

基础研究

经前路枕颈融合术斜坡置钉的影像学研究

季 伟, 赵浩增, 王向阳, 徐华梓, 池永龙, 林 焱, 黄其杉

(温州医学院附属第二医院骨科医院脊柱外科 325000 温州市)

【摘要】目的:探讨经前路枕颈融合术斜坡置钉的影像学参数。**方法:**2006 年 5 月~2011 年 4 月在我院行颅颈区多层螺旋 CT 扫描的患者中,排除:(1)<20 岁;(2)术后 CT 扫描;(3)枕颈部解剖异常,如先天性颅寰枕融合、颅底凹陷等;(4)肿瘤、外伤或感染患者。共有 30 例患者入选,男 19 例,女 11 例,年龄 20~64 岁,平均 38.8 岁。将 30 例患者的颅颈区 CT 扫描原始数据输入 MXV 工作站,进行多平面二维重建(MPR),重建好的图像保存于 PACS 系统并进行分析测量:在矢状位上确定颅底斜坡最佳进钉点 A2 再作水平线即为 A 线,斜坡最高点水平线即为 C 线,两线中点等距水平线即为 B 线,三线上分别有 3 个相距为 3.5mm(即 Zephir 钢板螺钉孔直径)的进钉点,A 线 3 个点作为最佳进钉点,B 线 3 个点为候选进钉点,C 线 3 个点为极限进钉点;在其矢状位图像上测量每个进钉点分别以水平角度(HA)、垂直角度(VA)以及极限向上倾斜角度(LA)进钉的安全角度和螺钉长度范围,并测量颅颈区内固定钢板或钛笼所需的折弯角度。**结果:**斜坡置钉相对安全的进钉范围呈一个不规则的梯形区域,在分别以 A、B 和 C 线的点为进钉点、以最佳进钉角度(VA)进钉时,平均钉道长度为(7.57±1.38)mm、(10.13±2.46)mm 和(15.60±3.12)mm,三者间差异有显著性($P<0.05$)。通过重建矢状位图像测量斜坡螺钉结果显示,29 例患者在 B 线达到了 VA,13 例在 C1 和 C2 达到 VA,12 例在 C3 达到 VA,其中 1 例在 C1 达到 VA 而在 C2 和 C3 处未达到,1 例在 C1 和 C2 处达到但 C3 处未达到 VA。矢状位图像测量中最佳进钉点、候补进钉点及极限进钉点的最大安全进钉角度分别为 $130.19^{\circ}\pm 8.00^{\circ}$ 、 $125.23^{\circ}\pm 13.24^{\circ}$ 和 $85.72^{\circ}\pm 24.33^{\circ}$,三者间差异有显著性($P<0.05$)。内固定钢板或者钛笼所需的折弯角度为 $121.36^{\circ}\sim 140.18^{\circ}$ ($130.19^{\circ}\pm 8.00^{\circ}$)。**结论:**经前路枕颈融合术在颅颈区斜坡置钉内固定是一种可行的选择,并且存在一个安全进钉角度和螺钉长度范围。

【关键词】枕颈融合;CT 扫描;螺钉固定;前路手术

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2012.09.06

中图分类号:R687.3,R814.42 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2012)-09-0792-05

Anterior screw placement in occipital clivus for craniovertebral fusion: an imaging study/JI Wei, ZHAO Haozeng, WANG Xiangyang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(9): 792-796

【Abstract】 Objectives: To study the imaging parameters related to anterior screw placement in occipital clivus for craniovertebral fusion. **Methods:** CT scans on craniovertebral region between May 2006 and April 2011 in our institution were collected for analysis. Exclusion criteria included: (1)patients aged <20 years; (2) after operation; (3)craniovertebral deformities, such as congenital atlantooccipital assimilation, and (4)patients with tumor, trauma, or infection. Finally, 30 healthy East Asian patients(19 males, 11 females) with an average age of 38.8 years(range, 20-64 years) were included. The original data were input into the MXV work station, and 2-dimensional (2-D) image reconstruction was performed using multiplanar reconstruction (MPR) methods. And then, angles and lines were drawn and measured using Star PACS. A2 was the optimal entry point on the extracranial clivus, C2 was just at the top portion of the middle line of extracranial clivus, and B2 was determined as the midpoint between B2 and C2. The line A, B, C was the horizontal line that went through the point A2, B2 and C2 respectively. The distance between adjacent points on a line was 3.5mm(the pitch diameter of Zephir plate). The points on line A were regarded as the optimal entry points, the points

