·临床研究·

复杂双柱髋臼骨折四方区三维形态学分析

叶凯 安智全

【摘要】 **目的** 分析复杂双柱髋臼骨折四方区的骨折形态，为手术入路和内固定选择提供参考。**方法** 采用Mimics和3-matic软件回顾性分析2016年8月至2019年8月上海交通大学附属第六人民医院一级创伤中心诊治的104例复杂双柱髋臼骨折患者CT检查数据。四方区的主要骨折线被定义为前斜线、后斜线。仔细观测CT影像并结合骨折图技术描述前斜线起点、后斜线分类，测量前斜线与骨盆边缘的距离、前斜线与骶髂关节的距离。**结果** 研究对象中男性84例，女性20例，年龄为(52.4±14.7)岁。根据AO/OTA分型，C1型79例，C2型9例，C3型16例。前斜线可起源于前壁(6例)，闭孔管(7例)，同时起源于前壁和闭孔管(91例)。前壁与闭孔管骨折线的汇合点为髂耻隆起远端(23例)、髂耻隆起处(31例)和髂耻隆起近端(37例)。前斜线在髋臼上缘水平与骨盆边缘的距离为(9.6±8.7)mm，其中<10 mm 58例，10～15 mm 26例，>15 mm 20例。前斜线与骶髂关节的距离为(25.4±9.5)mm，其中≥20 mm 79例。后斜线可被分为5种类型，其中不全骨折者11例，出口位于后柱近端1/3者42例，位于后柱中段1/3者32例，位于后柱远端1/3者20例，同时出口于后柱近、远端1/3者10例。**结论** 多数情况下复杂双柱髋臼骨折的前斜线与骨盆边缘之间的距离小于10 mm，与骶髂关节之间的距离大于20 mm，采用腹直肌旁或Stoppa入路复位、盆腔内钢板固定可能性大。后斜线经过后柱的位置较高，经前侧入路复位和固定的可能性大，但更多后斜线出口位于后柱中间或坐骨棘附近，需加用后侧入路复位，以固定四方区后侧部分。

【关键词】 复杂双柱髋臼骨折；四方区；骨折线

DOI：10.3969/j.issn.1673-7083.2021.03.011

Three-dimensional morphological analysis of quadrilateral plate in complex both column acetabular fractures

YE Kai, AN Zhiquan. Department of Orthopedics, the Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, *China*

Corresponding author: *AN Zhiquan* *E-mail*: *anzhiquan@126.com*

【**Abstract**】 **Objective** To analyze the fracture morphology of the quadrilateral plate in complex both-column acetabular fractures and provide reference for the surgical decision of approaches and internal fixation methods. **Methods** CT data from 104 cases of complex both-column acetabular fractures treated in the Level I Trauma Center of the Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University from August 2016 to August 2019 were retrospectively analyzed using Mimics and 3-matic software. The main fracture lines in the quadrilateral plate were defined as anterior oblique (AO) lines and posterior oblique (PO) lines. Through careful observation of CT images combined with fracture map technology, the origination of the AO lines and classification of the PO lines were described; the distance between the AO line and the pelvic brim and between the AO line and the sacroiliac joint was measured. **Results** This study included 84 males and 20 females, aged (52.4±14.7) years old. According to the AO/OTA classification, there are 79 cases of type C1, 9 cases were type C2, and 16 cases were type C3. The AO lines were originated from the anterior wall in 6 cases, from the obturator tube in 7 cases, and from both the anterior wall and the obturator tube in 91 cases. The confluence point of fracture lines from the anterior wall and the obturator tube was the distal iliopubic eminence in 23 cases, the iliopubic eminence in 31 cases, and the proximal iliopubic eminence in 37 cases. The average distance between the AO line and the pelvic brim was (9.6±8.7) mm in 104 cases, among which 58 cases were < 10 mm, 26 cases were 10～15 mm, 20 cases were >15 mm. The average distance between the AO line and the sacroiliac joint was (25.4±9.5) mm in 104 cases, among which 79 cases were ≥ 20 mm. The PO lines could be divided into five types. Incomplete fractures were found in 11 cases, fracture lines exited through the proximal third posterior margin were found in 42 cases, through the middle third posterior margin in 32 cases, through the distal third posterior margin in 20 cases, and simultaneously through the proximal and distal third posterior margin in 10 cases. **Conclusion** In most cases, the distance between the AO line and the pelvic brim was less than 10 mm, and the distance between the AO line and the sacroiliac joint was over 20 mm, which made it less difficult to fix the quadrilateral plate using an intrapelvic plate through the pararectus or Stoppa approach. The higher position of the PO line passes through the posterior column, the higher the possibility of reduction and fixation through the anterior approaches. However, more PO

作者单位：200233， 上海交通大学附属第六人民医院骨科

通信作者：安智全 E-mail：anzhiquan@126.com

lines exited distal two thirds of the posterior column and required an additional posterior approach.

