

[29] Samsami S, Saberi S, Sadighi S, et al. Comparison of three fixation methods for femoral neck fracture in young adults: experimental and numerical investigations[J]. J Med Biol Eng, 2015, 35(5): 566-579.

[30] Yu X, Zhao D, Huang S. Biodegradable magnesium screws and vascularized iliac grafting for displaced femoral neck fracture in young adults[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2015, 16:329.

[31] Chammout GK, Mukka SS, Carlsson T, et al. Total hip replacement versus open reduction and internal fixation of displaced femoral neck fractures: a randomized long-term follow-up study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94(21): 1921-1928.

[32] Hartholt KA, Oudshoorn C, Zielinski SM, et al. The epidemic of hip fractures: are we on the right track[J]. PLoS One, 2011, 6(7): e22227.

[33] Zhang XL, Wang YM, Chu K, et al. The application of PRP combined with TCP in repairing avascular necrosis of the femoral head after femoral neck fracture in rabbit[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2018, 22(4): 903-909.

[34] Nikolopoulos KE, Papadakis SA, Kateros KT, et al. Long-term outcome of patients with avascular necrosis, after internal fixation of femoral neck fractures[J]. Injury, 2003, 34(7): 525-528.

[35] Upadhyay A, Jain P, Mishra P, et al. Delayed internal fixation of fractures of the neck of the femur in young adults. A prospective, randomised study comparing closed and open reduction[J]. J Bone Joint Surg Br, 2004, 86(7): 1035-1040.

[36] Zhao F, Zhou Z, Yan Y, et al. Effect of fixation on neovascularization during bone healing[J]. Med Eng Phys, 2014, 36(11): 1436-1442.

[37] Helgason B, Gilchrist S, Ariza O, et al. Development of a balanced experimental-computational approach to understanding the mechanics of proximal femur fractures[J]. Med Eng Phys, 2014, 36(6): 793-799.

[38] Zani L, Erani P, Grassi L, et al. Strain distribution in the proximal Human femur during in vitro simulated sideways fall[J]. J Biomech, 2015, 48(10): 2130-2143.

[39] de Bakker PM, Manske SL, Ebacher V, et al. During sideways falls proximal femur fractures initiate in the superolateral cortex: evidence from high-speed video of simulated fractures[J]. J Biomech, 2009, 42(12): 1917-1925.

[40] Tang T, Crompton PA, Guy P, et al. Clinical hip fracture is accompanied by compression induced failure in the superior cortex of the femoral neck[J]. Bone, 2018, 108: 121-31.

[41] Turner CH. The biomechanics of hip fracture[J]. Lancet, 2005, 366(9480): 98-99.

(收稿日期: 2020-09-18 本文编辑: 王玉蔓)

# 外固定架固定股骨颈骨折两种不同穿针布局方式的临床疗效比较

张东辉<sup>1</sup>, 张扬<sup>2</sup>, 刘丽莹<sup>1</sup>, 王金星<sup>1</sup>, 胡系庆<sup>1</sup>, 赵国生<sup>1</sup>, 吴晓虎<sup>1</sup>, 蒋鸿儒<sup>1</sup>

(1.平泉市中医院外一科, 河北 平泉 067500; 2.河北医科大学第二医院教务处, 河北 石家庄 050000)

**【摘要】** 目的: 分析外固定架固定治疗股骨颈骨折两种不同穿针布局方式的临床疗效。方法: 自 2000 年 4 月至 2018 年 4 月应用闭合复位经皮穿针外固定架固定治疗股骨颈骨折 140 例, 随访 1 年以上 121 例, 其中采用传统组治疗 31 例, 男 12 例, 女 19 例, 年龄 45~74(65.4±8.4) 岁; 改良组治疗 90 例, 男 39 例, 女 51 例, 年龄 12~75(64.5±7.8) 岁。传统组第 1 根针打在股骨距上, 第 2、3 根针打在张力线下, 3 根针在侧位相上不在一条线上; 改良组第 1 根针偏后钻入股骨外侧皮质斜向贯穿股骨距部骨折远近端, 另 2 根针分别偏前、偏上钻入股骨颈内侧皮质和股骨距内, 3 根针以股骨距为中心呈三角形排列。观察比较两组患者的手术时间、住院时间、术后下地时间、股骨颈短缩率、骨折愈合时间、骨折愈合率和股骨头坏死率, 术后 1 年采用 Harris 评分评定髋关节功能。结果: 121 例患者获得随访, 传统组术后随访时间为 13~45(30.5±11.4) 个月; 改良组术后随访时间为 14~120(34.5±12.5) 个月。两组患者手术时间、住院时间、股骨头坏死率比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组术后下地时间、股骨颈短缩率、骨折愈合时间、骨折愈合率、术后 1 年患髋 Harris 功能评分比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。结论: 改良组顺应并符合股骨近端解剖和生物力学特点, 与传统组比较固定更加可靠, 具有股骨颈短缩率低, 骨折愈合时间短, 骨折愈合率高, 髋关节 Harris 功能评分高等优势。

