

◆ 文献综述 ◆

## 不同改良小夹板技术在桡骨远端骨折保守治疗中的研究进展

蔡承霖<sup>1</sup>, 苟凌云<sup>2</sup>, 朱勇<sup>2</sup>, 杨智<sup>1</sup>, 龙明进<sup>1</sup>, 郭海<sup>2</sup>

1. 广西中医药大学, 广西 南宁 530200; 2. 柳州市中医医院/柳州市壮医医院, 广西 柳州 545000

**[摘要]** 通过检索国内外数据库, 追溯小夹板的历史渊源及外固定技术的中医理论, 突出小夹板在历史发展中不断改良的重要性, 并从小夹板的力学设计、材料选择、功能多样化等方面进行综合阐述。总结小夹板外固定技术在桡骨远端骨折治疗中的应用优势及不足, 为骨科学者进一步改良小夹板提供理论与研究基础, 针对不同分型的桡骨远端骨折探索出更具特色的小夹板, 提高临床疗效。

**[关键词]** 桡骨远端骨折; 小夹板; 外固定技术; 改良; 研究进展

**[中图分类号]** R687.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0256-7415 (2024) 12-0191-06

**DOI:** 10.13457/j.cnki.jncm.2024.12.037

### Research Progress of Different Modified Small Splint Techniques in Conservative Treatment of Distal Radius Fractures

CAI Chenglin<sup>1</sup>, GOU Lingyun<sup>2</sup>, ZHU Yong<sup>2</sup>, YANG Zhi<sup>1</sup>, LONG Mingjin<sup>1</sup>, GUO Hai<sup>2</sup>

1. Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi 530200, China; 2. Liuzhou Traditional Chinese Medical Hospital/Liuzhou Hospital of Zhuang Medicine, Liuzhou Guangxi 545000, China

**Abstract:** Through searching domestic and foreign databases, the authors highlight the importance of the continuous improvement of small splints in the historical development after tracing the historical origins of small splints and Chinese medicine theories of external fixation technique. They also comprehensively expound from the mechanical design, material selection, functional diversification and other aspects of small splints. In the article, the authors summarize the application advantages and disadvantages of small splint external fixation technique in the treatment of distal radius fractures, which provides a theoretical and research basis for orthopedic researchers to further improve, explore more distinctive small splints for different types of distal radius fractures, and to improve clinical practice.

**Keywords:** Distal radius fractures; Small splints; External fixation technique; Modified; Research progress

桡骨远端骨折(DRFs)是发生于旋前方肌近侧缘以远部位的骨折, 距离桡骨远端关节面常小于3 cm, 属骨科临床常见的骨折之一, 多为间接暴力引起。

治疗方案大体上可分为保守治疗与手术两种, 保守治疗主要有石膏外固定和小夹板外固定, 手术治疗方式有闭合手法复位克氏针内固定、切开复位内固

**[收稿日期]** 2023-07-14

**[修回日期]** 2024-03-21

**[基金项目]** 2022年广西中医药适宜技术开发与推广项目(GZSY22-74); 2022年柳州市科技计划项目(2022SB032); 白求恩·医学科学研究基金资助项目(N163CS)

**[作者简介]** 蔡承霖(1993-), 男, 在读硕士研究生, E-mail: 924761533@qq.com。

**[通信作者]** 郭海(1991-), 男, 医学硕士, 主治医师, E-mail: 1109320572@qq.com。

定、外固定架固定等<sup>[1]</sup>。大量研究表明, AO分型中的A、B、C1型DRFs保守治疗与手术治疗相比, 在患者的临床愈合率、腕关节功能活动、生理解剖位置上, 两者均无明显差异, 且保守治疗具有创伤小、操作简单、痛苦小、避免二次手术等优势<sup>[2-4]</sup>。保守治疗中的小夹板外固定与石膏外固定相比, 小夹板外固定具有灵活性、可调节性及精确度高、透气性佳的特点, 更利于早期关节功能活动。因此, 小夹板外固定具有简、便、效、廉的优点<sup>[5-7]</sup>, 在临床上应用广泛。

