

# 肱骨近端骨折的研究进展

龙新珣<sup>1</sup>, 王亚凯<sup>1</sup>, 卢正<sup>2</sup>, 刘凯顺<sup>2</sup>

<sup>1</sup>广西中医药大学研究生院, 广西 南宁

<sup>2</sup>梧州市中医医院岭南骨伤医派, 广西 梧州

收稿日期: 2025年6月15日; 录用日期: 2025年7月9日; 发布日期: 2025年7月16日

## 摘要

肱骨近端骨折是一种临床常见的骨折, 好发于中老年人。患者常出现疼痛、肿胀、活动受限等。在较严重的患者中, 可出现血管神经损伤, 甚至危及患者的生命安全。肱骨近端骨折由于骨折疼痛直接影响肢体活动功能及创伤恢复, 因而选择正确的治疗方式, 能够保证治疗的高效性, 有针对性地、多角度地解决肢体运动受限问题, 帮助患者尽早回归正常生活。因此文章关于肱骨近端骨折的研究在诊断技术、手术治疗、物理治疗和康复方案以及骨生物力学等方面的进展进行分析, 综述如下。

## 关键词

肱骨近端骨折, 研究进展, 综述

# Research Progress in Proximal Humeral Fractures

Xinyu Long<sup>1</sup>, Yakai Wang<sup>1</sup>, Zheng Lu<sup>2</sup>, Kaishun Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

<sup>2</sup>Lingnan Orthopedics, Wuzhou Traditional Chinese Medicine Hospital, Wuzhou Guangxi

Received: Jun. 15<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jul. 9<sup>th</sup>, 2025; published: Jul. 16<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Proximal humeral fracture is a common clinical fracture that tends to occur in middle-aged and older people. Patients often experience pain, swelling, and limited mobility. In more severe patients, vascular nerve damage can occur, and even endanger the patient's life. Proximal humerus fracture directly affects limb function and trauma recovery due to fracture pain, so choosing the correct treatment method can ensure the efficiency of treatment, solve the problem of limb movement restriction in a targeted and multi-angle manner, and help patients return to normal life as soon as possible. Therefore, the progress of research on proximal humeral fractures in diagnostic techniques,

surgical treatment, physical therapy and rehabilitation programs, and bone biomechanics is analyzed and summarized below.

## Keywords

### Fracture of the Proximal Humerus, Research Progress, Review

Copyright © 2025 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. 前言

肱骨近端骨折指肱骨大结节基底及以上部位骨折,按骨骺的闭合线肱骨近端可分为肱骨、大结节、小结节及肱骨干骺端四个部分。肱骨近端骨折常由直接或者间接暴力撞击引起。肱骨近端骨折患者常出现疼痛、肿胀、活动受限并可见淤血斑,由于肱骨近端解剖结构特殊,骨折时有可能伴随神经血管损伤[1]。肱骨近端骨折可发生于任何年龄阶段,其中以中、老年人为主,据统计中、老年人肱骨近端骨折的发生率超过50%,老年骨质疏松的患者由于骨量下降更容易导致骨折[2]。

## 2. 肱骨近端相关解剖

肱骨近端主要由肱骨头、大结节、小结节和肱骨外科颈等部分组成。肱骨头:近似球形,与肩胛骨的关节盂构成肩关节。肱骨头表面覆盖有软骨,其血供主要来自旋肱前动脉和旋肱后动脉发出的分支。这些血管在肱骨颈周围形成血管网,为肱骨头提供营养。大结节:位于肱骨头外侧,是肩袖中冈上肌、冈下肌和小圆肌的附着点。大结节的位置和形态对于肩袖的功能起着重要作用。小结节:在肱骨头前方,是肩胛下肌的附着点。小结节的大小和位置也会影响肩关节的稳定性和运动功能。肱骨外科颈:是肱骨近端较为薄弱的部位,位于解剖颈下2~3厘米处。此处容易发生骨折,尤其是在老年人和骨质疏松患者中。肱骨外科颈的骨折通常由间接暴力引起,如跌倒时手或肘部着地,力通过前臂或肘部向近端传导时,由于肱骨近端颈干角特殊解剖结构,使暴力集中于外科颈从而导致骨折[2]。

