

桡骨远端骨折不同治疗方法的研究进展

金 泽¹, 李永平^{2*}, 罗顺红³, 李 健³, 黄大元¹

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²吉首大学骨科研究所, 湖南 怀化

³湖南医药学院总医院骨病、运动医学科, 湖南 怀化

收稿日期: 2024年11月18日; 录用日期: 2024年12月11日; 发布日期: 2024年12月18日

摘 要

桡骨远端骨折(DRFs)是临床上常见的骨折类型,尤其在老年人群中发病率较高。随着人口老龄化的加剧,这一骨折类型的治疗需求日益增长。传统的治疗方法包括非手术治疗及手术治疗。然而,每种治疗方法都有其适应症和局限性,因此,寻找更有效、更安全的治疗策略一直是骨科领域的研究热点。近年来,随着生物材料、再生医学和个性化医疗技术的发展,桡骨远端骨折的治疗方法正经历着革命性的变化。本文探讨这些新兴治疗方法的研究进展,以及它们在临床实践中的应用前景。

关键词

桡骨远端骨折, 治疗方法, 研究进展

Research Progress in Different Therapeutic Methods for Distal Radius Fractures

Ze Jin¹, Yongping Li^{2*}, Shunhong Luo³, Jian Li³, Dayuan Huang¹

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Institute of Orthopedics, Jishou University, Huaihua Hunan

³Department of Orthopedic Diseases and Sports, Hunan University of Medicine General Hospital, Huaihua Hunan

Received: Nov. 18th, 2024; accepted: Dec. 11th, 2024; published: Dec. 18th, 2024

Abstract

Distal radius fracture (DRFs) is a common fracture type clinically, especially in the elderly population.

*通讯作者。

文章引用: 金泽, 李永平, 罗顺红, 李健, 黄大元. 桡骨远端骨折不同治疗方法的研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(12): 773-780. DOI: 10.12677/acm.2024.14123146

With the intensifying aging of the population, the demand for treatment of this type of fracture is increasing. Traditional therapies include non-surgical treatments, such as plaster immobilization and functional braces, as well as surgical treatments, such as internal and external fixation. However, each therapy has its own indications and limitations. Therefore, searching for more effective and safer treatment strategies has always been a research hotspot in the field of orthopedics. In recent years, with the development of biomaterials, regenerative medicine, and personalized medical technologies, a revolution in the treatment of distal radius fracture is undergoing. This article discusses the research progress of these emerging treatment methods and their application prospects in clinical practice.

Keywords

Distal Radius Fracture, Therapeutic Methods, Research Progress

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

桡骨远端骨折(Distal radius fractures, DRFs)是临床上常见的骨折类型,尤其在老年人群中发病率较高。桡骨远端骨折的治疗一直是骨科医生面临的挑战之一,由于骨折类型的多样性和患者个体差异的存在,选择合适的治疗方法对于确保良好的治疗效果至关重要[1]。传统的非手术治疗(石膏、夹板固定和功能支具)和手术治疗(内固定和外固定支架)虽然在临床上广泛应用,但仍存在一些不足,如骨折再移位、关节僵硬、感染和内固定物并发症等。因此,研究人员一直在探索新的治疗方法,以提高骨折愈合率、减少并发症并促进患者的功能恢复。本文将综述桡骨远端骨折治疗领域的最新研究进展,包括生物材料的应用、生长因子和干细胞治疗,以及个性化医疗技术的创新,旨在为临床医生提供更全面的治疗选择。

2. 桡骨远端的解剖

桡骨远端又宽又粗,横截面接近四四方方,手掌侧比背侧要平整一些,而背侧则呈现出一种突起的形状,上面有一些纵的沟壑,在伸肌支撑带的约束下,肌腱会紧紧地贴在骨面上,所以在桡骨远端骨折的时候,很容易对伸肌腱造成损伤。在与桡腕关节相邻的 2~3 cm 的位置,是最脆弱的部位,是最容易骨折的部位。从桡骨远端的外侧开始,逐渐形成一个锥形茎突,这个茎突在尺骨茎突的外面大约 1~1.5 cm 处,茎突基部的上部与肱桡肌相连,通常会导致骨折块的脱位。桡骨的远端指的是由舟骨窝、月骨窝与舟状骨、月骨相连接的腕部,而在尺侧则由乙状切迹与尺骨远端构成的下尺桡关节。下尺桡骨关节以三角纤维软骨为主,它对下尺桡骨关节的稳定性及旋转有很大的影响[2]。

