

- reamed intramedullary nails in treating Gustilo-Anderson type I, II and III-A open tibial shaft fractures[J]. *Injury*, 2018, 49(4): 866-870.
- [20] Young K, Aquilina A, Chesser TJS, et al. Open tibial fractures in major trauma centres: A national prospective cohort study of current practice[J]. *Injury*, 2019, 50(2): 497-502.
- [21] Court-Brown CM, McQueen MM, Quaba AA, et al. Locked intramedullary nailing of open tibial fractures[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1991, 73(6): 959-964.
- [22] Griffin M, Malahias M, Khan W, et al. Update on the management of open lower limb fractures[J]. *Open Orthop J*, 2012, 6: 571-577.
- [23] Bong MR, Kummer FJ, Koval KJ, et al. Intramedullary nailing of the lower extremity: biomechanics and biology[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2007, 15(2): 97-106.
- [24] Wang JQ, Chen ZX, Guo WJ, et al. Comparison of plate and intramedullary nail fixation of extra-articular tibial fractures: A retrospective study exploring hidden blood loss[J]. *Injury*, 2018, 50(2): 546-550.
- [25] Meena RC, Meena UK, Gupta GL, et al. Intramedullary nailing versus proximal plating in the management of closed extra-articular proximal tibial fracture: a randomized controlled trial[J]. *J Orthop Traumatol*, 2015, 16(3): 203-208.
- [26] Lindvall E, Sanders R, Dipasquale T, et al. Intramedullary nailing versus percutaneous locked plating of extra-articular proximal tibial fractures: comparison of 56 cases[J]. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(7): 485-492.
- [27] 李曾, 常晓, 王英杰, 等. 骨质疏松性骨折手术患者住院费用统计分析[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2019, 12(10): 786-790.
- LI Z, CHANG X, WANG YJ, et al. Statistical analysis on hospitalization expenses of patients with osteoporotic fracture undergoing surgery[J]. *Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi*, 2019, 12(10): 786-790. Chinese.
- [28] Adams CI, Keating JF, Court-Brown CM. Cigarette smoking and open tibial fractures[J]. *Injury*, 2001, 32(1): 61-65.
- [29] Parker B, Petrou S, Masters JPM, et al. Economic outcomes associated with deep surgical site infection in patients with an open fracture of the lower limb[J]. *Bone Joint J*, 2018, 100(11): 1506-1510.
- [30] Southam BR, Archdeacon MT. "Iatrogenic" segmental defect: how I debride high-energy open tibial fractures[J]. *J Orthop Trauma*, 2017, 31(Suppl 5): S9-S15.
- [31] Cheng H, Chen BP, Soleas IM, et al. Prolonged operative duration increases risk of surgical site infections: a systematic review[J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2017, 18(6): 722-735.
- [32] Patzakis MJ, Bains RS, Lee J, et al. Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, to combination antibiotic therapy in open fracture wounds[J]. *J Orthop Trauma*, 2000, 14(8): 529-533.
- [33] Shah A, Stanworth SJ, Docherty AB. Restrictive blood transfusion is less really more[J]. *Anaesthesia*, 2020, 75(4): 433-437.
- [34] Neumann PJ, Sanders GD. Cost-effectiveness analysis 2.0[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(3): 203-205.
- [35] Federer AE, Mather RC, 3rd, Ramsey ML, et al. Cost-effectiveness analysis of total elbow arthroplasty versus open reduction-internal fixation for distal humeral fractures[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2019, 28(1): 102-111.
- (收稿日期: 2021-03-24 本文编辑: 李宜)

基于 Mimics 软件下一种可调式数字化空心钉导向器的研制验证和临床初步运用

王峰^{1,2}, 徐晓峰², 黄永辉², 张庆², 张广程², 李月峰³, 周志强⁴, 蒋青¹

(1. 南京医科大学鼓楼临床医学院运动医学与成人重建外科, 江苏 南京 210000; 2. 江苏大学附属医院骨科, 江苏 镇江 212001; 3. 江苏大学附属医院影像科, 江苏 镇江 212001; 4. 江苏大学医学院解剖教研室, 江苏 镇江 212001)

【摘要】 目的: 评价自行设计的可调式空心钉导向器的有效性, 为临床治疗经颈型股骨颈骨折加压空心钉倒三角排列提供了有效的辅助工具。方法: 先用 Solidworks 软件画出该器械的草图, 生产后获得实体产品。利用 Mimics 软件获取数据结合该导向器首先在 22 具尸体骨上使用, 22 具干燥尸体骨, 男 12 例, 女 10 例。接着通过 X 线片评价导针的分布, 分别用不同的方式测量股骨头的解剖大小和螺钉距离, 并进行统计学比较。自 2018 年 1 月至 2020 年 6 月选取股骨颈骨折患者 45 例, 根据是否用该器械分为新式导向器组(22 例)和徒手置钉组(23 例), 记录并比较两组患者临床资料和手术情况。结果: X 线测量、三维和实体测量解剖数据结果差异无统计学意义($P > 0.05$), 实体测量和三维测量

