

数字化三维重建模拟后路枕骨髁螺钉置钉

娄桢祺¹, 马维虎², 王 扬¹, 李国庆², 阮超越², 赵华国¹, 蒋伟宇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骨科 315000)

【摘要】目的:利用数字化三维重建技术测量枕骨髁螺钉的最佳置钉参数,探讨后路枕骨髁螺钉置入的安全性及各置钉参数间的相关性。**方法:**选取 50 例枕颈部形态正常者的上颈椎螺旋 CT 扫描图像,男 25 例,女 25 例,年龄 25~60 岁(38.5±7.6 岁)。排除骨折脱位、感染、肿瘤、畸形及退行性变,将数据导入 Mimics 软件,对枕骨及寰椎进行三维 CT 重建,模拟置入直径 3.5mm 的枕骨髁螺钉,测量枕骨髁长、宽、高、进钉点至枕骨内侧缘和颅底部的距离,并通过 3-matic 软件测量枕骨髁螺钉进钉长度、头倾角、内倾角及与枕骨切线间的切线角,比较枕骨髁解剖学参数与螺钉置钉参数间的差异。**结果:**共模拟置入 100 枚枕骨髁螺钉,三维模型大体观察均无舌下神经管、寰枕关节面和枕骨髁内外侧壁的损伤。男、女枕骨髁解剖学参数及螺钉进钉点参数、置钉后枕骨髁螺钉置钉参数左右两侧比较均无统计学差异($P>0.05$)。男性枕骨髁解剖学长、宽、高、进钉点距枕髁内侧缘水平距离及距颅底垂直距离分别为 22.00±1.67mm、11.27±1.21mm、10.72±1.13mm、5.37±0.10mm 及 2.95±0.47mm,女性分别为 21.07±1.43mm、10.64±0.81mm、9.62±0.95mm、5.05±0.10mm 及 3.04±0.48mm,女性枕骨髁长、宽、高及进钉点距枕髁内侧缘水平距离均显著性小于男性 ($P<0.05$),进钉点距颅底垂直距离与男性无统计学差异 ($P>0.05$);置钉后男性头倾角、颅底切线角、内倾角及进钉长度分别为 3.90°±2.01°、12.45°±4.73°、28.15°±4.53°、22.47±1.48mm,女性分别 4.19°±2.01°、11.25°±4.61°、30.00°±4.70°、21.59±1.62mm,女性进钉长度较男性短 ($P<0.05$),头倾角、颅底切线角及内倾角男女性无统计学差异 ($P>0.05$)。头倾角与切线角间存在正相关性($r=0.519$, $P<0.05$),与其余置钉参数间无相关性 ($P>0.05$)。**结论:**国人女性枕骨髁解剖学参数与男性存在差异,枕骨髁三维重建下模拟螺钉置入显示男女性枕骨髁均可安全容纳螺钉置入固定,理论上切线角可结合进钉点及内倾角指导枕骨髁螺钉的安全置入。

【关键词】数字化;枕骨髁;枕骨髁螺钉;枕颈融合;内固定

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.07.02

中图分类号:R687.3,R814.42 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-07-0585-07

Digital 3D simulation study on posterior occipital condyle screw fixation/LOU Zhenqi, MA Weihu, WANG Yang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(7): 585-591

【Abstract】Objectives: To measure the best parameters for placing occipital condyle screw in posterior approach, and to discuss the safety of surgical procedure and the correlation among parameters by using digital 3D reconstruction technology. **Methods:** Fifty cases with occipital spiral CT data were randomly selected from the normal outpatients which meant no fracture, dislocation, infection, cancer, deformity or degeneration, including 25 males and 25 females with the age ranging from 25 to 60 years (average, 38.5±7.6 years). Then the obtained CT data were input into Mimics to reconstruct occipital bone and atlas. 3.5mm occipital condyle screw was simulated placing, the length, width and height of occipital condyle were measured, then the distances from the nailing point to the medial edge of occipital condyle and to the basis cranii were calculated. After that, the length, cranial angle, medial angle and tangent angle between nail and occipital tangent were measured by 3-matic. **Results:** A total of 100 occipital condyle screws were simulated to place, and there was no injury on hypoglossal canal, atlas joint surface, the medial or lateral wall of occipital condyle in 3D model. Left and right occipital condyle anatomical parameters, nailing point parameters and simulation nailing setting parameters were slightly different, but there was no statistical significance ($P>0.05$). The anatomical parameters of length, width and height of male occipital condyle, the horizontal distance from the nailing point

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81572217);浙江省医药卫生科技项目(201340612);浙江省医药卫生科技项目(2015112091)

