

综述

后路枕骨髁螺钉置钉参数的研究进展

The research progress of optimal trajectory for the occipital condylar screw

王 扬¹, 马维虎², 李国庆²

(1 宁波大学医学院 315000 浙江省宁波市; 2 浙江省宁波市第六医院脊柱外科 315000)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.07.14

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-07-0658-04

枕颈不稳通常由外伤、先天畸形、肿瘤、炎症等因素引起,一般需行枕颈融合术^[1]。目前临床常用的手术固定方式为枕骨螺钉固定技术,该固定融合系统要求患者枕骨完整且无解剖变异^[2],保证有足够面积和厚度供枕骨钢板固定,术中不可避免剥离大量软组织以暴露钢板螺钉附着处,且存在软组织损伤、硬膜外血肿、神经系统受损等严重并发症^[3,4]。随着固定技术和三维影像技术的发展,以及解剖研究的深入,脊柱外科医生已不满足于该融合固定技术。2008年,La Marca等^[5]和Uribe等^[6]分别通过独立研究首次提出后路枕骨髁螺钉固定技术,随后有学者^[7-10]从解剖学、影像学、形态学及生物力学方面证实了枕骨髁螺钉固定的可行性。Lee等^[11]认为枕骨髁螺钉固定力矩更小,固定节段更短,钉道长度更长,单螺钉拔出力量更大,且枕骨髁螺钉固定的同时可以行枕骨螺钉固定,也更符合Grob^[12]所提出的理想枕颈融合内固定标准。Hong等^[13]认为在枕骨螺钉固定不可行时后路枕骨髁螺钉固定可以作为一种补救手段。但枕骨髁周围毗邻结构复杂,解剖变异较大,尤其是枕骨髁上方有舌下神经管通过^[14],其内有舌下神经、咽升动脉脑膜分支、舌下神经管静脉丛等重要结构^[15],损伤舌下神经易导致同侧舌肌瘫痪甚至萎缩^[16];此外,椎动脉出寰椎横突孔后转向后内侧方,穿过寰枕后膜进入枕骨,显露和置钉过程中易压迫、损伤椎动脉水平段,造成严重的不良后果^[17-19],故临床需要精确置钉参数来指导置钉。目前国内大量研究集中于后路枕骨髁螺钉固定的可行性研究,对于最佳置钉参数的研究较少且存在争议。现就目前国内有关后路枕骨髁螺钉固定的置钉参数研究结果综述如下。

1 进钉点参数

进钉点的选择很大程度上影响了后续置钉。Lee等^[11]认为进钉点的选择需考虑螺钉与毗邻解剖结构的距离,主要毗邻结构包括舌下神经管、髁导静脉和寰枕关节面,并且他认为在置钉时若进钉点选择过于偏头侧,置钉过程中

易损伤髁导静脉不利于静脉回流,且舌下神经管位于枕骨髁上方,进钉点过于靠头侧造成螺钉破坏舌下神经管的机会增大;若进钉点选择过于偏尾侧,螺钉易损伤寰枕关节,造成固定强度减弱,此外靠近椎动脉也会产生额外的风险和挑战;极内侧的进钉点容易导致螺钉和血肿直接或者间接损伤脊髓,相反极外侧进钉点需要更多的软组织剥离和更大的内倾角,技术要求苛刻。与Lee的观点不同,部分学者^[20,21]认为髁导静脉只有在颈静脉球发生闭塞或先天性异常时才会承担主要的回流功能,在正常情况下可以牺牲髁导静脉;也有学者^[5]认为椎动脉在寰椎后弓的椎动脉沟内走行,位置更靠近尾侧,对枕骨髁螺钉的置入往往影响不大。Uribe等^[6]对6例硅胶灌注成人头颈部标本置钉,选择寰枕关节以上1~2mm,枕骨髁内缘外侧4~5mm为进钉点,术后CT检查显示12个枕骨髁螺钉均未损伤舌下神经管及其他重要结构。La Marca等^[5]选择枕骨髁后缘中线,竖直方向距髁孔3mm为进钉点。然而Ozer等^[7]对352例成人颅骨标本的研究发现,252例(82.3%)标本存在髁孔,而52例(17%)不存在髁孔;基于这一点,Lee等^[11]认为无法将枕骨髁孔作为适用于所有患者的标准参照点,在竖直方向上应选择枕骨髁和枕骨大孔边缘交点作为参考点,该交点高度进钉更接近Uribe等^[6,9,22]的进钉位置,此外该研究通过对157例患者颈部CT数据三维数字化模拟置钉,以枕骨髁后缘中点、内侧3mm、外侧3mm三处为进钉点,进钉高度为枕骨髁与枕骨大孔缘交点水平,比较三处进钉点之间安全性及成功率,结果显示枕骨髁后缘中点内侧3mm不是理想的进钉点,中间及外侧进钉点适合4mm直径螺钉进钉,差异无统计学意义,均能满足置钉要求,但外侧进钉点需要更大的头倾角且靠近髁导静脉,损伤脊髓、脑干和髁导静脉的机会较中间进钉点更大,但是外侧进钉点不易损伤舌下神经管,因为理论上外侧进钉点距离舌下神经管更远,故他认为中间或外侧进钉点之间没有更优的选择,应结合患者个体情况做出选择。Le等^[23-25]选择枕骨髁后缘内外侧中点、寰枕关节以上1~2mm为进钉点,但同时他认为无论竖直方向上选择何种参照点,进钉点至少距枕骨2mm才能满足直径3.5mm螺钉的置入,且为了保护髁导静脉,进钉点应处于枕骨髁窝内侧稍偏离中线。

