doi:10.11659/jjssx.02E023134

·综 述·

# 骨盆后环损伤致骶髂关节脱位的内固定手术入路研究进展

孙 波[1],古源楷[1],杨向群[2],赵良瑜[3] (1.海军军医大学基础医学院,上海 200433;2.海军军医大学基础医学院人体解剖学教研室,上海 200433;3.海军军医大学第二附属医院创伤骨科,上海 200433)

[摘 要] 高能量冲击易导致骨盆后环损伤,并以骶髂关节脱位最为常见。骶髂关节作为躯干与下肢传递负荷的枢纽,对维持骨盆后环的稳定性至关重要,一旦发生损伤脱位,需及时开展手术恢复骨盆后环的稳定性。目前针对骶髂关节内固定的手术入路主要分为前入路及后入路,手术入路的选择直接影响到术野暴露、内固定稳定性以及患者预后,因此选择合适的手术入路及固定方式尤为重要。本文主要围绕骶髂关节手术固定点的选择、手术入路以及术后并发症展开简要综述。

[关键词] 骨盆损伤;骶髂关节脱位;复位固定;手术入路;术后并发症

[中图分类号] R683.3;R684.7 [文献标志码] A [收稿日期] 2023-02-25

## Advances in the internal fixation surgical approach for sacroiliac joint dislocation caused by posterior pelvic ring injury

SUN Bo[1], GU Yuan-kai[1], YANG Xiang-qun[2], ZHAO Liang-yu[3] (1.School of Basic Medical Sciences, Naval Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Department of Anatomy, School of Basic Medical Sciences, Naval Medical University, Shanghai 200433, China; 3.Department of Traumatic Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** Injury of the posterior pelvic ring can easily be caused by high-energy impact, and sacroiliac joint dislocation is the most common. The sacroiliac joint, as the hub of load transfer between the trunk and lower extremities, is essential to maintain the stability of the posterior pelvic ring, and once dislocation occurs, restoring the stability of the posterior pelvic ring by timely surgery is necessary. The current surgical approaches for the internal fixation of sacroiliac joint are mainly divided into anterior approach and posterior approach. The choice of the surgical approach directly affects the exposure of the surgical field, the stability of internal fixation and the prognosis of patients; therefore, it is particularly important to select the appropriate surgical approach and fixation method. In this paper, we briefly review the selection of sacroiliac joint fixation points, surgical approaches and postoperative complications.

**Keywords:** pelvic injury; sacroiliac joint dislocation; reduction and fixation; surgical approach; postoperative complications

车祸等高能量撞击所致的骨盆损伤的发生率为20.0/100 000~37.6/100 000[1-2],而骨盆后环损伤的数量约占骨盆骨折总数的40%[3-4]。骶髂关节脱位是骨盆后环损伤的类型之一,有较高的致残率与致死率。卧床等传统保守治疗预后差,移位的骶髂关节可能导致骨折不愈合、畸形愈合、双下肢不等长、骶髂关节炎等并发症[5-6],严重影响患者的健康及生活质量;此外,15%~30%的骶髂关节退化不稳定患者会出现髂腰痛[7-8]。针对骶髂关节损伤脱位或不稳定的患者,切开复位内固定治疗仍然是安全可靠的治疗方式[9]。由于骶髂关节周围血管、神经、肌肉韧带等解剖结构错综复杂,临床医生对骶髂关节脱位手术复位固定方式的选择仍然存在争议,本文主要围绕骶髂关节手术入路的研究进展作简要综述,以期为临床治疗提供有益借鉴。