第一作者简介:男(1992-),住院医师,硕士研究生在读,研究方向:脊柱外科

电话:(0574)87996111 E-mail:louzhengqi9265@outlook.com

通讯作者:马维虎 E-mail:weihu_ma@163.com

to medial occipital condyle, and the vertical distance from the nailing point to the basis cranii of male were $22.00 \pm 1.67\text{mm}$, $11.27 \pm 1.21\text{mm}$, $10.72 \pm 1.13\text{mm}$, $5.37 \pm 0.10\text{mm}$ and $2.95 \pm 0.47\text{mm}$ respectively, while those parameters of female were $21.07 \pm 1.43\text{mm}$, $10.64 \pm 0.81\text{mm}$, $9.62 \pm 0.95\text{mm}$, $5.05 \pm 0.10\text{mm}$, and $3.04 \pm 0.48\text{mm}$ respectively. The anatomical parameters of length, width and height of female occipital condyle, and the horizontal distance from the nailing point to medial occipital condyle of female were smaller than those of male obviously ($P < 0.05$), but it showed no statistical significance in the parameter of vertical distance from nailing point to basis cranii between male and female ($P > 0.05$). The cranial angulation, tangent angulation, medial angulation and nailing length measured after simulation nailing setting in male were $3.90^\circ \pm 2.01^\circ$, $12.45^\circ \pm 4.73^\circ$, $28.15^\circ \pm 4.53^\circ$, $22.47 \pm 1.48\text{mm}$, which were $4.19^\circ \pm 2.01^\circ$, $11.25^\circ \pm 4.61^\circ$, $30.00^\circ \pm 4.70^\circ$, $21.59 \pm 1.62\text{mm}$ in female respectively, the nailing length of female was shorter than that of male ($P < 0.05$), but there was no statistical significance in cranial angulation, tangent angulation or medial angulation between male and female ($P > 0.05$). There was positive correlation between cranial angulation and tangent angulation ($r = 0.519$, $P < 0.05$), and there was no correlation of cranial angulation with the rest parameters of simulation nailing setting. **Conclusions:** The anatomical parameters of occipital condyle of female were smaller than those of male, screws can be safely placed in the occipital condyle under 3D reconstruction regardless of gender. Tangent angulation combine with nailing point and medial angulation can assist in safe placement of occipital condyle screws in theory.

[Key words] Ddigital; Occipital condyle; Occipital condyle screw; Occipitocervical fusion

[Author's address] Ningbo University School of Medicine, Ningbo, Zhejiang, 315000, China

枕骨、寰椎和枢椎共同构成了枕颈部的活动结构功能单位,即枕颈交界区^[1]。炎症、创伤、肿瘤及畸形等会导致枕颈交界区的失稳,从而引起颈脊髓或神经根的损伤,出现麻痹、不可忍受的疼痛,甚至危及生命^[2,3]。后路内固定融合技术是治疗枕颈部失稳的重要治疗手段,目前临床上常用的手术方式主要是枕骨螺钉固定技术,该技术较钢丝固定技术有着更好的生物力学稳定性,且有更高的融合率,但有脑脊液漏、硬膜外血肿、乙状窦和静脉窦损伤的可能,是枕骨螺钉固定技术存在的主要问题^[2,4]。另外,枕骨下部分颅骨切除术后患者,没有足够的区域供枕骨螺钉固定^[5,6]。为了弥补上述不足,Urbe 等^[5]首次提出以枕骨髁作为单一颅侧固定点行枕颈内固定融合术。近年来在解剖学、生物力学、影像学 and 形态学,以及尸体标本置钉的研究和该技术的成功案例报道均表明枕骨髁螺钉固定技术在治疗枕颈失稳上的可行性^[3,5-10]。由于枕骨髁解剖位置和周围结构复杂,需要对枕骨髁螺钉的安全置钉进行更深入的研究。本研究采用计算机数字化技术三维重建枕颈部骨性结构并模拟后路枕骨髁螺钉置入,从形态学上评价螺钉位置与枕骨髁周边结构的关系,探讨枕骨髁螺钉置钉的安全性和理想的置钉参数。

1 资料与方法

1.1 资料来源

选取我院 2015 年 6 月~2016 年 9 月行上颈椎螺旋 CT 检查枕颈部正常的 CT 资料 50 例,排除骨折脱位、感染、肿瘤、畸形及退行性变,CT 扫描层厚 0.75mm,男女各 25 例,年龄 38.5 ± 7.6 岁 (25~60 岁),共获得 100 侧完整枕骨髁。

1.2 研究方法

1.2.1 枕骨髁解剖学参数测量 将 50 例患者的 CT 数据以 Dicom 格式导入 Mimics 17.0 系统中 (Materialise, 比利时),以冠状位、横断位及矢状位各自的轴线交点确定枕骨髁三维中心 (图 1a~c),横断位上经三维中心测量枕骨髁前缘与后缘的最长距离确定为髁长,经三维中心垂直于髁长的距离为髁宽 (图 1d);矢状位上经中心的舌下神经管下缘至枕骨髁软骨的垂直距离为髁高 (图 1e)。

