

前环皮下内固定治疗骨盆前环损伤的研究进展

崔栋清, 陈斌, 孙海钰

(山西医科大学第二医院骨科, 山西 太原 030001)

【摘要】 前环皮下内置外固定架(internal fixation, INFIX)作为目前骨盆前环损伤微创固定的代表之一, 该技术的置钉点位于髂前下棘螺钉, 以向外 30°、向后 20° 的角度拧入, 并且注意螺钉头应位于深筋膜上方与骨面保持 20~25 mm 的安全距离。其改良版本有增加耻骨结节螺钉的 3 钉或 4 钉 INFIX、单侧 INFIX、短杆 INFIX 以及双 INFIX, 这些改良使其稳定性进一步增强。解剖上股外侧皮神经(lateral femoral cutaneous nerve, LFCN)相对容易受损, 术中要格外注意。生物力学稳定性相较于外固定架有着优势, 并且应用之灵活, 不局限于耻骨支骨折、联合分离等, 在前后环联合固定中也扮演着重要角色可联合后路骶髂螺钉、髂腰固定等。在儿童、妊娠期妇女、存在皮下连接杆禁忌等人群中也有报道并取得了不错的临床效果。加之目前机器人、复位架等技术的应用, 极大降低了复位难度, 提高了闭合复位质量, 令其在复杂骨盆骨折中也能够进行固定。该技术复位质量高, 有着与传统钢板等相当的疗效, 常见并发症是 LFCN 损伤, 术中仔细暴露、调整内固定的位置和深度, 可有效避免该并发症。

【关键词】 内置外固定架; 骨盆前环损伤; 骨盆骨折; 综述

中图分类号: R683.3

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20230637

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Progress of anterior subcutaneous internal fixation in the treatment of anterior pelvic ring injury

CUI Dong-qing, CHEN Bin, SUN Hai-yu (Department of Orthopaedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi, China)

ABSTRACT Anterior subcutaneous internal fixation (INFIX) is one of the current representatives of minimally invasive fixation of injuries to the anterior pelvic ring. The nail insertion point of this technique is located at the anterior inferior iliac spinous screw, with an angle of 30° outward and 20° backward. Screw in at an angle, and note that the screw head should be above the deep fascia and maintain a safe distance of 20 to 25 mm from the bone surface. Its improved versions include 3 or 4 nails INFIX with added pubic tubercle screws, unilateral INFIX, short-rod INFIX, and double INFIX. These improvements further enhance stability. The lateral femoral cutaneous nerve (LFCN) is relatively easy to be damaged during anatomy, so special attention should be paid during the operation. Biomechanical stability has advantages over external fixation, and its application is flexible. It is not limited to pubic ramus fracture, symphyseal separation, etc. It also plays an important role in combined anterior and posterior ring fixation. It can be combined with posterior sacroiliac screws, iliac lumbar screws, etc. Fixed etc. Good clinical results have also been reported in children, pregnant women, and people with contraindications for subcutaneous connecting rods. In addition, the current application of robots, reduction frames and other technologies has greatly reduced the difficulty of reduction and improved the quality of closed reduction, making it possible to fix complex pelvic fracture. This technique has high reduction quality and is as effective as traditional steel plates. A common complication is LFCN injury. Careful exposure and adjustment of the position and depth of internal fixation during surgery can effectively avoid this complication.

KEYWORDS Internal fixation(INFIX); Anterior pelvic ring injury; Pelvic fracture; Review

骨盆骨折多由高能量暴力所致, 占全身骨折的 3%~8%, 保守治疗仅适用于稳定骨折, 而不稳定骨盆骨折往往需要进行手术, 包括耻骨支、坐骨支及耻骨联合在内的骨盆前环为骨盆提供了 30%~40% 的稳定性^[1]。对于前环不稳定骨折, 传统钢板内固定, 解剖复位的同时能够形成坚强固定, 但创伤大、手术时间长、术后恢复慢等无法避免^[2], 外固定架虽然几

经迭代, 但由于钉道感染等并发症发生率高, 其最佳适应证仍是急诊抢救时的临时固定^[3]。前环皮下内置外固定架(internal fixation, INFIX)是近年来出现的一种前环微创固定技术, 其创伤小、固定可靠, 相较于外固定架感染率低且不影响工作生活。