【Key words】 Complex both column acetabular fractures; Quadrilateral plate; Fracture lines

复杂双柱髋臼骨折约占全部髋臼骨折的 22%，其创伤严重程度高，治疗难度大[1]。研究表明，复杂双柱髋臼骨折是由暴力导致股骨头撞击髋臼窝关节面，使其分裂为前侧、内侧（四方区）和后上方（后壁）骨块[2-3]。AO/OTA 分型将该类骨折定为 C 型，并进一步分为 C1、C2、C3 亚型[4]。近年，有学者对此类骨折中前侧和后壁骨块的形态学特征进行描述研究[5-6]，有学者对前后柱受累的髋臼骨折中四方区骨块形态进行研究[7]，还有学者根据骨折粉碎程度对四方区骨折进行分类研究[8-9]，但迄今尚缺乏对复杂双柱髋臼骨折四方区骨块形态的相关研究。

基于三维 CT 骨折图技术可以对骨折的空间特征进行描述，我们使用该方法回顾性分析复杂双柱髋臼骨折患者的 CT 影像学资料，以探讨四方区骨折的形态学特征及其临床意义。

1　资料与方法

1.1　一般资料

于上海交通大学附属第六人民医院病历系统中搜索 2016 年 8 月至 2019 年 8 月一级创伤中心诊治的诊断为“髋臼骨折”的病例，回顾性分析其病史资料。同时，采用关键词“CT、髋臼、骨折”在图像存档和通信系统（PACS）数据库中搜索诊断为髋臼骨折的患者，并采用 AO/OTA 骨折分类系统定义复杂双柱髋臼骨折。

纳入标准：①年龄≥18 岁；②符合 AO/OTA 分型标准；③CT 图像资料完整。排除标准：①轴向 CT 图像厚度＞3 mm；②开放性或病理性骨折。依据以上标准共纳入 104 例复杂双柱髋臼骨折患者作为研究对象。本研究通过上海交通大学附属第六人民医院伦理委员会批准，并免除了患者知情同意。

1.2　影像学测量

将从 PACS 数据库中采集的骨盆平扫 CT 图像数据以 DICOM 格式导入 Mimics 软件 17.0，生成水平面、冠状面、矢状面图像，并重建出三维图像。为方便描述，我们参考文献[7]的方法，将自髋臼前下方进入四方区、沿骨盆边缘走行的骨折线定义为前斜线，而将与前斜线末端相连、向后柱延伸的骨折线定义为后斜线。基于该定义，我们观察并测量以下数据：①前斜线起点。前斜线的来源包括前壁或闭孔，若骨折线同时来源于前壁和闭孔，则观察其汇合点，汇合点位置以其与髂耻隆起的关系确定。②前斜线与骨盆边缘的距离。在水平面 CT 图像上以髋臼窝顶点水平为基准，测量前侧骨块断端与骨盆边缘之间的距离。③前斜线与骶髂关节的距离。在三维 CT 图像上测量前斜线和后斜线交点处骨折近侧断端与骶髂关节之间的距离。④后斜线的分类。将坐骨大切迹至坐骨小切迹之间的后柱三等分，在三维 CT 图像上观察后斜线跨过后柱的位置并进行分类。见图 1。