基金项目:浙江省自然科学基金项目(编号:R12H060002);浙江省钱江人才计划项目基金(编号:2010R10075);温州市科技计划项目基金(编号:Y20100091)

第一作者简介:男(1985-),医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0577)88726334 E-mail:jiwei219@163.com

通讯作者:王向阳 E-mail:xiangyangwang@126.com

on line B as the candidate points, and the points on line C as the limit entry points. In the reconstructed midsagittal images, the safe scope for the screw length and angle for every entry point at the horizontal angle (HA), vertical angle (VA) and limit angle (LA) were measured. At the same time, the bending angle that the plate or net cage required was measured. **Results:** At the optimal entry angle (VA), the total mean screw length was (7.57 ± 1.38) mm, (10.13 ± 2.46) mm and (15.60 ± 3.12) mm for the optimal entry points, candidate points and limit entry points respectively, and there was significant difference among the three points ($P < 0.05$). The measurement of clivus screw placement in 2-D CT reconstruction images showed that 29 cases had line B settled to VA, and 1 case did not reach it at the points of B1, B2 and B3. And yet, only 13 cases met the vertical angle at C1 and C2. 12 cases met it at C3, of them, 1 case reached the vertical angle at C1 other than C2 and C3, and 1 case settled to it at C1 and C2 rather than C3. The maximum upversion angle for the optimal entry points, the candidate points, the limit entry points was approximately $130.19^\circ \pm 8.00^\circ$, $125.23^\circ \pm 13.24^\circ$ and $85.72^\circ \pm 24.33^\circ$ respectively, which showed significant difference among the three points ($P < 0.05$). The bending angle that the plate or net cage required was $130.19^\circ \pm 8.00^\circ$ ($121.36^\circ - 140.18^\circ$). **Conclusions:** Anterior screw placement in occipital clivus for craniovertebral fusion is feasible. There exists a safe zone and screw length requirements for screw placement.

[Key words] Craniovertebral fusion; CT scans; Screw placement; Anterior approach surgery

[Author's address] Department of Orthopaedic Surgery, the Second Affiliated Hospital of Wenzhou Medical College, Wenzhou, 325100, China

颅颈交界区失稳有很多潜在风险,如严重颈椎髓受压等,因此常需要手术进行固定或融合治疗^[1,2]。常用的固定或融合方式有枕颈固定、寰枢关节锁定钢板(subarticular atlantoaxial locking plate, SAALP)固定术、经口咽前路寰枢椎复位钢板(transoral atlantoaxial reduction plate, TARP)固定等^[3-5],但在一些疾病如寰枢椎肿瘤,病灶切除后骨缺损大,上述内固定并不适用。近年来,有学者报道对于寰枢椎肿瘤切除后,经颈前路采用螺钉将钛网或钛板固定于斜坡和 C3 椎体之间,从而进行颈椎前方缺损及稳定性重建^[6-8]。而利用斜坡进行颈椎前路钛网或钛板内固定的方法被认为具有更好的稳定性^[9-11]。但目前国内外并没有相关斜坡螺钉进钉点、最佳螺钉长度文献的详细报道。本研究对 30 例患者的颅颈区 CT 扫描原始数据进行多平面二维重建(MPR),在其矢状位图像上测量斜坡上置入直径 3.5mm 螺钉的安全范围。

1 资料和方法

1.1 一般资料

2006 年 5 月~2011 年 4 月在我院行颅颈区多层螺旋 CT (Philips Medical Systems, Eindhoven, the Netherlands)扫描的患者中,排除:(1) <20 岁;(2)术后 CT 扫描;(3)枕颈部解剖异常,如先天性颅寰枕融合、颅底凹陷等;(4)肿瘤、外伤或感染患者。共有 30 例患者纳入研究,其中男 19

例,女 11 例,年龄 20~64 岁,平均 38.8 岁。

1.2 影像学测量

将 30 例患者的颅颈区 CT 扫描原始数据输入 MXV 工作站,进行 MPR,层厚为 1.0mm,层间距为 0.5mm,重建好的图像保存于 PACS 系统以进行分析测量。

