

# 肱骨近端支架治疗肱骨近端骨折研究进展

卢帅<sup>1</sup>, Micheal J. Gardner<sup>2</sup>, 蒋协远<sup>1</sup>

(1.积水潭医院创伤骨科,北京 100035;2.斯坦福医学中心创伤骨科,美国 加州 94305)

**【摘要】** 肱骨近端骨折是肩部常见骨折之一,随着发病率的增加,手术干预比例不断加大,本文对肱骨近端骨折治疗传统和新出现的治疗手段进行分析探究。锁定钢板技术是临床使用最多的方式,但是其螺钉切出、再手术并发症发生率过高。腓骨移植技术可以弥补钢板无法有效支撑等不足,但也存在手术创伤大、潜在血管破坏发生率高不足。关节置换是复杂肱骨近端骨折的治疗方式之一,学习曲线长、花费高等是其固有缺点。近年出现了肱骨近端支架干预方式,此技术具备固有 3D 立体结构优势,可以为肱骨头提供有效承重支持,能够为螺钉提供灵活的置入角度。为减少术后并发症,提高患者康复安全性提供技术选择。全面把握肱骨近端骨折的治疗手段,合理选择干预措施将会给患者带来更多的收益。

**【关键词】** 肱骨近端骨折; 外科手术; 肱骨近端支架

中图分类号:R683

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.12.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Treatment progress on proximal humerus fracture with proximal humerus cage** LU Shuai, Micheal J. Gardner, and JIANG Xie-yuan\*. \*Department of Traumatic Orthopaedics, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

**ABSTRACT** Proximal humerus fracture is one of the common shoulder fractures. With the increase in incidence, the proportion of surgical intervention is increasing. This paper explores the traditional and new treatment methods for proximal humerus fracture. Locking plate technology is the most commonly used method in the clinic, but its complication rate of intra-articular screw penetration and reoperation is too high. Fibular strut allografts can provide adequate support, but it is a significant trauma surgery and has a high incidence of potential disruption to necessary vascular. Arthroplasty is one of the treatments for complex proximal humerus fractures, but it has a long learning curve and high cost. In recent years, the proximal humerus cage's intervention model has emerged, which has the inherent advantages of a three-dimensional structure, which can provide adequate load-bearing support for the humeral head and provide flexible screw placement Angle. The cage offers a new technical option to reduce postoperative complications and improve patients' rehabilitation safety. A comprehensive grasp of the treatments of proximal humerus fracture and rational choice of intervention measures will benefit patients.

**KEYWORDS** Proximal humerus fractures; Surgical procedures, operative; Proximal humerus cage

肱骨近端骨折约占所有成人骨折的 5%<sup>[1]</sup>。随着全球老龄化加剧,老年人发病率增加最为明显<sup>[2]</sup>。在临床实践中,接近 80%的肱骨近端骨折采用保守治疗,尤其是无明显移位和高龄患者<sup>[3]</sup>。然而,对于 3、4 部分骨折等特定的骨折类型,保守处理往往预后较差,应该手术治疗。近年来随着医学科技的迅速发展,新的内置物和手术器械不断涌现,手术干预的比例不断上升。虽然有多种手术干预措施,但是手术并发症高、老龄患者骨质差、无法提供有效支撑等问题使得肱骨近端骨折的治疗仍充满争议。由此,需要新

的手术技术使肱骨近端骨折治疗更加有效。

肱骨近端支架 (proximal humerus cage, PH cage) 作为一种新的手术方式,设计用于肱骨近端骨折的治疗。通常情况下,PH cage 由外侧钢板和固定于肱骨近端髓内的可扩张镍钛合金 cage 组成。扩张后的 cage 作为支持平台位于肱骨近端髓内,为内侧柱和大小结节提供有力支撑,这对术后复位的维持至关重要<sup>[4]</sup>。此外,PH cage 可以为螺钉提供无限制方向的锁定,更好地固定骨折碎片。本文,笔者将以在斯坦福大学访学期间所见临床手术实例为背景,详细描述手术步骤,阐述这一技术特点,为骨科同道治疗肱骨近端骨折提供新思路。

## 1 案例分析

### 1.1 患者基本资料

患者 48 岁白人男性,1 周前骑车下坡时不慎摔倒致左肩疼痛、活动受限,伤后就诊外院。患者皮肤

基金项目:北京市属医学科研院所公益发展改革试点项目(编号:京医研 2019-9);北京市自然科学基金-海淀原始创新联合基金(编号:L192049)