### 肱骨近端的解剖特点与骨折的关系

① 颈干角:肱骨颈干角是指肱骨颈轴线与肱骨干轴线之间的夹角,正常范围为 $130^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 。这个角度对于肩关节的稳定性和运动范围非常重要。当颈干角发生改变时,会影响肩关节的功能。例如,颈干角增大时,肩关节的外展范围会增加,但稳定性可能会降低;颈干角减小时,肩关节的稳定性可能会增加,但外展范围会受到限制。肱骨近端骨折后,与骨折碎块相连接的肌肉将骨折块向特定方向牵拉形成移位,可能会导致颈干角的改变[2]。② 肌肉附着点:肱骨近端周围有许多肌肉附着,这些肌肉在骨折发生后会对骨折块产生牵拉作用,影响骨折的移位方向。例如,肩袖肌肉(冈上肌、冈下肌、小圆肌和肩胛下肌)分别附着于大结节和小结节,当骨折发生时,这些肌肉的收缩会使大结节和小结节向不同方向移位。此外,肱二头肌长头腱也附着于肱骨结节间沟,在肱骨近端骨折时也可能对骨折块产生一定的牵拉作用[3]。③ 血管供应:肱骨近端的血供主要来自旋肱前动脉、旋肱后动脉和肩胛上动脉等。这些血管在肱骨颈周围形成血管网,为肱骨头提供营养。肱骨近端骨折可能会损伤这些血管,导致肱骨头缺血坏死。尤其是在复杂的肱骨近端骨折中,如三部分或四部分骨折,血管损伤的风险更高。因此,在治疗肱骨近端骨折时,应尽可能保留肱骨头的血供,以降低缺血坏死的发生率。

### 3. 肱骨骨折的分型

#### 3.1. 肱骨近端骨折的 Neer 分型

Neer 分型于 1970 年提出,是目前最为流行和被广泛接受的分型方法之一。它基于肱骨近端四个骨块(肱骨头与关节面、大结节、小结节、肱骨干)的移位情况进行分类。Neer 分型是目前应用最为广泛的肱骨近端骨折分型方法。该分型系统将肱骨近端分为肱骨头、大结节、小结节和肱骨干四个部分,判断标准为成角  $> 45^\circ$  或骨折移位  $> 1\text{ cm}$ 。根据四个骨折块之间的移位程度进行分型,分为一部分骨折、二部分骨折、三部分骨折和四部分骨折[4]。

#### 3.2. 肱骨近端骨折的 AO/OTA 分型

AO/OTA 分型也是一种常用的肱骨近端骨折分型方法。它将骨折分为不同的类型和亚型,更加细致地描述了骨折的形态和特点。该分型系统根据骨折的位置、形态和严重程度进行分类。例如, A 型为关节外骨折, B 型为部分关节内骨折, C 型为完全关节内骨折。每个类型又分为不同的亚型,进一步细化骨折的特征。这种分型方法对于研究骨折的发生机制和比较不同治疗方法的效果具有重要意义[5]。

### 4. 肱骨近端骨折的评估方法

评估肱骨近端骨折,常采用以下方法:

询问患者是否存在外伤史或摔倒史,以及疼痛程度、活动限制等症状;体格检查:包括肱骨近端部位的触诊、压痛、肿胀和畸形程度等;X 线检查:进行正位和侧位的肘部 X 线检查,以确定骨折的类型和程度,通常还会进行其他辅助 X 线检查,如屈肘位、外旋位、斜位等,以更全面地评估骨折情况。

传统的 X 线摄影常常无法准确评估肱骨近端骨折的类型和程度,近年来随着计算机断层扫描(CT)数字化技术的发展,尤其是三维重建技术的应用,可以提供更为准确的骨折图像和详细的解剖结构信息,从而对肱骨近端骨折进行更准确的诊断[6]。神经功能评估:对于肱骨近端骨折时,还需要评估尺神经、桡神经和正中神经的功能,以排除伴发的神经损伤。综合以上评估方法,能够准确判断肱骨近端骨折的类型、骨折线的位置和方向、有无关节损伤,并为后续治疗提供参考。

