

## 数字骨科三维可视化技术在股骨转子间骨折复位内固定中的应用

<https://doi.org/10.12307/2021.085>

王一寒, 李杨, 张玲, 张睿, 徐瑞达, 韩晓峰, 程光齐, 王伟力

投稿日期: 2020-09-05

送审日期: 2020-09-08

采用日期: 2020-10-30

在线日期: 2021-01-20

中图分类号:

R459.9; R318; R687

文章编号:

2095-4344(2021)24-03816-05

文献标识码: A

## 文章快速阅读:

## 文章特点一

△目前对股骨转子间骨折的治疗大多依据术前X射线平片与CT进行手术, 缺乏个性化、精准的术前规划方案;

△通过数字骨科三维可视化技术明确复杂股骨转子间骨折移位情况, 实现术前模拟复位、固定, 从而为术中复杂股骨转子间骨折复位固定提供思路与方法。

## 股骨转子间骨折



股骨近端防旋髓内钉

## 结论:

复杂股骨转子间骨折术前通过Mimics软件进行三维重建模拟复位固定, 有助于全面了解骨折移位情况, 详细指导术中骨折复位与内固定物的选择, 从而缩短手术时间, 减少术中出血量, 提高复位质量。

## 文题释义:

**股骨转子间骨折复位质量:** 根据张世民教授提出的股骨转子间骨折复位质量评分进行评估。对线: ①X射线正位片: 正常或轻度外翻的颈干角; ②X射线侧位片: 小于20°的成角。对位: ①X射线正位片: 中性或正性内侧皮质支撑; ②X射线侧位片: 平齐的前侧皮质接触。满足1个记为1分, 复位质量根据得分分为优(4分)、中(3/2分)、差(1/0分)3个等级。

## 摘要

**背景:** 对于复杂的股骨转子间骨折复位缺乏有效的术前规划方法, 导致手术时间延长, 手术难度增加。同时数字骨科三维可视化技术在股骨转子间骨折手术中应用的优势缺乏临床验证。

**目的:** 通过数字骨科三维可视化技术明确复杂股骨转子间骨折的移位情况, 实现术前模拟复位固定, 从而为术中复杂股骨转子间骨折复位以及固定提供思路与方法。

**方法:** 选择2019年1月至2020年1月上海交通大学医学院附属仁济医院收治的复杂股骨转子间骨折患者(AO分型A2与A3型), 按照患者入院的先后顺序分为三维重建模拟组与对照组。按照就诊入院程序, 所有患者均实施患侧髋关节正侧位X射线平片检查、患侧髋关节CT扫描检查。三维重建模拟组患者通过Mimics 17.0软件实现三维重建, 然后对粉碎的骨折块进行模拟复位内固定; 对照组仅根据术前影像学检查进行内固定治疗。收集有关数据比较两组患者在手术时间、术中出血量、髋关节复位质量评分以及随访时髋关节功能等方面的差异。

**结果与结论:** ①与对照组相比, 三维重建模拟组患者手术时间明显缩短, 术中出血量明显减少, 两组之间差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); ②骨折复位质量评分方面, 三维重建模拟组患者术后复位质量评分优良率96%显著高于对照组82%, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); ③三维重建模拟组患者术后6个月髋关节功能评分为(95.7±5.8)分, 显著高于对照组(82.9±10.2)分, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ ); ④结果证实, 对于复杂股骨转子间骨折术前通过Mimics软件进行三维重建模拟复位有助于全面了解骨折移位情况, 详细指导术中骨折复位与内固定物的选择, 从而缩短手术时间, 减少术中出血量, 改善治疗效果。

**关键词:** 股骨转子间骨折; 三维可视化; 模拟复位; 复位质量; 髋关节功能; 内固定

## Application of three-dimensional visualization technology for digital orthopedics in the reduction and fixation of intertrochanteric fracture

Wang Yihan, Li Yang, Zhang Ling, Zhang Rui, Xu Ruida, Han Xiaofeng, Cheng Guangqi, Wang Weili

Department of Orthopedics, Renji Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 201112, China

Wang Yihan, Master, Physician, Department of Orthopedics, Renji Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 201112, China

**Corresponding author:** Xu Ruida, MD, Attending physician, Department of Orthopedics, Renji Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 201112, China