第一作者简介:男(1991-),住院医师,硕士研究生在读,研究方向:脊柱外科

电话:(0574)63012127 E-mail:cxhszx11ba@163.com

Frankel等^[26]在 4 例成人尸体标本上经枕骨髁置钉,选择枕骨髁后部中点为进钉点置钉,未发现周围重要结构损伤。李国庆等^[10]对 12 例国人尸体标本的研究显示,进钉点至颅底的垂直距离为 $4.73\pm 1.47\text{mm}$ (左)、 $4.24\pm 1.21\text{mm}$ (右),进钉点至枕骨髁内侧缘的水平距离为 $6.02\pm 1.65\text{mm}$ (左)、 $6.34\pm 1.83\text{mm}$ (右),两侧差异无统计学意义。余作冲等^[27]针对 20 例国人尸体标本的置钉研究结果显示,进钉点至枕骨髁内侧缘的水平距离左侧为 $7.6\pm 0.9\text{mm}$ 、右侧为 $7.3\pm 0.6\text{mm}$,进钉点至颅底的垂直距离左侧为 $10.2\pm 1.6\text{mm}$ 、右侧为 $9.9\pm 1.0\text{mm}$,结果与 Uribe 等^[6]的研究结果差异较大,作者认为除了人种体型及解剖学差异外,同时存在枕骨髁标本自身形态的差异。横向比较该结果与同样选择颅底为参照物的 Le 等^[23-25]和李国庆等^[10]的研究结果差异仍较大,该差异成因有待进一步研究。

综上所述,国内外学者对于进钉点选择还存在争议,尤其在进钉点头尾侧参照物和距离选择上各研究结果差异较大,Le 等^[25]认为造成该现象的原因是进钉点可选范围在数毫米间,无法准确测量和评估,同时他认为无论进钉点选择靠近头侧还是尾侧,均需满足“进钉点至少距离颅底 2mm 以上”这个条件,以满足直径 3.5mm 螺钉能被顺利置入。各学者^[5,6,10,11,25-27]在水平方向上的进钉参照点选择较为统一,都选择枕骨髁内外缘,水平方向具体距离稍有差异,大部分学者^[5,11,26]认为枕骨髁后内外侧中线附近置钉较理想。

2 进钉角度参数

在进钉点固定的前提下,确定进钉角度只需要确定内倾角和头倾角参数。Uribe 等^[6,9,22]认为内倾角 $12^\circ\sim 22^\circ$ (图 1)、头倾角不超过 5° (图 2)为合适进钉角度。Lee 等^[11]以枕骨髁与枕骨大孔边缘交点水平面,枕骨髁内外缘中点、内侧 3mm、外侧 3mm 为进钉点模拟置钉,发现中间进钉点内倾角最大为 $36.4^\circ\pm 6.3^\circ$ 、最小为 $25.6^\circ\pm 7.6^\circ$,外侧进钉点内倾角最大为 $47.7^\circ\pm 6.6^\circ$ 、最小为 $36.8^\circ\pm 7.5^\circ$,头倾角均以螺钉头指向枕骨大孔前缘为宜,但他并不确定临床置

