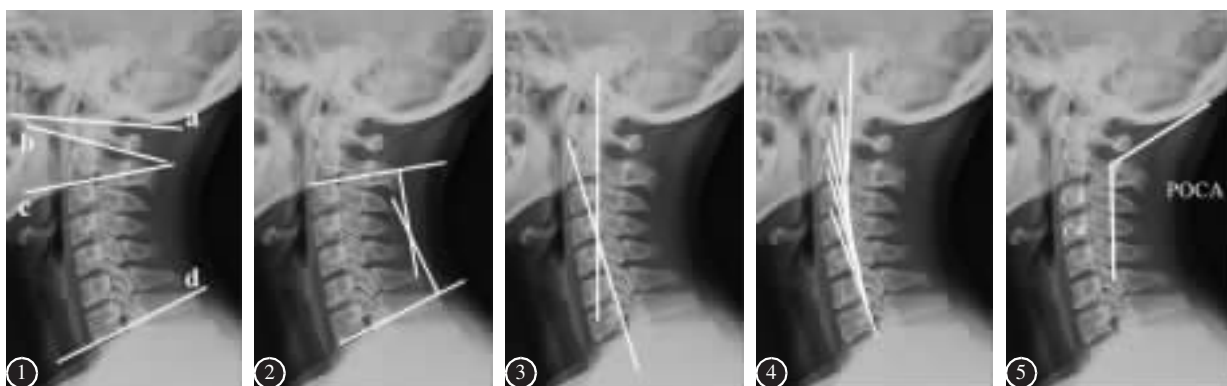


图 1 Oc-C2 和 C1-C2 角度测量方法(a 线:硬腭后上缘与枕鳞皮质外缘最低点连线,即 McGregor 线;b 线:寰椎前、后弓下缘连线;c 线:枢椎下终板线;d 线:隆椎下终板线) 图 2 Cobb 角测量法:枢椎下终板线的垂线与隆椎下终板线的垂线夹角 图 3 Jackson 生物应力线法:C2 椎体后缘切线与 C7 椎体后缘切线的夹角 图 4 Harrison 后切线法:C2-C7 所有椎体后缘的切线,将各邻近节段的椎体后缘切线成角相加 图 5 POCA 角度测量方法:枕外隆突与枕骨大孔之间扁平区域的切线与 C3、C4 关节突后缘连线的成角

的研究发现,在因邻近节段颈椎退变及内固定失败而进行枕颈融合翻修手术的患者中,其枕颈融合角度(POCA)平均为 115° ,而未行翻修手术的患者,其枕颈融合角度(POCA)平均为 107.1° (接近正常成年人颈椎中立位时的 POCA),且两者间有显著性统计学差异($P=0.039$)。

对于枕颈融合节段与下颈椎退变之间的关系,目前尚无统一的认识。有生物力学研究^[23]表明,融合所带来的活动度减少将引起邻近节段活动度增大,从而使邻近节段椎间盘承受过度的力矩。长时间的异常负荷将加速椎间盘退变,同时在高应力下反复动力载荷造成终板微小骨折和髓核营养不良亦被认为是椎间盘退变的主要原因^[23,24]。长节段的枕颈融合可提供更好的枕颈稳定性和更利于提高植骨融合率的颈部制动,但这是以损失更多颈椎节段活动度为代价的,而其对于邻近节段退变的影响也将更为明显。Pan 等^[4]的回顾性研究表明,短节段枕颈融合(融合至 C2)与长节段枕颈融合(融合至 C3 甚至 C4)均能达到理想的植骨融合率,且两者无统计学差异($P>0.05$),因而建议在没有严重骨质疏松、骨质破坏及下颈椎不稳的患者中,应当首先考虑选取短节段枕颈融合,以减少颈椎生理活动度的丢失及对邻近节段的影响。

3 预防及处理策略

正如前文所述,超出正常生理范围的枕颈融合角度和长节段枕颈融合均会加速下颈椎的退变过程,引起下颈椎曲度异常,出现后凸畸形、半脱位等继发性损害。矫正和维持枕颈部的正常序列、稳定性以及恢复颈椎矢状位平衡对于避免下颈椎继发性退变加速和曲度异常固然重要,但同时亦不能忽略了对患者术后平视能力的评估^[25]。不符合生理的枕颈融合角度必然会对患者术后的视野角度造成影响,患者为恢复到原有的正常平视能力,必然会通过下颈椎的屈伸进行代偿矫正,而下颈椎长时间的过度代偿活动,也必然会加速下颈椎的退变以及导致下颈椎曲度异常。由此可见,下颈椎的加速退变及曲度异常与患者术后平视能力正常与否也存在关系。Von Royen 等^[26]的研究发现保持脊柱矢状位平衡与矫正平视能力是两个不同的概念,因此,对于枕颈融合而言,既需要保证颈椎矢状序列的稳定和平衡,同时也要兼顾患者术后的平视能力。