1.2.2 模拟置钉及进钉点参数测量 用 Bone segmentation 工具对枕骨及寰椎进行骨性阈值分割 (分割阈值为 266~3071),应用三维区域增长工具,形成枕骨与寰椎三维蒙版,对蒙版进行必要切割和光滑处理后,导入直径 3.5mm、长 28mm 的 STL 格式双皮质螺钉,进行左右枕骨髁模拟置钉。尽量保证螺钉与枕骨髁长轴平行,获得最大的螺钉置入长度,同时以不损伤舌下神经管、寰枕关节面、枕骨髁内外侧壁为原则,螺钉突破枕骨髁腹侧 1 个螺纹为标准 (图 2a~d)。3D 模型观察螺钉理想置入后,依据冠状位、矢状位及横断位的各自轴线确定枕骨髁螺钉进钉点 (图 2e、g),并在横断位与

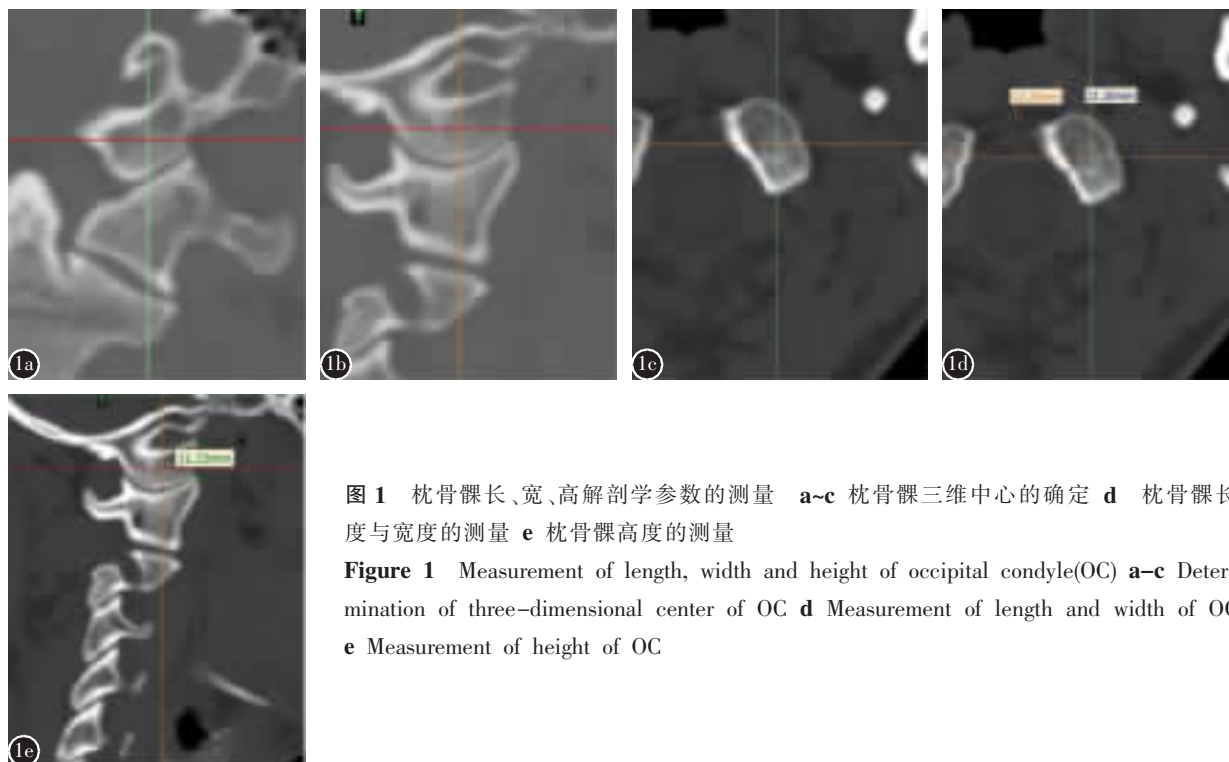


图 1 枕骨髁长、宽、高解剖学参数的测量 a~c 枕骨髁三维中心的确定 d 枕骨髁长度与宽度的测量 e 枕骨髁高度的测量

Figure 1 Measurement of length, width and height of occipital condyle(OC) a~c Determination of three-dimensional center of OC d Measurement of length and width of OC e Measurement of height of OC

矢状位上分别测量进钉点距枕骨髁内侧缘的水平距离和进钉点至枕骨底的垂直距离(图 2f、h)。

1.2.3 枕骨髁螺钉相关置钉参数测量 将模拟置钉完成后的 3D 模型导入 3-matic Research 9.0 软件中,在 Analyze 工具下,以枕骨大孔前后缘中点为定位点确定枕骨基底水平平面(图 3a、b),建立螺钉长轴中轴线,测量螺钉中轴线距基底平面间的夹角即为头倾角(图 3c、d)。在 Sketch 工具帮助下建立螺钉中轴线所在的垂直于基底平面的虚拟面并嵌入枕骨模型形成素描切面,在素描切面上标注由进钉点引出的相切于枕后部的切线,随即测量螺钉中轴线至切线的角度为切线角(图 3e、f)。再在 Analyze 工具辅助,经枕骨大孔前后缘中点建立垂直与基底平面的垂直平面(图 3g),测量螺钉中轴线到垂直面的角度则为内倾角(图 3h、i)。最后测量螺钉前缘顶点至进钉点的距离为进钉长度(图 3j、k)。

