

主钉开口处骨泥植骨在股骨粗隆下骨折加长 股骨近端防旋髓内钉术中的应用

吴天然¹ 陈夏平¹ 王瑞雄¹ 林江游¹ 叶志强¹ 张昭兴¹ 敖庆芳¹ 胡炳树¹

[摘要] **目的:**探讨主钉开口处骨泥植骨在股骨粗隆下骨折加长股骨近端防旋髓内钉(PFNA)术中的应用价值和安全性。**方法:**采用回顾性病例系列研究分析 2017 年 9 月至 2019 年 8 月收治的 60 例股骨粗隆下骨折患者临床资料,其中男 38 例,女 22 例;左侧 27 例,右侧 33 例;年龄 24~75 岁,平均(52.08±11.66)岁。按股骨粗隆下骨折的 Seinsheimer 分型,ⅡB 型 6 例,ⅡC 型 5 例,ⅢA 型 16 例,ⅢB 型 15 例,Ⅳ型 10 例,Ⅴ型 8 例。伤后至手术时间 3~7 d,平均(4.63±1.18)d。采用加长 PFNA 内固定术治疗股骨粗隆下骨折患者,术中进行主钉开口处手工扩孔取出骨泥备用,内固定完成后通过刀片切口把骨泥返植于骨折处。术后观察骨折复位质量、骨折愈合时间、患肢功能恢复和并发症发生情况。**结果:**37 例行闭合复位加长 PFNA 内固定,23 例行经皮钢丝捆绑配合加长 PFNA 内固定,所有患者均完成主钉开口处取骨及植骨。手术时间 55~91 min,中位数 75 min。术中出血量 150~250 mL,中位数 185 mL。所有患者均无切口感染、神经血管损伤、下肢深静脉血栓形成、肺栓塞等并发症发生。本组患者均获随访,随访时间 8~24 个月,中位数 12 个月。所有病例骨折端内外翻均在可接受范围(内翻<5°,外翻<5°),在矢状面无骨折对位不良。59 例获得临床愈合,愈合时间 11~24 周,中位数 15 周。1 例骨折延迟愈合,患者系过早自行下地负重,禁止患肢下地负重并配合动力化及冲击波治疗,术后 12 个月骨折愈合。未发现骨感染、异位骨化、骨不连、内固定失败病例。末次随访时髋关节功能 Harris 评分:优 52 例,良 5 例,可 3 例,优良率 95%。**结论:**在股骨粗隆下骨折加长 PFNA 内固定术中应用主钉开口处取骨并植骨,其操作过程简单,无明显增加原手术步骤和难度,不增加医源性创伤,有效利用患者自身宝贵资源,且安全可靠,骨折愈合率高,术后并发症少,对股骨粗隆下骨折的治疗效果更有保障,并为临床工作提供一种新思路,值得参考应用。

[关键词] 股骨粗隆下骨折;骨折固定术;髓内钉;植骨

[中图分类号] R683.42 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2020)11-0059-06

股骨粗隆下骨折发生率为髋部骨折的 10%~30%,由于应力集中和肌肉牵拉,骨折后通常移位明显,呈粉碎性且不稳定,保守治疗难以成功,病残率高,通常需手术治疗。切开复位角钢板或动力踝螺钉(DCS)能获得良好对位和坚强固定,但创伤大,容易出现骨折不愈合及内固定断裂。髓内钉能明显减少内固定失败风险,若切开复位创伤大、出血多,则失去髓内钉的优势,因此要求尽量闭合复位;针对部分闭合复位困难的病例,可选用经皮钢丝捆绑复位结合髓内钉内固定治疗。但是股骨粗隆下骨折多呈粉碎性,骨折处为坚硬皮质骨,血运较差,该部位承受的应力大,即使良好复位并妥善行髓内钉微创内固定后,笔者仍然会见到部分病例出现骨折延迟愈合甚至不愈合,进而导致内固定失败。促进骨折愈合的可靠方法是取自体髂

骨植骨,但是这样将增加医源性创伤,延长手术时间。为进一步提高骨折愈合率和避免这些并发症,笔者充分利用患者自身宝贵资源,在股骨粗隆下骨折加长 PFNA 术中采用主钉开口处取骨植骨,取得满意的临床疗效,现报告如下。