颌眉角(Chin-brow vertical angle, CBVA)常被用于脊柱矫形手术前后对患者平视能力的评估,其测量方法为人体处于自然站立位时眉弓至下颏的连线与水平面铅垂线间的成角,在大多正常人群中应为 0° 左右。Suk 等^[25]的研究发现,对于颈椎僵硬的强直性脊柱炎患者而言,当颌眉角小于 -10° 时(患者面部朝上),患者下楼梯及向前直视的功能将明显受限,而当颌眉角处于 $\pm 10^{\circ}$ 范围内,患者均具备较好的平视能力。因而,在行枕颈融合前可通过 C 型臂 X 线机等术中影像透视技术,结合 Oc-C2 角度(McGregor 线与枢椎下终板线成角)与 POCA,同时参考患者颌眉角进行调整,确保枕颈融合角度控制在 Oc-C2 角度于 15° 左

右、POCA 于 109° 左右以及颌眉角处于 $\pm 10^{\circ}$ 范围内,从而确保枕颈融合术后颈椎的正常矢状位序列平衡以及良好的平视能力。

有学者^[27-29]的研究证明,联合应用 C2 椎弓根螺钉技术的后路枕颈内固定系统可有效限制枕颈部的屈伸、旋转、侧屈活动,且其在生物力学上的稳定强度要优于联合应用经寰枢关节间隙螺钉(Magerl 螺钉技术)、C2 侧块螺钉、C2 椎板钩、钛缆线圈捆扎等技术的后路枕颈内固定系统。Pan 等^[4]的研究证实,行短节段枕颈融合(融合至 C2)同样能达到理想的植骨融合率。因此,在没有合并严重骨质疏松、骨质破坏疾病及下颈椎不稳情况的前提下,可采用 C2 椎弓根螺钉技术与枕骨板钉棒联合的后路枕颈内固定系统进行短节段的枕颈固定融合。但是,当枢椎存在椎动脉高跨或是椎弓根结构存在骨性狭小等不适合应用 C2 椎弓根螺钉固定技术的情况下,亦可采用 C2 椎板螺钉固定技术替代^[30-32]。生物力学研究结果表明,应用 C2 椎板螺钉固定技术的后路内固定系统稳定性虽低于应用 C2 椎弓根螺钉固定技术的后路内固定系统,但两者在统计学上并无显著性差异,而前者具有更高的置钉安全性,可有效避免椎动脉的医源性损伤。因此,可作为 C2 椎弓根螺钉技术或经寰枢关节间隙螺钉技术(Magerl 螺钉技术)置钉困难或置钉存在椎动脉损伤高风险者的替代方案^[33-35]。

4 小结和展望

不符合生理曲度的枕颈融合角度和广泛的融合节段都将加速下颈椎的退变,引起下颈椎的曲度异常甚至脱位,因而对于枕颈融合角度和融合节段的选择应当十分慎重。在施行枕颈融合术时,多数学者建议选择合适的枕颈融合角度:将枕颈固定角度控制在 Oc-C2 角度(McGregor 法)于 15° 左右、POCA 于 109° 左右、颌眉角处于 $\pm 10^{\circ}$ 范围内;对于枕颈融合节段的范围,应在充分保证枕颈部稳定性的前提下,选择短节段融合固定(融合至 C2)。目前,关于枕颈融合术后下颈椎曲度异常及退变加速的研究主要集中于临床病例的随访分析及影像学的测量评估,而对于其发生的病理生理机制仍有待于进一步的研究阐明。

5 参考文献

1. Allen RT, Decker R, Hong JT, et al. Complications of occipitocervical fixation[J]. *Seminars in Spine Surgery*, 2009, 21(3): 167-176.
2. Bhatia R, Desouza RM, Bull J, et al. Rigid occipitocervical fixation: indications, outcomes, and complications in the modern era[J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 18(4): 333-339.
3. Garrido BJ, Sasso RC. Occipitocervical fusion[J]. *Orthop Clin North Am*, 2012, 43(1): 1-9.
4. Pan J, Huang D, Hao D, et al. Occipitocervical fusion: fix to C2 or C3[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2014, 127: 134-139.
5. Ahmed R, Menezes AH. Management of operative complications related to occipitocervical instrumentation [J]. *Neuro-*