1 手术操作及改良

1.1 传统术式

操作时患者取仰卧位, 在闭孔出口位透视, 找到“泪滴”即为髂前下棘, 标记其体表投影并以之为中心做 2~3 cm 的纵行切口。然后沿缝匠肌和阔筋膜张

肌之间的间隙,钝性分离软组织以暴露髂前下棘。操作过程中注意保护股外侧皮神经(lateral femoral cutaneous nerve, LFCN),该神经常横穿术野^[4]。置钉点位于髂前下棘外侧 1/3 处,先用尖锥破开骨皮质,再用扁平椎沿髂后上棘方向插入以建立骨通道,闭孔入口位透视可确认是否穿出髂骨内外侧皮质(或用探针检查通道四周是否完整)。根据患者体形选择长度 80~110 mm、直径 6.5~8.5 mm 的椎弓根螺钉,建议使用多轴螺钉方便后续与钛棒连接,螺钉以向外 30°、向后 20°的角度拧入^[5],注意螺钉至少进入骨质 60 mm 以保证强度,同时螺钉头应位于深筋膜上方与骨面保持 20~25 mm 距离,避免钛棒压迫股神经和腹股沟韧带等^[6-7]。同法在对侧髂前下棘操作,在拧入两侧的螺钉后进行髂骨斜位透视以确保其未进入髋关节囊并避开坐骨大切迹^[8]。取直径 6 mm 的钛棒作为连接杆,使用折弯器根据两侧螺钉间“比基尼”区的轮廓进行预弯,用长止血钳在两侧切口间的浅筋膜上方建立皮下通道,将钛棒穿入后与两侧螺钉连接,拧紧尾帽,此时可用撑开器、压缩钳等复位骨盆前环,最终锁死尾帽。裁剪钛棒两端使其在螺钉外侧多余的部分尽可能短,避免对肌肉和 LFCN 形成刺激^[7]。再次透视满意后,逐层闭合切口。针对前后环均不稳定需要同时行后路固定的患者,通常先行后路固定,然而也有学者先行 INFIX 固定^[6,8]。术后鼓励患者在床上积极活动,Tile B 型和 C 型骨折患者分别在术后 4~10 周和 4~12 周允许部分负重,在 X 线显示愈合后则允许完全负重^[1],多数研究在 3~12 个月后选择性去除 INFIX^[9]。

1.2 INFIX 的改良

一些学者为增强稳定性,在耻骨联合处作小切口以增加耻骨结节螺钉形成 3 钉或 4 钉 INFIX^[5,10],或只保留一侧髂前下棘螺钉,与耻骨结节螺钉构成单侧 INFIX^[11-12]。此外短杆 INFIX 是仅保留两侧耻骨结节螺钉,用短杆连接可治疗单纯的耻骨联合分离^[4,13]。甚至可使用 4 个螺钉、2 个钛棒及 2 个横连,组成更稳定的“双 INFIX”^[14]。以上几种改良,使得 INFIX 的稳定性得到了进一步增强。

2 解剖及安全性

骨盆周围血管丰富,软组织剥离和骨折端暴露过程中常导致术中出血过多,INFIX 属于间接复位,术中不暴露骨折端从而避免进一步破坏骨折部位的血供,符合生物学区内固定(biological osteosynthesis, BO)理念^[15]。其置钉点在髂前下棘,属于髂臼上区,该区域骨质密度高且宽厚,谭山^[16]使用 Mimics 软件分析了 50 例患者的骨盆数字模型,认为髂前下棘的外下方为最佳置钉点,螺钉拧入时指向髂后上棘(向

后、向外倾斜约 30°),男性螺钉直径应在 11 mm 以内,女性在 9 mm 以内。有尸体研究显示 INFIX 与腹股沟韧带、圆韧带/精索、股神经、股动静脉均处于一个比较安全的距离(30~50 mm),与 LFCN 的平均距离仅 2.15 mm,存在较高的损伤风险^[17]。另一项尸体研究表明 INFIX 螺钉外侧的连接杆到骨的距离为 2 cm 时,既能保证仰卧位时大多数解剖结构的安全,又能使坐位时 LFCN、股神经前皮支、缝匠肌及股直肌等受到的压迫最小^[18]。超声和 CT 检查显示 INFIX 术后在屈髋 0°、30°、90°时均无新的血管损伤或股动脉损伤,螺钉和连接杆与膀胱、股动静脉均保持安全距离^[8]。可见从解剖上来说,LFCN 是比较容易受损的,暴露时要注意保护,同时连接杆与骨面的距离受到螺钉的影响,故钉尾要与骨面保持安全距离以免对下方组织形成压迫。

