

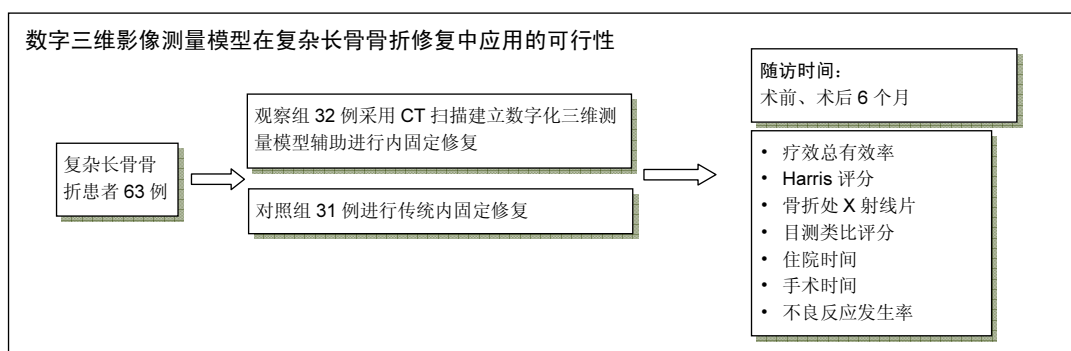
# 数字三维影像测量模型在复杂长骨骨折修复中的应用：随机对照、6个月随访、临床试验方案

赵子春, 李钊伟, 唐保明, 郭启发(青海大学附属医院创伤骨科, 青海省西宁市 810016)

引用本文: 赵子春, 李钊伟, 唐保明, 郭启发. 数字三维影像测量模型在复杂长骨骨折修复中的应用: 随机对照、6个月随访、临床试验方案[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(53):7992-7997.

DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.53.013 ORCID: 0000-0002-1956-9067(赵子春)

文章快速阅读:



赵子春, 男, 1972 年生, 副主任医师。

通讯作者: 赵子春, 青海大学附属医院创伤骨科, 青海省西宁市 810016

中图分类号: R318

文献标识码: B

文章编号: 2095-4344

(2016)53-07992-06

稿件接受: 2016-10-28

文题释义:

**复杂长骨骨折:** 发生于四肢长骨, 由于外伤或疾病所引起的骨结构的完整性或连续性受到破坏, 以疼痛、肿胀、功能障碍、畸形及可扪及骨擦音、异常活动等为主要临床表现的四肢长骨骨折。

**三维测量:** 顾名思义就是被测物进行全方位测量, 确定被测物的三维坐标测量数据。其测量原理分为测距、角位移、扫描、定向四个方面。根据三维技术原理研发的仪器包括拍照式(结构光)三维扫描仪、激光三维扫描仪和三坐标测量机三种测量仪器。

摘要

**背景:** 复杂长骨骨折在进行内固定修复时, 内固定物难以完全贴合骨面, 常造成固定物不牢靠, 影响修复效果。CT 扫描建立数字化三维测量模型, 可在很大程度上反映出骨折的发生部位, 发生程度, 损坏情况等, 可指导内固定物的精确定位。因此, 文章认为, 从安全性的角度来看, 在修复复杂长骨骨折时, 建立一个数字化的三维测量模型来辅助内固定物固定能取得更好的修复效果。

**目的:** 观察数字三维影像测量模型在复杂长骨骨折修复中的应用情况。

**方法:** 研究为前瞻性、单中心、随机对照、开放性、6 个月随访临床试验方案, 在中国青海省西宁市, 青海大学附属医院创伤骨科完成。将纳入试验的复杂长骨骨折患者 63 例随机分为 2 组, 其中观察组 32 例采用 CT 扫描建立数字化三维测量模型辅助进行内固定修复, 而对照组 31 例进行传统内固定修复, 随访 6 个月。试验的主要观察指标为两组患者术后 6 个月疗效总有效率; 试验的次要观察指标为: ①术前、术后 6 个月 Harris 评分评价内固定修复后患者髋关节功能; ②术前、术后 6 个月骨折处 X 射线片观察患者骨折愈合情况; ③术前、术后 6 个月目测类比评分评价患者疼痛缓解情况; ④术后 6 个月随访记录住院时间评价患者病情恢复情况; ⑤术中手术时间评价手术完成速度; 其他观察指标为术后 6 个月患者不良反应发生率。试验经中国青海省西宁市青海大学附属医院伦理委员会批准(NQH14023), 研究方案内容符合世界医学会制定的《赫尔辛基宣言》的要求, 参与者本人对治疗方案和过程均知情同意, 并签署知情同意书。试验于 2016 年 11 月 12 日在北美临床试验注册中心做前瞻性研究注册注册(NCT02964754)。

