

# 肱骨近端骨折治疗方式的进展与思考

王天宇<sup>1</sup>, 马建文<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>青海大学研究生院, 青海 西宁

<sup>2</sup>青海大学附属医院创伤骨科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年5月7日; 录用日期: 2023年5月31日; 发布日期: 2023年6月8日

## 摘要

目前在所有骨折发生机率中肱骨近端骨折占6%~9%，这通常发生在患者低能量跌倒后。虽然对85%的肱骨近端骨折开展非手术治疗可以达到患者能够接受的结果，但手术治疗通常在不稳定骨折中进行，特别是在骨质疏松和移位的病例中。另一方面，肱骨近端骨折的保守治疗通常会导致肩部残疾，这是由于肩峰下撞击以及外展和外旋的限制。受益于手术器械和技术的重大改进，更广泛的手术治疗适应症被认为是外科医生的一种选择。稳定的固定是手术目的，手术治疗也可以提供早期康复训练，恢复关节功能。因此，如今手术治疗越来越被认为是最常见的选择。现对肱骨近端骨折的治疗现状进行阐述。

## 关键词

肱骨近端骨折, 半肩关节置换术, 全肩关节置换术, 反向肩关节置换术

# Progress and Thinking on the Treatment of Proximal Humeral Fracture

Tianyu Wang<sup>1</sup>, Jianwen Ma<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduated School, Qinghai University, Xining Qinghai

<sup>2</sup>Trauma Orthopedics, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: May 7<sup>th</sup>, 2023; accepted: May 31<sup>st</sup>, 2023; published: Jun. 8<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The incidence of comminuted fractures of the proximal humerus has increased in recent years due to osteoporosis in elderly patients. Complications such as nerve injury, soft tissue contusion, and rotator cuff tear make surgical treatment of these fractures difficult. Proximal humeral fractures cause loss of arm function and severe pain directly after trauma, and often lead to persistent dis-

\*通讯作者。

bility, prolonged recovery and recovery times. For the treatment of Neer's proximal part humerus fracture, a variety of surgical treatments are used clinically. Among them, incision reduction and internal fixation with screws and plates, as well as artificial shoulder prosthesis replacement, are widely used around the world. Cut reduction and screw and plate fixation are effective in treating simple fractures of the proximal humerus with maximum bone mass preservation and minimal side effects on the shoulder joint. However, in patients with comminuted fractures of proximal humerus fractures, the rate of necrosis after traditional incision reduction and internal fixation or intramedullary nail therapy is higher than other techniques, and clinical outcomes are not good. In recent years, the technical improvement of artificial shoulder prosthesis has made humeral head replacement used in the treatment of complex proximal humeral fractures and achieved satisfactory clinical results.

## Keywords

Proximal Humerus Fracture, Hemishoulder Replacement, Total Shoulder Replacement, Reverse Shoulder Replacement

Copyright © 2023 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

由于老年患者的骨质疏松症,近年来肱骨近端粉碎性骨折的发生率有所增加。神经损伤、软组织挫伤、肩袖撕裂等并发症增加了这类骨折手术治疗的难度。肱骨近端骨折在创伤后直接使人手臂功能丧失和剧烈疼痛,并且通常会导致持续的残疾,恢复和康复时间延长[1]。对于 Neer 三或四部分肱骨近端骨折的治疗,临床上应用了多种手术治疗方法。其中,用螺钉和板进行切开复位和内固定,以及人工肩部假体置换术,在世界各地被广泛使用。切开复位和螺钉和钢板内固定有效治疗肱骨近端骨折的简单骨折,这种方法可以最大程度地保留骨量,对肩关节的副作用很小[2]。但对于肱骨近端骨折粉碎性骨折患者,传统切开复位内固定或髓内钉治疗后,坏死率高于其他技术,临床结局也不太好。近年来,人工肩关节假体置换术的技术改进使得肱骨头置换术应用于复杂性肱骨近端骨折的治疗取得了令人满意的临床疗效。