1 临床资料

纳入标准:1)新鲜闭合性骨折;2)骨折线波及大粗隆顶点、长斜形、螺旋形、携带长蝶形骨折块的粉碎性股骨粗隆下骨折;3)无合并其他部位骨折;4)术后随访时间大于 8 个月;5)依从性好。排除标准:1)股骨粗隆下 Seinsheimer I,ⅡA 型骨折;2)经闭合复位后骨折端解剖复位且内固定稳定的病例。

共纳入股骨粗隆下骨折患者 60 例,其中男 38 例,女 22 例;左侧 27 例,右侧 33 例;年龄 24~75 岁,平均(52.08±11.66)岁。病例按股骨粗隆下骨折的 Seinsheimer 分型,ⅡB 型 6 例,ⅡC 型 5 例,ⅢA 型 16

¹ 福建省泉州市正骨医院(福建 泉州,362000)

例,ⅢB型15例,Ⅳ型10例,Ⅴ型8例。外伤因素:交通事故伤23例,跌伤14例,高处坠落伤12例,重物砸伤11例。伤后至手术时间3~7 d,平均 (4.63 ± 1.18) d。患者均签署知情同意书。

2 方法

2.1 术前准备

入院后常规行患肢持续骨牵引制动,牵引质量为患者体质量的 $1/7 \sim 1/10$ 。配合消肿止痛及加强补液等处理,完善术前相关准备,根据影像学检查结果测量股骨干长度和髓腔最窄处直径,作为术中选用髓内钉的重要参考,必要时行骨折端三维CT重建,充分了解骨折端移位情况及骨折类型,并初步制定手术计划。术前常规测量下肢长度,并做好记录,用于对比术中患肢长度。术前清洁灌肠、常规禁食、导尿;对达到输血指征的部分患者,术前应予以纠正;术中常规备红细胞悬液3 U,术前无贫血表现的个别患者除外;术前30 min开始静滴抗生素预防感染。

2.2 手术方法

麻醉生效后,患者平卧于骨牵引床上,骨折端试行正骨手法整复后,将患肢中立位持续牵引,健侧呈屈髋屈膝半截石位外展制动,常规消毒铺巾。通过闭合复

位或经皮钢丝捆绑复位,复位满意后,在大粗隆尖近端5 cm处取一长约3 cm的切口,以股骨大粗隆尖为髓内钉入钉点,插入导针透视确认,在主钉开口处用手工扩孔取出骨泥备用。接下来按规范完成加长PFNA内固定手术治疗。如果伴移位明显的较大游离蝶形骨块或复位及内固定后骨折端不稳定,则需要配合钢丝捆绑,经皮钢丝捆绑步骤如下:无需取额外切口,可充分利用预设或术中所取的螺旋刀片切口,钝性分开股外侧肌,将O型钢丝捆绑器带尖端的一半紧贴股骨后侧骨膜插入,紧贴骨膜绕到股骨前内侧,嘱一助手将该捆绑器稍向外下牵引并维持,将另一半钢丝捆绑器从股骨前侧骨膜插入,进行捆绑器合体,透视确认捆绑位置合适,在捆绑器孔内置入直径1.0 mm钢丝,去除钢丝捆绑器,拧紧钢丝固定骨折端或游离骨块,边拧紧钢丝边透视,防止钢丝过紧导致髓腔变窄而影响髓内钉插入,待内固定完毕后,再进一步调整钢丝松紧度,剪去多余钢丝,将钢丝结折弯并埋于贴近骨膜处。冲洗各切口,将取出的骨泥装于套筒内经螺旋刀片切口返植于骨折端或骨缺损处。清点器械无误后,缝合并包扎各切口,术毕。主钉开口处取骨植骨操作步骤见图1。