**【关键词】** 股骨颈骨折; 骨固定钢丝; 外固定器

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.03.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Comparison of clinical efficacy of two different pin arrangements for external fixation of femoral neck fracture

通讯作者: 张东辉 E-mail: zhangdh61@126.com

Corresponding author: ZHANG Dong-hui E-mail: zhangdh61@126.com

ZHANG Dong-hui, ZHANG Yang, LIU Li-ying, WANG Jin-xing, HU Xi-qing, ZHAO Guo-sheng, WU Xiao-hu, and JIANG Hong-ru. The First Department of Surgery, Pingquan Traditional Chinese Medicine Hospital, Pingquan 067500, Hebei, China

**ABSTRACT Objective:** To retrospectively analyze the clinical efficacy of external fixation in the treatment of femoral neck fracture with two different pin layout. **Methods:** From April 2000 to April 2018, 140 cases of femoral neck fracture were treated with closed reduction and percutaneous pin external fixation, among them 121 cases were followed up for more than 1 year, including 31 cases in traditional group, 12 males and 19 females, aged 45 to 74 ( $65.4 \pm 8.4$ ) years; 90 cases in modified group, 39 males and 51 females, aged 12 to 75 ( $64.5 \pm 7.8$ ) years. In traditional group, the first needle was put on the femoral talus, the second and third needles were put under the tension line, and the three needles were not on the same line in the lateral phase; in modified group, the first needle was drilled into the lateral cortex of the femur, obliquely penetrating the distal and proximal end of the femoral talus fracture, and the other two needles were drilled into the medial cortex of the femoral neck and the femoral talus, respectively. The operation time, hospital stay, postoperative ambulation time, femoral neck shortening rate, fracture healing time, fracture healing rate and femoral head necrosis rate of the two groups were observed and compared. Harris hip function score was used one year after operation. **Results:** These 121 patients were followed up, the follow-up time of traditional group was 13 to 45 ( $30.5 \pm 11.4$ ) months; the follow-up time of modified group was 14 to 120 ( $34.5 \pm 12.5$ ) months. There was no significant difference in operation time, hospital stay and femoral head necrosis rate between two groups ( $P > 0.05$ ). There were significant differences between two groups in the time of going to the ground, shortening rate of femoral neck, fracture healing time, fracture healing rate and Harris functional score of the hip 1 year after operation ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Compared with the traditional group, the modified group has the advantages of lower femoral neck shortening rate, shorter fracture healing time, higher fracture healing rate and higher Harris hip function score.

**KEYWORDS** Femoral neck fractures; Bone wires; External fixators

股骨颈骨折占股骨近端骨折的 53%，其中无移位骨折占 33%，有移位骨折占 67%<sup>[1]</sup>。由于骨折部位解剖和生物力学的特殊性，到目前为止股骨颈骨折仍是不能治愈的人体骨折之一<sup>[2]</sup>。能采用保髋手术（内固定或外固定）使股骨颈骨折顺利愈合，无疑是更理想的选择。自 2000 年 4 月至 2018 年 4 月应用闭合复位经皮穿针外固定架固定治疗股骨颈骨折 140 例，随访 1 年以上 121 例，分别采用传统穿针布局方式和改良穿针布局方式治疗，对两组病例进行回顾性比较分析，报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准：年龄 12~75 岁；新鲜股骨颈骨折；伤前患髋关节无疼痛能行走；闭合复位成功。排除标准：陈旧性或病理性股骨颈骨折；闭合复位失败；患有精神疾患或依从性差的老年患者；随访时间 < 1 年。

### 1.2 临床资料

本组 140 例患者，随访 1 年以上 121 例，按穿针布局方式分为传统组（传统穿针布局方式治疗）和改良组（改良穿针布局方式治疗）。其中传统组 31 例，男 12 例，女 19 例；年龄 45~74 ( $65.4 \pm 8.4$ ) 岁；骨折解剖分型：头下型 9 例，经颈型 20 例，基底型 2 例；Pauwels 分型：I 型 3 例，II 型 6 例，III 型 22 例。改良组 90 例，男 39 例，女 51 例；年龄 12~75 ( $64.5 \pm 7.8$ ) 岁；骨折解剖分型：头下型 25 例，经颈型 60 例，基底型 5 例；Pauwels 分型：I 型 6 例，II 型 13 例，III 型 71 例。合并有糖尿病、高血压、肾功能不全、心脑血管病等基础性疾患 20 例，传统组 5 例，改良组 15 例，传统

