

# 第一篇 骨创伤疾病

## 第一章 上肢损伤

### 第一节 肱骨近端骨折

#### 一、疾病概述

肱骨近端骨折是成人常见的上肢骨折,在临床上约占在所有骨折的 5%,在所有的肱骨骨折中占到将近一半。女性的发病率高于男性,比例约为 3:1。多见于老年人群,大约 3/4 的肱骨近端骨折发生于 60 岁以上的老年患者,其发生明显与骨质疏松相关。通常继发于低能量损伤,如摔倒。大多数的老年肱骨近端骨折为无移位或轻微移位,保守治疗是首选治疗方法,包括患肩的悬吊保护和早期开始被动功能练习。由于此类患者多是老年人,长时间的肩关节制动容易导致肩部的疼痛和僵硬,因此,不要教条地将患肩制动 4~6 周,而是要在患者可以耐受的情况下尽早开始肩关节轻柔的被动活动。

有明显移位的骨折大约占 15%~20%,常常需要手术治疗。年轻人的肱骨近端骨折多数继发于高能量损伤,如车祸伤、癫痫发作和电击伤。这类骨折通常移位明显或合并严重的软组织损伤,故多需手术治疗。

肱骨近端骨折的分型方法有多种,最常用的还是 Neer 分型。1934 年, Codman 描述了肱骨近端的四个解剖部分,即以髁线为基础,将肱骨近端分为肱骨头、大结节、小结节和肱骨干四个部分(图 1-1-1)。1970 年 Neer 在 Codman 的四部分骨块分类基础上提出新的分型方法,即 Neer 分型,将肱骨近端骨折分为一部分、二部分、三部分和四部分骨折或骨折脱位(图 1-1-2)。此种分型方法包含骨折的解剖部位、骨块移位的程度和不同组合等因素在内。可概括肱骨近端不同种类的骨折,并可提供肌肉附着对骨折移位的影响和对肱骨头血液循环状况的估计。从而可更加准确地判断和评价肱骨近端骨折的预后,以便指导选择更合理的治疗方法。此外,四部分骨折中有一种特殊类型的骨折,即所谓的“外翻嵌插型”骨折。此概念最早由 Jakob 等提出。此类骨折的特点是肱骨头下方松质骨压缩造成外翻畸形,大结节向后上方移位,但小结节仍与肱骨干或肱骨头紧密相连,肱骨近端的内侧骨膜通常保持完整,理论上可以保留肱骨头的血供,出现肱骨头缺血坏死的几率相对于其他四部分骨折较低。肱骨头的劈裂骨折和关节面嵌压骨折是特殊类型的肱骨近端骨折,是 Bigliani 对 Neer 分型的补充。根据肱骨头关节面嵌压的范围大小可分为小于 20%、20%~45%和大于 45%三种。肱骨头劈裂骨折可参照上述标准分类。

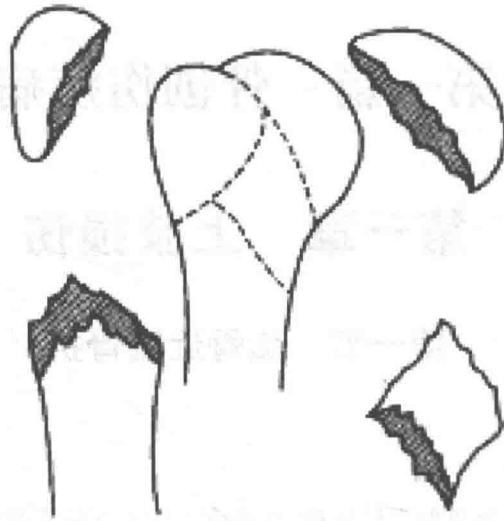


图 1-1-1 肱骨近端的四部分模型

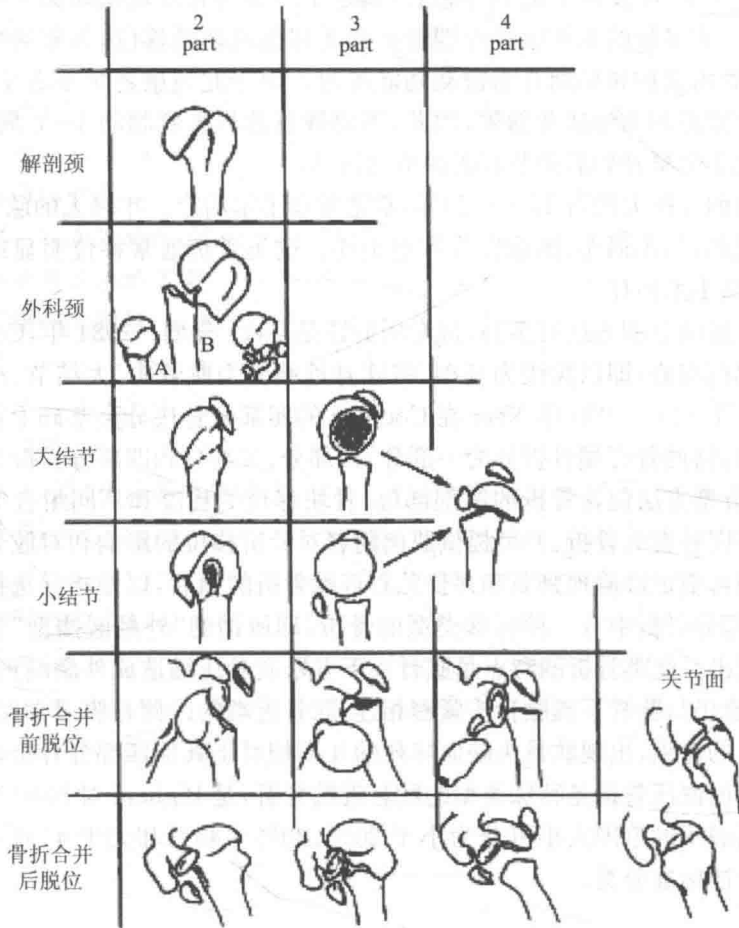


图 1-1-2 肱骨近端骨折的 Neer 分型

肱骨头缺血性坏死是肱骨近端骨折的一个常见并发症。肱骨头的血液供应来源于何处？

Brooks 等通过研究证实旋肱前动脉的前外侧支提供了肱骨头大部分血运(图 1-1-3)。此动脉为腋动脉的分支,沿肩胛下肌深面走行,而后沿结节间沟与肱二头肌腱外侧面平行上升,进入骨内形成弓形动脉,弓形动脉在肱骨头内走向后内侧,与旋肱后动脉的骨内分支广泛交通。旋肱后动脉内侧支在内后侧距内侧关节面 1 厘米内进入肱骨头内。以往认为旋肱后动脉只供给大结节后侧部分及肱骨头后下方小部分区域,而旋肱前动脉是肱骨头的主要供血动脉。但 Hettrich 最新的研究显示结扎旋肱前动脉的升支后肱头头的血供仍然良好,提示旋肱后动脉对于肱头头的血供有重要的代偿作用。

