

# 旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折逆移位复位手法的尸体标本研究

陈洋<sup>1</sup> 成永忠<sup>2△</sup> 黄晓宇<sup>2</sup> 程灏<sup>2</sup> 温建民<sup>2</sup> 刘广伟<sup>2</sup>  
蔡静怡<sup>2</sup> 吴钟凯<sup>2</sup> 贺达<sup>2</sup> 邱鹏<sup>2</sup>

**[摘要]** **目的:**比较逆移位手法与传统复位手法对旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折的复位效果,验证逆移位手法的科学性。**方法:**将8对踝关节尸体标本行闭合间断骨钻孔后,根据受伤机制施加暴力,制备旋前-外旋型Ⅳ度踝关节骨折尸体模型。试验采用二阶段配对交叉设计进行。同一尸体左右足进行配对后,随机决定A组先用A方案(逆移位复位手法),再用B方案(传统逆损伤复位手法),则B组先采用B方案,再用A方案,两种方案在研究过程中交叉进行。通过X线观察腓骨的侧方移位及前后移位、内踝分离及侧方移位、后踝向上移位、距骨倾斜、距骨移位、下胫腓间隙,结合Leeds评分进行评定。**结果:**两种复位手法均能使骨折移位减小,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。Leeds分级评定结果显示,传统复位手法优良率为87.6%,逆移位手法解剖复位优良率为93%,高于传统复位手法,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。逆移位复位手法对各骨折端位移的复位与传统复位手法相比,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论:**两种复位手法治疗旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折复位效果相当。说明不施加旋后内旋也可以达到复位,避免传统复位手法复位过程中出现二次骨折,为在临床中实现踝关节内手法精准复位提供了一种新的思路。

**[关键词]** 踝;骨折;手法复位;尸体标本

**[中图分类号]** R683.42 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2020)01-0008-05

## Cadaver Study of Reverse Displacement Reduction Maneuver for Grade Ⅳ Pronation-external Rotation Ankle Fracture

CHEN Yang<sup>1</sup> CHENG Yongzhong<sup>2△</sup> HUANG Xiaoyu<sup>2</sup> CHENG Hao<sup>2</sup> WEN Jianmin<sup>2</sup>  
LIU Guangwei<sup>2</sup> CAI Jingyi<sup>2</sup> WU Zhongkai<sup>2</sup> HE Da<sup>2</sup> QIU Peng<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

<sup>2</sup> Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medicine Sciences, Beijing 100102, China.

**Abstract Objective:** To compare the reduction effect of inverse displacement reduction treatment and traditional reduction treatment of grade Ⅳ pronation-external rotation ankle fracture to verify the scientific nature of inverse displacement treatment. **Methods:** Cadaveric models of grade Ⅳ pronation-external rotation ankle fracture were prepared by applying 8 pairs of ankle cadaveric specimens to the closed discontinuous bone borehole according to the injury mechanism. Two-stage paired crossover design was used in the experiment. After matching the left and right feet of the same cadaver, it was randomly determined that plan A (inverse displacement reduction treatment) was used first in group A, and then plan B (traditional reduction treatment) was used, while plan B was used first in group B, and then plan A was used. The lateral displacement and anterior and posterior displacement of fibula, medial malleolus separation and lateral displacement, posterior malleolus upward displacement, talus inclination, talus displacement, and lower tibiofibular space were observed by X-ray, and the Leeds score was used to evaluate. **Results:** The displacement of fracture can be reduced by these two reduction treatments, and the difference was statistically significant. Leeds grading evaluation results showed that the excellent and

good rate of traditional reduction treatment was 87.6%, and the excellent and good rate of the inverse displacement treatment was 93%, which was higher than the traditional reduction treatment, but the difference was not statistically significant ( $P > 0.05$ ). There was no statistically significant

基金项目:北京市自然科学基金资助项目(7172243)

<sup>1</sup> 北京中医药大学(北京,100029)

<sup>2</sup> 中国中医科学院望京医院

△通信作者 E-mail: bless518@139.com

difference between the inverse displacement reduction treatment and the traditional reduction treatment in the reduction of the displacement of each fracture end ( $P>0.05$ ). **Conclusion:** Two kinds of reduction treatments are equivalent to the treatment of grade IV pronation-external rotation ankle fracture reduction. It is indicated that reduction can be achieved without applying the supination internal rotation, and avoided the occurrence of secondary fracture during the traditional reduction treatment, which provides a new method for the accurate reduction of the ankle joint in the clinical practice.