上海交通大学医学院附属仁济医院骨科, 上海市 201112

**第一作者:** 王一寒, 男, 1987年生, 山东省威海市人, 汉族, 上海交通大学医学院毕业, 硕士, 医师, 主要从事创伤外科和脊柱外科方面的研究。**通讯作者:** 徐瑞达, 博士, 主治医师, 上海交通大学医学院附属仁济医院骨科, 上海市 201112<https://orcid.org/0000-0001-9832-2822> (王一寒)**基金资助:** 上海市卫生和计划生育委员会青年项目基金项目(180510105211534), 项目负责人: 徐瑞达**引用本文:** 王一寒, 李杨, 张玲, 张睿, 徐瑞达, 韩晓峰, 程光齐, 王伟力. 数字骨科三维可视化技术在股骨转子间骨折复位内固定中的应用[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(24):3816-3820.

## Abstract

**BACKGROUND:** For complex intertrochanteric fractures, there is lack of effective preoperative planning, which lead to prolonged operation time and increased difficulty. At the same time, the application of digital orthopedics three-dimensional (3D) visualization technology in the operation of intertrochanteric fracture lacks clinical application verification.

**OBJECTIVE:** 3D visualization technology for digital orthopedics can be used to clarify the displacement of complex intertrochanteric fractures and realize preoperative simulated reduction and fixation, thus providing ideas and methods for intraoperative reduction and fixation of complex intertrochanteric fractures.

**METHODS:** Patients with complex intertrochanteric fractures (AO typing: A2 and A3) admitted to Renji Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine from January 2019 to January 2020 were selected and randomly divided into Mimics 3D reconstruction simulation reduction group and control group according to the order of admission. According to medical procedures, all the patients were implemented with plain X-ray examination of the affected hip and CT scanning of the affected hip. Patients in the Mimics 3D reconstruction simulation reduction group achieved 3D reconstruction through Mimics 17.0 software, and then the shattered fracture blocks were simulated reduction and fixation. Patients in the control group were treated with internal fixation only according to preoperative imaging examination. Data were collected to compare the differences between the two groups in terms of operation time, intraoperative blood loss, hip reduction quality score, and hip function during follow-up.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) The operation time was significantly shorter in the Mimics 3D reconstruction simulation reduction group than that in the control group, and intraoperative blood loss was significantly reduced in the Mimics 3D reconstruction simulation reduction group compared with the control group, and the difference between the two groups was statistically significant ( $P < 0.05$ ). (2) The excellent and good rate of hip reduction quality score was significantly higher in the Mimics 3D reconstruction simulation reduction group (96%) than that in the control group (82%) ( $P < 0.05$ ). (3) The hip function score was significantly higher in the Mimics 3D reconstruction simulation reduction group ( $95.7 \pm 5.8$ ) points than that in the control group ( $82.9 \pm 10.2$ ) points 6 months after surgery ( $P < 0.05$ ). (4) The results confirmed that for complex femoral intertrochanteric fractures, preoperative 3D reconstruction simulations by Mimics software reset can help to get a comprehensive understanding of fracture displacement, detailed guide the choice of intraoperative fracture reduction and internal fixation, help to shorten the operation time, lessen intraoperative blood loss, and improve the curative effect of intertrochanteric fracture.

**Key words:** intertrochanteric fracture; three-dimensional visualization; simulated reduction; reduction quality; hip function; internal fixation

**Funding:** Youth Project Fund of Shanghai Health and Family Planning Commission, No. 180510105211534 (to XRD)

**How to cite this article:** WANG YH, LI Y, ZHANG L, ZHANG R, XU RD, HAN XF, CHENG GQ, WANG WL. Application of three-dimensional visualization technology for digital orthopedics in the reduction and fixation of intertrochanteric fracture. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2021;25(24):3816-3820.