3. 桡骨远端骨折的分类

桡骨远端骨折(DRFs)的分类对于指导治疗选择和预测预后至关重要。目前,最广泛使用的分类系统是 AO/OTA 分类系统,它将桡骨远端骨折分为关节外骨折、部分关节内骨折和完全关节内骨折三大类[3]。除了 AO/OTA 分类,还有其他分类系统,如 Frykman 分类和 Melone 分类,它们也对骨折类型和可能出现的并发症进行了详细描述[4]。Frykman 分类主要是参考尺骨远端是否受累,而 Melone 分类更看重骨折的几何形态和稳定性。在临床上,医生往往会对骨折进行一个仔细的分型,在分型的基础上再结合患者的实际情况制定相应的治疗计划。例如,简单的关节外骨折,对位、对线尚可,尺偏角、掌倾角达标可

以选择保守治疗；简单的关节内骨折，骨折块移位不大的，患者年龄大对腕关节功能要求不高的患者也可以选择保守治疗；而复杂的关节内骨折，关节面塌陷不平整的青壮年患者，康复后需要长时间从事生产劳作，对腕关节功能要求高，应尽可能的选择手术干预以恢复关节面的平整和稳定性，达到解剖复位[5]。通过精确、细化的分类，医生能够很好地评估骨折的严重程度，选择合适的治疗方法，并对患者腕关节的最终功能有一个大概的预估。

4. 桡骨远端骨折对患者生活质量的影响

桡骨远端骨折(DRFs)是上肢骨折中一种常见的骨折类型，尤其在老年人、儿童群体中多为常见。桡骨远端骨折往往会对患者生活质量产生多方面的影响，包括生理、心理和社会功能等层面。骨折初期，患者患肢会出现严重的肿胀、疼痛，即使是在治疗之后，也可能长时间存在疼痛不适，对患者的日常活动和睡眠质量造成影响[6]。由于手腕的活动受限，患者的日常生活自理(如穿衣、进食、个人卫生)和工作生产可能会遇到困难。短期并发症警惕骨筋膜室综合征、正中神经损伤等；骨筋膜综合往往可能是夹板固定过紧导致的，如发现苗头，应立即松开固定夹板观察患肢血运情况，一旦确诊，应立即切开减压；临床上应用甘露醇消肿，对预防骨筋膜室综合征有一定效果(儿童慎用)。长期并发症如骨折不愈合、畸形愈合、异位骨化、创伤性关节炎等，这些并发症可能导致腕关节长期的疼痛和功能障碍[7]。由于疼痛和功能受限，患者可能会感到焦虑和抑郁，尤其是当恢复过程缓慢或恢复效果不理想时[8]。患者可能会失去信心，担心再次受伤，从而影响他们的日常生活自理。由于身体的不便，患者可能无法参与社交活动，导致社交孤立，可能会影响他们的工作表现和职业发展，甚至可能导致失业。治疗和康复的费用也会给患者和家庭带来经济压力[9]。