然而传统小夹板外固定技术仍存在不少缺点, 如夹板易松动、贴合性差、塑形不到位、骨折易移位等, 一定程度上影响了临床疗效、患者的关节活动度, 降低患者的整体治疗满意度。因此涌现出了大量学者对小夹板进行改良, 以更充分地发挥小夹板技术的显著优势, 进一步提高骨折部位解剖形态的契合度、生物力学结构的稳定度、关节功能康复的治愈率等, 为患者减轻痛苦, 提高小夹板外固定治疗过程中的舒适性。但是小夹板外固定技术的改良仍存在片面性, 因此笔者对小夹板的历史发展、小夹板外固定技术存在的不足、改良的必要性、近些年对小夹板技术改良的研究进展进行全面论述, 归纳总结小夹板外固定技术改良中存在的优缺点, 以期临床工作者提供更好的改良思路及方案。

### 1 小夹板的历史发展

我国现存最早的医书《五十二病方》中提到了包扎固定技术, 虽未提及小夹板外固定技术, 但为小夹板的出现奠定了理论基础。最早记载小夹板外固定技术治疗骨折的《中藏经》中提到“大段折伤者, 上更以竹片夹之”, 此时处于初步应用阶段。《肘后备急方》中记载了“以竹片夹裹之, 令遍病上, 急缚勿令转动”, 认为应首选竹板固定, 提出对骨折断端“制动”理念, 进一步巩固了小夹板外固定技术治疗骨折的理论依据。随着小夹板逐渐在骨折方面的运用, 单一竹板固定逐渐暴露出固定不牢、出现骨折断端移位等诸多弊端。《永类铃方》提出采用“正副夹板”固定法, 极大增强了小夹板固定的稳定性。《外科汇纂》在骨折断端制动的基础上, 提出“超关节外固定”理论, 避免临近关节早期活动出现骨折断端发生移位的现象。

随着小夹板外固定技术在临床研究上的大量积

累, 小夹板的制作材料、固定方式、固定技术也在潜移默化地发展和优化, 如《太平圣惠方》记载: “用米沙木蓖子, 锦绳夹缚, 夏月柳枝五条夹缚。”《朱氏集验方》记载: “用水布帛裹奄伤处, 用衫板夹缚。”《医方大成》记载: “于跌处揣定骨入元, 以杉木板子量大小, 以纸衬于衫内。以绳缚定, 夹外更以熟绢缠之, 莫令骨动。”<sup>[8]</sup>中国古代医家为当代的小夹板改良奠定了坚实的基础。

### 2 小夹板外固定的中医理论

“动静结合”是中医骨伤科学治疗骨折的重要原则, 是使用小夹板外固定技术的重要理论<sup>[9]</sup>。动、静是辩证统一的, 即相互作用、制约的关系, 与中国古代哲学息息相关<sup>[10-11]</sup>, 是中医哲学思想的重要体现。早在《仙授理伤续断秘方》中就有记载: “凡曲转, 如手腕、脚凹、手指之类, 要转动, 用药贴, 将绢片包之后时时运动, 盖曲则得伸, 得伸则不得屈; 或屈或伸, 时时为之方可。”后世的研究者继承和发扬了“动静结合”理论, 贯穿骨折的整复、固定、功能锻炼全过程<sup>[12]</sup>。“静”强调小夹板外固定的牢固性, 通过扎带、夹板、压垫的外力作用保证骨折断端不发生移位, 为骨折愈合创造条件, 同时还突出确保受伤肢体制动休息的重要性<sup>[13]</sup>。“动”则强调功能锻炼在骨折制动过程中的必要性, 是手法保守治疗的重要体现, 通过改善患肢血液循环、肌肉自主收缩, 避免静止状态下制约、制动太过所产生的弊端, 正如“形不动则津不流, 津不流则气郁”“血脉流通, 病不得生”<sup>[14]</sup>。相对于钢板内在的“刚性固定”, 小夹板外在的弹性固定不存在应力遮挡问题<sup>[15]</sup>。古往今来, 小夹板外固定技术以“弹性固定”理念作为骨折保守治疗的精髓贯穿始终。小夹板外固定治疗技术在“动静结合”的中医理论指导下充分发挥优势, 也为小夹板的不断改良提供了依据和方向。