**讨论:** 试验旨在分析数字三维影像测量模型在复杂长骨骨折修复中应用的可行性, 从而为复杂长骨骨折的内固定修复提供一种更精确、安全、可靠的术前规划新方法, 以期得到更好的修复效果。

**关键词:**

骨科植入物; 数字化骨科; 临床试验; 复杂长骨骨折; 数字三维影像; CT 扫描; 内固定; 前瞻性; 疗效; Harris 评分; 目测类比评分; 不良反应; 随机对照试验

**主题词:**

组织工程; 髋关节; 骨折

Zhao Zi-chun, Associate  
chief physician,  
Department of Orthopedics  
Trauma, Affiliated Hospital  
of Qinghai University,  
Xining 810016, Qinghai  
Province, China

Corresponding author:  
Zhao Zi-chun, Department  
of Orthopedics Trauma,  
Affiliated Hospital of  
Qinghai University, Xining  
810016, Qinghai Province,  
China

## Digital three-dimensional imaging models for repair of complex long bone fractures: study protocol for a randomized controlled trial with 6-month follow-up

Zhao Zi-chun, Li Zhao-wei, Tang Bao-ming, Guo Qi-fa (Department of Orthopedics Trauma, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining 810016, Qinghai Province, China)

### Abstract

**BACKGROUND:** During internal fixation for complex long bone fractures, it is difficult to position the internal fixator completely to the contours of the bone surface, often resulting in unstable fixation and affecting the quality of the repair. Digital three-dimensional (3D) models were therefore established based on computed tomography (CT) scans that closely reflected the site and degree of fractures, thereby guiding precise positioning of the internal fixator. From a safety point of view, the digital 3D-derived model was created to ensure that the internal fixator could achieve better repairs of complex long bone fractures. **OBJECTIVE:** To investigate the application of digital 3D models for repairing complex long bone fractures. **METHODS:** We propose to conduct a prospective, single-center, randomized, controlled, open-label, clinical trial with 6-month follow-up at the Department of Orthopedics Trauma, Affiliated Hospital of Qinghai University, China. Sixty-three patients with complex long bone fractures will be randomized into two groups. In the observation group ( $n=32$ ), digital 3D models based on CT images will be used to establish internal fixation. In the control group ( $n=31$ ), patients will undergo conventional internal fixation. All patients will be followed up for 6 months. The primary outcome will be total efficacy at 6 months postoperatively in both groups. The secondary outcomes will be (1) hip function evaluated by Harris scores before and 6 months after surgery; (2) fracture healing observed by plain radiography before and 6 months after surgery; (3) pain relief evaluated by a visual analogue scale before and 6 months after surgery; (4) assessment during the hospital stay and 6 months after surgery to assess recovery of the patient's condition; (5) operation time to evaluate the speed of operation. Other outcome will be the incidence of adverse reactions at 6 months postoperatively. The study protocol has been approved by the Ethics Committee of Affiliated Hospital of Qinghai University of China, approval number NQH14023. All protocols will be in accordance with *Declaration of Helsinki*, formulated by the World Medical Association. Written informed consent will be provided by participants. This trial has registered with ClinicalTrials.gov (identifier NCT02964754) on 12 November 2016.

**DISCUSSION:** This trial will analyze the feasibility of digital 3D models for repairing complex long bone fractures with the aim to provide a new method for accurate, safe, reliable preoperative planning to achieve a better repair effect.

**Subject heading:** Tissue Engineering; Hip Joint; Fractures, Bone

**Cite this article:** Zhao ZC, Li ZW, Tang BM, Guo QF. Digital three-dimensional imaging models for repair of complex long bone fractures: study protocol for a randomized controlled trial with 6-month follow-up. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2016;20(53):7992-7997.