**Keywords:** ankle; fracture; manual reduction; cadaver specimen

踝关节骨折是骨科常见骨折之一,发病率约为  $174/10^5$ <sup>[1]</sup>。手法复位在治疗三踝骨折中起到了重要作用。目前临床传统复位手法多依据损伤原因,采用逆其损伤作用方向进行整复。成永忠等继承中医复位手法优点结合临床实际总结出了逆移位复位手法,即根据三踝骨折骨折处骨骼移位的方向,逆其方向进行复位。其在本院旋前-外旋骨折治疗中取得了不错的复位效果。为了探究其有效性,前期利用有限元分析方法<sup>[2]</sup>对逆移位手法的复位效果进行初步的验证;本研究拟通过尸体标本研究,进一步验证其有效性并探究其与传统复位手法相比的优势。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

成人新鲜完整踝关节尸体标本(北京市解剖协会提供)共 8 对(16 只)。所有标本皮肤完整无明显肿胀破损及肌肉肌腱等软组织丢失,无畸形等异常;X 线片示踝关节诸骨完整,骨质未见明显骨折等异常,踝关节间隙平行,间距相等。标本于  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  冰箱内保存。

### 1.2 旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折模型建立

对收集来自望京医院、通州中西医结合医院、沧州中西医结合医院、珠海市中医院 2008 年 12 月至 2016 年 9 月旋前-外旋型三踝骨折共 18 例病人典型 X 线片进行测量,确定内、外踝骨折线到踝尖的高度及后踝骨折块的厚度,并在尸体标本上进行标注。采用传统微创连孔截骨器在尸体标本上沿标记线进行微创连续钻孔截骨。按照旋前-外旋型三踝骨折的损伤机制,瞬间施加外旋暴力,制造旋前-外旋Ⅳ度损伤模型。在 X 线透视下见所造模型符合实验要求<sup>[3]</sup>(见图 1)。

### 1.3 实验方法

**1.3.1 分组方法** 将 8 对踝关节尸体模型先按照自身左右脚进行配对,分为 A 组和 B 组, A 组 8 例, B 组 8 例,用随机分配的方法决定 A 组第一阶段先采用逆移位复位手法,再采用传统复位手法, B 组则第一阶段先用传统复位手法,第二阶段用逆移位复位手法。在两阶段之间重新施加力,使其恢复到手法复位前,拍摄 X 线确认和复位前基本一致。复位前后均行 X 线正侧位片检查,使两种复位手法在研究过程交叉进行。本试验节约了样本量,提高了尸体标本的利用率,同时控制了不同个体差异对处理方式的影响。

**1.3.2 固定方法** 将分组完成后尸体模型,采用本课题组提出的固定方法对尸体标本进行固定。即用 4 根直径 2.5 mm 的克氏针将足固定在笔者自行设计的多维压力测量仪足部固定端,水平间隔一孔穿 3 根直径 2.5 mm 克氏针,在垂直穿一根直径 2.5 mm。这样可以防止应力集中,避免暴力造模时造成胫骨远端固定端骨折。同时利用多维测量仪巧妙将扭矩转化为压力的测量,以控制在手法复位过程中施加的力相同(见图 1)。

