

· 基础研究 ·

髋臼后柱顺行螺钉置入的3D影像测量研究

叶厚龙, 郑刘杰, 荆珏华, 韩志伟, 冯茹, 钟齐刚, 姚强, 姚运峰*

(安徽医科大学第二附属医院骨科, 安徽合肥 230601)

摘要: [目的] 提出一种髋臼后柱顺行螺钉置入新的参考方法和相关解剖学参数, 为后期导板设计提供基础。[方法] 收集40例成人骨盆CT数据, 通过Mimics软件重建三维模型。从髂翼内侧顺行置入一圆柱体通过后柱, 调整到理想位置, 该圆柱体从髂翼内侧的穿入点(A)作为拉力螺钉的入钉点, 从坐骨结节下方的穿出点(B)作为拉力螺钉的出钉点。在弓状缘上取点C, 使AC为入钉点到弓状缘的最短距离, D点为骶髂关节最前缘, 连接AC和CD。在Mimics上找到方形区靠近坐骨大切迹后缘的一块较平整的区域, 做一平面 β 平行于此区域, 再做一平面 γ 垂直于平面 β 并与坐骨大切迹后缘相切。测量AC、CD的距离、拉力螺钉的最大半径和长度、拉力螺钉与平面 β 的夹角(a)及与平面 γ 的夹角(b)。[结果] 在同一侧别男性与女性比较中, 男性的螺钉最大半径和最大长度大于女性, 线段CD小于女性, 差异均有统计学意义($P<0.05$); 线段AC、夹角a和夹角b差异无统计学意义($P>0.05$)。在同一性别左侧和右侧比较中, 螺钉的最大半径、最大长度、线段AC、CD、夹角a和b差异均无统计学意义($P>0.05$)。[结论] 根据相关解剖学数据, 使置钉过程更加精准安全, 并为后期导板设计提供基础。

关键词: 髋臼, 方形区, 拉力螺钉, 三维成像, 影像解剖学**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 16-1503-05

3D imaging measurement of anterograde screw placement in the posterior column of the acetabulum // YE Hou-long, ZHENG Liu-jie, JING Yu-hua, HAN Zhi-wei, FENG Ru, ZHONG Qi-gang, YAO Qiang, YAO Yun-feng*. Department of Orthopedics, The Second Affiliated Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230601, China

Abstract: [Objective] To propose a new reference method and related anatomical parameters for anterograde screw placement in the posterior column of the acetabulum, and to provide a basis for the design of the 3D printed guider. [Methods] The CT data of 40 adult pelvis were collected and three-dimensional (3D) models were reconstructed by Mimics software. A cylinder was placed from the inner side of the iliac wing reaching to the posterior column and adjusted to the ideal position. The insertion point of the cylinder of the inner side of the iliac wing (A point) was set as the insertion point of the lag screw, whereas ischial tuberosity (B point) represented exiting point of lag screw. The C point was marked on the arcuate edge, which was the shortest distance to the arcuate edge from A point. In addition, the D point was marked on the most front of sacroiliac, and then the A point and C point, as well as the C point and the D point were connected. A flat square region near the posterior edge of the greater sciatic notch was found on mimics, a plane β was made parallel to this region, and a plane γ was made perpendicular to and tangent to the posterior edge of the greater sciatic notch. The distance between AC and CD, which represented the maximum radius and length of lag screw, as well as the angle between lag screw and plane β (a) and the angle between lag screw and plane γ (b) were measured. [Results] In term of gender, the males had the maximum radius and length of the screw significantly greater than the females ($P<0.05$), whereas the males had significantly shorter CD segment than females ($P<0.05$). However, there were no significant differences in terms of AC segment and angle a and angle b between the two genders ($P>0.05$). In term of bilateral sides, there were no statistically significant differences in the maximum radius, maximum length, AC segment, CD segment, and angle a and angle b between the left and right sides ($P>0.05$). [Conclusion] According to the relevant anatomical data, the screw placement process will be more accurate and safe, which provides a basis for the design of 3D printed guider later.