在正中矢状位图(图 1)上,以 C3 上终板前缘点 X 为起点作平行于该终板的平行线长度为 13mm(常用钛网直径为 13mm)至点 Y,连接点 Y 至枕骨大孔前缘点 O(YO 即所需钛笼长度),再由起点 X 作平行于 YO 的平行线交颅底外面斜坡于点 A2, C2 位于颅外斜坡正中线上, B2 位于 A2、C2 连线的中点。根据斜坡解剖关系及手术内固定钢板的特点,在颅外斜坡上设计了 9 个进钉点(A1、A2、A3、B1、B2、B3、C1、C2、C3)。通过在矢状位上确定颅底斜坡最佳进钉点 A2 再作水平线即为 A 线,斜坡最高点水平线即为 C 线,两线中点等距水平线即为 B 线,三线分别有 3 个相距为 3.5mm(即 Zephir 钢板螺钉孔的直径)的进钉点。由于行斜坡螺钉固定时可以是正中单螺钉或者左右旁开双螺钉内固定,因此本研究分别重建每个患者颅颈区的正中矢状位图(图 1)及左右各旁开 3.5mm 矢状位图(图 2)。在 3 个矢状位图上测量其 3 个进钉点分别以水平进钉角度(horizontal angle, HA)、垂直进钉角度(vertical angle, VA)及极限进钉角度(limited angle, LA) 3 个进钉角度进

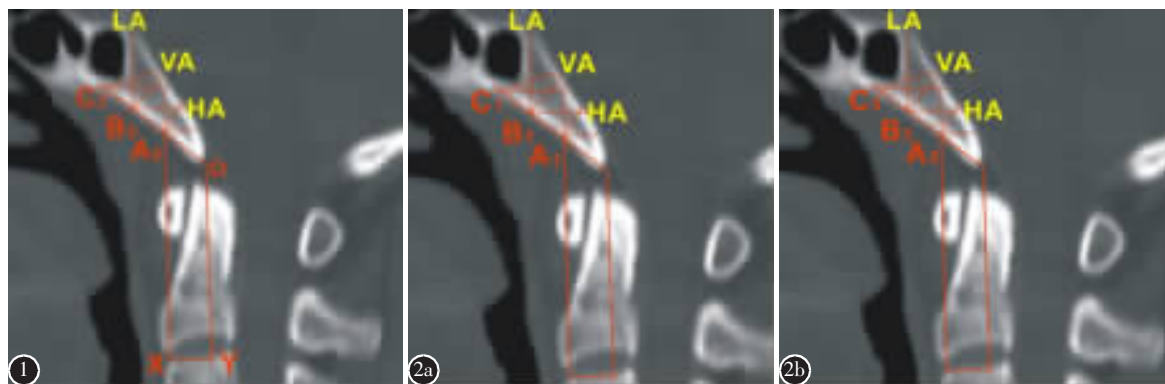


图 1 颅颈区正中矢状位图示斜坡螺钉进钉点 A2、B2 和 C2, 各点水平进钉角度(HA)、垂直进钉角度(VA)和极限进钉角度(LA)及所需钛笼直径 XY、长度 OY、内固定钢板长度 XA2。(A2 为颅颈部钛网顶端螺钉最佳进钉点, C2 位于颅底斜坡最顶端为极限进钉点, B2 为 A2 与 C2 的中点) **图 2 a** 颅颈区正中右侧旁开 3.5mm 矢状位图显示进钉点 A1、B1、C1 **b** 颅颈区正中左侧旁开 3.5mm 矢状位图显示进钉点 A3、B3、C3

Figure 1 Midline sagittal illustration of the craniocervical region was used to simulate clival screws entry point(A2, B2 and C2), entry angle(HA, VA and LA) and the site of plate or cage(XY, OY and XA2). The optimal entry point A2 located at the top of titanium mesh, the limit entry point C2 located at the apex of clivus, and B2 was the midpoint between A2 and C2 **Figure 2** Sagittal illustration of the craniocervical region showing the location of clival screws **a** The entry points on the right sagittal illustration sited 3.5mm apart from the midline A1, B1, C1 **b** The entry points on the left sagittal illustration sited 3.5mm apart from the midline A3, B3, C3