组受伤至手术时间 4~76 ( $36.0 \pm 15.3$ ) h；改良组受伤至手术时间 5~74 ( $35.0 \pm 14.2$ ) h。两组患者在年龄、性别、骨折解剖分型、Pauwels 分型及受伤至手术时间比较差异无统计学意义 ( $P > 0.005$ )，见表 1。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 骨折复位方法** 采用硬膜外或全麻，患者仰卧于可透 X 线牵引床上，麻醉满意后行手法复位或牵引床复位，复位标准为尽量达到解剖复位或过度复位，即正位 Garden 复位指数等于或略 > 160°，侧位为 180°。复位满意后 X 线下用胶带固定 1 枚克氏针于体表定位，用彩笔标记进针点，在进针点经皮分别低钻速钻入 3 枚 4 mm 斯式针。针尖距股骨头软骨面 5~10 mm。

**1.3.2 传统组手术方法** 第 1 枚针打在股骨距上，第 2、3 枚针打在张力线下，3 枚针在侧位相上不在一条线上<sup>[3]</sup>。于大腿中部外侧大转子顶点下方 15~20 cm 与股骨干平行分别切 2 个长 1 cm 小口，切至骨膜。用 3.5 mm 钻头自外向内垂直股骨解剖轴钻透股骨贯穿 2 层皮质，分别拧入 2 枚 5 mm 螺纹半针。典型病例见图 1。

**1.3.3 改良组手术方法** 第 1 枚针偏后钻入股骨外侧皮质斜向贯穿股骨距骨折远近端，另 2 枚针分别偏前、偏上钻入股骨颈内侧皮质和股骨距内，3 枚针以股骨距为中心呈三角形排列。于大腿中部外侧大转子顶点下方 15 cm 切 1 cm 小口，切至骨膜。用 3.5 mm 钻头自外向内垂直股骨解剖轴钻透股骨贯穿两层皮质，拧入 1 枚 5 mm 螺纹半针。于大转子下 2~3 cm，选 1 枚 4 mm 斯氏针由股骨外上斜向

表 1 两组股骨颈骨折患者术前临床资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative clinical data of two groups of patients with femoral neck fracture

组别	例数	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	性别(例)		骨折解剖分型(例)			Pauweis 分型(例)			受伤至手术时间 ( $\bar{x}\pm s$ , h)
			男	女	头下型	经颈型	基底型	I 型	II 型	III 型	
传统组	31	65.4±8.4	12	19	9	20	2	3	6	22	36.0±15.3
改良组	90	64.5±7.8	39	51	25	60	5	6	13	71	35.0±14.2
检验值		$t=1.70$	$\chi^2=0.13$		$\chi^2=0.00$			$\chi^2=0.50$			$t=1.47$
P 值		>0.005	>0.005		>0.005			>0.005			>0.005



图 1 患者,男,74 岁,平地跌倒致左股骨颈骨折(经颈型 Pauwels III 型)采用传统穿针固定治疗 1a. 术前正位 X 线片示左股骨颈骨折 1b. 术后 3 d 正位 X 线片示骨折复位及固定满意 1c. 术后 12 周正位 X 线片示股骨颈明显短缩 1d. 术后 24 周正位 X 线片示骨折愈合拆除外固定架前 1e. 术后 2 年正位 X 线片示股骨颈明显短缩畸形愈合,无明显股骨头坏死征象

Fig.1 A 74-year-old male patient with left femoral neck fracture caused by flat fall (trans cervical Pauwels type III) was treated with traditional pin fixation 1a. Anteroposterior X-ray showed fracture of left femoral neck 1b. At 3 days after operation, the X-ray showed that the fracture reduction and fixation were satisfactory 1c. At 12 weeks postoperatively, the femoral neck was obviously shortened by X-ray 1d. X-ray showed that the fracture healed 24 weeks after the removal of the external fixator 1e. There was no obvious sign of femoral neck shortening and femoral head healing in 2 years