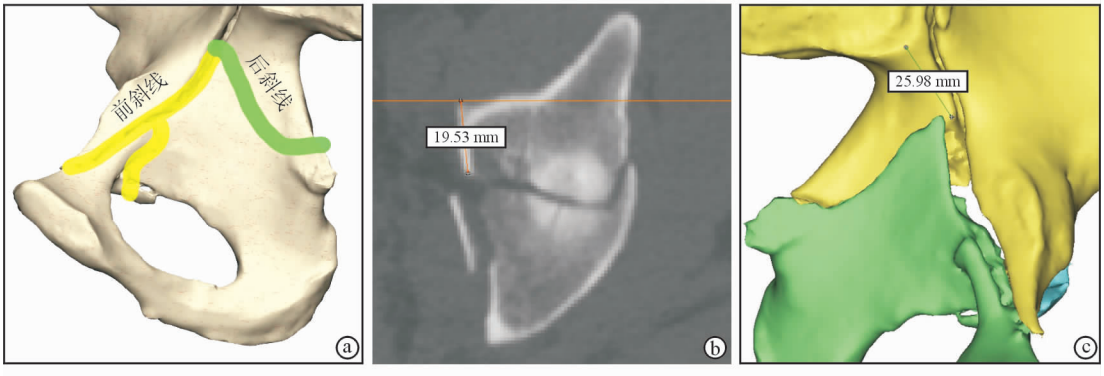


图 1　骨折线的定义和测量　四方区骨折线被定义为前斜线（a，黄色线所示）和后斜线（a，绿色线所示）；在水平面 CT 图像中，于髋臼窝顶点水平测量前斜线与骨盆边缘间的距离（b，红色线所示）；在三维图像上测量前斜线与骶髂关节间的距离（c，绿色线所示）

1.3　骨折图技术

我们根据文献[10]的方法描绘骨折图。首先，利用 Mimics 软件在三维图像上以骨块为单位对骨折进行分割。随后，将获得的图像导入 3-matic 软件 12.0。若骨折发生于左侧髋臼，则将其三维图像镜像翻转，以获得相应右侧髋臼骨折图像。对以独立单元存在的各骨块进行调整，模拟手术复位，使之恢复原有解剖结构。将复位后模

型旋转并作水平移动，以最好地匹配预先导入的标准男性右侧髋臼三维模型。通过不同角度的实时观察，在该标准男性右侧髋臼模型表面绘制平滑曲线以描绘出骨折线。通过此方法逐一在该标准右侧髋臼模型上绘制骨折线，将其重叠即得到骨折线总体分布图。见图2。

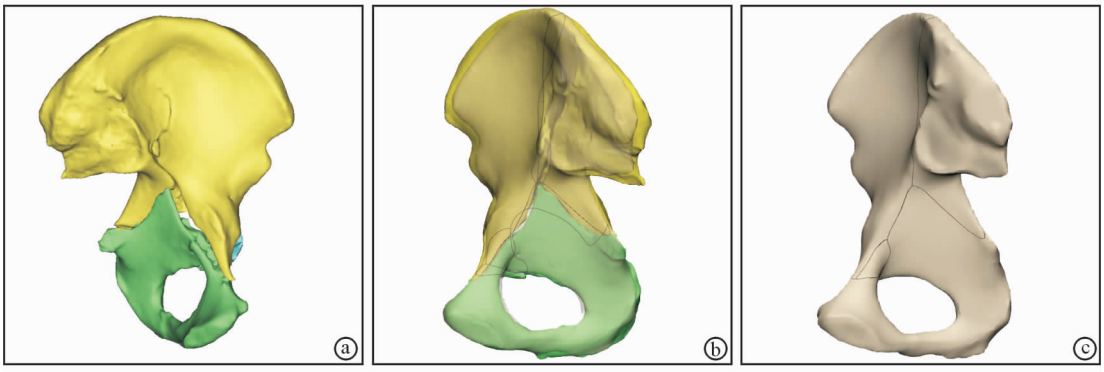


图2 骨折图技术的应用 a. 在三维图像上将髋臼以骨块为单位进行分割 b. 将模拟复位后的图像旋转并水平移动，以匹配标准男性右侧髋臼模型 c. 在髋臼模型上绘制平滑曲线以描绘骨折线

1.4 数据分析

采用SPSS 20.0统计软件对采集的数据进行统计学分析。

2 结果

2.1 一般情况

104例复杂双柱髋臼骨折患者中男性84例，女性20例，年龄为(52.4±14.7)岁(18～81岁)。其中，左侧骨折51例，右侧骨折53例。根据AO/OTA分型，C1型79例，C2型9例，C3型16例。除43例为单纯髋臼骨折外，61例伴其他损伤，包括肢体骨折41例、肋骨骨折28例、对侧骨盆骨折18例、腹腔脏器损伤13例和颅脑损伤5例。

