

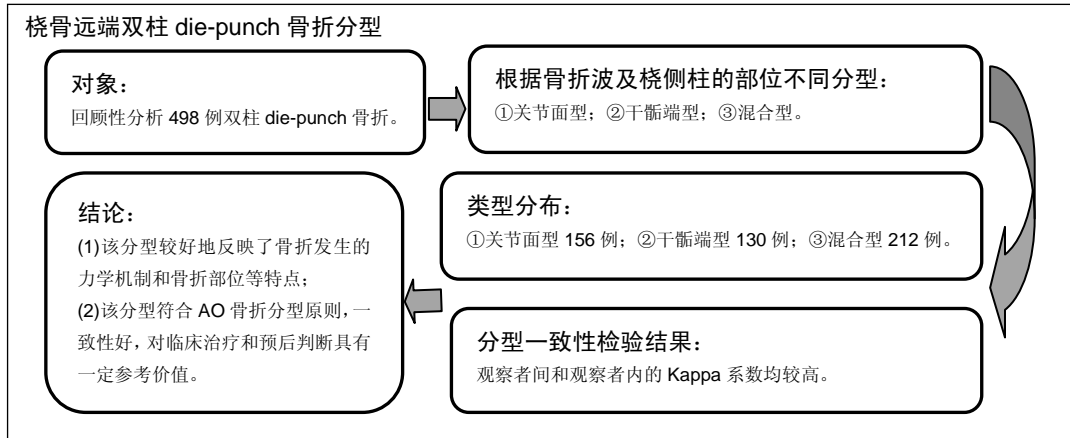
# 桡骨远端双柱die-punch骨折影像学类型：骨折分型及力学机制

奚彬<sup>1</sup>, 杨莹<sup>1</sup>, 李冬成<sup>1</sup>, 丁燕萍<sup>1</sup>, 殷渠东<sup>2</sup> (无锡市第九人民医院, <sup>1</sup>放射科, <sup>2</sup>骨科, 江苏省无锡市 214062)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0358

ORCID: 0000-0002-1122-112X(奚彬)

文章快速阅读:



奚彬, 男, 1980 年生, 江苏省无锡市人, 2012 年扬州大学毕业, 主治医师, 主要从事影像学方向研究。

通讯作者: 殷渠东, 无锡市第九人民医院骨科, 江苏省无锡市 214062

中图分类号:R318

文献标识码:B

稿件接受: 2018-04-05



## 文题释义:

**桡骨远端单柱 die-punch 骨折:** 指轴向暴力传递导致仅局限在桡骨远端中间柱的塌陷或撕脱性骨折。仅波及中间柱的单柱 die-punch 骨折往往是桡腕关节处中立位和轴向暴力不大时发生。然而, 桡骨远端单柱 die-punch 骨折在临床较为少见, 多数情况下, 更容易发生中间柱 die-punch 骨折合并轻度桡侧柱骨折, 即双柱 die-punch 骨折临床上更为多见。

**桡骨远端双柱 die-punch 骨折:** 指轴向暴力传递导致桡骨远端中间柱塌陷或撕脱性骨折为主, 同时伴桡侧柱轻度骨折为辅的骨折。发生原因是轴向暴力较大或轴向暴力合并一定旋转暴力或者桡腕关节处尺偏位遭受轴向暴力所致。按照桡侧柱骨折波及部位的不同, 分为干骺端型、关节面型和混合型 3 型。该分型较好地反映了桡骨远端双柱 die-punch 骨折发生力学机制和部位特点, 符合 AO 骨折分型原则, 具有较高一致性, 对临床治疗和预后判断具有一定参考价值。

## 摘要

**背景:** 按照三柱理论, 有桡骨远端单柱和双柱 die-punch 骨折之分, 文献已有单柱 die-punch 骨折分型报道, 但尚无双柱 die-punch 骨折类型报道。

**目的:** 探讨桡骨远端双柱 die-punch 骨折影像学特点和类型, 以及新分型的价值。

**方法:** 回顾性分析 2007 年 6 月至 2017 年 6 月 498 例桡骨远端双柱 die-punch 骨折影像学资料, 根据影像学特点分为干骺端型、关节面型和混合型 3 型。选择 2 名影像学医师独立对 100 例桡骨远端双柱 die-punch 骨折行分型, 分型结果采用 Kappa 方法进行一致性分析。