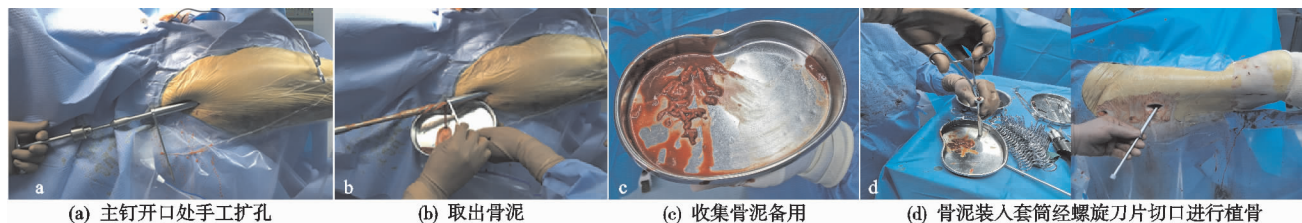


图1 主钉开口处取骨植骨图示

2.3 术后处理

术后积极预防深静脉血栓形成;术后第2天开始在CPM辅助下行患肢功能锻炼,配合下肢气压治疗;术后第3天指导患者坐于床边行髋、膝关节功能锻炼及双侧股四头肌肌力训练。术后复查X线片,观察骨折复位质量。出院后定期复查X线片,根据骨痂生长情况从患肢部分负重逐渐过渡至完全负重,记录骨折愈合时间。术后观察有无切口感染、神经血管损伤、下肢深静脉血栓形成、肺栓塞等早期并发症;出院后观察有无骨感染、异位骨化、骨不连、内固定失败等后期并发症。末次随访时进行髋关节功能Harris评分。所有患者配合中医药进行三期辨证治疗,骨折早期治宜活血化瘀为主,以桃红四物汤加减口服;骨折中期治宜接骨续筋,方选新伤续断汤加减口服;骨折后期以补气血、益肝肾、舒筋活络为主,可选用四物汤、四君汤、六味地黄丸等加减内服,外用薰洗方对症处理。

3 结果

本组病例均采用主钉开口处取骨植骨,其中37例

采用闭合复位加长PFNA内固定,23例使用经皮钢丝捆绑复位加长PFNA内固定。手术时间55~91 min,中位数75 min。术中出血量150~250 mL,中位数185 mL。

本组患者均获得随访,随访时间8~24个月,中位数12个月,所有患者均无切口感染、神经血管损伤、下肢深静脉血栓形成、肺栓塞等并发症发生。所有病例骨折端内外翻均在可接受范围(内翻 $<5^\circ$,外翻 $<5^\circ$),在矢状面无骨折对位不良。59例获得临床愈合,愈合时间11~24周,中位数15周;1例骨折延迟愈合,患者系过早自行下地负重,禁止患肢下地负重并配合冲击波治疗,后期予动力化,术后12个月骨折愈合;随访过程中未发现骨感染、异位骨化、骨不连、内固定失败病例。1例患者偏瘦,患侧侧卧时螺旋刀片尾端处稍感不适,之后慢慢适应。没有患者出现主观感觉下肢不等长或旋转。末次随访时髋关节功能Harris评分:优52例,良5例,可3例,优良率95%。典型病例X线片见图2-3。



图 2 典型病例 1, 患者, 男, 38 岁, 摔伤致右股骨粗隆下粉碎性骨折 (Seinsheimer IV 型), 伤后第 5 天行闭合复位加长 PFNA 内固定术, 术中采用主钉开口处取骨并植骨



图 3 典型病例 2, 患者, 男, 44 岁, 车祸伤致右股骨粗隆下粉碎性骨折 (Seinsheimer IV 型), 伤后第 4 天行经皮钢丝捆绑复位加长 PFNA 内固定术, 术中采用主钉开口处取骨并植骨

4 讨论

4.1 股骨粗隆下骨折治疗概况

股骨粗隆下骨折是指发生于小粗隆下缘至股骨中上 1/3 区域范围的骨折, 骨折线可延伸至股骨粗隆间或股骨中段。高龄骨质疏松患者低能量创伤引起的螺旋形骨折, 以及青壮年人群高能创伤引起的粉碎性骨折是临床上最常见的类型。粗隆下是人体高应力集中的部位, 由于臀中肌、臀小肌和髂腰肌的强力牵拉, 相

比其他部位骨折, 股骨粗隆下骨折后骨折端移位更明显, 通常近折端呈外展外旋和屈曲畸形, 加上远折端内收肌的牵拉, 骨折端常出现短缩和内翻。有文献报道采用骨牵引治疗股骨粗隆下骨折, 骨折内翻、旋转及短缩畸形率高达 50%^[1], 所以保守治疗不适合于股骨粗隆下骨折。随着内固定器材的飞跃发展和医疗技术的不断提高, 手术治疗成为首选^[2], 特别是合并肺栓塞等严重并发症的髋部骨折患者^[3], 手术治疗可降低死亡