钉的斜坡螺钉长度和安全角度范围。

在测量时,使螺钉顶部到达但不穿透对侧骨皮质,避免邻近组织结构受伤的同时实现螺钉足够的长度而具有更好的力学稳定性。同时,如果螺钉有进入蝶窦或垂体窝可能,尤其是在位于 C 或 B 线的进钉点,于该进钉点作垂体窝或蝶窦后缘切线,该切线与斜坡对侧内面骨皮质有一交点,测量进钉点至该交点的距离(即需要螺钉的安全长度)及该切线与斜坡切线 C2O 之间的夹角(即斜坡螺钉的极限进钉角度)。最后,测量进钉点 A2 与 O 的距离(OA2),进钉点 C2 与 O 的距离(OC2),内固定钢板长度(XA2)以及自体移植骨或钛笼所需的长度(OY)。颅颈区内固定钢板或钛笼所需的折弯角度即为 A2C2 与 XA2 之间的夹角。经颈前路于 A 线上的点进钉时,其 LA 由于椎体及钢板的阻挡其值就为折弯角度。

1.3 统计学分析

用 SPSS 10.0 统计学软件进行统计分析。检验颅外斜坡 9 个螺钉进钉点间螺钉长度比较采用 SNK(Student-Newman-Keuls),单因素方差分析(ANOVA) post hoc Tukey 测试比较不同进钉角度的差异。 $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

2.1 螺钉长度范围

不同进钉点分别以 HA、VA 和 LA 进钉时的螺钉长度见表 1。在分别以 A、B 和 C 线的点为进钉点,以最佳进钉角度(VA)进钉时,平均钉道长度为 (7.57 ± 1.38) mm, (10.13 ± 2.46) mm 和 (15.60 ± 3.12) mm,三者间差异有显著性($P < 0.05$)。最佳进钉点 OA2 距离为 (10.98 ± 1.42) mm,极限进钉点 OC2 距离为 (27.88 ± 2.85) mm,内固定钢板所需长度 XA2 为 (50.75 ± 3.67) mm,以及自体移植骨或者钛笼所需的长度 OY 为 (42.91 ± 2.93) mm。

以 HA、VA 进钉时,与 A2 比较,A1 和 A3 螺钉长度都有明显减少($P < 0.05$)。点 A1 与 B1 在 HA、VA、LA 角度的螺钉长度进行多重比较,差异均具有显著性($P < 0.05$);点 A2 与 B2 在 HA、VA、LA 角度的螺钉长度进行多重比较,差异均具有显著性($P < 0.05$);点 A3 与 B3 在 HA、VA、LA 角度的螺钉长度进行多重比较,差异均具有显著性($P < 0.05$)。A 线与 B 线上,其同一个进钉点于 HA、VA、LA 三个不同角度的螺钉长度差异均具有显著性($P < 0.05$)。C 线上的进钉点在以 LA 进钉时的螺钉长度与以 VA 进钉时的螺钉长度差异无显著性($P > 0.82$)。

2.2 进钉角度范围

29 例患者在 B 线达到了 VA, 13 例患者在 C1 和 C2 达到 VA, 12 例患者在 C3 达到 VA。内固定钢板或者钛笼所需的折弯角度为 $130.19^\circ \pm 8.00^\circ$ ($121.36^\circ \sim 140.18^\circ$), 该角度为 A 线进钉点的极限进钉角度。22 例患者在 B 线的进钉点未能达到该折弯角度, C 线则没有一例达到该进钉角度。B 线和 C 线的极限进钉角度见表 2, 其极限进钉角度平均值分别为 $125.23^\circ \pm 13.24^\circ$ 和 $85.72^\circ \pm 24.33^\circ$ 。A、B 和 C 线的极限进钉角度三者间差异有显著性 ($P < 0.05$)

表 1 不同进钉位置的螺钉长度 ($\bar{x} \pm s, n=30, \text{mm}$)

