

老年骨盆脆性骨折的治疗进展

曾凯 樊仕才

【摘要】 老年骨盆脆性骨折(FFP)是骨质疏松背景下由低能量损伤引发的特殊骨折类型,与高能量创伤所致骨盆骨折在病理机制、临床表现、影像学特征及治疗策略上存在显著差异。这类骨折因其隐匿性及易被忽视的特点,常导致迁延疼痛、功能障碍及生活质量下降,给老龄化社会带来沉重负担。随着我国逐渐进入人口老龄化社会,FFP逐渐成为多个学科交叉领域的核心,本文聚焦FFP的分型、诊断难点及策略、治疗进展等方面,旨在综述其诊疗现状与挑战。

【关键词】 骨盆脆性骨折; 老年人; 骨质疏松; 微创; 机器人

Advancements in the management of fragility fractures of the pelvis in older adults Zeng Kai, Fan Shicai. *The Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guang Zhou 510000, China*
Corresponding author: Fan Shicai, Email: 553924952@qq.com

【Abstract】 Fragility fractures of the pelvis (FFP) represent a distinct category of pelvic fractures occurring in the context of osteoporosis and resulting from low-energy trauma. They exhibit significant differences from high-energy traumatic pelvic fractures in terms of pathological mechanisms, clinical presentation, radiographic characteristics, and treatment strategies. Due to their often insidious nature and tendency to be overlooked, FFPs frequently lead to persistent pain, functional impairment, and reduced quality of life. This imposes a substantial burden on aging societies. As China progressively enters an era of population aging, FFPs have increasingly become a central topic within the multidisciplinary domain. This article focuses on the classification of FFPs, diagnostic challenges and strategies, and therapeutic advancements, among other aspects, aiming to review the current status and ongoing challenges in their diagnosis and management.

【key words】 Fragility fractures of the pelvis; Older adults; Osteoporosis; Minimally invasive; Robot-assisted

骨盆脆性骨折(fragility fractures of the pelvis, FFP)与高能量损伤导致的骨盆骨折具有不同的特征,FFP本质是骨质疏松性骨折,其病理基础是骨密度显著下降、骨微结构破坏,导致骨强度不足以承受日常低能量应力。与高能量骨盆骨折由强大外力致骨韧带复合体严重破坏不同,FFP多由站位跌倒等低能量损伤引发,以骨结构破坏为主,韧带损伤通常更为轻微^[1-2]。有研究显示^[3-4],随着人口老龄化的加剧,骨盆脆性骨折的发生率显著上升,并且预计治疗成本将进一步提高,总体人群发生骨盆骨折的风险随着年龄的增长而增加,80岁以上的骨盆骨折患者的死亡率和并发症发生率远高于80岁以下的患者^[5],与成年人群相比,老年人的死亡风险增加2.35倍,严重并发症风险增加2.19倍。在保持其他变量不变的情况下,高龄老人的死亡率比成年人则高出3.60倍,并发症高出2.87倍。此外,FFP患者由于骨盆稳定性破坏及疼痛,容易出现行走困难、站立不能等日常生活活动受限,严重

影响日常生活^[6]。而由于部分老年患者存在多病共存及多药治疗的情况,这无疑意味着加大了治疗FFP的难度,例如,拥有高血压的老年患者由于服用 β 受体阻滞剂调节心率而掩盖了部分低血容量休克的表现,除此之外其对于组织低灌注也更加敏感。

而人们常常低估了脆性骨折损伤危害的严重性^[7]。在我国,使用抗骨质疏松症药物(anti-osteoporosis medication, AOM)治疗脆性骨折的理念仍需得到加强。一项评估北京地区老年髌部脆性骨折患者术后AOM治疗现状的横断面研究结果发现,北京地区老年髌部脆性骨折患者的AOM治疗率偏低:1年内33.0%的患者接受过AOM治疗,在入院后30、120、365 d,患者的AOM治疗率分别为23.0%、17.9%、21.0%,此外,我国目前AOM治疗率也与年龄、性别、居住环境等因素有关^[8]因此,提升骨质疏松防治意识、加强防跌倒干预及推广健康生活方式,是降低FFP发病率的关键公共卫生策略。

本文以“Fragility Fractures of the Pelvis”;“older adults”;“Osteoporosis”;“Minimally invasive”;“Robot-assisted”作为英文关键词,在PubMed、SpringerLink、Embase数据库进行英文检索;以“骨盆脆性骨折”、“老年人”、“骨质疏松”、“微

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2025.06.008

基金项目:广州地区临床高新和重大技术项目(2024PL-GX11)

作者单位:510000 广州,南方医科大学第三附属医院

通信作者:樊仕才,Email:553924952@qq.com

创”、“机器人”作为中文关键词,在中国知网、万方数据知识服务平台、维普网、中华医学期刊等科技数据库进行中文检索。选取时间为2000年1月至2025年6月的临床研究。

文献的纳入标准:①FFP损伤机制研究;②FFP流行病学研究;③FFP临床诊断及治疗、并发症相关研究。排除标准:①重复研究文献;②无法获得全文的文献;③研究质量较低、证据等级不高的文献。根据检索条件共检索到429篇文献,根据纳入及排除标准,排除289篇文献,最终纳入140篇中英文文献进行重点阅读综述。

一、FFP常用分型诊断

鉴于FFP源自骨质疏松、损伤机制隐匿、影像学表现不典型且以骨性结构破坏为主,Young-Burgess、AO-OTA、Tile等依赖暴力机制和韧带稳定性来评估的传统骨盆骨折分型,均很难完全反映老年FFP的形态及临床特点^[9]。所以,根据老年FFP的临床及形态特点,Rommens等^[10]提出了一种基于X线片和CT的老年骨盆脆性骨折FFP分型,FFP分类对于代表老年和体弱患者骨盆骨折更有代表意义^[11]。该系统基于形态学标准和不稳定程度,将骨盆脆性骨折分为4个类型以及11个亚型,此分型的核心在于评估后环损伤程度及骨盆整体稳定性,直接指导治疗决策:

二、FFP的诊断方式

FFP患者常无特异临床表现,多表现为臀部、腰骶、腹股沟或耻骨区固定性疼痛及下肢活动障碍,伴低能量创伤史。此外,长期激素应用或盆腔放疗史是加重骨质疏松、增加FFP风险的重要因素。

由于老年患者自身情况的复杂性,广泛迅速而可靠的影像学诊断对于快速充分且准确的治疗至关重要,这需要放射科医生和创伤骨科医生间的良好配合^[7]。作为FFP功能性治疗策略的一部分,在清醒状态下的力控骨盆应力位X线片也有助于评估患者入院时进行手术的必要性^[12]。

与高能量骨折显著移位不同,FFP因骨质疏松、微小移位及隐匿性,X线(尤其是早期)检出率低、征象常延迟出现,易漏诊。因此面对FFP患者,仅通过X射线常常难以诊断,需要利用CT或MRI进行全面的检查^[13]。有研究表明^[14-15],全面进行CT平扫是诊断FFP的金标准,由于MRI诊断骶髂关节韧带损伤对隐匿性骨盆不稳的检测准确率达77%,因此在CT检查阴性而持续疼痛的情况下,可行MRI成像,通常可以发现隐匿性骨盆骨折。而有些学者认为,在FFP的诊断中,快速诊断和治疗这些骨折很重要,但X线和CT检测FFP的敏感性较低。Cabarrus等^[16]研究显示,在64例同时接受MR和CT检查的病例中,共确认有129处骨折(平均每例2.02处;范围:1-6处)。MRI检出128处骨折(检出率99.2%),正确识别出63例骨折患者(敏感度98%)。CT检出89处骨折(检出率69%),仅识别出34例骨折患者(敏感度53%)。仅1例(2%)患者CT检出骨折而MRI未检出;33例(52%)患者两种检查均检出骨折;30例(47%)患者MRI检出骨折而CT未检出。因此尽管费用很高,在诊断骨盆不全骨折方面MRI明显优于CT,当X线片提示阴性,而患者有临床症状的情况下提示骨折时,MRI才是显示骨盆不全性骨折和

相关软组织异常的最佳成像技术。老年骨盆脆性骨折的影像学诊断可遵循“阶梯式”策略:首选骨盆正位、入口位及出口位X线筛查。CT为确诊及分型的核心工具,若X线阴性但临床高度怀疑骨折,或需明确复杂骨折细节,可立即行CT扫描。而X线及CT均阴性但症状持续者,可考虑使用MRI以排除隐匿性骨折。

三、FFP的治疗方式的选择

FFP治疗决策与高能量骨盆骨折存在本质区别:首先是目标差异,FFP首要目标是有效缓解疼痛、实现早期无痛活动及功能恢复,解剖复位和完美对称性为非必需;高能量骨盆骨折则强调通过解剖复位、牢固固定以恢复骨盆环完整性和承重功能。其次,两者面临的挑战不同:FFP面临高龄、多合并症、严重骨质疏松带来的麻醉风险高、内固定把持力差、失败风险大等挑战;高能量骨盆骨折主要挑战在于创伤复苏、控制出血、处理合并伤及复杂骨折固定。此外,在治疗方式上FFP更倾向于微创技术以最小化手术创伤;高能量骨折常需开放手术处理复杂骨折和韧带损伤。最后保守治疗的对象同样存在差异,FFPI型及部分II型可首选保守治疗;高能量骨折保守治疗仅适用于极少数稳定无移位骨折。

然而,FFP治疗方式的选择一直存在争议,传统观念认为,考虑到麻醉和手术的风险,且因为骨质疏松,所以复位和固定比较困难,内固定失败风险高。此外,患者对自己实际情况的主观估计及其亲属的意见同样会影响手术方式的选择。尽管医生对其可能有接受手术治疗的建议,但由于对手术治疗的焦虑、对保守治疗更具益处的信念以及身心上的虚弱都可能促使他们接受保守治疗^[17]。因此对老年FFP的处理手段以往更偏向于保守治疗。例如孤立的耻骨支骨折往往是比较稳定的骨盆骨折,通常可以进行保守治疗,但是需注意排除骨盆后方隐匿性骨折^[18]。不过FFP的保守治疗虽可避免手术风险,但因其忽视患者生理特点及骨折生物力学特征,所以可能会引发一系列如骨折愈合不良或畸形愈合等不良预后,低能量创伤导致耻骨支骨折的患者接受保守治疗后,随着活动增加,骨盆前方或后方均可出现新的骨折,进行性发展成不稳定骨折^[9]。同时长期卧床也会带来肺炎和尿路感染等风险。因此,手术治疗仍然是治疗FFP的重要手段。尽管Hotta等^[19]认为几乎所有FFP分型骨盆骨折都可以考虑进行保守治疗,但在FFP的治疗决策中,当保守治疗后出现骨折愈合延迟或功能恢复不佳时,可考虑由保守治疗转为手术治疗^[20],此外,长期卧床明显增加肺炎、尿路感染、深静脉血栓形成及压疮等风险。因此,在全面评估患者个体状况并充分沟通风险获益的基础上,手术治疗,尤其微创技术,对于不稳定FFP或保守治疗失败的患者来说仍然是恢复骨盆稳定性、缓解疼痛、实现早期活动并最终改善预后的重要且必要的手段。

手术治疗可能会比保守治疗更能让患者受益。有最新研究报道,在患者接受治疗后的生活质量和活动能力相当的情况下,虽然接受手术治疗的FFP患者住院期限(length of stay, LOS)更长和住院并发症发生率较高,但死亡率却比接受保守治疗的患者更低^[17];在李涛等^[21]的一项回顾性研究中,