## 0 引言 Introduction

近年来,随着人口老龄化的进展,老年髋部骨折的发生率预计有可能继续增加<sup>[1-3]</sup>,有关研究证实股骨转子间骨折往往导致较高的死亡率与社会经济成本<sup>[1-4]</sup>。为了尽早让患者下床活动,手术治疗成为治疗股骨转子间骨折的首选<sup>[5]</sup>,有关研究认为骨折复位质量、内植物选择和内植物的放置位置影响股骨转子间骨折的治疗效果<sup>[6]</sup>。随着医疗水平的提高,X射线平片与CT成为术前影像学检查的常规选择。但是影像科提供的CT扫描数据,由于只是简单的三维重建,不能够提供有关骨折块模拟复位的情况,因此,通过对有关数据进行进一步分析有助于全面了解骨折的具体情况,为术中复位提供指导。交互式医学影像控制系统(Materiaise's interactive medical image control system, Mimics)软件基于CT数据,能够对骨折的三维形态进行重建,同时对骨折块模拟复位,根据有关内固定数据同样能够实现模拟固定,为治疗复杂股骨转子间骨折提供个体化的治疗方案<sup>[7]</sup>。文章拟研究Mimics软件三维重建模拟复位对于复杂股骨转子间骨折的治疗效果。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 观察对比试验。

1.2 时间及地点 于2019年1月至2020年1月在上海交通大学医学院附属仁济医院完成。

1.3 材料 选用施乐辉公司提供的InterTan髓内钉及螺钉,见表1,均具有良好的组织相容性。

1.4 对象 收集2019年1月至2020年1月上海交通大学医学院附属仁济医院骨科收治的复杂股骨转子间骨折患者90例,按患者入院的先后顺序分为三维重建模拟组与对照组

表1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of implants

指标	InterTan 髓内钉	螺钉
生产厂家	美国施乐辉	美国施乐辉
型号	71275201(10 cm×18cm, 125°), 71275202(11.5 cm×18cm, 125°), 71275207(10 cm×18cm, 130°), 71275208(11.5 cm×18 cm, 130°)	71677***(不同规格联合加压交锁螺钉), 716422***(不同规格交锁钉), 71675030(稳定螺钉), 71675040(交锁髓内钉尾帽)
批准号	国械注进 20143465639	国械注进 20143465639
性能结构	牢固固定骨折端同时实现骨折端加压	固定髓内钉
材质	采用符合ISO 5832-3标准规定Ti6Al4V钛合金材料制造,表面经阳极氧化处理	采用符合ISO 5832-3标准规定的Ti6Al4V钛合金材料制造
适应证	股骨近端骨折	股骨近端骨折
生物相容性	良好	良好
产品标注的	无	无
不良反应		

(n=45)。三维重建模拟组中男10例,女35例;年龄45-92岁,平均74.6岁;根据AO分型,A2.1型12例,A2.2型15例,A2.3型7例,A3.1型3例,A3.2型5例,A3.3型3例<sup>[8-9]</sup>。对照组男13例,女32例;年龄43-87岁,平均72.8岁;根据AO分型,A2.1型15例,A2.2型13例,A2.3型10例,A3.1型2例,A3.2型4例,A3.3型1例。两组患者的一般资料差异无显著性意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。

**纳入标准:** ①DR平片检查以及CT检查确诊复杂股骨转子间骨折的患者; ②患者有手术指征,同时各项身体条件评估允许施行手术,手术方式为InterTan髓内钉固定; ③签署知情同意书,自愿纳入此次研究。

**排除标准:** ①病理性骨折; ②同侧肢体多发性骨折; ③拒绝参加此次研究; ④不能定期按时随访的患者; ⑤股骨畸形的患者。

1.5 方法 两组患者手术均由同一组经验丰富的高年资医师完成。

### 1.5.1 三维重建模拟组方法

**Mimics 三维重建:** 将纳入 Mimics 三维重建模拟复位患者术前患侧股骨近端的 CT 断层扫描数据以 DICOM 格式导出到一个文件中, 然后将数据导入到 Mimics 17.0 软件中。点击菜单中的 Thresholding 按钮, 根据软件默认设置的 Bone(CT) Thresholding, 即 226-1 698 进行骨骼组织的划分, 点击 Apply 生成 Mask, 通过 Region Growing 按钮将股骨与周围的组织单独分割出来, 产生新的 Mask, 将生成的序列进行三维重建, 点击 Calculate 3D, 生成股骨转子间骨折三维模型。