率,有利于恢复髋关节功能,缓解疼痛。在手术治疗方面,又分为髓内及髓外固定,常规的切开复位钢板螺钉内固定已很少使用。国内有研究者对髓外固定进行改良,采用经皮有限切开新型微创动力髋钢板治疗^[4],取得满意的疗效,但其创伤仍较大,且属于偏心固定;而髓内钉属于中心型固定,其应力分散,具有生物学优势,因此目前加长 PFNA 是理想的治疗方式^[5],并且临床上已经开始应用电磁导航技术^[7],大大提高了远端锁钉的准确性。但部分病例存在闭合复位困难^[8],有文献报道^[9]股骨粗隆下骨折闭合复位后成角畸形在稳定性骨折中约为 21%,不稳定骨折的成角率为 37%,由于股骨近端髓腔粗大,单靠髓内钉插入无法使骨折端进一步复位,尤其是骨折线波及髓内钉入钉点时,扩孔和插入髓内钉甚至会加重骨折端再移位,因此良好复位是手术能否成功的关键,针对肥胖患者建议在侧卧位下完成手术^[10]。骨折端血肿中有大量来自髓腔、外周血的干细胞及促进骨生长的因子,能够在适当刺激下转化成骨祖细胞,促进新生骨,故原始血肿和骨膜的保护极其重要。而切开复位^[11]虽然能明显改善骨折对位,但由于广泛的暴露,软组织及骨膜的剥离,导致骨折端血肿丢失及骨折块血运破坏,将增加骨不连、感染、内固定失败及再次手术的风险,另外切开复位所需的手术时间和引起的失血量也更多。有限切开复位有助于提高复位质量^[12-13],因为使用小切口可避免对骨折端血供的破坏,但复位后有效维持也是一个重要因素。国内研究者尝试结合微创捆绑技术辅助复位,并证实该技术对骨膜血运无不良影响。叶伟雄等^[14]采用线缆环扎结合加长 PFNA 治疗极不稳定股骨粗隆下骨折,证实线缆环扎固定可提高内固定的稳定性;刘苏等^[15]采用小切口环扎钢丝联合长 PFNA 内固定治疗股骨粗隆下骨折,印证了钢丝捆绑也能有效维持骨折复位。国外研究者^[16]也有类似报道,术中采用经皮钢丝环扎微创复位治疗股骨粗隆下骨折,发现钢丝捆绑对骨折端血运干扰小,不影响骨折部位的血供,且钢丝固定后能克服骨折对位不良的问题,维持复位,使骨折端更稳定,进而促进骨折的愈合。笔者科室也采用该捆绑技术^[17]治疗股骨粗隆下骨折,取得令人满意的临床疗效。可见髓内钉配合小切口钢丝捆绑微创治疗股骨粗隆下骨折疗效可靠,能明显减少内固定机械失败的风险,进而显著减少二次手术的发生率。

4.2 主钉开口处取骨并植骨的意义

在临床上很多研究者觉得即使没有进行植骨,大部分股骨粗隆下骨折病例术后骨痂也长得很好。对于骨折块较为完整、闭合复位后骨折端对位良好且固定相对牢靠的病例确实如此。但骨的愈合包含组织学、生理学和生物化学等一系列复杂的动态过程,特别是