[通信作者] 赵良瑜,E-mail:orthopsurgery@smmu.edu.cn

## 1 骶髂关节的解剖

骶髂关节是位于骨盆后环骶骨与髂骨之间的滑膜关节,为骶髂关节复合体的主要结构,由骶骨与髂骨两个耳状关节面耦合构成。骶髂关节属于微动关节,可在6个自由度上耦合运动,因其形态不规则、变异大等特点,是人体最特殊的关节之一。骶髂关节的关节囊紧张,周围由众多韧带包裹以维持关节的稳定性[10]。研究显示,骨盆后环作为骨盆环的“主弓”对骨盆环的稳定作用占60%[2,11]。整个骶髂关节复合体结构犹如一座“悬吊桥”,髂后上棘为“桥柱”,骶骨是“桥梁”,骶髂后韧带则起着“悬吊带”的作用,髂腰韧带连接$L_5$横突至髂骨,可进一步加强悬吊力。严重的骶髂关节脱位可影响骨盆环的稳定性,甚至影响头侧腰骶关节及尾侧髋关节的功能[6]。

不同年龄、性别的人群骶髂关节脱位的原因有所不同,但大多由高能量冲击、重复负荷以及周围韧带疏松造成[12],并常伴骨盆后环韧带撕裂、耻骨及髋臼骨

折[6],甚至损伤毗邻的腰骶丛、泌尿系统、肠道及盆腔血管等结构[13]。只有掌握骶髂关节特殊的解剖学结构,才能为其手术复位固定打下坚实基础。

## 2 骶髂关节脱位类型

临床上针对骨盆骨折分型广泛采用的是TileAO Müller分型[2],该分型主要根据后环旋转不稳定及垂直不稳定情况进行划分,并不能对骶髂关节的损伤脱位作出准确的评估。目前针对骶髂关节脱位的分型尚未统一,有学者根据骶髂关节脱位的机制、方向及受伤程度等将其分为[14]:骶髂关节前脱位(髂后翼主要骨折块向骶髂关节前方脱位)、骶髂关节后脱位(髂后翼主要骨折块向骶髂关节后方脱位)、新月形骨折脱位(髂后翼骨折块向上脱位伴经髂翼后上斜行骨折)、经骶骨骶髂关节脱位(骶骨骨折伴骶髂关节脱位)。针对新月形骨折脱位,蔡正东等[6]结合临床经验,并参考了Day等[15]于2007年利用CT平扫进行分型的成果,根据骨折累及骶髂关节的部位及范围,将新月形骨折脱位分为3种亚型:Ⅰ型,骨折线不超过关节面前1/3,$S_2$神经孔位置附近伴有大的新月形骨折块;Ⅱ型,累及骶髂关节面中1/3,骨折线介于$S_1$与$S_2$神经孔之间,伴有中等大小的新月形骨折块;Ⅲ型,累及超过2/3的关节面,同时伴有较小的新月形骨折块。此类分型能对骶髂关节损伤进行更加合理的划分,更好地指导临床治疗[14,16]。

需要注意的是,分型的目的在于评价伤情特征、了解损伤机制、判断病程转归及预测预后。目前的分型方法都难以同时满足上述要求,随着新的技术及治疗手段的发展,分型会越趋完善。

## 3 骶髂关节手术固定点选择

骶髂关节手术固定常选用的方式包括前入路钢板固定、后入路骶髂螺钉或张力带钢板等[9,17]。手术要同时兼顾解剖学复位及固定的牢靠性,并避免神经、血管与周围脏器的损伤。因此,需谨慎选择术中钢板、螺钉的放置位置及固定力点。

### 3.1 前入路钢板的放置

骨盆环弓状线后1/3段骨质坚硬,单纯骨折少见。该段起于骶髂关节,止于髂耻隆起部的近端缘,该解剖弧线是髂弓与骶岬弓相连的最佳固定力点[18]。采用三维有限元分析发现,对于Tile B型及C型骶髂关节脱位的固定,前入路两钢板成角应在45°~75°,成角为60°时最牢固[19-20]。髂腰动脉起源于骶髂动脉,其分支髂骨动脉经滋养孔进入髂骨,术中易被损伤出血。前入路放置钢板时应尽量避开滋养孔周围的"危险区域"(图1),并做好结扎髂骨动脉的准备[21]。