3 生物力学优势

尸体研究显示 INFIX 比外固定架的刚度高出近 65%,表明其强度高、抗变形能力好^[19]。并且 INFIX 的连接杆到骨的距离比外固定架更短近,力臂更短,故同样的置钉深度,INFIX 稳定性更好^[16]。BECKER 等^[11]的试验表明附加耻骨结节螺钉的单侧 INFIX,生物力学稳定性显著优于标准 INFIX,并能够有效固定骨折块、降低神经损伤的风险。PAN 等^[10]通过有限元分析来比较增加耻骨结节螺钉的 INFIX 与标准 INFIX 在不同姿势下的稳定性,前者表现出更高的强度、更好的稳定性及更低的固定失效率。对于短杆连接的双侧耻骨结节螺钉,有着相较于传统 INFIX 更短的力臂,其在用于固定单纯耻骨联合分离有着与短钢板相当的稳定性^[13]。LIU 等^[20]使用 INFIX 联合骶髂螺钉固定 Tile C3 型骨折的尸体标本,发现随着 INFIX 中椎弓根螺钉的数量增加,其生物力学稳定性越强,且 4 钉 INFIX 与多孔钢板固定的稳定性并无明显差异。甚至有学者在髌臼 T 型骨折的模型试验中发现 INFIX 联合后柱螺钉的稳定性等同于前柱螺钉加后柱螺钉,且可用于前柱的复位^[21]。笔者认为,INFIX 这种钉棒结构固定强度足够,螺钉数量的增加或是连接杆的缩短带来的稳定性增强亦是必然的。

4 适应证的发展

4.1 前环固定

INFIX 在初期被用于代替外固定架,尤其是肥胖患者因腹部脂肪过多使连接杆距离骨面过远而无法提供足够的固定强度。随后包括耻骨支骨折、耻骨联合分离等在内的前环损伤成为其主要适应证^[4,13],并且尤适用于以下情况:(1)软组织条件差或合并泌尿系统损伤,切开内固定极易发生感染^[12]。(2)合并

腹部损伤需同时行开腹手术, INFIX 的切口在髂前下棘与之并不冲突^[1]。(3)育龄期女性的耻骨联合分离, 相较于联合钢板固定 INFIX 可在 3~5 个月后去除, 不影响正常分娩^[7]。

4.2 前后环联合固定

目前, 越来越多的学者将 INFIX 与骶髂螺钉、髂骨钉棒、髂腰固定等后环固定技术联合来治疗前后环均受损的骨盆骨折^[5,12,22], 且有学者认为 INFIX 联合骶髂螺钉是目前前后环微创固定的首选^[1]。此外, 在合并有髌臼骨折、双骶髂关节完全断裂等复杂骨折中也能看到 INFIX 的使用^[23-24]。甚至国外学者报道了 1 例 AO B2 型前后环损伤, 仅使用了“双 INFIX”在前环固定, 而未处理后环损伤, 最终临床效果满意。可见, INFIX 的应用范围广, 灵活性高, 手术条件并不苛刻, 不仅可以单独用于前环损伤, 对于前后环损伤也可联合使用, 甚至单独用于后环部分不稳定的 B 型骨折。

4.3 超适应证

另外, 一些学者在临床中将 INFIX“超适应证”使用, FLEIFEL 等^[25]报道了 1 例妊娠期出现病理性耻骨联合分离的孕妇, 使用 INFIX 固定后疼痛症状明显改善, 分娩后去除 INFIX, 耻骨联合恢复了正常解剖同时没有任何的后遗症。FAHMY 等^[26]报道了 2 例儿童 Tile C1 型骨折, 经皮微创使用 INFIX 联合骶髂螺钉治疗, 术后 7~8 周愈合且随访结果满意。BAGGA 等^[27]报道了 3 例有皮下连接杆禁忌证的患者(存在耻骨上区的皮肤感染或使用了耻骨上导尿管), 将 INFIX 外置作为“外固定架”治疗后均取得了满意的临床效果。以上均为病例报道, 未来尚需更多的临床验证。