### 5. 肱骨近端骨折保守治疗

#### 5.1. 保守治疗的指征和方法

保守治疗包括休息、功能锻炼、石膏固定、使用辅助装具等措施。保守治疗的优点是避免手术创伤、减少手术风险和恢复期,并且适用于一部分患者。但是,保守治疗可能导致骨折愈合时间延长、关节僵硬和功能障碍等风险。最终的治疗方案需要根据每个患者的具体情况来确定[7]。对于年龄较大合并许多基础疾病不适合进行手术治疗的,手术风险较大,保守治疗可以减少手术风险;或者骨折断端没有完全分离、没有明显移位和不稳定性,包括大结节骨折,肱骨外科颈骨折;如果患者有明显的骨质疏松症或其他与骨折相关的病因,并且存在骨折复发的风险,保守治疗可能更合适。或有移位的肱骨近端骨折,需先行手法复位后保守治疗[8]。对于没有骨折移位的患者,可直接通过施加石膏固定来保持骨折断端的稳定性。石膏可以固定肱骨近端,并减少骨折断端的移位和扭曲。石膏固定通常需要保持几周到一个月的时间,具体时间根据骨折的类型和骨折愈合的进展来确定。对于有移位的内收或者外展型骨折,需在局部麻醉辅助下先行手法复位,然后再利用石膏进行固定[9]。骨折在固定后还可以采用辅助装具来帮助骨折的稳定性和恢复。例如,肩带,三角巾等可以提供额外的支持。在使用外部固定的同时要严密观察肢端的血液循环,以及周围皮肤组织的情况,以免发生压迫性缺血坏死[10]。镇痛治疗:骨折可能引

起疼痛和不适,医生可能会建议使用药物来缓解疼痛。非处方的非甾体抗炎药(NSAIDs)如布洛芬、对乙酰氨基酚等常被用于镇痛[11]。

需要注意的是,保守治疗的效果取决于骨折的类型和位置以及患者的年龄和整体健康状况等因素。有时候,如果骨折不稳定或无法通过保守治疗恢复,可能需要进行手术治疗。因此,治疗方案应根据个体情况进行个体化的选择。

## 5.2. 保守治疗的疗效和并发症

保守治疗对患肢进行早期的三角巾或支具固定,可以更好的避免骨折在治疗后出现移位或者活动的情况,在局部麻醉下行手法复位后再进行固定,可以很大程度上减轻患者的疼痛感,保守治疗可以显著缓解临床症状并且获得良好的临床效果[12]。肱骨近端骨折的保守治疗虽然是一种相对安全有效的治疗方法,但仍有一些潜在的并发症可能发生。例如:1) 骨折不稳定:保守治疗期间,骨折可能未能完全复位或固定不稳,导致骨折不稳定。这可能会限制骨折愈合和关节功能恢复。2) 骨折不愈合:尽管保守治疗的目的是促进骨折的愈合,但仍有一定比例的骨折可能无法完全愈合。一些因素如年龄、骨质疏松、骨折类型和严重程度等都可能影响骨折的愈合[13]。3) 关节僵硬和功能障碍:保守治疗时,患者的上肢可能被固定在身体旁边,这可能导致关节僵硬和功能障碍,尤其是在固定期较长或没有积极的肢体功能锻炼的情况下[14]。4) 血栓形成:长时间的床位休息和不活动可能增加患者出现深静脉血栓形成(DVT)的风险。这是一种严重的并发症,可以导致肺栓塞。积极的体位转换、早期活动和应用抗凝药物可减少血栓风险。5) 局部感染:如果骨折处的伤口没有得到适当的清洁和处理,或者患者在固定期间无法保持良好的局部卫生,可能会发生局部感染。这需要及时的抗生素治疗和局部伤口护理。

总之,肱骨近端骨折保守治疗凭借操作简便、创伤小等优势,在临床治疗中占据重要地位。然而,这种治疗方式存在诸多局限。保守治疗常依赖手法复位与外固定,难以实现精准复位,易导致骨折畸形愈合,尤其是涉及关节面的骨折,复位不佳会直接影响肩关节功能,增加创伤性关节炎风险。长时间的外固定会使肩关节活动受限,引发肩关节僵硬、肌肉萎缩等并发症,严重影响患者术后肢体功能恢复及生活质量。此外,保守治疗需患者长时间保持固定姿势,治疗周期长,患者依从性难以保证,部分患者因过早活动或固定不当,导致骨折移位、延迟愈合甚至不愈合。因此,临床医生应综合评估患者病情,充分权衡保守治疗的利弊,为患者选择更适宜的治疗方案。

## 6. 肱骨近端骨折治疗后的物理治疗和康复训练

对于肱骨近端骨折患者,早期物理治疗和康复训练可以促进创伤部位的愈合和肌肉的功能恢复。肱骨近端骨折的康复训练是一个持续的过程,旨在帮助患者恢复肌肉力量、关节活动范围、功能和日常生活能力[15]。近年来,针对肱骨近端骨折的康复方案越来越个体化和综合化,包括早期功能锻炼、关节动力学评估、模拟肌肉力量训练、日常生活动作训练等。