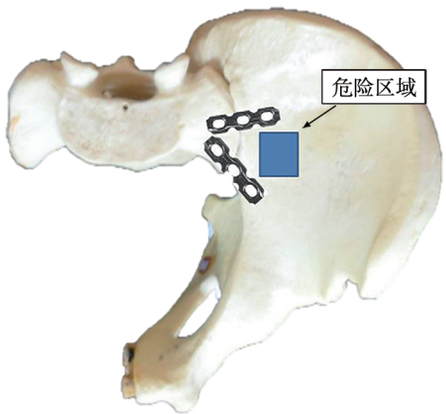



**图1 两块钢板的位置(蓝色代表"危险区域")[21]**

### 3.2 后入路骶髂螺钉及张力带钢板

张力带钢板固定类似于"箍桶"的力学原理,在垂直及扭转载荷下,张力带钢板放在双侧髂后上棘水平,两端指向耻骨联合,可为骨盆后环的固定提供良好的生物力学条件[22-23]。骶髂螺钉固定需要选择合适的进钉点及方向,经髂后上棘基底进钉,并沿髋臼方向于坐骨大切迹上方的柱形区域内置入螺钉最为安全牢固[24]。在3D影像骨盆模型上能准确快速地找到并量化$S_1$骶髂螺钉的最佳通道参数,为安全置钉提供理论与数据基础[25]。

## 4 骶髂关节固定手术入路

骶髂关节复位内固定手术入路可以分为前入路及后入路,入路的选择直接影响到术野暴露、出血量、内固定的满意度以及功能恢复情况。

### 4.1 骶髂关节前入路

患者取仰卧位,以髂前上棘为中心,沿髂嵴作一长切口,注意保护股外侧皮神经。切开分离髂筋膜和附着在髂嵴上的腹外斜肌,紧贴髂面行骨膜下剥离髂骨内板上附着的髂肌,并用骨蜡封闭髂骨动脉滋养孔,以减少出血。屈髋屈膝放松髂腰肌,沿髂骨翼解剖暴露骶髂关节及骶骨的外侧缘[26]。前入路手术操作时,应注意保护骶髂关节周围的软组织及相应的血管神经(如$L_4$、$L_5$神经根与骶髂关节相邻,应避免术中损伤)[27-28]。此外,还可沿髂股切口或Smith-Petersen切口进一步扩展显露,根据手术的需要可以从腹膜外或盆腔内进入[29]。

前入路有以下优点:①适用于多发伤,单侧入路即可较为充分地显露术野,对伴有骶髂关节脱位的骨盆骨折进行复位固定[30];②提供直接的骶髂关节视野,有助于保护毗邻的神经、血管;③显著减少放射暴露及错位的发生;④适用于俯卧禁忌患者,如头面部损

伤、开放性腹部损伤或前方有外固定架等特殊情况。骨盆骨折时,易损伤盆腔中耻骨支、坐骨支、坐骨大切迹顶端以及髋臼关节周围的血管[31]。当发生骨盆骨折伴髋臼关节脱位及盆腔大出血时,采用前入路可获得清晰的手术视野,便于盆腔血管结扎止血,该入路对医生的技术水平要求相对较低,疗效显著,便于开展[32]。但前入路使用钢板固定后可能会增加后方髋臼关节的间隙,固定强度不如后入路髋臼螺钉,且创伤较大,出血多,手术时间较长[33]。

4.2 髋臼关节后入路

患者常取俯卧位,以髂后上棘为中点,沿髂嵴的内上缘向外下方作弧形切口,并行骨膜下剥离臀大肌。根据骨折线的位置及复位的需要,向内或向外侧沿髂骨的外板充分显露髋臼关节,同时避免损伤臀上动脉并保持髋臼关节周围韧带的完整。术中需在透视下复位髋臼关节,并反复触摸坐骨大切迹判断髋臼关节的复位情况[6]。

