

枕骨髁螺钉内固定行枕颈融合术的研究进展

Advancement of occipital condyle screw instrumentation for occipitocervical fusion

温超轮¹, 李严兵²

(1 解放军第一六九医院脊柱外科 421000 湖南省衡阳市; 2 南华大学解剖教研室 421000 湖南省衡阳市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.01.16

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2014)-01-0081-04

枕颈固定融合术常用于颈枕部不稳的治疗, 常规手术方式以枕骨后部作为颅端固定点, 要求枕骨后部完整, 且有足够厚度及强度供螺钉固定。对于枕骨后部缺损、颅底骨质薄、骨质疏松的患者, 则不适合采用以上固定技术。为了解决以上问题, 2008 年 Frank 等^[1]首次报道枕骨髁螺钉内固定术, 提出将枕骨髁作为颅端单独固定点, 经后路置入枕骨髁螺钉, 结合寰枢椎侧块螺钉行枕颈固定融合术。现将枕骨髁螺钉内固定术的研究进展综述如下。

1 枕骨髁的解剖特征

颅颈交界处解剖结构复杂, 熟练掌握颅颈交界处解剖毗邻关系非常重要。枕骨髁关节面与下方的 C1 侧块关节窝形成寰枕关节, 枕骨髁毗邻重要的结构: 包括上方的舌下神经、内侧的脑干、后外侧的椎动脉及 C1 神经根、上外侧的导静脉及乙状窦、枕骨髁腹侧的咽后软组织^[2]。此外, 颅颈交界处还存在解剖结构变异^[3]。损伤舌下神经可引起舌下神经麻痹, 故置入枕骨髁螺钉过程中要避免螺钉切入舌下神经管而损伤舌下神经。舌下神经管位于枕骨大孔前外侧缘, 为骨性通道, 有内外两口和管部, 在传统上认为是枕骨髁一部分, 在胚胎发育上与椎间孔同源^[4]。其上方毗邻颈静脉结节, 上外侧与颈静脉孔相邻, 横向与乙状窦相邻, 下方与枕骨髁相邻, 与轴面成 45°角并略指向上方, 舌下神经管距枕骨髁下缘平均距离约为 11.5mm, 有足够空间安放枕骨髁螺钉, 围绕舌下神经管的皮质骨可为舌下神经提供额外保护^[5]。椎动脉出寰椎横突孔后, 转向后内侧, 走行于寰椎后弓上方、侧块后方, 然后穿过寰枕后膜进入枕骨大孔。在暴露髁窝及置钉过程中, 要注意保护下方的椎动脉水平段; 髁孔和导静脉为向外侧显露的横向限制及解剖标志; 颈内动脉位于颈内静脉的前方, 颈内静脉位于 C1 的前方、寰枕关节外侧; 此外, 颈动脉及导静脉都需要加以考虑^[6]。因此, 枕骨髁螺钉置钉时应避免损伤上方舌下神经

管, 下方椎动脉, 外侧导静脉, 颈内动、静脉及内侧脊髓。椎动脉周围有丰富静脉丛, 易损伤导致出血, 需较高操作技巧^[7]。

Naderi 等^[8]通过骨性干标本的研究将人枕骨髁的形态分为双半圆型、椭圆型、菱形型、豆状型、棱镜型、扁平型、凸型、平凸型、短宽型、长平型及小凸型。Ozer 等^[9]将人枕骨髁的形状分为 8 种类型并报道了其所占比例, 椭圆型 (59.67%), 肾型 (22.95%), “S” 型 (4.09%), “8” 字型 (4.59%), 三角型 (4.26%), 圆型 (2.45%), 不规则型 (1.63%), 两份型 (0.32%); Pearson 分析发现枕骨髁长度及周长与面积之间存在明显相关性, 椭圆型枕骨髁周长最大, 是行枕骨髁螺钉内固定手术操作成功率较高的类型, 而三角型、圆型、两份型和不规则型枕骨髁置钉难度及风险较大; 同时指出枕骨髁长度与头围大小之间不存在相关性, 故不能凭头围大小判断置入枕骨髁螺钉的难易程度。