1.3 统计学处理

利用 SPSS 22.0(SPSS 公司,美国)统计软件对相应数据进行统计学分析,左右侧数据符合正态分布,采用配对 t 检验,男女组间数据符合方差齐性,采用独立样本 t 检验,检验水准 $\alpha=0.05$;将头倾角与各置钉参数行 Person 相关性分析。

2 结果

男、女左右两侧枕骨髁解剖学参数及螺钉进钉点参数、置钉后枕骨髁螺钉置钉参数见表 1,男、女左右两侧比较均无统计学差异($P>0.05$);女性枕骨髁长、宽、高及进钉点距枕髁内侧缘水平距离均显著性小于男性($P<0.05$),进钉点距颅底垂直距离无统计学差异($P>0.05$);女性进钉长度较男性短($P<0.05$),头倾角、颅底切线角及内倾角男女性无统计学差异($P>0.05$)。

头倾角与所测得的各置钉参数行 Person 相关性分析显示,头倾角与切线角之间存在线性相关关系,且呈正相关($r=0.519, P<0.05$),头倾角与其余置钉参数间无相关性(表 2)。

3 讨论

3.1 枕骨髁置钉的可行性

枕骨髁是位于枕骨大孔底部外侧的一对突出于枕骨的骨性结构,其在水平面上由后外侧向前内侧走行,与寰椎侧块上关节面相关节,是链接颅骨和脊柱的重要结构;同时,枕骨髁普遍存在解剖变异。Ozer 等^[1]对 704 例枕骨髁进行了形态学分析,提出枕骨髁最常见的形态类型为卵圆形(59.67%),另外还有肾形、八字形、三角形、S 形、环形和不规则形等形态。Le 等^[8]对 340 侧枕骨髁 CT 图像进行了测量,枕骨髁的长、宽和高分别为 $22.38\pm 2.19\text{mm}$ 、 $11.18\pm 1.44\text{mm}$ 、 $9.92\pm 1.30\text{mm}$,并认