Key words: acetabulum, quadrilateral region, lag screw, 3D image, radiographic anatomy

髋臼骨折是由于高能量创伤导致的负重关节内骨折, 骨折移位明显, 往往同时累计前、后双柱, 切开

复位内固定是其标准治疗方案^[1-3]。由于髋臼解剖位置深、周围结构复杂, 骨性结构不规则, 术中复位及

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.16.13

作者简介: 叶厚龙, 在读硕士研究生, 研究方向: 骨科, (电话)18855100895, (电子信箱)jyehoulong@163.com

* 通信作者: 姚运峰, (电话)18956092177, (电子信箱)cdyaoyunfeng@163.com

固定都较困难、容易损伤重要的血管及神经，所以复杂髋臼骨折的治疗一直是临床骨科医生的难点和热点。既往多采用 Kocher-Langenbeck、髂腹股沟或前后联合入路治疗髋臼前后柱骨折，但存在术中视野暴露不充分、创伤大、手术时间长等缺点，术后并发症发生率显著增加^[4-13]。随着骨折微创治疗技术的兴起，许多学者通过单一前方入路选择前柱钢板联合后柱拉力螺钉治疗髋臼前后柱骨折，取得满意疗效，但在置钉过程中，螺钉极易误入关节或穿透骨皮质，造成严重并发症^[14, 15]。既往多通过尸体标本研究置钉安全区域，但存在标本获取困难，操作繁琐等缺点；随着计算机辅助等技术在骨科逐渐开展，可以直接通过软件对所需研究的各种参数进行测量，并能通过术前模拟设计，确定螺钉置入的安全钉道，极大地提高了手术的安全性和疗效。本研究通过计算机软件手段，提出一种髋臼后柱顺行拉力螺钉置入新的参考方法和相关解剖学参数，为后期导板设计提供基础。

1 材料与方法

1.1 研究对象

选取本院2019年2月—2020年12月因各种原因行骨盆CT扫描的40例成人的影像数据。受检者排除骨盆骨折、骨质病变和解剖异常。其中，男20例，女20例；年龄21~78岁，平均(41.83±15.03)岁。

1.2 CT扫描与三维模型建立

CT扫描条件：电压为120 kV，扫描层厚为0.625 mm，矩阵为512×512。将原始的CT图像以DICOM格式储存并导入Mimics Innovation Suite 21.0软件(比利时Materialise公司)，界定阈值(Threshold)选用Bone(CT)，研究左侧半骨盆时，使用编辑功能(Edit Masks)将右侧半骨盆分割开，保留左侧半骨盆和骶尾骨，方便观察和操作(图1a)，采用区域增长(Region Grow)对左侧半骨盆进行三维重建，右侧同样如此操作。垂直于骨盆纵轴做一平面 α ，自髋臼上缘至髋臼下缘每隔5 mm做系列截骨面，在每个截骨面上做一个内切圆，使圆与截面各边界相切，即为最大内切圆，找到所有系列截骨面的最大内切圆中的最小半径(r)和该圆所在截面，该最小半径(r)即为可以置入螺钉的最大半径(图1b)，通过该截面的圆心置入一圆柱体，半径逐渐增大到6.5 mm，并通过调整使其在水平面各个截面都处于中间位置，也可通过多方向观察圆柱体在三维骨

盆模型中的位置，保证圆柱体未穿出骨盆皮质或进入关节，即为拉力螺钉最理想的位置。该圆柱体从髂翼内侧的穿入点(A)即为拉力螺钉的入钉点，从坐骨结节下方的穿出点(B)即为拉力螺钉的出钉点(图1c)。在弓状缘上取点C，使AC成为入钉点到弓状缘的最短距离，D点为骶髂关节最前缘，连接AC和CD(图1d)。通过Mimics软件分析发现每个半骨盆在方形区域中距离坐骨大切迹转折点以下(13.83±2.82) mm处存在一块以坐骨大切迹下缘为边界较平整的四边形区域(图1e)，做一平面 β 平行于此区域，并做一平面 γ 垂直于平面 β 并与坐骨大切迹下缘相切。

1.3 影像解剖学测量指标

测量拉力螺钉入钉点(A)到弓状缘的最短距离AC，点C到骶髂关节最前缘(点D)的距离CD、拉力螺钉(圆柱体)的最大半径和最大长度、拉力螺钉与平面 β 的夹角(a)(图1g)及与平面 γ 的夹角(b)(图1h)。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0进行统计学处理。连续性资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，使用Shapiro-Wilk检验判断数据是否为正态分布，同一性别左侧与右侧拉力螺钉的最大半径、最大长度、线段AC、CD夹角 a 和 b 采用配对 T 检验进行比较，同一侧男性与女性之间拉力螺钉的最大半径、最大长度、线段AC、CD夹角 a 和 b 采用独立样本 t 检验进行比较， $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 性别间螺钉测量结果比较