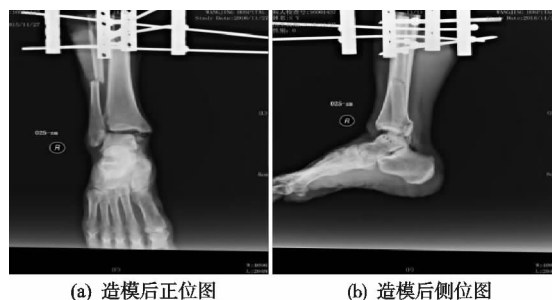


图 1 造模及手法复位后踝关节 X 线片

### 1.4 复位方法

**1.4.1 逆移位手法复位** 逆移位手法是基于三踝骨折独立分型理论、临床经验与三维有限元技术总结而出一套复位手法。其复位是根据骨折处的位移方向进行复位。具体操作步骤:第一步,先行拔伸牵引;第二步,依据距骨脱位方向,叩挤纠正距骨脱位;第三步,依据骨折移位方向,先推顶外踝,在推顶内踝,最后推顶后踝;第四步,最后进行局部复位纠正残余畸形、骨折块移位,予以石膏固定。

**1.4.2 传统复位手法复位** 传统复位手法是基于传统 Lauge-Hansen 分型损伤机制的复位手法,其复位是根据造成骨折的原因行逆向复位。具体操作步骤:第一步,术者先行持续拔伸牵引,牵开骨折端,并松解嵌顿于骨折间的软组织;第二步,通过适当旋后内旋纠正距骨脱位及下胫腓联合分离;第三步,继续旋转推顶外踝和内踝,最后推顶后踝;第四步,需恢复腓骨长度,并利用推挤辅助复位内踝;第五步,对外踝、内踝、后踝进行局部复位,保持踝关节中立位石膏固定。