**骨折块的分离与模拟复位固定:** 点击菜单中 Segmentation 子列表中的 Edit Mask In 3D 按钮, 根据目标区域的范围, 3 个平面协调拖动方框的范围生成三维图形, 将鼠标放置到三维图像中, 点击空格键可以将三维图像放大, 点击滚轮拖动鼠标可以实现三维图像的移动, 拖动点击鼠标的右键可以实现三维模型不同角度的观察。点击鼠标的左键可以将一些小的碎骨片通过 Remove 按钮进行去除。将比较大的以及要进行复位的骨折块使用 Separate 按钮进行分割, 不同的骨折块将被赋予不同颜色的板块, 通过相同的方法将所有的骨折块进行分割。所有的骨折块分割完成后, 通过 Calculate 3D 按钮将分割的骨折块进行三维重建。点击要进行复位的骨折块, 通过交替使用 Move 与 Rotate 按钮对骨折端进行准确复位。实现骨折端复位后, 将股骨转子间骨折模型进行透明化处理, 导入不同髓内钉的数据, 调节不同角度进行适配, 髓内钉的进针点标志为大转子偏内侧, 重点观察的指标包括使头颈钉处于股骨头的正中偏下位置, 侧位保持中心位置; 髓内钉远端超过骨折的最远端, 以此来选择合适长度的髓内钉; 根据髓腔大小选择合适尺寸的髓内钉装置; 根据股骨颈长度来选择合适长度的头颈钉。对于小转子骨折块较大的, 模拟钢丝捆扎固定, 包括钢丝捆扎的方式与数量。

对于纳入三维重建模拟组的患者, 三维重建以及模拟复位固定后, 根据模拟复位固定的情况, 制定手术的先后顺序以及使用髓内钉的参数, 对纳入患者采取个性化治疗。

**1.5.2 对照组方法** 对于纳入对照组的患者, 直接按照既往手术操作流程进行治疗。

**1.6 主要观察指标** 通过对比两组患者的手术时间、术中出血量、术中透视次数、骨折复位质量、内固定失败情况以及术后 6 个月髋关节 Harris 评分来评价两种方法的差异。观察指标采用盲法评估。

**术后即刻股骨转子间骨折复位质量:** 根据张世民教授提出的股骨转子间骨折复位质量评分进行评估<sup>[10]</sup>。对线: ①正位片: 正常或轻度外翻的颈干角; ②侧位片: 小于 20° 的成角。对位: ①正位片: 中性或正性内侧皮质支撑; ②侧位片: 平齐的前侧皮质接触。满足 1 个记为 1 分, 复位质量根据得分分为优 (4 分)、中 (3/2 分)、差 (1/0 分)。

**髋关节 Harris 评分:** 根据疼痛程度、髋关节功能 (步行与功能活动)、畸形和活动度对髋关节功能进行评价, 满分 100 分, 90 分以上为优良, 80-89 分为较好, 70-79 分为尚可,

低于 70 分为差。

**1.7 统计学分析** 使用 SPSS 22.0 统计学软件对数据进行分析, 性别、分型、透视次数等计数资料通过  $\chi^2$  检验进行对比, 手术时间、术中出血量等计量资料以  $\bar{x} \pm s$  来表示, 通过独立样本 t 检验进行比较。P < 0.05 认为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 按意向性处理, 纳入复杂股骨转子间骨折患者 90 例, 按照入院先后顺序分为 2 组, 三维重建模拟组及对照组各 45 例。所有患者均获得完整随访。

**2.2 试验流程图** 见图 1。

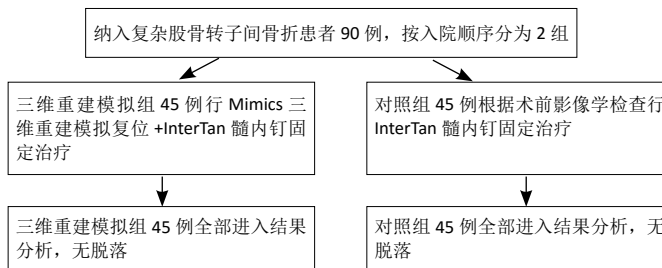


图 1 | 两组患者分组流程图

Figure 1 | Flow chart of two groups of patients

**2.3 基线资料比较** 两组患者的术前基本资料比较差异均无显著性意义 (P > 0.05), 见表 2。

表 2 | 两组患者基线比较 (n=45)