2 枕骨髁置钉相关参数的测量

枕骨髁成功置钉的前提条件是枕骨髁有足够的长、宽、高度以容纳一定直径及长度的螺钉。一般要在骨组织中置入直径 3.5mm 螺钉, 要求骨组织自身直径在 5mm 以上^[10]。置钉相关测量参数是枕骨髁的长、宽、高度, 枕骨髁内倾角度与置钉密切相关, 也在调查之列。Naderi 等^[8]对成人枕骨髁骨性标本进行测量, 枕骨髁高度为 9.2±1.4mm, 宽度为 10.6±1.4mm, 长度为 23.4±2.5mm, 枕骨髁内倾角度为 29.2°~30.0°±(7.5°~7.9°), 提示行枕骨髁置钉存在可行性。Ozer 等^[9]报告 352 例成人枕骨干性标本 (704 侧枕骨髁) 测量结果, 枕骨髁的长度为 23.9±3.40mm (右)、24.0±3.3mm (左), 宽度为 11.9±2.3mm (右)、10.7±2.3mm (左)。

由于 X 线检查难以准确测量以上数据, 故枕骨髁影像学观测常采用 CT 扫描^[11,12]。在 CT 上测量: (1) 枕骨髁长度, 沿枕骨髁长轴行前后方向扫描, 枕骨髁轴面上最前缘到最后缘的距离; (2) 枕骨髁宽度, 枕骨髁在中轴平面上通过枕骨髁中心垂直于长轴的距离; (3) 枕骨髁高度, 枕骨髁冠状面及矢状面上舌下神经管下缘到枕骨髁软骨的垂直距离; (4) 枕骨髁内倾角度, 枕骨髁中轴线与正中矢状面的

第一作者简介: 男 (1978-), 医学博士在读, 住院医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0734)8680783 E-mail: wenchaulun@sina.com

通讯作者: 李严兵 E-mail: hnlybup001@163.com

夹角。Frankel 等^[11]回顾性分析 40 例正常成人颈椎三维 CT 数据, 枕骨髁高度为 $10.8 \pm 1.5 \text{ mm}$ ($8.1 \sim 15.0 \text{ mm}$), 宽度为 $11.1 \pm 1.4 \text{ mm}$ ($8.5 \sim 14.2 \text{ mm}$), 长度为 $20.3 \pm 2.1 \text{ mm}$ ($15.4 \sim 24.6 \text{ mm}$), 枕骨髁的内倾角度为 $32.8^\circ \pm 5.2^\circ$ ($20.2^\circ \sim 45.8^\circ$)。Le 等^[12]对 170 例成人患者的枕骨髁 CT 进行测量, 枕骨髁高度为 $9.92 \pm 1.30 \text{ mm}$ ($5.1 \sim 14.3 \text{ mm}$); 宽度为 $11.18 \pm 1.44 \text{ mm}$ ($7.4 \sim 19.0 \text{ mm}$); 长度为 $22.38 \pm 2.19 \text{ mm}$ ($14.7 \sim 27.6 \text{ mm}$)。

以上测量数据表明, 不同学者测量结果略有差异, 造成差异的原因可能包括研究者采用的测量方法、研究对象人种差异等。但研究结果一致表明: 枕骨髁高度接近 11mm, 宽度接近 10mm, 长度接近 22mm, 可以容纳直径为 3.5mm、长度约 20mm 的螺钉; 枕骨髁形态多变, 且个体差异较大, 置钉前应根据 CT 测量结果进行评估及个性化设计。最近林宏衡等^[13]利用 Mimics 软件对经口咽入路枕骨髁置钉进行了影像学研究, 证实了前路置入枕骨髁螺钉的可行性, 为枕骨髁置钉提供了一个新思路。

3 枕骨髁螺钉的生物力学研究

2010 年 Uribe 等^[14]对枕骨髁螺钉固定与枕骨板固定进行了生物力学研究, 结果提示两种固定方式均可使枕颈部活动度明显减少, 固定牢靠, 两者生物力学稳定性基本相同。Helgeson 等^[15]对枕骨板系统、单独枕骨髁螺钉、枕骨髁螺钉加枕骨螺钉固定进行生物力学比较, 结果显示三者的生物力学稳定性基本相同。Takigawa 等^[16]对枕骨板系统、枕骨髁螺钉及后路经寰枕关节螺钉固定进行生物力学比较, 结果提示三种固定方式生物力学稳定性相似, 且后两种方式较前种方式轴向旋转稳定性更高。