Table 1 Screw length on difference site			
	水平进钉角度 Horizontal angle	垂直进钉角度 Vertical angle	极限进钉角度 Limited angle
A1	8.13 ± 1.46 (5.69~12.31)	7.42 ± 1.67 (4.84~11.52)	13.49 ± 3.81 (6.55~21.05)
A2	8.37 ± 1.44 (5.69~11.95)	7.74 ± 1.72 (4.34~11.64)	13.60 ± 3.83 (6.26~20.76)
A3	8.16 ± 1.48 (5.69~11.95)	7.55 ± 1.72 (4.84~11.42)	13.44 ± 3.57 (6.55~20.85)
B1	11.60 ± 2.18 (8.28~17.34)	10.00 ± 2.16 (6.35~16.05) ^①	17.16 ± 4.94 (9.45~32.01)
B2	11.70 ± 2.19 (8.39~16.98)	10.12 ± 2.30 (6.32~15.99) ^①	17.23 ± 4.96 (9.71~31.66)
B3	11.78 ± 2.29 (9.42~8.28)	10.28 ± 2.46 (6.34~16.51) ^①	17.29 ± 4.54 (9.45~31.26)
C1	16.14 ± 2.50 (12.67~24.57)	15.71 ± 3.01 (10.10~19.33) ^②	16.67 ± 4.78 (10.93~28.26)
C2	16.06 ± 2.44 (12.78~22.76)	15.46 ± 3.11 (10.04~19.74) ^②	16.52 ± 4.44 (10.82~27.37)
C3	16.15 ± 2.47 (12.23~23.13)	15.63 ± 3.09 (10.08~21.54) ^③	16.69 ± 4.73 (11.02~27.75)

注: ①29 例患者达到垂直进钉角度, ②13 例患者达到垂直进钉角度, ③12 例患者达到垂直进钉角度

①only 29 patients had this value. ②only 13 patients had this value. ③only 12 patients had this value

表 2 B 线与 C 线上进钉点的极限进钉角度范围 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Table 2 Limit entry angle at the point on the line C and line B

	n	极限进钉角度 Limited angle
B1	22	125.71 ± 13.28 (77.49~147.70)
B2	22	124.00 ± 14.47 (79.24~147.70)
B3	22	125.99 ± 12.04 (89.13~147.70)
C1	30	86.09 ± 23.05 (34.07~126.70)
C2	30	86.64 ± 26.12 (37.18~151.05)
C3	30	84.42 ± 22.22 (34.43~129.85)

3 讨论

螺钉的位置是由进钉点和进钉角度确定的, 然而由于斜坡与蝶窦、颈内动脉、延髓及舌下神经等重要解剖结构的比邻关系, 使得斜坡区置钉只能在一个相对安全的范围内进钉。在斜坡区, 置钉钉道较靠外侧, 颈内动脉或岩下窦有被损害的危险; 靠近斜坡前上的进钉, 螺钉则有可能插入蝶窦和脑垂体, 甚至破坏下丘脑; 进钉点太接近斜坡下缘, 椎动脉和舌下神经甚至延髓可能受损。即使这些结构没有直接受到螺钉损害, 但如果斜坡颅底内面皮质受损, 也很可能导致脑桥和延髓腹侧附近出血和血肿形成而致命。本研究在斜坡区相对安全范围内选取了 9 个点作为螺钉进钉点, 并测量不同进钉点的安全置钉范围。钛网或钢板放置于颈椎与斜坡之间, 其上端与斜坡交于 A 线水平, 该线上的进钉点较 B、C 线上的进钉点为更为接近颈椎, 行前路手术剥离的软组织较少能更好显露斜坡, 其次 A 线上的进钉点有更大的安全进钉范围, 行垂直进钉时候也有更理想的操作空间, 故 A 线的进钉点设为最佳进钉点。

由于斜坡与其比邻结构的复杂解剖关系, 经前路行颅颈区斜坡置钉的解剖入路选择受到许多限制^[12]。本研究测量了以 HA、VA 及 LA 作为斜坡螺钉进钉角度的安全进钉范围。而在行颅颈区手术时由于斜坡与上颈椎间内固定钢板或者钛笼的放置阻挡了斜坡螺钉向上倾斜的进钉角度, 因此 LA 被定义为 A2C2 与 XA2 之间的夹角 (即钢板或者钛笼与颅外斜坡的夹角)。然而, 由于蝶窦在形态和大小方面的差异^[13]以及垂体窝与斜坡的相对位置关系, 在 C 线或者 B 线上进钉时, 其 LA 为 A2C2 与蝶窦或者垂体窝后缘切线的夹角, 从而避免螺钉插入损伤该组织。VA 作为最佳进钉角度, HA 与 LA 角度之间的范围即为行斜坡置钉的安全进钉角度范围。同样, 为了测量 A1、B1、C1、A3、B3 和 C3 的进钉角度范围, 我们重建了左右各旁开正中 3.5mm 的矢状位图。