肱骨近端骨折的发生由于邻近肩关节,因此术后患者的上肢关节和上肢带骨关节的活动均会受到一定程度的限制,如果术后未能进行及时、有效的康复训练,就可能出现关节萎缩、僵硬等情况,导致肢体活动受限[16]。针对术后患者进行运动康复疗法,通过循序渐进的个性化运动指导和练习,能有效加速肱骨近端骨折患者的骨折端愈合,明显改善其术后肩关节功能及活动度[17]。

常见的肱骨近端骨折的物理治疗以及康复训练方法:

1) 关节活动范围锻炼:肘关节活动范围锻炼有助于预防关节僵硬,并促进骨折愈合后的恢复,以保持关节的活动度。2) 肌肉力量训练:肱骨近端骨折后,周围的肌肉可能会萎缩和失去力量,以帮助恢复肌肉的力量和功能。3) 平衡和协调训练:骨折后,患者可能会出现平衡和协调问题。进行相关的训练,



以提高平衡性和协调性,减少摔倒和其他意外事件的风险。4) 柔韧性训练:柔韧性训练有助于增加肌肉和关节的灵活性。可以进行伸展和其他柔韧性练习,帮助恢复肘关节的正常运动范围。

## 7. 肱骨近端骨折手术治疗

### 7.1. 手术治疗的指征和选择

传统上,肱骨近端骨折的治疗主要依靠保守治疗,如使用石膏支具等进行固定。然而,保守治疗常常导致不良愈合和功能障碍。现代手术治疗方案的广泛应用,如切开复位内固定技术、锁定钢板骨水泥填充等,可以更好地保持骨折的稳定性和恢复肱骨的功能。肱骨近端骨折的手术治疗通常适用于以下情况:1) 明显错位或移位:如果骨折片明显错位或移位,无法通过保守治疗获得稳定的复位,手术治疗可能是必要的。明显错位或移位可能会导致关节不稳定和功能障碍。2) 年轻且活动性强的患者:年轻且活动性强的患者可能对肱骨近端骨折的保守治疗反应较差。手术治疗可以提供更稳定的骨折愈合和更好的关节功能恢复,以满足患者对活动水平的要求[18]。

肱骨近端骨折的手术治疗方法取决于骨折类型、骨片错位程度、患者年龄和骨质状况等因素。

常用的手术治疗方法:1) 切开复位内固定:这是最常见的手术治疗方法之一。在手术中,医生会通过切开肌肉和皮肤来直接复位骨折片,然后使用钢板、螺钉或钢线等内部固定物将骨片固定在一起。这种手术方法可以恢复骨折的解剖形态,稳定骨折并促进骨折的愈合[19]。2) 髓内钉固定:肱骨近端骨折髓内钉治疗是一种常用的治疗方法,尤其适用于老年患者及某些类型的复杂骨折。手术医生会在肱骨近端做一个小切口,以便将髓内钉插入到骨髓腔内。髓内钉是一种长杆状的医疗器械,通过切口插入到肱骨的髓腔中,帮助稳定骨折部位,促进骨折愈合。髓内钉可能需要通过皮肤上的小孔固定在骨头两端,确保其位置正确并提供足够的稳定性[20]。人工肱骨头置换术:当肱骨近端骨折涉及到肱骨球状头部或关节面严重受损时,或者对于特别复杂的老年人四部分骨折也可选择。可能需要进行关节表面置换手术。在这种手术中,医生会替换受损的关节表面,常见的方法包括肱骨头置换和肱骨滑车表面置换[21]。3) 内固定加骨移植:对于一些复杂的骨折,特别是存在骨缺损或骨折不稳定的情况,可能需要进行内固定同时进行骨移植。骨移植可以填补骨缺损,加强骨折的稳定性,并促进骨折的愈合[22]。4) 外固定:外固定是一种暂时性的治疗方法,通常在患者状况不稳定或无法承受更创伤性的手术时使用。外固定器通过穿过皮肤和软组织固定到骨折之上,从而提供稳定性和支撑。待情况稳定后,通常会将外固定器固定螺钉或内固定物进行内固定[23]。