- surgery, 2013, 72(2 Suppl Operative): 214–228.
6. Matsunaga S, Onishi T, Sakou T. Significance of occipitoaxial angle in subaxial lesion after occipitocervical fusion[J]. Spine, 2001, 26(2): 161–165.
 7. Radcliff K, Rubin T, Reitman CA, et al. Normal cervical alignment[J]. Seminars in Spine Surgery, 2011, 23(3): 159–164.
 8. Shoda N, Takeshita K, Seichi A, et al. Measurement of occipitocervical angle[J]. Spine, 2004, 29(10): E204–208.
 9. Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(2): 141–159.
 10. Kuntz Ct, Levin LS, Ondra SL, et al. Neutral upright sagittal spinal alignment from the occiput to the pelvis in asymptomatic adults: a review and resynthesis of the literature[J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(2): 104–112.
 11. Phillips FM, Phillips CS, Wetzel FT, et al. Occipitocervical neutral position: possible surgical implications[J]. Spine, 1999, 24(8): 775–778.
 12. Riel RU, Lee MC, Kirkpatrick JS. Measurement of a posterior occipitocervical fusion angle [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(1): 27–29.
 13. Guo Q, Ni B, Yang J, et al. Relation between alignments of upper and subaxial cervical spine: a radiological study [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(6): 857–862.
 14. 王圣林, 王超, Wood KB, 等. 寰枢关节不稳或脱位患者上颈椎曲度改变对下颈椎的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(7): 502–505.
 15. Nojiri K, Matsumoto M, Chiba K, et al. Relationship between alignment of upper and lower cervical spine in asymptomatic individuals[J]. J Neurosurgery, 2003, 99(1 Suppl): 80–83.
 16. Passias PG, Wang S, Kozanek M, et al. Relationship between the alignment of the occipitoaxial and subaxial cervical spine in patients with congenital atlantoaxial dislocations [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(1): 15–21.
 17. Passias PG, Wang S, Zhao D, et al. The reversibility of swan neck deformity in chronic atlantoaxial dislocations [J]. Spine, 2013, 38(7): E379–385.
 18. Miyazaki M, Hymanson HJ, Morishita Y, et al. Kinematic analysis of the relationship between sagittal alignment and disc degeneration in the cervical spine[J]. Spine, 2008, 33(23): E870–876.
 19. 王鑫鑫, 王利民, 王卫东, 等. 枕颈融合角度与颅颈交界区畸形患者下颈椎退变的关系[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(4): 613–618.
 20. Ota M, Neo M, Aoyama T, et al. Impact of the Oc–C2 angle on the oropharyngeal space in normal patients[J]. Spine, 2011, 36(11): E720–726.
 21. Maulucci CM, Ghobrial GM, Sharan AD, et al. Correlation of posterior occipitocervical angle and surgical outcomes for occipitocervical fusion[J]. Evid Based Spine Care J, 2014, 5(2): 163–165.
 22. Kyaw TA, Wang Z, Sakakibara T, et al. Biomechanical effects of pedicle screw fixation on adjacent segments[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(Suppl 1): S283–287.
 23. Schollum ML, Appleyard RC, Little CB, et al. A detailed microscopic examination of alterations in normal anular structure induced by mechanical destabilization in an ovine model of disc degeneration[J]. Spine, 2010, 35(22): 1965–1973.
 24. Kuo YW, Wang JL. Rheology of intervertebral disc: an ex vivo study on the effect of loading history, loading magnitude, fatigue loading, and disc degeneration[J]. Spine, 2010, 35(16): E743–752.
 25. Suk KS, Kim KT, Lee SH, et al. Significance of chin–brow vertical angle in correction of kyphotic deformity of ankylosing spondylitis patients[J]. Spine, 2003, 28(17): 2001–2005.
 26. Van Royen BJ, Slot GH. Closing–wedge posterior osteotomy for ankylosing spondylitis. Partial corpectomy and transpedicular fixation in 22 cases[J]. J Bone Joint Surg Br, 1995, 77(1): 117–121.
 27. Oda I, Abumi K, Sell LC, et al. Biomechanical evaluation of five different occipito–atlanto–axial fixation techniques [J]. Spine, 1999, 24(22): 2377–2382.
 28. Ding X, Abumi K, Ito M, et al. A retrospective study of congenital osseous anomalies at the craniocervical junction treated by occipitocervical plate–rod systems[J]. Eur Spine J, 2012, 21(8): 1580–1589.
 29. Abumi K, Takada T, Shono Y, et al. Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate–rod systems[J]. Spine, 1999, 24(14): 1425–1434.
 30. Guo Q, Liu J, Ni B, et al. C2 laminar screw and C1–2 transarticular screw combined with C1 laminar hooks for atlantoaxial instability with unilateral vertebral artery injury[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(9): 1207–1210.
 31. Menendez JA, Wright NM. Techniques of posterior C1–C2 stabilization[J]. Neurosurgery, 2007, 60(1 Suppl 1): S103–111.
 32. Matsubara T, Mizutani J, Fukuoka M, et al. Safe atlantoaxial fixation using a laminar screw (intralaminar screw) in a patient with unilateral occlusion of vertebral artery: case report[J]. Spine, 2007, 32(1): E30–33.
 33. Lapsiwala SB, Anderson PA, Oza A, et al. Biomechanical comparison of four C1 to C2 rigid fixative techniques: anterior transarticular, posterior transarticular, C1 to C2 pedicle, and C1 to C2 intralaminar screws[J]. Neurosurgery, 2006, 58(3): 516–521.
 34. Gorek J, Acaroglu E, Berven S, et al. Constructs incorporating intralaminar C2 screws provide rigid stability for atlantoaxial fixation[J]. Spine, 2005, 30(13): 1513–1518.
 35. Ma X, Peng X, Xiang H, et al. A finite element modeling of posterior atlantoaxial fixation and biomechanical analysis of C2 intralaminar screw fixation[J]. Chin Med J, 2014, 127(7): 1266–1271.

(收稿日期:2015-04-30 末次修回日期:2015-06-09)

(本文编辑 卢庆霞)