内下经皮钻入贯穿两侧皮质。典型病例见图 2。

**1.3.4 安装组合式外固定架** 穿针时要注意针距  $\geq 10$  mm, 以避免安装支架后, 皮肤张力过大引起坏死感染。安装同一厂家生产的组合式外固定架。安装时, 传统组先将股骨干上 2 枚 5 mm 螺纹半针对向予弯用锁针夹与连接杆锁紧; 改良组先将固定股骨干 1 枚 5 mm 螺纹半针对向予弯用锁针夹与连接杆锁紧。再将穿向股骨头的 3 枚 4 mm 斯式针对向予弯后用锁针夹锁紧固定, 使钢针保持一定的张力对针道挤压能有效防止钢针松动, 从而降低感染率。

**1.3.5 术后处理** 传统组 14~30 d 扶拐下床活动; 改良组术后 3~7 d 扶拐下床活动。术后 3 d 内复查 X

线片, 观察骨折复位及固定针位置满意情况, 术后 3 个月内每月门诊随访复查 X 线片, 观察固定针及骨折断端位置是否有变化, 根据尖顶距(针尖与股骨头软骨下骨的距离)判断股骨颈是否短缩, 外固定架是否有松动现象, 固定针眼渗出及骨折愈合情况。根据病情决定以后随访方案。

**1.4 观察项目与方法**

住院观察指标包括受伤至手术时间、手术时间、术后下地时间和住院时间。随访内容包括股骨颈短缩程度和短缩率、骨折愈合时间、术后随访时间、骨折愈合率和股骨头坏死率。术后 1 年采用 Harris<sup>[4]</sup>评分, 从功能、疼痛、畸形, 活动范围等项目进行髋关节功能评定, 总分  $\geq 90$  分为优, 80~89 分为良, 70~



图 2 患者,男,74 岁,平地跌倒致左股骨颈骨折(经颈型 Pauwels III 型)采用改良穿针固定治疗 2a. 术前正位 X 线片示左股骨颈骨折 2b,2c. 术中 X 线透视 2d. 术后 16 周正位 X 线示骨折愈合拆除外固定架前 2e. 术后 1.5 年正位 X 线示骨折愈合良好,无股骨头坏死征象

Fig.2 A 74-year-old male patient with left femoral neck fracture (trans cervical Pauwels type III) caused by flat fall was treated with modified pin fixation 2a. Anteroposterior X-ray showed fracture of left femoral neck 2b,2c. Intraoperative X-ray fluoroscopy 2d. At 16 weeks after operation, X-ray showed fracture healing before removing the external fixator 2e. At 1.5 years after operation, the fracture healed well without signs of femoral head necrosis

79 分为中, ≤69 分为差。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析, 两组年龄、手术时间、术后下地时间、住院时间、骨折愈合时间、术后随访时间及术后 1 年随访时 Harris 评分等定量资料采用两独立样本 *t* 检验进行检验。两组性别、骨折解剖分型、股骨颈短缩率、骨折愈合率和股骨头坏死率等计数资料采用  $\chi^2$  检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

两组患者均获随访, 传统组术后随访时间为 13~45 (30.5±11.4) 个月, 改良组为 14~120 (34.5±12.5) 个月; 传统组住院时间 7~14 (10.0±5.2) d, 改良组 6~13 (9.0±4.4) d; 传统组手术时间 20~45 (25.0±11.3) min, 改良组 21~44 (24.0±10.2) min。传统组发生股骨头坏死 4 例, 头坏死率 12.9%; 改良组股骨头坏死 10 例, 头坏死率 11.1%。两组以上观察指标比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 2。

传统组术后下地时间 14~30 (20.0±5.1) d, 改良组 3~7 (4.0±2.4) d。传统组治疗 31 例, 27 例愈合, 愈合率 87.1%; 改良组治疗 90 例, 85 例愈合, 愈合率 94.4%。传统组 27 例愈合病例中 19 例术后出现不同

表 2 两组股骨颈骨折患者住院时间、手术时间、术后随访时间及股骨头坏死率的比较

Tab.2 Comparison of hospitalization time, operation time, follow-up after operation and necrosis rate of femoral head of two groups of patients with femoral neck fracture

组别	例数	住院时间 ( $\bar{x} \pm s, d$ )	手术时间 ( $\bar{x} \pm s, min$ )	术后随访时 间( $\bar{x} \pm s, 月$ )	股骨头坏死 [例(%)]
传统组	31	10.0±5.2	25.0±11.3	30.5±11.4	4(12.9)
改良组	90	9.0±4.4	24.0±10.2	34.5±12.5	10(11.1)
检验值		$t=1.47$	$t=0.33$	$t=0.24$	$\chi^2=13.44$
<i>P</i> 值		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