### 1.5 观察指标及测量方法

将复位前后所拍摄 X 线片导入 Digizimer 软件,在正位片上测量外踝骨折端左右移位(图 2a)、外踝骨

折前后移位(图 2b)、内踝左右移位(图 2c)及上下移位(图 2d)、下胫腓间隙(图 2e)、后踝上移(图 2f)距骨移

位(图 2g)、距骨倾斜(图 2h)。在侧位片上测量前后移位、后踝移位。

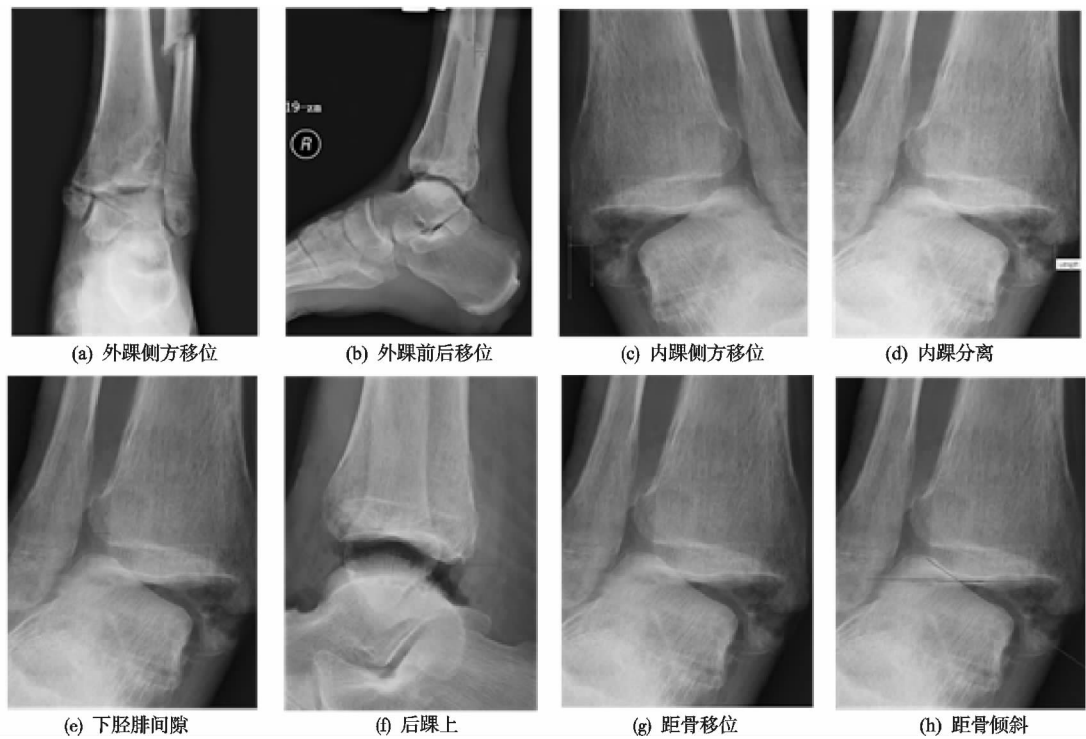


图 2 骨折端测量方法

1.6 评定标准

根据 X 线片及 Leeds<sup>[4]</sup> 解剖评分标准,判定骨折断端复位程度(见表 1)。

采用 Leeds 解剖评分进行评定,对比两种手法复位优良率。Leeds 解剖评级标准:优良,X 线片示无侧方移位,内外踝前后方移位<2 mm,后踝向近端移位<2 mm,距骨与内踝内侧间隙正常,下胫腓联合间隙 2.5~4.0 mm 或与对侧相等;可,X 线片示内外踝侧方移位<2 mm,后踝向近侧移位 2~5 mm,距骨与内踝间隙增宽<2 mm,下胫腓间隙与对侧相比增宽<2 mm;差,X 线片示内外踝侧方移位>2 mm,后踝向近侧移位>5 mm 或距骨后脱位。

比较两种手法治疗前后骨折端复位情况,具体为外踝侧方移位、外踝前后移位、内踝分离、内踝侧方移位、下胫腓间隙、距骨倾斜、距骨移位。对比分析两种复位手法对骨折端移位的复位效果,具体评判标准:外踝侧方移位<2 mm,外踝前后移位<5 mm,内踝侧方

移位 2 mm,后踝上移<5 mm<sup>[4]</sup>,内踝分离<1 mm<sup>[5]</sup>,下胫腓联合间隙<6 mm,距骨外移<4 mm<sup>[6]</sup>,距骨倾斜<sup>[7]</sup>。

1.7 统计学方法

用 SPSS20.0 软件进行统计学处理,计量资料数据用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用成组设计 *t* 检验比较两种复位手法的有效性,采用  $\chi^2$  检验对比两种复位手法的复位效果。检验水准为  $\alpha=0.05$ 。 $P<0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两种手法复位前后比较

逆移位手法复位后与复位前比较,各指标骨折移位均减小,其对腓骨侧方移位、腓骨前后移位、内踝侧方移位、后踝上移、距骨移位及距骨倾斜改善明显,差异有统计学意义( $P<0.05$ );逆损伤复位手法复位后与复位前对比,骨折移位也减少,其对腓骨侧方移位、腓骨前后移位、内踝侧方移位、后踝上移、距骨移位及距骨倾斜改善明显,差异有统计学意义( $P<0.05$ )(见表 1)。

表 1 逆损伤手法复位前后及逆移位手法复位前后数据对比 ( $\bar{x} \pm s$ )

移位方向	A 组			B 组		
	逆移位前/mm	逆移位后/mm	<i>P</i>	逆损伤前/mm	逆损伤后/mm	<i>P</i>
外踝侧方移位	6.41±4.21	5.44±3.28	0.031	5.96±6.34	4.78±3.61	0.022
外踝前后移位	5.33±3.13	2.52±4.98	0.026	5.96±6.34	2.63±2.99	0.050
内踝侧方移位	4.64±2.45	1.10±1.84	0.005	4.77±3.393	1.28±1.83	0.002
内踝分离	6.41±4.21	5.44±3.3	0.353	6.99±2.99	4.78±3.61	0.043
后踝上移	2.42±2.67	0.13±0.52	0.008	2.90±2.36	0.89±0.44	0.019
距骨倾斜	3.70±3.04	1.23±1.92	0.006	4.35±2.85	1.44±1.68	0.003
距骨移位	8.68±3.42	5.65±1.33	0.001	8.19±2.83	6.18±2.09	0.001