2.2 影像学测量结果

在104例患者中，前斜线起源于前壁者6例(5.8%)，起源于闭孔管者7例(6.7%)，同时起源于前壁和闭孔管者91例(87.5%)。前斜线同时起源于前壁和闭孔管的91例中，前壁与闭孔管骨折线汇合点位于髂耻隆起处者31例(29.8%)，位于髂耻隆起远端者23例(22.1%)，位于髂耻隆起近端者37例(35.6%)。见图3。

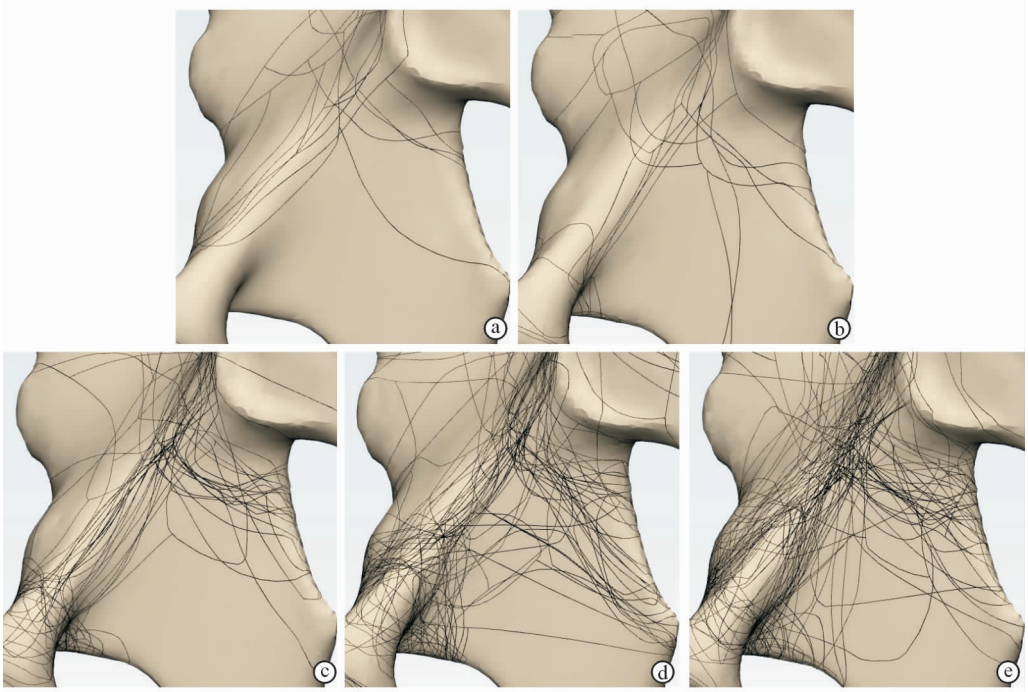


图3 骨折图表示前斜线起点 前斜线仅起源于前壁(a)或闭孔管(b)，前斜线同时起源于前壁和闭孔管，并交汇于髂耻隆起远端(c)、髂耻隆起处(d)或髂耻隆起近端(e)

在髋臼窝顶点水平，前斜线与骨盆边缘之间的距离为(9.6±8.7)mm(0～38 mm)，其中距离＜10 mm者 58 例(55.8%)，10～15 mm 者 26 例(25.0%)，＞15 mm 者 20 例(19.2%)。前斜线与骶髂关节之间距离为(25.4±9.5)mm(0～60 mm)，其中距离＜20 mm 者为 25 例(24.1%)，距离≥20 mm者为 79 例(76.0%)。

根据后斜线在后柱的出口位置，将其分为：①后柱不全骨折，11 例；②后斜线出口位于后柱近端 1/3，31 例；③后斜线出口位于后柱中段1/3，32 例；④后斜线出口位于后柱远端1/3，20 例；⑤后斜线出口同时位于后柱近端 1/3 和远端 1/3，10 例。见图 4。