## 0 引言 Introduction

**相关研究的历史和现状:** 复杂长骨骨折患者断裂处, 内固定物难以完全贴合骨面, 可降低固定物的坚固性, 从安全性的角度来看, 术前建立一个数字化的三维测量模型无疑是一种非常可靠直观的方式<sup>[1]</sup>。患者经CT扫描后建立数字化三维测量模型, 可以在很高程度上反映出患者骨折的发生部位、发生程度、损坏情况等<sup>[2-6]</sup>, 能较高度上还原解剖参数, 仿真度高, 可行性高<sup>[7-28]</sup>。

**试验设计的主要目的:** 验证数字化三维测量模型辅助内固定修复复杂长骨骨折, 并与传统内固定相比能取得更好的修复效果。

**区别与他人他篇的重要特点:** 以往研究多以传统内固定修复复杂长骨骨折, 本次试验在此基础上采用CT

扫描数字化三维测量模型的辅助操作, 为复杂长骨骨折的准确修复提供一个可行性的解剖学依据, 使固定物更牢靠, 从而提高近远期疗效。

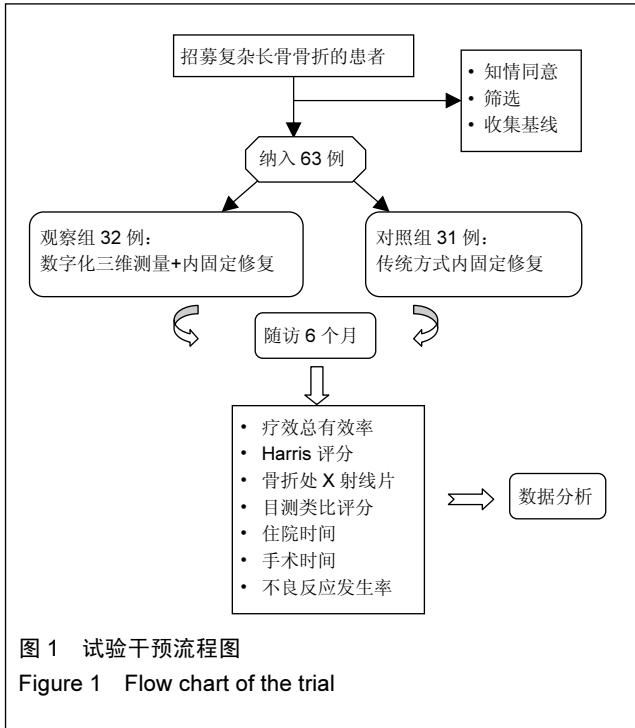
## 1 试验设计与方法 Trial design and methods

**1.1 试验设计** 前瞻性、单中心、随机对照、开放性、6个月随访、临床试验。

**1.2 试验完成地点** 试验在中国青海西宁, 青海大学附属医院创伤骨病科完成。

**1.3 试验设计执行流程** 将在青海大学附属医院进行治疗的复杂长骨骨折患者63例随机分为2组, 观察组32例采用CT扫描建立数字化三维测量模型+内固定修复, 而对照组31例采用传统内固定修复。

随访6个月, 统计比较患者疗效总有效率, 疼痛情况, 骨折处X射线片形态、住院时间、手术时间及不良反应发生率(图1), 以此探讨数字化的三维测量模型来辅助内固定修复复杂长骨骨折的可行性。



#### 1.4 受试对象

符合如下标准者可被纳入研究: ①试验纳入骨折类型均为四肢长骨骨折, 如肱骨、股骨, 尺桡骨及胫腓骨的中段骨折, 骨折均不涉及关节面; ②X射线检查提示为复杂长骨骨折; ③伤后6 h内入院治疗者;

符合如下条件之一者将被排除研究: ①病理性骨折合并血管、神经损伤者; ②肱骨头劈裂型骨折者; ③Neer IV型骨折者; ④肱骨近端粉碎性严重头压缩大于40%者; ⑤盂肱关节脱位的骨折者; ⑥意识障碍、脑梗死、肿瘤、严重的内科合并症者, 如有心、肺、肾衰竭、严重高血压、糖尿病及血液病等; ⑦既往存在肘关节功能异常或肩关节疾病的患者; ⑧患者及家属不同意签署知情同意书者。