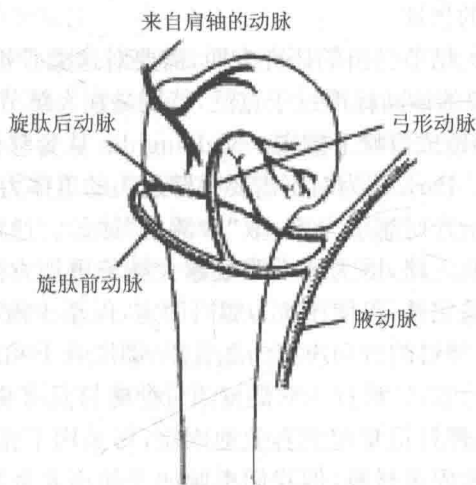


图 1-1-3 肱骨近端血供

术前对骨折的严重程度进行确切的评估非常重要。常规对患侧肩关节进行创伤系列片拍摄,包括肩关节正位,侧位和改良的腋位片。标准的创伤系列片可以提供丰富的信息,包括是否累及肩胛盂,肱骨头的旋转移位方向及有无肱骨头骨折,大小结节受累及的情况,内侧皮质有无粉碎,肱骨头脱位的方向等。但是,由于患者疼痛,体位经常不理想,导致拍片效果大打折扣。现在,CT 平扫+三维重建越来越受欢迎,对于复杂的肱骨近端骨折,我们常规进行 CT 检查(图 1-1-4)。

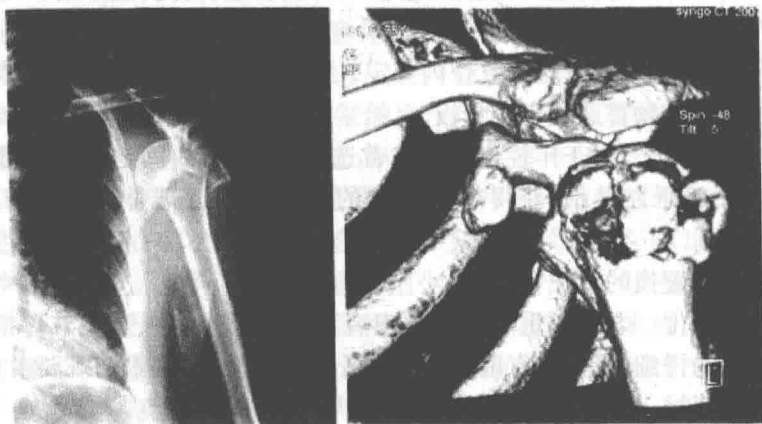


图 1-1-4 CT 扫描并三维重建可以获得更多的信息

手术方式包括:闭合复位经皮螺纹针固定,切开复位内固定或肱骨头置换术。在制定手术计划时必须考虑患者的骨折严重程度、骨量、肩袖的状况、患者的年龄、活动量以及健康状

况。对生活质量要求较低或存在有严重的内科并存疾病(如痴呆)的患者应选择保守治疗。肱骨近端骨折的治疗目的是重建无痛的功能正常的肩关节。医师必须熟悉肩关节手术的特殊技术和术后康复方法。

## 二、治疗要点

肱骨近端骨折的治疗具有挑战性。切开复位内固定和人工肱骨头置换是两种最常用的治疗方法,但如何选择手术适应证则存在极大争议。

### (一)切开复位内固定的指征

1. 大结节骨折 针对大结节骨折的研究表明,需要对这类骨折进行更加慎重的评价。移位 1cm 或成角  $45^\circ$  作为移位的诊断标准过于宽泛,特别是在大结节在关节面上方时,当肩关节外展,畸形愈合的大结节会造成肩峰下撞击。McLaughlin 认为移位超过 5mm 的大结节骨折便会造成撞击和肩袖损伤。Park 认为对于需要手臂过头的重体力劳动者和运动员即使 3mm 的移位也应被矫正。手术治疗时患者全麻,取“沙滩椅”体位。通常选择三角肌胸大肌入路。也有学者推荐使用劈三角肌入路,因为该入路显露大结节更加方便,同时在必要时也可行肩峰成形术。若大结节骨折块完整,可使用拉力螺钉固定,但至少需要 2 枚螺钉,单纯的 1 枚螺钉无法起到抗旋转的作用,螺钉的方向应指向肱骨距,即肱骨干和肱骨头交界处的内侧皮质,螺纹以恰好刚刚穿透皮质为宜,这样拧入对侧皮质骨使螺钉具有更好的把持力。若大结节骨折块粉碎,单纯的克氏针或螺钉很难起到有效地固定,可采用了张力带的固定方法。张力带固定传统上是采用钢丝作为固定材料,但我们更倾向于使用 5 号不可吸收的缝线以“8”字的形式固定大结节骨块。钢丝易于剪切骨质或断裂。患者常可经 X 线注意到这种情况,并受其困扰。同时使用缝线还避免了取出内固定的二次手术。目前还有学者使用带 5 号不可吸收缝线的锚钉固定大结节骨块。关节镜技术在肱骨大结节骨折的治疗中亦具有积极作用。关节镜镜检发现隐匿大结节骨折及肩袖损伤后可一期修复。且具有术中骨折块显示清晰,刨刀可以对骨折床周围形成的纤维组织进行彻底清理,有利于精确复位。在临床工作中可酌情采用。

2. 小结节骨折 如果骨折较大且移位超过 1cm 或小结节骨折块带有一部分肱骨头关节面则应考虑切开复位内固定。

3. 三部分骨折/脱位 首选切开复位内固定。手术方法前面已经描述。术中要争取对骨折进行解剖复位。内植物首选锁定接骨板。

4. 四部分骨折/脱位 对于年轻患者仍然首选切开复位,内固定。手术目标仍然是争取解剖复位。Gerber 的研究显示,获得解剖复位的复杂肱骨近端骨折仍有获得良好功能的希望。

### (二)人工肱骨头置换的指征

1. 三部分骨折脱位 老年严重骨质疏松患者可以慎重选择人工关节置换。术前 CT 三维重建可以获得更为详细的信息,有助于评价肱骨头内骨质状况;术前既要备好内固定器械,也要备好关节置换器械。如果尝试内固定失败,即可进行关节置换。

2. 四部分骨折/脱位 四部分骨折术后发生肱骨头缺血坏死几率显著升高,且骨质疏松常常导致骨折复位丢失和内固定失效,因此,对于老年骨质疏松性四部分骨折/脱位可以常规选择人工肱骨头置换。但,外展嵌插型四部分骨折应首先尝试内固定治疗。Compito 等统计

对比了应用不同方法治疗 4 部分骨折的结果。在应用保守方法治疗的 5 个系列 97 例病例中,治疗满意率仅为 5%。在应用切开复位内固定治疗的 5 个系列 56 例病例中,术后满意率为 30%(17 例)。而在应用肩关节置换治疗的 9 个系列 171 例病例中,术后优良率为 80%(136 例)。

3. 肱骨头劈裂并肱骨近端骨折 对于老年患者进行肱骨头重建并获得稳定固定的难度很大,一旦畸形愈合后再进行关节置换难度增大。因此,对于老年肱骨近端骨折合并肱骨头劈裂者可以选择关节置换。