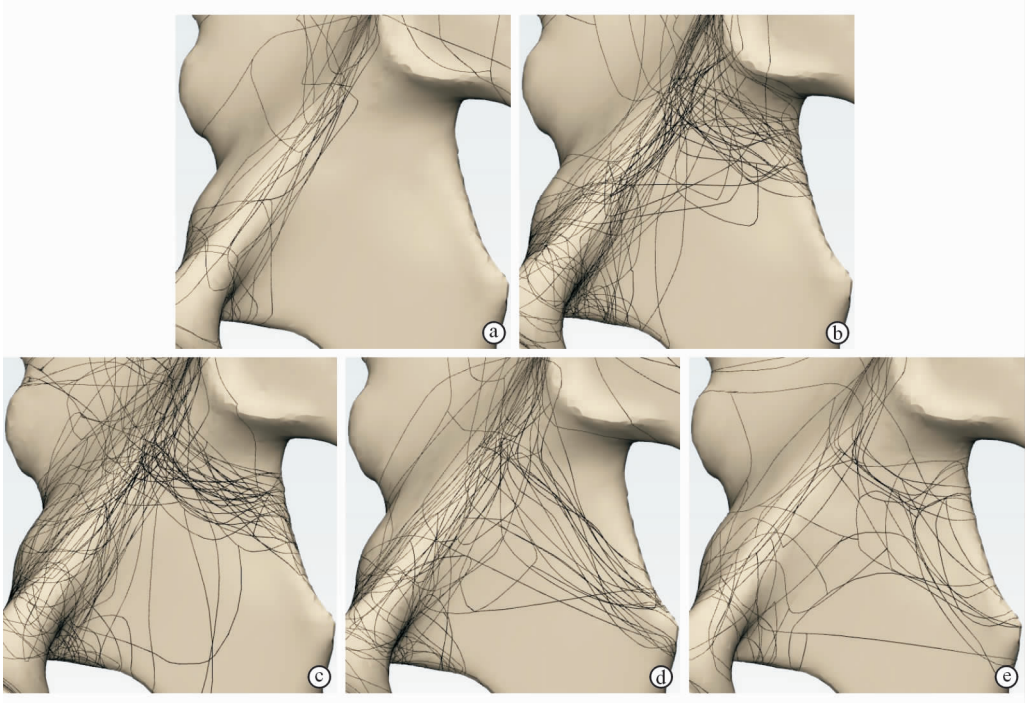


图 4　骨折图表示后斜线的 5 种类型　a. 后柱不全骨折　b. 后斜线出口位于后柱近端 1/3　c. 后斜线出口位于后柱中段 1/3　d. 后斜线出口位于后柱远端 1/3　e. 后斜线出口同时位于后柱近端 1/3 和远端 1/3

3　讨论

四方区骨块是复杂双柱髋臼骨折的主要骨块之一，该类骨折手术治疗的关键是复位四方区骨块(后柱)和前侧骨块(前柱)，从而恢复髋臼前后柱的解剖关系[2]。因此，如何显露、复位并固定四方区骨块是手术中的重要环节，也是困扰创伤骨科医生的难题之一。

本研究回顾性分析 104 例复杂双柱髋臼骨折患者的四方区骨折形态。我们发现，四方区骨块的骨折线较长，绝大多数起自闭孔管附近，少部分起自髋臼前壁。骨折线沿骨盆边缘向后上方走行，在骶髂关节附近折向后下方并出口于后柱后缘。我们将四方区骨块的骨折线描述为前斜线和后斜线，并根据影像学测量结果阐述其临床相关性。

由于四方区骨块的骨折线较长，手术中复位前后柱主要骨块的同时还应关注其下端，特别是闭孔管周围及前壁的解剖关系。我们的研究结果表明，多数情况下前斜线起自闭孔管周围，在向近端走行过程中有来自前侧骨块的骨折线汇入，汇合点位于髂耻隆起远端、髂耻隆起处、髂耻隆起近端的发生率分别为 22%、30%和 36%。我们认为，当汇合点位于髂耻隆起处及其远端时，可以通过前方入路如腹直肌旁入路[11]、Stoppa 入路[12]和改良髂腹股沟入路[13]显露骨折并复位，此时只需要检查耻骨上支和闭孔管内侧即可确认骨折复位情况。当汇合点位于髂耻隆起近端时，四方区与前侧骨块之间往往会形成基底与耻骨上支相连或不相连的长三角形骨块，这可能增加前侧骨块和四方区骨块复位及固定的难度，需引起注意。

研究显示，可显露四方区骨块前斜线的入路包括改良髂腹股沟入路[13]、改良 Stoppa 入路[12]及腹直肌旁入路[11]，对于复杂双柱髋臼骨折如何选择手术入路目前尚无统一标准。我们认为，四方区骨块的前斜线与骨盆边缘之间的距离可作为手术入路的选择指标。在髋臼窝顶点水平，前斜线与骨盆边缘之间的距离越小，表明至少在该部位四方区骨块的