进钉时, 必须同时考虑到蝶窦和斜坡的相对位置关系。蝶窦的大小、形状和气化程度的变化较大, 蝶窦可扩展到鞍前、鞍下、鞍后, 有时蝶窦腔可以延伸到翼板和蝶骨大翼内, 甚至扩展到枕骨基底部^[13]。由于蝶窦和斜坡的这种相对位置关系, 在 2-D CT 重建测量中, 只有 13 例在 C1、C2 达到垂直进钉角度, 12 例在 C3 达到该进钉角度; 22 例

在 B 线上其极限进钉角度到达 A 线上的折弯角度, C 线则没有 1 例达到该折弯角度。在 A1 和 A3, 螺钉长度与 A2 在 HA、VA 分别比较都有明显的减少, 这可能是由于进钉点 A2 较为接近颅外斜坡咽结节的原故。行斜坡螺钉内固定时, 不同个体、同一个体之间的置钉长度及角度值存在较大的差异, 因此本研究结果数据仅提供一些参考, 更重要的是在进行该术式前需要对患者按照该测量方法进行个体化测量研究, 从而得到术前斜坡区置钉的准确可靠的数值。

斜坡置钉行前路枕颈融合术实施的风险较大, 不同个体以及同一个体其斜坡位置蝶窦形态气化发育差异较大, 进行该术式前需要有详细的术前影像学检查, 这不仅有助于决定术前该技术的可行性, 而且当其与术中影像导航系统结合使用时还能够确定术中螺钉的最佳位置。

总之, 颅颈区斜坡置钉存在最佳进钉角度和螺钉长度范围, 在相应进钉点于安全角度范围内进钉可以尽量降低邻近结构损伤的风险。

4 参考文献

1. Lee SC, Chen JF, Lee ST. Complications of fixation to the occiput-anatomical and design implications[J]. Br J Neurosurg, 2004, 18(6): 590-597.
2. 贾连顺. 颈椎术后不融合的影响因素与相应处理[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(11): 801-802.
3. Kanzdiora F, Pflugmacher R, Ludwig K, et al. Biomechanical comparison of four anterior atlantoaxial plate systems [J]. J Neurosurg, 2002, 96(3 Suppl): 313-320.
4. 尹庆水, 艾福志, 夏虹, 等. 经口咽前路环枢椎蝶形钢板系统的设计及生物力学评估[J]. 中华实验外科杂志, 2004, 21(1): 65-67.
5. 尚晖, 李锋, 熊伟, 等. 第二颈椎肿瘤切除重建术三例[J]. 中华外科杂志, 2009, 47(6): 477-478.
6. Suchomel P, Buchvald P, Barsa P, et al. Single-stage total C-2 intralesional spondylectomy for chordoma with three-column reconstruction: technical note[J]. J Neurosurg Spine, 2007, 6(6): 611-618.
7. Rawlins JM, Batchelor AG, Liddington MI, et al. Tumor excision and reconstruction of the upper cervical spine: a multidisciplinary approach[J]. Plast Reconstr Surg, 2004, 114(6): 1534-1538.
8. Goel A, Karapurkar AP. Transoral plate and screw fixation of the craniovertebral region: a preliminary report [J]. Br J Neurosurg, 1994, 8(6): 743-745.
9. Bailey CS, Fisher CG, Boyd MC, et al. En bloc marginal excision of a multilevel cervical chordoma: case report[J]. J Neurosurg Spine, 2006, 4(5): 409-414.
10. Rhines LD, Fourny DR, Siadati A, et al. En bloc resection of multilevel cervical chordoma with C-2 involvement: case report and description of operative technique[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(2): 199-205.
11. Sar C, Eralp L. Transoral resection and reconstruction for primary osteogenic sarcoma of the second cervical vertebra[J]. Spine, 2001, 26(17): 1936-1941.
12. 李俊峰, 王守森, 陈贤明, 等. 经前方入路切除斜坡病变的解剖与手术技术[J]. 中国临床神经外科杂志, 2010, 15(5): 313-316.
13. Stamm AC, Pignatari SS, Vellutini E. Transnasal endoscopic surgical approaches to the clivus [J]. Otolaryngol Clin North Am, 2006, 39(3): 639-656.

(收稿日期: 2012-01-07 修回日期: 2012-07-19)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)