对30例采用经腹直肌外侧入路骨盆重建钢板和通道螺钉固定治疗的FFP患者资料进行分析。患者的平均手术时间为73.5 min;术中平均出血量为586.7 ml;平均手术切口长度为7.8 cm。无内固定进入髋关节及骶管,按照Matta的X线复位评估标准,优良率为80%(24/30)。所有患者均平均随访12.6个月。末次随访时,Majeed评分(86.1±6.11)分,优良率为93.3%(28/30)。骨折愈合后13例患者因高龄体力稍差、防止再摔倒等原因在手杖辅助下行走,其余患者均可完全负重行走,仍有2例患者术中复位不佳。传统开放手术治疗FFP患者总体安全有效。然而,该技术伴随较高的术中出血量和相对较大的手术切口,由于FFP患者多为老年人,常常合并多种基础疾病,因此对手术造成的负担不容忽视。这更凸显了对更低创伤、更精准固定技术的需求,因此微创手术治疗FFP尤为必要。

Yang等^[22]分析了共135例接受保守或手术治疗的FFP患者,手术组平均卧床时间、临床骨折愈合时间及疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评分均低于保守组,早期正确的固定骨折和减少卧床时间有利于骨折后的生活质量,微创手术治疗FFP具有更好的疗效。老年FFP患者住院并发症发生率高,且与住院病人的LOS延长有关。对存在合并症的老年FFP患者进行手术治疗时,采用经皮手术而非切开复位内固定可显著降低并发症发生率和死亡率^[23]。同样,Rommens等^[1]认为FFP患者接受开放手术后出现手术相关并发症更多且手术翻修率更高,比接受经皮手术的患者更容易遭受到复杂的、非致命的术后状况。周述清等^[24]在一项回顾性研究中比较了经皮钉棒系统联合骶髂螺钉内固定与非手术治疗II~IV型FFP的疗效:对于II~IV型FFP患者,经皮钉棒联合骶髂螺钉固定较非手术治疗显著缩短下床时间(11.4±2.8 d vs 67.4±4.4 d, $P<0.01$),降低早期疼痛VAS评分(术后3月:1.8±0.5 vs 2.9±0.7)并改善功能(术后6月Majeed评分:86.5±1.8 vs 79.6±2.8, P 均 <0.01)。同时手术组卧床相关并发症率(24.2% vs 51.2%)及1年死亡率(3.0% vs 19.5%)显著降低($P<0.05$)。王涛^[25]基于FFP分型对32例FFP患者行骨盆前环不稳的内固定架(internal fixator, INFIX)加后环骶髂螺钉或骶窝入路切开复位内固定术,患者平均年龄(76.9±5.5)岁,平均出血量(65.9±35.2)ml;术前视觉模拟评分法(VAS)评分平均(6.41±1.07)分;术后VAS评分1~4分,平均(1.71±0.63)分。56.3%(18/32)患者术后4周下地活动,31.3%(10/32)患者术后6周下地活动,12.5%(4/32)患者术后8周下地活动。这些结果都证实微创手术可促进早期活动、改善疗效并减少并发症。

骨盆骨折,由于合并症和骨质量差,给高龄个体带来了重大问题。个体化的跨学科治疗方法对患有复杂骨折且有严重合并症的老年人很有必要^[26],未来研究应继续探索更好的手术技术和术后护理方案,才能用以改善这些颇具难度的患者群体的预后。

目前手术治疗FFP患者的方式主要有:切开复位内固定、螺钉固定、骨盆前环内支架等。传统开放手术对患者造成的创伤较大且术后感染率更高,微创手术具有出血少、手

术时间短、感染率低、康复快等优势,已成为FFP手术治疗的首选,尤其适用于高龄体弱患者。机器人导航技术更是显著提高了螺钉置入的精准度与效率,降低误置率和辐射暴露。一项针对24例接受机器人辅助FFP手术的回溯性研究显示:按Matta标准评估复位质量优良率达92%,根据Gras分类机器人置入的59枚螺钉位置优良率为100%。术后Majeed功能评估优良率100%,骨折平均愈合时间(3.5±0.7)个月,机器人辅助FFP手术可实现精准复位与固定,促进功能恢复^[27]。老年FFP患者普遍存在的严重骨量丢失、合并症多的情况,这无疑增加了徒手置钉的难度与风险,而传统微创手术依赖反复透视调整易导致辐射暴露增加及手术时间延长,骨科手术机器人通过精准定位、精确导航,大为减少了手术操作时间、透视时间以及相关并发症的发生率。在微创已成为FFP手术主流选择的背景下,面对高龄、骨质疏松等复杂病例,机器人辅助技术是一种可靠的、高效的以及大幅改善患者预后的进一步的选择。

(一)FFP I型

FFP I型骨折仅限于前环,稳定性较高,因此Rommens等^[10]建议以保守治疗为主,如短期卧床休息及止痛,早期渐进性负重活动。在补充钙剂、维生素D等基础治疗措施的同时,选用如双膦酸盐、特立帕肽(teriparatide, TPTD)、阿巴洛肽及地舒单抗等药物^[6,28]强化抗骨质疏松治疗。在Na等^[13]的研究中,甲状旁腺激素(Parathyroid hormone, PTH)治疗组平均骨愈合时间为21.6周(18~7周),保守治疗组平均骨愈合时间为30.0周(22~34周)。PTH组平均骨折愈合时间明显短于保守治疗组($P<0.05$),因此PTH治疗同样可能是一种良好的治疗选择。此外,与特立帕肽治疗相比,接受罗莫索珠单抗治疗的患者具有更高的依从性,且可以得到更快的恢复以及更高的骨密度增长量^[29]。