与枕骨板固定系统相比, 枕骨髁螺钉固定存在以下优势: (1) 枕骨到颈椎的固定点的距离更短, 使得连接棒长度减少, 且直棒结构能减少变形的可能, 增加稳定性; (2) 可置入更长的螺钉, 以增加螺钉的抗拔出; (3) 枕骨髁螺钉固定位置较低, 占较少骨面积, 可留更多骨表面区域供植骨; (4) 枕骨髁螺钉可与枕骨板系统配合同时使用, 增加固定的稳定性^[1]。

4 手术方法

应用枕骨髁螺钉行枕颈固定融合术的主要操作步骤: 患者全身麻醉, 行颅骨牵引, 取俯卧位, C 型臂 X 线机透视, 诱发电位监测舌下神经, 可在导航下进行手术^[17]。手术采用标准枕颈部后正中切口, 从枕骨粗隆至 C3 或 C4 棘突水平, 沿中线切开颈背部韧带, 枕颈后部肌肉作骨膜下剥离, 向两侧牵开肌肉组织, 显露 C1 后弓, 沿 C1 后弓继续横向骨膜下剥离, 分离并保护好椎动脉水平段, 该区域周围有较丰富的静脉丛, 要注意保护, 防止出血^[18]。暴露寰枕膜、黄韧带和枕骨大孔, 暴露 C1 和 C2 侧块以置入侧块螺钉。使用刮匙将寰枕膜轻轻地从枕骨大孔侧面剥离, 直达枕骨髁后方中间位置, 可向外剥离至髁孔和导静脉, 髁孔和导静脉可作为向外剥离程度标识。枕骨髁进钉

点处用手术微型磨钻去除骨皮质进行开口, 钻头缓慢向前推进直到髁前部皮质, 可突破前方骨皮质, 作双皮质螺钉固定, 也可不突破前方骨皮质, 行单皮质螺钉固定; 用丝锥攻丝; 根据术前及术中测量结果, 置入直径为 3.5mm、长度约为 28~32mm 螺钉, 螺钉尾部露于骨质外约 12mm, 螺钉钉尾位于 C1 后弓上面^[19], 常规方法置入 C1 和 C2 侧块螺钉, 连接圆棒行枕颈固定, 用磨钻去除枕后部、C1 后弓及 C2 椎板的骨皮质, 移植自体髂骨进行融合。

大多数学者^[1, 11, 20, 21]认为, 理想枕骨髁螺钉通道为通过枕骨髁横截面中心、与枕骨髁长轴方向平行。对进钉点的描述意见较一致, 认为理想的进钉点位于枕骨髁与枕骨交界处向下约 2mm、距离髁内侧面缘向外 4~5mm 处 (髁后方内侧面中点)^[20, 21]。关于置钉通道方向的研究主要体现在通道与颅底的夹角以及通道与正中矢状面的夹角两方面。Frank 等^[1]通过影像及人体标本研究首先提出, 枕骨髁螺钉进钉角度应当向下方与颅底成 30° , 以保证安全避开舌下神经管。在后续研究中, 有学者认为枕骨髁螺钉向下 30° 虽然能较好地避免舌下神经管损伤, 但实际手术中置钉较困难^[11, 19, 20]。Uribe 等^[19]认为枕骨髁螺钉应向上与颅底成 5° 角, 而 Frankel 等^[11]则认为理想枕骨髁螺钉通道应当向上或向下与颅底成角 $\leq 10^\circ$ 。Le 等^[20]与 Frankel 等^[11]的研究结果较相似, Le 等^[20]通过 CT 研究提示枕骨髁螺钉置钉时螺钉向上与颅底成 5° 、 10° 角时, 舌下神经管损伤发生率分别为 0%、7.1%。向下与颅底成 10° 、 30° 时, 寰枕关节损伤发生率为 21.8%、99.1%, 故 Le 等^[20]建议枕骨髁螺钉与颅底成角不宜超过 10° , 理想角度应与颅底平行。Uribe 等^[19]认为枕骨髁螺钉通道与正中矢状面夹角应为 $12^\circ \sim 22^\circ$, Frankel 等^[11]则认为应为 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。Le 等^[20]的研究结果显示, 枕骨髁螺钉通道与正中矢状面的夹角分别为 10° 、 20° 和 25° 时, 通道的前后距离分别为 $(17.1 \pm 2.8) \text{ mm}$ 、 $(20.4 \pm 2.8) \text{ mm}$ 和 $(22.2 \pm 2.9) \text{ mm}$ 。统计结果显示骨髁能容纳螺钉的长度在钉道与正中矢状面的夹角成 10° 与 20° 、 10° 与 25° 、以及 20° 与 25° 之间的差别极其显著 ($P \leq 0.01$)^[20]。建议相对于矢状中线, 枕骨髁螺钉通道最优轨迹应该有一个 $\geq 20^\circ$ 的内倾角, 以确保置入枕骨髁的螺钉有足够长度; 螺钉长度为 $20.30 \pm 2.24 \text{ mm}$ ($13 \sim 27.6 \text{ mm}$); 置入的角度为内倾 $20.30^\circ \pm 4.89^\circ$ ($8^\circ \sim 34^\circ$)^[20]。