程度颈部短缩, 短缩率 70.3% (19/27); 改良组 85 例愈合病例中 15 例出现颈部短缩现象, 短缩率 17.6% (15/85)。骨折愈合拔针时间传统组 112~196 (133.0±30.4) d; 改良组 70~126 (89.0±20.3) d。两组患者术后下地时间、股骨颈短缩率, 骨折愈合时间及骨折愈合率比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 3。骨折愈合拔针后正常情况下针孔 3~7 d 内愈合, 超过 1 周为延迟愈合。本组 121 例共有 21 例针孔延迟愈合, 其中传统组 6 例, 改良组 15 例, 经换药处理 2 周内全部愈合, 无深部感染。

表 3 两组股骨颈骨折患者住院观察指标及随访内容的比较

Tab.3 Comparison of observation indexes and follow-up contents of two groups of patients with femoral neck fracture

组别	例数	术后下地时间( $\bar{x}\pm s, d$ )	股骨颈短缩率[例(%)]	骨折愈合时间( $\bar{x}\pm s, d$ )	骨折愈合率[(例)%]
传统组	31	20.0±5.1	19(70.3)	133.0±30.4	27(87.1)
改良组	90	4.0±2.4	15(17.6)	89.0±20.3	85(94.4)
检验值		$t=22.82$	$\chi^2=43.221$	$t=36.864$	$\chi^2=13.44$
P 值		< 0.005	< 0.001	< 0.005	< 0.005

术后 1 年两组 Harris 评分结果见表 4, 改良组 Harris 评分均优于传统组( $P<0.001$ )。传统组 31 例总分(85.3±7.2)分, 优 14 例, 良 6 例, 中 6 例, 差 5 例; 改良组 90 例总分(92.7±6.8)分, 优 50 例, 良 25 例, 中 9 例, 差 6 例。

表 4 两组股骨颈骨折患者术后 1 年 Harris 评分结果( $\bar{x}\pm s, 分$ )

Tab.4 Results of Harris scores at last follow-up of two groups of patients with femoral neck fracture( $\bar{x}\pm s, score$ )

组别	例数	功能	疼痛	畸形	活动范围	总分
传统组	31	42.0±4.2	37.0±5.1	3.1±1.1	3.2±1.2	85.3±7.2
改良组	90	45.0±5.1	40.0±5.4	3.5±1.1	4.2±1.2	92.7±6.8
t 值		18.82	12.21	6.82	13.44	15.26
P 值		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

### 3 讨论

#### 3.1 两组穿针布局方式的力学特点

传统组最外侧固定针支点在股骨头中心偏外侧张力骨小梁内。合力作用于股骨头通过球中心部向下传向股骨距和股骨颈内侧皮质形成逆时针方向力矩, 产生使股骨头内倾的剪切力, 对骨折的稳定愈合产生不利因素。临床把固定材料对骨骼生理应力的分流现象称为固定材料对骨骼的应力遮挡效应<sup>[5]</sup>。该固定针与股骨颈压力小梁的方向不一致, 产生应力遮挡效应。应力遮挡效应使骨折愈合或骨痂生长缺乏应力刺激而使骨重建负平衡, 产生骨密度降低、骨结构紊乱、骨皮质和骨松质疏松<sup>[6]</sup>。改良组最外侧固定针支点在股骨头中心偏内侧压力骨小梁内。合力作用于股骨头通过球中心部向下传向股骨距和股骨颈内侧皮质形成顺时针方向力矩, 产生使股骨头外倾且垂直于骨折面的压缩力。简言之, 传统组固定针支点位于股骨头重心的外侧, 重力作用使股骨头内倒; 改良组固定针支点位于股骨头重心的内侧, 重力作用使股骨头外倒。改良组 3 枚针均位于股骨颈

最下方皮质骨内, 与股骨颈压力小梁的方向相近, 且该部位针道为“硬通道”, 不易切出。固定针光滑摩擦力小, 骨折近端很容易沿固定针滑动将剪力转化为挤压力, 大部分应力由股骨距和股骨颈内侧皮质承担。

改良组顺应股骨近端偏心结构所独有的解剖及生物力学特性。以 3 枚 4 mm 斯式针自股骨外侧皮质钻入斜向上贯穿股骨距和股骨颈内侧皮质, 针尖达股骨头软骨下骨实现三点固定, 固定牢稳。外展肌对恢复骨折在偏心负荷下的载荷能力和减少内固定装置承受的力, 吸收张力, 弯曲力矩和转化它们到压力是必要的。张力侧无固定针遮挡可保证外展肌在无阻力状态下发挥张力带作用, 使张力侧骨折面在动态加压下紧密接触而没有缝隙。尽管存在非常高的内加压应力, 骨骼在其接触面的稳定区域不发生吸收, 即证明维持加压便没有吸收。故股骨颈短缩不明显, 在此基础上, 重力和外展肌保持动态平衡, 术后早期负重行走可增大骨断端正压力, 加强稳定性; 而骨断端稳定是早期负重的必要条件, 二者互为因果, 良性循环。骨折断端因合力作用被加压而减少吸收进而保持稳定直至愈合。这与张英泽<sup>[7]</sup>的骨折顺势复位固定理论有相近之处。