**结果与结论:** ①498 例桡骨远端双柱 die-punch 骨折患者中, 干骺端型 130 例, 关节面型 156 例, 混合型 212 例, 未见无法归类者; ②观察者间的 Kappa 系数为 0.823-0.868, 观察者内的 Kappa 系数为 0.868-0.900, 具有高度一致性; ③按 AO 骨折分型, 关节面型属于 B 型或 C 型, 干骺端型和混合型均属于 C 型; ④据此得出, 该桡骨远端双柱 die-punch 骨折影像学分型较好地反映了骨折发生力学机制和骨折部位等特点, 符合 AO 骨折分型原则, 一致性好, 对临床治疗和预后判断具有一定参考价值。

## 关键词:

桡骨远端骨折; die-punch 骨折; 三柱理论; 骨折类型

## 主题词:

桡骨骨折; 生物力学; 组织工程

## Imaging types of double-column die-punch fracture of the distal radius: fracture classification and mechanical mechanism

Xi Bin<sup>1</sup>, Yang Ying<sup>1</sup>, Li Dong-cheng<sup>1</sup>, Ding Yan-ping<sup>1</sup>, Yin Qu-dong<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Department of Radiology, <sup>2</sup>Department of Orthopedics, Wuxi No.9 People's Hospital, Wuxi 214062, Jiangsu Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** According to the three-column theory, there are single-column and double-column die-punch fractures of the distal radius. The single-column die-punch fracture has been reported, but there is a lack of

Xi Bin, Attending physician, Department of Radiology, Wuxi No.9 People's Hospital, Wuxi 214062, Jiangsu Province, China

Corresponding author: Yin Qu-dong, Department of Orthopedics, Wuxi No.9 People's Hospital, Wuxi 214062, Jiangsu Province, China

study on double-column die-punch fracture.

**OBJECTIVE:** To explore the characteristics and imaging types of double-column die-punch fracture of the distal radius as well as the value of the new classification.

**METHODS:** A retrospective analysis of imaging data was made in 498 cases of double-column die-punch fracture of the distal radius between June 2007 and June 2017. According to the imaging characteristics of the fracture, the patients were divided into types of metaphysis, articular surface and mixed. Two radiologists were chosen and independently typed the fractures in 100 cases of double-column die-punch fracture of the distal radius, and agreement was analyzed with Kappa statistics.

**RESULTS AND CONCLUSION:** (1) In 498 cases of double-column die-punch fracture of the distal radius, type of metaphysis was found in 130 cases, type of articular surface in 156 cases and mixed type in 212 cases, and all were categorized. (2) The inter-observer Kappa coefficient was 0.823-0.868 and the intra-observer Kappa coefficient was 0.868-0.900, showing high consistency. (3) According to AO classification of fracture, the type of articular surface belonged to type B or type C, type of metaphysis and the mixed type belonged to type C. (4) These results suggest that the new imaging typing of double-column die-punch fracture of the distal radius well reflects the mechanical characteristics and fracture site, meets the principle of AO classification, has high consistency and provides reference for clinical treatment and prognosis judgment.

**Subject headings:** Radius Fractures; Biomechanics; Tissue Engineering

## 0 引言 Introduction

1962年Scheck<sup>[1]</sup>首次将桡骨远端月骨窝关节面背侧的撕脱性骨折称为die-punch骨折块。后来,人们将轴向暴力经月骨传递到月骨窝的冲撞挤压致月骨窝关节面骨折统称为桡骨远端die-punch骨折<sup>[2-8]</sup>。die-punch骨折按字面直译为“磨具冲压骨折”,是指轴向暴力冲撞挤压致关节面骨折,最典型的表现是关节面塌陷骨折<sup>[1-3]</sup>。然而,die-punch骨折仅代表骨折发生机制,并没有代表骨折部位和波及范围,已有学者将其他部位遭受轴向暴力致关节面塌陷骨折也称为die-punch骨折或骨折块,如有胫骨远端关节面die-punch骨折、跟骨后关节面die-punch骨折和髌骨关节面die-punch骨折等报道<sup>[8-12]</sup>。由于受伤瞬间暴力复杂性和暴力程度、受伤时手腕位置和患者骨质情况的不同,die-punch骨折可以仅波及桡骨远端尺侧半关节面者,也有同时波及桡骨远端尺侧半关节面和桡侧半者。根据Rikli等<sup>[13]</sup>提出的桡骨远端骨折“三柱理论”(图1),在影像学上这是2种不同类型的die-punch骨折,前者为单柱die-punch骨折(图2),后者为双柱die-punch骨折。die-punch骨折属于少见骨折,AO分型仅涉及到该骨折,但尚未涉及到多种类型。文献中已有学者提出桡骨远端单柱die-punch骨折分型报道<sup>[5-7]</sup>,然而尚未见双柱die-punch骨折类型报道。骨折分型有助于更好诊断、交流、指导治疗和判断预后。为此,文章回顾无锡市第九人民医院桡骨远端双柱die-punch骨折患者的影像学资料,探讨双柱die-punch骨折的影像学特点和类型,以及新分型的价值,为临床提供参考。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 于2007年6月至2017年6月在无锡市第九人民医院完成。