1.5 基线分析 收集对象基线资料包括: 人口学资料和一般病史, 见表1。

表1 基线分析表  
Table 1 Baseline analysis

人口学资料	一般病史
年龄	现病史
性别	既往史
体质量指数	遗传史

1.6 样本量 结合课题组以往经验, 文章假设患者术后6个月观察组疗效总有效率为95%, 对照组为80%, 设 $\beta=0.1$ ,  $power=90\%$ , 显著性水准双侧 $\alpha=0.05$ , 采用PASS 11.0软件计算后样本量每组为93例, 按20%的脱落率计算, 每组应纳入112例, 但最终经入选标准和排除标准筛选后, 观察组及对照组实际分别纳入参加试验者32例及31例。

1.7 招募 试验对青海大学附属医院住院患者进行招募, 感兴趣的患者可直接通过电话联系项目负责人。在获得受试知情同意后, 根据纳入和排除标准筛选受试。

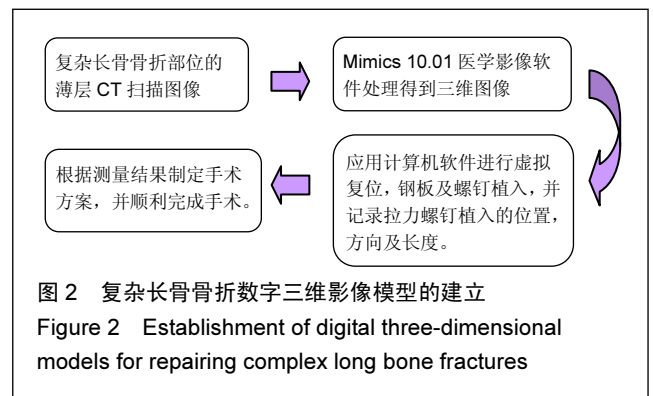
1.8 随机分组 术前1 d, 由临时安排的一位医生按照患者入院顺序用SPSS 13.0软件(SPSS, Chicago, IL, USA)生成的随机表格, 在随机号码表上任意规定抽样的起点和抽样的顺序, 依次从随机号码表上抽取样本号码, 将65例患者随机分为2组, 观察组32例, 对照组31例。

1.9 盲法 试验为开放性试验, 患者、医生及评估者均对分组及治疗方案非盲。

#### 1.10 数字三维影像模型的建立及内固定修复

1.10.1 影像学采集方法 观察组患者均应用TOSHIBA/Aquilion 64排螺旋CT进行扫描, 扫描的层厚为0.5 mm, 总扫描的时间大约为10-15 s。

1.10.2 三维模型的建立 将观察组患者的CT图像通过Dicom的格式导入Mimics 10.01相关的医学影像处理软件, 并对其转换阈值, 随后建立起数字化三维测量模型(图2)。



1.10.3 解剖学影像参数测量 采用Mimics 10.01软件, 根据其中的切割工具对患者骨折长骨进行模拟截骨, 应用数字化技术测量管状骨三维模型中模拟置钉位置的直径, 及骨折断端两侧的置钉间距, 相关长度的指标要精确到0.01 mm, 术后测量骨折断处远近两端的夹

角, 相关角度的指标要精确到 $0.01^{\circ}$ 。

**1.10.4 内固定修复** 所有患者均为全部经同一组医师进行手术; 观察组采用使用数字化三维测量进行处理, 对照组采用传统方法行切开复位内固定。内固定材料均采用武汉大博医疗器械公司提供的钛合金解剖型钢板及螺钉。

### 1.11 结局指标

#### 1.11.1 主要观察指标

**疗效总有效率:** 两组患者术后6个月采用X射线检查评估疗效总有效率, 以判定骨折修复效果。

**评判标准<sup>[29]</sup>:** ①进展: 骨折的部位进一步发生变形, 内固定物对骨折的愈合没有效果, 并且加剧了骨折部位的变形; ②无效: 影像学的检测结果与上次相比无明显变化; ③有效: 影像学检测骨折外形与上次相比, 有明显好转; ④显效: 骨折部位外形恢复到正常情况或者接近正常的骨外形。有效率=(显效病例数+有效病例数)/总病例数 $\times 100\%$ 。