2.2 两种复位手法优良率比较

Leeds 解剖评级结果,逆移位复位手法复位的优良率(93.0%)高于传统复位手法复位的优良率(87.6%),但差异无统计学意义( $P>0.05$ )(见表 2)。

表 2 逆移位复位手法与逆损伤复位手法  
复位优良率的对比(例)

组别	优	良	可	差	优良率/%
逆移位复位手法	7	8	0	1	93.0
逆损伤复位手法	5	9	1	1	87.6
$\chi^2$	0.831				
$P$	0.776				

2.3 逆移位复位手法与逆损伤复位手法复位效果对比

逆移位复位手法在外踝前后移位、内踝侧方移位、下胫腓间隙、距骨倾斜及距骨移位指标上复位优良率高于逆损伤复位手法,差异无统计学意义( $P>0.05$ );逆损伤复位手法在外踝侧方移位及内踝分离方面优良率高于逆移位复位手法,差异也无统计学意义( $P>0.05$ )。其在下胫腓间隙和距骨倾斜复位优良率方面,逆移位复位手法明显好于逆损伤复位手法,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )(见表 3)。

表 3 逆移位复位与逆损伤复位手法复位效果对比(例)

组别	外踝						内踝					
	侧方移位			前后移位			侧方移位			分离移位		
	例数	有效复位	未复位	例数	有效复位	未复位	例数	有效复位	未复位	例数	有效复位	未复位
逆移位复位手法	12	6	6	8	5	3	11	4	8	14	10	4
逆损伤复位手法	14	8	6	10	6	4	14	6	8	13	8	5
$P$	1.00			1.00			0.70			0.70		

组别	下胫腓间隙			距骨倾斜			距骨移位		
	例数	有效复位	未复位	例数	有效复位	未复位	例数	有效复位	未达到复位标准
逆移位复位手法	7	7	0	12	9	3	13	8	5
逆损伤复位手法	7	5	2	14	9	5	12	6	6
$P$	0.46			0.44			0.70		

3 讨论

实验研究发现,两种手法复位前后骨折端位移均明显改善,差异有统计学意义,表明逆移位手法和逆损伤复位手法均可有效复位旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折;对比两种复位手法对各骨折端的复位率及解剖复位优良率,差异均无统计学意义,提示两种手法的复位效果相当,进一步验证了逆移位手法复位旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折的有效性。下胫腓间隙及距骨倾斜从测量评分来看,逆移位手法复位明显好于逆损伤复位手法,但差异无统计学意义,其与实际临床估计有一定差异,这种差异的产生与尸体标本较少存在一定关系。所以,在实际临床中逆移位手法在整复距骨及纠正下胫腓分离方面可能具有一定治疗优势,这需要进行临床研究进一步明确。

3.1 “筋束骨”理论在手法复位中的应用

踝关节结构比较复杂,外踝通过距腓前韧带、距腓后韧带使外踝与距骨之间为一个整体,内踝通过深浅两层韧带与距骨构成整体,这样内、外踝与距骨三者之间构成一个整体,维持着踝穴的稳定<sup>[8]</sup>;此外,踝关节的关节囊及周围的软组织包绕整个踝关节,也发挥整体的束缚作用;外踝及内踝的韧带,包括周围的关节囊、软组织共同构成了一个统一的筋骨结构。“宗筋主束骨而利关节”,当对三踝骨折进行复位时,宗筋就会发挥其束缚、牵拉,维持正常结构的作用促使骨折端复位<sup>[9,10]</sup>。因此,施加拔伸、牵引等手法时,外侧韧带群