肱骨近端骨折手术治疗可实现骨折端精准复位与稳定固定,利于早期功能锻炼,但并非完美无缺。手术本身具有侵入性,会对局部软组织造成较大损伤,破坏骨折端血运,可能延缓骨折愈合,甚至引发骨不连;术中存在损伤周围血管、神经的风险,导致上肢感觉、运动功能障碍。此外,内固定材料的选择与置入操作对手术效果影响重大,若内固定物选择不当或固定不牢,可能出现松动、断裂,引发二次手术。术后感染也是不容忽视的问题,一旦发生,不仅增加患者痛苦与经济负担,还会影响骨折愈合与肢体功能恢复。需要注意的是,手术治疗的选择会根据患者个体差异和骨折特点而有所不同。医生会根据详细的评估和影像学检查结果来制定最适合的手术方案。患者应在与专业医生的共同决策下,选择最合适的手术治疗方法。

### 7.2. 常用的手术方式的优缺点

#### 7.2.1. 锁定钢板内固定的优缺点

锁定钢板技术是目前治疗肱骨近端骨折应用范围最广的手术方式,其凭借骨折复位效果确切、交叉锁定更为稳定、预留肩袖修复孔等优势,一度被认为是治疗肱骨近端骨折的最佳治疗方案[24]。优点:1)

恢复解剖位置：切开复位内固定手术可以准确地将骨折断面复位并恢复其正常解剖位置，有利于骨折及其软组织的愈合。2) 稳定内固定：手术中使用的内固定器材(如钢板、螺钉等)可以提供稳定的固定，避免骨折再度移位，并促进骨折的愈合。3) 早期活动：手术后，患者通常可以开始进行早期活动，促进骨折愈合，避免肩关节的僵硬和功能障碍。但是随着临床病例的增多，近些年来发现其有着较高的术后并发症率，缺点：1) 手术创伤：切开复位内固定手术是一种创伤性手术，需要进行切口，并在手术中操纵骨折断面，因此存在术后疼痛、切口感染、出血等手术风险。2) 骨折愈合延迟：由于手术创伤和骨折移位的特点，有时骨折可能需要较长时间才能完全愈合[25]。3) 内固定相关问题：使用内固定器材可能会出现固定材料疲劳、松动或刺激周围组织的情况。4) 骨折非解剖恢复：在某些复杂或重度骨折的情况下，即使进行了手术治疗，也可能无法完全复原骨折的正常解剖位置。

肱骨近端骨折切开复位内固定手术可以有效恢复骨折的解剖位置和功能，但其手术创伤和固定相关问题需要综合评估。

### 7.2.2. 髓内钉固定优缺点

肱骨近端骨折髓内钉治疗是一种常用的治疗方法，尤其适用于老年患者及某些类型的复杂骨折，优点：髓内钉手术切口小，减少手术创伤，减轻术后炎性细胞因子渗出[26]。能够提供较好的骨折固定，有助于早期功能锻炼和康复训练，从而降低肩关节僵硬的风险，术后肩关节功能具有明显的改善作用[27]。对于骨质疏松患者，髓内钉相对于钢板等其他固定方式来说，对骨质的要求更低。相比于开放手术，髓内钉手术相关的感染、神经损伤等并发症发生率较低。缺点：适应症有限：并非所有类型的肱骨近端骨折都适合髓内钉治疗，例如严重的粉碎性骨折可能需要其他更复杂的手术方法。骨折愈合时间长：尤其是对于老年患者或骨质疏松患者，骨折愈合时间可能会较长[28]。术后疼痛管理：由于髓内钉的存在，部分患者可能会经历较长时间的术后疼痛，需要有效的疼痛管理措施。二次手术可能性：在某些情况下，如果骨折愈合不良或出现其他并发症，可能需要进行二次手术取出髓内钉或进行其他处理。潜在的并发症：尽管相对较少，但仍有可能出现如髓内钉断裂、松动等问题，这可能需要进一步的手术干预。总之，髓内钉治疗肱骨近端骨折具有一定的优势，但也存在一些局限性和潜在风险。

### 7.2.3. 人工肱骨头置换术优缺点

随着肩关节生物力学研究的进展，假体设计的不断改进及手术技术的成熟，人工肱骨头置换为肱骨头粉碎骨折患者提供了一种有效的治疗方法；用人工假体代替了粉碎的肱骨头，因此不存在肱骨头的缺血坏死及不愈合的后遗症，优点：1) 缓解疼痛：人工肱骨头置换术可以有效缓解骨折引起的疼痛，提高患者的生活质量。2) 恢复功能：置换术可以恢复患者的肩关节功能，使患者能够进行正常的日常活动和体力运动。3) 长期效果：人工肱骨头置换术的长期效果较好，可持续减轻疼痛并改善功能[29]。缺点：1) 手术风险：置换术是一种创伤性手术，存在手术风险，如感染、出血、血肿等。手术后的恢复期也较长，患者需要进行康复训练。2) 术后功能不如自然肩关节：尽管置换术可以恢复部分肩关节功能，但其运动范围和稳定性通常不如自然肩关节。3) 术后使用限制：人工肱骨头置换术后，患者需要避免过度使用肩关节，以减少人工肱骨头磨损和潜在的再置换需求[30]。