### 3 小夹板改良的必要性

小夹板弹性固定技术蕴含着丰富的科学内涵, 符合生物学基本规律的科学性、合理性、先进性, 体现了中医学治疗骨折的特色, 是极为宝贵的文化技术遗产<sup>[16]</sup>。但因多数临床工作者的治疗经验局限于个人, 故发展缓慢; 未能充分利用现代技术发掘展示小夹板的优势, 也影响到了国际间的交流。现代医学治疗DRFs的一般原则是争取解剖复位、骨折两

端的“刚性固定”、肢体早期的功能锻炼,以达到恢复手部功能的目的,避免畸形愈合、关节僵硬等并发症的发生<sup>[17-18]</sup>。以腕关节的解剖特点及生物力学为治疗标准,复位的要求是掌倾角 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ,尺偏角 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ,桡骨高度约12 mm。正是由于现代医学对小夹板外固定技术的不断探索与要求,发现小夹板外固定仍存在不足之处,如扎带过松过紧、小夹板贴合不当、压垫放置不当等,不可避免成为最终治疗效果欠佳的因素,小夹板的透气性、重量、使用便捷程度都在一定程度上决定患者的舒适性<sup>[19]</sup>。在提高掌倾角、尺偏角、桡骨高度正常解剖形态的治愈率,提高腕关节活动度的临床治疗优良率和功能恢复评分,减少并发症发生等方面,传统的小夹板存在巨大的改进空间,众多学者以弹性固定为核心,结合现代医学治疗标准和原则,从小夹板的制作材料、固定力度的可视性和稳定性、生物力学特点、腕关节解剖特点、压垫材质及类型、扎带材质选取及打结方式、辅助材料等方面不断进行优化,与现代工业化、数字化、智能化相结合,使得小夹板的改良取得一定的成效。大体可总结为力学方面的改良、材料方面的改良、功能多样化方面的改良。

#### 4 小夹板技术改良的主要出发点

**4.1 力学方面的改良** 小夹板固定不牢,或者因各种原因出现松动,导致骨折断端失去外固定夹板压迫力而发生移位是临床疗效降低的重要原因。因此,外固定力学成为小夹板改良研究的热点。3D打印技术采用了符合生物力学要求并且具有一定弹性的特殊材料,为了起到有效的固定效果,将骨折远近两端与扎带、夹板、压垫等小夹板外固定组件组成一个外固定力学系统以防止移位。黄若景<sup>[20]</sup>通过计算机虚拟建模、有限元分析和结构力学分析,对75例DRFs患者的小夹板外固定力学参数进行采集、测定和分析,从而进行数据量化,再通过CT三维重建图像得到与人体表面形态相对吻合的曲面,发明了一种更符合人体解剖结构、更加舒适、结构优化、轻便、透气性好的小夹板外固定器。李昌杰等<sup>[21]</sup>采集CT数据制作1:1的骨折模型,通过模型制定最佳的手法整复方案、设置压垫放置的最佳位置,从而实现对骨折端的精准复位;研究数据表明,3D打印组在改善肢体疼痛、消除肿胀、提高腕关节功能方面均较传统对照组具有优势,且能更好地纠正掌倾角、