## 2. 肱骨近端的相关解剖

肱骨近端骨折通常根据累及四个结构因素进行分类:粗隆度较大、结节度较小、结节干和关节面。肱骨头的血供应来自肱骨回旋前动脉和回旋后动脉及其分支。后回旋提供头部的大部分,而前回旋产生弓形动脉,弓形动脉在刺穿头部之前向二头肌肌腱外侧延伸,以供应头部的内侧象限。颈干角:  $130^{\circ}\sim 150^{\circ}$ ,后倾角:  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,盂肱关节面后倾约  $5^{\circ}$ ,肱二头肌间沟走行中由近及远有  $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 内旋。肱骨近端肌肉附着和移位特点,大结节:冈上、冈下、小圆肌。小结节:肩胛下肌。肱骨干:胸大肌。肱骨干:背阔肌,大圆肌[3]。其中,肱骨干由胸大肌拉至内侧,大结节由小圆肌、冈上肌和冈下肌拉至后上侧,而肱骨头则被与小结节和头部相对的肩胛下肌拉至前旋。肱骨近端的血液供应:肱骨头主要是一条起源于旋肱前动脉的弓形动脉,从肱二头肌外侧上升,进入肱骨头和结节间沟交界处的大结节,还有一条旋肱后动脉后内侧动脉,供应后大结节的一小部分和肱骨头后下部的一小部分,以及来自肩袖肌腱附件的少量血液供应[4]。

### 3. 肱骨近端骨折的 Neer 分型

肱骨的分类是根据骨折的解剖部位和骨折块的移位程度,对肱骨头、大结节、小结节和肱骨干的四个解剖部位及它们之间的移位程度—移位  $> 1\text{ cm}$  或角变形  $> 45^\circ$  为移位的标准来进行分类。第一部分:无论多少骨折线,只要末端移位符合上述标准,表明骨折部位有一定的软组织附着连接,有一定的稳定性。这些是非移位或轻微移位骨折,或部分骨折。第二部分:当只有一部分断裂和移位时,发生两部分断裂骨折有解剖型颈椎骨折、大结节骨折、小结节骨折或外科颈椎骨折 4 种类型。第三部分骨折:当肱骨近端四个解剖部位中的两个骨折并移位时,称为三部分骨折,它有两种形式,最常见的是一个大结节,一个外科颈骨折,和一个小结节,外科颈骨折。第四部分骨折:当肱骨近端四个部分全部移位时,形成四个独立的碎片,称为第四部分骨折。此时肱骨头向外侧脱位,进入游离状态:严重破坏血液供应,极易发生缺血性坏死。

### 4. 影像学检查

在简单的两部分骨折中,通常通过 X 线平片进行诊断,当 X 线检查不足以制定适当的治疗计划时,由于多处移位性的骨折(5 mm 移位)通常被认为是手术固定的指征,对于更复杂的骨折类型进行高级成像,CT 通常可用于累及多处的骨折和具有多个部分的复杂类型的骨折。假设在关节置换术是首选治疗方法的情况下,MRI 和 CT 已被证明在检查累及关节盂方面的骨折类型中优于 X 射线。

### 5. 肱骨近端骨折治疗方式

肱骨近端骨折最佳治疗方法或功能恢复没有统一的标准。非手术治疗、经皮固定、切开复位内固定、肩关节置换术是肱骨近端骨折治疗的理论选择[5]。

#### 5.1. 非手术治疗

非手术治疗一直被认为是肱骨近端骨折的一种选择。一些回顾性研究显示[6],尽管功能评分低且在许多情况下治疗效果差,但患者满意度仍很高,另一项研究回顾性地研究了两部分、三部分和四部分骨折,并得出结论,轻度移位的肱骨近端骨折可以通过封闭方法得到令人满意的治疗[7]。其他一些研究表明,与非手术治疗相比,手术治疗对 3 部分和 4 部分骨折可能是有益的。在手术方案及内固定的选择上,应根据患者的年龄、骨折分型、基础状况、需要等来决定[8]。

#### 5.2. 切开复位锁定钢板内固定术

##### 5.2.1. 病历资料

患者男性,于 8 天前不慎摔倒,致伤左肩部,当时即感左肩部剧烈疼痛,伤处不敢触碰,不能活动,不伴有视物不清,无头疼,头量,无心悸,无抽搐,无腰痛腹胀。x 光片及 CT:“左肱骨近端骨折”。查体:左上肢吊带固定,揭去可见左肩部,左上臂,左前臂,左肘部肿胀明显,局部青紫,无开放性皮肤损伤,无张力性水泡形成。左肩部关节肿胀部位触痛阳性,未触及皮下波动感,未触及骨摩擦音,骨摩擦感,左肩部皮温略增高,左上肢无深浅感觉异常,左肩关节活动明显受限,左肘关节活动略受限,左肱动脉、尺桡动脉搏动均可,左上肢末梢血运可。其他关节无感觉、运动等异常,生理反射存在,病理反射不引出。