基金项目: 江苏大学 2021 年度教育教学改革与研究课题(临床医学专项)(编号: JLY2021208); 江苏大学 2019 年度高等教育教改研究课题(编号: 2019JGYB085)

Fund program: Education and Teaching Reform and Research Project of Jiangsu University in 2021 (Clinical Medicine) (No. JLY2021208)

通讯作者: 蒋青 E-mail: qingj@nju.edu.cn

Corresponding author: JIANG Qing E-mail: qingj@nju.edu.cn

螺钉距离比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。螺钉间距离进针点设计为等腰三角形($r=0.992\ 8, P<0.000\ 1$),但由于股骨前倾角和扭转角的存在,在股骨颈内为近似等腰三角形($r=0.824\ 1, P<0.000\ 1$)。两组患者获得平均 2 年随访,新式导向器组与徒手置钉组透视次数、穿刺次数比较,差异无统计学意义($P>0.05$),螺钉平行度更好,手术时间更短,差异有统计学意义($P<0.05$)。但两组患者最终的 Harris 评分以及并发症的发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:自制股骨颈空心钉导向器结合 Mimics 软件的术前规划有利于空心钉的倒三角排列的置入,但在后期大规模使用过程中仍需不断改良和随访。

【关键词】 股骨颈骨折; 尸体; 软件

中图分类号:R608

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.06.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Development and clinical application of an adjustable digital cannulated nail guide based on Mimics software WANG Feng, XU Xiao-feng, HUANG Yong-hui, ZHANG Qing, ZHANG Guang-cheng, LI Yue-feng, ZHOU Zhi-qiang, and JIANG Qing*. *Division of Sports Medicine and Adult Reconstructive Surgery, the Affiliated Drum Tower Clinical Medical College of Nanjing Medical University, Nanjing 210000, Jiangsu, China

ABSTRACT Objective: To evaluate effectiveness of self-designed adjustable cannulated screw guide, and to provide an effective auxiliary tool for inverted triangular arrangement of compression cannulated screws in clinical treatment for transcervical femoral neck fractures. **Methods:** The sketch of instrument was drawn with Solidworks software, and physical product was obtained after production. The data were obtained by Mimics software. Combined with the guide, it was first used on 22 cadaveric bones, 22 dry cadaveric bones, including 12 males and 10 females. Then the distribution of guide pins was evaluated by X-ray film. The anatomical size and screw distance of femoral head and neck were measured in different ways, and statistically compared. From January 2018 to June 2020, 45 hospitalized patients with femoral neck fracture were selected and divided into new guide group (22 patients) and free hand nail group (23 patients) according to whether the instrument was used or not. The clinical data and operation conditions between two groups were recorded and compared. **Results:** The anatomical data of X-ray, three-dimensional and physical measurement were basically the same, while had no difference ($P>0.05$). There was no significant difference between physical measurement and three-dimensional measurement ($P>0.05$). The distance between screws and needle entry point was designed as an isosceles triangle ($r=0.992\ 8, P<0.000\ 1$), but due to the existence of femoral anteversion and torsion angle, it was an approximate isosceles triangle in the femoral neck ($r=0.824\ 1, P<0.000\ 1$). The patients between two groups were followed up for an average of 2 years. There was no significant difference in the number of fluoroscopy and puncture between new guide group and free hand nail group ($P>0.05$). The screw parallelism was better and operation time was shorter which had statistically difference ($P<0.05$). However, there was no significant difference in final Harris score and incidence of complications between two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** Self-made femoral neck cannulated screw guide combined with preoperative planning of Mimics software is conducive to placement of inverted triangular arrangement of cannulated screws, but it still needs to be improved and followed up in the later large-scale use.

KEYWORDS Femoral neck fractures; Cadaver; Software

股骨颈骨折(fracture of femoral neck, FFN)^[1]常采用闭合复位后 3 枚空心加压螺钉^[2](cannulated compression screws, CCS)治疗,经过前期的计算机有限元模型分析已经证实倒三角构型的稳定性最佳,临床应追求倒三角形的空心钉置入。而临床往往用到的是固定式的导向器,无法调节,也无法精确置钉。随着影像学及计算机技术的发展^[3],笔者在使用 Mimics 软件的基础上自主设计了一种可调式的倒三角形空心钉导向器(专利号:CN201920852572.0),结构简单,使用方便,价格低廉,已获批准实用新型专利。在尸体骨上验证了可行性和有效性,同时自 2018 年 1 月至 2020 年 6 月临床进行了运用,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