(二)FFP II型

传统切开复位手术存在创伤大、术中出血量多,术后出现感染、低蛋白血症等并发症风险高,且由于老年患者耐受能力差、基础疾病多等问题,既往对于FFP II型常采取保守治疗。事实上FFP II型的骨折也可采用微创手术治疗^[30]。在保守治疗期间出现疼痛无缓解、功能恢复停滞或骨折进展,是转为微创手术的指征。多数学者认为,微创手术治疗更具优势。尽管保守和微创治疗都能取得相似的临床疗效,而微创手术能给患者带来更高的术后生活质量,相较于保守治疗,接受微创手术治疗的患者健康调查简表(The medical outcomes study 36-item short form health survey, SF-36)各领域得分及世界卫生组织生存质量测定量表简表(World Health Organization Quality of Life Brief Version questionnaires, WHOQOL - BREF)的领域得分显著高于接受保守治疗的患者^[31]。微创手术方式采取后环骶髂螺钉原位固定,伴有耻骨支骨折时前环不稳的骨折,采用INFIX固定是一种有效的固定方式^[25]。一项有限元分析的研究表明,对于FFP II c型骨折双侧骶髂螺钉(bilateral iliosacral screw, BSIs)或经骶骨螺钉(transsacral screw, TSI)比单侧螺钉(unilateral screw, USI)更具生物力学优势,其降低了骶骨健侧邻近骨折

和骨折进展的风险,可能会使老年患者人群获得更好的预后及更早恢复^[23]。由于患者骨盆环的不稳定性,Lodde等^[23]采用影像导航联合术中CT引导的微创骶髂螺钉固定术,患者术后1天可拄拐活动,6个月后恢复无辅助行走,影像学证实内固定稳定。Link等^[24]对141例老年FFP患者,行机器人导航辅助骶髂螺钉固定,单钉置入中位时间26分钟,随访22周显示螺钉误置率仅1.3%,证实该技术可显著提升手术效率与精准度。姚林林等^[27]对20例接受机器人辅助手术治疗的FFP II型骨折患者术前及术后72 h进行VAS评估并记录患者手术前后因疼痛导致的功能受限情况:20例FFP II型骨盆骨折术前VAS评分为(6.3±2.0)分,术后72 h显著降至(4.1±1.4)分,14例患者在术后因疼痛所致的起坐、翻身等日常生活活动受限得到不同程度解除。骨科手术机器人辅助手术治疗FFP II型骨折患者极大地减少了患者疼痛以及相关并发症。这些早期疗效数据表明,机器人辅助微创手术能有效快速缓解FFP II型骨折患者的疼痛并改善其功能状态。相较于传统开放手术,骨科手术机器人辅助技术通过精准的经皮操作,极大地减少了手术创伤本身带来的疼痛以及相关并发症风险。更重要的是,与保守治疗相比,该技术通过提供即刻的机械稳定,使患者能够早期活动,从而避免了长期卧床所致的并发症例如肺炎、深静脉血栓、压疮等,显著优化了患者的康复路径。因此,骨科手术机器人辅助治疗FFP II型骨盆骨折不仅能充分避免切开复位带来的并发症,且相较于保守治疗更有助于患者快速恢复及避免长期卧床所致并发症的出现。

(二)FFP III型

FFP III型骨折为移位型单侧后方损伤合并前环断裂的骨折,是高度不稳定的骨折。臀肌脂肪萎缩(gluteal muscle fatty atrophy, gMFA)可能会对骨盆稳定性有损害,并对再活动产生负面影响,是III型FFP患者手术治疗的独立影响因素^[35],进一步评估gMFA对于选择FFP III型骨折的治疗方式具有一定的参考价值。与其他分型的骨折相比,保守治疗下的FFP III型骨折患者生存率较低^[36],一般需要手术治疗,术中通常用髂骨钢板螺钉内固定^[1]。Nakayama等^[37]采取切开复位螺钉固定治疗Rommens III a型FFP老年患者,最后并取得良好的疗效,手术时间2 h33 min,术中出血量99 ml,术后患者可立即完全负重。而Yanagisawa等^[38]则采取的是俯卧位下牵引床患侧肢体牵引后经皮螺钉固定,患者术后6月即可无辅助行走,改良Majeed评分为94,因此认为牵引床患侧肢体牵引可能对FFP III a型闭合复位有效。髂骨髓内固定术(ilial intramedullary stabilization, ILIS)比经皮技术侵入性大,但也更具有稳定性,术后允许患者第一天开始充分负重,有助于患者恢复伤前步行能力^[39]。使用交指螺钉固定治疗FFP III a型骨折也是一种安全可靠的方式,Nakayama等^[40]对14例因低能量创伤导致FFP III a型的老年患者采用交指螺钉内固定治疗,平均手术室总时间为86.7 min,术中出血量极少。与术前相比,术后第2天疼痛程度的中位数下降了4.5。围手术期无并发症发生。末次随访时,所有骨折均获愈合,无内固定松动、断裂、螺钉脱出或内固定物失效等情况。然而,目前该技术仍需相关生物力学分析和临床研究其优越性。面对一位90岁

高龄FFP III a型骨折的患者,Liu等^[41]选择在局部麻醉下使用机器人辅助微创治疗此患者,微创治疗可以更快恢复和下地活动,减少了手术时间及透视时长,同时通过机器人辅助术前规划和术中导航,为局部麻醉下进行手术奠定了基础,从而减轻了全身麻醉相关并发症如术后意识模糊或低通气的风险。Deng等^[42]提出了采用改良LC-II螺钉内固定治疗FFP III a型和FFP III b型骨折,临床结果显示,改良LC-II螺钉固定组15例,手术时间25~70(39.7±11.9)min,出血量20~40(30.9±7)ml。LC-II螺钉固定组12例,手术时间26~70(45.0±13.0)min,出血量20~39(29.2±7)ml。重建钢板固定组14例,手术时间50~150(88.6±28.5)min,出血量220~726(448.4±153.3)ml。改良LC-II螺钉固定组或LC-II螺钉固定组手术时间及出血量均显著少于切开复位组,采用改良LC-II螺钉内固定治疗FFP患者具有良好的疗效。高龄FFP III型患者严重骨量丢失显著增加置钉难度与风险,传统术式需反复透视调整导针,导致辐射暴露及手术时间延长。智能可视化系统通过精准导航解决骨量不足导致的定位难题,通过精准规划导针,术者可据此置入不同类型的螺钉如骶髂螺钉、改良LC-II螺钉等提升通道螺钉置入效率,缩短手术及麻醉时间,从而优化手术安全性^[43]。