5 临床应用

相关基础研究证实, 枕骨髁螺钉可作为颅端单独固定点结合寰枢椎侧块钉应用于枕颈融合术^[1, 11, 14-16]。枕骨髁螺钉固定术已成功应用于外伤、类风湿性关节炎以及枕骨大孔成形术后颈枕不稳的治疗, 其中包括儿童及老年病例。迄今为止已有 20 余例成功的临床报道^[11, 12, 17, 18, 20, 22]。枕骨缺损、畸形、厚度不足无法使用枕骨板系统固定融合的患者, 是使用枕骨髁螺钉固定较佳适应证^[1]。对于骨质疏松患者, 可枕骨髁螺钉与枕骨板系统固定配合使用, 以增加固定稳定性^[16]。对于寰枕关节脱位, 不宜使用经关节螺钉

固定,仍可考虑使用枕骨髁螺钉进行复位固定^[23,24]。

2009 年 Uribe 等^[18]首次将枕骨髁螺钉固定术应用于临床,1 例 22 岁男性患者因外伤致齿状突陈旧性骨折,术前影像学检查提示枕颈部不稳定,行枕颈固定融合手术,置入枕骨髁螺钉及寰枢椎侧块螺钉,在 X 线透视及舌下神经诱发电位监测下置钉,枕骨髁螺钉置钉角度内倾 12°,向上与颅底成角 5°;采用规格为 3.5mm×32mm 的半螺纹螺钉,螺钉约 12mm 无螺纹部分露于枕骨髁皮质后面,枕骨髁螺钉行双皮质固定;术后 1 年复查枕颈部坚强融合。2010 年 Frankel 等^[11]将枕骨髁螺钉固定术成功应用于 1 例类风湿关节炎致颈枕不稳定的 70 岁女性患者。由于该患者存在颅底凹陷、颅枕部不稳,术前有严重颈部疼痛及手臂放射痛,四肢轻瘫,肌张力不高,在行枕骨大孔减压术及硬脑膜成形术后,行枕颈融合术。术中于双侧枕骨髁置入规格为 3.5mm×28mm 的半螺纹枕骨髁螺钉,与 C1~C3 侧块螺钉配合使用。术后 15 个月复查内固定器无松动,颈部及手臂疼痛消失,四肢肌力基本恢复。2010 年 BeKelis 等^[22]报道首例儿童(6 岁)应用枕骨髁螺钉固定行枕颈融合术,患儿因 Chiari 畸形在出生后 22 个月时曾行枕骨孔减压术,术后继发颈枕不稳定;在 X 线透视和诱发电位监护下进行手术,术中在双侧枕骨髁置入螺纹长 15mm、总长度为 26mm 的半螺纹螺钉,术后 8 个月复查融合良好。2012 年 Le 等^[17]报道了一组(6 例)患者均在导航引导下手术并取得成功,共置入 12 枚枕骨髁螺钉,无并发症发生;其中 1 例 61 岁男性患者因肺部恶性肿瘤转移侵犯寰枢椎并压迫脊髓,行后路椎管减压,在导航下行枕骨髁螺钉置入颈枕固定融合术。