#### 1.11.2 次要观察指标

**Harris评分评价内固定修复后患者髌关节功能恢复情况:** 评价术前、术后6个月Harris评分, Harris的评分标准<sup>[30]</sup>: ①行走距离: 根据行走的距离评为0-11分不等, 行走距离越远评分越高; ②座椅: 从坐任何椅子都不舒服到坐任何椅子1h都无不适, 0-5分; ③畸形, 根据发生畸形的程度, 分为1-4分, 畸形的程度越高, 评分越低; ④疼痛: 根据疼痛的程度, 分为0-40分, 疼痛的程度越高, 评分越低; ⑤爬楼梯: 从不能上楼到一步一阶, 不需扶手, 0-4分。⑥跛行: 从严重跛行到无跛行, 0-11分不等。

**骨折处X射线片评价损伤及愈合情况:** 术前、术后6个月X射线片观察患者骨折愈合情况, 骨折愈合标准为骨折线消失。

**目测类比评分评价患者疼痛情况:** 术前、术后6个月目测类比评分评价患者疼痛缓解情况, 分值范围0-10分, 分值越高代表患者疼痛越剧烈, 其中0分为无痛,  $0 < \text{分值} \leq 3$ 为微痛,  $3 < \text{分值} \leq 6$ 为中痛,  $6 < \text{分值} \leq 10$ 为剧痛<sup>[31]</sup>。

**住院时间评价患者病情恢复情况:** 评估术后6个月内患者的治疗时间, 住院时间越长, 患者恢复越慢。

**术中手术时间评价手术完成速度:** 术中手术时间越短, 说明手术进行越顺利。

**1.11.3 其他观察指标** 术后6个月患者不良反应发生率: 以评价患者固定后的并发症发生的情况。

### 1.12 试验主要及次要观察指标观察流程 见表2。

表2 试验项目及时间流程表

Table 2 Timing of outcome assessment

指标	基线(术前)	术中	术后6个月
主要观察指标			
疗效总有效率	○		○
次要观察指标			
Harris评分	○		○
骨折处X射线片	○		○
目测类比评分			
住院时间			○ <sup>a</sup>
手术时间		○	
其他观察指标	○		○
不良反应发生率			
螺钉松动、脱落			○
钢板断裂、弯曲			○
关节僵直			○
骨折延迟愈合或不愈合			○
周围神经损伤			○
感染			○

表注: “a”: 术后6个月内治疗时间。

**1.13 不良事件** 对患者治疗及随访期间出现的不良反应(包括螺钉松动、脱落、钢板断裂、弯曲、关节僵直、骨折延迟愈合或不愈合、周围神经损伤及感染)做记录。

治疗及随访过程中要详细记录严重不良反应发生的时间、类型及当时的处理方法, 并在24h内详细报知研究负责人和伦理审查委员会。

### 1.14 数据收集、管理、分析、开放

**1.14.1 数据收集** 以病例报告表(Case Report Form, CRF)的形式收集数据, 并经统一表格汇总。具体数据包括人口统计学信息、疾病诊断、伴随疾病情况、过敏史(药物过敏情况)和不良反应发生情况。这些资料将被研究者应用Epidata数据处理软件, 以双重录入的形式转化为电子版文件。

**1.14.2 数据管理** 只有项目负责人有权利查询数据库文件, 该文件不允许再作变动。所有与本次临床试验有关的研究资料均由青海大学附属医院保存。

**1.14.3 数据分析** 将数据库交给专业统计人员进行统计分析, 并由统计分析人员写出统计分析报告, 交付试验的主要研究者, 写出研究报告。数据监察委员会(IDMC)对研究数据的监督和管理贯穿临床研究整个环节, 以保证研究过程的科学性、严谨性和资料真实性、完整性。

**1.14.4 数据开放** 出版数据将公开发布于www.figshare.com。

**1.15 统计学分析** 统计学分析由统计分析人员应用SPSS 19.0统计软件包完成,且符合意向分析原则。计量资料符合正态分布用均值(mean)、标准差(SD)、最小值(min)、最大值(max)表示,非正态分布数据用下四分位数(q1)、中位数(median)和上四分位数(q3)表示。