### (三)肱骨近端骨折的并发症

1. 肩关节僵硬 肩关节僵硬是肱骨近端骨折晚期最为常见的并发症。可能同以下因素相关:损伤的严重程度,固定制动的时间,关节面的畸形以及患者对于康复治疗的配合程度。根本原因是瘢痕形成和关节囊挛缩。手术时软组织剥离和功能锻炼的延迟,可造成关节囊韧带滑囊粘连和肩周肌肉的挛缩。对于移位轻微的患者采用保守治疗,应在 2 周时开始功能锻炼,固定时间过长会增加肩关节僵硬的风险。过去曾采用麻醉下闭合手法松解的方法治疗肩关节僵硬,但存在骨折再移位、骨质疏松骨折和肩袖损伤的风险,我们不常规推荐。我们推荐对于术后经过积极功能锻炼仍存在肩关节僵硬的患者,于术后 6~12 个月,与取出内固定同时完成切开松解,松解瘢痕和挛缩的粘连组织,松解喙肱韧带和盂肱下关节囊。松解也可在关节镜下完成,关节镜技术可以在微创下对关节进行评价,可以松解前、后和下关节囊表面以及肩袖间隙,还可以对肩峰下和三角肌下的粘连进行松解和清理。

2. 肱骨头坏死 肱骨头坏死的发生率取决于初次外伤的严重程度以及手术技术(软组织的剥离和内植物的植入)。三部分和四部分骨折或骨折脱位发生肱骨头坏死并不少见。肱骨头坏死最初可通过 MRI 检查发现。X 线检查可发现肱骨头塌陷,以及关节盂边缘的退变。对于肱骨头坏死所引起的肩关节严重疼痛和功能障碍可通过半肩关节置换术治疗,如果退变累及关节盂,需要行全肩关节置换术。

3. 骨折不愈合 肱骨近端骨折不愈合并不常见,通常继发于老年骨质疏松的患者,发生率在该类别患者中达到了 23%。导致骨折不愈合的因素包括:软组织嵌顿,骨折复位不良,骨折固定欠稳定,酗酒以及内科并发症如糖尿病等。骨折不愈合的手术指征包括:严重的疼痛,畸形以及功能障碍。切开复位内固定并自体髂骨取骨植骨是常用的治疗方法。如果肱骨头已吸收或囊性变,就需要行肩关节置换术了。应尽量避免行肱骨头切除及肩关节融合术。

4. 骨折畸形愈合 骨折畸形愈合通常继发于闭合复位不理想或切开复位内固定失败。大结节畸形愈合可以导致肩峰撞击综合征,从而引起疼痛和肩关节无力。如果大结节的畸形超过 5mm 同时合并肩关节疼痛及功能受限,就需要行手术治疗重新复位固定。对于大结节骨块移位程度较轻但存在症状的畸形愈合来说,同时做大结节部分切除、肩峰成型及粘连松解术也是一种治疗选择。外科颈骨折不愈合很少会引起严重的临床症状。但内翻畸形的形成会引起撞击,从而需要手术治疗,方法是关节镜下的肩峰成型术或大结节成型术。如果畸形成角较大导致前举受限,就需要行肱骨近端截骨内固定术了。对于三部分或四部分骨折畸形愈合后关节匹配不理想的病例也可行肩关节置换术。

5. 异位骨化 异位骨化通常是由于严重的软组织损伤,反复进行手法复位以及伤后治疗延误所造成。但异位骨化很少造成肩关节强直。如果异位骨化造成肩关节功能障碍,需要手术切除异位成骨。

### 三、治疗原则

1. 无移位稳定的肱骨近端骨折 采用保守治疗的方法,术后早期开始被动关节活动以避免由于长期制动所致的肩关节僵硬。

2. 对于移位不稳定的骨折 年轻患者首选切开复位内固定,术中追求解剖复位和稳定的锁定接骨板固定,积极植骨降低内固定失效的风险。对年轻患者进行关节置换要非常慎重,仅可作为内固定无法实施时的备用方案。关节置换最常见的适应证是老年严重骨质疏松性四部分骨折,通过人工肱骨头置换获得解剖性肱骨近端的重建往往可以获得无痛且可以满足日常生活需要的肩关节。

3. 重视术后康复治疗 对于切开复位内固定者,术后康复约半年;对于人工肱骨头置换,术后康复约 9~12 个月。

(赵明)

## 第二节 肱骨干骨折

### 一、概述

肱骨干骨折一般指肱骨外科颈以下 2cm 至肱骨髁上 2cm 之间的骨折,约占全身骨折总数的 1.31%。大多数肱骨干骨折通过的适当的非手术治疗可获得较好疗效。随着内固定技术、器材的进步,手术治疗很大程度上能够避免保守治疗存在的固定时间较长、生活质量差、肩肘关节容易僵硬、易出现肩手综合征、可能畸形愈合出现功能障碍等问题,因此目前手术治疗的适应证有逐渐扩大趋势。近年来,肱骨干骨折手术治疗方法有了较大改进,主要体现在骨折固定原则、方法及器材的演变,即由原来的解剖复位、坚强固定(AO 原则)转向如今注重微创、保护骨折局部血运的间接复位、弹性固定或生物学固定(BO 原则)。

### 二、应用解剖

肱骨干近端部分呈圆柱形,远端 1/3 呈三棱柱形,可分为三缘:前缘、内侧缘和外侧缘;三面:前外面、前内面和后面。前缘自大结节嵴至冠状突窝外缘,其下部由肱肌起始。内侧缘起自小结节嵴至内上髁嵴,其中段和下段分别为喙肱肌、肱肌和肱三头肌内侧头附着处。外侧缘从大结节后部,有小圆肌和肱三头肌外侧头附着,向下至外上髁嵴,有肱桡肌和桡侧腕长伸肌附着。前外面的中部有三角肌粗隆。前内面形成平坦的结节间沟。后面的中部相当于三角肌粗隆的后方,有由内上斜向外下的桡神经沟,此沟的外上方及下方分别为肱三头肌外侧头和内侧头附着处,桡神经和肱深动脉绕过该沟向下,故肱骨干中、下 1/3 的骨折容易合并桡神经的损伤。

内、外侧肌间隔膜将上臂分为前、后两个肌间隔,肱二头肌、肱肌、喙肱肌和肱桡肌位于前肌间隔内,神经、血管束沿着肱二头肌内缘向下走行,其中包括:肱动静脉、正中神经、肌皮神经和尺神经。后肌间隔内包括:肱三头肌和桡神经。肱骨髓腔最狭窄处位于肱骨髓腔中点下方约 10cm 处,大约在肱骨髓腔总长的 $(86 \pm 6)\%$ 处(距肱骨近段),肱骨髓腔的矢状面中轴线呈一略向后弯曲的弧线,术前可以利用髓腔的狭窄处直径来选择合适直径的髓内钉,术中当

髓内钉到达髓腔中点下 10cm 处时,应减慢击入的速度,切忌暴力,以免造成新的骨折或穿通。

肱骨干骨折后,可因附着于骨干远、近骨折段肌肉的牵拉作用而使骨折段产生不同形式的移位。使肱骨干骨折发生移位的主要力量来源于胸大肌和三角肌。这对于制定治疗计划十分重要,因为医师需要判断非手术治疗能否维持复位。

