

Early Rehabilitation after Ankle Fracture

—Based on Accurate Regulating Pressure of New Lower Limb Fracture Healing

Feng Han^{1*}, Hui Liang¹, Jiaqing Li¹, Qiong Wu¹, Yinghan Qin², Chengpan Wang²,
Yingchun Mei², Zhi Yan^{2#}

¹Dalian Port Hospital, Dalian Liaoning

²Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

Email: #yan_family@126.com

Received: Dec. 24th, 2018; accepted: Jan. 8th, 2019; published: Jan. 15th, 2019

Abstract

Ankle fracture is a common bone trauma, which is difficult to heal. Generally, surgery is adopted after fracture. After treatment, the course of rehabilitation is longer, and complications such as re-fracture are prone to occur, which seriously affects the return of patients to normal life. We have developed a new type of lower limb fracture rehabilitation instrument which can accurately regulate pressure. It has high safety. It can help patients to walk ahead of time, accelerate blood circulation, promote fracture repair, and effectively prevent complications such as muscle atrophy. Starting with the intervention mechanism of the rehabilitation instrument for ankle fracture, this paper proves the effectiveness and feasibility of the rehabilitation instrument for ankle fracture after operation, and provides a strong theoretical basis for the research and development of the product.

Keywords

Ankle Fracture, Rehabilitation, Rehabilitation Equipment

踝关节骨折后早期康复探究

——基于精确调节压力的新型下肢骨折康复支具

韩峰^{1*}, 梁慧¹, 李家庆¹, 吴琼¹, 秦英瀚², 王成盼², 梅英春², 颜智^{2#}

¹大连港医院, 辽宁 大连

²辽宁师范大学, 辽宁 大连

Email: #yan_family@126.com

*第一作者。

#通讯作者。

收稿日期：2018年12月24日；录用日期：2019年1月8日；发布日期：2019年1月15日

摘要

踝关节骨折是一种较常见的骨创伤，具有难愈合的特点。一般骨折后采取手术治疗，治疗后康复病程较长，且易发生再骨折等并发症，严重影响患者回归正常生活。我们研发了一种可精确调节压力的新型下肢骨折康复支具，安全性高，可以帮助患者提前进行行走练习，加速血液循环，促进骨折处修复，并有效防止肌肉萎缩等并发症的产生。本文从该康复支具对踝关节骨折的干预机制入手，证明该康复支具对踝关节骨折术后康复的有效性及其可行性，为该产品的研发提供有力的理论依据。

关键词

踝关节骨折，康复，康复支具

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

踝关节骨折是临床骨科比较常见的一种疾病类型[1]。患者骨折后，骨折部位会出现皮下青紫、踝部肿胀且疼痛等现象[2]。踝关节骨折治疗以手术为主，但骨折术后会有一些并发症出现[3]，比如再骨折、下肢肌肉萎缩等症状，导致踝关节骨折术后的康复时间较为漫长[4]。目前国内及国际医疗市场中未见能够精确控制量程的下肢骨折术后锻炼康复支具。本文旨在讨论我们研发的一种协助患者骨折术后康复的安全可靠的康复支具器的可行性，以降低再发骨折风险，缩短病程，促使患者及早回归正常生活。