5 新技术的应用

近年来, 手术机器人、术中导航等技术迅速发展, 国产天玑手术机器人的穿刺精度为 0.6~0.8 mm, 辅助进行 INFIX 固定时能够准确定位钉点和置钉方向, 安全性高且相比徒手置钉能够显著减少术中透视次数和手术时间^[22]。贺冬冬等^[28]在 O-arm 导航系统辅助下应用 INFIX 联合多种后路固定治疗不稳定骨盆骨折, 术中能够对复位效果进行预先评估, 节省时间的同时能够提高固定的准确性。国外研究者使用 CT 导航结合 C 形臂 X 线机辅助进行 INFIX 联合骶髂螺钉来治疗 C1.3 型骨折, 在不影响精度的情况下平衡了辐射剂量, 缩短手术时间的同时提高了安全性^[6]。手术机器人和术中导航优势明显, 但受限于设备昂贵目前尚无法普及。

对于移位明显的复杂骨盆环损伤常规操作很难进行闭合复位, 进行 INFIX 固定就显得难上加难, 骨

盆复位架的应用为此带来了诸多可能性。研究显示在 Starr 架的辅助下可降低复位及维持复位的难度, 提高复位效率及固定精度, 进而应用 INFIX 联合骶髂螺钉固定前后环复杂骨折^[29]。陈华等^[30]开展的国内多中心研究在骨盆解锁复位装置的辅助下, 使用 INFIX 联合通道螺钉实现了 OA 分型 B 型及 C 型骨折的闭合复位和微创固定, 极大地减轻了患者的痛苦并得到了国际赞誉^[31]。此外术前计算机虚拟技术的使用, 能够精确地还原复杂骨折的三维模型以进行模拟复位, 甚至对透视角度进行模拟, 降低复位难度和术中辐射量、缩短手术时间, 再结合复位架, 可进一步降低手术难度及门槛、提高手术效率增加手术安全性^[32]。

6 并发症及处理

6.1 LFCN 损伤

表现为大腿外侧麻木或感觉减退, 是最常见的并发症, 发生率在 28% 左右, 通常是可逆性的, 在半年后基本恢复^[33], 一些学者建议将髂前下棘切口向下移动 1 cm, 螺钉与骨面的距离保持在 20~25 mm 之间, 同时连接杆到耻骨联合的距离在 40 mm 以内, 可有效减少此类损伤^[34-35]。LFCN 在解剖上容易受损, 故精确选择切口位置, 遵循一定原则调整内固定的位置及深度是避免 LFCN 损伤的关键。

6.2 股神经麻痹

发生率只有约 1%, 一旦出现将是致命的, 主要表现为大腿前方的麻木、股四头肌无力及行走困难等^[36]。这是由于螺钉与骨面的距离过近而使连接杆对下方结构造成压迫, 故早期的检查和及时调整或去除 INFIX 是关键。

6.3 异位骨化

发生率在 20% 左右, 多无不适表现且无须治疗, 如果有过多的形成可在后续手术时去除, 年龄较大和损伤严重程度评分较高是其危险因素^[37]。

6.4 感染

相比于外固定架的高感染率, INFIX 的感染率只有 3%, 提早诊断并应用抗生素通常可以得到控制, 严重者需要及时清创甚至去除 INFIX, 建议尽可能的保留 INFIX 到 4 周后再去除, 因为此时骨折已部分愈合不易发生复位丢失^[38]。

6.5 髂外动脉闭塞和皮肤裂开

这两种并发症只在少数病例报道中出现过^[8,39], 前者与钛棒放置过深或是未充分塑形有关, 后者在极度消瘦的患者中出现, 可能是皮下软组织容积少难以覆盖 INFIX 造成的, 故研究者建议此类患者选择其他固定方式。