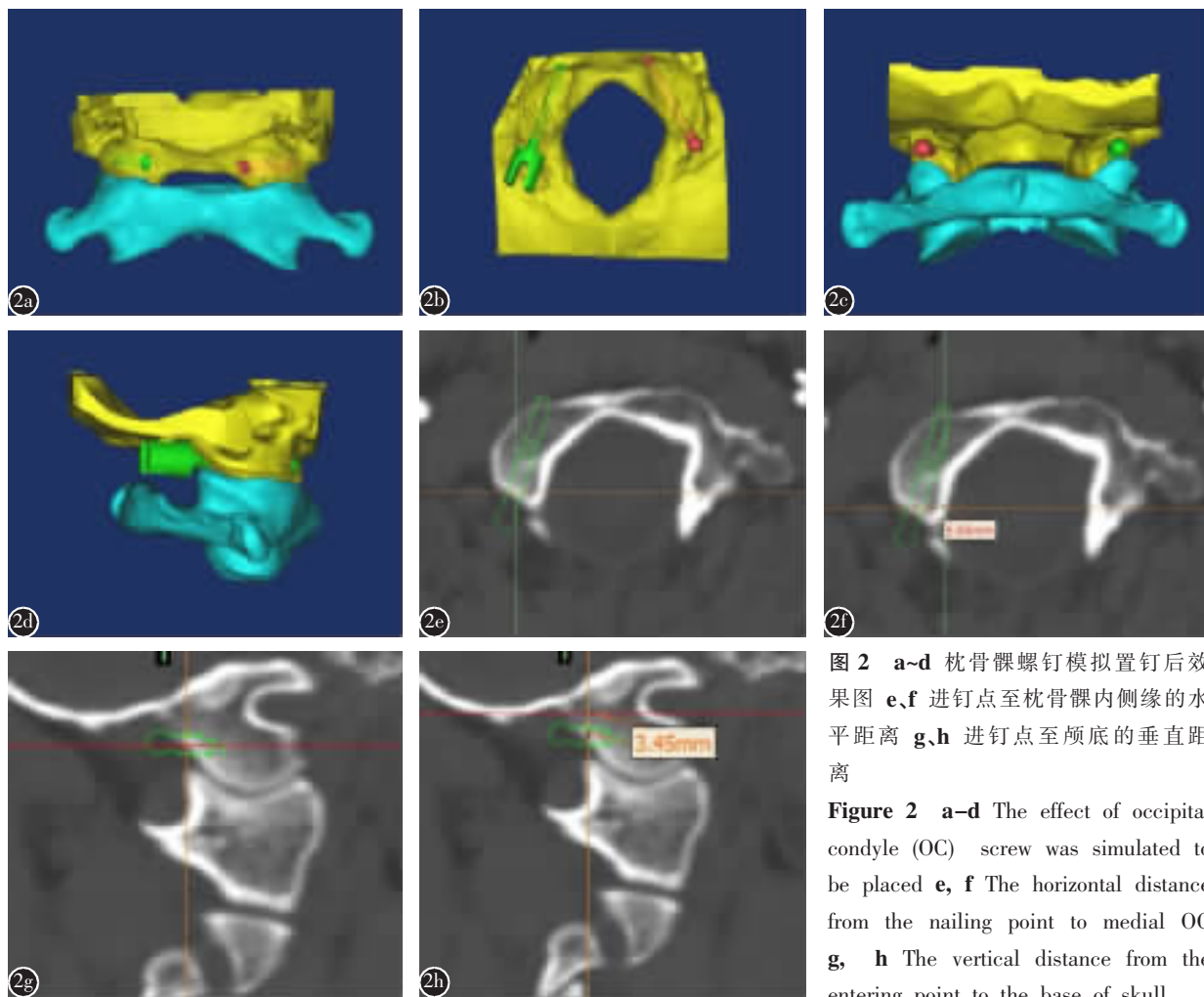


图 2 a~d 枕骨髁螺钉模拟置钉后效果图 e、f 进钉点至枕骨髁内侧缘的水平距离 g、h 进钉点至颅底的垂直距离

Figure 2 a~d The effect of occipital condyle (OC) screw was simulated to be placed e, f The horizontal distance from the nailing point to medial OC g, h The vertical distance from the entering point to the base of skull

为卵圆形态的枕骨髁最适合枕骨髁螺钉的置入,可获得最为理想的螺钉长度。舌下神经是枕骨髁螺钉置钉过程中极易损伤的重要解剖结构,其位于枕骨髁的前上方,内有舌下神经、咽升动脉的脑膜动脉分支和舌下神经管静脉丛通行^[12,13]。Kalthur 等^[14]对 142 侧舌下神经进行解剖学测量,得出舌下神经管外口下缘至枕骨髁关节面的平均垂直距离为 0.7 ± 0.1 cm,舌下神经管内口下缘至枕骨髁关节面的平均垂直距离为 0.8 ± 0.1 cm。李国庆等^[15]测得舌下神经管下缘至枕骨髁软骨的垂直距离为 10.3 ± 2.6 mm(左)、 10.5 ± 2.6 mm(右)。以上研究均提示舌下神经管与枕骨髁关节面间有足够的空间距离供螺钉固定。本研究对 100 侧枕骨髁行解剖学参数进行了测量,数据与文献接近,但女性枕骨髁的长、宽、高均小于男性,这意味着女性枕骨髁的可容纳螺钉体积较小,置钉难度较男性大。应用三维重建技术重建枕骨及寰椎数字化蒙版,三维视图下观测枕骨髁形态及其周边重要

骨性结构,并进行模拟置钉,螺钉模拟置入后均未损伤舌下神经管、枕寰关节面、枕骨髁内外侧骨面及寰椎侧块后缘。因此,我们认为螺钉的置钉通道是合理的,无论性别,枕骨髁均有足够的体积空间容纳 3.5mm 直径的螺钉置入固定。由于枕骨髁形态的多样性和个体差异性,依据个体 CT 数据重建的枕骨髁三维模型可更直观地进行个体化枕骨髁螺钉的模拟置钉,以获得更为理想的置钉通道,提高螺钉置入的安全性。

3.2 螺钉进钉点的选择

Uribe 等^[5]认为枕骨髁螺钉进钉点距枕髁内侧缘 4~5mm、距枕寰关节上缘 1~2mm 较为合理,并对 6 具枕颈部标本进行双侧枕骨髁螺钉固定,均未对寰椎椎动脉沟内的椎动脉水平段造成压迫及损伤,同时认为在手术置钉过程中,轻微的向下牵拉椎动脉可减小螺钉对椎动脉水平段的威胁。Le 等^[16]的研究认为合理的进钉点应取枕骨髁后部中心,至枕骨底至少 2mm 处。李国庆等^[15]测量国人