2. 踝关节骨折及骨折后常规疗法的分析

踝关节是全身体重承担的最大负重屈曲关节，与多个关节面均有接触。其运动种类多、形式多、活动范围大，要求关节必须具备良好的稳定性[5]。该关节的力学机制及解剖结构复杂性高，因该关节关节腔较轻薄，接触密切程度较高。关节周围韧带具有外侧韧带薄弱、分散的特点，而内侧韧带则较集中，且具有宽厚的特点，加之关节周围软组织菲薄，一旦剧烈运动后或受到外力较大的打击时极易对踝关节造成损伤，甚至发生骨折脱位等情况[6]。踝关节骨折是一种较常见的骨创伤，在全身骨折中占比约为7.19% [7]。该类骨折具有解剖结构复杂、较多重叠等特点，针对踝关节骨折早期诊断多为患者实施X线检查及CT检查，实施X线检查无法对骨折的具体位置清晰显示，同时骨折的程度、移位具体情况也无法有效检出，早期漏诊率高[8]。踝关节骨折多涉及韧带和软组织伤，涉及软骨面的破坏，手术修复的难度较大，术后恢复也较为困难[9]。如不及时治疗或者治疗方法不当，常常造成骨折不愈合、畸形愈合和创伤性关节炎，导致病残[10]，进一步会发展成关节僵硬，肌肉萎缩和关节疼痛等，严重影响患者的生活质量。保守治疗虽有治愈性，但引发骨不连或畸形愈合的概率较高。因此，目前骨科临床针对踝关节骨折的治疗仍推荐以外科手术为首选，但关于手术时机的选择则尚有争议[11]。程云龙等人[12]通过对比发现对踝关节骨折患者采用手术复位治疗的疗效略低于手术治疗方法，且对比差异显著($P < 0.05$)。但需注意的是手

术复位的术后并发症发生率相对较低,有助于减轻患者的术后疼痛感受。肖人洪等人[13]通过研究表明踝关节骨折患者手术后进行早期的康复治疗,能有效促进患者的康复,改善患者踝关节功能,减少患者的不适感,有效提高患者的预后,帮助患者尽早恢复。针对踝关节骨折患者的运动疗法主要是通过引导患者实施早期功能锻炼,帮助肌肉收缩,刺激局部血液淋巴循环,并通过肌肉收缩来获取生物电,让更多的钙离子沉积在骨骼,更好的帮助骨愈合。同时配合关节运动还可加速局部渗出液和血肿的吸收,实现对粘连和水肿的改善[14]。

3. 已有康复支具优劣势的分析

针对辅助下肢精细动作的器具也不在少数,如手杖、肘拐、腋拐、助行器、假下肢和下肢矫形器、助行架等[15]。不同位姿训练下的关节角度、肌肉收缩程度、足底压力都有一定差异,下肢康复效果也不尽相同,证明了多位姿机器人设计的可行性[16]。徐雪芬等人[17]制作出一种足踝锻炼器,底板的竖台上设置有计数器和角度尺、电机和自动控制器,可记录跖屈和背伸的有效活动数据,供医护人员及患者参考。对促进 Pilon 骨折愈合疗效显著;同时还能通过减轻患者的疼痛,让患者能早期进行患踝关节功能锻炼,明显改善了患踝的功能。王雪涛等人[18]研发了一种下肢康复矫形器,能有效解决生活中很多患者由于长期卧床,身体机能发生改变,不能长时间保持功能位置,造成的下肢运动障碍的问题,能有效防止患者下肢出现肌肉萎缩、关节功能障碍、深静脉血栓等并发症,减少患者身心痛苦,使病人尽快恢复健康,以减轻家属经济及精神负担。国内医疗公司一种产品 GK-0302 下肢关节康复器,主要进行下肢膝关节的康复,其中脚踏板活动的部分,也具有踝关节康复功能,该器械以持续被动运动理论为基础,可以模拟人体自然运动,激发人体的自然复原力,应用效果良好。具有可调下肢支架,方便临床使用的要求[19]。天津日康康复支具有限公司有多种下肢康复产品,包括坐式踝关节康复训练器立式踝关节活动训练器、踩足矫形器。产品用于踝关节屈伸功能障碍,其中坐姿康复器患者也可做主动和被动训练[20]。除了辅助器具外,近年来国内外对于康复训练机器人的研究也取得了一定成果。目前,国内外开发出的下肢康复训练机器人有如下几种:悬吊式下肢康复机器人、穿戴式下肢康复训练机器人、针对特定功能或动作的下肢康复训练机器人、移动式下肢训练机器人。王勇等设计了一种可实现卧、坐、站多位姿下肢康复机器人,能够为髌、膝关节提供主被动康复训练,适用于不同康复期康复训练[16]。