会牵拉使外踝恢复短缩移位,外踝关节囊及其周围的软组织发挥袜套样的束缚作用促使外踝的侧方移位复位,而附着内踝及距骨的深层三角韧带牵拉会则减少内踝侧方移位、距骨倾斜。此次尸体标本研究中两种手法对各骨折端复位率及总体优良率低于目前文献中报道的手法复位及手法复位结合外固定架的平均 90%的优良率<sup>[11-14]</sup>,这两者产生的误差与尸体存放时间较长,周围的软组织(包括韧带及筋膜)失去活性,牵拉、束缚的作用较正常人体差等因素有关,因此,进行同样的手法复位,其复位优良率低于正常人体骨折复位率。这种差异间接说明软组织在骨折复位中起到重要作用,也从侧面印证了“筋束骨”理论。

3.2 逆移位复位手法的机理分析

当发生旋前-外旋Ⅳ度踝关节骨折时,最先是内侧三角韧带紧张,然后牵拉内踝骨折,然后是在外旋过程中,骨间膜紧张断裂,进一步外旋后,腓骨发生螺旋形骨折,同时距骨也发生倾斜,向外侧脱位;在外踝外旋过程中,胫腓后韧带紧张,引起后踝撕脱性骨折。逆移位复位手法分为整体复位和局部复位,骨折后在进行整体复位时先拔伸牵引,适当的牵引可以牵开痉挛的肌肉,松懈骨折端嵌顿的软组织,以利于后续的骨折的复位。接着进行前后左右的叩挤,促使侧方前后移位的骨折端的恢复,依据距骨脱位的方向提拉复位,可以精准地恢复距骨在踝穴中的位置,使关节面恢复平整且减少在复位过程中二次损伤,此时同时整复外踝的

移位,可以维持距骨的位置,保持踝穴的稳定,以避免距骨的外脱位。最后,再进行局部复位,进行更加有针对性的复位,以利于实现解剖复位。

### 3.3 维持踝关节稳定的生物力学结构

踝关节骨折后,恢复距骨在踝穴中的正常解剖位置是维持踝关节稳定性和复位成功的关键<sup>[15]</sup>。有实验研究发现:距骨每向外移位 1 mm,胫骨和距骨的接触面积将减少 42%<sup>[16]</sup>,而距骨外移达 2 mm 时,胫距关节平均应力将增加 49%。距骨的复位不良将加大踝关节创伤性关节炎发生率,影响患者日后的生活质量。而外踝复位与否对于维持踝穴稳定也具有重要意义,Yablon 等<sup>[17]</sup>认为外踝不仅可以限制距骨向后外侧移位防止脱位,而且能维持踝穴正常宽度;外踝复位不良将会减小胫骨关节的接触面积,增大关节面的压力峰值,引起创伤性关节炎,造成踝关节疼痛及活动受限<sup>[18,19]</sup>。下胫腓分离得到纠正,可以有效增强踝关节稳定<sup>[20]</sup>及恢复胫距关节面的解剖对位,以便于能及早进行功能锻炼,促使踝关节功能的早日恢复<sup>[21]</sup>。所以,复位旋前-外旋型三踝骨折时,必须实现外踝及距骨的解剖复位,这关系到踝穴的稳定和踝关节功能的恢复,而下胫腓分离的纠正则可以维持外踝复位,增强踝关节稳定性。