随着计算机3D导航技术以及手术机器人的应用,后入路手术已不再局限于传统开放手术,逐渐趋于微创[34-36];并可采用多种技术固定,如后入路髋骨棒固定、经皮髋臼螺钉或加压钢板固定、脊柱骨盆固定系统等[37]。后入路有以下优点:①髋臼螺钉固定稳固可靠[9];②手术创伤小,出血少,手术时间短[33];③有利于处理伴髋骨骨折或部分髂骨骨折的髋臼关节脱位[28]。但术中需反复透视确定螺钉的位置及方向,有螺钉置入错位、松动或损伤神经根的风险,要求手术医生具有丰富的经验,并严格掌握手术的适应证、禁忌证。此外,计算机3D导航技术的应用可减少放射次数,但也需要额外的切口以确定骨性标志,昂贵的设备也限制了该技术的普及[38]。

4.3 手术入路的选择

对于简单的髋臼关节损伤脱位,传统的前入路及后入路仍然是大部分临床医生的首选。对比前入路钢板固定与后入路经皮髋臼螺钉固定发现,两种手术的患者满意度无明显差异[27,39]。前入路可以在直视下了解髋臼关节骨折脱位情况,更容易实现解剖复位,适用于严重骨盆多发伤的处理,还能减少辐射暴露和复位不良。但由于髋骨侧置钉区域小,单颗螺钉容易松动,不能很好地固定钢板,导致维持髋臼关节的稳定性不足而发生移位。因此,在选择前入路钢板固定时,置入多颗螺钉可确保内固定的生物力学稳定性。Vaccaro等[40]采用2块4~5孔钢板斜行成角,并辅以多颗螺钉固定,显著增强了髋臼关节内固定的稳定性。针对前入路钢板不稳定的问题,谭国庆等[41]设计了一种改良张力带钢板,其稳定性比传统张力钢板好,且与双髋臼螺钉固定相当。后入路更适用于简单髋臼关节脱位的患者。尤其是在计算机3D导航下,经皮髋臼螺钉固定可减少术中透视次数,提高置钉的准确性,并减少感染、神经损伤等手术并发症[38-39,42-44],还能提升术后疗效,有良好的应用前景[45]。在稳定性方面,后入路经皮髋臼螺钉固定的稳定性则比后入路髋骨棒或加压钢板固定更高[17]。针对后入路所依赖的透视显像效果不佳的问题,术前充分的肠道准备可消除肠道粪便、气体的不良影响,缩短经皮髋臼螺钉固定术中的透视时间[46]。一项研究统计了德国2005年至2017年的骨盆手术发现,得益于3D导航等新技术的应用推广,后入路经皮髋臼螺钉固定髋臼关节的手术量在十余年间增加了8倍[47]。可见,随着持续的优化与改进,后入路手术也逐渐得到了更加广泛的应用。

复杂的髋臼关节损伤脱位常伴随骨盆其他部位的损伤,髋臼关节手术入路的选择应综合考虑患者具体情况,往往还需联合其他骨盆手术入路以满足不同的暴露需要[28,48]。其他常用的骨盆骨折手术入路包括耻骨联合入路、髂腹股沟入路以及改良Stoppa入路等。据报道,髋臼关节脱位合并髋骨翼骨折由腹直肌外侧入路,经腹膜外能较好地显露一侧髋骨翼、髋臼关节至耻骨联合骨盆环内侧面,并实现满意的复位,获得较好的后环固定效果,是比较理想的手术方法[28]。目前对于骨盆及髋臼关节手术入路的选择很多,患者情况复杂而每一种入路都有一定的局限性,因此需要在术前进行更加系统地评估以合理设计手术方案。随着诊断技术的发展,患者髋臼关节损伤脱位情况已可进行数字化重建,并通过3D打印技术进行术前模拟[49]。医生可根据模拟情况合理选择手术入路,并在术中联合运用2个以上切口进行术野显露,以期为患者提供个性化的治疗。