1.1.1 试验标本 基础试验选取江苏大学医学院

解剖教研室提供的 22 具干燥尸体骨,男 12 例,女 10 例。排除髋部解剖异常的尸体骨。

1.1.2 病例选择 临床试验纳入标准:(1)外伤性股骨颈骨折的患者。(2)全身情况可耐受手术。(3)患者同意接受内固定治疗。排除标准:(1)有全身感染性活动灶。(2)有精神障碍不能耐受手术。(3)近 3 个月有心肌梗死和脑梗死病史。

1.1.3 临床资料与分组 回顾性研究 2018 年 1 月至 2020 年 6 月治疗的 45 例股骨颈骨折的患者,按照是否同意使用自制导向器分为新式导向器组(22 例)和徒手置钉组(23 例)。两组患者性别、年龄、受伤原因、Garden^[4]分型等基线资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。所有患者术前知晓并签订知情同意书。本研究通过江苏大学附属医院伦理委员会批准(批号:KY2021K0809)。

表 1 两组股骨颈骨折患者术前基线资料比较

Tab.1 Comparison of general data of patients with transcervical femoral neck fractures between two groups

组别	例数	性别(例)		年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	受伤原因(例)			Garden 分型(例)			
		男	女		摔伤	车祸伤	高处坠落伤	I 型	II 型	III 型	IV 型
新式导向器组	22	10	12	41.55±8.34	7	10	5	7	7	6	2
徒手置钉组	23	10	13	42.35±8.75	12	9	2	6	9	4	4
检验值		$\chi^2=0.0178$		$t=0.3137$		$\chi^2=2.633$			$\chi^2=0.0123$		
P 值		0.8939		0.7553		>0.268			0.9117		

1.2 研究材料和方法

1.2.1 计算机画图 首先在高性能计算机上用 Solidworks 软件画出导向器,经过拉伸、画孔等多个命令,生成该导向器。该导向器组成结构上包括 2 个相互平行的面板,由 4 个活动式关节连接,8 枚可旋紧式螺母。2 个“U”形滑槽,3 个导向孔。此导向器规格为底座 40 mm×90 mm,上座 40 mm×60 mm;臂长均为 30 mm;导向孔内径为 3 mm,外径为 8 mm;横滑槽为 25 mm,纵滑槽为 30 mm。导向孔可以在滑槽上自由滑动,确保 3 个导向孔持续保持为倒等腰三角形构型(见图 1)。

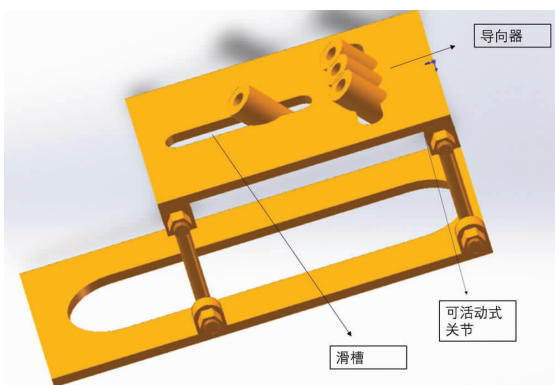


图 1 Solidworks 软件中股骨颈空心钉导向器的示意图
Fig.1 Schematic diagram of femoral neck hollow nail guide in Solidworks

1.2.2 图纸产品化 将该导向器工程设计图交给镇江中浩器械有限公司,由其委托厂家生产,生产出成品导向器材质为不锈钢材质,不生锈,无磁性,质量为 20 g,可反复低温等离子消毒。且体积小,方便携带。关节可拧紧螺丝后固定,利用滑槽可以微调导针的方向和距离,精确度为 1 mm。见图 2。

1.2.3 使用步骤 (1)尸体骨和患者均进行薄层螺旋 CT(德国,西门子)扫描,将原始资料存在一个文件夹里,使用 Mimics 21.0 软件导入髋关节 CT 资料,利用阈值分割法和区域增长技术生成股骨颈模型,再通过光顺模型命令去除毛刺。区域增长技术去除空洞。先利用软件中自带的“measure”模块中“angle”

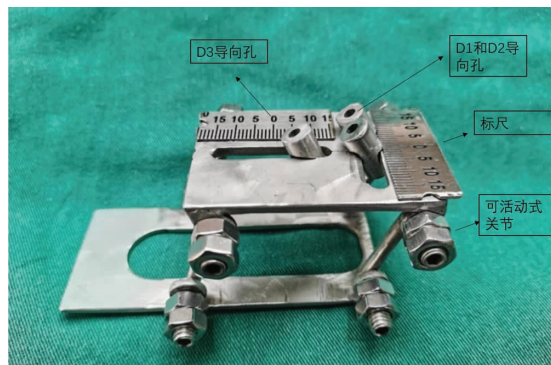


图 2 导向器的实物图 D1:导向孔 1;D2:导向孔 2;D3:导向孔 3
Fig.2 Physical drawing of guide device D1:Guide hole 1;D2:Guide hole 2;D3:Guide hole 3