尺偏角、桡骨高度,还对骨折复位具有良好的临床指导价值。刘莹松等<sup>[22]</sup>总结3D打印技术在创伤骨科中的应用,肯定了该技术在临床诊疗中的优势,同时提到该技术目前缺乏完善的法律法规和治疗指南,难点在于力学参数的收集,不同操作者和受试者均会对数据产生影响,如患者的年龄、身高、体质量、受伤时间、对患肢肿胀程度的评估等。该技术仍处于初级的实验阶段,成本高、耗时长、技术要求高等问题仍阻碍该项技术的普及化。林晓文<sup>[23]</sup>考虑到骨折端复位后肢体会发生二次肿胀,运用恒力小夹板治疗DRFs,能够使肢体在肿胀较严重或者肿胀消退时一定程度上可自行放松、拉紧,但因恒力小夹板对骨折断端的施加压力略显不足,后期夹板仍有一定的松动率。为此,肖兴雷等<sup>[24]</sup>设计了含有气囊的智能化小夹板进行DRFs固定,使小夹板能根据肢体肿胀程度智能化调整气囊压力,使骨折端复位后更加稳定,更加有助于提升腕关节功能。

**4.2 材料方面的改良** 小夹板的材料会影响到患者的体感舒适度、小夹板的透气性和柔韧性、外固定力学的改变等,属于夹板改良方面的主要方向。传统小夹板主要以柳木、竹子、杉树皮等作为原材料,其中杉树皮性温、味辛,具有消瘀散肿的功效,对前臂骨折处的血液循环影响较小,临床疗效优于其他材料制作的小夹板,应用也较为广泛<sup>[25-26]</sup>。因选材有限、外观粗糙、舒适度偏差、制作规范不统一等诸多问题,很大程度上限制了传统小夹板的推广应用。龚国星等<sup>[27]</sup>采用可粘贴小夹板结合自制弹性压垫包绕腕部,使弹性内衬垫与夹板表面的魔术贴形成统一的整体,从而增加了小夹板的牢靠性与稳定性,在肿胀消退、骨折愈合、疼痛缓解方面以及腕关节功能的改善均优于普通小夹板。孔莉莉等<sup>[28]</sup>采用了具有经济、环保优势的天然植物纤维苧麻或者环氧树脂作为小夹板的制作材料,研究发现夹板的压缩和弯曲强度达到最佳状态时的纤维含量是20%,是小夹板制作材料的良好选择。Al Khudairy A等<sup>[29]</sup>采用热塑性夹板治疗26例DRFs患者,固定6周时间,仅2例出现轻度压疮,未出现断端移位,患者的综合满意度高。颜威等<sup>[30]</sup>在总结传统小夹板存在腕关节限制不强,容易导致断端移位,型号单一难以个体化、治疗功能作用单一等缺点的基础上,根据腕关节的生物力学特点,背侧夹板采用呈半包围状的圆弧结

构、横截面成弧形的新型高分子材料将桡骨远端过腕包绕，掌侧用特殊材料覆盖，与背侧夹板衔接，周围用弹性材料固定，将腕关节固定于符合生物力学的中立位，在一定程度上对传统小夹板存在的缺点进行了改良，但可塑性夹板在治疗DRFs上仍缺少大量的数据支持，并且没有结合生物力学进行系统分析，其临床扩展运用还有待进一步深入研究。目前，小夹板制作的常用材料有铅丝、工程塑料以及复合材料等，未来研究重点可着眼于骨折的应力遮挡、材料性能、舒适度，考虑到夹板生产应用的经济因素，大样本地对采用不同材料制作的夹板进行对比研究，从而选出最佳的夹板制作材料。

面对外固定小夹板材料选择的挑战，不少研究者探索出了“数字化夹板”，在材料选择方面有了很大程度的改进。如周志慧等<sup>[31]</sup>基于骨组织和软组织在CT成像上的不同密度信号值，对双侧前臂与手的3D数字化进行模拟，建立数字化模型，与传统小夹板相比，与肌肤贴合度更好，骨折固定效果更佳。姜自伟等<sup>[32]</sup>用数字化夹板治疗DRFs取得良好疗效，患者的生活质量及治疗的安全性均优于传统夹板组。Blaya F等<sup>[33]</sup>设计的3D打印数字化夹板模型以聚乳酸为原料，该夹板具有良好的固定性能，拥有舒适、美观、防水、轻便以及可回收等诸多优势，可以作为夹板制作材料的一种良好选择。3D打印数字化夹板得益于其高贴合特性，使得应力相对均匀分散，且为避免在桡、尺骨茎突部位形成压疮做了特殊设计，增加接触面而提高了摩擦力，使小夹板不易产生移位与松动。同时多孔透气夹板的数字化设计，可减少潮热湿痒，增加舒适度。但数字化夹板材料的弹性模量在现实应用与理想模型之间仍存在一定差距，同时其材料的选择、生产工艺也需要进一步提高和改良，且制作时间长，效率较低，费用昂贵，临床实用性和适用推广性还不高，还需要大量骨科医师及材料学研究者进一步改良。