## 5 术后并发症

髋臼关节固定手术并发症包括盆腔内的动静脉大出血、出血性休克、凝血功能障碍、血栓及脂肪栓塞、全身炎症反应、感染、多器官功能衰竭等[31,50]。但随着各种新兴手术技术的应用,严格遵循手术指征和规范,大部分患者术后恢复良好[51]。仅少数患者由于个体原因,术后可能出现后背部持续性疼痛、双下肢不等长、肢体活动能力下降、不能保持平衡以及跛行等情况[30]。若术后髋臼关节不能保持平衡,可能会发生髋臼关节炎,使患者出现腰髋部疼痛[14];若术后出现跛行,单足站立或负重会增加髋臼关节的剪应力,导致髋臼关节出现错位[52]。而对于髋臼关节感染的患者,可经后入路清除病灶并进行内固定,患者术后恢

复良好且无严重并发症[53]。

前入路手术导致的医源性并发症大多较轻微,如单侧轻度的瘫痪可以在术后保守治疗几个月后恢复;但需要注意的是,$L_4$与$L_5$神经根紧挨骶髂关节并紧贴髂骨翼表面走行,在前入路手术中若操作不当则容易被损伤[54]。后入路手术由于骶髂螺钉的置入位置在狭窄的骶管、血管及神经之间,故进针点及方位出现偏差则易致髂内动脉、马尾神经及骶神经损伤[24];报道显示,螺钉置入错位导致血管神经损伤的发生率为2%~15%[27,55];另有报道表明,1%~7%的患者术后有剧烈疼痛[56-57],但该症状是由患者的原始损伤还是手术造成还未明确;而在患者骨折愈合后移除骶髂螺钉可缓解骨折愈合后的持续疼痛,恢复骶髂关节功能,减轻患者心理负担[58]。

## 6 总结

骶髂关节内固定手术不仅是治疗骨折脱位的方法,还是治疗骶髂关节退化不稳定所致髂腰痛的备用手段,越来越受到临床医生的重视。骶髂关节固定前、后入路各有优缺点,前入路适合骨盆多发伤的处理,术中常需要联合其他手术入路,并发症较多;后入路联合3D导航技术,手术的风险降低,效果更好,但其普及仍受限于术者经验、设备条件等因素。临床医生需综合考虑患者实际情况,选择合适治疗方式,以改善整体预后。

## [参考文献]


[1] Herteleer M, Dejaeger M, Nijs S, et al. Epidemiology and secular trends of pelvic fractures in Belgium: a retrospective, population-based, nationwide observational study [J]. Bone, 2021, 153: 116141. doi: 10.1016/j.bone.2021.116141.

[2] Baker G, Diamond O. Pelvic fractures [J]. Surgery (Oxford), 2021, 39(6): 341-349. doi: 10.1016/j.mpsur.2021.04.003.

[3] Zhang W, Cheng Y, Diarra MD, et al. Finite element analysis of sacral-alar-iliac screw fixation for sacroiliac joint dislocation [J]. J Orthop Res, 2023, 41(8): 1821-1830. doi: 10.1002/jor.25525.

[4] Iorio JA, Jakoi AM, Rehman S. Percutaneous sacroiliac screw fixation of the posterior pelvic ring [J]. Orthop Clin North Am, 2015, 46(4): 511-521. doi: 10.1016/j.ocl.2015.06.005.

[5] Bouguennec N, Gouin F, Pietu G. Isolated anterior unilateral sacroiliac dislocation without pubic arch disjunction [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2012, 98(3): 359-362. doi: 10.1016/j.otsr.2011.10.013.

[6] 蔡正东,纪 方. 骨盆外科学 [M]. 上海:上海科学技术出版社, 2019: 262-271.

[7] Cohen SP, Chen Y, Neufeld NJ. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment [J]. Expert Rev Neurother, 2013, 13(1): 99-116. doi: 10.1586/ern.12.148.

[8] Yoshihara H. Sacroiliac joint pain after lumbar/lumbosacral fusion: current knowledge [J]. Eur Spine J, 2012, 21(9): 1788-1796. doi: 10.1007/s00586-012-2350-8.