##### 5.2.2. 手术治疗

患者入室,麻醉生效后,取仰卧位,碘伏消毒术区皮肤,铺无菌巾单,取左侧三角肌间隙肌间沟入路,切开皮肤皮下,细分离找到头静脉,牵开切口,切开骨膜,暴露骨折断端,见肱骨近端骨折,肱骨

头脱位, 骨折端重叠移位, 累及大结节, 爱惜帮 5 号线缝合连接大结节肌腱, 向前方牵引复位, 骨膜起子骨膜下剥离进一步显露骨折断端; 撬拨外科颈外展牵引患肢, 给予复位骨折断端及肱骨头, 断端对位良好后放入钢板, 骨折远、近端各螺钉固定。骨折断端压缩、骨缺损, 植入两盒同种脱钙骨基质。透视显示骨折复位及钢板位置良好, 修复肩袖, 缝合, 冲洗, 无活动出血, 各层缝合, 术后。患者安返病房。

### 5.2.3. 小结

使用锁定板进行切开复位和内固定是一种公认的且广泛使用的方法。专门设计用于解决复杂的骨折类型, 特别是对于骨质量差的患者。尽管长期结果表明该技术可提供良好的临床结果, 但据报道并发症发生率高达 34% [9]。包括原发性和继发性并发症: 原发性并发症包括手术、技术相关和软组织等相关并发症; 继发性并发症包括“生物”和植入物相关并发症。其他的一些并发症取决于骨折类型及其对肱骨头血运的影响, 但高达 55% 的并发症与手术本身和植入技术直接相关, 这些与技术相关的手术并发症包括原发性螺钉穿孔、钢板撞击和凹陷不良, 通常在术后影像学检查中可见[10]。这些术后并发症的严重患者大多数会进行二次手术返修。因此手术后早期进行肩关节的功能锻炼显得尤其重要!

## 5.3. 髓内钉固定

### 5.3.1. 病历资料

患者女性, 5 个小时前摔伤右肩部, 当时即感剧烈疼痛并活动受限, 无昏迷, 无恶心及呕吐。x 光片及 CT 示: “右肱骨近端骨折”。查体: 右肱骨上段未见皮肤裂伤及开放性伤口, 右肩部及上臂上段肿胀: 上臂上段皮肤青紫瘀血, 压痛阳性, 可触及明显骨擦感及异常活动, 右肱骨上段轴向叩痛阳性, 右肩关节主动及被动活动受限, 右肘及腕关节活动尚可。右上肢感觉正常, 右尺桡动脉搏动良好, 右手远端感觉良好。各指活动正常。生理反射存在, 病理反射不引出。

### 5.3.2. 手术治疗

患者入室, 麻醉生效后, 取仰卧位, 碘伏消毒手术区皮肤, 铺无菌巾单。从肩峰前端向外侧和远端切开皮肤, 牵开切口, 切开骨膜, 暴露骨折断端, 见肱骨近端骨折, 骨折断端累及肱骨头, 大小结节。根据结节骨折复位固定的需要, 扩大切口。肱骨头相对于关节盂的位置得以恢复。使用 1.6 mm 克氏针横向穿过复位后的肱骨头将其固定在肩胛孟上以维持复位。肩袖前方的部分和后方固定在一起, 包裹肱骨头, 重建形成肱骨近端的解剖结构。使用缝线或小钩伸展保护肌腱和显露肱骨头。进钉点位于肱二头肌后方肱骨头顶点, 位于肱骨干正侧位片的解剖轴线上。定位杆的位置和方向由正位的透视来决定。定位杆扩开肱骨头后, 将髓内钉插入软骨下 1~2 mm, 髓内钉的近端和远端用螺钉锁定。三枚锁定螺钉置于肱骨头近端, 并进行多方向透视来检查。缝合线穿过肩袖前面和后面, 将其固定在锁定螺钉头部。在远端插入三枚锁定螺钉进行稳定固定。在多次透视下观察骨折复位及髓内钉位置良好, 修复肩袖并缝合。冲洗, 无活动出血, 全层缝合, 术后。患者安返病房。