1.3 对象 病例来源于无锡市第九人民医院,从2007年6月至2017年6月收治的资料完整的10 596例桡骨远端骨折患者中筛选出符合桡骨远端双柱die-punch骨折纳入标准的498例,其中男275例,女223例;年龄13-90岁,平均45.3岁;致伤原因:坠落伤167例,摔伤142例,交通伤114例,撞击伤75例;合并尺骨茎突骨折45例,合并下尺桡关节松弛或分离30例,合并其他部位骨折86例。所有骨折均

有X射线正侧位片,其中492例(98.8%)同时有CT检查。

**纳入标准:** ①轴向暴力致桡骨远端中间柱关节内骨折为主伴桡侧柱轻度骨折为辅者;②患者对治疗方案知情同意并签署知情同意书。

**排除标准:** ①直接暴力致开放性桡骨远端中间柱关节内骨折伴桡侧柱骨折者;②桡骨远端桡侧柱骨折较中间柱骨折明显或等同者;③影像资料不完整者。

### 1.4 方法

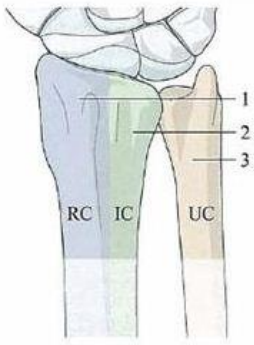
1.4.1 仪器 X射线平片检查采用西门子DR设备(德国,型号Ysio 1500 Ma 50 kW)、飞利浦DR(荷兰,型号Digital Diag 500 Ma kW)。

CT检查采用GE 64排螺旋CT(美国,型号Optima 660),扫描参数:螺距1.2,管电压120 kV,管电流250 mA,常规重建和层间距2.5 mm,薄层重建和层间距1.0 mm,骨算法卷积和为75,FOV为145 mm×145 mm。

1.4.2 分型方法 双柱die-punch骨折的中间柱骨折较为明显,绝大多数为塌陷性骨折,少数为掌侧或背侧撕脱性骨折,而桡侧柱骨折较轻。根据波及桡侧柱部位的不同,参照AO分型方法,作者将双柱die-punch骨折分为3型:①干骺端型:骨折波及桡侧柱的干骺端,尤其是干骺端桡侧的骨皮质骨折,而桡侧柱的关节面无骨折;桡侧柱骨折线基本呈水平方向,见图3;②关节面型:骨折波及桡侧柱的关节面,而桡侧柱的干骺端,尤其是干骺端桡侧的骨皮质无骨折,见图4;③混合型:骨折同时波及桡侧柱的关节面与干骺端,尤其是干骺端桡侧的骨皮质和关节面均有骨折;桡侧柱骨折线可以呈水平方向或粉碎,见图5。

1.4.3 分型的一致性检验 选择2名影像学主治医师学习上述分型方法,充分理解该分型方法后分别独立对100例双柱die-punch骨折(其中干骺端型33例,关节面型36例,混合型33例)进行分型,记录分型结果。3个月后,2名影像学主治医师再次对该100例双柱die-punch骨折分型,记录分型结果。当2位影像学主治医师的分型结果不一致时,由上级医师确定该患者骨折类型。结果行一致性检验。

1.5 主要观察指标 观察498例双柱die-punch骨折患者类型分布情况。2位观察者间和观察者二次分型判断结果采用Kappa系数行一致性分析。Kappa系数位于-1至+1之间,当大于0,说明有意义,Kappa系数愈大,一致性愈好。