患者术前及术后6个月的总有效率及不良反应发生率的比较采用Fisher确切概率法,两组Harris评分、目测类比评分、手术时间及住院时间的比较采用Mann-Whitney *U* 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

**1.16 审核试验实施的频率和措施** 每隔3个月向伦理委员会汇报试验进展情况,同时向注册数据库更新试验进展状态。

**1.17 保密原则** 由2名工作人员负责抄录所需要的试验结果信息,抄录后的文档标注日期上传至指定的电脑备份,结果数据表格由研究者制作、核对并对数据库进行锁定。

锁定后的数据文件不允许再作变动并将数据库保存备查,任何非授权内研究者外的人员均不得接触。

所有与本次临床试验有关的研究资料均由青海大学附属医院保存。

## 2 讨论 Discussion

**试验的意义:** 试验旨在观察CT扫描数字化三维测量在复杂长骨骨折内固定修复中的可行性,从而为复杂长骨骨折内固定治疗客观数据。

**优势和局限性:** ①试验的优势: 试验选用前瞻性、单中心、随机对照临床试验方法观察,结合影像学检查分析骨折修复效果,结论更为客观; ②试验的局限性: 试验结果指标较为单一; 样本量较少,每组样本量不一致,会影响结果的准确性; 本次试验随访时间较短,相关的长期疗效及安全性还需未来研究证实。

**试验贡献的证据:** 文章希望通过本次试验,证实与传统内固定方法相比,采用CT扫描数字化三维测量在复杂长骨骨折内固定修复术前规划,可获得近远期安全可靠的更好疗效,减少不良反应。

**试验状态:** 稿件提交时试验正在进行数据分析。

**作者贡献:** 赵子春构思和设计了试验程序,完成了文章的写作,阅读审核并同意终版文章用于发表。其他作者协助完成此试验。

**利益冲突:** 所有作者共同认可文章内容无相关利益冲突。

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

**文章外审:** 文章经国内小同行外审专家双盲外审,符合本刊发稿宗旨。

**作者声明:** 第一作者对研究和撰写的论文中出现的不良行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

**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。

## 3 参考文献 References

- [1] 黄俊伍,罗轶,张春林,等,三种不同方法治疗胫骨平台内后侧骨折的生物力学研究及临床意义[J].中国医师杂志,2015,12(3):297-299.
- [2] Fei Q, Zhao F, Meng H, et al. Modified percutaneous vertebroplasty assisted by preoperative CT-based digital design: a new technique for osteoporotic vertebral compression fracture. Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2016;96:731-735.
- [3] Bi C, Ji X, Wang F, et al. Digital anatomical measurements and crucial bending areas of the fixation route along the inferior border of the arcuate line for pelvic and acetabular fractures. BMC Musculoskelet Disord. 2016;17:125.
- [4] Kumta S, Kumta M, Jain L, et al. A novel 3D template for mandible and maxilla reconstruction: rapid prototyping using stereolithography. Indian J Plast Surg. 2015;48:263-273.
- [5] Lin H, Huang W, Chen X, et al. Digital design of internal fixation for distal femoral fractures via 3D printing and standard parts database. Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2016;96:344-348.
- [6] Wan Y, Zhuo N, Yang Y, et al. Effectiveness of digital customized steel plate in treatment of complex fractures of limbs. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2015;29:402-405.
- [7] Li Z, Zou D, Zhang J, et al. Use of 3D reconstruction of emergency and postoperative craniocerebral CT images to explore craniocerebral trauma mechanism. Forensic Sci Int. 2015;255:106-111.
- [8] Ji X, Bi C, Wang F, et al. Digital anatomical measurements of safe screw placement at superior border of the arcuate line for acetabular fractures. BMC Musculoskelet Disord. 2015;16:55.
- [9] 孙江波,廖怀章,蒋勇,等.胫骨平台后柱骨折钢板固定的三维有限元分析[J].医学临床研究,2012,29(5):813-817.