Frank 等^[11]认为枕骨髁螺钉固定技术的缺点是:手术固定部位接近舌下神经管,有损伤舌下神经管的可能;枕骨髁位置较深,手术显露过程中椎动脉及其周围静脉丛处理有一定难度。Ozer 等^[9]对枕骨髁观测结果显示枕骨髁形态各异,体积差别较大,枕骨髁高度、厚度或长度不足的患者,不适宜行枕骨髁螺钉固定术。

关于术中是否使用导航,不同学者提出了不同看法,Le 等^[17]建议在导航辅助下完成手术,因导航可提高置钉精度,减少辐射量。但有学者认为术中在透视引导下及诱发电位监测下进行即可保证置钉安全性及准确性^[11]。

总之,使用枕骨髁螺钉内固定行枕颈融合术具有可行性及安全性,是传统枕颈融合术的有益补充,为临床医生提供了一种新的选择。相信随着枕骨髁螺钉固定技术研究的逐渐深入以及临床经验的不断积累,枕骨髁作为颅端固定点应用于枕颈融合术会逐渐被接受并掌握,成为常规手术之外的有益补充,并有望成为一种常规的手术方式。但由于颅颈交界处解剖复杂,施行该手术对脊柱外科医生来说仍是一个挑战。

6 参考文献

1. Frank LM, Zubay G, Morrison T, et al. Cadaveric study for

placement of occipital condyle screws: technique and effects on surrounding anatomic structures [J]. J Neurosurg Spine, 2008, 9(4): 347-353.

- Gonzalez LF, Klopfenstein JD, Crawford NR, et al. Use of dual transarticular screws to fixate simultaneous occipitotantal and atlantoaxial dislocations[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 3(4): 318-323.
- Uribe JS, Ramos E, Vale F. Feasibility of occipital condyle screw placement for occipitocervical fixation: a cadaveric study and description of a novel technique [J]. Spinal Disord Tech, 2008, 21(8): 540-546.
- Duan S, Lv S, Ye F, et al. Imaging anatomy and variation of vertebral artery and bone structure at craniocervical junction [J]. Eur Spine J, 2009, 18(8): 1102-1108.
- Muthukumar N, Swaminathan R, Venkatesh G, et al. A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach[J]. Acta Neurochir(Wien), 2005, 147(8): 889-895.
- Wen HT, Rhodon AL Jr, Katsuta T, et al. Microsurgical anatomy of the transcondylar, supracondylar, and paracondylar extensions of the far-lateral approach[J]. J Neurosurg, 1997, 87(4): 555-585.
- Wolfla CE. Anatomical, biomechanical, and practical considerations in posterior occipitocervical instrumentation[J]. Spine J, 2006, 6(6 Suppl): 225-232.
- Naderi S, Korman E, Citak G, et al. Morphometric analysis of human occipital condyle[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2005, 107(3): 191-199.
- Ozer MA, Celik S, Govsa F, et al. Anatomical determination of a safe entry point for occipital condyle screw using three-dimensional landmarks[J]. Eur Spine J, 2011, 20(9): 1510-1517.
- Madawi AA, Casey AT, Solanki GA, et al. Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique[J]. Neurosurgery, 1997, 86(6): 961-968.
- Frankel BM, Hanley M, Vandergrift A, et al. Posterior occipitocervical (C0-3) fusion using polyaxial occipital condyle to cervical spine screw and rod fixation: a radiographic and cadaveric analysis[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(5): 509-516.
- Le TV, Dakwar E, Hann S, et al. Computed tomography-based morphometric analysis of the human occipital condyle for occipital condyle-cervical fusion [J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(3): 328-331.
- 林宏衡, 夏虹, 许俊杰, 等. 经口咽入路枕骨髁螺钉置钉的影像学研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(10): 898-903.
- Uribe JS, Ramos E, Youssef AS, et al. Craniocervical fixation with occipital condyle screws: biomechanical analysis of a novel technique[J]. Spine, 2010, 35(9): 931-938.
- Helgeson MD, Lehman RA Jr, Sasso RC, et al. Biomechanical analysis of occipitocervical stability afforded by three fix-