指标	三维重建模拟组	对照组	P 值
男 / 女 (n)	10/35	13/32	0.468
平均年龄 (岁)	74.6	72.8	0.572
骨折分型 (n)			0.292
A2(A2.1/2.2/2.3)	12/15/7	15/13/10	
A3(A3.1/3.2/3.3)	3/5/3	2/4/1	

**2.4 手术相关指标比较** 手术时间、术中出血量、术中透视次数比较, 三维重建模拟组均优于对照组, 差异有显著性意义 (P < 0.05), 见表 3。

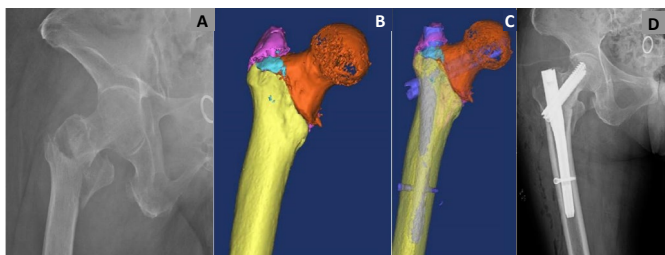
表 3 | 两组患者手术相关指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ , n=45)

指标	三维重建模拟组	对照组	P 值
手术时间 (min)	62.3±6.7	80.5±10.2	0.001
术中出血量 (mL)	74.6±5.9	90.5±12.7	0.005
术中透视次数	15.6±7.8	29.4±10.3	0.002

**2.5 术后复位质量评分与髋关节 Harris 评分比较** 根据张世民教授提出的复位质量评分, 三维重建模拟组术后即刻复位质量评分优 33 例, 可接受 10 例, 差 2 例, 优良率为 96%; 对照组优 24 例, 可接受 13 例, 差 8 例, 优良率为 82%, 三维重建模拟组优良率高于对照组, 差异有显著性意义 (P < 0.05)。

术后 6 个月 Harris 髋关节功能评分方面, 三维重建模拟组为 (95.7±5.8) 分, 对照组为 (82.9±10.2) 分, 两组间差异有显著性意义 (P < 0.05)。

## 2.6 典型病例 见图 2。



图注：图 A 为术前 X 射线平片，B 为模拟复位后三维重建图片，C 为模拟固定后三维重建图片，D 为术后 X 射线平片

图 2 | 女性 76 岁右侧股骨转子间骨折 (31-A2.1) 患者三维重建模拟复位 InterTan 髓内钉固定治疗图片

Figure 2 | Images of a 76-year-old female patient with right intertrochanteric fractures (31-A2.1) undergoing 3D reconstruction simulation reduction with InterTan nail

2.7 不良事件 对照组中有 5 例患者出现内固定失败，其中包括 3 例患者髓内钉切出，头颈钉切出的原因是置钉位置偏上；2 例患者出现髓内钉退钉，主要原因是骨折复位不佳，导致骨折端不稳定。三维重建模拟组中有 1 例患者出现髓内钉退钉，出现的原因是患者未严格遵守医嘱，过早下地活动。

2.8 植入物与宿主的生物相容性 植入物生物相容性良好，两组患者均未出现植入物周围感染、过敏反应、免疫反应及排斥反应等。

## 3 讨论 Discussion

近年来，随着老龄化的增加，骨质疏松导致的骨折逐渐增加<sup>[11]</sup>，临床上常见的骨质疏松性骨折包括桡骨远端骨折、腰椎骨折、髌部骨折以及肱骨近端骨折<sup>[12-14]</sup>，其中股骨转子间骨折对于老年人的影响最大，又被称为“人生最后一次骨折”<sup>[15]</sup>。股骨转子间骨折常见于老年人，由于跌倒等低暴力导致，年轻人主要是由于高暴力因素引起，包括髌关节囊外到小转子下方 5 cm 范围区域的骨折<sup>[16]</sup>。股骨转子间骨折的发病率逐年增加，有关文献报道目前每年髌部骨折的患者有 160 万左右<sup>[17]</sup>，预计到 2050 年股骨转子间骨折患者可能达到 800 万左右。