5. 桡骨远端骨折不同治疗方法

5.1. 非手术治疗

5.1.1. 石膏、夹板固定

石膏、夹板固定作为传统而经典的治疗方法，其基本原理是通过外部固定装置(石膏或夹板)将骨折部位固定在相对稳定的位置，以减少骨折断端的移动，促进骨折愈合。这种方法不仅操作简便，而且成本相对较低，适用于大多数关节外骨折和部分关节内骨折，尤其是那些移位不明显、稳定性较好的骨折。在治疗开始前，医生会先对骨折部位进行详细的检查和评估，包括 X 光片或 CT 扫描等影像学检查，以明确骨折的类型、移位程度和稳定性。随后，根据骨折的具体情况，医生会进行手法复位，尽可能将骨折断端恢复到正常或接近正常的解剖位置。复位完成后，医生会选择合适的石膏或夹板固定腕关节，石膏固定选择的功能位(即背伸 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，轻度尺偏)，以确保骨折部位在最佳位置愈合。采用石膏或夹板固定前，需在局部皮肤使用石膏棉衬垫，防止磨破皮肤，造成局部感染[10]；石膏或夹板固定期间，患者需要定期回医院复查，以检查石膏、夹板的松紧度、骨折愈合情况以及是否有并发症发生[11]。同时，患者还需要注意保持石膏、夹板的干燥和清洁，避免污染和破损。此外，由于手法复位后，腕关节会出现一个肿胀急性期，石膏、夹板固定限制手腕的活动，患者可能会感到疼痛肿胀不适，严重时局部皮肤可能会出现张力性水泡，此时可以通过药物缓解或调整石膏的松紧度来改善[12]；患者可以通过前臂吊带抬高患肢，进行手指的屈伸、握拳等主动活动，以促进血液循环和肌肉力量的恢复，能够有效的消肿[13]。同时，医生也会根据患者的具体情况制定个性化的康复计划，以指导患者在石膏、夹板拆除后进行适当的功能锻炼。

5.1.2. 功能支具

功能支具是近年来发展起来的一种新型非手术治疗方法，它结合了传统石膏固定的稳定性和现代康

复理念的活动性,为患者提供了更加个性化的治疗方案[14]。功能支具通常由轻质材料制成,可根据患者的具体情况进行定制和调整,以在确保骨折稳定性的同时允许患者进行有限的手腕活动。功能支具相比传统石膏固定具有许多优势,它更加轻便、透气,减少了患者的不适感[15]。它允许患者在保护骨折部位的同时进行一定的手腕活动,有助于促进早期功能恢复[16];功能支具的可调节性也为医生提供了更多的治疗选择,以适应不同患者的需求。在使用功能支具时,患者需要严格按照医生的指导进行佩戴和调整。同时,还需要注意保持支具的清洁和干燥,避免污染和破损。此外,患者还需要定期回医院复查,以检查骨折愈合情况和支具的佩戴效果。

5.2. 手术治疗

5.2.1. 切开复位内固定

切开复位内固定是桡骨远端骨折手术治疗中最常用的方法之一,其核心在于使用锁定钢板和螺钉等内固定器械,将骨折块牢固地固定在一起,以促进骨折愈合并恢复关节的解剖结构和功能。内固定适用于大多数关节内骨折,特别是当骨折块移位明显、关节面不平整或伴有韧带损伤时[17]。此外,对于某些关节外骨折,如果非手术治疗难以维持骨折稳定性或预计会影响功能恢复,也需考虑内固定治疗[18]。手术通常在臂丛神经阻滞麻醉或全身麻醉下进行,通过合适的手术入路暴露骨折部位,清除血肿和嵌入的软组织,确保骨折断端的良好显露。根据骨折的具体情况选择合适的内固定器械,如锁定钢板和螺钉,进行骨折复位和固定。在复位过程中,需特别注意恢复关节面的平整度和掌倾角、尺偏角等解剖参数[19]。固定完成后,需仔细检查骨折复位和固定情况,确保稳定可靠。切开复位内固定治疗具有复位精确、固定牢固、早期功能锻炼等优点[20]。通过精确的复位和稳定的固定,可以最大限度地恢复关节的解剖结构和功能,减少畸形愈合、创伤性关节炎等并发症的发生。同时,切开复位内固定术后能尽早的进行腕关节功能锻炼有助于促进骨折愈合和关节功能恢复。切开复位内固定手术治疗需严格掌握适应症和手术技巧,患者骨折时间过长或合并有脑外伤致骨痂形成无疑会大大增加骨折复位的难度[21],避免过度剥离骨膜和软组织,以减少对骨折部位血供的影响[22];此外,术后需定期复查X线片,了解骨折愈合情况,并根据骨折愈合情况适时调整康复计划。