骨折线越浅，采用Stoppa入路或腹直肌旁入路可以较容易地显露骨折线，完成直视下前侧骨块与四方区骨块之间的复位。反之，该距离越大，表明四方区骨块的骨折线越深，尤其当此距离＞15 mm时，采用上述入路虽也能显露骨折部位，但进行复位和固定的难度较高。本研究中测定的该距离值为(9.6±8.7)mm，其中该值＜10 mm者约56%，10～15 mm者约25%，＞15 mm者约19%。该结果表明，约81%的病例可能通过前方入路进行复位来固定四方区，而约19%的病例较难通过前方入路固定。

对于如何固定四方区骨折，文献报道的方法较多，包括使用盆腔内钢板[14-16]、盆腔内钢板联合盆腔外钢板[17-18]、盆腔内钢板和盆腔外钢板联合关节周围螺钉[19]，但这些方法的应用指征鲜有文献提及。我们认为，四方区骨折线与骶髂关节之间往往存在完整的三角形骨性结构，当采用盆腔内钢板固定时，若骶髂关节前下方完整的骨盆边缘长度在20 mm以上，该方法可行。该长度值的设定是基于普通重建钢板螺钉孔之间的距离，长度达20 mm时可通过钢板在骨折线近端安全打入2枚螺钉。本研究中测定该距离值为(25.4±9.5)mm，其中76%的病例该值≥20 mm，这表明多数情况下采用盆腔内钢板固定四方区是可行的。

后斜线是四方区骨块与近端髂骨之间分离的界限。我们发现，研究对象中四方区骨块的上斜线恒定存在，而骨折线跨过后柱的位置则存在差别，其中不全骨折和累及后柱近端1/3的病例占全部病例的40%。Pierannunzii等[2]认为，只有当后柱骨折线位置较高时才可以尝试经前侧入路复位。我们的研究表明，四方区骨块与髂骨之间的复位，理论上约40%的病例可以不经后侧入路复位和后侧固定。本研究中60%的病例为后斜线累及后柱中下段，由于骨折线在后柱的位置较低，这些患者经前侧入路复位难度较高，推荐经后侧入路复位并行后侧固定。

综上所述，我们分析104例复杂双柱髋臼骨折患者的四方区骨折形态，发现骨折线主要由前斜线和后斜线构成。多数情况下，前斜线与骨盆边缘之间的距离小于10 mm，与骶髂关节之间的距离大于20 mm，采用腹直肌旁入路或Stoppa入路进行复位和盆腔内钢板固定的可能性大。当后斜线经过后柱的位置较高时，经前侧入路复位和固定的可能性大，但多数病例后斜线出口位于后柱中间或坐骨棘附近，需增加后侧入路复位并固定四方区后侧部分。

本研究尚存在一些局限性。首先，对四方区骨块形态学的研究基于“复杂双柱髋臼骨折始于髋臼前下方”的假设，然而复杂双柱髋臼骨折的损伤机制目前尚未阐明，诸如骨折首先发生于何处、前下方骨折线如何形成等问题均需进一步研究。其次，复杂双柱髋臼骨折可根据AO/OTA分型分为C1、C2、C3亚型，然而考虑到分型可能增加分析的复杂性，本研究未进一步划分骨折类型，这可能导致一些细节特征被忽略。

参 考 文 献

[1] Giannoudis PV, Grotz MR, Papakostidis C, et al. Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87(1): 2-9.

[2] Pierannunzii L, Fischer F, Tagliabue L, et al. Acetabular both-column fractures: essentials of operative management [J]. Injury, 2010, 41(11): 1145-1149.

[3] Judet R, Judet J, Letournel E. Fractures of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction. Preliminary report[J]. J Bone Joint Surg Am, 1964, 46: 1615-1646.

[4] Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, et al. Fracture and dislocation classification compendium 2018[J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(Suppl 1): S1-S170.

[5] Yang Y, Zou C, Fang Y. Mapping of both column acetabular fractures with three-dimensional computed tomography and implications on surgical management[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 255.

[6] Tian S, Chen Y, Yin Y, et al. Morphological characteristics of posterior wall fragments associated with acetabular both-column fracture[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 20164.

[7] Yang Y, Zou C, Fang Y. A study on fracture lines of the quadrilateral plate based on fracture mapping[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 310.