同时，由于髌部复杂的解剖结构，如股骨前倾角、股骨前弓、颈干角等特殊结构，导致股骨转子间骨折的治疗出现一系列的问题，如手术复位困难、内固定失败、骨折不愈合等<sup>[18-19]</sup>。由于发生股骨转子间骨折的患者存在一定程度的骨质疏松，有些患者可能出现比较复杂的股骨转子间骨折，伴有比较明显的骨折端移位<sup>[20]</sup>，甚至有些患者出现股骨转子间骨折合并股骨颈骨折，导致手术中复位困难。因此，如果术前能够对骨折端进行详细了解，有助于辅助术中骨折端复位与内固定的提前准备，改善患者的治疗效果与预后。近年来，随着影像学技术的发展，术前 X 射线片与 CT 检查成为治疗股骨转子间骨折的常规选择，但是同时存在一定的问题。如术前 X 射线平片只能显示正侧位的一般信息，不能对骨折端进行比较立体的展示；术前 CT 以及三维影像对于患者骨折端有比较详细的展示，但是三维影像只能提示表面的结构，对于骨组织遮盖的断端以及

骨折断端之间的空间位置关系不能很好地显示，因此不利于进行详细的术前规划，影响术中骨折端复位，导致手术时间延长与术中透视次数的增加。同时，有关术前数据的测量存在比较大的误差，无法进行模拟复位与拟合固定。

随着计算机科学技术的发展，医工交叉相关的研究逐渐应用于临床，通过采用数字科学的技术、3D 打印技术等来对临床问题加以解决变得更加成熟，如通过数字骨科技术建立骨骼结构相关影像学数据，同时对影像学数据加以整合与处理，使得术前手术设计成为一种可能，能够实现骨折治疗的个性化、准确化等，有助于提高手术效率，改善治疗效果<sup>[21-22]</sup>。陈雁西教授团队的有关研究证实虚拟手术组和 3D 打印组的临床效果均优于常规组<sup>[23]</sup>，而计算机辅助的虚拟手术技术更方便、高效，术前规划时间更短，此外，它也提高了术前计划的相关性。同时有关研究证实，计算机辅助术前计划可以帮助外科医生了解骨折畸形愈合，从而改善术中矫正和重建<sup>[24]</sup>，应用计算机辅助虚拟手术技术治疗骨折畸形愈合，可获得满意的临床和影像学效果。此次研究运用 Mimics 软件对复杂的股骨转子间骨折进行建模，可以从多个维度观察骨折断端以及骨折块之间的毗邻关系，观察骨折线走向及骨折块的形状、大小等；通过对各个骨折块进行分割与移动、旋转重建，实现骨折端的模拟复位，根据有关数据的测量可以实现术前评估；通过对复位骨折端的观察与研究，有助于选择合适长度、直径以及置入方式的内固定物，缩短手术时间，提前准备手术器械；通过模拟固定有助于明确手术入路、内固定放置位置等信息。有关学者认为如果能对较复杂的股骨转子间骨折进行术前计划，有助于手术效率的提高<sup>[25]</sup>。

值得关注的是 Mimics 软件本身具有测量数据的功能，能够对有关空腔间隙进行体积的测量，指导是否需要植骨，通过对钉道长度等参数进行测量有助于选择合适长度的内固定物；有关研究提示术中测量有时有很大的误差，如果能提前测量有关参数有助于缩短手术时间与术中透视次数<sup>[26]</sup>。此次研究提示 Mimics 三维重建模拟复位固定的手术时间较对照组明显缩短，术中的透视次数明显减少，术后患者的髌关节功能改善，差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ )。对于比较复杂同时有一定难度的股骨转子间骨折，通过数字可视化技术进行仿真模拟手术能够让外科医生进行术前演练，提高术者的手术能力，提高手术治疗效果。因此，对于股骨转子间骨折术前进行 Mimics 三维重建、模拟复位、模拟手术能够全面了解骨折的情况，制定详细的术前计划，提高手术效率。根据张世民教授提出的骨折复位评分标准对术后骨折复位质量进行比较<sup>[10]</sup>，该骨折复位标准证实能够比较真实地反映骨折复位质量<sup>[27]</sup>，此次研究证实三维重建模拟组明显优于对照组。因此，通过 Mimics 软件进行术前规划在骨科其他部位骨折治疗上同样能够取得较传统手术理想的复位质量与预后。值得注意的是，目前的数字骨科三维可视化技术在术前规划与术中使用过程中仍然存在一定的问题，如对于患者术中具体标志点的定位技术与辅助定位装置准确性方面有待进一步完善，同