钉透视时能否确定枕骨大孔前缘中点,而大量基于枕骨髁和经关节螺钉的研究也未提示相关问题^[2,6,9,22,28,29]。Le 等^[25]认为螺钉钉道以平行枕骨髁长轴为宜,而且钉道内倾角至少 20° ,头倾角 $0^\circ\sim 5^\circ$,若螺钉尾倾角大于 10° 寰枕关节损伤机会增大至 21.8%,若尾倾 30° 寰枕关节损伤率高达 99.1%,而头倾 10° 则有 7.1%的机会损伤舌下神经管。La Marca 等^[9]则认为螺钉应尾倾 30° 以确保舌下神经管安全,内倾 10° 避开颈静脉孔。Frankel 等^[26]认为内倾角应为 $20^\circ\sim 33^\circ$,头倾角为手电钻放在进钉点时其轴与颅骨的切线角,通常 $\leq 10^\circ$ 。李国庆等^[10]对国人尸体置钉发现螺钉内倾角应为 $37.53^\circ\pm 4.28^\circ$ (左)、 $36.79^\circ\pm 5.11^\circ$ (右),螺钉与颅底切线夹角为 $8.39^\circ\pm 1.62^\circ$ (左)、 $8.44^\circ\pm 1.57^\circ$ (右)。Ozer 等^[7]对 304 例成人干燥标本研究发现,枕骨髁中轴线内倾角左侧为 $32.9^\circ\pm 7.68^\circ$,右侧为 $38.2^\circ\pm 7.38^\circ$ 。李仕等^[30]报道的 165 例国人标本研究中各类型枕骨髁内倾角为 $32.50^\circ\pm 8.83^\circ$ (左)和 $31.24^\circ\pm 7.26^\circ$ (右)。

国内外各学者报道的最佳钉道角度和枕骨髁解剖学中轴线角度有较大差距,Lee 等^[11]发现进钉点在枕骨髁后缘中点向外移动 3mm 即可造成内倾角增大约 10° ,进钉点位于枕骨髁后缘中点时内倾角较符合枕骨髁中轴线角度,仅从水平方向来看,螺钉进钉点的选择很大程度上影响了进钉角度。但是横向比较 Frankel 等^[26]、La Marca 等^[9]和 Le 等^[25]的研究结果,虽然同样选择枕骨髁后缘中点进钉,但螺钉内倾角仍与枕骨髁解剖中轴线内倾角差异较大。暂无文献报道头倾角与进钉点竖直方向变化的关系。

3 钉道长度参数

螺钉钉道长度由其他各项参数所决定,Ozer 等^[7]针对 704 例枕骨髁的解剖学研究显示枕骨髁长轴长度为 $24\pm 3.3\text{mm}$ (左)和 $23.9\pm 3.4\text{mm}$ (右)。Uribe 等^[6,9,22]报道的钉道长度为 $20\sim 24\text{mm}$;Lee 等^[11]报道的钉道长度为 $20.6\pm 1.6\text{mm}$ (中)和 $20.7\pm 1.5\text{mm}$ (外);La Marca 等^[9]报道的钉道长度为 22mm ;Le 等^[25]通过比较各内倾角情况下的钉道长度发现, 10° 内倾时钉道长度为 $17.1\pm 2.8\text{mm}$, 20° 内倾时为 $20.4\pm$

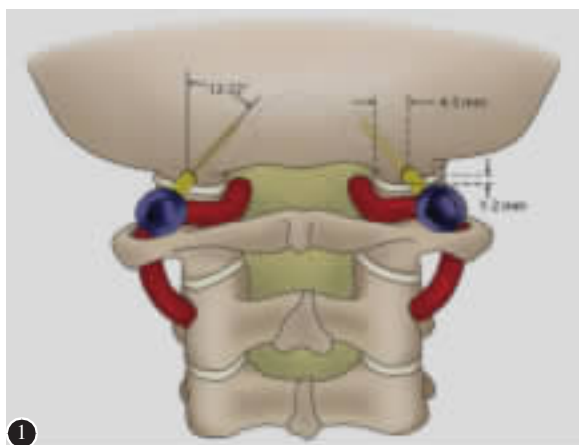


图 1 后面观进钉点(CEP)所在位置,内倾角为 $12^\circ\sim 22^\circ$ ^[6]

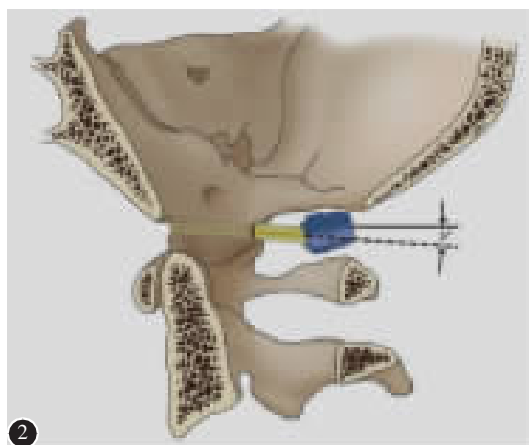


图 2 矢状面观见螺钉头倾角为 5° ,可见舌下神经管内口^[6]