股骨粗隆下骨折,骨折端多呈粉碎性,移位明显,骨折处是髓腔由宽到窄的过渡区,皮质坚硬,血管分布有限,故局部血运较差。而且即使在良好复位并妥善行髓内钉微创内固定后,粗隆下内外侧皮质支撑作用仍不足,骨折端稳定性仍欠缺。而该部位是高应力集中区域,内固定物为了维持复位需要承受更大的应力,由于存在解剖学、创伤、患者自身、手术及术后保护等影响因素^[18],临床上笔者还是会见到部分病例出现骨折延迟愈合甚至不愈合,进而导致内固定失败^[19],因此该骨折属于难以处理的骨折类型。虽然失败的病例仍为少数,但偶尔碰到就会带来严重后果,给患者带来痛苦,给社会造成负担,这就要求在临床工作中要采取尽可能的措施来提高手术的成功率,尽量做到完美复位、可靠固定,并做到微创操作。通过各种措施和治疗手段来促进骨痂的生长,特别是骨折端严重粉碎、复位后骨折端存在一定间隙或者需要进行钢丝捆绑者,建议在固定的同时进行植骨治疗,把预防工作做在前,最大程度避免相关的并发症。促进骨折愈合的可靠方法之一是取自体髂骨植骨^[20],其不但可以提供骨传导支架,促进骨质的爬行替代,还可以引导瘢痕组织长入,为骨折愈合提供时间保障,而且还能提供大量促进骨生长因子和成骨细胞,促进外骨痂生长,同时自体髂骨更容易爬行替代后自体化。国内有研究者采用取自体髂骨后经皮微创植骨结合髓内钉治疗股骨粗隆下骨折^[21],取得满意疗效。但是这样做势必增加医源性创伤,延长手术时间,术后造成取骨处疼痛、疤痕存留及局部骨缺损,并动用了宝贵稀缺的骨库资源,为日后的医疗安全留下隐患。而髓内钉主钉开口处位于干骺端,该处骨质同样为松质骨,骨质良好,富含生长因子,也是植骨的良好材料;考虑到平时进行髓内钉手术时常规使用开口器高速扩孔,导致开口处的骨质变成骨浆而流失,造成资源浪费。为进一步提高骨折愈合率和避免相关并发症,笔者在术中进行主钉开口处扩孔时顺便手工取出骨泥备用,内固定完成后应用套筒通过螺旋刀片切口把骨泥返植于骨折端或骨缺损处,这样操作变废为宝,既不明显增加手术步骤,不增加手术难度,也不影响手术进程;由于是自体骨植骨,无排异反应,通过套筒植骨,植骨部位精确,可促进骨痂生长,且无异位骨化发生,通过观察本组所有患者均未出现感染、异位骨化及骨不连等并发症,说明该方法安全可靠。笔者还发现,只要植骨的地方开始长骨痂,骨折端的其他地方也会慢慢出现骨痂的生长,这也印证了植骨会促进骨质爬行替代进程的说法。可见对于有植骨需求的病例,采用该方法在完成内固定的同时进行一期植骨可促进骨痂生长,规避潜在的医疗隐患,消除了医者的顾虑,在临床上具有积极的意义,因此该方法不

仅给患者带来福音,同时也给临床医生带来信心。另外,该方法也为临床工作提供一种思路,可拓展应用于四肢长骨骨折选择髓内钉固定且有植骨需求的病例,无论新鲜或陈旧性骨折,无论首次骨折内固定或钢板骨折术后骨不连翻修手术,无论顺行或逆行髓内钉,均可参考应用。为此,笔者对取骨设备进行改进,发明了一种四肢长骨干骺端取骨器,并申请了专利(专利号 ZL 2018 2 0535381.0),该新型取骨器分为不同型号,满足临床需求,在达到扩孔目的的同时,能取出完整的干骺端骨质,取骨量更有保证,并可根据病情需要进行修剪加工后再植骨,对有骨缺损的病例更适用。

4.3 相关注意事项

1)为保证取出骨泥的质和量,需改用手工取骨。股骨近端为松质骨,主钉开口时一般可用手工开口轻松取骨;若个别病例在开始阶段感觉阻力较大,可借助电钻钻入一小段,再改用手工取骨;开口器应顺时针缓慢旋转前进,旋转 3 圈左右退出收集一次骨泥,退出时也要保持顺时针方向边旋转边退出,这样取出的骨质紧密贴在开口器上,如果逆时针方向退出,则骨泥就会从开口器上部分脱落,导致骨泥的部分、甚至大部分流失;由于股骨粗隆下骨折多数病例主钉开口处骨质较为完整,一般可收集 2~3 次,取骨量可满足临床需求,当然,对于个别骨折端严重粉碎的病例,经复位和固定后仍出现较大面积的骨缺损,必要时需取自体髂骨植骨。2)要充分利用预设或者术中的螺旋刀片切口进行经皮钢丝捆绑微创复位或微创植骨,根据患者实际骨折类型确定需捆绑或植骨的部位,钢丝捆绑器或植骨套筒的方向可微调,轻松达到治疗目的,而无需增加其他切口,避免医源性创伤;如果切开植骨,将导致骨折局部血肿丢失,甚至损伤骨膜,这样就丧失了髓内钉微创内固定的优势。3)虽然 Apivatthakakul 等^[22]的尸体解剖研究证实,钢丝捆绑对股骨干周围微循环无影响,但有研究者^[23]指出股骨粗隆下骨折进行钢丝捆绑时强调捆绑不要超过两处,且两处的间距要超过 3 cm,并指出尽管钢丝捆绑骨块时采用一些新的手术器械可使手术操作造成的创伤较传统方法减少很多,但多少还是会破坏局部血供,因此需要术者谨慎使用。4)Ito 等^[24]早期研究表明,加长型 PFNA 螺旋刀片的固定强度比交锁髓内钉增加 41%,所能承受的屈服应力比其他交锁方式大 13%~21%,特别是远端锁钉固定后使得旋转应力明显减少。《骨折治疗的 AO 原则》^[25]也指出,对于复杂的股骨粗隆下骨折,为了在骨折内固定的稳定性和生物活性之间寻求平衡点,一是尽量选用直径较粗的加长 PFNA 以提高固定强度,二是为了增加抗旋性,远端建议采用静力锁定。5)笔者初步制定了股骨粗隆下骨折的诊疗思路:以骨折端复