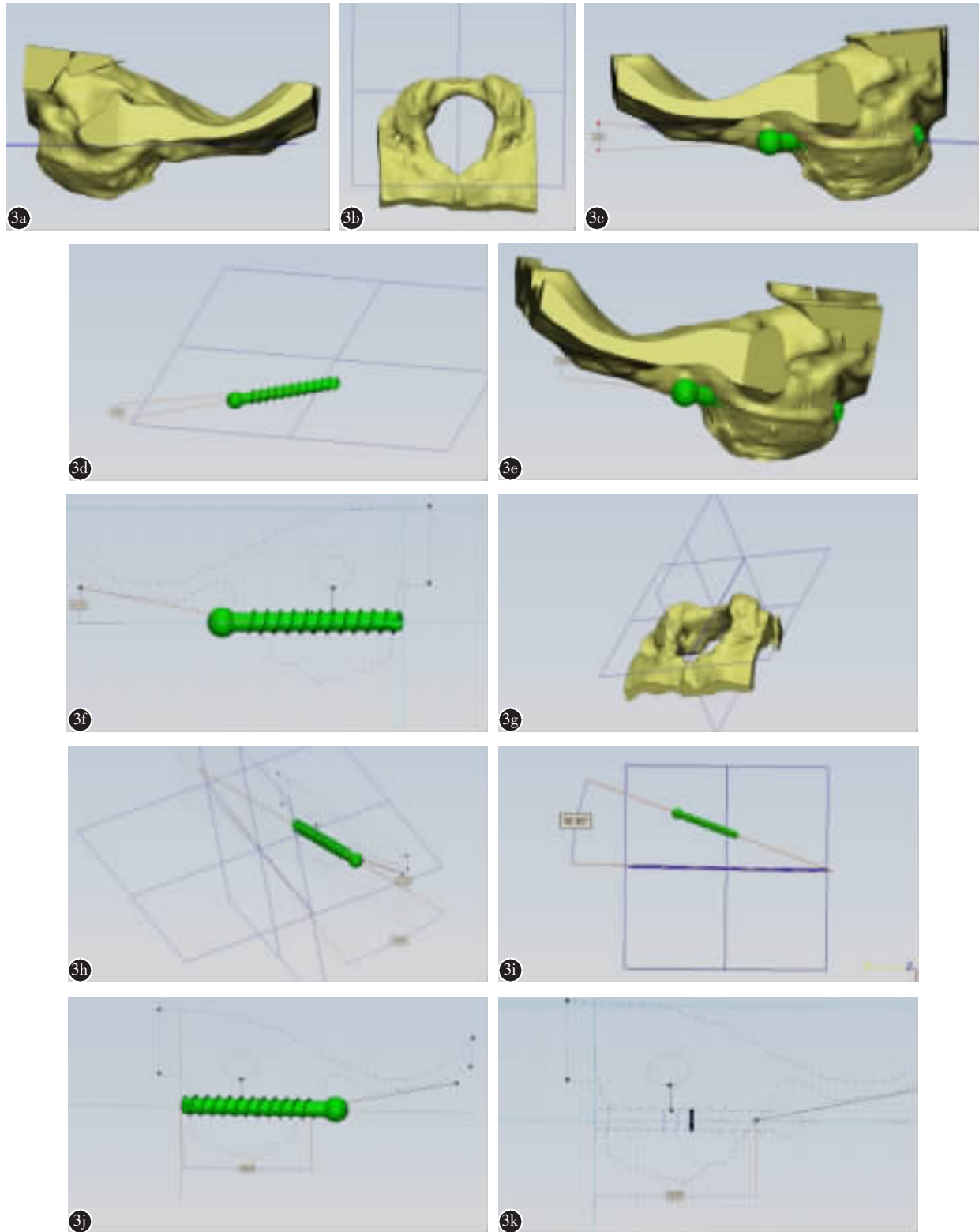


图 3 **a** 枕骨基底平面侧面观 **b** 枕骨基底平面下面观 **c、d** 螺钉中轴线和枕骨基底平面夹角,即头倾角 **e、f** 螺钉中轴线和进钉点-枕骨切线夹角,即切线角 **g** 枕骨基底平面和正中矢状面 **h、i** 螺钉中轴线和正中矢状面夹角,即内倾角 **j、k** 螺钉进入枕骨髁骨质内的长度,即钉道长度

Figure 3 **a** Lateral view of the base plane of OC **b** inferior aspect of the base plane of OC **c, d** Cranial angulation **e, f** Tangent angulation **g** The base plane and median sagittal plane of OC **h, i** Medial angulation **j, k** The mean screw length to obtain bicortical purchase

表 1 枕骨髁解剖学参数、进钉点参数及模拟置钉参数测量结果 ($\bar{x}\pm s$)
Table 1 The measurement results of anatomical parameters, entering point parameters and simulation screw placement parameters of OC