命令测量颈干角(neck shaft angle,NSA):用鼠标分别标记股骨颈的纵轴和股骨干的长轴,2 条线所形成的角就是颈干角(见图 3)。再利用“cylinder”圆柱命令生成 3 个圆柱体,直径为 4.5 mm,模拟半螺纹加压空心钉。用鼠标控制空心钉头尾,置入股骨颈内侧,多角度观察确保空心钉完全在股骨颈内,长短合适,没有切出股骨颈。再利用“distance”命令,立体测量 3 个穿刺中心点之间的距离(见图 3)。预先在该导向器上预调制好关节角度及 D1D2,D1D3,D2D3 距离。

(2)将该导向器悬空置于股骨外侧面(模拟贴于大腿外侧皮肤表面),首先微调并控制 D3 套筒,置入 1 枚导针,透视确认导针的位置合理。再根据计算机计算出的 D1D3 距离,置入 D2 导针,最后根据计算机计算出的 D1D2 距离置入最后 D1 导针。见图 4。

1.3 尸体骨观察指标

分别用游标卡尺(美耐特,上海)测量股骨头直径,股骨颈正位高度,侧位宽度,精确度为 0.1 mm。在放射科使用摄片机(飞利浦,荷兰)摄片观察导针的位置(图 5)。曝光条件为 55 kV,5.00 mAs,7.99 ms。用系统自带测量软件测量股骨头直径,股骨颈正位高度和侧位宽度。用 Mimics 软件测量三维模型相应的解剖数值,精确度为 0.01 mm。最后利用摆锯将股骨头锯开,观察 3 枚导针在股骨颈截面中的位置。分

别记录 D1,D2,D3 之间的在股骨皮质外和股骨颈内的距离,分别表示为 D1D2,D1D3,D2D3,d1d2,d1d3,d2d3(图 6),精确度为 0.01 mm。

1.4 临床使用步骤

1.4.1 徒手置钉组 首先牵引解除断端嵌插、外展后逐步增加牵引力量,然后内收、内旋下肢,通常需内收 40°~45°,正侧位均达到解剖复位后再行内固定治疗,必要时使用骨钩和骨膜剥离器辅助复位。首先在患者身上标记出股骨大转子的体表投影,耻骨联合和髌前上棘的体表投影,选取髌骨联合和髌前上棘连线的中点,沿着股骨头颈部中轴线画直线,遵循“贴边,分散,平行”的固定原则。徒手打入 3 枚近似倒三角导针。最后尖刀破皮,用直径为 7 mm 的空心钻钻通股骨一侧皮质,顺着导针拧入 3 枚空心钉。

1.4.2 新式导向器组 复位方法同徒手置钉组。首先在患者身上标记出股骨大转子,耻骨联合和髌前上棘的体表投影。选取髌骨联合和髌前上棘连线的

中点,沿着股骨头颈部中轴线画直线,根据术前在 Mimics 软件中测量的颈干角调置导向器的关节并拧紧。将调制好的股骨颈空心钉导向器底座贴紧大腿软组织外侧面。根据术前制订的计划,先通过导向孔 3 打入 1 枚导针(D3),首枚导针很关键,先多个角度透视满意再进行下一步操作。再根据术前在 Mimics 软件中测量的导向孔之间距离(D1D2,D2D3,D1D3),调整导向孔 3、2 之间的距离并手工锁定。接着打入第 2 枚导针(D2)。再调整导向孔 1 的距离,最后打入第 3 枚导针(D1),长度均顶至软骨下骨。最后尖刀破皮,直径为 7 mm 的空心钻钻通股骨一侧皮质,用测量器测量长度,减去 3 mm 预留作为加压时骨折端轻度的压缩长度。顺着导针拧入 3 枚空心钉,先不加压,最后一起加压起到同步加压的作用。两组患者均透视观察正侧位髋关节螺钉长度和分布,确定螺钉长短合适及分布合理后再缝合穿刺口(图 7)。