### 5.3.3. 小结

髓内钉方式的出现彻底改变了长骨骨折的治疗选择方向[11]。如今髓内钉已成为长骨骨折的标准治疗方法。当代髓内钉的特点是感染率低、疤痕小、骨折稳定性好, 患者可立即活动[12]。有研究表明, 符合生物力学的髓内钉固定可减少软组织夹层, 有效保护骨折端血供, 改善受损肱骨头血供, 降低肱骨头坏死的风险[13]。

## 5.4. 半肩关节置换术(Half Shoulder Arthroplasty)

半肩关节置换术又叫做肱骨头置换术, 它是指肩关节置换手术中, 仅仅将肱骨部位的肱骨头进行置



换[14], 而仍然保留患者自身的关节盂, 来重新塑造肩关节的功能。这种手术方式一般都是用于肱骨近端粉碎性的骨折, 包括 3 或者 4 部分骨折, 伴有严重骨质疏松或者有肩关节脱位, 难以进行内固定的患者, 通常比较适用于这种手术治疗方式[15]。手术中需要将粉碎的骨块完全去除, 用人工假体置入肱骨髓腔内, 代替原先肱骨头, 和关节盂之间进行活动。术后早期肩关节功能锻炼, 大多数患者预后良好。半肩关节置换术在肱骨近端粉碎性骨折的情况下效果较好, 因为它不依赖于关节节段和外科颈骨折愈合, 并且很少发生肱骨头缺血性坏死和螺钉切口的风险[16]。半关节置换术后生活质量更好, 但手臂、肩部和手部残疾(DASH)评分、恒定评分和运动范围在近两年内和全肩关节置换术上没有统计学显著差异。两种疗法之间没有明显的优势。半肩关节置换术的缺点包括关节脱位和假体感染。但据报道, 半肩关节置换术无翻修率仅有 10%, 所以对于肱骨近端粉碎性骨折的老年患者来说, 半关节置换术仍然是一种具有成本效益的持久选择[17]。

### 5.5. 全肩关节置换术(Total Shoulder Replacement)

全肩关节置换术是肱骨头置换术和关节盂表面置换术的结合。适用于 Neer 分类中 3 部分和 4 部分骨折合并盂肱关节脱位, 肱骨头骨折或压缩骨折的范围超过 40%、肱骨头缺血性坏死、肱骨头肿瘤[18]。

### 5.6. 反式全肩关节置换术(Reverse Total Shoulder Arthroplasty, RTSA)

反向全肩关节置换术(RTSA)是在 1980 年代开发的。肩关节假体的球形关节面位于肩胛骨关节盂一侧, 而关节盂杯位于肱骨近端。反式人工肩关节头在上, 盂在下, 和我们正常人体肩关节头在下, 盂在上的结构正好相反, 所以又称之为反式全肩关节置换。通过这样的设计, 可以使关节的旋转中心下移并内移, 凹关节面支撑, 凸关节面负重, 使得三角肌能够直接发挥带动肩关节活动的作用, 增加了三角肌的力矩, 使肩关节的上举功能可以由三角肌来完成, 让间袖严重损伤的患者可以获得更好的肩关节功能[19]。该术式是治疗终末期肩关节病变的手术方法之一, 可应用于严重的肩关节病损, 包括肩袖巨大撕裂、严重肱骨近端粉碎性骨折、肱骨近端骨折后遗症(如陈旧性骨折不愈合继发骨关节炎)、类风湿性关节炎、创伤性关节炎等肩关节损伤疾病, 具有损伤小、并发症少等优势[20]。RTSA 是治疗老年患者 3 部分和 4 部分肱骨近端骨折的一种选择。肱骨近端骨折半肩关节置换术术后的不良结果有据可查, 通常与粗隆畸形愈合或不愈合有关。最近的一些研究表明, 与半肩关节置换术相比, RTSA 改善了临床治疗的结局。