螺钉各参数测量结果见表1。在同一侧别男性与女性比较中，男性的螺钉最大半径和最大长度大于女性，线段CD小于女性，差异均有统计学意义($P < 0.05$)；线段AC、夹角 a 和夹角 b 差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2 侧别间螺钉测量结果比较

在同一性别左侧和右侧比较中，螺钉的最大半径、最大长度、线段AC、CD、夹角 a 和 b 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

由于国内条件所限，绝大多数医院在髋臼后柱拉力螺钉置钉过程中仍采用C形臂X线机监测，且C

形臂 X 线机的质量参差不齐，髋臼后柱的骨性结构不规则，“安全通道”狭窄，对术者手术经验要求较高，术中需反复多次进行 C 形臂 X 线机透视观察螺钉的位置，增加术中医务工作者辐射暴露危害^[16]，所以如何将拉力螺钉安全置入髋臼后柱就成了一大难题。以往的研究中主要通过螺钉与矢状面和冠状面的夹角来确定置入方向，但这易受患者体位变化的影响，置钉过程方向难以测量，本研究创新地利用螺钉与方形区平面和方形区垂直面的夹角 α 和 β 来确定螺钉置入的方向，操作起来更加精确简便。

殷小军等^[17]沿着弓状缘，通过触摸到髋臼关节最前缘并距此 1.5~2.0 cm 处做标志，于该点向髋翼做一 1.5 mm 垂线作为进针点，进针方向与矢状面呈 60°角，与冠状面呈 120°角，他们认为使用 6.5 mm 的拉力螺钉固定髋臼后柱具有优良的力学稳定性和安全

性。陈凯宁等^[18]研究认为，国人可以置入髋臼后柱螺钉的最大直径为 (13.16 ± 1.45) mm，男女都能够置入 7.3 mm 的拉力螺钉。Mu 等^[19]提出顺行拉力螺钉的最佳进钉点位于在弓状缘上距离髋臼关节最前缘约 (23.5 ± 3.4) mm 的一点并由该点向髋翼做垂线约 (16.8 ± 2.1) mm 处，进钉方向应与矢状面成 $57^\circ 36' \pm 4^\circ 28'$ 夹角，与冠状轴成 $119^\circ 18' \pm 2^\circ 32'$ 夹角。本研究入钉点的位置也是通过入钉点与弓状缘的垂线（线段 AC）及该垂线与弓状缘的交点到髋臼关节最前缘的距离（线段 CD）来确定，这与殷小军的研究方法一样，但是在本研究中发现不同性别线段 AC 差异不大，而线段 CD 是存在差异的，男性线段 CD 的距离为 1.5 cm 左右，女性线段 CD 的距离为 2.0~2.5 cm，这也符合男女骨盆解剖学上的差异，提示了男女导板设计上有所不同之处。