Fund program: Beijing Municipal Health Commission (No. BMHC2019-9)

通讯作者:蒋协远 E-mail:jxy0845@sina.com

Corresponding author:JIANG Xie-yuan E-mail:jxy0845@sina.com

完整,无开放伤口,查体左肩主动活动受限,被动活动疼痛明显。左上肢包括三角肌区域感觉正常完整,无神经血管损伤表现。X线平片可见左侧肱骨近端骨折(图 1)。患者平素热爱运动,身体状况良好,无既往病史。于外院确诊后临时颈腕吊带制动,转诊至斯坦福医学中心 Gardner 教授门诊,完善相关查体,排除手术禁忌后确定手术治疗,采用 PH cage 方式进行切开复位内固定。

**1.2 手术准备**

进入手术室完成患者体位摆放及麻醉后,术者和护士核对患者、描述病史。采用改良沙滩椅卧位,支架稳定左前臂,C形臂 X线机进行合理摆放,既给术者一定操作空间,又能通过旋转机器完成前后位及侧位影像采集。

**1.3 手术方法**

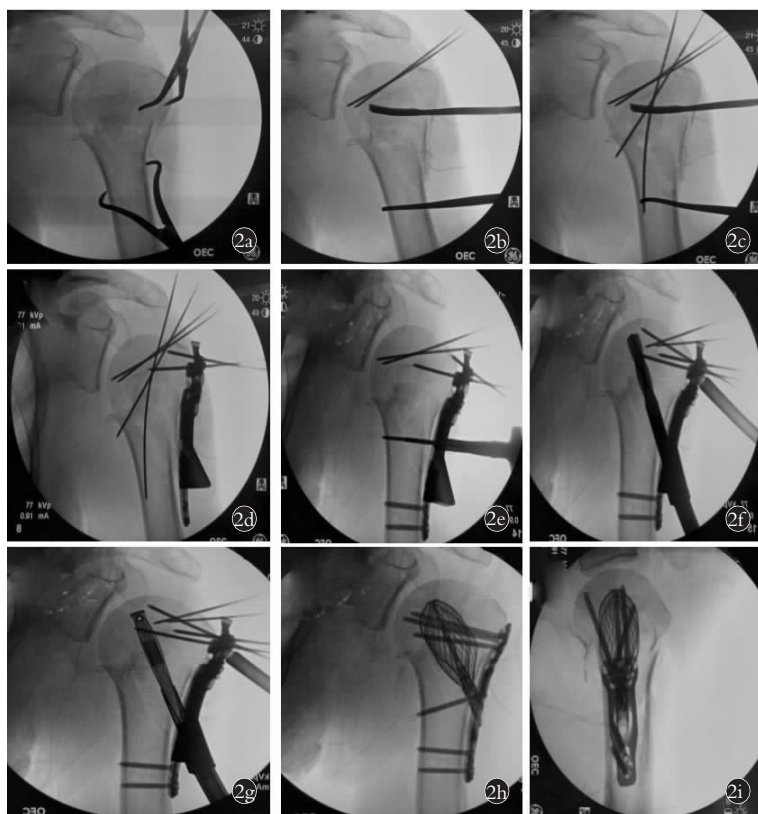
采用经典胸大肌-三角肌入路暴露骨折,分离过程力争层次清晰,动作轻柔,注意保护头静脉和腋神经。缝线标记肩胛下肌、冈上肌、冈下肌等肩袖肌腱,用于辅助结节复位,操作时注意保护旋肱前动脉完整性。

首先复位肱骨头的正常形态和位置,可以使用点状复位钳、骨撬等手术器械用于辅助复位(图 2a,2b)。调整过程中,肱骨远端部分可以通过助手旋转调整上肢角度间接复位,也可使用复位钳、骨钩等器材(图 2a,2b)直接调整畸形。初步复位后,使用克氏针临时固定肱骨近端各部分(图 2c),在此步骤中应该选择合适的克氏针位置和角度,避免对后续模块和 cage 的放置造成影响。接下来便是放置附有钢板的模块,模块放置于肱骨近端外侧合适位置后,使用皮质螺钉将模块远端固定于肱骨干(图 2d,2e)。手术的关键步骤是 cage 的准确置入,合适的通道至关重要。首先从模块远端向近端置入克氏针,构建指引方向。需要说明的是,通过模块可以选择不同的方向进行导针放置。之后在导针辅助下使用电钻打通 cage 通道,通道最远端一般位于肱骨头关节面顶点下方 5 mm 左右(图 2f)。通道形成后,可以通过这一骨性隧道放置预扩髓装置(图 2g),这一装置可以对肱骨近端松质骨进行有效切割,既可以为 cage 展开提供基础,又不干扰已经复位的皮质骨。最后一步便是逆行置入 cage,选择合适型号的 cage 进