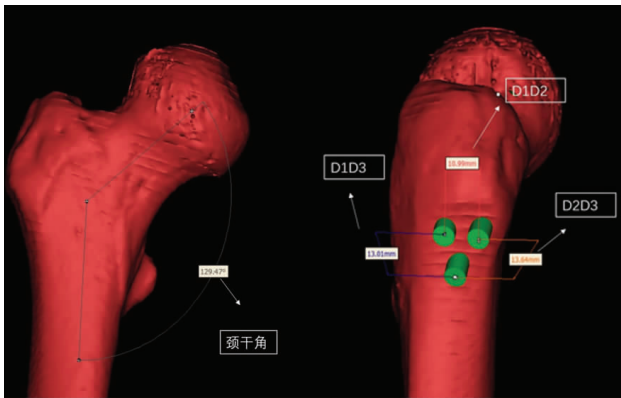


图 3 Mimics 软件中螺钉的预置入和数据测量 (颈干角和螺钉距离的测量)

Fig.3 Screw preplacement and data measurement in Mimics software (measurement of cervical stem angle and screw distance)

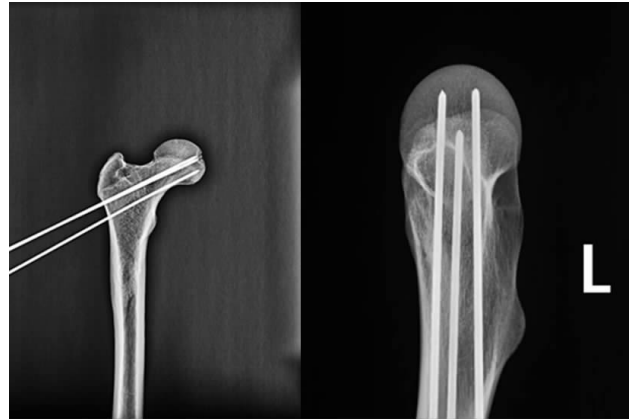


图 5 尸体骨的倒三角倒针置入的正侧位 X 线片

Fig.5 AP and lateral X-rays of cadaver bone with inverted triangular needle placement

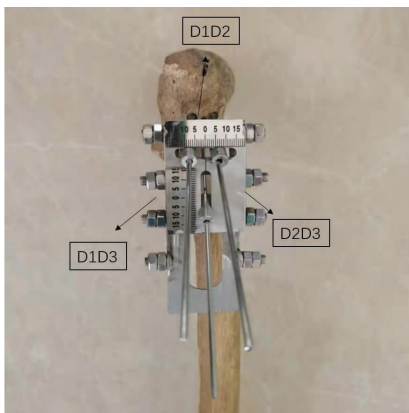


图 4 导向器在尸体骨上应用的大体图

Fig.4 General view of guide applied to cadaver bones

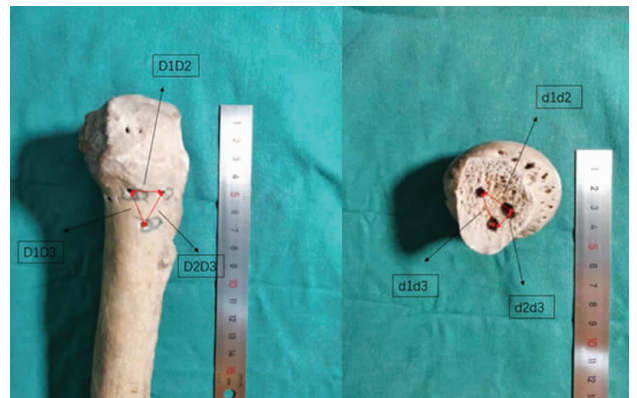


图 6 尸体骨测量图 (进针点和股骨颈截面测量图 D1D2,D2D3,D1D3,d1d2,d2d3,d1d3)

Fig.6 Measurement chart of cadaver bone (measurement chart of entry point and femoral neck section D1D2,D2D3,D1D3,d1d2,d2d3,d1d3)



图 7 导向器的术中使用步骤图
7a. 置入 D3 和 D2 7b. 置入 D1
Fig.7 Intraoperative use of guides
7a. D3 and D2 placement 7b. D1 placement

1.5 临床观察项目与方法

正位和侧位 X 线片观察导针的分布,记录两组患者手术时间,透视次数,穿刺次数,导针平行度及并发症等。手术时间指开始手术操作到最后 1 枚螺钉置入的时间。透视次数指术中实际发生的透视次数。穿刺次数指术中导针穿入股骨外侧皮质的次数,包括重复穿刺次数。导针平行度指 3 枚导针交叉形成的角度,平行度越高,角度越小。采用 Harris^[5]评分从疼痛(44 分)、功能(46 分)、畸形(5 分)、活动范围(5 分)4 方面进行临床疗效评价。满分 100 分。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件及 GraphPad Prism8.0 软件进行统计学分析。定量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间采用独立样本 *t* 检验;3 组比较采用方差分析。定性资料组间比较采用卡方检验。两个变量间相关性分析采用 Pearson 相关性分析; $r<0.3$ 为弱相关, r 在 0.3~0.8 之间为中等相关, $r>0.8$ 为强相关。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 尸体骨 X 线、实体和三维测量比较