时有关设备价格相对较昂贵。目前根据患者的具体骨折类型进行内植物的个性化定制仍然存在价格昂贵、设计制造周期长、匹配一致性等方面的问题,有待后期的进一步研究。

影响股骨转子间骨折内固定术后稳定性的 5 个因素包括骨骼的质量(即患者骨质疏松的程度)、骨折的几何形态(即骨折块的粉碎程度)、骨折的复位质量、内固定的选择及内植物的放置位置(尖顶距)。作为手术医生可以控制的因素为后 3 个,因此进行详细的术前规划、实现理想的骨折复位质量、选择合适的内固定、实现理想的尖顶距/股距尖顶距有助于提高手术效率,改善患者预后。通过使用 Mimics 软件进行三维重建、模拟复位、模拟固定有助于帮助术者决定术中的复位顺序与复位技巧,实现骨折端正性或者中性复位<sup>[11]</sup>,防止颈干角降低、髓内钉切出等内固定失败情况的发生。对于骨折复位质量的提高,包括运用 Mimics 软件自带的骨折块旋转、移动等功能对骨折块进行模拟复位,模拟术中的复位技巧,实现正性或者中性骨折块复位,有关研究证实正性复位与中性复位均能够获得理想的治疗效果。对于内植物的选择,目前临床上比较常用的是髓内钉,能够有助于防止出现骨折端的过度移位,较动力髌螺钉有明显的优越性<sup>[28]</sup>。为了获得比较理想的尖顶距/股距尖顶距,可以通过术前测量选择合适长度的头颈钉,同时根据模拟固定有助于确定头颈钉的入钉点与置入方向,保证获得理想的尖顶距/股距尖顶距。此次研究中有 1 例患者出现头颈钉退钉现象,主要原因是患者未严格遵医嘱,过早负重。

综合研究结果,此次研究认为使用 Mimics 软件进行三维重建模拟复位固定有助于股骨转子间骨折术中复位与内固定物的放置选择,从而缩短手术时间,减少术中出血量,改善股骨转子间骨折的治疗效果。值得注意的是,此次研究有以下不足之处:首先为单中心对照研究,同时纳入的患者数量相对较少,有待进一步扩大样本量进行多中心大样本随机前瞻性研究。

**作者贡献:** 徐瑞达负责试验设计,王一寒、李杨、张玲负责试验实施,王一寒、张睿、韩晓峰、程光齐、王伟力负责评估,王一寒负责随访。

**经费支持:** 该文章接受了“上海市卫生和计划生育委员会青年基金项目(180510105211534)”的基金资助。所有作者声明,经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

**利益冲突:** 文章中治疗干预手段采用 InterTan 髓内钉固定(Smith's Nephew),文章的全部作者声明,没有接受该器械的任何资助,在课题研究和文章撰写过程,不存在利益冲突。

**机构伦理问题:** 该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和上海交通大学医学院附属仁济医院对研究的相关伦理要求。手术主刀医师为主任医师,上海交通大学医学院附属仁济医院为三甲甲等医院,符合股骨转子间骨折手术治疗的资质要求。