综述

胸腰段椎间盘突出症的诊断与治疗进展

Advancement of diagnosis and treatment of thoracolumbar disc herniation

赵 栋, 邓树才

(天津医院脊柱外科 300211 天津市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.01.17

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2014)-01-0084-04

胸腰段椎间盘突出症(thoracolumbar disc herniation, TLDH)是指下胸段(T10)至上腰段(L2)的椎间盘突出压迫脊髓膨大、圆锥或高位马尾神经所引发的一系列症状和体征。近年来,随着MRI以及CT诊断技术的发展,TLDH的确诊率得到很大提高,但由于发生率相对较低,临床表现复杂多变且缺乏特异性,容易误诊或漏诊,从而错过最佳治疗时机。此外,尽管近年来关于TLDH手术治疗的文献报道逐渐增多,但由于存在一定的难度和风险,手术入路选择争议颇多^[1-7]。笔者通过相关文献回顾,对胸腰段椎间盘突出症的诊断及手术治疗进展总结如下。

1 TLDH 的发生率

尽管普遍观点认为TLDH的发生率相对较低,但随

着影像学诊断水平的提高,诊断率明显提高。有文献报道TLDH约占所有腰椎间盘突出症的1%~10.4%^[8],有症状的胸腰段椎间盘突出患者约占所有脊柱椎间盘突出的0.15%~4%^[9]。这种差异部分源于“胸腰段”的非标准化定义。部分学者认为胸腰段包括T10~L2,亦有学者认为应该包括T12~L3或T11~L2^[8]。基于特殊的生物力学机制以及脊髓圆锥末端位置的个体差异等特点,目前多数学者认为胸腰段特指T10~L2^[10]。此外,尽管关于TLDH的发生率目前尚无比较确切的数据,但普遍观点认为其发生率低于下腰段椎间盘突出症的发生率,高于胸椎间盘突出症的发生率^[10]。

2 脊柱胸腰段的解剖学特点

从生物力学角度分析,脊柱胸腰段(T10~L2)是相对固定不动的胸椎至活动范围较大的腰椎过度,关节面的方向从接近于冠状位变为近似矢状位,矢状位生理曲度由胸椎后凸变为腰椎前凸。T10及其以上胸椎通过肋软骨组成

第一作者简介:男(1973-),医学博士,副主任医师,研究方向:脊柱外科
电话:(022)28336346 E-mail:andyzhao99@163.com

- ation techniques[J]. Spine J, 2011, 11(3): 245-250.
16. Takigawa T, Simon P, Espinoza Orías AA, et al. Biomechanical comparison of occiput-C1-C2 fixation techniques: C0-C1 transarticular screw and direct occiput condyle screw [J]. Spine, 2012, 37(12): E696-701.
 17. Le TV, Burkett C, Ramos E, et al. Occipital condyle screw placement and occipitocervical instrumentation using three-dimensional image-guided navigation [J]. J Clin Neurosci, 2012, 19(5): 757-760.
 18. Uribe JS, Ramos E, Baaj A, et al. Occipital cervical stabilization using occipital condyles for cranial fixation: technical case report[J]. Neurosurgery, 2009, 65(6): E1216-1217.
 19. Uribe JS, Ramos E, Vale F. Feasibility of occipital condyle screw placement for occipitocervical fixation: a cadaveric study and description of a novel technique[J]. Spinal Disord Tech, 2008, 21(8): 540-546.
 20. Le TV, Vivas AC, Baai AA, et al. Optimal trajectory for the occipital condyle screw[J]. J Spinal Disord Tech, 2012, Mar 20. [Epub ahead of print].
 21. Uribe JS, Ramos-Zapata E, Vale FL. Condyle screws[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(1): 139-140.
 22. Bekelis K, Duhaime AC, Missios S, et al. Placement of occipital condyle screws for occipitocervical fixation in a pediatric patient with occipitocervical instability after decompression for Chiari malformation [J]. J Neurosurg Pediatr, 2010, 6(2): 171-176.
 23. Hong JT, Takigawa T, Sugisaki K, et al. Biomechanical and morphometric evaluation of occipital condyle for occipitocervical segmental fixation [J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2011, 51(10): 701-706.
 24. Senoglu M, Safavi-Abbasi S, Theodore N, et al. Feasible and accurate Occipitotlantal transarticular fixation: an anatomic study[J]. Neurosurgery, 2010, 66(3): 173-177.
- (收稿日期:2013-04-01 末次修回日期:2013-10-28)
(本文编辑 李伟霞)