此外, 研究显示, 耻骨结节螺钉并没有造成额外

的并发症^[13]。可见改良 INFIX 的并发症与传统 INFIX 基本无异。

7 临床效果

有研究显示,INFIX 去除后平均旋转移位为 2.91 mm 相较于术后即刻的 2.83 mm 差异无统计学意义,可见 INFIX 固定牢固,能够有效维持复位^[8]。叶龙飞等^[12]研究表明单侧 INFIX 相较于标准 INFIX 有着更短的愈合时间及更高的复位质量。AGGARWAL 等^[9]的荟萃分析显示,相比于钢板内固定,INFIX 显著缩短了手术时间(52 min),明显减少了术中出血量(65 ml),总的并发症发生率和功能结局评分并无显著差异。使用 Matta 评分来判断骨折的影像学复位情况,其优良率在 90%左右,骨折愈合平均时间为 4.1 个月,术后功能结果评估通常采用 Majeed 评分,82.8%的患者评分为优秀或良好,平均 86.48 分(优)。STEER 等^[40]采用 Iowa 骨盆评分评价去除 INFIX 后的预后情况,平均 79.7 分,优良率为 80%。因此,从临床效果上看,INFIX 操作简便快速,并且复位质量足够,预后满意。

8 总结与展望

INFIX 兼具外固定架与钢板内固定的优势同时避免二者的一些缺点,具有微创、生物力学稳定、并发症少、方便护理等优点,其临床疗效确切并且应用灵活,既可单独用于前环损伤,又能够联合多种后路固定技术来治疗前后环损伤甚至更复杂的骨盆骨折,但其术后并发症不容忽略,术中操作需要谨慎,选择合适的内固定型号及螺钉深度,避免医源性损伤及压迫的形成。未来随着机器人、O-arm 导航系统、复位架及计算机虚拟技术的普及,该技术将有着更为广阔的发展空间。总之,该技术疗效确切并迎合当今骨盆微创固定的趋势,值得广大骨科医师学习。

