

# 骨片固定系统用于关节内和关节周骨折

The Fragment Fixation System in Intra-articular and Pertarticular Fractures

T.Gausepohl and D.Pennig

姜育智 译

( source from : Orthofix External Fixation in Trauma and Orthopaedics,375-395 )

## 历史

在 1969 年，一组世界知名的骨科医生，他们全部是 AO 的成员，发明了骨合成技术。他们第一次试图从尸体、动物实验以及临床结果获得的生物机械信息用于规范骨片的固定。在此之前，关于此的处理已经出现了许多方法，每一医生都有自己喜欢的方法，其中一些做得相当成功。不过，这要归功于 AO 小组，是他们收集了大量的关于骨折治疗和骨折愈合的信息，然后将他们的经验汇总成册。但是，即使在今天，有关骨片的安全固定都是一个值得讨论的话题。原因在于没有一种方法可以解决所有的问题，或同一个问题存在许多解决方法，何况每一种方法在针对某一骨折情况都有各自的优势和不足。因此，考虑到在过去 30 年中新材料的发展，我们有必要对现存的技术和方法进行再回顾和再评价，并将它们与处理这些问题的新方法进行比较。

但是，在讨论之前，本文仍然强调骨折护理的基本原则：

- 1、稳定的解剖复位
- 2、早期功能活动

AO 小组强调螺钉和钢板固定，“骨片间加压”等流行语长期以来仍然是获得可靠固定的关键，为了达到这种目的，他们特别强调特殊设计的螺纹，在关于如何精确地事先钻孔和事先攻螺纹于最适合的螺孔方面建立了细致的手术步骤，工程师也致力于螺钉和骨的界面的优化，发明了各种不同的螺钉用于皮质骨和松质骨。

虽然，到目前为止，这些工作的好处还不确定，但这种观点是不可阻挡的。回顾过去一

个多世纪的创伤外科，我们发现这样一个事实：无论一个外科医生遵循哪一种流派，所有的技术革新中都存在最简单的手术技巧。在其全部技术装备中，永远都少不了一种工具，那就是“K 氏针”。如果我们扪心自问，为什么这么简单的工具却从不落伍，答案很简单：就是简化。当发明一种新的材料和技术时，我们应当永远不要忘记这一事实。

### **常规螺钉设计的技术特色**

以前，外科医生从其它工艺品中借鉴到的成熟的原则。因为，骨看起来可以和木头相比拟，因此，螺钉的设计也首次模仿木螺钉。但 1912 年，Sherman 在一篇有关钢板和螺钉的文章中认为：“当半自攻螺纹的机器用螺钉满足了所有的要求，再使用木螺钉已经没有任何机械方面的根据了，因为前者固定能力更强，更容易插入。”木螺钉和机器螺钉的主要区别是，木螺钉有一锥形的芯，而机器螺钉芯直径一致。另外，木螺钉与机器螺钉相比有更大的斜坡（见图 1），标准皮质螺钉是由 AO 小组发展起来的，钉芯直径一致，螺纹斜坡与木螺钉相似（见图 2），这种螺钉需要事先准备好螺孔，并事先攻螺纹，尤其是用于皮质时。按照工业标准，斜坡的设计已经得到了改进，允许进行更多的骨片间加压。

### **骨片固定系统的原则**

我们回到简单性的原则上。在骨片固定发展过程中，从简单的 K 氏针（针的把持力不可靠）到复杂的 AO 历史

在 1969 年，一组世界知名的骨科医生，他们全部是 AO 的成员，发明了骨合成技术。他们第一次试图从尸体、动物实验以及临床结果获得的生物机械信息用于规范骨片的固定。在此之前，关于此的处理已经出现了许多方法，每一医生都有自己喜欢的方法，其中一些做得相当成功。不过，这要归功于 AO 小组，是他们收集了大量的关于骨折治疗和骨折愈合的

信息，然后将他们的经验汇总成册。但是，即使在今天，有关骨片的安全固定都是一个值得讨论的话题。原因在于没有一种方法可以解决所有的问题，或同一个问题存在许多解决方法，何况每一种方法在针对某一骨折情况都有各自的优势和不足。因此，考虑到在过去 30 年中新材料的发展，我们有必要对现存的技术和方法进行再回顾和再评价，并将它们与处理这些问题的新方法进行比较。

但是，在讨论之前，本文仍然强调骨折护理的基本原则：

- 1、 稳定的解剖复位
- 2、 早期功能活动

AO 小组强调螺钉和钢板固定，“骨片间加压”等流行语长期以来仍然是获得可靠固定的关键，为了达到这种目的，他们特别强调特殊设计的螺纹，在关于如何精确地事先钻孔和事先攻螺纹于最适合的螺孔方面建立了细致的手术步骤，工程师也致力于螺钉和骨的界面的优化，发明了各种不同的螺钉用于皮质骨和松质骨。

虽然，到目前为止，这些工作的好处还不确定，但这种观点是不可阻挡的。回顾过去一个多世纪的创伤外科，我们发现这样一个事实：无论一个外科医生遵循哪一种流派，所有的技术革新中都存在最简单的手术技巧。在其全部技术装备中，永远都少不了一种工具，那就是“K 氏针”。如果我们扪心自问，为什么这么简单的工具却从不落伍，答案很简单：就是简化。当发明一种新的材料和技术时，我们应当永远不要忘记这一事实。