位效果及稳定性的判断为重要考量,若闭合复位成功,骨折块完整或复位及加长 PFNA 内固定后骨折端稳定则无需钢丝捆绑;如果伴移位明显的较大游离蝶形骨块或复位及内固定后骨折端不稳定,则需要配合钢丝捆绑;若骨折严重粉碎,移位明显,闭合复位无法成功,这时可先行钢丝捆绑复位骨折端,必要时配合经皮器械辅助复位,对位对线满意后再行钢丝捆绑维持复位,接下来再完成加长 PFNA 内固定术,否则一旦扩孔后难以通过髓内钉纠正之前存在的移位,最后还是要退出髓内钉重新复位及重新扩孔,这样做势必延长手术时间、增加出血量及导致骨折端不稳定性风险增加。6)股骨粗隆下骨折行加长 PFNA 内固定后,虽然理论上其稳定性可以满足患者早期主动活动和部分负重的日常需求,但我们临床上发现过早下地负重的患者有出现骨折延迟愈合的现象,考虑重建早期粗隆下内外侧皮质支撑作用仍不足,内固定物为了维持复位需要承受更大的应力,过早下地负重行走将增加这种不良应力,进而影响骨折的稳定性,不利于骨痂生长,严重者出现内固定物疲劳断裂;因此,骨折术后病人管理也不能忽视,不但要指导患者进行早期适当功能锻炼,更要强调视骨痂生长情况再决定何时下地负重,可避免产生一系列并发症。

综上所述,为提高临床疗效,对于每一个股骨粗隆下骨折的病例,笔者都会采取该方法进行取骨备用,并根据骨折类型、术中复位情况及固定效果,对有植骨需求的病例进行一期返植骨。该方法是在复位良好、固定可靠的基础上,并不增加医源性创伤的前提下,充分利用患者自身宝贵资源,并且是在常规手术操作中进行,不增加手术步骤和难度,因此该微创疗法操作简单、安全可行,对股骨粗隆下骨折的治疗效果更有保障,并为临床工作提供一种新思路。值得一提的是,本组收集的多为临床观察病例,且样本数仍较欠缺,以后准备精准测量每例患者的取骨量,并对植骨与非植骨病例进行对照研究,进一步证实其临床疗效。

参考文献

- [1] VELASCO R U, COMFORT T H. Analysis of treatment problems in subtrochanteric fractures of the femur[J]. J Trauma, 1978, 18(7): 513-523.
- [2] 郭甲瑞,余进伟,陈旭. 股骨近端防旋髓内钉内固定治疗股骨转子下骨折[J]. 中医正骨, 2016, 28(6): 48-52.
- [3] 周方伦,王利宏,单军标,等. 合并肺栓塞髋部骨折患者手术与非手术治疗的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(10): 907-912.
- [4] 翁益民,孔建中,潘骏,等. 经皮有限切开新型微创动力髁钢板治疗股骨转子下骨折[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(4): 325-329.
- [5] 马成才,廖中亚,刘冰,等. 加长型 PFNA 与 LPFP 内固定