5.2.2. 外固定支架

外固定支架是治疗桡骨远端骨折的一种相对微创的手术治疗方法,它适用于严重粉碎性骨折、软组织条件不佳或伴有严重皮肤损伤的患者[23]。外固定支架治疗无需切开皮肤暴露骨折部位,因此不会对骨折部位血液供应造成太大的破坏,有利于骨折的愈合[24]。同时,外固定支架可以牢靠的固定骨折端,让骨折部位在相对稳定的环境中愈合。此外,外固定治疗还具有操作简便、费用低廉等优点[25]。外固定支架也存在着它的不足,比如固定不够精确、患者舒适度较低、护理困难等[26]。手术时,医生会在骨折部位周围的皮肤上钻孔,然后将外固定架的固定针或螺钉穿过皮肤并插入骨质中。随后,通过调整外固定架的各个部件来施加稳定的固定力,使骨折断端保持在正确的位置上[27]。外固定治疗期间需定期随访,检查外固定架的固定情况和骨折愈合情况。同时,需保持外固定架周围的皮肤清洁干燥,定期伤口换药,预防针道感染等并发症的发生。此外,定期复查X线,根据骨折愈合情况及时调整治疗方案以促进骨折愈合和功能恢复。

5.2.3. 腕关节镜

腕关节镜辅助下复位和固定桡骨远端骨折是一种微创手术,依靠关节镜技术来给关节内骨折进行复位和固定,这种方法具有创伤小、恢复快、并发症少等优点[28]。手术时,医生会在关节周围做几个小的皮肤切口,然后将关节镜插入关节腔内进行观察和操作[29]。通过关节镜的放大作用,医生可以清晰地看

到关节内的骨折情况，有效的清理出手腕上的血肿，碎骨片，并进行精确的复位和固定[28]。目前，与 X 线、CT、MRI 等检查手段相比，腕关节镜检查被公认为是判断手腕损伤程度的“金标准”。腕关节镜手术切口小且隐蔽，术后疤痕不明显，有助于提高患者的手术满意度。在腕关节镜下进行复位和固定需要医生具备丰富的经验和精湛的技术，在手术过程中需仔细操作，避免损伤邻近的血管、神经、肌腱等重要组织[30]。

5.3. 新兴治疗方法

5.3.1. 生物材料的应用

生物材料在桡骨远端骨折治疗中的创新应用，不仅限于简单的骨折固定，更深入到骨折愈合的全过程管理。现代生物材料科学的发展，使得这些材料不仅能够模拟自然骨的力学特性，还能在微观层面上促进细胞粘附、增殖和分化，加速骨折部位的骨再生。以磷酸钙骨水泥为例，它不仅能够即时固化，为骨折断端提供即刻稳定性，其降解产物还能作为骨生长的诱导因子，促进骨细胞在骨折部位的增殖和分化。这种材料的使用，显著缩短了患者的康复周期[31]。此外，随着组织工程学的进步，结合生物材料与细胞、生长因子的复合体也逐渐应用于临床。例如，将骨髓间充质干细胞与生物可吸收支架材料结合，植入骨折部位，可以通过细胞的增殖和分化直接参与骨折愈合过程，加速骨痂形成和骨折修复[32]。这种治疗方法为复杂骨折、骨缺损以及骨折不愈合等难题提供了新的解决思路。生物材料的选择和应用需根据患者的具体情况、骨折类型及手术目的等因素综合考虑。医生需充分了解各种生物材料的性能、优缺点及适应症，以便为患者制定个性化的治疗方案。同时，随着材料科学的不断发展和临床经验的积累，相信生物材料在桡骨远端骨折治疗中的应用将会更加广泛和深入。

5.3.2. 个性化医疗

随着医学影像学、计算机科学和 3D 打印技术的快速发展，个性化医疗在桡骨远端骨折的治疗中得到了广泛应用。骨科手术通常会使用到植入物，但是植入物的尺寸很难刚好合适。3D 打印技术可以依据患者的临床需求和患者的局部解剖特征，精准地定制假体的外形，降低了术后假体的松动、移位的可能。有研究表明，利用 3D 打印技术制作的内固定钢板可以与不规则骨良好匹配，可以使应力均匀分布，有利于避免应力集中导致的植入物断裂[33]。