总体而言，人工肱骨头置换术在改善功能和减轻疼痛方面具有明显优势，但其手术风险和功能限制需要患者在考虑时综合权衡。

## 7.3. 肱骨近端骨折手术治疗的总结

肱骨近端骨折常用手术方式各有优劣。钢板螺钉固定，如锁定钢板，对骨折端固定稳固，能有效应对粉碎性骨折与骨质疏松情况，利于早期功能锻炼。但手术需较大切口，会严重破坏周围软组织及骨折

端血运, 增加感染、骨不连及肱骨头坏死风险, 术后还常需长时间佩戴保护支具。髓内钉固定创伤小、出血少, 对周围组织干扰小, 能较好维持骨折端稳定性, 适用于多种类型骨折。不过操作技术要求高, 髓内钉位置不佳易影响骨折愈合, 且不适用于所有骨折类型。人工关节置换适用于严重粉碎性骨折、肱骨头严重受损者, 可快速缓解疼痛, 一定程度恢复关节功能。然而, 术后关节活动度常受限, 康复训练周期长, 人工关节存在使用寿命问题, 可能面临翻修风险。

## 8. 肱骨近端骨折治疗的研究进展

肱骨近端骨折的骨折稳定经常面临挑战, 尤其是在老年人和骨质疏松患身上。骨生物力学研究的进展对于改善骨折治疗的效果具有重要的指导意义。近年来, 对于肱骨近端骨折稳定性的研究包括骨密度改善、骨质疏松治疗、复合人工骨和骨水泥植入的设计等方面治疗运用较为受欢迎。

### 8.1. 骨水泥在肱骨近端骨折治疗中的应用

由于肱骨近端骨折多发于中老年人, 骨质疏松、骨折的粉碎程度较高、骨折复位不理想等原因, 采用钢板固定的并发症较多, 严重影响患者关节功能恢复。现如今关于新型骨水泥的研究在某些方面显著改善钢板固定术后的并发症, 并成为其应用的优势, 在骨修复、促进骨的愈合、骨的固定、术后感染、减少组织损伤、治疗肿瘤等方面有巨大潜力[31]。骨水泥在骨科治疗中有着广泛的使用, 在肱骨近端骨折的治疗中常用的骨水泥类型主要有 PMMA 骨水泥、磷酸钙骨水泥、硫酸钙骨水泥等[32]。临床研究已证明在肱骨近端骨折的治疗中应用上述骨水泥均可取得一定的临床疗效[33]。

### 8.2. 复合人工骨治疗肱骨近端骨折的研究前景

人工骨修复材料主要是各种基于金属、陶瓷、聚合物等及其复合材料的多孔生物材料, 可对骨组织起到修复、替代作用, 且来源充足, 可分为无机材料、化学合成高分子材料和天然高分子材料[34]。在肱骨近端骨折的治疗中, 复合人工骨的研究前景如下: 1) 促进骨折愈合: 复合人工骨材料可以提供患者所需的生物力学环境, 促进骨折愈合过程。研究显示, 复合人工骨可以增加骨的机械强度, 使骨折断端更快愈合。2) 减少感染风险: 复合人工骨通常具有良好的生物相容性, 可以减少感染的发生。一些研究表明, 复合人工骨的使用可以减少手术并发症和感染的风险[35]。3) 提高手术效果: 复合人工骨材料可以根据不同骨折的需求进行设计和制造, 可以满足个体化治疗的需求。研究人员对于复合人工骨的不断优化, 可以提高手术治疗效果, 减少患者的康复时间。4) 创新应用领域: 随着材料科学和生物医学工程的不断发展, 很可能会有更多创新型复合人工骨材料的开发, 用于骨折治疗。这些新型材料可以具有更好的力学性能、更高的生物相容性和更好的生物活性, 有望带来更好的治疗效果。