X 线、三维和实体测量股骨头半径、股骨颈宽度结果比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。实体测量和三维测量螺钉间距比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。螺钉间距离进针点设计为等腰三角形, D_1D_3 和 D_2D_3 呈强相关($r=0.9928, P<0.0001$),但由于股骨前倾角和扭转角的存在,在股骨颈内为近似等腰三角形, d_1d_3 和 d_2d_3 呈强相关($r=0.8241, P<0.0001$)。见图 8。

2.2 新式导向器组和徒手置钉组术后结果比较

新式导向器组和徒手置钉组患者均获得 2 年随访,两组透视次数、穿刺次数比较,差异无统计学意义($P>0.05$),螺钉平行度更好,手术时间更短,差异有统计学意义($P<0.05$,见表 4)。但两组患者随访 2 年的 Harris 评分以及并发症发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5-6。

3 讨论

3.1 X 线与三维测量的优势

本研究比较提示随着摄片的标准化,计算机性

表 2 尸体标本 22 具股骨解剖指标不同测量方式结果比较 ($\bar{x}\pm s, mm$)

Tab.2 Comparison of different measurement methods of anatomical size of cadaver bone in 22 specimen ($\bar{x}\pm s, mm$)

测量方式	例数	股骨头半径	股骨颈宽度 (正位)	股骨颈宽度 (侧位)
实体测量	22	38.32±2.34	32.24±2.55	27.01±1.80
X 线测量	22	38.21±2.44	32.34±2.54	27.02±1.82
三维测量	22	37.53±2.56	32.24±2.77	27.02±1.85
<i>F</i> 值		0.672 0	0.838 5	0.000 2
<i>P</i> 值		0.879 4	0.437 1	0.999 8

表 3 尸体标本 22 具实体测量和三维测量螺钉距离比较 ($\bar{x}\pm s, mm$)

Tab.3 Distance between body and computer screw of 22 specimen ($\bar{x}\pm s, mm$)

测量方式	例数	螺钉间距 D1D2	螺钉间距 D2D3	螺钉间距 D1D3
实体测量	22	10.40±0.69	13.19±1.81	13.23±1.86
三维测量	22	10.41±0.68	13.20±1.80	13.23±1.85
<i>t</i> 值		0.048 4	0.018 4	0.000 4
<i>P</i> 值		0.961 6	0.985 4	0.999 7

能提高,DR 技术的进展,一定程度上降低了 X 线的误差。但三维测量精准度更高,这也是和大多数学者观念一致^[6-7]。但三维资料获取费用高,周期长。

3.2 自制可调式的空心钉导向器结合 Mimics 软件进行术前规划的优势

对于经颈型骨折,术中需要尽可能打入倒三角形的空心钉布局。已经从前期的计算机有限元研究上证实能够提高骨折端的稳定性,一定程度上降低股骨头坏死和骨折不愈合率的发生率。该自行设计导向器导向器一次生产,可反复低温等离子消毒,成本低,且便于携带。Mimics 软件可以有效准确进行术前规划,术前得到 3 枚空心钉的空间关系。与其他固定式的导向器^[7]相比,没有其他控制股骨头旋转的组件,没有损伤股骨头血供的风险,结构简单,而且可以根据患者解剖特征进行术前调节,使用更为便

表 4 两组股骨颈骨折患者术中情况比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.4 Comparison of intraoperative conditions of patients with transcervical femoral neck fractures between two groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	透视次数(次)	穿刺次数(次)	螺钉平行度(°)	手术时间(min)
新式导向器组	22	6.31±2.21	5.25±2.32	2.35±2.11	40.52±3.55
徒手置钉组	23	7.25±3.43	6.25±2.31	5.34±2.32	54.75±5.60
t 值		1.087	1.449	4.517	10.127
P 值		0.283	0.155	0.000	0.000

表 5 两组股骨颈骨折患者术后 2 年 Harris 评分对比 ($\bar{x} \pm s$, 分)

Tab.5 Comparison of postoperative Harris scores at 2 years of patients with transcervical femoral neck fractures between two groups ($\bar{x} \pm s$, score)

组别	例数	疼痛	功能	畸形	活动范围	总分
新式导向器组	22	40.32±4.41	35.21±8.32	3.35±2.12	4.02±1.43	82.32±8.42
徒手置钉组	23	39.82±3.92	33.42±5.41	4.34±2.34	4.17±1.32	80.47±7.24
t 值		0.402	0.859	1.485	0.366	0.791
P 值		0.689	0.395	0.145	0.7163	0.433