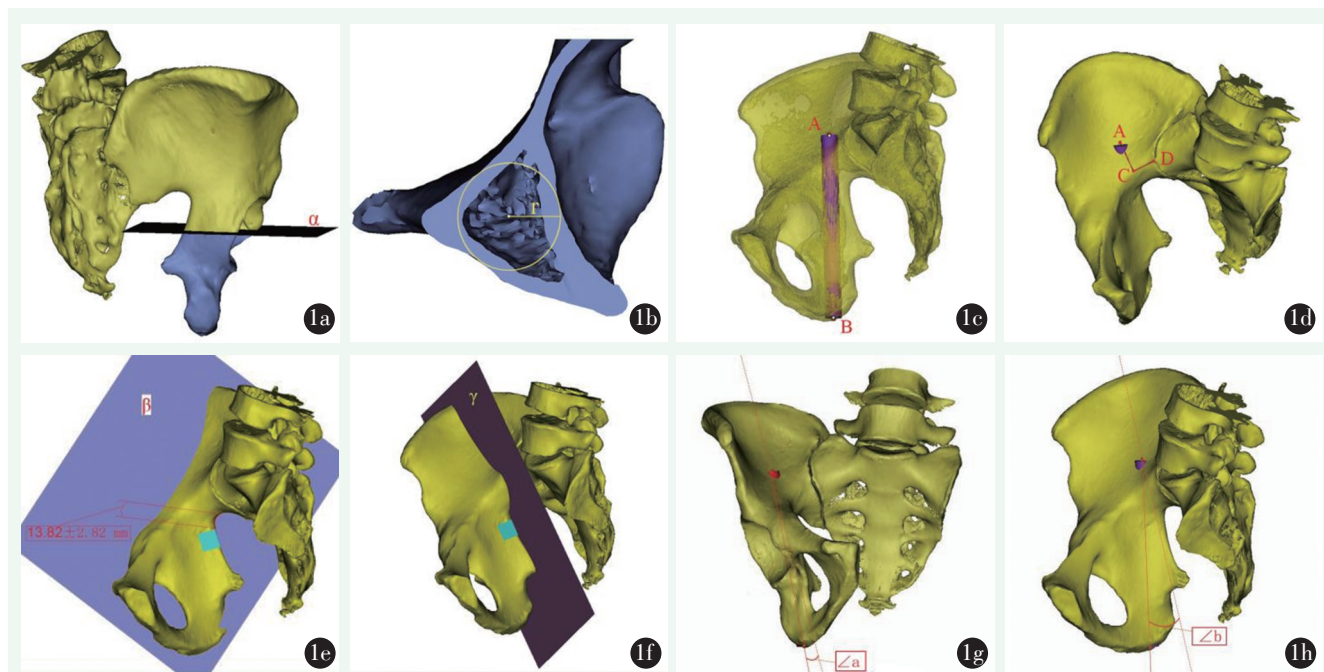


图1 模拟髋臼后柱顺行螺钉置入过程 1a: 平面 α 垂直切割骨盆纵轴 1b: 最大半径所在截面的最大内切圆 1c: 模拟置入螺钉 1d: 线段 AC 和线段 CD 1e: 平面 β (平行于方形区平面, 蓝色四边形为方形区较平整区域) 1f: 平面 γ (垂直于平面 β 并与坐骨大切迹后缘相切) 1g: 螺钉与平面 β 的夹角 α 1h: 螺钉与平面 γ 的夹角 β

张元智等^[20]提出髋臼后柱可置入螺钉的安全区投影呈不规则三角形，投影面积大小与年龄差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。男性和女性左侧髋臼后柱可置入拉力螺钉的最大长度及最大直径平均分别为 (131.27 ± 3.63) mm、 (22.37 ± 1.2) mm 和 (112.56 ± 2.77) mm、 (17.58 ± 1.83) mm；右侧平均分别为 (129.23 ± 3.27) mm、 (23.16 ± 1.39) mm 和 (114.41 ± 2.98) mm、 (16.92 ± 1.66) mm；所得结果同一侧男性

与女性之间比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)，同一性别的左侧与右侧比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究中螺钉的最大半径和最大长度与其报道的差异不大，但研究发现，当后柱可置入圆柱体的最大半径 < 9 mm 时，想将半径为 6.5 mm 的螺钉调整到理想位置就很困难了，所以建议置入不超过 2 个直径 6.0 mm 的螺钉比较安全，当后柱可置入圆柱体的最大半径 > 11 mm 时，置入 2 个直径为 6.5 mm 的螺钉

很安全，需要时也可以置入3个直径6 mm的螺钉。在软件处理的过程中，发现髌臼后柱存在2处解剖性狭窄，第1处也是最主要的狭窄位于坐骨大切迹中部的区域，置钉不当易进入关节内；第2处狭窄位于坐骨小切迹至髌臼下缘的区域，置钉不当易穿出骨皮质，从而损伤重要的血管、神经和脏器组织，造成严重并发症。