- 治疗股骨粗隆下骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(4): 346-348.
- [7] 叶晓生, 王洪震, 贾正平, 等. 克氏针辅助电磁导航在加长 PFN 内固定治疗股骨粗隆下骨折术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(2): 165-166.
- [8] MINGO-ROBINET J, TORRES-TORRES M, MORENO-BARRERO M, et al. Minimally invasive clamp-assisted reduction and cephalomedullary nailing without cerclage cables for subtrochanteric femur fractures in the elderly: surgical technique and results[J]. *Injury*, 2015, 46(6): 1036-1041.
- [9] RICCI W M, BELLABARBA C, LEWIS R, et al. Angular malalignment after intramedullary nailing of femoral shaft fractures[J]. *J Orthop Trauma*, 2001, 15(2): 90-95.
- [10] 李志永, 郭强, 吕守正, 等. 侧卧位股骨近端髓内钉治疗肥胖患者股骨转子下粉碎性骨折[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(2): 183-184.
- [11] JANG J H, AHN J M, LEE H J, et al. Surgical outcomes of biologic fixation for subtrochanteric fractures using locking compression plates[J]. *Hips Pelvis*, 2017, 29(1): 68-76.
- [12] 李亮亮, 张志强, 王涛, 等. 有限切开髓内固定治疗难复性股骨转子下骨折[J]. 中国骨伤, 2019, 32(2): 116-119.
- [13] 贾瑞钢, 王鑫强, 陈彦影, 等. 有限切开与闭合复位髓内钉内固定治疗股骨粗隆下骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(2): 167-1699.
- [14] 叶伟雄, 陈瑞光, 李爱国, 等. 加长型 PFNA 联合线缆环扎内固定治疗极不稳定股骨粗隆下骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(5): 556-557.
- [15] 刘苏, 葛建飞, 黄云中, 等. 小切口环扎钢丝联合长 PFNA 内固定治疗老年股骨粗隆下骨折的临床疗效[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(10): 1061-1063.
- [16] KILINC B E, OC Y, KARA A, et al. The effect of the cerclage wire in the treatment of subtrochanteric femur fracture with the long proximal femoral nail: a review of 52 cases[J]. *International Journal of Surgery*, 2018, 56(8): 250-255.
- [17] 王瑞雄, 陈夏平, 吴天然, 等. 钢丝环扎联合加长 PFNA 治疗股骨粗隆下骨折[J]. 中医临床研究, 2017, 9(28): 122-124.
- [18] 孙群周, 刘玉东, 李阳阳, 等. 股骨近端解剖型锁定钢板内固定联合自体髂骨植骨治疗股骨转子下骨折不愈合[J]. 中医正骨, 2019, 31(5): 49-51.
- [19] XIE H G, XIE L Z, WANG J W, et al. Intramedullary versus extramedullary fixation for the treatment of subtrochanteric fracture: a systematic review and meta-analysis[J]. *International Journal of Surgery*, 2019, 63(3): 43-57.
- [20] UZER G, ELMADAG N M, YIDIZ F, et al. Comparison of two types of proximal femoral nails in the treatment of intertrochanteric femur fractures[J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2015, 21(5): 381-391.
- [21] 郎彦飞, 刘娜, 王丙刚, 等. 经皮微创植骨结合髓内钉内固定治疗股骨粗隆下骨折的临床疗效[J]. 江苏医药, 2018, 44(5): 497-499.
- [22] APIVATTHAKAKUL T, PHALIPHOT J, LEUVITONVEEHKIT S. Percutaneous cerclage wiring, does it disrupt femoral blood supply a cadaveric injection study[J]. *Injury*, 2013, 44(2): 168-174.
- [23] 杨明辉, 李宇能. 当下股骨转子下骨折的治疗理念[J]. 国际骨科学杂志, 2017, 38(4): 213-215.
- [24] ITO K, HUNGERBUHLER R, WAHL D, et al. Improved intramedullary nail interlocking in osteoporotic bone[J]. *J Orthop Trauma*, 2001, 15(3): 192-196.
- [25] BUCKLEY R E, MORAN C G, THEERACHAI APIVATTHAKAKUL. 骨折治疗的 AO 原则[M]. 危杰, 刘璠, 吴新宝, 等译. 3 版. 上海: 上海科技出版社, 2019: 584.

(收稿日期: 2020-04-19)