### 3.4 逆移位复位手法的优势

基于三踝骨折独立分型理论、临床经验与三维有限元技术模拟总结的逆移位手法复位方案虽然也是先整体复位再进行局部复位。但复位顺序及对骨折端的整复有较大差异。相比逆损伤复位手法只是简单的采用内收纠正距骨脱位,并利用距骨来推挤复位内踝,然后在局部整复外踝及后踝,逆移位复位手法则是先整体叩挤恢复关节间隙,然后依据距骨脱位方向,同时对距骨及外踝进行复位。顺序的调整及采用更为精确的方法复位距骨,比逆损伤更能实现距骨的良好复位。表 3 中距骨的倾斜距和骨移位的复位率,逆移位复位手法均优于逆损伤复位手法,统计显示差异无统计学意义,可能是样本数量较少所致。其次,在临床实际中使用传统复位手法在整复距骨时易出现撞击外踝,不仅会造成外踝进一步移位,还会出现肌腱卡压、神经血管损伤。逆移位手法能根据距骨脱位情况实现精确复位,而且是在整体拔伸叩挤距骨完全复位后,再进行局部复位,避免了上述并发症的发生。目前关于外踝治疗的方法,并发症高达 30%<sup>[22]</sup>,而笔者局部复位则是先左右叩挤外踝纠正其左右移位,再利用韧带牵拉纠正其短缩移位,可以实现外踝较好复位,减少并发症的发生。

总之,目前虽然治疗三踝骨折大多采用切开复位内固定,来实现坚固固定及解剖复位。但是,对于三踝

骨折及年龄较大、对手术不能耐受者,手法复位也是一个重要的治疗方法,以减少骨折不愈合、畸形愈合及创伤性关节炎的发生。而逆移位复位手法的提出则为治疗三踝骨折找到一条新思路。

### 参考文献

- [1] 汤智,熊辉,姜升平,等.手法复位夹板外固定与切开复位内固定治疗三踝骨折的疗效比较[J].中医正骨,2018,30(3):27-30.
- [2] 刘广伟,成永忠,祝建飞,等.旋前-外旋型三踝骨折逆移位手法复位有限元分析[J].医用生物力学,2018,33(6):523-528.
- [3] 邱鹏,成永忠,刘广伟,等.闭合间断骨钻孔后徒手暴力旋前-外旋型三踝骨折尸体造模[J].中国组织工程研究,2018,22(36):5828-5832.
- [4] LEEDS H C, EHRlich M G. Instability of the distal tibiofibular syndesmosis after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures[J]. The Journal of Bone and Joint Surgery: American Volume, 1984, 66(4):490-503.
- [5] BURWELL H N, CHARNLEY A D. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement[J]. The Journal of Bone and Joint Surgery: British Volume, 1965, 47(4):634-660.
- [6] NIELSON J H, GARDNER M J, PETERSON M G, et al. Radiographic measurements do not predict syndesmotic injury in ankle fractures: an MRI study[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 2005, 436:216-221.
- [7] SELIGSON D, GASSMAN J, POPE M. Ankle instability: evaluation of the lateral ligaments[J]. The American Journal of Sports Medicine, 1980, 8(1):39-42.
- [8] 赵继阳,成永忠,温建民,等.基于筋束理论的旋前-外旋型三踝骨折有限元分析[J].中国中医基础医学杂志,2012,18(3):328-329.
- [9] 陈诚,成永忠,程灏,等.旋后-外旋型三踝骨折的筋骨结构关系研究[J].中医正骨,2016,28(1):6-9.
- [10] MITTLMEIER T, WICHELHAUS A. Treatment strategy and planning for pilon fractures[J]. Der Unfallchirurg, 2017, 120(8):640-647.
- [11] 丑钢,张汉庆,李宏军,等.手法复位治疗三踝骨折脱位的临床观察[J].中国中医骨伤科杂志,2007,15(2):56-57.
- [12] 成永忠,赵继阳,温建民,等.正骨手法配合三维骨科牵引固定架固定治疗三踝骨折疗效观察[J].辽宁中医药大学学报,2012,14(2):40-42.
- [13] 陈伯祥,代长泉,陈国栋.背伸叩挤法治疗三踝骨折伴距骨脱位 126 例报告[J].甘肃中医,2004,17(5):18-19.
- [14] 姚有榕,侯玮.正骨手法联合外固定治疗三踝骨折临床疗效观察[J].临床军医杂志,2018,46(8):952-953.
- [15] 周秩华,范华侨.手法复位对比手术治疗踝关节骨折的远期疗效分析[J].中国中医骨伤科杂志,2015,23(2):53-55.