### 三、损伤机制

肱骨干骨折可由直接或间接暴力造成。暴力直接作用于肱骨干,是造成肱骨干骨折的最常见原因,这类骨折常表现为开放性骨折,而且骨折多为横骨折或粉碎性骨折,肱骨上、中 1/3 更为常见。致伤暴力通过力的传导作用于肱骨干也可引发骨折。如摔倒时肘部或手掌着地、两人之间强力掰腕子等,甚至猛烈的肌肉收缩也可造成肱骨干骨折,如运动员投掷标枪、垒球时。多发生在中下 1/3 处,骨折类型常为斜形或螺旋形。如轻微外伤引起老年人骨折应考虑为病理性骨折,包括骨肿瘤及严重的骨质疏松。骨折类型与外伤史不一致可能是家庭暴力的标志。

### 四、骨折的分型

同其他骨折的分类一样,肱骨干骨折可依据不同的分类因素构成多种分类方式。AO 及骨创伤学会(OTA)根据损伤的位置及骨折特点来定义分型,基本原则是:每一骨折先分做三类,然后将每类再分为三组,而每一组又再分为三个亚组(图 1-1-5)。一共有 3 类,9 组,A 型为简单骨折,B 型为粉碎性骨折,C 型为复杂骨折。该分类中 A1 为最简单骨折、预后好,而 C3 骨折则最为复杂且预后最差。

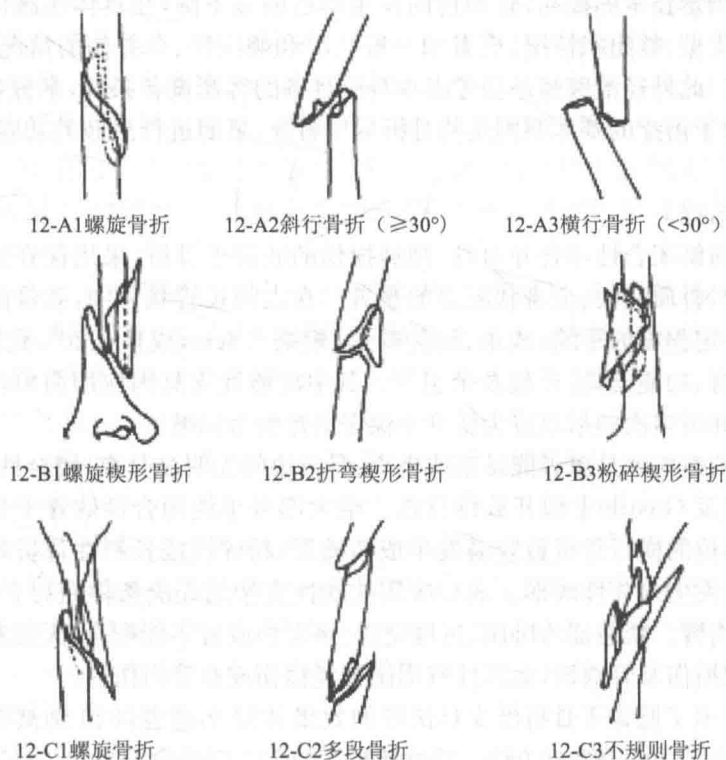


图 1-1-5 AO 骨折分型

## 五、临床及影像学检查

肱骨干骨折的患者可出现长骨干骨折的典型特征:疼痛、肿胀、局部压疼、畸形、反常活动及骨擦音等。对于不完全或无移位的骨折,单凭临床体检很难判断,所以对可疑骨折的患者必须拍 X 线片。拍片范围应包括肱骨全长的正侧位及邻近的肩肘关节,累及关节内的损伤应加拍 CT。对于高度怀疑有骨折的患者,如急诊拍片时未发现骨折,可用石膏托暂时固定两周后再拍片复查,若有不全的裂纹骨折此时会因骨折线的吸收而显现出来。

当存在多发伤时,心肺复苏优于对肱骨干骨折的处理。对于开放骨折常用的分类方法有 Gustilo 分类和 Tscherne 分类。仔细进行神经、血管的检查。若骨折合并桡神经损伤,可出现垂腕、手部掌指关节不能伸直、拇指不能伸展和手背虎口区感觉减退或消失。局部血运的检查包括对比两侧桡动脉搏动、甲床充盈、皮肤温度等,必要时可行血管造影,以确定有无肱动脉损伤。当肱骨干骨折合并前臂骨折(漂浮肘)时,应警惕骨筋膜室综合征的发生。

## 六、治疗方法

肱骨是非负重骨,即使存在一定程度的短缩,以及旋转和成角畸形,也能获得良好的代偿功能。肱骨周围血供丰富,对骨折的愈合有利,因此即使固定不十分完善,单纯的肱骨干骨折非手术治疗也可获得满意疗效。同时肱骨干骨折不累及关节面,只要有足够的固定强度和稳定性,就可以允许患者早期功能活动,尽快恢复正常工作和生活。因此,大部分肱骨干骨折的治疗都不需要手术。近 30 年来,外科治疗被认为增加了骨折不愈合、感染及桡神经损伤的几率。但随着骨折固定技术的提高,骨不连的发生率已明显下降,在具体实施何种治疗方案时必须考虑骨折的类型、软组织情况、患者的一般状况和顺应性、合并伤的情况,患者的职业及治疗的需求等。此外经治医师还应考虑本身所具备的客观设备条件,掌握各种操作技术的水平、经验等。对于治疗的基本原则是使骨折尽早愈合,早期进行患肢的功能康复,尽可能减少并发症。

### (一)非手术治疗

对于大多数新鲜闭合性不合并血管、神经损伤的肱骨干骨折,采用保守治疗可获满意效果,尤其对于高龄、骨质疏松、全身状况差的患者。在大的长管状骨中,肱骨的保守治疗效果最好,它能耐受一定程度的短缩、成角、旋转畸形(短缩 $<3\text{cm}$ ,成角 $<20^\circ$ ,旋转 $<30^\circ$ )。保守治疗包括悬垂石膏、功能支具、夹板及牵引等。其中功能性支具因应用简单,费用低,允许肩肘关节自由活动并可多次塑形而成为肱骨干保守治疗的金标准。

功能性支具的适应证是患者能站直或坐直、骨折块间无明显分离、闭合性骨折(包括创伤性桡神经麻痹)以及 Gustilo I 型开放性骨折。绝大部分单纯闭合性肱骨干骨折可用功能性支架治疗,但无移位的横行骨折最容易发生成角畸形,粉碎性或长斜性骨折者肌肉收缩可产生复位作用,不会发生永久性畸形。成功应用功能性支架的先决条件是患者能步行、接受治疗时能主动活动伤臂。禁忌证为卧床、过度肥胖、多发伤或者不能配合、无法获得或维持良好对线、严重软组织损伤及骨缺损,尤其伴有周围神经损伤或血管损伤者。

Sarmiento 报道了肱骨干骨折经支具治疗的效果,922 名患者(620 例被随访确定疗效),闭合性骨折的 465 例中愈合率达 98%,开放性骨折的 155 例中愈合率为 94%。Ekholm 等通过对 78 例单纯肱骨干骨折患者行功能支具外固定加功能锻炼治疗,结果 90% 的患者完全愈

合并且获得满意的功能恢复,但是骨折不愈合患者中单纯 A 型最高(A 型 7/39,B 型 1/26,C 型 0/13),且大都发生在肱骨近端或中段。目前认为,A 型肱骨干骨折保守治疗更容易发生不愈合与此型骨折端应力更加集中有关。越是简单骨折(如 A 型)保守治疗越容易发生骨折不愈合,越应该积极手术治疗,而不是保守治疗,当然这还需要进一步的前瞻性随机对照试验去验证。