(四)FFP IV型

FFP IV型骨折为脊柱骨盆分离伴双侧骶骨骨折移位骨折,是最不稳定的骨折类型,通常认为需要手术治疗,治疗目的为早期无痛活动以及恢复患者先前的自理能力。微创技术具有创伤小、出血少等优势,是重要发展方向。对于轻度移位的FFP IV型骨盆骨折,三角形微创脊骨盆固定术(triangular minimally invasive spinopelvic stabilization, TMSS)具有良好的疗效,一项回顾性研究显示TMSS治疗此种类型骨折的平均手术时间为67 min,失血量为70 ml,术后软组织感染率为8.6%;于此同时,骨盆骨折的开放手术却为时间>2 h,术中失血量>1 500 ml,术后感染率为5%~30%^[44]。Gewiess等^[45]对1位U型脊柱-骨盆分离患者采用经骶骨S1螺钉固定术,术中经骶骨侧块穿刺置入聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate, PMMA)骨水泥强化固定,患者主观疼痛程度在视觉模拟评分(0~10/10VAS)上从术后即刻的9/10改善到2/10。术后第1天,患者即可扶拐下床活动;步行距离在第3天提高到50 m,手术治疗取得了良好的疗效。与此同时,Schmerwitz等^[46]对53位FFP患者(平均年龄79.1岁)采取了微创后路锁定加压钢板治疗(minimally invasive posterior locked compression plate, MIPLCP),手术时间52.3 min(SD 13.9),术中X线透视时间9.42 s(SD9.6),平均剂量长度乘积70.1 mGycm(SD57.9),平均住院时间21.2 d(SD7.7),13%的(n=7)患者出现手术相关并发症,17%(n=9)出现术后并发症。虽然MIPLCP与髂骶螺钉固定并发症的发生率相同,但MIPLCP有效缩短了辐射时间,是一种简单、安全、快速和可靠的手术方案。

以往认为FFP IV b型骨折通常需要进行脊柱骨盆固定(spinoelvic fixation, SPF)治疗,Gamada等^[47]在一项回顾性研究中,纳入了6例FFP IV b型仅使用S1椎弓根螺钉和髂骨

螺钉的骶髂关节固定(sacroiliac rod fixation, SIRF)且术后可随访 ≥ 1 年的患者,这些患者手术时间平均135 min(范围98~200 min),术中出血量平均103 g(范围80~130 g),所有患者均获得骨性愈合,平均愈合时间4.3个月且无因螺钉松动需再次手术者。这些结果表明:与SPF相比,SIRF是一种更加微创的手术,除此之外,SIRF最大限度地降低了植入失败的风险。然而因为涉及骶髂关节的固定,存在S1椎弓根螺钉或髂骨螺钉松动的可能,后续仍需更多长期随访的病例确认疗效。但是Hoppler等^[48]的研究表明并非所有的FFP IV b型骨折都适合使用经髂骨螺钉固定,为避免螺钉松动,应为此类患者考虑采用其他固定方式。对于此类结构复杂的骨折,更加精确术前规划显得尤为重要,未来仍需更多临床研究以确定最合适的治疗方案。

一些学者推荐使用经皮三角固定术来治疗FFP IV型骨盆骨折。一项回顾性研究分析了20例因骨盆脆性骨折而接受经皮三角固定术的患者的放射学参数以及围手术期和术后并发症,其中有13例患者(65%)接受了术后盆腔CT扫描,共有5例患者(38%)接受了手术翻修。接受检查的患者中有84.6%骶骨中未可见骨折线,并且在所有骨折中都观察到骨盆前环的骨实变。有62%的患者检测到松动的放射学体征,仅3例患者(23%)进行了翻修,这些研究结果表明,尽管会出现少数因种植体松动而需要手术翻修的情况,但经皮三角固定术仍能实现骨盆脆性骨折的愈合,值得进一步的研究^[49]。Tian, W等^[50]在术中出血量、手术时间、Majeed评分以及良好的骨折愈合率都相同的情况下,两组术中平均透视时间分别为:机器人辅助三角固定(Robotic-assisted minimally invasive triangular fixation, RoboTFX)组(23.3 \pm 4.5)(15~35)s,机器人辅助微创骶髂螺钉(robotic-assisted minimally invasive iliosacral screws, RoboISS)组(40.3 \pm 3.8)(10~75)s。所有患者均未出现复位丢失,RoboTFX组40枚螺钉中5枚发生松动,RoboISS组48枚螺钉中13枚发生松动。RoboTFX比RoboISS具有减少术中透视时间、降低内固定松动率,提高骨折愈合率的优点。在严格遵守该术式的适应症的情况下,RoboTFX在精确度和效率上可能更优。垂直和水平联合固定术,即双侧脊柱骨盆垂直支撑联合骶骨水平张力带固定,通过双重固定机制实现骨折稳定。对具有不稳定征象的不稳定骶骨U型或H型骨折,Franck等^[51]采用这种手术方式对9位老年FFP患者(平均年龄75.9岁)进行治疗,平均手术时间为173分钟,9例(33%)中有3例需要骨水泥强化椎弓根螺钉。平均失血量为220 ml。这些结果都提示水平联合固定术减轻了固定性疼痛并促进骨折愈合,在缓解疼痛、有效的骨折愈合和快速的再活动方面具有巨大的潜力。