	男性 (n=25) Male			女性 (n=25) Female			总计 Total
	左侧 L	右侧 R	合计 Sum	左侧 L	右侧 R	合计 Sum	
枕骨髁长 (mm) Lenth of OC	22.02±1.64 (18.88~24.79)	21.98±1.73 (18.24~24.59)	22.00±1.67 (18.24~24.79)	21.15±1.42 (19.14~24.08)	20.99±1.46 (18.44~23.43)	21.07±1.43 ^① (18.44~24.08)	—
枕骨髁宽 (mm) Width of OC	11.39±1.30 (8.99~13.56)	11.16±1.34 (9.16~12.63)	11.27±1.21 (8.99~13.56)	10.68±0.76 (7.35~11.98)	10.61±0.88 (8.69~12.42)	10.64±0.81 ^① (8.69~12.42)	—
枕骨髁高 (mm) Height of OC	10.77±1.20 (8.91~13.55)	10.68±1.08 (8.91~12.91)	10.72±1.13 (8.91~13.55)	9.59±1.07 (7.38~11.45)	9.64±0.84 (8.46~12.10)	9.62±0.95 ^① (7.38~12.10)	—
距内缘水平距离 (mm) Horizontal distance	5.41±0.65 (4.12~6.91)	5.33±0.68 (4.19~6.73)	5.37±0.10 (4.12~6.91)	5.09±0.61 (4.11~6.38)	5.01±0.56 (3.74~5.99)	5.05±0.10 ^① (3.74~6.38)	—
距颅底垂直距离 (mm) Vertical distance	2.97±0.50 (2.38~4.74)	2.92±0.45 (2.14~3.90)	2.95±0.47 (2.14~4.74)	3.04±0.49 (2.17~4.11)	3.04±0.49 (2.13~3.88)	3.04±0.48 (2.13~4.11)	2.98±0.46 (2.13~4.74)
头倾角 (°) Cranial angulation	3.83±2.08 (0.63~7.79)	3.97±1.98 (0.41~7.48)	3.90±2.01 (0.41~7.79)	4.04±2.03 (0.96~7.49)	4.34±2.03 (0.99~7.95)	4.19±2.01 (0.96~7.95)	4.04±2.01 (0.41~7.95)
切线角 (°) Tangent angulation	11.84±4.40 (4.25~21.42)	13.07±5.06 (5.44~20.11)	12.45±4.73 (4.25~21.42)	10.84±3.85 (4.23~18.07)	11.66±5.31 (3.37~22.59)	11.25±4.61 (3.37~22.59)	11.85±4.69 (3.37~22.59)
内倾角 (°) Medial angulation	28.68±4.14 (19.86~38.89)	27.62±4.90 (18.90~35.74)	28.15±4.53 (18.90~38.89)	30.19±4.23 (22.84~39.32)	29.82±5.21 (18.49~41.13)	30.00±4.70 (18.49~41.13)	29.08±4.68 (18.49~41.13)
进钉长 (mm) Screw length	22.61±1.56 (18.12~24.72)	22.32±1.42 (18.12~24.76)	22.47±1.48 (18.12~24.76)	21.58±1.44 (18.31~24.28)	21.60±1.81 (17.39~24.10)	21.59±1.62 ^① (17.39~24.28)	—

注:①与男性合计数据比较 $P<0.05$
Note: ①Compared with male aggregate date, $P<0.05$

表 2 头倾角与各置钉参数间 Person 相关性分析结果
Table 2 Correlative analysis between cranial angulation and arrangement parameters

	r	P
切线角 tangent angulation	0.519	<0.05
进钉长 screw length	0.115	>0.05
内倾角 medial angulation	-0.147	>0.05
上缘距 vertical distance	-0.056	>0.05
内缘距 horizontal distance	-0.028	>0.05

后路枕骨髁螺钉置钉进钉点至颅底平均垂直距离为 $4.6\pm1.4\text{mm}$, 距枕骨髁内侧缘平均水平距离为 $6.1\pm1.5\text{mm}$, 同时对 12 具湿性标本进行 24 侧枕骨髁螺钉置入, 仅发现 2 具标本左侧椎动脉水平段有轻微压迫, 无损伤; 认为枕骨内侧缘及颅底作为固定参照点在实际置钉操作过程中更具有可行性与参照性。本研究在三维模型上行枕骨髁螺钉合理置钉后测量进钉点参数, 得出进钉点距枕骨髁内侧缘水平距离男性为 $5.37\pm0.10\text{mm}$, 女性为 $5.05\pm0.10\text{mm}$; 距颅底垂直距离为 $2.98\pm0.46\text{mm}$ 。与国内外数据对比, 数据差异可能来自人种的不同及解剖形态学的差异。进钉点距枕骨髁内侧缘水平距离在男女组间差异有统计学意义, 笔者认为, 进钉点枕骨髁后部水平面上的选择应尽量靠近后部中

点, 这样可以减少螺钉置入过程中对两侧枕骨髁骨面的损伤, 并且较易获得较长的钉道长度, 获得更大的拔出力。由于女性枕髁宽及形态学体积小于男性, 所以在满足上述置钉要求的情况下, 女性的平均进钉点距枕髁内侧缘水平距离要小于男性。与此同时, 在螺钉螺帽不损伤颅底骨质及螺钉通道不损伤舌下神经管的情况下, 尽可能将进钉点向颅底侧靠近并选择合适的螺钉长度, 为寰椎后弓上椎动脉水平段保证足够的搏动与活动空间, 避免压迫和损伤的发生。