## (二)手术治疗

保守治疗并不适用于所有情况,对于具有手术指征的肱骨干骨折,手术治疗较闭合性功能治疗可获得更好的疗效。手术治疗的绝对指征包括:开放性骨折,漂浮肩或漂浮肘,合并血管损伤,双侧肱骨骨折(多发伤),继发性桡神经损伤。还有很多是相对指征如:节段骨折,保守治疗无法维持复位的骨折,横行骨折,过度肥胖,病理性骨折,骨折不愈合,神经系统功能障碍(如帕金森病),臂丛神经损伤,原发性桡神经损伤。

值得注意的是单纯肱骨干粉碎骨折不是手术治疗的适应证,虽然直觉上认为粉碎性骨折较简单的横行骨折更可能发展为不愈合或延迟愈合,但事实并非如此。Sarmiento 在功能性支具的研究中发现,肱骨干粉碎性骨折的愈合时间为 11 周,而横行骨折为 12 周,其他学者也有相似报道。粉碎性骨折采用切开复位内固定可能会引起严重的并发症如骨折不愈合、感染等,而采用非手术治疗可避免此种情况发生。

肱骨干骨折的治疗有三种选择:接骨板、髓内钉和外固定。对于选择何种内植物治疗肱骨干骨折,接骨板和髓内钉各有利弊,争议很大。对于 A 型及 B 型骨折,接骨板及髓内钉均有大量成功的病例报道;对于 C 型骨折用锁定板或微创接骨板接骨术(minimal invasive plate osteosynthesis,MIPO)进行固定取得了很大成功;但应用髓内钉进行固定,避免了对骨折块血运的过度破坏,同样有利于骨折愈合。文献报道,总体上接骨板和髓内钉的骨愈合率相近。在 McCormick 的研究中,尽管髓内钉组比接骨板组的并发症率高,但两组在疼痛和功能评分上没有统计学的显著性差异。在另一项随机临床试验中,髓内钉组比接骨板组合并更多的肩关节疼痛和较差的肩关节活动度。不过相对髓内钉组,接骨板组的肘关节活动度较差,特别是在治疗肱骨远端 1/3 骨折时。选择何种内固定物取决于多种因素,但主要依据术者经验及偏好。

1. 接骨板固定 尽管带锁髓内钉的使用趋于增多,但现阶段接骨板固定仍是最主要的内固定方式,缘于其操作简单、易于掌握,无需 C 形臂透视等较高档辅助设备,术后基本没有肩部疼痛现象。目前常用的有中和接骨板、AO 动力加压接骨板(dynamic compression plate,DCP)、点接触接骨板(point compression fixator,PC-Fix)、有限制接触型接骨板(limited contact dynamic compression plate,LC-DCP)、不接触型接骨板(noncontact plate,NCP)、锁定加压接骨板(locked compression plate,LCP)。成角稳定的板钉系统为接骨板固定肱骨干骨折或骨不连提供了更多的优势,特别是对于骨质疏松和骨折波及干骺端及关节时。而 MIPO 技术在肱骨骨折治疗中的应用也变得越来越成熟,其优势除减少对软组织的剥离以及对骨折端血运的影响外,还在于用很少的螺钉固定较长的接骨板,一是减少对骨折血供的进一步干扰,二是通过载荷分享,避免因应力集中导致的内固定断裂。更由于其避免肩肘关节的医源性创伤,从而使锁定加压接骨板比髓内钉拥有更广泛的手术适应证。

骨折位于肱骨中段或近端 1/3 时首选前外侧入路,操作中应避免损伤外侧的桡神经和内侧的前臂外侧皮神经。骨折线延伸到远端 1/3 时最好选择后侧入路,同时它也适用于对桡神经

经损伤进行的探查和修复,操作中避免损伤桡神经及肱深动脉。当上臂前方与外侧软组织条件较差或伴有血管损伤时,可选择内侧入路。

内植物需要根据具体情况进行个体化的选择。选用宽的 4.5mm LC-DCP 可以防止肱骨干纵行劈裂,对于较为瘦小的患者可选用窄的 4.5mm LC-DCP 或 3.5mm LC-DCP。接骨板需选择至少 8 孔或更多孔,螺钉可以向内侧或外侧成角,以减少纵向应力。对于骨质较差的患者,锁定接骨板更利于骨折的愈合。由于旋转外力的存在,锁定钉必须采用双皮质固定。骨折两端螺钉各需穿透 6~8 层皮质,如条件允许可用拉力螺钉固定主要骨折块。术中应尽量减少对骨膜的剥离,对于粉碎骨折可采用 MIPO 技术。远离骨折端行小切口间接复位,经皮肌肉隧道下插入接骨板进行骨折端桥接固定,最大限度地保护骨折端血供,有效减少骨不连及感染的发生。此技术可行的重要解剖学基础是肱骨前侧扁平接骨板容易贴附,桡神经在肱骨后侧及前外侧走行,并不经过肱骨前方,且上臂旋后桡神经进一步远离肱骨。对于粉碎性骨折可考虑同时植入自体松质骨。在进行骨折复位及接骨板固定时,应始终确保桡神经远离接骨板且没有卡压在骨折块间。

2. 髓内钉固定 随着带锁髓内钉的普及应用,以往的 Rush 针或“V”形针、矩形针已较少使用:交锁髓内钉技术进来被引进用于治疗肱骨干骨折,其在标准髓内钉基础上,从近端和远端斜行或横行锁钉,增加抗扭转力,软组织剥离少,术后可以适当持重,用于粉碎性骨折时其优点更为突出:虽然交锁髓内钉在治疗肱骨干骨折方面具有很多优点,但许多临床随机试验对髓内钉及加压接骨板进行比较,结果显示再次手术及肩部并发症较多。故应该严格掌握手术适应证和完善的手术技巧,才能获得满意疗效。肱骨干髓内钉适用于肱骨外科颈下 2cm 至鹰嘴窝上 4cm 的骨折,尤其适用粉碎、多段、长斜形骨折。对于有严重分离移位的节段性骨折、病理性骨折、过度肥胖、Gustilo III 型开放性骨折及萎缩性骨不连的患者应谨慎使用。许多新型的髓内钉采用关节外的进针点降低进针部位的发病率,取得了良好疗效。

术前必须确定髓内钉长度和直径,这依赖于术前的 X 线片,从而达到髓内钉直径与髓腔直径最大匹配,又不造成骨折端分离移位及钉尾突出过长造成肩关节疼痛。大多数肱骨锁定髓内钉都需要扩髓,但与胫骨与股骨不同,肱骨在干骺端不存在可以排除扩髓产生的残渣和吸收钻头产生的热量的一个扩大的干骺端。已有报道表明,过度扩髓可引起大范围的热坏死,是产生并发症的因素之一。因国人骨骼的特点,适度的扩髓后,直径大多适用  $\leq 8\text{mm}$  的规格,个别骨骼粗大患者可使用 9mm 直径髓内钉。