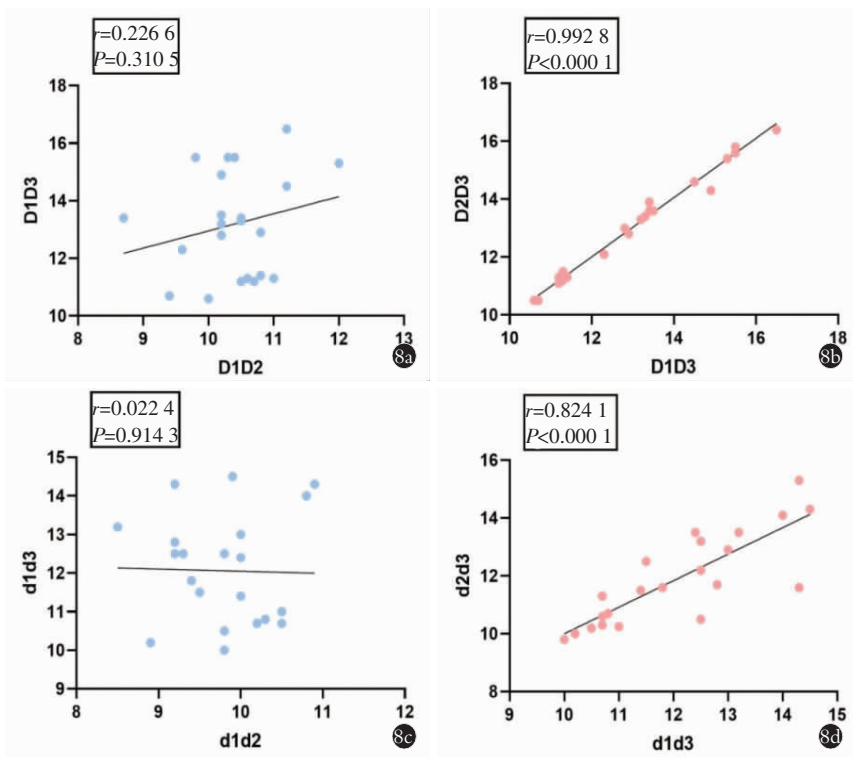


图 8 D1D2 和 D1D3, D1D3 和 D2D3, d1d2 和 d1d3, d1d3 和 d2d3 的 Pearson 相关系数图

Fig.8 Pearson correlation coefficients of D1D2 and D1D3, D1D3 and D2D3, D1D2 and D1D3, and D1D3 and D2D3

向器, 与传统徒手置钉相比, 有利于在术前获得置钉间距, 导向器也起到相对精确且稳定的引导作用, 有利于提高倒三角布钉的准确性。正确、规范、有序的操作能够减少穿刺和透视次数, 降低手术时间, 增加骨折端的稳定性, 从而降低股骨颈骨折术后股骨头坏死和骨折不愈合概率。并且该导向器制造成本和使用费用低, 与国外报道的昂贵的三维导航系统^[8]以及国内报道的 3D 快速成形导板^[9]相比, 具有体积小、费用低、便于携带、可反复使用、使用简便的优点, 而且没有增加术前等待时间和增加患者额外医疗费用。与临床上常用的 AO 导向器相比, 该导向器为经皮固定, 创伤小于常规小切口, 分别为 <1 cm 的 3 处切口, 更美观, 理论上感染率更低。

3.3 尸体骨和临床使用的差异

捷迅速。但术前规划和术中透视存在一定差异, 笔者考虑可能跟计算机模型的理想化有关, 而且干燥尸体骨由于洗涤、干燥、长期风化, 表面会出现骨质丢失, 这 2 个因素对结果有一定的影响。早期经验不足也在一定程度上影响了置钉的准确性。笔者认为完善术前规划, 利用计算机辅助设计结合本空心钉导

尸体骨上可以在用标记笔划线, 以及不同角度上观察, 利于首枚导针的置入。但在实际手术中, 由于有强壮的骨外侧肌肉遮挡, 以及部分肥胖患者, 骨性标志难以摸清, 首枚导针的置入需要相应调整以及根据术者经验的累积才能准确置钉。一旦首枚导针满意, 接下来的 2 枚倒针可以参

表 6 两组股骨颈骨折患者并发症发生比较(例)
Tab.6 Comparison of complications of patients with transcervical femoral neck fractures between two groups (case)

组别	例数	深部感染	骨折不愈合	股骨头坏死	深静脉血栓	总发生例数
新式导向器组	22	0	2	3	1	6
徒手置钉组	23	0	1	2	2	5
χ^2 值						0.121 2
P 值						0.727 7