**4.3 功能多样化方面的改良** 除了对夹板材料方面的改良以及生物力学方面的研究，还有部分学者对夹板的多样化功能进行了研究，也取得了一定的成果。如万培培等<sup>[34]</sup>根据小夹板外固定原理，改良传统小夹板存在的扎带易松动、骨折端易移位、对术者经验依赖性强等短板，通过在普通夹板上安装压力传感器及配套信号处理器，实现能够直观显示并实

时监测夹板间的压力值，从而达到真正意义上的智能化，基于纺织复合材料具有力学性能优势和低成本优势，对形状结构进行改良，进一步保证小夹板的智能化。陶宝琛等<sup>[35]</sup>通过CT平扫、数字化仿真建模、数据量化，运用有限元分析方法，将动力气囊压垫在分析数据的基础上运用到小夹板作为外固定的治疗中，以纠正桡骨远端AO C3.1型骨折复位后的残余成角移位，并通过生物力学分布云图分析动力气囊的稳定性、压强、压强大小与纠正成角位移动角度大小的关系，该项发明的优势在于节约操作成本和时间，具有可重复操作性，增加结果的精确性，可提供数据支撑，缺点在于软组织未能进行精确模拟。

为了让小夹板能更贴合腕关节的解剖结构，赵俊峰等<sup>[36]</sup>探索采用30°、35°、40°不同曲率的桡骨远端夹板固定伸直型DRFs，发现35°曲率的桡骨远端夹板更有利于维持骨折复位后的角度，预防桡骨高度丢失，骨折复位后稳定性更好。胡钢等<sup>[37]</sup>观察20例DRFs患者牵引复位后，运用已软化处理的无创调节式夹板固定于患者的骨折部位，通过固定于夹板背侧的牵引万向调节杆提供持续的支撑力，研究发现治疗后的掌倾角、尺偏角及尺骨高度较治疗前明显改善( $P < 0.05$ )，Dienst功能评分优良率高达85%。还有不少学者对扎带进行改良，以提高夹板的外固定性能和疗效。盛关云等<sup>[38]</sup>采用双套结扎带固定方法，与对照组的普通扎带相比，具有操作时间短、对夹板束缚力大等优势，降低了扎带的松动概率，从而提高骨折断端生物力学的维持度，但因骨折整复后肢体肿胀加重，双套结固定过牢也容易出现夹板束缚过紧，有发生张力性水泡、骨筋膜室综合征等的风险，且仍缺少大量的临床数据样本。孟宪宇等<sup>[39]</sup>设计了一种一体化扎带压垫夹板，将一体化扎带压垫夹板的4根扎带贯穿4块夹板的两端与中间，将夹板连接在一起，扎带交叉拉紧，在前臂尺、背侧打结，与传统夹板固定方法相比，具有效率高、更牢固、骨折移位小、提高Gartland-Werley功能评分的优势。