参考文献

- [1] WU S, CHEN J L, YANG Y, et al. Minimally invasive internal fixation for unstable pelvic ring fractures: a retrospective study of 27 cases[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 350.
- [2] HIYAMA A, UKAI T, OGASAWARA S, et al. Minimally invasive 360° fusion using a combination of INFIX and minimally invasive spinopelvic fixation by intraoperative computed tomography navigation for unstable pelvic ring fracture: a technical note[J]. Orthop Surg, 2023, 15(5): 1405-1413.
- [3] 周东生. 严重血流动力学不稳定骨盆骨折早期急救的进展[J]. 中国骨伤, 2022, 35(4): 305-309. ZHOU D S. Progress in early emergency treatment of pelvic fractures with severe hemodynamic instability[J]. China J Orthop Traumatol, 2022, 35(4): 305-309. Chinese.
- [4] WU X T, LIU Z Q, FU W Q, et al. Minimally invasive treatment of unstable pelvic ring injuries with modified pedicle screw-rod fixator[J]. J Int Med Res, 2018, 46(1): 368-380.
- [5] WANG J D, CAO L, WU J H, et al. Clinical and radiological short-term outcomes of pubic symphysis diastasis treated with modified pedicle screw-rod fixation[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2020, 46(4): 865-871.
- [6] HIYAMA A, UKAI T, NOMURA S, et al. The combination of intraoperative CT navigation and C-arm fluoroscopy for INFIX and percutaneous TITS screw placement in the treatment of pelvic ring injury: technical note[J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 32.
- [7] ANSARI M, KAWEDIA A, CHAUDHARI H H, et al. Functional outcome of internal fixation (INFIX) in anterior pelvic ring fractures[J]. Cureus, 2023, 15(3): e36134.
- [8] SHARMA S, AGGARWAL S, PATEL S, et al. INFIX-safe and effective surgical option for complex fracture patterns of the anterior pelvic ring: a prospective single center study[J]. J Orthop, 2021, 23: 142-149.
- [9] PATEL S, AGGARWAL S, JINDAL K, et al. Outcomes and complications of the INFIX technique for unstable pelvic ring injuries with high-velocity trauma: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2022, 142(5): 787-803.
- [10] PAN Z H, CHEN F C, HUANG J M, et al. Modified pedicle screw-rod versus anterior subcutaneous internal pelvic fixation for unstable anterior pelvic ring fracture: a retrospective study and finite element analysis[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 467.
- [11] BECKER C A, KAMMERLANDER C, KUBMAUL A C, et al. Modified less invasive anterior subcutaneous fixator for unstable Tile-C pelvic ring fractures: a biomechanical study[J]. Biomed Eng Online, 2019, 18(1): 38.
- [12] 叶龙飞, 官建中, 王晓盼, 等. 改良内置外固定架联合骶髂螺钉治疗 Tile C1.3 型骨盆骨折[J]. 中国修复重建外科杂志, 2022, 36(12): 1447-1452. YE L F, GUAN J Z, WANG X P, et al. Modified internal fixator combined with sacroiliac screws in treatment of Tile C1.3 pelvic fracture[J]. Chin J Reparative Reconstr Surg, 2022, 36(12): 1447-1452. Chinese.
- [13] 吴晓天, 陈农, 潘福根, 等. 皮下钉棒系统改良置钉法治疗 Tile B 型骨盆骨折的临床观察[J]. 中国骨伤, 2017, 30(3): 208-212. WU X T, CHEN N, PAN F G, et al. Therapeutic observation of subcutaneous pedicle screw rod system with modified placement for Tile B pelvic fractures[J]. China J Orthop Traumatol, 2017, 30(3): 208-212. Chinese.
- [14] SASAGAWA T. Treatment of unstable pelvic ring injury with a dual internal anterior subcutaneous fixator using spinal instrumentation called "dual INFIX": a case report[J]. J Orthop Case Rep, 2021, 11(7): 33-36.
- [15] YIN Y C, LUO J H, ZHANG R P, et al. Anterior subcutaneous internal fixator (INFIX) versus plate fixation for pelvic anterior ring fracture[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 2578.
- [16] 谭山. 髋臼上螺钉通道的影像解剖学研究及其固定 C1 型骨盆骨折生物力学的有限元分析[D]. 重庆: 重庆医科大学, 2018. TAN S. An imaging anatomy study of safe fixation zone for supra-acetabular screw and its biomechanical stability of fixation of C1 pelvic fractures in finite element analysis[D]. Chongqing: Chongqing Medical University, 2018. Chinese.
- [17] REICHEL L M, MACCORMICK L M, DUGARTE A J, et al. Minimally invasive anterior pelvic internal fixation: an anatomic study