总之, 复合人工骨在肱骨近端骨折的治疗上具有广阔的研究前景。随着相关技术的不断进步和创新, 复合人工骨可能会成为肱骨近端骨折治疗的有效手段, 并在临床实践中得到更广泛的应用。

### 8.3. 肱骨近端骨折治疗方式的智能化发展

肱骨近端骨折治疗方式正朝着智能化大步迈进。在诊断环节, 借助人工智能(AI)影像识别技术, 能对 X 光、CT 等影像进行快速且精准分析, 辅助医生更准确判断骨折类型与移位程度。例如, 相关研究显示, AI 诊断系统对肱骨近端骨折 Neer 分型判断的准确率高达 90%以上[36]。手术治疗方面, 机器人辅助手术系统崭露头角。以天玑骨科手术机器人为例, 在肱骨近端骨折手术中, 它能依据术前规划, 精确控制手术器械, 将螺钉等内固定物精准植入, 大大提高手术精准度, 降低手术风险。利用机器人辅助完成肱骨外科颈骨折手术, 将精确度误差控制在 0.2 毫米以内, 极大减少对周围组织的损伤, 降低术中出血与感染风险[37]。未来, 肱骨近端骨折手术治疗将朝着微创化、精准化、智能化方向发展。微创技术会更成熟,

借助先进成像与导航设备,进一步减少创伤,提高手术精准度;3D 打印等技术将助力实现个性化治疗,依据患者具体情况定制专属内固定物与关节假体;智能化医疗器械与远程医疗的应用,可优化手术方案制定,提升术后康复管理水平,为患者带来更好疗效与生活质量。

## 9. 总结

综上所述,肱骨近端骨折的研究进展主要涉及诊断技术的改进、手术治疗方案的改进、物理治疗和康复方案的改进以及骨生物力学研究等方面。这些进展为肱骨近端骨折的治疗提供了更准确和个体化的方法,并有助于改善患者的治疗效果和生活质量。未来的研究还可以进一步探索更有效的分类方法、治疗方法和并发症预防策略,以提高肱骨近端骨折的治疗效果和预后。

## 基金项目

基于 DRG 支付方式下中医骨折病种临床路径研究(中医药壮瑶医药联合专项)。

## 参考文献

- [1] 李世挺. 锁定钢板治疗不同 Neer 分型肱骨近端骨折的疗效及生物力学恢复情况[J]. 医学信息, 2022, 35(23): 108-111.
- [2] 詹东铭, 张立岩, 朱家博, 等. 肱骨近端骨折解剖学及手术治疗的研究进展[J]. 淮海医药, 2023, 41(1): 106-109.
- [3] Wang, H., Huddleston, H.P., Kurtzman, J.S., Gedailovich, S., Deegan, L. and Aibinder, W.R. (2023) Subpectoral Proximal Humeral Anatomy: Guidance to Decrease Risk of Fracture Following Subpectoral Biceps Tenodesis. *Shoulder & Elbow*, **15**, 647-652. <https://doi.org/10.1177/17585732231159392>
- [4] 黄强, 米萌, 蒋协远. 肱骨近端骨折分型的意义及发展变化[J]. 创伤外科杂志, 2024, 26(7): 487-492.
- [5] 王春亮. 肱骨近端骨折解剖结构、分型及治疗方案研究[J]. 医学理论与实践, 2024, 37(4): 571-573.
- [6] 叶敬东. CT 数字化三维重建技术在肱骨近端骨折临床分型中的诊断价值[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(16): 92-94.
- [7] 唐国栋, 管东辉. 肱骨近端骨折的最新临床治疗进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(52): 83-84.
- [8] 赖蔚文, 戴玥, 刘莹等. 老年肱骨近端骨折保守治疗与经皮微创锁定钢板固定的临床效果比较[J]. 黑龙江医学, 2022, 46(20): 2450-2452.
- [9] 何东. 老年肱骨近端骨折的保守治疗效果[J]. 黑龙江中医药, 2020, 49(4): 99-100.
- [10] 陈明浩. 肱骨近端骨折治疗的研究进展[J]. 中国城乡企业卫生, 2021, 36(12): 20-22.
- [11] 赵德胜. 非甾体抗炎药在骨科疾病治疗中的应用[J]. 天津药学, 2010, 22(4): 65-68.
- [12] 安军. 肱骨近端骨折保守治疗 19 例[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(A3): 72.
- [13] 饶海群, 黄大江, 吴渊, 等. 肱骨近端骨折保守治疗后并发症的探讨[J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(22): 2049-2052.
- [14] 龚冠亦, 许苏梁, 骆川, 等. 老年肱骨近端骨折非手术治疗研究进展[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(11): 1227-1229.
- [15] 杨顺珍. 运动针法结合康复训练治疗肱骨近端骨折后期的疗效观察[J]. 中医临床研究, 2019, 11(3): 113-115.
- [16] 朱和平. 肱骨近端骨折术后肩功能康复中应用运动疗法的价值[J]. 名医, 2022(19): 102-104.
- [17] 高峰. 运动康复疗法对肱骨近端骨折术后患者骨折愈合及关节功能的影响[J]. 吉林医学, 2021, 42(3): 752-754.
- [18] 刘浩, 王锋, 郑晓晖等. 锁定钢板内固定与非手术治疗老年肱骨近端骨折的临床疗效[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(11): 828-832, 843.
- [19] 王磊, 王挺. 钢板内固定治疗肱骨近端 Neer II-III 型骨折的临床效果及手术指征分析[J]. 临床和实验医学杂志, 2015, 14(4): 319-322.
- [20] 熊辉, 田好超, 韩花强, 李鹏, 郑宝俊. 髓内钉与肱骨近端锁定钢板治疗肱骨近端骨折疗效比较[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2024, 14(3): 177-182.
- [21] 张玉富, 蒋协远. 肱骨近端骨折手术治疗的进展与思考[J]. 中国骨伤, 2023, 36(2): 99-102.