## 6. 相关并发症和预后

肱骨近端骨折的并发症主要与骨折类型、损伤后肱骨头内翻固定、肱骨内侧缺乏支撑、老年性骨质疏松等有关。骨折发生时, 由于肩部肌肉的牵引, 骨折端往往移位, 影响血供, 严重的肱骨头发生坏死的概率很大。一些并发症与手术方式的选择密切相关, 例如 RTSA 并发症发生率是全肩关节置换术的四倍, 这种差异可能是由研究在不同的潜在适应症、不同的手术方式的设计、不同的年龄人群和外科医生经验方面的差异性引起的。并发症分为非特异性如感染, 静脉炎, 血肿和臂丛神经的损伤和特定并发症与肱骨和关节盂侧有关, 关节盂侧的特定并发症包括术中和术后关节盂和肩峰骨折、肩胛骨晚期骨折、切口、关节盂松动和关节盂成分分离(孟球拆卸)。在肱骨侧特定的并发症包括术中和术后大粗隆、肱骨松动。其他特定的并发症是肩部不稳定和僵硬[21]。因此, 在肱骨近端骨折后, 不管是采取手术治疗还是采取非手术治疗, 为最大限度地恢复患者的肩关节功能, 必须进行适当的康复训练, 内植物结构必须足够稳定, 以允许患者术中或术后马上可以开始康复训练所需的被动活动[22], 对于非手术治疗和手术治疗患者而言, 康复训练计划是一样的, 必须在术后两周左右开始进行。

## 7. 总结和展望

肱骨近端骨折一般发生在年龄较大的成年人, 以稳定骨折常见, 保守治疗可以取得很好的治疗效果。

但遗憾的是, 同样的受伤原因以及同样的骨折类型, 在一部分年轻人中却是不稳定的, 保守治疗效果较差。肱骨近端骨折的手术治疗技术变得越来越规范, 它和骨的质量和骨折类型等密切相关。随着新型内固定的采用和关节置换理念的深化, 它极大的方便了临床手术, 改善了治疗效果, 许多问题正在逐步得到解决。但任何治疗方案都有过失失败的教训。肱骨近端骨折的最佳治疗方法仍存在争议。应该制定一套对所有肱骨近端骨折都适用的符合逻辑的治疗方法, 有利于骨折早期愈合, 最大限度恢复肩关节功能, 仍是肱骨近端骨折的研究重点。