**图 1** 患者,男,48 岁,正位 X 线片示左侧肱骨近端骨折  
**Fig.1** Patient,male,48 years old,AP X-ray film showed left proximal humerus fracture

行展开、扩大、锁定(图 2h,2i)。使用多个螺钉将钢板远端固定于肱骨干,将骨折块固定于 cage 和钢板,



**图 2** 患者,男,48 岁,使用 PH cage 治疗肱骨近端骨折的典型步骤 2a,2b. 使用点状复位钳、骨撬等复位肱骨 2c. 使用克氏针临时固定 2d,2e. 使用模块放置于肱骨近端侧方,辅助干骺端复位,纠正角度 2f. 电钻打通 cage 通道 2g. 置入扩髓装置 2h,2i. 沿隧道放置 cage,展开锁定。螺钉固定钢板和 cage  
**Fig.2** Patient,male,48 years old,typical steps for cage fixation of a proximal humeral fracture 2a,2b. Reduction supported by pinned clamp or blunt bone rector 2c. Provisional reduction with Kirschner wire 2d,2e. Using a jig assist metaphyseal and Angle reduction 2f. Drilling a hole for cage placement 2g. A device to expand the medulla 2h,2i. Cage delivery tube inserted and releasing the expandable cage

使之成为一个稳定的整体。在 C 形臂 X 线机的辅助下观察骨折复位情况及内置物位置,被动活动肩关节检测稳定性。

#### 1.4 术后康复

患者术后颈腕吊带制动,可以进行手部活动,术后 10 d 门诊复查,制定康复训练计划,进行轻柔的被动活动或者辅助下主动活动。4 周后逐渐恢复主动运动。如果术后患者要求或者需要内置物取出,也有配套的器材使 cage 收缩沿原通道回收。

## 2 讨论

### 2.1 肱骨近端骨折保守治疗争议

对于无移位和 2 部分骨折而言,长期临床观察认为保守治疗和手术治疗对其生活质量无明显影响<sup>[5]</sup>。然而,保守治疗患者在制动早期往往出现肩关节明显疼痛、肩关节僵硬等症状。保守方式骨折端无法满意复位,也会出现骨折畸形愈合、关节面坍塌等并发症,给患者造成很大的身体和精神伤害。由此手术干预治疗肱骨近端骨折的数量和比例越来越大<sup>[6]</sup>。由于器械不断更新换代,能够选择的手术干预方式越来越多。John<sup>[7]</sup>针对 1 例肱骨近端骨折畸形愈合患者进行 PH cage 干预尝试,术后 6 个月影像学随访示骨折愈合,患者功能活动良好。这一研究提供了新的治疗替代方案。

### 2.2 肱骨近端支架与钢板技术对比

锁定钢板由于设计角度限制,螺钉很难垂直于骨折线固定移位的骨块,影响固定稳定性。肱骨头可以看作一个皮质较薄的球面体,从生物力学观点来看,很难通过几个小直径的固定点固定。一项纳入 294 例肱骨近端骨折患者的大型回顾性研究显示整体并发症发生率为 28.2%,再手术率 24.5%、6.8% 患者出现肱骨头无菌性坏死<sup>[8]</sup>。如此高的并发症发生率成为锁定钢板的一大缺陷,研究证明使用 PH cage 技术可以降低并发症发生率。Goodnough 等<sup>[9]</sup>在一项纳入 52 例的多中心回顾性研究中发现,使用 cage 治疗肱骨近端骨折 1 年后再次手术发生率为 7.7%,术后 6 个月整体并发症发生率为 19%。另外,相对于锁定钢板 cage 的失效率更低。

### 2.3 肱骨近端支架与腓骨移植效果对照

考虑到钢板、螺钉在支撑和固定肱骨近端骨折的不足,一些外科医生建议将腓骨移植技术用于肱骨头的复位和支撑<sup>[10]</sup>。手术中使用腓骨支撑相对单纯使用钢板,可以使螺钉穿出率降至 3.7%,再次手术率降至 4.4%<sup>[11]</sup>。然而,腓骨移植具有一些天然缺陷,一方面自体腓骨移植需要进行手术取骨带来较大创伤,另一方面腓骨放置过程中有潜在损伤肱骨近端血管的可能。另外,移植失败、疾病传播和排异