照第 1 枚倒针的方向和深度,最终获得“平行,倒三角,贴边,分散”等效果。

3.4 股骨颈截面的应用解剖

股骨颈截面^[10]是个特殊的解剖结构,从形态学上来看大致为椭圆形^[11],略小于 X 线上大小。椭圆的长轴向前旋转与股骨近端冠状面形成的夹角为股骨颈扭转角,文献报道其参考值约为 20°。提示股骨颈和股骨近端长轴不在一个轴线上,在置钉时需要注意这个角度。对于股骨颈前倾角,这是完全不同的 2 个角度参数,扭转角一般教前倾角度大,前倾角是线与面的夹角,扭转角是面与面的夹角。在置钉时需要注意该解剖角。

3.5 本研究不足与展望

本研究临床样本量偏少,在以后的研究中继续增加临床样本量和随访时间,观察该项技术产生的远期疗效,以及设计随机对照试验来体现试验的严谨性。同时不断优化导向器的设计和做工,提高研究的可信度,与现在主流的计算机导航及 3D 打印导板^[11-13]相比,还是存在精准性不够、无法一次置钉、需要调节等缺点。

综上所述,通过自行设计的空心钉导向器结合术前规划有利于空心钉以倒三角构型置入,具有提高螺钉平行度、缩短手术时间、费用低等优点,但样本量仍需扩大,在以后的临床使用过程中仍需要进一步改良和随访。

参考文献

[1] 邱贵兴,裴福兴,胡俊明,等.中国骨质疏松性骨折诊疗指南(骨质疏松性骨折诊断及治疗原则)[J].中华骨与关节外科杂志,2015,8(5):371-374.
 QIU GX, PEI FX, HU ZM, et al. Chinese guidelines for the diagnosis and treatment of osteoporotic fractures (principles of diagnosis and treatment of osteoporotic fractures)[J]. Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi, 2015, 8(5): 371-374. Chinese.

[2] Henderson MS. Internal fixation for recent fractures of the neck of the femur[J]. Ann Surg, 1938, 107(1): 132-142.
 [3] 王军强,樊瑜波.计算机辅助骨科手术技术将改善股骨颈骨折治疗[J].中国骨伤,2018,31(2):99-102.
 WANG JQ, FAN YB. Results of treatment for femoral neck fracture will be improved by computer assisted orthopaedic surgery[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(2): 99-102. Chinese with abstract in English.
 [4] Garden RS. Reduction and fixation of subcapital fractures of the femur[J]. Orthop Clin North Am, 1974, 5(4): 683-712.
 [5] Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures; treatment by moldarthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation[J]. J Bone Joint Surg Am, 1969, 51(4): 737-755.
 [6] Carmona M, Tzioupis C, LiArno S, et al. Upper femur anatomy depends on age and gender; a three-dimensional computed tomography comparative bone morphometric analysis of 628 healthy patients' hips[J]. J Arthroplasty, 2019, 34(10): 2487-2493.
 [7] 袁剑锋,朱求亮.股骨颈截面导向器的设计及应用[J].中国骨伤,2019,32(9):861-865.
 YUAN JF, ZHU QL. Design and application of guide device for femoral neck section[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(9): 861-865. Chinese with abstract in English.
 [8] Mayman D, Vasarhelyi EM, Long W, et al. Computer-assisted guidewire insertion for hip fracture fixation[J]. J Orthop Trauma, 2005, 19(9): 610-615.
 [9] 王玺喆,韩小平,张杰,等.3D导板在骨科手术中的应用与发展[J].实用骨科杂志,2021,27(8):728-731.
 WANG XZ, HAN XP, ZHANG J, et al. Application and development of 3D guide in orthopedic surgery[J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi, 2021, 27(8): 728-731. Chinese.
 [10] 朱求亮,袁剑锋,赵立来,等. CT 三维重建区分股骨颈扭转角与前倾角[J].中国骨伤,2012,25(10):831-833.
 ZHU QL, YUAN JF, ZHAO LL, et al. Discerning the femoral neck anteversion (FNA) from the torsion angle on 3D CT[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(10): 831-833. Chinese with abstract in English.
 [11] 丁悦,罗剑锋,王臻,等.个性化 3D 打印导向器空心钉固定股骨颈骨折[J].中国矫形外科杂志,2020,28(24):2213-2217.
 DING Y, LUO JF, WANG Z, et al. Fixation of femoral neck fracture with 3D printed guide hollow nail[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2020, 28(24): 2213-2217. Chinese.
 [12] Kumar A, Kumar M, Arora R, et al. Radiographic quantification of safe zones for screw placement in the femoral neck; a computed tomography-based analysis[J]. J Orthop Trauma, 2021, 35(3): 136-142.
 [13] Casari FA, Roner S, Fürnstahl S, et al. Computer-assisted open reduction internal fixation of intraarticular radius fractures navigated with patient-specific instrumentation, a prospective case series[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2021, 141(8): 1425-1432.

(收稿日期:2022-02-20 本文编辑:王玉蔓)