综上所述,随着人口老龄化加剧,FFP发病率持续攀升,其常合并骨质疏松、低能量损伤病因及隐匿性等特点决定了诊疗策略有别于高能量损伤导致的骨盆骨折。如何正确地明确诊断老年FFP以及为老年FFP患者制定个体化、全方位的治疗计划需要引起足够的关注。Rommens分型是指导FFP治疗的关键。影像学诊断需采用阶梯策略,重视CT及MRI的作用。治疗目标则聚焦于疼痛缓解与早期功能恢

复。对于稳定的骨折类型可采取保守治疗,保守治疗失败及不稳定的骨折类型应及时进行手术治疗。微创手术,特别是机器人辅助技术,是治疗FFP的主流趋势,能有效减少创伤、提高精确度及加速康复。如今微创手术仍面临着巨大的挑战,例如精确放置各类骶髂螺钉仍有许多困难,而随着机器人技术的发展,可以更好地解决这一问题,通过机器人可以减少手术时间和辐射暴露,并提高安全性和准确性。所以,与开放复位、固定骨盆前后环相比,机器人辅助微创手术技术更应该受到重视。然而,在如今关于各项手术治疗方式疗效的相关报道并不多的情况下,需要更多的临床研究来阐明老年FFP的最佳治疗方法。因此,如何使用新技术来缩短老年患者的手术治疗时间,提高治疗效果并加强多学科协作是未来需要发展的方向。

参 考 文 献

- Rommens PM, Hofmann A, Kraemer S, et al. Operative treatment of fragility fractures of the pelvis: a critical analysis of 140 patients [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2022, 48(4): 2881-2896.
- Heiman, E, Gencarelli P Jr, Tang A, et al. Fragility fractures of the pelvis and sacrum: current trends in literature [J]. *Hip Pelvis*, 2022, 34(2): 69-78.
- Muschitz, C, Hummer M, Grillari J, et al. Epidemiology and economic burden of fragility fractures in Austria [J]. *Osteoporos Int*, 2022, 33(3): 637-647.
- Chen Q, Li T, Ding H, et al. Age-period-cohort analysis of epidemiological trends in pelvic fracture in China from 1992 to 2021 and forecasts for 2046 [J]. *Front Public Health*, 2024. 12: p. 1428068.
- Matityahu, A, Elson J, Morshed S, et al., Survivorship and severe complications are worse for octogenarians and elderly patients with pelvis fractures as compared to adults: data from the national trauma data bank [J]. *J Osteoporos*, 2012. 2012: p. 475739.
- Filip, A, Veliceasa B, Puha B, et al. Pain Intensity and Degree of Disability after Fragility Fractures of the Pelvis [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(4).
- Fleischhacker E, Gleich J, Hesse E, et al. [Individual aspects in elderly patients with fragility fractures] [J]. *Radiologe*, 2021. 61(12): p. 1107-1114.
- 彭卫东, 刘刚, 葛宇峰, 等. 北京地区老年髋部脆性骨折患者术后抗骨质疏松症药物治疗现状及影响因素分析 [J]. *中华解剖与临床杂志*, 2023, 28(1): 1-6.
- Hutchings L, Roffey DM, Lefavre KA. Fragility fractures of the pelvis: current practices and future directions [J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2022, 20(6): 469-477.
- Rommens PM, Hofmann A. Comprehensive classification of fragility fractures of the pelvic ring: Recommendations for surgical treatment [J]. *Injury*, 2013, 44(12): 1733-1744.
- Walz M, Burger C, Kabir K, et al. [Reliability of the FFP classification in pelvic fractures] [J]. *Unfallchirurg*, 2021. 124(7): p. 574-582.
- Hotta K, Kobayashi T. Usefulness of Force-Controlled pelvic stress radiograph in the evaluation and treatment of fragility fractures of the pelvis in geriatric patients: a pilot study [J]. *Acta Med Okayama*, 2023, 77(4): 407-414.
- Na CW, Lee SH, Jung S, et al. Pelvic insufficiency fracture in severe