2.8mm, 25°内倾时为 22.2±2.9mm, 可知内倾 25°时钉道长度最长,但未报道内倾 30°以上的钉道长度,理论上该角度接近 Ozer 等^[7]测量的枕骨髁中轴线角度。上述各项研究结果均能达到或接近枕骨髁中轴长度,然而单独比较钉道长度并无意义,应结合进钉点和进钉角度等参数综合研究。

4 其他

Lee 等^[11]认为双皮质固定容易引起致命的脑干周围出血,但是相较于单皮质固定能得到更大的钉道长度及稳定性,且置钉成功率更高。La Marca 等^[9]认为螺钉周围至少应该有 1.5mm 的骨性结构,且枕骨髁后壁上下高度至少有 5~8mm,左右宽度至少 5~9mm,才可满足 3.5mm 直径的螺钉置入,而 4mm 直径螺钉有更苛刻的要求。Lee 等^[11]则认为选择 3.5mm 直径的螺钉能提高置钉成功率和安全性,但固定稳定性较 4mm 直径螺钉下降。大量研究对螺钉直径选择没有统一的观点,有学者^[15, 9, 23, 26, 32](经口咽入路)选择 3.5mm 直径螺钉,有学者^[10, 11, 27]选择 4.0mm 直径螺钉。

5 总结与展望

目前后路枕骨髁螺钉置钉参数尚未达成一致。针对后路枕骨髁螺钉进钉点,大部分学者^[5, 11, 26]同意“水平方向上选择枕骨髁后部内外侧中点”这一观点。而垂直方向上的进钉点选择存在较大分歧,Le 等^[29]认为究其原因进钉点选择范围在几毫米间,且枕骨髁后部暂无良好的解剖参照点能应用于垂直方向进钉点的确定;Lee 等^[11]认为 La Marca 等^[9]使用的髁导静脉孔在部分患者中不存在,而李国庆等^[10]认为 Uribe 等^[6]选择的寰枕关节在寰枕脱位患者中易发生位移,故目前主流的观点^[10, 25, 27]认为进钉点垂直方向参考点应选择颅底,但是各研究结果之间差异较大。对于进钉角度而言,螺钉进钉角度和进钉点之间关系密切,受进钉点影响较大,大部分学者建议螺钉应趋于和枕骨髁中轴线平行。受到解剖结构影响,舌下神经管周围重要结构繁多——颈静脉孔、乙状窦、颈静脉结节、舌下神经、咽升动脉脑膜分支、舌下神经管静脉^[15, 31],损伤都会造成严重不良后果,因此有学者^[25]认为应限制螺钉头倾角以避免损伤舌下神经管,但是舌下神经管周围有皮质骨包裹^[31],实际置钉时有经验的医师通过探针探查可以有效避免其损伤。

后路枕骨髁螺钉固定技术尚存在诸多问题亟须解决,大部分学者^[5, 6, 11, 25]选择颅底或枕骨大孔前端作为头倾角参照,因此无法在术中肉眼判断头倾角大小,多次透视增加了患者的辐射量,且 Lee 等^[11]也认为没有充分证据证明术中透视可确定枕骨大孔前端, Frankel 等^[29]选择螺钉手钻与颅骨的切线夹角来量化头倾角,方便术中置钉。林宏衡等^[32]从口咽入路行前路枕骨髁螺钉内固定,发现枕骨髁腹侧外进钉点置钉成功率较高,提出了枕骨髁置钉新思路,同时提示后路枕骨髁置钉时钉尖稍指向外侧可以增加置钉成功率。目前部分学者^[11, 25]认为枕骨髁解剖变异相对

较大,无法用固定的置钉参数满足所有置钉情况;同时 Ozer 等^[7]、李仕等^[30]基于西方和我国人种枕骨髁干燥标本的研究发现枕骨髁有大量分型,部分分型无法满足螺钉置钉要求,常规置钉时应术前 CT 三维重建,测量个体化置钉参数,指导术中置钉,排除解剖变异的影响^[33]。近年来医疗科技水平不断发展,针对存在解剖变异或置钉难度较大的患者,La Marca 等^[5]和 Frankel 等^[26]利用术中三维影像导航技术和诱发电位监测下辅助置钉,黄轩等^[34]利用三维打印个体化导航模板辅助置钉,均取得了良好的效果,不失为一种在置钉困难时的辅助方法。