表1 螺钉各参数测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

参数	侧别	男性	女性	P值
最大半径 (mm)				
	左侧	11.44±0.97	10.12±0.87	<0.001
	右侧	11.35±0.96	10.00±0.86	<0.001
	P值	0.344	0.229	
最大长度 (mm)				
	左侧	134.89±8.23	120.19±6.27	<0.001
	右侧	133.52±8.18	119.51±7.96	<0.001
	P值	0.206	0.550	
AC段 (mm)				
	左侧	22.83±3.70	21.67±3.47	0.312
	右侧	22.84±4.01	21.28±3.31	0.188
	P值	0.991	0.565	
CD段 (mm)				
	左侧	13.78±3.70	20.53±5.78	<0.001
	右侧	13.79±3.75	22.35±5.19	<0.001
	P值	0.991	0.172	
a角 (°)				
	左侧	5.59±3.14	3.97±2.45	0.077
	右侧	5.79±3.03	4.08±2.28	0.050
	P值	0.751	0.883	
b角 (°)				
	左侧	8.54±3.72	6.61±4.45	0.145
	右侧	7.12±3.53	5.73±3.77	0.238
	P值	0.100	0.475	

3D打印技术、计算机辅助及导航技术的出现和发展为骨科手术提供了新的技术支持，对于复杂骨盆骨折，利用CT数据对骨盆进行重建，通过重建的三维骨盆模型可以更加直观地观察术区，通过数字化分析规划好髌臼后柱螺钉最优钉道，并使用3D打印技术打印出个性化的导板，虽然降低了手术的风险，提高了螺钉置入的精准性^[21-24]，但额外的手术费用增加了患者的经济负担，不利于广泛应用，而导板的设计既可以提高置钉的安全性和精确性，又可以减少患

者的住院花费。本研究提出一种置入髌臼后柱螺钉新的参考方法和相关解剖学参数，可为后期的导板设计提供基础。

参考文献

- [1] Matta JM, Anderson LM, Epstein HC, et al. Fractures of the acetabulum. A retrospective analysis [J]. Clin Orthop, 1986, 205 (205): 230-240.
- [2] Milenkovi S, Saveski J, Radenkovi M, et al. Surgical treatment of displaced acetabular fractures [J]. Srp Arh Celok Lek, 2011, 139 (7-8): 496-500.
- [3] Briffa N, Pearce R, Hill AM, et al. Outcomes of acetabular fracture fixation with ten years' follow-up [J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93 (2): 229-236.
- [4] Fensky F, Lehmann W, Ruecker A, et al. Ilioinguinal approach: indication and technique [J]. J Orthop Trauma, 2018, 32 (Suppl 1): 12-13.
- [5] Soni A, Gupta R, Sen R. Modified Stoppa approach for acetabulum fracture: a review [J]. Rev Bras Ortop (Sao Paulo), 2019, 54 (2): 109-117.
- [6] Judet R, Judet J, Letournel E. Les fractures du cotyle [Fractures of the acetabulum] [J]. Acta Orthop Belg, 1964, 30 (2): 285-293.
- [7] Verbeek DO, Ponsen KJ, van Heijl M, et al. Modified Stoppa approach for operative treatment of acetabular fractures: 10-year experience and mid-term follow-up [J]. Injury, 2018, 49 (6): 1137-1140.
- [8] Chen K, Ji Y, Huang Z, et al. Single modified ilioinguinal approach for the treatment of acetabular fractures involving both columns [J]. J Orthop Trauma, 2018, 32 (11): e428-e434.
- [9] Hu T, Xu H, Jiang C, et al. Treatment of transverse with or without posterior wall fractures of acetabulum using a modified smith-petersen combined with Kocher-Langenbeck approach [J]. Med Sci Monit, 2017, 23 (11): 2765-2774.
- [10] Tosounidis TH, Giannoudis VP, Kanakaris NK, et al. The ilioinguinal approach: state of the art [J]. JBJS Essent Surg Tech, 2018, 8 (2): e19.
- [11] Schmidt-Rohlfing B, Reilmann H, Pape HC. Azetabulumfraktur: diagnostik und versorgungsstrategien [Fractures of the acetabulum. Diagnostic and therapeutic strategies] [J]. Unfallchirurg, 2010, 113 (3): 217-229.
- [12] Tannast M, Keel MJB, Siebenrock KA, et al. Open reduction and internal fixation of acetabular fractures using the modified Stoppa approach [J]. JBJS Essent Surg Tech, 2019, 9 (1): e3.
- [13] Guerado E, Cano JR, Cruz E. Simultaneous ilioinguinal and Kocher-Langenbeck approaches for the treatment of complex acetabular fractures [J]. Hip Int, 2010, 20 (Suppl 7): 2-10.
- [14] Stoppa RE. The treatment of complicated groin and incisional hernias [J]. World J Surg, 1989, 13 (5): 545-554.
- [15] 杨晓东, 夏广, 樊仕才, 等. 单一腹直肌外侧切口治疗髌臼前后柱骨折 [J]. 中华骨科杂志, 2015, 35 (4): 335-340.
- [16] Mouhsine E, Garofalo R, Borens O, et al. Percutaneous retrograde