- osteoporosis patient [J]. *Hip Pelvis*, 2017, 29(2): 120-126.
- 14 Faber, F. [Osteoporotic fractures of the pelvic ring and their minimally invasive treatment options] [J]. *Orthopade*, 2021. 50(10): p. 871-882.
 - 15 Rojas, C, Munjin A, Delgado G, et al. Diagnostic accuracy of MRI for detection of occult instability of type I anterior to posterior pelvic injuries [J]. *Injury*, 2023. 54 Suppl 6: p. 110806.
 - 16 Cabarrus C M, Ambekar A, Lu Y, et al. MRI and CT of insufficiency fractures of the pelvis and the proximal femur [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 191(4): 995-1001.
 - 17 Rommens M P, Boudissa M, Krämer S, et al. Operative treatment of fragility fractures of the pelvis is connected with lower mortality. A single institution experience [J]. *PLoS One*, 2021, 16(7): e0253408.
 - 18 Papakostidis KCG, Giannoudis PV. Evolution of treatment of fragility fractures of the pelvic ring. An update [J]. *Injury*, 2025, 56(2): 112145.
 - 19 Hotta K, Kobayashi T. Functional treatment strategy for fragility fractures of the pelvis in geriatric patients [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2021, 47(1): 21-27.
 - 20 Rommens PM, Hopf JC, Arand C, et al. Prospective assessment of key factors influencing treatment strategy and outcome of fragility fractures of the pelvis (FFP) [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2022, 48(4): 3243-3256.
 - 21 李涛, 詹潇锐, 郑秋宝, 等. 经腹直肌外侧入路治疗老年骨盆脆性骨折 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(19): 1396-1403.
 - 22 Yang KW, Xiang FF, Ye JW, et al. A retrospective analysis of minimally invasive internal fixation versus nonoperative conservative management of pelvic ring fragility fractures and the elderly [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 108.
 - 23 Gericke, L, Fritz A, Osterhoff G, et al. Percutaneous operative treatment of fragility fractures of the pelvis May not increase the general rate of complications compared to non-operative treatment [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2022, 48(5): 3729-3735.
 - 24 周述清, 陆慧, 张孝华, 等. 经皮钉棒系统联合骶髂螺钉内固定与非手术治疗 II~IV 型骨盆脆性骨折的疗效比较 [J]. *中华创伤杂志*, 2023, 39(1): 47-54.
 - 25 王浩, 何红英, 吕东东, 等. 微创手术治疗老年人脆性骨盆骨折 [J]. *中华老年医学杂志*, 2022, 41(10): 1178-1182.
 - 26 Alnajjar, G A, Ezzelden A, Elgendy M, et al. Successful management of an acetabular fracture associated with comorbidities in an 80-Year-Old patient: a case report [J]. *Cureus*, 2024, 16(8): e67656.
 - 27 姚林林, 张明磊, 朱彤彤, 等. 机器人辅助治疗老年骨盆骨折的疗效分析 [J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(19): 1277-1284.
 - 28 《中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023)》工作组, 中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会, 中国医疗保健国际交流促进会骨质疏松病学分会, 等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023) [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(10): 865-885.
 - 29 Hartz M C, Johannessen F B, Harsløf T, et al. The Effectiveness and Safety of Romosozumab and Teriparatide in Postmenopausal Women with Osteoporosis [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2024.
 - 30 Gewiess, J, Albers C E, Keel M J B, et al. Chronic pelvic insufficiency fractures and their treatment [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2024, 145(1): 76.
 - 31 Zong, Y, Li J, Li Z, et al. Minimally invasive surgery and conservative treatment achieve similar clinical outcomes in patients with type II fragility fractures of the pelvis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2025, 20(1): 210.
 - 32 Lodde M F, Klimek M, Herbst E, et al. Bilateral Iliosacral and Transsacral Screws Are Biomechanically Favorable and Reduce the Risk for Fracture Progression in Fragility Fractures of the Pelvis-A Finite Element Analysis [J]. *Bioengineering (Basel)*, 2025. 12(1).
 - 33 Lodde M F, Raschke M J, and Riesenbeck O, FFP: Indication for minimally invasive navigation technique [J]. *Trauma Case Rep*, 2023. 45: p. 100829.
 - 34 Link, C B, Haveman R A, Van de Wall B J M, et al. Percutaneous sacroiliac screw fixation with a 3D robot-assisted image-guided navigation system: Technical solutions [J]. *Oper Orthop Traumatol*, 2025, 37(1): 3-13.
 - 35 Linhart C, Mehrens D, Gellert L M, et al. Gluteal Muscle Fatty Atrophy: An Independent Risk Factor for Surgical Treatment in Elderly Patients Diagnosed with Type-III Fragility Fractures of the Pelvis [J]. *J Clin Med*, 2023. 12(22).
 - 36 Omichi T, Takegami Y, Tokutake K, et al. Mortality and functional outcomes of fragility fractures of the pelvis by fracture type with conservative treatment: a retrospective, multicenter TRON study [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2022, 48(4): 2897-2904.
 - 37 Nakayama Y, Suzuki T, Kurozumi T, et al. Progression to Rommens type IIIa fragility fracture of the pelvis managed by delayed open reduction and interdigitating screw fixation: A case report [J]. *Trauma Case Rep*, 2023. 43: p. 100773.
 - 38 Yanagisawa Y, Watanabe Y, Matsumoto Y, et al. Closed reduction and minimally invasive surgical treatment of type IIIa fragility fractures of the pelvis associated with ipsilateral periprosthetic femur fracture: A case report [J]. *Trauma Case Rep*, 2020. 30: p. 100374.
 - 39 Okazaki S, Shirahama M, Hashida R, et al. Iliac intramedullary stabilization for Type IIIA fragility fractures of the pelvis [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 20380.
 - 40 Nakayama YH, Suzuki T, Honda A, et al. Interdigitating percutaneous screw fixation for Rommens type IIIa fragility fractures of the pelvis: technical notes and preliminary clinical results [J]. *Int Orthop*, 2020, 44(11): 2431-2436.
 - 41 Liu S, Liu S, Xiao K, et al. Fragility fracture of the pelvis treated with robot-assisted surgery under local anesthesia: a case report [J]. *Trauma Surg Acute Care Open*, 2024, 9(1): e001254.
 - 42 Deng JQ, Zhu ZH, Li T, et al. A new technique for percutaneous screw fixation for treating FFP IIIa and IIIb fragility fractures of the pelvis [J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 17681.
 - 43 樊仕才, 廖奕岚, 麦奇光, 等. 智能可视化系统辅助复位及固定治疗高龄骨盆脆性骨折 [J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(19): 1300-1307.
 - 44 Riesner H J, Palm H G, Friemert B, et al. [Triangular minimally invasive spinopelvic stabilization for type C pelvic fractures according to AO/OTA and type IV according to FFP] [J]. *Unfallchirurg*, 2021. 124(11): p. 923-930.
 - 45 Gewiess J, Albers C E, Bigdon S F, et al., Effective treatment of highest instability in a subacute fragility fracture of the pelvis (FFP IV) using a cement augmented transsacral screw only [J]. *Trauma Case Rep*, 2023. 43: p. 100771.
 - 46 Schmerwitz U I, Jungebluth P, Lehmann W. Minimally invasive posterior locked compression plate osteosynthesis shows excellent results in elderly patients with fragility fractures of the pelvis [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2021, 47(1): 37-45.
 - 47 Gamada H, Yanagisawa Y, Teruya S, et al., Clinical Outcome of Sacroiliac Rod Fixation for Fragility Fracture of the Pelvis Rommens and Hoffman Classification Type IVb: Case Series [J]. *Geriatr Or-*