改良组固定针与股骨近端的结构相互适应融为一体, 股骨近端的结构适应于其所承担的应力, 并符合以最少的材料获得最大承力结构的特点, 这一特性在股骨颈体现得尤为突出。股骨颈骨折后原有负重系统遭到破坏导致支点坍塌, 外展肌和重力之间的平衡被打破。所以股骨颈骨折固定的关键是支点的重建。改良组充分利用了股骨颈特殊的解剖和力学特性, 因势利导, 顺势而为, 3 枚针极内侧强斜行固定股骨颈内侧皮质重建内侧支撑, 重建后的支点上移, 最大限度地缩小股骨颈的悬梁力臂。固定针斜度大骨断端的挤压力将大于剪切力, 有助于维持稳定性。同时外展肌力臂达到最大值可以有效减少平衡重力所消耗的外展肌力。综上所述, 改良组固定针与股骨近端的结构相互适应共同构建复杂而合理完整的负重系统。

#### 3.2 股骨颈短缩的影响因素

股骨颈骨折术后股骨颈短缩现象较常见<sup>[8]</sup>, 股骨颈短缩对患者生活质量影响很大<sup>[9]</sup>。冯晓飞等<sup>[10]</sup>报道股骨颈短缩 $\geq 5$  mm 发生率为 55.5%,  $\geq 10$  mm 发生率为 33.6%,  $\geq 20$  mm 发生率为 6.4%; 发生股骨颈短缩的原因一方面是因为骨折端的嵌插和骨折愈合过程中骨质的吸收, 另一方面则是由于术中空心钉置入时滑动加压的关系, 此外术后患者过早负重下地也可能会造成股骨颈短缩。本组 121 例其中传统组治疗 27 例愈合病例中 19 例术后出现不同程度

的颈部短缩,短缩率高达 70.3%。多发生在高龄(女性>55 岁,男性>65 岁)严重骨质疏松和粉碎性骨折患者,主要原因与骨折固定的稳定性有关。传统组以股骨颈轴线为中心仅 1 枚针固定股骨距形成三点固定;另 2 枚针打在张力线下均只有 2 个支点,在股骨颈内悬空弯矩大,除支点外针道为“软通道”,钢针工作长度长,抗弯曲力弱。同时张力侧固定针与股骨头的合力方向不一致而出现应力分流现象,存在明显的应力遮挡效应。在骨折后期对骨折愈合与骨痂改建产生负面影响。导致骨折断端固定不稳定其后果是骨质坚硬者固定针折断;而骨质疏松者出现固定针切出。坚强的固定可防止产生骨折面吸收,微小的活动即可产生很高的应变,接触区高度应变会造成骨折面的吸收;而由于吸收可造成骨折端有一定的短缩,沿固定针滑动可以使骨折端连接并重获稳定。传统组骨折断端经历加压,不稳定,骨吸收,颈短缩;再加压的恶性循环直至愈合,最终出现颈部严重短缩的结果。改良组治疗 85 例愈合病例中 15 例出现颈部短缩现象,短缩率仅为 17.6%。也表明颈部短缩与骨折固定是否稳定有关。

股骨颈骨折理想的固定模式是弹性动力固定,早期牢稳固定钢针对抗剪切力,随着骨折的愈合进展,钢针的作用逐渐弱化递减至骨折完全愈合后亦随之完全消失,此时钢针呈非承载状态,股骨颈短缩进程终结。可以推论:股骨颈骨折术后发生颈部短缩是绝对的,不短缩是相对的,只是有时短缩很少,微乎其微难以发现而已。