图注: 1 为桡侧柱(RC), 2 为中柱(IC), 3 为尺侧柱(UC)。

图 1 桡骨远端骨折三柱理论  
Figure 1 Three-column theory of the distal radius fracture

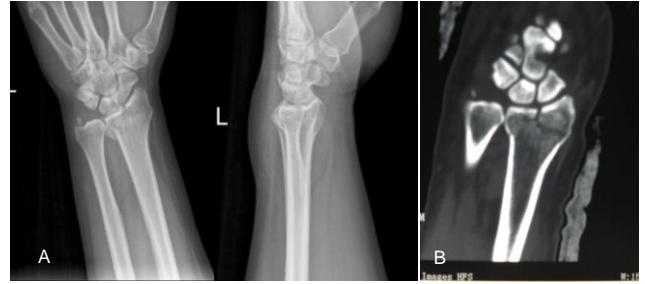


图 3 干骺端型双柱 die-punch 骨折, 中间柱关节面骨折伴桡侧柱的干骺端骨折, 而桡侧柱的关节面无骨折, AO 分型为 C 型  
Figure 3 Type of metaphysis of double-column die-punch fracture which involves fracture of the articular surface of the intermediate-column associated with fracture of the metaphysis of the radius-column, however there is no fracture in the articular surface of the radius-column, it belongs to type C in AO classification

图注: 图 A 为 X 射线平片, B 为 CT。



图 2 仅波及桡骨远端尺侧半的单柱 die-punch 骨折  
Figure 2 Single-column die-punch fracture which involves only the ulnar half of the distal radius

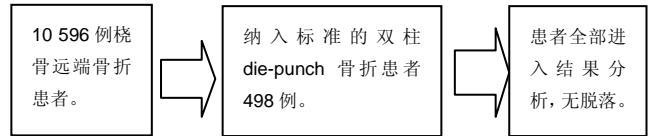


图 6 试验流程图  
Figure 6 Trial flow chart



图 4 关节面型双柱 die-punch 骨折, 中间柱关节面骨折伴桡侧柱的关节面骨折, 而桡侧柱的干骺端无骨折, AO 分型既有 B 型, 又有 C 型  
Figure 4 Type of articular surface of double-column die-punch fracture which involves fracture of the articular surface in the intermediate-column and the radius-column, however there is no fracture in the metaphysis of the radius-column, it belongs to type B or type C in AO classification

图注: 图 A 示中间柱为掌侧关节面撕脱性骨折的关节面型双柱 die-punch 骨折的 X 射线平片, AO 分型为 B 型; B, C 示中间柱关节面为塌陷性骨折的关节面型双柱 die-punch 骨折的 X 射线平片和 CT, AO 分型为 C 型。



图 5 混合型双柱 die-punch 骨折, 中间柱塌陷骨折伴桡侧柱的干骺端和关节面均骨折, AO 分型为 C 型  
Figure 5 Mixed type of double-column die-punch fracture which involves collapse fracture of the intermediate-column associated with fracture in the articular surface and the metaphysis of the radius-column, it belongs to type C in AO classification

图注: 图 A 为 X 射线平片; B 为 CT。

0.00-0.20一致性较低, 0.21-0.40一致性一般, 0.41-0.60中度一致性, 0.61-0.80较高一致性, 0.81-1.00高度一致性。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 按意向性处理, 10 596例桡骨远端骨折患者中共498例双柱die-punch骨折患者符合纳入标准, 全部进入结果分析, 无脱落。试验流程图见图6。

**2.2 骨折类型分布和分型判断结果** 干骺端型130例, 中间柱均为塌陷骨折, AO分型属于C型; 关节面型156例, 中间柱既有塌陷性骨折, 也有掌侧或背侧撕脱性骨折, 但大多数为塌陷性骨折, AO分型为B型35例, C型121例; 混合型212例, AO分型属于C型。未见无法归类者。

仅在较轻微骨折中, 观察者间和观察者二次判断出现不一致; 在骨折较明显者中, 判断结果均较为一致。总体上, 观察者间的Kappa系数为0.823-0.868, 观察者内的Kappa系数为0.868-0.900, 具有高度一致性。