3.3 置钉参数切线角的测量及意义

枕骨髁螺钉置钉过程中, 避免舌下神经管的损伤是十分必要的。Uribe 等^[9]认为, 在枕骨髁矢状位平面上, 螺钉头倾角度 $<5^\circ$ 可有效避免舌下神经管的损伤。Le 等^[16]提出合理的进钉通道应与枕骨大孔正中矢状位平面存在 $\geq 20^\circ$ 的内倾角, 同时应尽可能与颅底平面平行, 头倾角应控制在 $<10^\circ$, 否则寰枕关节后缘损伤的概率将会增加。El-Gaidi 等^[17]对 15 具尸体标本置钉后测得的平均内倾角与头倾角分别为 $30^\circ\pm6.7^\circ$ 和 $4^\circ\pm6.2^\circ$, 平均进钉长度为 $22.2\pm3.9\text{mm}$ 。李国庆等^[15]测得的内倾角为 $37.1^\circ\pm4.7^\circ$, 钉道长度为 $20.8\pm2.6\text{mm}$ 。本研究经数字化三维重建模拟枕骨髁螺钉合理置钉后, 测得头倾角为 $4.04^\circ\pm2.01^\circ$, 内倾角为 $29.08^\circ\pm4.68^\circ$, 与

国内外研究结论相符,但女性进钉长度 ($21.59 \pm 1.62\text{mm}$) 较男性 ($22.47 \pm 1.48\text{mm}$) 短,其主要因为女性枕骨髁的长和总体积均较男性小,在同样标准获得双皮质固定的情况下,女性所需的钉道长度较男性短。但是在实际手术操作过程当中,由于术中透视难以准确观察舌下神经管的位置及枕骨基底面,头倾角的判定和测量有难度,盲目置钉容易损伤舌下神经管。

切线角是指枕骨髁螺钉进钉点引出的与枕骨相切的切线与钉道延长线所形成的夹角。理论上,切线角的大小除与枕骨鳞部的解剖差异有关外,还和进钉点的位置及头倾角的角度有关,进钉点越靠近颅底侧,螺钉上倾范围减小,头倾角范围随之减小,与此同时,枕骨切线相对平坦,所以切线角减小;反之增大。本研究将测得的头倾角和切线角与相关数据进行相关性分析后得出,切线角与头倾角呈正相关,与其余参数间无显著相关性。从理论上来说,在无法有效测量和合理观察头倾角的情况下,术前通过个体化的 CT 扫描及三维模型重建模拟枕骨髁螺钉置入,在三维视图理想钉道状态下确定进钉点与钉道内倾角,测量进钉点与枕骨相切的切线与钉道延长线所形成的切线角,在后路枕骨髁螺钉置钉过程中,结合这三项参数,可引导螺钉按模拟的置钉通道安全置入,从而有效避免舌下神经管及枕寰关节面的损伤,为安全置钉提供可行性保证。

总之,依据 CT 三维重建模拟枕骨髁螺钉置入可在三维视图下调整螺钉置入的合理通道,测得更为优化的置钉参数,从而辅助术中螺钉的安全置入。另外,术前三维重建下切线角的测量理论上可结合进钉点及内倾角,引导螺钉按模拟钉道置入,为安全置钉提供保障。但本研究所建立的三维模型数量有限,未能涵盖所有形态的枕骨髁,且主要是骨性结构的重建,未涉及椎动脉水平段,未对枕骨髁螺钉模拟置入后对椎动脉的影响做出评估,有待今后进一步研究。

4 参考文献

- Menezes AH, Traynelis VC. Anatomy and biomechanics of normal craniovertebral junction (a) and biomechanics of stabilization(b)[J]. Childs Nerv Syst, 2008, 24(10): 1091-1100.
- Vaccaro AR, Lim MR, Lee JY. Indications for surgery and stabilization techniques of the occipito-cervical junction [J]. Injury, 2005, 36(2): B44-53.
- Uribe JS, Ramos E, Youssef AS, et al. Craniovertebral fixation with occipital condyle screws: biomechanical analysis of a novel technique[J]. Spine, 2010, 35(9): 931-938.
- Junewick JJ. Pediatric craniocervical junction injuries[J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 196(5): 1003-1010.
- 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.
- Lee HJ, Choi DY, Shin MH, et al. Anatomical feasibility for safe occipital condyle screw fixation[J]. Eur Spine J, 2016, 25(6): 1674-1682.
- 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): E1216-7; discussion E1217.
- 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.
- 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.
- La MF, 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.
- 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.
- 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.
- Karasu A, Cansever T, Batay F, et al. The microsurgical anatomy of the hypoglossal canal[J]. Surg Radiol Anat, 2009, 31(5): 363-367.
- Kalthur SG, Padmashali S, Gupta C, et al. Anatomic study of the occipital condyle and its surgical implications in transcondylar approach [J]. J Craniovertebr Junction Spine, 2014, 5(2): 71-77.
- 李国庆, 马维虎, 孙韶, 等. 后路枕骨髁螺钉通道的影像解剖学研究[J]. 中华创伤杂志, 2015, 31(3): 273-277.
- 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.
- El-Gaidi MA, Eissa EM, El-Shaarawy EA. Free-hand placement of occipital condyle screws: a cadaveric study[J]. Eur Spine J, 2014, 23(10): 2182-2188.

(收稿日期:2017-05-14 末次修回日期:2017-06-13)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)