- [22] 王俊江. 自体髂骨移植+锁定钢板内固定治疗肱骨近端粉碎性骨折[J]. 实用中西医结合临床, 2021, 21(21): 30-31, 97.
- [23] 庄云强, 戴力, 张军, 等. 闭合复位外固定架固定治疗老年肱骨近端骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(11): 1198-1199.
- [24] 辛博. 肱骨近端锁定钢板内固定治疗肱骨近端骨折[J]. 临床骨科杂志, 2023, 26(3): 355-358.
- [25] 王礼宁, 王强, 沈婧钰, 等. 三种手术方式治疗 NeerIII-IV 部分肱骨近端骨折的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(22): 2038-2043.
- [26] Shi, X., Liu, H., Xing, R., Mei, W., Zhang, L., Ding, L., *et al.* (2019) Effect of Intramedullary Nail and Locking Plate in the Treatment of Proximal Humerus Fracture: An Update Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **14**, Article No. 285. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1345-0>
- [27] Launonen, A.P., Lepola, V., Flinkkilä, T., *et al.* (2015) Treatment of Proximal Humerus Fractures in the Elderly: A Systemic Review of 409 Patients. *Acta Orthopaedica*, **86**, 280-285.
- [28] 韩新祚, 亓攀, 晋陶然, 刘克敏, 刘四海. 锁定钢板与髓内钉内固定术联合早期康复治疗肱骨近端骨折老年患者的临床疗效及可行性[J]. 中国医科大学学报, 2024, 53(6): 525-530.
- [29] 唐荐, 崔文波, 刘仁华. 不同手术方式治疗复杂肱骨近端骨折的疗效观察[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2011, 32(9): 1394-1395.
- [30] 鲁斌. 人工肱骨头置换治疗老年肱骨近端复杂性骨折的效果[J]. 中国农村卫生, 2021, 13(7): 51, 53.
- [31] 向刚刚, 童猛, 曹鹏, 等. 新型骨水泥研究进展[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(6): 83-88.
- [32] 管宏, 胡钢锋, 李珍楠, 等. 骨水泥在老年骨质疏松性肱骨近端骨折治疗中的应用进展[J]. 中医正骨, 2021, 33(9): 47-51.
- [33] 吴峰, 刘园林, 蔡立雄, 等. 骨水泥增强钢板螺钉固定老年肱骨近端骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(10): 901-905.
- [34] 周萌萌, 刘宏, 郭偲. 复合人工骨修复材料功能性应用进展[J]. 中国药师, 2017, 20(5): 899-903.
- [35] 乔军杰, 安帅, 程宏飞, 等. 纳米羟基磷灰石复合人工骨材料的研究进展[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2018, 15(3): 61-65.
- [36] 崔志军. 医学影像分割技术: 从模糊到精准的跨越[J]. 健康生活, 2025(4): 1-2.
- [37] 王卓然, 关振鹏. 国内骨科手术机器人应用现状评价与优化策略研究[J]. 中国发展, 2025, 25(2): 63-69.