## 3 讨论 Discussion

**3.1 骨折发生机制、骨折部位和类型特点** 生物力学研究显示, 桡骨远端中间柱是腕部传递负荷的枢纽和主要负重面, 起最主要的力学传导作用, 而桡骨远端桡侧柱主要起稳定腕关节和控制旋转作用<sup>[6, 14-16]</sup>。所以, 轴向暴力大多由月骨传递到月骨窝, 最容易导致月骨窝关节面(中间柱)骨折。但是, 由于受伤瞬间暴力复杂性和暴力程度、手腕位置的不同, 以及局部解剖、患者骨质情况等因素影响, 可以发生不同的die-punch骨折表现<sup>[5-7, 14-15]</sup>。仅波及中间柱的单柱die-punch骨折往往是桡腕关节处中立位和轴向暴力不大时发生。然而, 桡骨远端单柱die-punch骨折在临床较为少见<sup>[5, 7]</sup>, 多数情况下, 更容易发生中间柱die-punch骨折合并轻度桡侧柱骨折, 即双柱die-punch骨折临床上更为多见。此次研究发现, 单柱die-punch骨折在桡骨远端的发生率为0.7%, 而双柱die-punch骨折在桡骨远端的发生率为4%。参照AO分型方法, 根据影像学上桡侧柱骨折部位特点, 作者将双柱die-punch骨折分为干骺端型、关节面型和混合型3型。其中, 关节面型双柱die-punch骨折多由轴向暴力伴一定程度旋转暴力, 旋转暴力导致桡侧柱发生轻度骨折; 干骺端型双柱die-punch骨折多由桡腕关节处尺偏位遭受轴向暴力, 轴向暴力除传递到中间柱外, 还有部分水平方向分应力传递到桡侧柱致干骺端轻度水平面骨折; 混合型双柱die-punch骨折多由轴向暴力相对较大或者上述多种因素共同导致发生。因此, 桡骨远端双柱die-punch骨折不同类型体现了轴向暴力大小、性质和桡腕关节位置等不同发生力学机制。

桡骨远端骨折Melone分类II型和Fernandez分类III型<sup>[17-18]</sup>, 均称为die-punch骨折, 就是此次研究的干骺端型双柱die-punch骨折。桡骨远端骨折Melone分类和Fernandez分类, 在国内外文献和著书中已经得到较为广泛的引用<sup>[17-24]</sup>, 说明双柱die-punch骨折的定义已经得到较为广泛认可。叶永杰等<sup>[25]</sup>、Rhee等<sup>[16]</sup>和Yamamoto等<sup>[26]</sup>

分别报道过关节面型和混合型双柱die-punch骨折。尽管如此, 以往文献和著书中均未涉及双柱die-punch骨折的多种类型、各种类型的发生机制分析和分型方法。

此次研究中双柱die-punch骨折分布如下, 干骺端型130例, 关节面型156例, 混合型212例, 总体上各种类型较均匀, 相对而言, 混合型较多, 而且绝大多数的中间柱骨折为塌陷性骨折、AO分型属于C型, 中间柱关节面骨折为撕脱性骨折者较少、AO分型属于B型, 即绝大多数双柱die-punch骨折为AO分型C型骨折。

**3.2 分型的价值** 任何好的骨折分型必须包括所有类型、反映骨折特点、具有形象、简单和直观等特点, 否则分型就毫无意义<sup>[27]</sup>。根据该分型, 此次研究双柱die-punch骨折中, 干骺端型130例, 关节面型156例, 混合型212例, 只存在误诊者, 未见无法归类骨折者(漏诊者)。说明该分型不仅较好地反映了力学发生机制和骨折部位, 而且较好地概括了所有双柱die-punch骨折类型, 同时还具有形象、简单和直观、便于记忆等特点。

骨折分型另一目的是为治疗提供一种共同的、便于交流的语言, 这就需要具有较高的一致性<sup>[27-29]</sup>。此次研究仅个别较轻微的双柱die-punch骨折分型判断尚不能达完全一致, 如图5的桡侧柱关节面骨折较轻微, 很容易误诊为干骺端型双柱die-punch骨折。但是, 在绝大多数患者, 分型结果均一致。总体上, 观察者间和观察者内间Kappa系数均> 0.80, 说明该分型的一致性较好。