利用 3D 打印技术，可以根据患者的肢体尺寸和骨折部位进行定制个性化外固定架，提高患者的舒适度和治疗效果；可以按照人体的结构特征，对人体进行三维重建，在术前规划、病例讨论和医学教学中具有广泛的应用[34]。利用 3D 打印技术建立的解剖学模型，可以帮助完成各项术前评价工作。研究表明，3D 打印技术用于骨科手术的术前规划，可缩短手术时间，减少术中出血，减少透视次数[35]。个性化医疗不仅提高了手术治疗的精确性和安全性，还减少了手术创伤和并发症的发生[36]。通过为患者提供量身定制的治疗方案，医生可以更加精准地控制手术过程，促进骨折的愈合和功能的恢复[28]。因病人受教育程度及对手术的了解程度不同，手术前的沟通难度也有一定的差别。在临床上，可以根据患者的影像学资料，利用 3D 打印技术，制作出个体化的模型，向患者介绍其病情和治疗方案，帮助他们更好地了解自身病情及手术方式，医生和病人之间的交流变得更为方便，能够有效地提高患者的医从性，提高手术的治疗效果[37]。

6. 治疗效果

在桡骨远端骨折治疗过程中对治疗效果的评估是至关重要的一环，得从多个方面综合考量，包括实验室检查、影像学评估和腕关节功能评分以及患者自身的感受。医生会通过直接观察和查体来评估骨折的稳定性及腕关节的活动度，还会检查手指的血运、感觉和运动功能，排除神经和血管的损伤。通过 X

线、CT 等影像学检查,医生可以详细了解骨折的类型、位置、移位程度以及是否有骨碎片进入关节腔,这些信息对于评估治疗效果和预测预后至关重要。常用的功能评分系统包括 DASH 评分和 Gartland-Werley 评分等,它们通过问卷调查的形式对患者在日常生活活动中腕关节功能恢复情况进行评估,包括手部灵活性、力量和整体满意度[33]。治疗效果的评估不仅仅局限于手术的成功和骨折的愈合,还需重视患者的腕关节功能恢复情况和生活质量。理想的治疗效果应该是骨折愈合良好,关节面平整,无明显疼痛,手腕和手指功能恢复到接近正常水平。然而,由于桡骨远端骨折的复杂性,不同患者之间可能存在差异,因此治疗效果的评估需要个体化,结合患者的具体情况和治疗目标进行综合判断。

7. 结束语

如今,桡骨远端骨折的治疗方法正随着医学科学的进步而不断发展,从传统的石膏、夹板外固定和切开复位内固定治疗到新兴的生物材料、3D 打印的个性化医疗,每一种方法都有其独特的优势和潜在的局限性。未来的研究需要进一步验证这些新兴治疗方法的安全性和有效性,并尝试着相互融合,取长补短,如 3D 打印技术联合掌侧小切口切开复位内固定治疗桡骨远端骨折,利用 3D 打印技术制作个性化内固定并进行术前规划模拟,减少手术难度的同时追求更少的软组织损伤;亦或是在 3D 打印技术联合微创手术的基础上再联合新兴的生物材料,以促进骨折的快速愈合。随着未来研究的不断深入,技术更加的成熟,桡骨远端骨折的治疗将来一定是多领域共同协作、个体化、精准化,从而为患者带来更好的治疗效果。