## 参考文献

- [1] Baker, H.P., Gutbrod, J., Strelzow, J.A., Maassen, N.H. and Shi, L. (2022) Management of Proximal Humerus Fractures in Adults—A Scoping Review. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article No. 6140. <https://doi.org/10.3390/jcm11206140>
- [2] Bi, C., Wu, J. and Wu, X. (2023) Clinical Application of Nail-Plate Fixation in the Treatment of Complex Proximal Third Humeral Fracture: A Case Report and Literature Review. *Orthopaedic Surgery*. <https://doi.org/10.1111/os.13445>
- [3] Bue, M., Bright, E., Thillemann, T.M., et al. (2023) Osteoporosis Does Not Affect Bone Mineral Density Change in the Proximal Humerus or the Functional Outcome after Open Reduction and Internal Fixation of Unilateral Displaced 3- or 4-Part Fractures at 12-Month Follow-up. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **32**, 292-301. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.07.008>
- [4] Deng, J., Zhang, S., Yu, Y., et al. (2021) Efficacy of Hemiarthroplasty vs. Locking Plate Fixation for Proximal Humerus Fractures: A Meta-Analysis. *Frontiers in Surgery*, **8**, Article 651554. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.651554>
- [5] Doll, J., Neide, A., Mick, P., et al. (2023) Functional Outcome and CEUS-Assessed Deltoid Muscle Vitality after Fracture-Specific versus Standard Prosthetic Design in Reverse Shoulder Arthroplasty for Trauma. *Journal of Orthopaedic Research*, **41**, 489-499. <https://doi.org/10.1002/jor.25392>
- [6] Gomes, G.R., Maciel, R.A., Almeida Neto, J.I.D., et al. (2022) Antegrade Nailing versus Locking Plate of 2-and 3-Part Proximal Humerus Fractures. *Acta Ortopédica Brasileira*, **30**, e256113. <https://doi.org/10.1590/1413-785220223005e256113>
- [7] Guo, Z., Sang, L., Meng, Q., Tian, L. and Yin, Y. (2022) Comparison of Surgical Efficacy of Locking Plates and Interlocking Intramedullary Nails in the Treatment of Proximal Humerus Fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **17**, Article No. 481. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03360-6>
- [8] Han, X., Zhuang, J., Yu, W., et al. (2020) Conversion to Hemi-Shoulder Arthroplasty or Reverse Total Shoulder Arthroplasty after Failed Plate Osteosynthesis of Proximal Humerus Fractures: A Retrospective Study. *Journal of International Medical Research*, **48**, Article ID: 0300060520931241. <https://doi.org/10.1177/0300060520931241>
- [9] Imiolczyk, J.-P., Brunner, U., Imiolczyk, T., et al. (2022) Reverse Shoulder Arthroplasty for Proximal Humerus Head-Split Fractures—A Retrospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article No. 2835. <https://doi.org/10.3390/jcm11102835>
- [10] Jo, O., Borbas, P., Grubhofer, F., et al. (2021) Prosthesis Designs and Tuberosity Fixation Techniques in Reverse Total Shoulder Arthroplasty: Influence on Tuberosity Healing in Proximal Humerus Fractures. *Journal of Clinical Medicine*, **10**, Article No. 4146. <https://doi.org/10.3390/jcm10184146>
- [11] Ju, J., Ma, M., Zhang, Y., et al. (2022) Fracture Line Morphology of Greater Tuberosity Fragments of Neer Three- and Four-Part Proximal Humerus Fractures. *Orthopaedic Surgery*. <https://doi.org/10.1111/os.13523>
- [12] Kelly, B.J. and Myeroff, C.M. (2020) Reverse Shoulder Arthroplasty for Proximal Humerus Fracture. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, **13**, 186-199. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09597-0>
- [13] Kim, H., Shin, M.J., Kholinne, E., et al. (2021) How Many Proximal Screws Are Needed for a Stable Proximal Humerus Fracture Fixation? *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, **12**, Article ID: 215145932199274. <https://doi.org/10.1177/2151459321992744>
- [14] Larose, G. and Virk, M.S. (2022) The Evolution of Reverse Total Shoulder Arthroplasty and Its Current Use in the Treatment of Proximal Humerus Fractures in the Older Population. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article No. 5832. <https://doi.org/10.3390/jcm11195832>
- [15] Martinez-Catalan, N. (2022) Conservative Treatment of Proximal Humerus Fractures: When, How, and What to Expect. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, **16**, 75-84. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09817-9>
- [16] Martinez-Catalan, N. and Boileau, P. (2023) The Role of Intramedullary Nailing for Proximal Humerus Fractures: What Works and What Does Not. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, **16**, 85-94. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09816-w>

- 
- [17] Muccioli, C., Chelli, M., Caudal, A., *et al.* (2020) Rotator Cuff Integrity and Shoulder Function after Intra-Medullary Humerus Nailing. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **106**, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.11.004>
- [18] Taskesen, A., Göçer, A., Uzel, K. and Yaradılmış, Y.U. (2020) Effect of Osteoporosis on Proximal Humerus Fractures. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, **11**, Article ID: 215145932098539. <https://doi.org/10.1177/2151459320985399>
- [19] Teng, L., Zhong, G., Li, H.-B., *et al.* (2023) Combined Medial and Lateral Approach *versus* Paratricipital Approach in Open Reduction and Internal Fixation for Type C Distal Humerus Fracture: A Randomized Controlled Study. *Orthopaedic Surgery*. <https://doi.org/10.1111/os.13658>
- [20] Walters, J.M. and Ahmadi, S. (2020) High-Energy Proximal Humerus Fractures in Geriatric Patients: A Review. *Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation*, **11**, Article ID: 215145932097156. <https://doi.org/10.1177/2151459320971568>
- [21] Wang, F., Wang, Y., Dong, J., *et al.* (2021) A Novel Surgical Approach and Technique and Short-Term Clinical Efficacy for the Treatment of Proximal Humerus Fractures with the Combined Use of Medial Anatomical Locking Plate Fixation and Minimally Invasive Lateral Locking Plate Fixation. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **16**, Article No. 29. <https://doi.org/10.1186/s13018-020-02094-7>
- [22] Wang, H., Liu, Y., Wang, D., *et al.* (2022) Predictive Indicators for Complications of Proximal Humerus Fractures Treated with Locking Plate or Intramedullary Nail Fixation. *Orthopaedic Surgery*, **14**, 2109-2118. <https://doi.org/10.1111/os.13421>