[9] Wu T, Su K, Zhang YZ, et al. Biomechanical comparison of three kinds of fixation in fracture-dislocation of the sacroiliac joint [J]. Technol Health Care, 2019, 27(1): 89-99. doi: 10.3233/THC-181274.

[10] 叶海民,邹华春,丁凌华,等. 空心螺钉固定骶髂关节脱位的有限元分析 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(13): 1993-1998. doi: 10.12307/2023.235.

[11] Hug F, Soisson O, Lube J, et al. Pelvic belt effects on pelvic morphometry, muscle activity and body balance in patients with sacroiliac joint dysfunction [J]. PLoS One, 2015, 10(3): e0116739. doi: 10.1371/journal.pone.0116739.

[12] Pereira GJC, Damasceno ER, Dinhane DI, et al. Epidemiology of pelvic ring fractures and injuries [J]. Rev Bras Ortop, 2017, 52(3): 260-269. doi: 10.1016/j.rboe.2017.05.012.

[13] Wu YT, Cheng CT, Tee YS, et al. Pelvic injury prognosis is more closely related to vascular injury severity than anatomical fracture complexity: the WSES classification for pelvic trauma makes sense [J]. World J Emerg Surg, 2020, 15(1): 1-9. doi: 10.1186/s13017-020-00328-x.

[14] 谭 振,黄 仲,李 亮,等. 骶髂关节脱位的分型方法及手术治疗方案 [J]. 四川大学学报(医学版), 2017, 5(48): 661-667. doi: 10.13464/j.scuxbyxb.2017.05.002.

[15] Day AC, Kinmont C, Bircher MD, et al. Crescent fracture-dislocation of the sacroiliac joint-a functional classification [J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89B(5): 651-658. doi: 10.1302/0301-620x.89b5.18129.

[16] 蓝 云,张建政,孙天胜. 骨盆新月形骨折脱位的研究进展 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 36(4): 372-376. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2020.04.016.

[17] Lee CH, Hsu CC, Huang PY. Biomechanical study of different fixation techniques for the treatment of sacroiliac joint injuries using finite element analyses and biomechanical tests [J]. Comput Biol Med, 2017, 87: 250-257. doi: 10.1016/j.compbiomed.2017.06.007.

[18] 张春材,许硕贵,纪 方,等. 髋臼骨折治疗学——新概念与新技术[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2015: 1-17.

[19] Chen W, Pan ZJ, Chen JS. Biomechanical research on anterior double-plate fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations [J]. Orthop Surg, 2009, 1(2): 127-131. doi: 10.1111/j.1757-7861.2009.00017.x.

[20] 束 晖,黄晓微. 不同构型前路双钢板固定B、C型骶髂关节脱位的有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2020, 25(12): 1810-1814. doi: 10.3969/j.issn.2095-4344.3778.

[21] Alla SR, Roberts CS, Ojike NI. Vascular risk reduction during anterior surgical approach sacroiliac joint plating [J]. Injury, 2013, 44(2): 175-177. doi: 10.1016/j.injury.2012.08.009.

[22] 谭国庆,何吉亮,朱秉瑞. 不同固定位置及方向张力带钢板对重建骨盆后环稳定性的影响[J]. 山东医药, 2018, 56(37): 6-11. doi: 10.3969/j.issn.1002-266X.2018.37.002.

[23] 高加智,辛 杰,王洪玉. 不同桥接组合式内固定系统重建骨盆后环稳定性的有限元分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(4): 342-349. doi: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.04.12.

[24] Takao M, Nishii T, Sakai T, et al. Iliosacral screw insertion using CT-3D-fluoroscopy matching navigation [J]. Injury, 2014, 45(6): 988-994. doi: 10.1016/j.injury.2014.01.015.

[25] 杨运平,凌 伟,王 钢. 3D影像模型测量S1骶髂关节螺钉最佳通道及其临床应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(2): 138-143. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2019.02.008.