参考文献

- [1] 谭丹,周勇,湛小波,等.手法复位经皮克氏针治疗老年不稳定性桡骨远端骨折的疗效观察[J].中国急救医学,2024,44(10): 850-855.
- [2] 姜保国.桡骨远端骨折的治疗[J].中华创伤骨科杂志,2006,8(3): 236-239.
- [3] 李文豪.外伤一号膏联合小夹板治疗老年桡骨远端骨折的疗效观察[D]:[硕士学位论文].昆明:云南中医药大学,2019.
- [4] 王建军,单敏芳,王三华. Henry 入路三角肌双间隙治疗 AOC 型桡骨远端骨折的临床研究[J].中国医学创新,2024,21(12): 66-70.
- [5] 努尔比艳木·库尔班,乌日开西·艾依提,买合木提·亚库甫.桡骨远端 C1 型骨折三种内固定方式的有限元分析[J].中国组织工程研究,2025,29(15): 3110-3115.
- [6] 丁晓芳,黄改丽.多元化疼痛护理干预对四肢骨折患者术后疼痛的影响[J].基层医学论坛,2024,28(29): 114-118.
- [7] 李建华.手法整复夹板固定与阶梯性康复训练联合治疗老年桡骨远端骨折的临床效果[J].中外医学研究,2024,22(26): 50-54.
- [8] 肖兴雷,刘尚仑,曹辰,等.智能化小夹板及高分子石膏固定治疗老年桡骨远端骨折的疗效与安全性对比[J].临床外科杂志,2024,32(8): 870-873.
- [9] 莫生敢.新伤续断汤联合中药塌渍治疗老年桡骨远端骨折的临床疗效观察[D]:[硕士学位论文].南宁:广西中医药大学,2022.
- [10] 甘福开.伤科壮骨汤辅助治疗桡骨远端骨折的临床效果[J].内蒙古中医药,2022,41(3): 14-15.
- [11] 张俊,厉国定,尹伟忠,等.尺骨茎突骨折与否及不同分型对桡骨远端骨折术后疗效的影响[J].中国骨与关节损伤杂志,2019,34(3): 321-323.
- [12] 张黎明.自拟新伤接骨汤联合小夹板外固定术治疗伸直型桡骨远端骨折肿胀的临床疗效观察[D]:[硕士学位论文].长沙:湖南中医药大学,2023.
- [13] 唐昌权.桡骨远端骨折闭合复位与切开复位影响腕关节功能的疗效分析[J].大家健康(中旬版),2016,10(3): 80-81.
- [14] El Khoury, G., Libouton, X., De Boeck, F. and Barbier, O. (2022) Use of a 3D-Printed Splint for the Treatment of Distal Radius Fractures: A Randomized Controlled Trial. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **108**, Article