## 5 讨论

治疗DRFs，小夹板外固定技术相比手术治疗具有其显著的优势，是广大基层医院使用较为广泛、深入人心的治疗方案，是国家医疗改革与发展战略

的需要。瑞典2020年进行了一项共23 394例DRFs的全国流行病学研究,结果显示,74%的患者选择非手术治疗,仅26%的患者采取手术治疗<sup>[40]</sup>。一项超800例65岁以上DRFs患者的Meta分析结果显示,手术治疗组患者的上肢功能评定(DASH)评分及疼痛视觉模拟法(VAS)评分、握力、手腕伸展、旋前或旋后功能与非手术组相比,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),提示手术治疗老年DRFs患者的疗效与小夹板外固定技术治疗相近,关节活动度的微小客观功能差异不会对主观功能结果和患者的生活质量产生影响<sup>[41]</sup>。国内学者研究发现,小夹板外固定和石膏外固定治疗A、B、C1型DRFs患者的关节功能优良率,与手术切开复位内固定治疗的优良率相当,掌倾角、尺偏角、桡骨高度恢复等指标的最终回访评估结果与手术切开复位内固定治疗相比无统计学差异( $P > 0.05$ ),且治疗费用低廉,一定程度上减轻了患者的痛苦<sup>[42-43]</sup>。大量国内外研究表明,对多数的A、B、C1型DRFs患者可采取手法整复后用小夹板外固定技术保守治疗<sup>[44-51]</sup>,能较好地固定和维持骨折断端稳定,利用“动静结合”理论促进骨折端快速愈合,早期恢复功能锻炼,有较好的临床疗效,值得在临床广泛开展应用。但保守治疗过程中仍存在一定比例的断端短缩、二次移位、畸形愈合、软组织神经损伤等并发症问题。

随着科学技术的发展,我国医务工作者及相关科研人员根据实际情况对小夹板进行不同层面的改良,逐步专业化、系统化、个性化,并多学科融合,适应患者更高的就诊要求。目前临床上用于DRFs的中医小夹板较传统小夹板已有了较大的改进,临床疗效也得到极大提高,为广大临床医生提供了宝贵的经验参考。但因各方面的限制,小夹板仍存在不少欠缺之处,即使现代兴起的3D数字化夹板也因制作流程复杂、成本较高而利弊参半。在中国老龄化社会加速进程中,老年性DRFs的发病率必将会以一个较高速率增加,DRFs外固定支具市场需求量极大,小夹板外固定的保守治疗也将面临巨大挑战,需要大量骨科医师及研究者进一步总结小夹板外固定技术在DRFs治疗中的应用优势及不足,针对不同分型的DRFs,在改良小夹板原有的理论与研究基础上,探索出更具特色的小夹板,提高临床疗效。

## [参考文献]

- [1] 徐天人,马奇翰,高峰,等. 桡骨远端骨折外固定方法的研究进展[J]. 中医正骨, 2019, 31(12): 40-42.
- [2] 徐勇. 手法复位小夹板外固定治疗C型老年桡骨远端骨折的前瞻性随机对照临床试验[J]. 中国卫生标准管理, 2016, 7(12): 30-31.
- [3] 蔡穗东,符瑜亮,陆武泽. 手法复位夹板外固定治疗桡骨远端骨折70例[J]. 海南医学, 2016, 27(18): 3044-3046.
- [4] 李常奇,李汝峰. 桡骨远端骨折不同治疗方法临床疗效分析[J]. 中国城乡企业卫生, 2022, 37(4): 1-4.
- [5] 刘琦,刘威,王向阳. 手法复位小夹板与石膏外固定治疗桡骨远端骨折对复位质量及腕关节活动度参数的影响[J]. 河南医学研究, 2022, 31(15): 2813-2816.
- [6] 李亮,魏立友,王国强,等. 小夹板与高分子石膏固定治疗桡骨远端骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(1): 88-90.
- [7] 杨明涛. 桡骨远端骨折石膏和夹板外固定疗效比较[J]. 中国药物与临床, 2020, 20(12): 2005-2007.
- [8] 孔博,贾友冀,薛彬,等. 中医骨伤小夹板历史及现状初探[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2017, 25(1): 80-82.
- [9] 唐树杰,房经武,王志彬. 论中国接骨学“动静结合”理念的先进性[J]. 天津中医药大学学报, 2008, 27(1): 43-45.
- [10] 张佳铭,周毓,张莹,等. “动静结合”理念在中医骨伤科学中的应用[J]. 中医文献杂志, 2021, 39(6): 88-92.
- [11] 李海燕. 以“动静结合理论”为核心的综合干预对桡骨远端骨折患者功能康复的作用效果分析[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2019, 40(18): 2360-2361.
- [12] 张俊忠,李振阳,冯振文,等. 从骨折治疗动静关系论康复量化的重要性[J]. 山东中医药大学学报, 2018, 42(1): 5-8.
- [13] 马刚,曹爱学. 中医骨科小夹板的现状及今后发展的思考[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(60): 157.
- [14] 孔博,颜威,李飞跃,等. 中医小夹板作用机理及发展[J]. 世界中医药, 2018, 13(1): 229-232.
- [15] 朱晓飞,郑军,端磊. 改良小夹板固定技术与传统石膏固定治疗桡骨远端骨折的疗效比较[J]. 外科研究与新技术, 2022, 11(3): 156-160.
- [16] 李瑛,费攀,邹季. 再议小夹板弹性固定骨折的先进性和科学性[J]. 中医外治杂志, 2009, 18(1): 3-4.
- [17] 范存义. 手部骨折治疗原则与展望[J]. 中华手外科杂志, 2019, 35(3): 161-162.
- [18] MACIEL J S, TAYLOR N F, MCILVEEN C. A randomised clinical trial of activity-focused physiotherapy on patients with distal radius fractures[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2005, 125(8): 515-520.
- [19] 董鹏飞,安小春,李善会. 传统中医夹板的研究发展[J]. 中国社区医师, 2016, 32(16): 7-8, 10.
- [20] 黄若景. 3D打印计算机辅助设计小夹板外骨骼系统的研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2015.