粉碎性股骨颈骨折术后颈短缩发生率较高,粉碎性股骨颈骨折短缩程度还与粉碎骨块部位和大小有关。股骨颈后方存在粉碎性骨块者,造成颈后方空虚,缺乏支撑,股骨头存在后倒趋势,内固定易于失效。骨折后股骨颈的荷载分散能力丧失,需要依靠内固定器械的生物力学性能恢复其荷载能力<sup>[11]</sup>。笔者认为股骨距及股骨颈内侧皮质的支撑作用具有不可替代性,粉碎性股骨颈骨折股骨距不完整者,内侧缺损部位悬空,导致股骨头内倒甚至坍塌。改良组固定针都分布在皮质骨内把持力强不易切出。股骨头在合力作用下,可在固定针引导下平稳下沉逐渐实现断端缺损处无缝对接,实现“软着陆”,有效防止股骨头内倒坍塌。骨折断端所承受的应力主要由股骨颈内侧皮质骨承担,斯氏针主要起固定作用而非支撑作用。张力侧松质骨支撑力弱随之被压缩,其被压缩的长度与粉碎骨块的高度相等。而骨折端的稳定性与骨折断端接触面积直接相关,接触面积越大,骨的传导越好,越有利于骨折愈合。Alberts<sup>[12]</sup>通过体外试验测定出骨折内固定物只承受 25%的应力,而应力

的 75%由骨本身所承受。

### 3.3 与固定稳定有关的其他因素

为提高穿针的精准度,笔者设计制定了衡量穿针质量的标准,其定义是:经股骨颈内侧弧线做一切点位于骨折线上的切线并向上延长与最下 1 枚固定针相交的夹角,称为距针角,该角以 $<20^\circ$ 为宜。距针角越小固定针所受剪力越小,距针角增大固定针所受剪切力增大,且远离股骨距把持力弱稳定性差,钢针容易切出导致股骨头坍塌。股骨颈骨折手术除钢针布局外,骨折复位的质量对愈合影响很大,理想的复位结果是正位 X 线片上 Garden 指数为 $160^\circ\sim 175^\circ$ ; $<160^\circ$ 或远骨折段略向上移位,其内侧骨皮质没有托住近骨折端的内侧骨皮质为复位不足,这种位置不能够接受,内固定后易发生失败,应当予以调整。使用外固定架治疗儿童股骨颈骨折通常根据年龄及发育不同选用 3.0~3.5 骨圆针,因骨圆针光滑无螺纹,固定股骨颈时固定针可穿过骺线达股骨头软骨下骨。

### 3.4 股骨头坏死的影响因素

内固定器械在股骨头内所占的体积对股骨头的血运有一定的影响<sup>[13]</sup>。所以在保证内固定强度的前提下,尽量选用体积小的内固定物。在固定股骨头颈斯氏针粗细的选择上通过反复临床实践确定使用 4 mm 斯氏针(儿童选用 3.0~3.5 骨圆针)。过粗对股骨头颈损伤大且刚硬缺乏弹性,过细则稳定性差。通过计算,3 枚 4 mm 斯氏针截面积为 $37.68\text{ mm}^2$ ,而 3 枚 6.5 mm 空心螺纹钉截面积为 $99.51\text{ mm}^2$ ,且斯氏针对股骨头血运不产生切割,所以会减少股骨头坏死的发生率。股骨颈骨折术后股骨头坏死主要取决于血管损伤程度,本组病例多为血管损伤程度较重的头下型和头颈型,尽管选用对股骨头损伤较小的无螺纹斯氏针,仍有 14 例发生股骨头坏死,传统组 4 例和改良组 10 例。选用体积小的内固定物能减轻对股骨头血运的再损伤,而原始骨折对股骨头血运的破坏所产生的后果则无法避免,这与国内外一些学者的观点相一致。本组 14 例股骨头坏死病例大多症状较轻,关节间隙正常,功能良好能从事一般轻体力劳动,无一例要求行关节置换手术。

### 3.5 外固定架的缺点

骨外固定虽然具有手术时间短、创伤小、固定可靠、可调性等优点。但仍存在诸如针道感染、生活不便和膝关节僵直等固有的缺点<sup>[14]</sup>。外固定架针道感染是最常见、最突出的问题,其发病率各家报道不一,差别较大,有的甚至达到 80%<sup>[15]</sup>。这也是有些医生和患方对外固定治疗有抵触的主要原因。为避免和减轻这些并发症的发生,在临床治疗中采取了以

下措施:(1)术后及时消毒针眼更换敷料,1 周后去除辅料用半干 75%乙醇或碘伏棉签每日消毒针眼周围皮肤 2~3 次,直至针眼周围皮肤结痂干燥无渗出。(2)采用低速钻钻入至股骨头时改用锤击打入,针孔是由斯氏针挤压出来,减轻了钻入斯氏针时对骨造成热损伤,针与骨的固定更加牢固。改良组除最下 1 枚垂直固定股骨干选用 5.0 mm 螺纹半针外,其余 4 枚均选用 4.0 mm 富有弹性的普通斯氏针,钢针予弯后增大针骨界面的摩擦力,安装外固定架钢针被预弯锁紧后能始终维持一定的张力,斯氏针不易松动。而固定针松动就有可能导致针孔甚至深部感染。本组尽管有 21 例(传统组 6 例,改良组 15 例)针孔延迟愈合,经常规换药处理后均于 2 周内愈合,无一深部感染。(3)改良组将固定股骨干最下 1 枚 5 mm 螺纹半针换成 4 mm 斯氏针上调。固定针都集中在大腿中上段以内,减轻了对膝关节屈伸活动的影响,患侧下肢关节功能优良率明显高于传统组。