[26] Riouallon G, Chanteux L, Upex P, et al. Anterior approach to the sacroiliac joint for pelvic ring fractures: technical note [J]. Orthop

Traumatol Surg Res, 2020, 106(5): 845-847. doi: 10.1016/j.otsr.2020.02.016.
[27] Zhang R, Yin Y, Li S, et al. Percutaneous sacroiliac screw versus anterior plating for sacroiliac joint disruption: a retrospective cohort study [J]. Int J Surg, 2018, 50: 11-16. doi: 10.1016/j.ijsu.2017.12.017.
[28] 唐毓金,杨成亮,刘 佳,等. 骶髂关节脱位合并同侧骶骨翼骨折的手术方法及临床疗效评价[J]. 中华骨科杂志,2021,41(23):1692-1700. doi:10.3760/cma.j.cn121113-20210113-00041.
[29] Xiao J, Wang Y, Zhang M, et al. Anterior fracture dislocation of the sacroiliac joint: a case report and literature review[J]. Technol Health Care, 2017, 25(4): 803-808. doi: 10.3233/THC-160735.
[30] 吴宏华,吴新宝,李宇能,等. 伴有骶髂关节完全性前脱位的骨盆骨折治疗[J]. 北京大学学报(医学版),2015,47(2):276-280. doi:10.3969/j.issn.1671-167X.2015.02.017.
[31] Kachlik D, Vobornik T, Dzupa V, et al. Where and what arteries are most likely injured with pelvic fractures? The influence of localization, shape, and fracture dislocation on the arterial injury during pelvic fractures[J]. Clin Anat, 2019, 32(5): 682-688. doi: 10.1002/ca.23372.
[32] 房 剑. 经皮骶髂螺钉与骶髂关节前钢板治疗骶髂关节脱位的临床疗效Meta分析[D]. 蚌埠:蚌埠医学院,2020.
[33] 周跃海,叶 茂,邹 毅,等. 骶髂关节螺钉内固定与前方钢板内固定治疗不稳定型骨盆骨折效果观察[J]. 包头医学院学报,2019,30(10):4-6. doi:10.16833/j.cnki.jbmc.2019.10.002.
[34] Yang F, Yao S, Chen KF, et al. A novel patient-specific three-dimensional-printed external template to guide iliosacral screw insertion: a retrospective study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 397-406. doi: 10.1186/s12891-018-2320-3.
[35] Payne C, Jaffee S, Swink I, et al. Comparative analysis of the lateral and posterolateral trajectories for fixation of the sacroiliac joint-a cadaveric study[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 489. doi: 10.1186/s13018-020-02013-w.
[36] 聂 涛,曾昭勋,黄 胜,等. TiRobot机器人辅助治疗骶髂关节骨折脱位[J]. 中国矫形外科杂志,2020,28(20):1897-1901. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2020.20.17.
[37] Dube-Cyr R, Aubin CE, Villemure I, et al. Biomechanical analysis of two insertion sites for the fixation of the sacroiliac joint via an oblique lateral approach[J]. Clin Biomech, 2020, 74: 118-123. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2020.02.010.
[38] Liu F, Yu J, Yang H, et al. Iliosacral screw fixation of pelvic ring disruption with tridimensional patient-specific template guidance[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2022, 108(2): 1-6. doi: 10.1016/j.otsr.2022.103210.
[39] 杨锡明,于 蕾,刘 志. 经皮空心钉固定骶髂关节脱位合并耻骨支骨折[J]. 中国矫形外科杂志,2020,28(18):1642-1646. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2020.18.03.
[40] Vaccaro AR, Kim DH, Brodke DS, et al. Diagnosis and management of thoracolumbar spine fractures[J]. Instr Course Lect, 2004, 53: 359-373.
[41] 谭国庆,薛海鹏,何吉亮,等. 改良张力带钢板重建骨盆后环的生物力学研究[J]. 中国矫形外科杂志,2019,27(2):171-176. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.16.
[42] Yu T, Zheng S, Zhang X, et al. A novel computer navigation method for accurate percutaneous sacroiliac screw implantation: a technical note and literature review[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(7): e14548. doi: 10.1097/MD.0000000000014548.