- [21] 李昌杰, 余学文, 周重刚, 等. 3D打印模型辅助手法复位小夹板固定治疗桡骨远端骨折的临床研究[J]. 当代医学, 2019, 25(31): 19-22.
- [22] 刘莹松, 赵猛. 3D打印技术在创伤骨科中的应用进展[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2021, 18(2): 76-79, 83.
- [23] 林晓文. 恒力小夹板在桡骨远端骨折患者中的临床效果分析[J]. 医学理论与实践, 2016, 29(5): 635-636.
- [24] 肖兴雷, 刘尚仑, 张晖, 等. 智能化小夹板固定加中药治疗老年桡骨远端骨折的效果观察[J]. 内蒙古中医药, 2022, 41(10): 101-102.
- [25] 张城源, 庞向华, 杨桂芳, 等. 杉树皮夹板结合火龙罐循经治疗桡骨远端骨折的研究[J]. 现代中西医结合杂志, 2023, 32(8): 1123-1126.
- [26] 傅宏伟, 傅利锋, 吕美丽, 等. 竹夹板治疗桡骨远端骨折500例适宜技术临床推广效果分析[J]. 浙江中医杂志, 2018, 53(11): 842.
- [27] 龚国星, 易荷花, 刘能昕, 等. 改良小夹板固定治疗桡骨远端伸直型骨折疗效观察[J]. 宜春学院学报, 2020, 42(3): 92-95.
- [28] 孔莉莉, 成玲, 万培培, 等. 苧麻纤维复合材料医用夹板的开发及智能化[J]. 材料导报, 2018, 32(7): 1202-1208.
- [29] AL KHUDAIRY A, HIRPARA K M, KELLY I P, et al. Conservative treatment of the distal radius fracture using thermoplastic splint: pilot study results[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2013, 23(6): 647-650.
- [30] 颜威, 孔博, 蒋涛, 等. 可塑性小夹板治疗桡骨远端骨折的研究进展[J]. 西部医学, 2018, 30(8): 1242-1244.
- [31] 周志慧, 王伟, 叶树森, 等. 3D打印夹板固定结合中医治疗在桡骨远端骨折的临床研究[J]. 中外医学研究, 2021, 19(5): 46-49.
- [32] 姜自伟, 黄枫, 郑晓辉, 等. 数字化夹板治疗A型桡骨远端骨折的临床观察[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(3): 26-30.
- [33] BLAYA F, PEDRO P S, SILVA J L, et al. Design of an Orthopedic Product by Using Additive Manufacturing Technology: The Arm Splint[J]. J Med Syst, 2018, 42(3): 54.
- [34] 万培培, 成玲. 智能医用夹板的开发与应用[J]. 纺织导报, 2015(8): 86-88.
- [35] 陶宝琛, 石耀武, 夏均青, 等. 动力气囊压垫纠正桡骨远端AO C3.1型骨折手法复位后残余成角移位的有限元分析研究[J]. 山东中医杂志, 2020, 39(8): 791-796.
- [36] 赵俊峰, 程晋科, 张天健, 等. 不同曲面夹板固定治疗伸直型桡骨远端骨折的临床研究[J]. 中医药临床杂志, 2021, 33(11): 2219-2223.
- [37] 胡钢, 田宝刚, 俞云飞. 无创调节式夹板托支架治疗桡骨远端骨折的疗效分析[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(6): 58-60.
- [38] 盛关云, 苟凌云, 覃智斌, 等. 双套结在桡骨远端骨折小夹板外固定中的应用[J]. 现代医院, 2017, 17(8): 1201-1204.
- [39] 孟宪宇, 李凤久, 张旭, 等. 一体化扎带压垫夹板治疗桡骨远端伸直型骨折的临床应用[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2022, 30(10): 38-42.