参考文献

[1] 王满宜,危杰. 股骨颈骨折临床研究的若干问题与新概念[J]. 中华创伤骨科杂志,2003,5:5-9.  
WANG MY,WEI J. Some problems and new concepts in clinical study of femoral neck fracture[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi,2003,5:5-9. Chinese.

[2] Kyla RF,Cobanele ME,Russell TA, et al. Fractures of the proximal part of the femur[J]. Instr Course Lect,1995,44:227-253.

[3] 刘安庆,王坤正,张开放,等. 单侧多功能外固定架治疗股骨颈骨折的生物力学测定及临床应用[J]. 中国骨伤,1997,10(5):7-9.  
LIU AQ,WANG KZ,ZHANG KF, et al. Biomechanical determination and clinical application of unilateral multifunctional external fixator for femoral neck fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,1997,10(5):7-9. Chinese with abstract in English.

[4] Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures:treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation[J]. J Bone Joint Surg Am,1969,51(4):737-755.

[5] 刘振东,范青宇. 应力遮挡效应—寻找丢失的钥匙[J]. 中华创伤骨科杂志,2002,4(1):62-63.  
LIU ZD,FAN QY. Stress occlusion effect—Finding lost key [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi,2002,4(1):62-63. Chinese.

[6] 王禹基,孙俊英. 表面置换和全髋关节置换股骨近段应力遮挡的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2008,23(3):183-185.

WANG YJ,SUN JY. Comparison of surface replacement and total hip replacement proximal femoral stress occlusion[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi,2008,23(3):183-185. Chinese.

[7] 张英泽. 骨折顺势复位固定理论在创伤骨科中的应用[J]. 中华创伤杂志,2017,33(7):577-580.  
ZHANG YZ. Application of homeopathic reduction and fixation theory in trauma orthopedics[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi,2017,33(7):577-580. Chinese.

[8] Sen RK,Tripathy SK,Goyal T, et al. Osteosynthesis of femoral-neck nonunion with angle blade plate and autogenous fibular graft[J]. Int Orthop,2012,36(4):827-832.

[9] Alves T,Neal JW,Weinhold PS, et al. Biomechanical comparison of 3 possible fixation strategies to resist femoral neck shortening after fracture[J]. Orthopedics,2010,33(4):233-237.

[10] 冯晓飞,余霄,庞清江. 股骨颈骨折内固定术后股骨颈短缩的临床特点[J]. 中华骨与关节外科杂志,2018,5(5):364-368.  
FENG XF,YU X,PANG QJ. Clinical features of femoral neck shortening after internal fixation of femoral neck fracture[J]. Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi,2018,5(5):364-368. Chinese.

[11] 侯吴仁,徐敏鸥. 动力髋螺钉加防旋螺钉与 3 枚空心螺钉治疗股骨颈粉碎性骨折的疗效比较[J]. 中国骨伤,2015,9(9):796-801.  
HOU WR,XU MO. Comparison of therapeutic effects of dynamic hip screw plus anti-rotating screw and 3 hollow screws on comminuted fracture of femoral neck[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2015,9(9):796-801. Chinese with abstract in English.

[12] Alberts KA. Prognostic accuracy of preoperative and postoperative scintimetry after femoral neck fracture[J]. Clin Orthop Relat Res,1990,(250):221-225.

[13] 杨喜珍,梅芳瑞. 股骨颈骨折内固定的生物力学研究[J]. 中国矫形外科杂志,1997,4(4):317.  
YANG XZ,MEI FR. Biomechanical study on internal fixation of femoral neck fractures[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi,1997,4(4):317. Chinese.

[14] Paley D. Problems,abstaciec,and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique[J]. Clin Orthop Relat Res,1990,(250):81-104.

[15] 王希鹏,王铭春. 外固定架治疗长骨骨折术后并发症的原因及防治[J]. 实用手外科杂志,2003,3(1):52.  
WANG XP,WANG MC. Causes and prevention and treatment of postoperative complications of long bone fracture with external fixation frame[J]. Shi Yong Shou Wai Ke Za Zhi,2003,3(1):52. Chinese.

(收稿日期:2020-10-20 本文编辑:王玉蔓)