- [10] Khoo BC, Brown JK, Prince RL. Reconsideration of the Effects of Age on Proximal Femur Structure: Implications for Joint Replacement and Hip Fracture. *PLoS One*. 2016;11(10):e0164949.
- [11] Kejriwal R, Ahuja T, Hong T. Is radiograph glenopolar angle accurate for extraarticular scapular neck fractures? *Injury*. 2016.
- [12] Danesi V, Tozzi G, Cristofolini L. Application of digital volume correlation to study the efficacy of prophylactic vertebral augmentation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2016;39:14-24.
- [13] de Muinck Keizer RO, Meijer DT, et al. Articular Gap and Step-off Revisited: 3D Quantification of Operative Reduction for Posterior Malleolar Fragments. *J Orthop Trauma*. 2016;30(12):670-675.
- [14] Döbele S, Erne O, Ehnert S, et al. The Pitch Angle of a Locked Plate Osteosynthesis Construct. *Z Orthop Unfall*. 2016;154(4):359-363.
- [15] Kim JJ, Jung CY, Eastman JG, et al. Measurement of optimal insertion angle for iliosacral screw fixation using three-dimensional computed tomography scans. *Clin Orthop Surg*. 2016;8(2):133-139.
- [16] Wang YT, Yang XJ, Yan B, et al. Clinical application of three-dimensional printing in the personalized treatment of complex spinal disorders. *Chin J Traumatol*. 2016;19(1):31-4.
- [17] Bi C, Ji X, Wang F, et al. Digital anatomical measurements and crucial bending areas of the fixation route along the inferior border of the arcuate line for pelvic and acetabular fractures. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:125.
- [18] Schreurs R, Dubois L, Becking AG, et al. Quantitative Assessment of Orbital Implant Position-A Proof of Concept. *PLoS One*. 2016;11(3):e0150162.
- [19] Zeng CJ, Tan XY, Huang HJ, et al. Clinical effect of 3D printing-assisted minimal invasive surgery through a small incision lateral to the rectus abdominis for pelvic fracture. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*. 2016;36(2):220-225.
- [20] Giannotti S, Bottai V, Panetta D, et al. Three-dimensional parametric mapping in quantitative micro-CT imaging of post-surgery femoral head-neck samples: preliminary results. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2015;12(3):243-246.
- [21] Hughes AJ, O'hEireamhoin S, Heffernan E, et al. A Simple approach to assessment of a total knee replacement's rotary profile using computed tomography. *Orthop Surg*. 2015;7(4):350-353.
- [22] Li J, Zhang H, Yin P, et al. A New Measurement Technique of the Characteristics of Nutrient Artery Canals in Tibias Using Materialise's Interactive Medical Image Control System Software. *Biomed Res Int*. 2015;2015:171672.
- [23] Xue Y, Wang D, Dai W, et al. Medium-term effectiveness of waveflex system in treatment of multiple lumbar degenerative diseases. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2015;29(9):1104-1108.
- [24] Zhang L, Lv H, Zheng H, et al. Correlation between parameters of calcaneal quantitative ultrasound and hip structural analysis in osteoporotic fracture patients. *PLoS One*. 2015;10(12):e0145879.
- [25] Wang C, Xu GJ, Han Z, et al. Correlation between residual displacement and osteonecrosis of the femoral head following cannulated screw fixation of femoral neck fractures. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(47):e2139.
- [26] Licht H, Murray M, Vassaur J, et al. The Relationship of Obesity to Increasing Health-Care Burden in the Setting of Orthopaedic Polytrauma. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(22):e73.
- [27] Ito M. Bone mineral density measurement. *Nihon Rinsho*. 2015;73(10):1659-1663.
- [28] Milano G, Saccomanno MF, Magarelli N, et al. Analysis of agreement between computed tomography measurements of glenoid bone defects in anterior shoulder instability with and without comparison with the contralateral shoulder. *Am J Sports Med*. 2015;43(12):2918-2926.
- [29] Vlachopoulos L, Dünner C, et al. Computer algorithms for three-dimensional measurement of humeral anatomy: analysis of 140 paired humeri. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(2):e38-e48.
- [30] 张凯瑞,余斌,戴海飞,等.动力髌螺钉与经皮加压钢板固定股骨转子间骨折的三维有限元分析[J].*中国矫形外科杂志*,2014,20(6):537-540.
- [31] Knop C, Oeser M, Bastian L, et al. Development and validation of the Visual Analogue Scale (VAS) Spine Score. *Unfallchirurg*. 2011;104:488-497.