反应也需要考虑在内。Gardner 教授认为 PH cage 的功能效果和腓骨移植相当,再手术率也相似,却不存在类似问题。因此,相比较而言,cage 具有一定优势。

### 2.4 复杂肱骨近端骨折治疗手段分析

对于相对复杂的 3 部分和 4 部分骨折,临床上往往既可以采用切开复位钢板内固定,又可使用半肩或者反肩置换技术。对于置换和钢板干预肱骨近端骨折的优劣研究,临床文献存在争议、观点不同<sup>[12]</sup>。在 3 部分和 4 部分骨折患者中使用锁定钢板具有很高的并发症发生率,但是,有一些研究发现相对半肩置换,锁定钢板具有更好的临床结局<sup>[13]</sup>。因此,在实践中具体使用哪种技术,往往取决于骨折类型和术者的个人经验。相较之前传统治疗方法,PH cage 在复杂肱骨近端骨折治疗方面也有其优点。Hudgens 等<sup>[14]</sup>使用 cage 技术对 3 部分和 4 部分骨折患者进行手术干预,在 1 年随访研究后发现 11 例中 9 例临床结局良好,骨折均愈合。虽然此研究为小样本研究,却为不适合关节置换的年轻复杂肱骨近端骨折患者提供了一种尝试手段。

### 2.5 肱骨近端支架技术优势探究

相对于现有的肱骨近端骨折复位、固定技术而言,PH cage 可以作为一种减少并发症发生率的新型技术选择。cage 具有一些固有的设计优势:(1)作为稳定的平台对肱骨头和重建结节进行有效支撑,同时给予内侧柱有效支持,针对不同的骨折情况和肱骨头形态,有 3 种置入位置可以选择(图 3)。由于 cage 位于肱骨头关节面的下方,在康复训练时也能有效承受活动负荷。另外,cage 展开后所有突出部分都位于大结节远端,无须担心锁定钢板造成的肩峰撞击问题<sup>[15]</sup>。(2)能够使用螺钉对大、小结节骨折块进行垂直固定,锁定钢板由于设计缺陷无法实现这一功能。cage 的 3D 结构空间特性使得术者可以根据骨折碎块情况自由使用螺钉数量,并且能够选择最佳角度。螺钉的置入不会对 cage 结构造成影响(图 4),反而使 cage、钢板、骨块成为更好的整体。(3)在 cage 展开之前,需要打通置入隧道,并且使用特殊器械进行预扩髓。这一过程产生骨髓及松质骨等填充、挤压至骨折端及缝隙,产生自体骨移植的效果,更有利于骨折端愈合。

肱骨近端支架尚属于推广应用的初级阶段,大部分研究处于相对小样本、短期回顾性研究。明确潜在优势和缺点,需要长期随访、大样本研究提供有力科学支撑。但是,面对现存的技术不足和缺陷,肱骨近端支架作为一种新的肱骨近端骨折治疗尝试,值得鼓励。只有在临床实践中发现问题,勇于创新,尝试新的手段才能使治疗规范化、患者收益最大化。

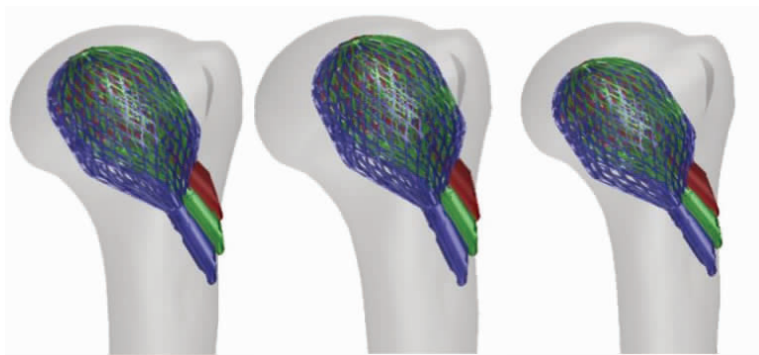


图3 cage 位于肱骨头下方的 3 种位置模式图,肱骨头中间部分、偏上部分、偏下部分  
 Fig.3 The cage has three positions below the humerus head,the middle part,the lower part,and the upper part