[8] Yang Y, Yi M, Zou C, et al. Mapping of 238 quadrilateral plate fractures with three-dimensional computed tomography [J]. Injury, 2018, 49(7): 1307-1312.

[9] Elnahal WA, Abdel Karim M, Khaled SA, et al. Quadrilateral plate fractures of the acetabulum: proposition for a novel classification system[J]. Injury, 2018, 49(2): 296-301.

[10] Xie X, Zhan Y, Dong M, et al. Two and three-dimensional CT mapping of hoffa fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2017, 99(21): 1866-1874.

[11] Keel M, Ecker TM, Cullmann JL, et al. The pararectus approach for anterior intrapelvic management of acetabular fractures: an anatomical study and clinical evaluation[J]. J Bone Joint Surg Br, 2012, 94(3): 405-411.

[12] Cole JD, Bolhofner BR. Acetabular fracture fixation via a

modified Stoppa limited intrapelvic approach. Description of operative technique and preliminary treatment results[J]. Clin Orthop Relat Res, 1994, 305: 112-123.

[13] Matta JM. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach: a 10-year perspective[J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 20(Suppl 1): S20-S29.

[14] Qureshi AA, Archdeacon MT, Jenkins MA, et al. Infrapectineal plating for acetabular fractures: a technical adjunct to internal fixation[J]. J Orthop Trauma, 2004, 18(3): 175-178.

[15] Tosounidis TH, Gudipati S, Panteli M, et al. The use of buttress plates in the management of acetabular fractures with quadrilateral plate involvement: is it still a valid option?[J]. Int Orthop, 2015, 39(11): 2219-2226.

[16] Zhuang Y, Zhang K, Wang H, et al. A short buttress plate fixation of posterior column through single ilioinguinal approach for complex acetabular fractures[J]. Int Orthop, 2017, 41(1): 165-171.

[17] Wu YD, Cai XH, Liu XM, et al. Biomechanical analysis of the acetabular buttress-plate: are complex acetabular fractures in the quadrilateral area stable after treatment with anterior construct plate-1/3 tube buttress plate fixation?[J]. Clinics (Sao Paulo), 2013, 68(7): 1028-1033.

[18] Peter RE. Open reduction and internal fixation of osteoporotic acetabular fractures through the ilio-inguinal approach: use of buttress plates to control medial displacement of the quadrilateral surface[J]. Injury, 2015, 46 (Suppl 1): S2-S7.

[19] May C, Egloff M, Butscher A, et al. Comparison of fixation techniques for acetabular fractures involving the anterior column with disruption of the quadrilateral plate: a biomechanical study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2018, 100(12): 1047-1054.

(收稿日期:2021-02-21)

(本文编辑:杨晓娟)

《国际骨科学杂志》投稿、邮购

《国际骨科学杂志》创刊于1964年,是国家级医学学术类期刊,入编中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、中国学术期刊统计源期刊、中国期刊全文数据库收录期刊等,由国家卫计委、上海市卫计委主管,上海市医学科学技术情报研究所主办。

《国际骨科学杂志》以广大骨科及相关临床医师、教学人员和研究人员为读者对象,贯彻理论与实践、普及与提高相结合的办刊宗旨,主要介绍国内外骨科领域的临床和基础研究的新理论、新方法、新技术和新成果。栏目设置包括综述、论著、专题报告、学术争鸣、专利介绍、病例报告、新技术新概念、国外来访者报告及信息报道等。目前本刊的5年影响因子为1.052(《中国期刊引证研究报告·2014年版》),居"国际医学系列期刊"前茅。欢迎广大作者投送稿件!来稿若符合录用标准,均可在6个月内发表。

投稿通道: 官方网站 http://gjgkx.paperopen.com 注册后投稿或发送电子邮件至 intjorthop@163.com。同时需将打印稿2份、作者单位推荐(介绍)信、作者简介(出生年月、学位、技术职称、研究方向、联系手机号码)等邮寄至上海市建国西路602号《国际骨科学杂志》编辑部,邮编200031。来稿需标明是否为省部级以上基金资助项目并注明编号,以便优先审稿。

本刊历史悠久、内容翔实、可读性强,深受广大骨外科及相关学科临床医生、教研人员的欢迎和好评。本刊为双月刊,大16开本,每单月25日出版。邮局发行代号:4-268(定价:12.00元,全年72.00元)。编辑部全年接受个人邮购,免收邮费。

投稿、邮购联系电话:021-33262069(直线)