4. 新产品的介绍

目前国内及国际医疗市场中未见能够精确控制量程的下肢骨折术后锻炼康复支具,骨科康复师的替代方法是拄拐、助行架等患者自行辅助器械,或者康复医院的悬吊行走器械,均存在无法实施精确控制骨折端承受力的缺点,操作风险高,患者依从性差,临床疗效不满意。目前临床急需一种安全可靠的针对骨折术后的康复支具协助该类患者康复,降低再发骨折风险,缩短病程,促使患者及早回归正常生活。

我们与哈尔滨理工大学合作,由大连港医院提出该仪器设备的设计思路和具体需求,由哈尔滨理工大学具体实现,共同研发出一种可调节重量范围的骨折术后康复支具(见图 1、图 2)。

4.1. 该支具具有如下特点

4.1.1. 安全

通过调整量程,可精确控制患者患肢的承重,当患肢承重达到骨折处所能承受的最大重量时,支具会自动将重量转移到胫骨平台处,使踝关节不再承重,有效避免对骨折处造成二次伤害。

4.1.2. 使患者提早进行行走训练

骨折术后一般需要长时间的静养,而静养容易导致肌肉萎缩、关节活动度降低以及其他并发症的产

生，使得患者的康复周期变长，甚至产生更严重的影响。通过佩戴本支具，可使患者在术后最短时间内进行行走练习，有效避免肌肉萎缩等并发症的产生，促使患者及早回归正常生活。



Figure 1. Postoperative rehabilitation brace for lower limb fracture
图 1. 下肢骨折术后康复支具正面



Figure 2. Lateral face of rehabilitation brace after lower limb fracture operation
图 2. 下肢骨折术后康复支具侧面

4.1.3. 促进血液循环，加速骨折处的修复

骨折的修复需要血液供应营养，在佩戴本支具后，可使患者提早进行行走锻炼，有效改善全身血液循环情况，缩短病程，加速骨折处修复。

4.2. 穿戴时的注意事项

- 1) 此支具必须根据患者量身定做，否则会由于无法精确减压和限制位移而带来再损伤的隐患。
- 2) 每次训练前后都要注意观察穿戴此支具的患者膝部软组织情况是否良好，有无有伤口和水肿，否则不能穿戴该支具。
- 3) 穿戴时膝部与支具的适配度适宜，要保证行走训练时有一定程度的下沉量。
- 4) 根据骨折愈合进程逐渐调整位移和压力值，使康复效果始终保持最佳。



Figure 3. When the displacement and weight-limiting device of rehabilitation brace after lower limb fracture operation exceeds 4 cm (tentative 10 kg), the knee will automatically bear gravity

图 3. 下肢骨折术后康复支具位移、限重装置超过 4 cm (暂定 10 公斤)时自动由膝上承受重力



Figure 4. Displacement and weight-limiting device of rehabilitation brace after lower limb fracture operation

图 4. 下肢骨折术后康复支具位移、限重装置



Figure 5. Diagram of walking training for ankle fracture patients wearing rehabilitation braces after fracture surgery

图 5. 踝关节骨折患者穿戴骨折术后康复支具进行行走训练示意图



Figure 6. The sketch of knee force device of rehabilitation brace for ankle fracture patients after wearing fracture
图 6. 踝关节骨折患者穿戴骨折术后康复支具膝上受力装置示意图

5. 结论

1) 本装置其核心思路是当患肢着地后这种膝上负重的小腿免负荷支具及压力调节装置在行走时小腿在支具内有一个 2~3 cm 的向下位移空间设定受力 10 公斤(暂定, 这个位移和承重范围可由临床医生根据患肢恢复状况设定、调节)时自动改由膝上支具承重(见图 3、图 4)。在此位移内压力调节装置由使膝以下部分受力及位移始终保持可控状态。