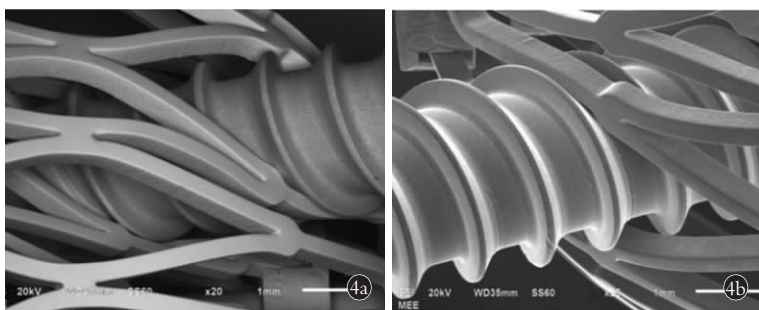


图4 螺钉置入过程与 cage 力学相融,提供多种角度选择  
 Fig.4 The screw placement process is integrated with cage mechanics to provide multiple angle options

参考文献

[1] 王蕾. 肱骨近端骨折的治疗理念与思考[J]. 中国骨伤, 2013, 26(1): 1-3.  
 WANG L. Therapy conception and thinking of proximal humeral fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(1): 1-3. Chinese.

[2] 张健, 黄强. 反球型人工肩关节置换术治疗合并肩袖损伤的老年粉碎性肱骨近端骨折[J]. 中国骨伤, 2019, 32(1): 17-21.  
 ZHANG J, HUANG Q. Reverse total shoulder arthroplasty for the treatment of comminuted fracture of proximal humerus in elderly patients with rotator cuff injury[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(1): 17-21. Chinese with abstract in English.

[3] Lüdtke, K, Braun C. Surgical vs nonsurgical treatment of adults with displaced fractures of the proximal humerus; the PROFHER randomized clinical trial[J]. JAMA, 2015, 11(2): 83-83.

[4] 郭秀武, 樊健, 袁锋. 内侧柱是否使用螺钉支撑对锁定钢板治疗肱骨近端骨折的疗效比较[J]. 中国骨伤, 2016, 29(6): 509-512.  
 GUO XW, FAN J, YUAN F. Comparison of clinical effect on locking plate for proximal humeral fracture with or without application of inferomedial screws [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(6): 509-512. Chinese with abstract in English.

[5] Rabi S, Evaniew N, Sprague SA, et al. Operative vs non-operative management of displaced proximal humeral fractures in the elderly: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. World J Orthop, 2015, 6(10): 838-846.

[6] 陈辰, 蒋协远. 肩部骨折治疗进展[J]. 中国骨伤, 2019, 32(1): 1-4.  
 CHEN C, JIANG XY. Treatment progress on shoulder joint fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(1): 1-4. Chinese.

[7] John M. Fixation of a proximal humeral fracture using a novel intramedullary cage construct following a failed conservative treatment[J]. Case Rep Orthop, 2017, 2017: 4347161.

[8] Spross C, Platz A, Rufibach K, et al. The PHILOS plate for proximal humeral fractures risk factors for complications at one year[J]. Trauma Acute Care Surg, 2012, 72(3): 783-792.

[9] Goodnough LH, Campbell ST, Githens TC, et al. Intramedullary cage fixation for proximal humerus fractures has low reoperation rates at 1 year: results of a multicenter study[J]. J Orthop Trauma, 2020, 34(4): 193-198.

[10] Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, et al. Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant[J]. J Orthop Trauma, 2008, 22(3): 195-200.

[11] Saltzman BM, Erickson BJ, Harris JD, et al. Fibular strut graft augmentation for open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures [J]. Orthop J Sports Med, 2016, 4(7): 2325967116656829.

[12] Bhandari M, Matthys G, Mckee MD. Four part fractures of the proximal humerus[J]. J Orthop Trauma, 2004, 18(2): 126-127.

[13] Solberg BD, Moon CN, Franco DP, et al. Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures[J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(7): 1689-1697.

[14] Hudgens JL, Jang J, Aziz K, et al. Three- and 4-part proximal humeral fracture fixation with an intramedullary cage: 1-year clinical and radiographic outcomes[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2019, 28(6): 131-137.

[15] Clavert P, Adam P, Bevort A, et al. Pitfalls and complications with locking plate for proximal humerus fracture[J]. J Shoulder Elbow Surg, 2010, 19(4): 489-494.

(收稿日期: 2020-07-14 本文编辑: 连智华)