(1) 顺行髓内钉固定:患者仰卧位或半坐卧位,在肩峰中点前方纵向切开皮肤 2~3cm,纵行劈开三角肌,切开肩袖。标准的进针点为大结节内侧沟,如进针点过于偏外易造成医源性肱骨近端外侧皮质骨折。当髓内钉穿过骨折部位时,可沿骨的纵轴进行适度的牵引和手法复位,但过度的复位可引起桡神经损伤。如出现复位困难应注意是否存在软组织卡压。髓内钉插入困难时,可适当扩大进针入口,使用手动钻适当扩髓或选择更小型号的髓内钉。

有学者建议远近端可各锁 2 枚螺钉(图 1-1-6)。在打入锁钉时要尽可能远离神经的解剖位置,可以通过一个小切口钝性分离软组织有效地避免损伤神经。在肱二头肌及其肌腱外侧做切口可使肱动脉、正中神经、肌皮神经损伤的发生率降到最低。锁定骨骼远端时最易损伤桡神经,应采用直视技术锁定并使用具有保护性的导钻及套筒。锁定钉不能超过对侧皮质 2mm 以上。



图 1-1-6 肱骨干 A-2 型骨折术前,顺行髓内钉固定术后

顺行交锁髓内钉治疗肱骨干骨折的主要并发症是肩关节功能障碍。肩袖损伤及髓内钉钉尾突出是主要原因(图 1-1-7),还与局部粘连骨化有关。因此术中髓内钉的钉尾必须埋于骨面以下,尽量避免肩峰撞击症状发生。术中纵行锐性切开肩袖,术中注意保护,仔细修复肩袖组织,可减少肩袖的损伤。



图 1-1-7 肱骨干 C-1 型骨折术前,行髓内钉固定术违反操作规程,钉尾过长突出于肩关节,造成肩关节功能障碍,后取出髓内钉改为接骨板内固定

(2)逆行髓内钉固定:逆行穿钉适用于肱骨中下段骨折,传统入钉点位于鹰嘴窝上 2cm,所以骨折线最低点应当位于鹰嘴窝上 4~5cm 以上。逆行穿钉操作不当容易发生医源性骨折,因肱骨髁部前、后径薄,在肱骨下段后侧开槽的形态要适合交锁钉打击进入角度,且开孔必须足够大,否则易造成进钉口周围骨质劈裂。近年来,提倡以鹰嘴窝本身为入钉点,这样可增加骨折远端部分的使用长度,并为髓腔提供较直的对线复位。不过,与传统入钉点相比,此入钉点在抗阻力方面的作用减弱。

逆行髓内钉固定与顺行髓内钉固定技术在骨折复位、扩髓及置入方面基本相同。逆行髓内钉必须锁定,否则术后易穿入肘关节,影响关节功能。髓内钉在锁定时,尖端应距肱骨头关节面约 1~1.5cm,可防止损伤腋神经。在闭合切口前应仔细冲洗,将扩髓产生的碎屑冲洗干净可有效防止异位骨化的发生。

3. 外固定架固定 从严格意义上讲,外固定架固定是介于内固定和传统外固定之间的一种姑息的固定方式,其固定针进入组织内穿过两侧皮质,会显著增加并发症的发生率。外固

定架适用于严重的开放骨折伴大面积软组织损伤及骨缺损,伴发于烧伤的感染性骨不连。优点是允许对软组织进行处理,可通过动力化、牵引及加压影响骨痂的形成。因为上臂有丰厚的软组织,肩、肘关节的运动可以增加骨折延迟愈合或畸形愈合的风险,导致针道刺激,使得感染和固定针断裂的发生率显著提高。肱骨干骨折外固定通常仅限于临时固定,待条件适合改为内固定。肱骨干骨折多用单边固定方式,有多种比较成熟的外固定架可供选择,治疗成功的关键在于熟悉和正确使用,而不在于外固定架本身(图 1-1-8)。



图 1-1-8 肱骨干开放骨折 B-2 型术前,外固定架固定术后

## 七、术后治疗

术后第 2 天可在辅助下被动活动肩、肘关节,幅度逐渐增加至伤口愈合。随后可进行主动活动,当 X 线显示骨痂桥接时,可逐步开始抗阻力练习。髓内钉固定后,早期应避免抗阻力旋转运动。当 X 线显示骨痂桥接骨折端时,才可开始抗阻力旋转练习。

## 八、隐患与并发症

### (一) 桡神经损伤

肱骨干骨折后桡神经麻痹(radial nerve palsy, RNP)是长骨骨折后最常见的神经损伤。主要是由于骨折时桡神经沟处的桡神经挫伤和(或)牵拉引起的,RNP 的风险区自肱骨干中段一直延伸至典型 Holstein-Lewis 骨折的水平。发生率与伤时的暴力程度呈正相关,约为 3%~34%。一般认为 RNP 后超过 95% 的患者损伤可自愈,可先行保守治疗以减少不必要的手术及其并发症的发生,且延期修复和早期手术的最终结果是相似的。继发性桡神经麻痹或开放性骨折伴神经血管损伤需要早期手术探查。桡神经损伤后,患者应给予腕夹板固定,每日被动活动腕及手指各关节防止屈曲挛缩。损伤后 3 周行肌电图检查,以便和以后的恢复状况进行对比。伤后 12 周重新复查肌电图,如果没有发现恢复的迹象,则有手术探查和修复的指征。完全性桡神经损伤的二期修复效果一般比较满意,并不比早期的效果差。

### (二) 血管损伤

肱骨干骨折可合并肱动脉的损伤,但并不常见,开放伤和贯通伤可增加发生率。血管造影对判断损伤的有无和损伤的水平有较大的参考价值,对肱动脉损伤的处理应当非常积极,一旦怀疑有血管损伤,就应做好手术探查的各方面准备。修复动脉的损伤前应先对骨折进行固定,术前准备时可先采用压迫止血法止血。动脉壁裂伤短而洁净的可直接吻合;断端有挫伤参差不齐者,则需修整部分切除后再行吻合;吻合时血管张力过高可行自体静脉或人造血

管移植。

### (三)骨不连

不论采用何种治疗方法,通常认为肱骨干骨折一般应在4个月内愈合,如果6个月后仍无愈合迹象可诊断为骨折不愈合。肱骨干骨折中下1/3骨折不愈合率较高,由于肱骨干中段骨折,尤其是中下1/3交界处的骨折易于招致滋养动脉的损伤。开放骨折多为直接暴力致伤,软组织损伤严重,局部血运差,骨折类型也多为粉碎性,固定难度较大,而且开放的伤口容易发生感染,易于发生骨折不愈合。手术修复后骨不连的发生可能与手术技巧和内植物选择有关,包括接骨板型号不合适、骨折部位分离、螺钉固定不当或骨质减少导致的力学破坏。有研究表明接骨板和髓内钉固定中骨不连的发生率分别为5%和10%。非手术治疗导致的延迟愈合或骨不连的可能原因是软组织嵌顿、骨折端侧方移位、患者不配合、严重肥胖或严重的成角畸形。

手术是目前治疗肱骨干骨不连的首选方法,其关键在于准确复位、有效固定和植骨。常用的固定方法有接骨板、髓内钉和外固定支架等。适当的手术技术是愈合的基础,一般认为接骨板加压固定加植骨是骨不连重建治疗的“金标准”(图1-1-9)。治疗的基本原则包括:维持骨性结构的稳定,保护血运,纠正畸形,彻底清创根除感染(如存在感染)。对于短缩的骨不连,植骨至关重要。肥大型骨不连只需维持机械稳定一般可以愈合。骨不连通常合并严重的骨质减少,通过改进手术技术可减少此种情况的发生。包括使用更长的接骨板 and 更多的螺钉,螺钉孔内注入骨水泥以增强稳定性,采用锁定加压接骨板固定,为恢复骨端的活力截骨<3cm是可以接受的。