- screwing for stabilisation of acetabular fractures [J]. Injury, 2005, 36 (11): 1330-1336.
- [17] 殷小军, 芮敏, 任亚军, 等. 单一髂腹股沟入路治疗累及双柱的髋臼骨折 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21 (6): 530-534.
- [18] 陈凯宁, 王钢, 曹良国, 等. 髋臼后柱骨折经皮逆行拉力螺钉固定的三维重建模型研究 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2008, 10 (5): 436-439.
- [19] Mu WD, Wang XQ, Jia TH, et al. Quantitative anatomic basis of antegrade lag screw placement in posterior column of acetabulum [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2009, 129 (11): 1531-1537.
- [20] 张元智, 刘刚, 张立峰, 等. 髋臼后柱顺行骨通道螺钉钉道的数字化分析与验证 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20 (5): 389-393.
- [21] Chen H, Wang G, Li R, et al. A novel navigation template for fixation of acetabular posterior column fractures with antegrade lag screws: design and application [J]. Int Orthop, 2016, 40 (4): 827-834.
- [22] Zhang YZ, Lu S, Yang Y, et al. Design and primary application of computer-assisted, patient-specific navigational templates in metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2011, 26 (7): 1083-1087.
- [23] Xu Y, Lin C, Zhang L, et al. Anterograde fixation module for posterior acetabular column fracture: computer-assisted determination of optimal entry point, angle, and length for screw insertion [J]. Med Sci Monit, 2016, 22: 3106-3112.
- [24] 王朝晖, 杨杰, 何波涌, 等. 3D 打印技术辅助单一前入路治疗髋臼双柱骨折 [J]. 医学理论与实践, 2020, 33 (9): 1397-1399.
- (收稿: 2021-06-01 修回: 2021-12-14)
(同行评议专家: 蔡贤平 周东生)
(本文编辑: 郭秀婷)

读者 · 作者 · 编者

郑重声明

《中国矫形外科杂志》编辑部将依法追究
冒充编辑部开设网站、征集稿件、乱收费的相关机构和个人

近期,《中国矫形外科杂志》编辑部多次接到读作者的电话和 Email, 发现有多数网站利用《中国矫形外科杂志》名义非法征稿及骗取有关费用, 要求作者将费用汇入指定账户等方式骗取作者钱财, 侵犯了广大作者的合法权益。《中国矫形外科杂志》编辑部在此提醒广大读作者, 本刊编辑部从未委托任何代理机构为《中国矫形外科杂志》征稿。

为了确保作者的合法权益不受侵害, 请广大读作者注意辨明真伪, 谨防上当受骗。《中国矫形外科杂志》编辑部将依法追究冒充编辑部开设网站、征集稿件、乱收费的相关机构和个人。

请作者注意:

(1) 《中国矫形外科杂志》网址: ZJXS.chinajournal.net.cn; Http://jxwk.ijournal.cn 为本刊唯一在线投稿系统, 其他均为冒充者, 稿件上传后自动生成编号, 稿号为: 2019-xxxx。其他冒充者的稿件编号五花八门, 多很繁琐, 请广大作者注意辨别。

(2) 稿件上传后需邮寄审稿费 100 元整, 本刊不收复审费和中国知网论文查重检测费等。

(3) 有关版面费和审稿费均需通过邮局汇款至: 山东省泰安市泰山大街 366 号山东第一医科大学第二附属医院中国矫形外科杂志编辑部收, 邮局汇款为本刊唯一收取款项的方式, 其他支付方式如网上支付、支付宝、网银转账、微信、汇款至个人账户等均为诈骗行为, 请广大作者严防上当。

(4) 本刊办公电话: 0538-6213228。专用电子信箱: jiaoxingtougao@163.com; jxwk1994@126.com; 财务专用信箱: jiaoxingwaikecaiwu@163.com; 邮编: 271000

特此公告!

中国矫形外科杂志编辑部