- comparing Pelvic Bridge to INFIX[J]. *Injury*, 2018, 49(2):309–314.
- [18] OSTERHOFF G, AICHNER E V, SCHERER J, et al. Anterior subcutaneous internal fixation of the pelvis-what rod-to-bone distance is anatomically optimal[J]. *Injury*, 2017, 48(10):2162–2168.
- [19] HACK J, KRANZ Y, KNAUF T, et al. Stability of internal versus external fixation in osteoporotic pelvic fractures-a biomechanical analysis[J]. *Injury*, 2020, 51(11):2460–2464.
- [20] LIU L, ZENG D G, FAN S C, et al. Biomechanical study of Tile C3 pelvic fracture fixation using an anterior internal system combined with sacroiliac screws[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1):225.
- [21] BECKER C A, KAMMERLANDER C, CAVALCANTI KUBMAUL A, et al. Minimally invasive screw fixation is as stable as anterior plating in acetabular T-Type fractures-a biomechanical study[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018, 104(7):1055–1061.
- [22] DU W, SUN T, DING Y, et al. Robot-assisted treatment of unstable pelvic fractures with a percutaneous iliac lumbar double rod fixation combined with a percutaneous pelvic anterior ring INFIX fixation[J]. *Int Orthop*, 2020, 44(6):1223–1232.
- [23] VAIDYA R, BLUE K, OLIPHANT B, et al. Combined pelvic ring disruption and acetabular fracture:outcomes using a sequential reduction protocol and an anterior subcutaneous pelvic fixator (INFIX)[J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33(Suppl 2):S66–S71.
- [24] STEELMAN K, RUSSELL R, VAIDYA R. Bilateral vertical shear sacroiliac joint dislocations treated with bilateral triangular osteosynthesis in a young female:a case report[J]. *Trauma Case Rep*, 2021, 33:100485.
- [25] FLEIFEL D, VAIDYA R, NASR K. Pathologic pubic symphysis diastasis in pregnant pelvic ring fracture treated with INFIX:a case report[J]. *JBJS Case Connect*, 2023, 13(2):e22.00790.
- [26] FAHMY M, ABDELMONEIM M A. Operative intervention of unstable paediatric pelvic fracture:radiological and functional assessment[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2022, 48(1):187–194.
- [27] BAGGA R, SHETTY A P, KANNA R M, et al. INFIX/EXFIX:innovation managing pelvic fractures in difficult scenarios[J]. *J Postgrad Med*, 2019, 65(3):177–180.
- [28] 贺冬冬, 邓朝阳, 贺晓宇, 等. 内置外固定架技术中辅助 O-arm 导航成像治疗不稳定骨盆骨折[J]. *中国骨伤*, 2022, 35(4):317–322.
- HE D D, DENG C Y, HE X Y, et al. Intraoperative assisted O-arm navigation imaging for unstable pelvic fractures in INFIX[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2022, 35(4):317–322. Chinese.
- [29] XIE Q S, ZHANG J, LU F, et al. Minimally invasive versus open Transforaminal lumbar Interbody fusion in obese patients:a meta-analysis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1):15.
- [30] 陈华, 张群, 郝明, 等. 骨盆解锁复位装置复位不稳定骨盆后环损伤多中心研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36(11):1327–1334.
- CHEN H, ZHANG Q, HAO M, et al. A multicenter retrospective study assessing pelvic unlocking closed reduction device for reducing unstable pelvic posterior ring disruption[J]. *Chin J Reparative Reconstr Surg*, 2022, 36(11):1327–1334. Chinese.
- [31] ANGLLEN J O. Pelvic reduction frame facilitating percutaneous fixation to pelvic fractures[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(5):1431–1433.
- [32] 黄晨, 郑伟, 任亚明, 等. 计算机虚拟技术联合骨盆复位架治疗骨盆 C 型骨折的疗效[J]. *中国骨伤*, 2022, 35(4):323–328.
- HUANG C, ZHENG W, REN Y M, et al. Effect of computer virtual technique combined with pelvic reduction frame in the treatment of type C pelvic fracture[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2022, 35(4):323–328. Chinese.
- [33] 邢海林, 兰树华, 黄淑明, 等. 不同微创内固定治疗骨盆前环骨折的疗效比较[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(11):1042–1047.
- XING H L, LAN S H, HUANG S M, et al. Comparison of different minimally invasive internal fixation in the treatment of pelvic anterior ring fracture[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2020, 33(11):1042–1047. Chinese.
- [34] LI X S, HUANG L B, KONG Y, et al. Modified percutaneous iliosacral screw and anterior internal fixator technique for treating unstable pelvic fractures:a retrospective study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1):1068.
- [35] SCHERER J, TIZIANI S, SPRENGEL K, et al. Subcutaneous internal anterior fixation of pelvis fractures-which configuration of the InFix is clinically optimal? –a retrospective study[J]. *Int Orthop*, 2019, 43(9):2161–2166.
- [36] VAIDYA R, WOODBURY D, NASR K. Anterior subcutaneous internal pelvic fixation/INFIX:a systemic review[J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(Suppl 6):S24–S30.
- [37] KUMBHARE C, MEENA S, KAMBOJ K, et al. Use of INFIX for managing unstable anterior pelvic ring injuries:a systematic review[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2020, 11(6):970–975.
- [38] VAIDYA R, AMAR K, WOODBURY D, et al. Infection after the use of INFIX in Pelvic Ring Injuries[J]. *SICOT J*, 2021, 7:46.
- [39] SMITH A, MALEK I A, LEWIS J, et al. Vascular occlusion following application of subcutaneous anterior pelvic fixation (INFIX) technique[J]. *J Orthop Surg*, 2017, 25(1):2309499016684994.
- [40] STEER R, BALENDRA G, MATTHEWS J, et al. The use of anterior subcutaneous internal fixation (INFIX) for treatment of pelvic ring injuries in major trauma patients, complications and outcomes [J]. *SICOT J*, 2019, 5:22.

(收稿日期:2023-12-17 本文编辑:王玉蔓)