图1-1-9 肱骨干骨折不愈合

男41岁,初次为肱骨干骨折A-3型,带锁髓内钉固定7个月后骨折仍未愈合后改为接骨板固定,髓内钉取出,术后骨折愈合

影响肱骨干骨折不愈合的因素很多,不适当的固定、软组织处理及过度的骨膜剥离是导致不愈合的重要因素。术中应注意尽量减少骨膜剥离和损伤骨营养动脉的可能,严格选择内固定物,正确使用,保证达到可靠固定、骨折断端之间无异常活动,有条件的可选用带锁髓内钉、锁定接骨板或外固定架。如为粉碎性骨折,可在一期植足量的自体松质骨,以增加骨折端之间的接触面积,并可通过松质骨块内的骨髓细胞成分刺激成骨。

### (四)感染

肱骨干周围有较厚的软组织包裹且血供丰富,即使是开放骨折深部感染也很少见,患者并发糖尿病或为严重损毁伤时高发。发生深部感染时,采用常规的治疗原则。行细菌培养后静脉输入敏感抗生素,对感染的骨折彻底清创冲洗,局部灌洗,有条件的可试用抗生素珠链。

如内固定稳定则不需取出,出现松动可取出后改为外固定。

(赵明)

### 第三节 肱骨远端骨折

#### 一、肱骨远端骨折背景

- 1. 成人肱骨远端骨折比较少见,占全身骨折的 2%~6%,所有肱骨骨折的 30%。
- 2. 其中肱骨髁间骨折最为常见,老年女性多见。
- 3. 伸直型肱骨髁上骨折占成人髁上骨折的 80%多。
- 4. 而肱骨远端关节内骨折发生率更低,但是损伤暴力多较大,对其治疗要求高。
- 5. 手术治疗的关键是骨折的解剖复位、坚强固定以及早期功能锻炼。
- 6. 任何原因的长期的关节制动会导致关节僵直和功能的丧失。
- 7. 目前最新的 LCP 接骨板和锁定螺钉技术可以保证坚强的重建,完成大多数关节内骨折的重建,关节置换的使用应该慎重选择。

#### 二、肱骨远端骨折应用解剖

1. 拱桥“tie arch”(图 1-1-10A、B) 即肱骨远端骨性三角概念,即外侧柱、内侧柱、中间柱。外侧柱的主要部分是肱骨小头;内侧柱是非关节的内上髁;滑车是关节的中间柱,处在内上髁和肱骨小头之间,对关节功能而言相当于建筑学上的拱桥。肱骨远端关节内骨折后要注意滑车正常位置和宽度,不能使其变窄。三柱结构是重建过程中重点修复的结构。

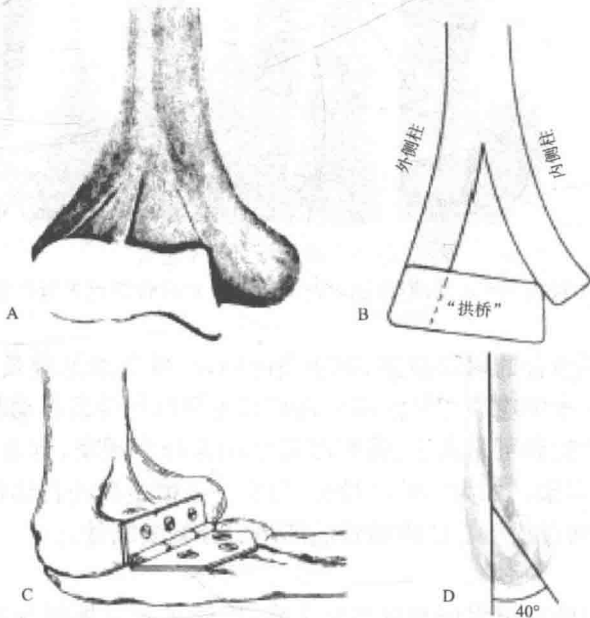


图 1-1-10 肱骨远端

A、B. 肱骨远端“拱桥样”结构;C. 肘关节功能类似一个合页;D. 肱骨远端相对肱骨纵轴前倾 40°

2. 肘关节环形稳定结构(the ring concept of elbow stability) 肘关节在冠状面、矢状面都有环形相互拮抗的稳定结构。冠状面的内侧半环结构包括内侧副韧带、冠突、内上髁;外侧半环结构包括桡骨头、肱骨小头、外侧副韧带复合体。矢状面,前侧半环结构包括冠突、关节囊、肱二头肌;后侧半环结构包括鹰嘴、后关节囊、肱三头肌。环形结构中一处损伤整个环形结构是稳定的,如果两处以上出现损伤,环形结构会丧失稳定性,必须给以修复。

3. 肱骨远端前倾角 肱骨远端相对肱骨纵轴前倾  $40^{\circ}$ (图 1-1-10D)。

4. 提携角 肱骨滑车桡侧低于尺侧,约差 5~6mm,滑车关节面倾斜,肱尺关节也倾斜,所以肘关节完全伸展时,形成外翻提携角,男性  $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,女性  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ (图 1-1-11)。

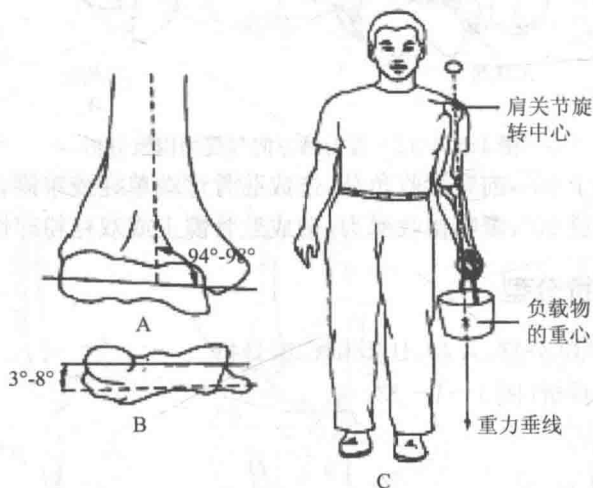


图 1-1-11 肱骨远端

A. 肱骨滑车与肱骨纵轴外翻呈  $94^{\circ}\sim 98^{\circ}$ ; B. 肱骨滑车在肘关节屈伸过程中外旋  $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$ ; C. 上肢伸直位提重物时,提携角避免了骨盆的影响

5. 髓腔末端 位于鹰嘴窝上 2~3cm,髓内钉过长会导致骨折。
6. 肘关节前方的冠状窝以及后方的鹰嘴窝在关节运动的全过程不能有任何阻挡,但可以有部分缺损,不必植骨。
7. 外侧柱后方没有关节软骨是接骨板放置的理想位置,需要注意此处  $15^{\circ}$  的前倾角。
8. 侧副韧带是维持肘关节稳定的重要结构,损伤后应予以修复。