- thop Surg Rehabil, 2022, 13: p. 21514593221141358.
- 48 Hoppeler S, Notov D, Zeidler S, et al. Which screw corridors can be used for bilateral fragility fractures of the pelvis with a transverse fracture component (FFP IVb)? [J]. Injury, 2025, 56(2): 112171.
- 49 Spalteholz M, Gulow J. Percutaneous triangular stabilization of type 3 and type 4 fragility fractures of the pelvis usually leads to fracture healing despite high revision rates [J]. GMS Interdisciplinär Plast Reconstr Surg DGPW, 2020, 9: Doc05.
- 50 Tian W, Jia F S, Zheng J M, et al. Treatment of type IV fragility fractures of pelvis with Robotic-Assisted minimally invasive triangular fixation [J]. Orthop Surg, 2025, 17(3): 848-857.
- 51 Franck A, Piltz S. The surgical treatment of unstable osteoporotic pelvic ring fractures with bilateral vertebropelvic stabilization using a less invasive technique [J]. Orthopaedics & Traumatology-Surgery & Research, 2022, 108(2): 103190.
- (收稿日期: 2025-07-01)
(本文编辑: 吕红芝)

曾凯, 樊仕才. 老年骨盆脆性骨折的治疗进展 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2025, 11(6): 372-378.

消息

四十年积淀, 卓越高效——张英泽院士骨科微创手术学习班持续招生中
尊敬的骨科同仁们:

我们诚挚地邀请您参加由张英泽院士亲自手术示教的骨科微创手术学习班。张院士以其四十年的深厚积淀与不懈探索, 原创性地提出了“骨折顺势双反牵引复位固定技术”, 该技术以简洁、直接的复位操作、卓越的疗效为骨折治疗开辟了全新的微创路径。

一、张英泽院士骨折闭合复位微创固定理论与技术创新

张英泽院士一直致力于复杂骨折闭合复位微创固定技术和器械的创新与推广, 原创提出了骨折顺势复位固定理论、骨折仿生固定理论、内加压固定理论、骨动态形变定律等十几项创新理论, 率先发现并总结胫骨平台 Hoffa 骨折等新骨折类型, 研发了顺势双反牵引复位器、跟骨内加压固定系统、下胫腓联合弹性仿生固定装置等系列骨折微创复位固定技术、器械和内固定物。其中, 双反牵引复位器(第1代)自1978年在临床应用以来, 不断完善, 迄今已经发展至第9代, 能够用于胫骨平台骨折、股骨远端骨折、股骨转子间骨折、肱骨近端骨折等四肢复杂骨折。

二、技术亮点

1. 技术创新: 该技术利用沿着下肢轴线牵引产生的软组织挤压、牵拉实现胫骨平台骨折闭合复位, 通过骨隧道顶压复位骨折块, 隧道植骨、横向加压骨栓加压固定, 不但能够确保增宽的平台恢复正常径线, 而且增加了骨折块固定的牢固程度和稳定性。这一技术以双反牵引微创复位技术体系为基础, 针对胫骨平台骨折、肱骨外科颈骨折、跟骨骨折、股骨转子间骨折等一系列复杂骨折进行微创治疗, 开创了关节内骨折的革命性术式。

2. 微创高效: 该原创技术为不切开关节囊的非直视下复位, 结合微创复位工具与关节镜技术, 手术全程仅需30~60 min, 切口仅为传统手术的十分之一, 可最大限度地减少软组织损伤, 缩短手术时间与出血量, 降低患者负担。

3. 卓越成效: 已成功治疗关节内骨折患者逾2 000例, 术后感染率为零, 关节功能障碍、下肢力线不理想等并发症发生率仅为0.3%。患者术后恢复迅速, 生活质量显著提升。

三、已成功举办175届骨科微创手术学习班

20年来, 张英泽院士带领团队已成功举办175届骨科微创手术学习班, 包括跟骨骨折、髌骨骨折、髌臼骨折、骨盆骨折和胫骨平台骨折等各部位专题培训班, 培养了来自全国1 000余家医院(包括北京积水潭医院、上海市第六人民医院、新疆医科大学第一附属医院等)的4 000余名微创骨折医生, 以及德国、俄罗斯、印度、巴基斯坦、泰国等十几个国家的50余名骨科医生, 受到了一致好评和广泛共鸣。部分学员持续追踪院士微创新技术, 多次参加学习班。

四、学习班特色

1. 权威领衔: 张英泽院士亲自授课并演示手术, 分享其四十年的研究成果与临床经验。
2. 实战观摩: 学员将有机会进入手术室, 近距离观摩张院士的手术演示, 直观感受微创技术的魅力。
3. 全面覆盖: 课程涵盖胫骨平台、股骨髁上、转子间、跟骨及踝关节等各部位复杂骨折的微创治疗, 满足不同层次的学习需求。
4. 影响广泛: 作为河北省卫健委重点推广项目, 河北130多个县市骨科医生均已通过参加学习班掌握该技术, 真正实现了逐医者之卓越, 造患者之福音。

五、学习班详情

学习班常年招生, 每周固定时间开班。具体事项如下:

1. 时间及安排: 每周一、周二两天。周一: 全天报道, 19:00-21:00进行骨关节解剖学、影像学 and 微创技术教学。周二: 上午8:00-11:00手术室现场观摩张英泽院士手术, 下午离会。

2. 地点: 河北医科大学第三医院(河北省石家庄市桥西区自强路139号)。

3. 学员要求: 骨科医师, 每期限15名学员, 报名时请说明参加培训时间。

4. 费用说明: 免培训费及学习期间食宿费, 交通费用自理; 外籍学员(含1名陪同)5日内中国境内交通及食宿费用全免。

5. 报名电话: 18533112570(闫老师), 18533112055(李老师), 18533112567(吕老师)。

我们期待与您携手并肩, 共同探索骨科微创技术的无限可能, 为患者带来更加安全、高效的治疗方案!