[43] Cleveland AW, Nhan DT, Akiyama M, et al. Mini-open sacroiliac joint fusion with direct bone grafting and minimally invasive fixation using intraoperative navigation[J]. J Spine Surg, 2019, 5(1): 31-37. doi: 10.21037/jss.2019.01.04.
[44] Zaidi HA, Montoure AJ, Dickman CA. Surgical and clinical efficacy of sacroiliac joint fusion: a systematic review of the literature[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(1): 59-66. doi: 10.3171/2014.10.SPINE14516.
[45] Venayre B, Koyama Y, Kurosawa D, et al. Quantitative evaluation of the sacroiliac joint fixation in stress reduction on both sacroiliac joint cartilage and ligaments: a finite element analysis[J]. Clin Biomech, 2021, 85: 105350. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2021.105350.
[46] 张小丽,张元智,高 丽,等. 肠道准备对经皮横向骶髂关节螺钉固定的影响[J]. 中国矫形外科杂志,2020,28(2):108-113. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2020.02.03.
[47] Lodde MF, Katthagen JC, Riesenbeck O, et al. Trends in the surgical treatment of fractures of the pelvic ring: a nationwide analysis of operations and procedures code (OPS) data between 2005 and 2017[J]. Unfallchirurg, 2021, 124(5): 373-381. doi: 10.1007/s00113-020-00893-5.
[48] 胡 建,禹宝庆. 骨盆骨折的手术入路及其选择[J]. 中华创伤杂志, 2014, 30(1): 30-32. doi: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2014.01.008.
[49] Tonetti J, Jouffroy P, Dujardin F. Reconstruction of pelvic ring and acetabular fractures: what lies ahead?[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2019, 105(5): 799-800. doi: 10.1016/j.otsr.2019.06.002.
[50] O'driscoll CS, Hughes AJ, O'Daly BJ. Late sacroiliac fracture fixation implant-related infection through haematogenous spread[J]. BMJ Case Reports, 2021, 14(9): e245364. doi: 10.1136/bcr-2021-245364.
[51] Trikha V, Singh V, Kumar VS. Anterior fracture dislocation of sacroiliac joint: a rare type of crescent fracture[J]. Indian J Orthop, 2015, 49(2): 255-259. doi: 10.4103/0019-5413.152527.
[52] Roberts SL. Sacroiliac joint anatomy[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2021, 32(4): 703-724. doi: 10.1016/j.pmr.2021.05.007.
[53] 王 宇,康建平. 病灶清除联合钉棒固定治疗骶髂关节感染[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(11): 980-984. doi: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.11.05.
[54] 黄伟奇,杨晓东,李 涛. 骶髂关节周围腰骶丛神经的解剖学研究及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志,2017,35(6):615-618. doi:10.13418/j.issn.1001-165x.2017.06.004.
[55] Miller AN, Routt ML Jr. Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation[J]. Am Acad Orthop Surg, 2012, 20(1): 8-16. doi: 10.5435/JAAOS-20-01-008.
[56] Papakostidis C, Kanakaris NK, Kontakis G, et al. Pelvic ring disruptions: treatment modalities and analysis of outcomes[J]. Int Orthop, 2009, 33(2): 329-338. doi: 10.1007/s00264-008-0555-6.
[57] Putnis SE, Pearce R, Wali UJ, et al. Open reduction and internal fixation of a traumatic diastasis of the pubic symphysis: one-year radiological and functional outcomes[J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93B(1): 78-84. doi: 10.1302/0301-620x.93b1.23941.
[58] Firoozabadi R, Kovalenko B, Toogood P. Does implant removal across the sacroiliac joint improve pain and outcomes[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34(6): 307-309. doi: 10.1097/BOT.0000000000001710.

(编辑:杨 颖)