103326. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103326>
- [15] 杨练, 冯海洋, 许苑晶. 3D 打印医疗应用及中心建设现状[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(13): 2110-2115.
 - [16] 李国梁, 赵建勇, 李晓明, 等. 数字化中医手法复位结合 3D 打印小夹板外固定治疗 A 型桡骨远端骨折的近期疗效观察[J]. 中国骨伤, 2023, 36(9): 809-814.
 - [17] 宁仁德, 姚涛, 孔令超, 等. 掌背侧联合入路手术治疗桡骨远端 AO C3 型骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(9): 948-950.
 - [18] Haslhofer, D.J., Froschauer, S.M., Gotterbarm, T., Schmidt, M., Kwasny, O. and Holzbauer, M. (2024) Comparison of Surgical and Conservative Therapy in Older Patients with Distal Radius Fracture: A Prospective Randomized Clinic Al Trial. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, **25**, Article No. 46. <https://doi.org/10.1186/s10195-024-00788-w>
 - [19] 黄建国, 张智渊, 王自耿. 不同方法治疗桡骨远端骨折的临床疗效分析[J]. 中国实用医药, 2024, 19(9): 52-55.
 - [20] 唐聪, 颜志文, 池开宇, 等. 保留旋前方肌小切口掌侧解剖锁定钢板辅助复位内固定治疗不稳定桡骨远端骨折疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(1): 37-42.
 - [21] 于倩, 王晔恺, 陈位. 基于临床和实验室指征的骨折后骨痂过度生长的 Nomogram 预测模型的建立及临床应用[J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(20): 2484-2488.
 - [22] 王文庆, 曹玉净, 吕秋霞, 等. 桡骨远端骨折临床治疗方法研究进展[J]. 世界中医药, 2024, 19(12): 1870-1874.
 - [23] 潘间儿, 陈鑫, 陈少颜, 等. 桡骨远端骨折外固定支架的护理体会[J]. 当代医学, 2020, 26(7): 177-178.
 - [24] Mishra, R.K., Sharma, B.P., Kumar, A. and Sherawat, R. (2021) A Comparative Study of Variable Angle Volar Plate and Bridging External Fixator with K-Wire Augmentation in Comminuted Distal Radius Fractures. *Chinese Journal of Traumatology*, **24**, 301-305. <https://doi.org/10.1016/j.cjte.2021.04.005>
 - [25] 吕德梁, 赵建勇, 李国梁, 等. 数字化设计辅助闭合穿针复位内固定联合外固定架固定治疗 B、C 型桡骨远端骨折[J]. 中医正骨, 2024, 36(10): 76-79.
 - [26] Sáenz-Jalón, M., Sarabia-Cobo, C.M., Roscales Bartolome, E., Santiago Fernández, M., Vélez, B., Escudero, M., *et al.* (2020) A Randomized Clinical Trial on the Use of Antiseptic Solutions for the Pin-Site Care of External Fixators: Chlorhexidine-Alcohol versus Povidone-Iodine. *Journal of Trauma Nursing*, **27**, 146-150. <https://doi.org/10.1097/jtn.0000000000000503>
 - [27] Jafari, D., Birjandinejad, A., Daliri, M., Emami, K. and Moradi, A. (2023) Treatment Outcomes of Applying External Fixator on Distal Radius Fractures: A Randomized Clinical Trial to Compare between Two Directions of Force Exertion in Parallel to Radius Shaft and Perpendicular to the Distal Radius Articular Surface. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **24**, Article No. 283. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06358-1>
 - [28] Schmidle, G., Benedikt, S., Kastenberger, T., Kaiser, P., Arora, R. and Gabl, M. (2022) Arthroscopic Debridement of the Dorsal Capsule in Intraarticular Distal Radius Fractures: Does It Provide Superior Outcomes? *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **142**, 691-699. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-04246-8>
 - [29] Lutz, M., Erhart, S., Deml, C. and Klestil, T. (2016) Arthroskopisch gesteuerte Osteosynthese der dislozierten intraartikulären distalen Radiusfraktur. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, **28**, 279-290. <https://doi.org/10.1007/s00064-016-0448-6>
 - [30] Kasapinova, K. and Kamiloski, V. (2015) Influence of Associated Lesions of the Intrinsic Ligaments on Distal Radius Fractures Outcome. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **135**, 831-838. <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2203-0>
 - [31] Winge, M.I. and Røkkum, M. (2018) CaP Cement Is Equivalent to Iliac Bone Graft in Filling of Large Metaphyseal Defects: 2 Year Prospective Randomised Study on Distal Radius Osteotomies. *Injury*, **49**, 636-643. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.11.027>
 - [32] Gómez-Barrena, E., Padilla-Eguiluz, N., Rosset, P., Gebhard, F., Hernigou, P., Baldini, N., *et al.* (2020) Early Efficacy Evaluation of Mesenchymal Stromal Cells (MSC) Combined to Biomaterials to Treat Long Bone Non-Unions. *Injury*, **51**, S63-S73. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.02.070>
 - [33] Liang, H., Zhang, H., Chen, B., Yang, L., Xu, R., Duan, S., *et al.* (2023) 3D Printing Technology Combined with Personalized Plates for Complex Distal Intra-Articular Fractures of the Trimalleolar Ankle. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 22667. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49515-1>
 - [34] Tarca, A., Woo, N., Bain, S., Crouchley, D., McNulty, E. and Yim, D. (2023) 3D Printed Cardiac Models as an Adjunct to Traditional Teaching of Anatomy in Congenital Heart Disease—A Randomised Controlled Study. *Heart, Lung and Circulation*, **32**, 1443-1450. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2023.09.021>
 - [35] Grinčuk, A., Petryla, G., Masionis, P., Sveikata, T., Uvarovas, V. and Makulavičius, A. (2023) Short-Term Results and Complications of the Operative Treatment of the Distal Radius Fracture AO2R3 C Type, Planned by Using 3D-Printed

Models. Prospective Randomized Control Study. *Journal of Orthopaedic Surgery*, **31**, 1-12.
<https://doi.org/10.1177/10225536231195127>

- [36] Chen, C., Cai, L., Zheng, W., Wang, J., Guo, X. and Chen, H. (2019) The Efficacy of Using 3D Printing Models in the Treatment of Fractures: A Randomised Clinical Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **20**, Article No. 65.
<https://doi.org/10.1186/s12891-019-2448-9>
- [37] Zheng, W., Chen, C., Zhang, C., Tao, Z. and Cai, L. (2018) The Feasibility of 3D Printing Technology on the Treatment of Pilon Fracture and Its Effect on Doctor-Patient Communication. *BioMed Research International*, **2018**, Article 8054698. <https://doi.org/10.1155/2018/8054698>