骨折分型的第3个目的是能为治疗方法选择和预后判断提供参考意见<sup>[29-30]</sup>。根据AO骨折分型, 关节面型双柱die-punch骨折属于B型或C型, 其中, 中间柱掌侧或背侧撕脱性者均为B型, 中间柱关节面塌陷者均为C型, 而干骺端型和混合型双柱die-punch骨折均属于C型。根据AO分型原则, 通常C型骨折较B型骨折严重、预后差<sup>[31-36]</sup>。因此, 中间柱为塌陷骨折的干骺端型和混合型双柱die-punch骨折较中间柱为边缘撕脱性骨折的关节面型双柱die-punch骨折严重、预后差, 提示术者治疗重点是需要对关节面塌陷骨折块进行撬拨复位, 同时常需要植骨支撑, 然后行内固定, 这是重视die-punch骨折对关节内骨折治疗的意义所在<sup>[25, 30-31, 36-38]</sup>。由此可见, 该分型也可以为治疗和预后判断提供一定参考价值。

综上所述, 桡骨远端die-punch骨折是指轴向暴力经月骨传递到月骨窝冲撞挤压月骨窝关节面骨折的统称, 临床上双柱die-punch骨折较单柱die-punch骨折多见。双柱die-punch骨折发生原因是轴向暴力较大或轴向暴力合并一定旋转暴力或者桡腕关节处尺偏位遭受轴向暴力所致, 按照桡侧柱骨折波及部位的不同, 可分为干骺端型、关节面型和混合型3型。该分型填补了无双柱die-punch骨折分型的空白, 概括了所有类型, 较好地反映了桡骨远端双柱die-punch骨折发生力学机制和部位特点, 分型具有简单、形象和直观等特点, 符合AO骨折分型原则, 分型还具有较高一致性, 对临床治疗和预后判断具有一定参考价值。

**致谢:** 向参与研究、提供资料的吴永伟、马运宏致谢。

**作者贡献:** 所有作者参与本次研究,第一、二作者及通讯作者负责试验设计,第一、二作者负责试验实施,第三、四作者负责试验评估,第一、二作者负责随访。

**经费支持:** 该文章没有接受任何经费支持。

**利益冲突:** 文章中部分患者的手术干预手段采用钢板作为内植物,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。

**伦理问题:** 临床试验研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和医院对人体研究的相关伦理要求。文章的撰写与编辑修改后文章遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南)。参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,对试验过程完全知情同意,在充分了解本治疗方案的前提下签署“知情同意书”。

**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。

**作者声明:** 通讯作者对于研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。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。