2) 本装置无数据处理模块, 具有无需电源, 结构简单, 精确度高, 可调范围广, 制造成本低, 经济适用, 利于普及等优点, 只需要骨科医师简单培训就可以完成使用。由于骨折在临床骨科诊治中患者非常广泛, 具有大量患者群, 因此具有较强临床实用性和相当的商业应用价值(见图 5、图 6)。

基金项目

辽宁省自然科学基金: 20170540056。

参考文献

- [1] 陈希聪, 卢绍燊, 丁玲. 老年踝关节骨折患者切开复位内固定术后并发症[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(3): 559-561.
- [2] 刘研科, 吴金钊, 刘然. 分析闭合复位内固定术在踝关节骨折中的临床治疗效果及并发症发生率[J]. 双足与保健, 2018, 27(19): 135-136.
- [3] 马钰, 龙强, 吕刚. 踝关节骨折术后并发症的原因及防治进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(62): 70-71, 74.
- [4] 赵双燕, 江丽莎, 郑雪花, 等. 康复护理在踝关节骨折术后护理中的应用及对患者并发症率影响观察[J]. 辽宁医学杂志, 2018, 32(5): 41-43.
- [5] 李明明, 侯岩珂, 王禹增. 王禹增主任医师传统疗法治疗踝关节骨折的经验总结[J]. 临床合理用药杂志, 2018, 11(27): 180-181.
- [6] 王波, 王天文, 武亚娟. 保守疗法与手术疗法在踝关节骨折患者的疗效比较[J]. 江苏医药, 2017, 43(14): 1011-1013.
- [7] 汪健. 探讨踝关节骨折手术治疗的方法和应用效果[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(16): 114-116.
- [8] 王勇, 史亮, 曹磊, 等. 2196 例成人踝关节骨折 X 线分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(5): 354-358.
- [9] 赵文国, 贺宝玲, 张柳. 踝关节骨折的手术治疗(附 46 例报告) [J]. 华北煤炭医学院学报, 2003(3): 325.
- [10] 刘俊, 范江荣, 喻爱喜. 三踝骨折 24 例手术治疗体会[J]. 现代中西医结合杂志, 2012, 21(22): 2469-2470.
- [11] 朱朝军. 手术治疗踝关节骨折的临床观察[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018(95): 91.

- [12] 程云龙, 路伟. 踝关节骨折应用手术与手法复位治疗的疗效对比[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 5(5): 35.
- [13] 肖人洪, 于勇华. 踝关节骨折术后踝关节功能的康复治疗[J]. 双足与保健, 2017, 26(19): 155, 157.
- [14] 任先明. 中药熏洗联合运动疗法治疗踝部骨折患者的疗效观察[J]. 双足与保健, 2018, 27(19): 9-10.
- [15] 王晓光, 张慧君. 肢体康复支具的研究现状及未来发展策略[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(7): 102-104.
- [16] 王勇, 梁启松, 姜礼杰, 等. 一种新型下肢康复机器人的机构设计与分析[J]. 华中科技大学学报(自然版), 2018, 12(46): 13-17.
- [17] 徐雪芬, 许小志, 梁妙莲, 等. 足踝锻炼器对 Pilon 骨折术后早期功能康复的临床研究[J]. 中国实用医药, 2018, 13(30): 80-82.
- [18] 王雪涛, 王超群, 范博皓, 等. 下肢康复矫形器的研制与应用[J]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 13(30): 80-82.
- [19] Ding, Y., Sivak, M., Weinberg, B., *et al.* (2010) NUVABAT: Northeastern University Virtual Ankle and Balance Trainer. *IEEE*, 509-514.
- [20] 孙志强. 踝关节康复器的结构设计及研究[D]. [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2014.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5584, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjs@hanspub.org