目前前路枕骨髁螺钉置钉需要在垂直方向进钉点参数、头倾角参数以及内倾角参数三方面制定更标准化的置钉参数,寻找一个解剖变异更小、更易于术中置钉的解剖标志物,此外,枕骨髁螺钉解剖结构相比其他椎体差异较大,需要根据各项置钉参数设计更优化的螺钉,使其获得更小的螺钉切迹、力矩,更好地规避椎动脉,增强生物力学强度。相信随着后路枕骨髁螺钉固定技术的研究不断深入和脊柱外科医师对于枕骨髁解剖结构的理解,后路枕骨髁螺钉固定技术能更好地应用于临床,拥有更好的发展前景。

6 参考文献

1. Winegar CD, Lawrence JP, Friel BC, et al. A systematic review of occipital cervical fusion: techniques and outcomes[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 13(1): 5-16.
2. 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.
3. Vaccaro AR, Lim MR, Lee JY. Indications for surgery and stabilization techniques of the occipito-cervical junction [J]. Injury, 2005, 36(Suppl 2): B44-53.
4. Vale FL, Oliver M, Cahill DW. Rigid occipitocervical fusion [J]. J Neurosurg, 1999, 91(2 Suppl): 144-150.
5. La Marca F, 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.
6. 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]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(8): 540-546.
7. 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.
8. Takigawa T, Simon P, Espinoza OA, 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-E701.
9. 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.
 10. 李国庆, 马维虎. 后路枕骨髁螺钉通道的影像解剖学研究[C]. 2014 年浙江省骨科学学术年会. 中国浙江宁波, 2014.
 11. Lee JO, Buchowski JM, Lee KM, et al. Optimal trajectory for the occipital condylar screw[J]. Spine, 2012, 37(5): 385-392.
 12. Grob D. Posterior occipitocervical fusion in rheumatoid arthritis and other instabilities[J]. J Orthop Sci, 2000, 5(1): 82-87.
 13. 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.
 14. Bulsara KR, Asaoka K, Aliabadi H, et al. Morphometric three-dimensional computed tomography anatomy of the hypoglossal canal[J]. Neurosurg Rev, 2008, 31(3): 299-302.
 15. Naderi S, Korman E, Citak G, et al. Morphometric analysis of human occipital condyle[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2005, 107(3): 191-199.
 16. 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.
 17. Gunnarsson T, Massicotte EM, Govender PV, et al. The use of C1 lateral mass screws in complex cervical spine surgery: indications, techniques, and outcome in a prospective consecutive series of 25 cases[J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(4): 308-316.
 18. Pang D, Nemzek WR, Zovickian J. Atlanto-occipital dislocation(part 2): the clinical use of (occipital) condyle-C1 interval, comparison with other diagnostic methods, and the manifestation, management, and outcome of atlanto-occipital dislocation in children[J]. Neurosurgery, 2007, 61(5): 995-1015.
 19. Wen HT, Rhoton AJ, 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.
 20. Arnaudovic KI, Al-Mefty O, Pait TG, et al. The suboccipital cavernous sinus[J]. J Neurosurg, 1997, 86(2): 252-262.
 21. Castillo C, Vinas FC, Gutikhonda M, et al. Microsurgical anatomy of the suboccipital segment of the vertebral artery[J]. Neurol Res, 1998, 20(3): 201-208.
 22. Uribe JS, Ramos-Zapata E, Vale FL. Condyle screws[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(1): 139-141.
 23. 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.
 24. 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.
 25. Le TV, Vivas AC, Baaj AA, et al. Optimal trajectory for the occipital condyle screw[J]. J Spinal Disord Tech, 2014, 27(2): 93-97.
 26. 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.
 27. 余作冲, 姜建元, 金翔, 等. 枕骨髁螺钉进钉点的解剖学研究[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(11): 1115-1119.
 28. Lee KM, Yeom JS, Lee JO, et al. Optimal trajectory for the atlantooccipital transarticular screw[J]. Spine, 2010, 35(16): 1562-1570.
 29. Feiz-Erfan I, Gonzalez LF, Dickman CA. Atlantooccipital transarticular screw fixation for the treatment of traumatic occipitoatlantal dislocation: technical note [J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(3): 381-385.
 30. 李仕, 柴瑜, 曾广南, 等. 枕骨髁的分型及其意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2013, 23(1): 28-31.
 31. 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.
 32. 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.
 33. Lin SL, Xia DD, Chen W, et al. Computed tomographic morphometric analysis of the pediatric occipital condyle for occipital condyle screw placement[J]. Spine, 2014, 39(3): E147-E152.
 34. 黄轩, 李凤宁, 张帆, 等. 三维打印个体化导航模板在枕骨髁螺钉固定技术中的应用研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(5): 440-446.

(收稿日期:2016-04-16 修回日期:2016-05-10)

(本文编辑 李伟霞)