- [40] RUNDGREN J, BOJANA, MELLSTRAND N C, et al. Epidemiology, classification, treatment and mortality of distal radius fractures in adults: an observational study of 23,394 fractures from the national Swedish fracture register[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 88.
- [41] JU J H, JIN G Z, LI G X, et al. Comparison of treatment outcomes between nonsurgical and surgical treatment of distal radius fracture in elderly: a systematic review and meta-analysis[J]. Langenbecks Arch Surg, 2015, 400(7): 767-779.
- [42] 许谭妙, 王弘, 王光华, 等. 手法复位联合小夹板外固定治疗老年桡骨远端骨折疗效分析[J]. 中国烧伤创疡杂志, 2022, 34(4): 284-287.
- [43] GUTIÉRREZ-ESPINOZA H, ARAYA-QUINTANILLA F, OLGUÍN-HUERTA C, et al. Effectiveness of surgical versus conservative treatment of distal radius fractures in elderly patients: A systematic review and meta-analysis[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2022, 108(5): 103323.
- [44] 王惠钦. 手法复位小夹板固定对老年桡骨远端骨折患者腕关节功能的影响[J]. 实用中西医结合临床, 2023, 23(18): 34-36, 63.
- [45] 王新昌, 郝连升. 手法整复夹板外固定与掌侧锁定加压钢板对B型、C型桡骨远端骨折治疗的临床对比研究[J]. 实用中西医结合临床, 2015, 15(1): 41-42.
- [46] 黄彬铖. 小夹板治疗桡骨远端C型骨折有限元研究[J]. 中国当代医药, 2019, 26(31): 4-7.
- [47] 陈明. 夹板与克氏针治疗AO, A型桡骨远端骨折对比分析[D]. 长春: 吉林大学, 2023.
- [48] ARORA R, LUTZ M, DEML C, et al. A prospective randomized trial comparing nonoperative treatment with volar locking plate fixation for displaced and unstable distal radial fractures in patients sixty-five years of age and older[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(23): 2146-2153.
- [49] AKDEMIR M, KILI A İ, KURT C, et al. Open Reduction and Plate Fixation, External Fixator, and Conservative Treatment for Intra-articular Distal Radius Fractures[J]. Cureus, 2024, 16(1): e52014.
- [50] TOON D H, PREMCHAND R A X, SIM J, et al. Outcomes and financial implications of intra-articular distal radius fractures: a comparative study of open reduction internal fixation (ORIF) with volar locking plates versus nonoperative management[J]. J Orthop Traumatol, 2017, 18(3): 229-234.
- [51] VAGHELA K R, VELAZQUEZ-PIMENTEL D, AHLUWALIA A K, et al. Distal radius fractures: an evidence-based approach to assessment and management[J]. Br J Hosp Med (Lond), 2020, 81(6): 1-8.

(责任编辑: 吴凌)