**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3.0”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

- [1] Scheck M. Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44:337-351.
- [2] 周孜辉,王秋根,高伟,等. 桡骨远端die-punch骨折的手术治疗[J]. *中华创伤骨科杂志*,2009,11(8):718-721.
- [3] 徐林,张威中,李黎明,等. 切开复位内固定治疗桡骨远端Die-punch骨折[J]. *中国矫形外科杂志*,2008,16(14):29-31.
- [4] 陈永志,陈瑜,钟永翔. 桡骨远端B1.3型骨折的诊治[J]. *中医正骨*,2011,23(11):42-44.
- [5] 殷渠东,孙振中,顾三军,等. 桡骨远端Die-punch骨折的分型分类和临床特点[J]. *中国矫形外科杂志*,2013,21(22):2236-2240.
- [6] 杨莹,陈鸿伟,李冬成,等. 桡骨远端die-punch骨折的CT表现及影像学分型[J]. *中华放射学杂志*,2016,50(11):57-62.
- [7] Ma YH, Yin QD, Rui YJ, et al. Image classification for die-punch fracture of intermediate column of the distal radius. *Radiol Med.* 2017;122(12):928-933.
- [8] 施忠民. Pilon骨折治疗难点及解决方法[J]. *国际骨科学杂志*,2009,30(6):399-400.
- [9] 张建政,王浩,商洪涛,等. 后pilon骨折AGH分型及对手术的指导意义[J]. *中华骨科杂志*,2017,37(5):284-290.
- [10] 孙春光,周其佳,等. 手术治疗跟骨骨折合并Die-punch骨块的中期疗效[J]. *中国矫形外科杂志*,2015,23(20):1901-1904.
- [11] Falcochio DF, Crepaldi BE, Trindade CA, et al. What is the best radiographic view for “die-punch” distal radius fractures? A cadaver model study. *Revista Brasileira de Ortopedia.* 2012;47(1):27-30.
- [12] Sun YQ, Stephen M, Meinhard BP. Surgical treatment of comminuted die-punch patellar fracture. *Orthopedics.* 2001;24(10):947-950.
- [13] Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal end of the radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(4):588-591.
- [14] Anderson DD, Deshpande BR, Daniel TE, et al. A three-dimensional finite element model of the radiocarpal joint: distal radius fracture step-off and stress transfer. *Iowa Orthop J.* 2005;25:108-117.
- [15] Chen C, Cai L, Zhang C, et al. Treatment of die-punch fractures with 3D printing technology. *J Invest Surg.* 2017;1-8.
- [16] Rhee SK, Song SW, Chung YG, et al. Treatment of die-punch fractures in unstable distal radius fractures. *J Korean Soc Fract.* 1999;12(4):1012-1020.
- [17] Melone CP. Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Orthop Clin North Am.* 1993;24(2):239-253.
- [18] Fernandez DL. Fractures of the distal radius: operative treatment. *Instr Course Lect.* 1993;42:73-88.
- [19] Burnier M, Herzberg G, Izem Y. Patient-Accident-Fracture (PAF) classification of distal radius fractures. *Hand Surg Rehabil.* 2016;5S: S34.
- [20] 朱学敏,唐三元,杨辉. 桡骨远端骨折分型研究进展[J]. *中国矫形外科杂志*,2013,21(22):2264-2270.
- [21] 李小泉. 桡骨远端骨折分型概述及临床意义[J]. *医药前沿*,2013,10(21):395-396.
- [22] 张世明,李海丰,黄铁刚. 骨折分类与功能评定[M]. 北京:人民军医出版社,2008:137.
- [23] Chung KC, Mathews AL. Management of complications of distal radius fractures. *Hand Clin.* 2015;31(2):205-215.
- [24] Mulders MA, Rikli D, Goslings JC, et al. Classification and treatment of distal radius fractures: a survey among orthopaedic trauma surgeons and residents. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2017;43(2):239-248.
- [25] 叶永杰,阳波,罗斌,等. 外固定支架与锁定加压钢板治疗桡骨远端die-punch骨折[J]. *华西医学*,2012,27(8):1157-1161.
- [26] Yamamoto K, Masaoka T, Shishido T, et al. Clinical results of external fixation for unstable Colles' fractures. *Hand Surg.* 2003;8(2):193-200.
- [27] Randsborg PH, Sivertsen EA. Classification of distal radius fractures in children: good inter- and intraobserver reliability, which improves with clinical experience. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2012;13(1):1-8.
- [28] Kamphaus A, Rapp M, Wessel LM, et al. LiLa classification for paediatric long bone fractures: Intraobserver and interobserver reliability. *Unfallchirurg.* 2015;118(4):326-335.
- [29] 殷渠东,孙振中,顾三军,等. 桡骨远端die-punch骨折的分型分类和临床特点[J]. *中国矫形外科杂志*,2013,21(22):2236-2240.
- [30] 殷渠东,顾三军,芮永军,等. 不同类型桡骨远端Die-punch骨折的治疗效果分析[J]. *中华手外科杂志*,2015,31(6):445-447.
- [31] 王古衡,谢仁国,茅天,等. 掌侧接骨板治疗桡骨远端die-punch骨折疗效分析[J]. *中华手外科杂志*,2016,32(3):214-216.
- [32] Sonderegger J, Schindele S, Rau M, et al. Palmar multidirectional fixed-angle plate fixation in distal radius fractures: do intraarticular fractures have a worse outcome than extraarticular fractures? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(10):1263-1268.
- [33] 郑一舟,李唯. 掌侧锁定钢板加横向克氏针内固定治疗桡尺远侧关节失稳型桡骨远端骨折[J]. *中华手外科杂志*,2014,30(5):327-329.
- [34] 张屹,杨拓,李辉,等. 掌侧与背侧入路钢板置入固定修复桡骨远端骨折并发病的Meta分析[J]. *中国组织工程研究*,2014,18(22):3560-3566.
- [35] Christoph B, Dirk S, Thomas B, et al. The treatment of displaced intra-articular distal radius fractures in elderly patients. *Dtsch Arztebl Int.* 2014;111(46):779-787.
- [36] Nemeth N, Bindra RR. Fixation of distal ulna fractures associated with distal radius fractures using intrafocal pin plate. *J Wrist Surg.* 2014;3(1):55-59.
- [37] Sonderegger J, Schindele S, Rau M, et al. Palmar multidirectional fixed-angle plate fixation in distal radius fractures: do intraarticular fractures have a worse outcome than extraarticular fractures? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(10):1263-1268.
- [38] 吴永伟,殷渠东,孙振中,等. 桡骨远端Die-punch骨折的手术治疗[J]. *中华手外科杂志*,2014,30(2):121-123.