### 三、肱骨远端骨折损伤机制

1. 低能量损伤 多见于中老年妇女,摔倒时肘关节直接撞击地面;或者上肢伸直位手部撑地,力沿前臂传导至肘关节。骨质疏松是主要矛盾,锁定接骨板技术可以使固定更加牢固。
2. 高能量损伤 多见于年轻人,主要摩托车事故或运动损伤,合并伤常见。
3. 异位骨化 常见于颅脑损伤的患者,更常见于内固定的延误以及被动的牵拉康复训练。
4. 骨折线方向与受力因素分析(图 1-1-12)。

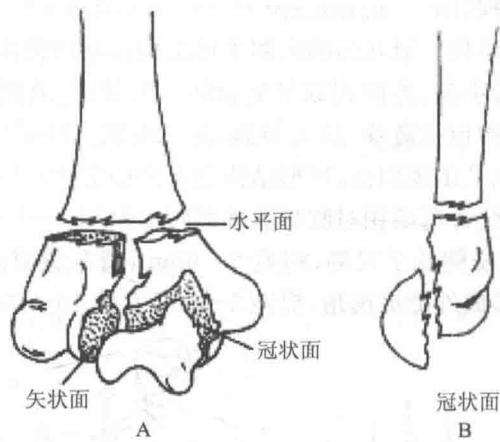


图 1-1-12 骨折线方向与受力因素分析

- (1)肘关节屈曲小于  $90^{\circ}$ ，前臂接收负荷，造成肱骨远端单柱或单髁骨折。
- (2)肘关节屈曲超过  $90^{\circ}$ ，鹰嘴接收暴力，造成肱骨髁上或双柱粉碎性骨折。

四、肱骨远端骨折分型

肱骨远端骨折的 AO 分型：A 型、B 型和 C 型骨折。

- (1)AO 分型 A 型骨折(图 1-1-13)

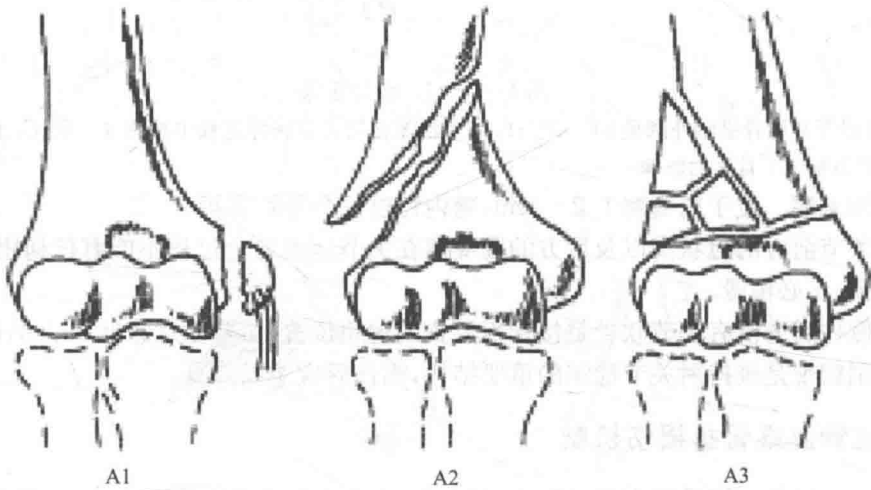


图 1-1-13 肱骨远端骨折 AO 分型：A1 型、A2 型、A3 型

- (2)AO 分型 B 型骨折(图 1-1-14)

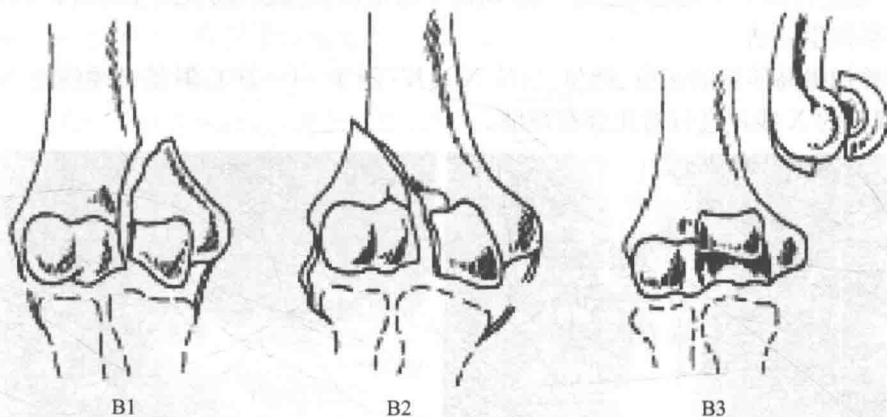


图 1-1-14 肱骨远端关节内骨折 AO 分型: B1 型、B2 型、B3 型

(3) AO 分型 C 型骨折(图 1-1-15)

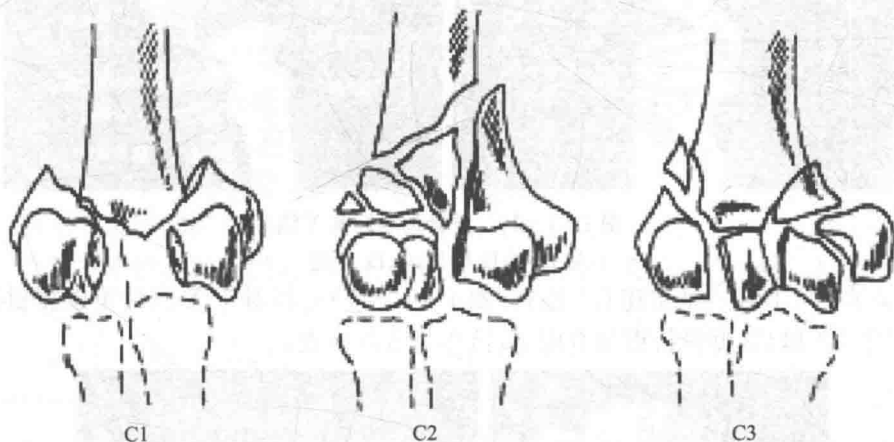


图 1-1-15 肱骨远端关节内骨折 AO 分型: C1 简单关节内, 单纯干骺端; C2 简单关节内, 粉碎干骺端; C3 关节内及干骺端均为粉碎骨折

## 五、肱骨远端骨折的术前评估

### (一) 临床评估

1. 骨折移位、肢体肿胀程度不同, 患者的症状和体征区别很大。

(1) 肘关节严重肿胀, 体表标志往往不能清楚触及。

(2) 粗略判断尺骨鹰嘴、内侧髁、外侧髁是否呈现一个等边三角形。

2. 肘关节活动过程中出现骨擦音、关节不稳定, 均提示骨折的存在。

不要反复尝试诱发骨擦音, 该过程中可能引起神经和血管损伤。

3. 神经和血管的功能评估非常重要, 尽管发生率不高。

(1) 近端骨折块的末端可能刺穿、挫伤桡动脉、正中神经以及桡神经。

(2) 因为良好的肘关节侧支循环, 即使肱动脉损伤也可以触及远端动脉搏动。

4. 当严重肿胀发生时反复检查神经血管功能、监测筋膜间室压力。

(1) 肘窝肿胀可能引起的血运障碍、筋膜间室综合征、Volkmann 缺血挛缩。