**知情同意问题:** 参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,均对试验过程完全知情同意,在充分了解治疗方案的前提下签署了“知情同意书”。

**写作指南:** 该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND 声明)。

**文章查重:** 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

**文章外审:** 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

**生物统计学声明:** 文章统计学方法已经上海交通大学医学院附属仁济医院生物统计学专家审核。

**文章版权:** 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

**开放获取声明:** 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、

下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

## 4 参考文献 References

- VERONESE N, MAGGI S. Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury*. 2018;49(8):1458-1460.
- YOO JI, LEE YK, KOO KH, et al. Concerns for Older Adult Patients with Acute Hip Fracture. *Yonsei Med J*. 2018;59(10):1240-1244.
- CUMMINGS SR, MELTON LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet (London, England)*. 2002;359(9319):1761-1767.
- LEAL J, GRAY AM, HAWLEY S, et al. Cost-Effectiveness of Orthogeriatric and Fracture Liaison Service Models of Care for Hip Fracture Patients: A Population-Based Study. *J Bone Miner Res*. 2017;32(2):203-211.
- CHANG SM, HOU ZY, HU SJ, et al. Intertrochanteric Femur Fracture Treatment in Asia: What We Know and What the World Can Learn. *Orthop Clin North Am*. 2020;51(2):189-205.
- KAUFER H. Mechanics of the treatment of hip injuries. *Clin Orthop Relat Res* 1980;(146):53-61.
- KWONG Y, YU D, SHAH J. Fracture mimics on temporal bone CT: a guide for the radiologist. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;199(2):428-434.
- MEINBERG EG, AGEL J, ROBERTS CS, et al. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma*. 2018; 32 Suppl 1:S1-S170.
- SONG H, CHEN SY, CHANG SM. What should be filled in the blank of 31A2.1 in AO/OTA-2018 classification. *Injury*. 2020;51(6):1408-1409.
- 卫祺, 陈时益, 张世民. 股骨转子间骨折治疗中前内侧面正性支撑复位的研究进展 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019,33(10):1216-1222.
- PARUK F, TSABASVI M, KALLA AA. Osteoporosis in Africa-where are we now. *Clin Rheumatol*. 2020. doi: 10.1007/s10067-020-05335-6.
- 赵凯平, 袁蕊, 马楠, 等. 55 岁以上原发骨质疏松性骨折患者特征及趋势分析 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2020,26(6):849-856.
- WU JC, STRICKLAND CD, CHAMBERS JS. Wrist Fractures and Osteoporosis. *Orthop Clin North Am*. 2019;50(2):211-221.
- STONE MA, NAMDARI S. Surgical Considerations in the Treatment of Osteoporotic Proximal Humerus Fractures. *Orthop Clin North Am*. 2019; 50(2):223-231.
- 唐佩福. 股骨转子间骨折的治疗进展与策略 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017,19(2):93-94.
- BHANDARI M, SWIONTKOWSKI M. Management of Acute Hip Fracture. *N Engl J Med*. 2017;377(21):2053-2062.
- JOHNELL O, KANIS J. Epidemiology of osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*. 2005; 16 Suppl 2:S3-7.
- 孙健平, 薛汉中, 孙亮, 等. 股骨近端解剖锁定钢板加自体髂骨植骨固定治疗股骨转子间骨折内固定失败 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020,22(9):771-776.
- MAVROGENIS AF, PANAGOPOULOS GN, MEGALOKONOMOS PD, et al. Complications After Hip Nailing for Fractures. *Orthopedics*. 2016;39(1): e108-116.
- LEWIECKI EM, WRIGHT NC, CURTIS JR, et al. Hip fracture trends in the United States, 2002 to 2015. *Osteoporos Int*. 2018;29(3):717-722.
- FU Y, LIU R, LIU Y, et al. Intertrochanteric fracture visualization and analysis using a map projection technique. *Med Biol Eng Comput*. 2019;57(3):633-642.
- ZHENG SN, YAO QQ, MAO FY, et al. Application of 3D printing rapid prototyping-assisted percutaneous fixation in the treatment of intertrochanteric fracture. *Exp Ther Med*. 2017;14(4):3644-3650.
- CHEN Y, JIA X, QIANG M, et al. Computer-Assisted Virtual Surgical Technology Versus Three-Dimensional Printing Technology in Preoperative Planning for Displaced Three and Four-Part Fractures of the Proximal End of the Humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(22):1960-1968.
- QIANG M, ZHANG K, CHEN Y, et al. Computer-assisted virtual surgical technology in pre-operative design for the reconstruction of calcaneal fracture malunion. *Int Orthop*. 2019;43(7):1669-1677.
- LAU TW, LEUNG F, SIU D, et al. Geriatric hip fracture clinical pathway: the Hong Kong experience. *Osteoporos Int*. 2010;21(Suppl 4):S627-636.
- SORG M, OSMERS J, FISCHER A. Methodical Approach for Determining the Length of Drill Channels in Osteosynthesis. *Sensors (Basel)*. 2019;19(16):3532.
- MAO W, NI H, LI L, et al. Comparison of Baumgaertner and Chang reduction quality criteria for the assessment of trochanteric fractures. *Bone Joint Res*. 2019;8(10):S02-508.
- LI H, WANG Q, DAI GG, et al. PFNA vs. DHS helical blade for elderly patients with osteoporotic femoral intertrochanteric fractures. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018;22(1 Suppl):1-7.

(责任编辑: GD, ZN, SX)