以前，外科医生从其它工艺品中借鉴到的成熟的原则。因为，骨看起来可以和木头相比拟，因此，螺钉的设计也首次模仿木螺钉。但 1912 年，Sherman 在一篇有关钢板和螺钉的文章中认为：“当半自攻螺纹的机器用螺钉满足了所有的要求，再使用木螺钉已经没有任何机械方面的根据了，因为前者固定能力更强，更容易插入。”木螺钉和机器螺钉的主要区

别是，木螺钉有一锥形的芯，而机器螺钉芯直径一致。另外，木螺钉与机器螺钉相比有更大的斜坡（见图 1），标准皮质螺钉是由 AO 小组发展起来的，钉芯直径一致，螺纹斜坡与木螺钉相似（见图 2），这种螺钉需要事先准备好螺孔，并事先攻螺纹，尤其是用于皮质时。按照工业标准，斜坡的设计已经得到了改进，允许进行更多的骨片间加压。骨片固定系统的原则

我们回到简单性的原则上。在骨片固定发展过程中，从简单的 K 氏针（针的把持力不可靠）到复杂的 AO 技巧（改进了把持力），外科医生的操作变得越来越复杂。AO 螺钉技巧的局限性与必须固定的骨片的大小相关联。特别是在手外科，经常需要固定极小的骨折片，例如，第三指伸肌腱的骨性撕脱，骨性副韧带的撕裂，由众多小的骨片组成的指骨的粉碎性骨折，因为我们不愿意失去螺钉固定的优势，在没有更好的固定工具时，K 氏针又一次表现出优势。

新设计的骨片固定系统，集中了 K 氏针和螺钉的优势，每一枚都有一三棱的尖端，与 K 氏针类似，以及机器螺纹和一抛光的杆。因为逐渐增粗的杆与螺纹部分，螺纹和杆相联系的“肩”类似于螺纹头。必要时，可通过使用垫圈增加“肩”的尺寸，垫圈置于盒前的槽中，只有在中型和大型骨片固定系统中才会用到。

与常规螺钉一样，骨片固定系统的螺纹部分有不同规格的长度，有 3 种不同的直径。最小的螺纹直径是 1.2mm，仅仅用于手外科中极小的骨折片，在小型骨片固定系统中，未配备垫圈。因为如果小型骨片固定系统用垫圈的话，那么，很有可能使用再大点的骨片固定系统。中型骨片固定系统螺纹直径 1.6mm，配备垫圈，中型系统用于治疗手和足的骨折。大型骨片固定系统螺纹直径 2.2mm，可配备垫圈，也可不配备垫圈，适用于长骨的关节间和关节周骨折。

## 螺钉的设计和把持力

以前的实验 ( 1997 , Rovinsky 等进行的实验 ) 对比了 4.0mm 的松质螺钉和 2.2mm 骨片固定系统固定踝内侧骨折 , 表明二者具有显著的把持力 , 为了比较机器螺钉和常规松质钉和皮质钉的把持力 , 我们使用同种测试材料进行实验 , 测试材料切割成直径 13mm 的块状 , 3.5mm 和 2.7mm 的皮质钉 , 事先都已攻螺纹并且是自攻螺纹的皮质钉 , 可以和 4.0mm 事先钻孔和事先攻螺纹的松质钉一样插入测试块 ( 见图 3 ) 测试块置于生物机械测试机上 , 以同样的速度 ( 每秒 0.1mm ) 将螺钉从测试块拔出 , 记录最大把持力 , 每一种类型至少测试 20 枚螺钉 , 结果与直径 1.2mm、1.6mm、2.2mm 的骨片固定系统的把持力进行比较 , 结果显示 , 不管螺钉的直径如何 , 4.0mm 的松质钉和 3.5mm 的带自攻螺纹的皮质钉并无统计学上的差异。同样 , 2.7mm 的皮质钉和 2.2mm 骨片固定系统也无显著性差别 , 骨片固定系统和皮质钉的把持力一样好 , 但是骨片固定系统的直径比皮质钉的直径小 0.5mm。在第二组测试松质骨把持力的实验中 , 从牛的肱骨头上切削直径 13mm 的骨块 , 和前述的实验一样插入不同的螺钉和骨片固定系统 , 并均置于测试机上 , 结果显示骨片固定系统显著优于常规设计的松质钉。事先攻螺纹的直径 3.5mm 的皮质钉和直径 2.2mm 的自钻与自攻螺纹的骨片固定系统相比无显著性差别。

## 加压的影响

不言而喻 , 在正常的情况下 , 连续性螺纹的螺钉无加压作用 , 它只是具有两片骨片简单地连在一起的作用。而在某些临床条件下 , 我们可以观察到骨片固定系统具有某些加压作用。如果仔细观察这种现象 , 我们发现原因很简单。在两种情况下会产生加压作用 , 例如 , 用骨片固定系统将一游离的指骨 ( 见图 4 ) , 固定系统从一侧骨松质开始拧 , 螺钉的尖端朝向对侧骨皮质 , 然后用复位钳复位 , 当拧骨片固定系统时 , 移植物在骨内产生一螺纹 , 此螺纹逐

渐推进，直至其尖端碰到对侧骨皮质，此时，移植物碰到对侧坚硬的骨皮质的阻力，螺纹不再向前推进，而是做了几个旋转，使得松质骨内本来与骨片固定系统接触的螺纹剥脱，产生近端滑动孔和远端螺纹孔。另一种相似的情况是当骨折间隙需要紧密闭合时，在骨片固定系统的末端加垫圈，当骨片的皮质部分与垫圈接触时，产生加压作用。

## 插入方法

和简单的 K 氏针一样，骨片固定系统可以装在钻头上，因此，插入时无需事先钻孔或事先攻螺纹。在这一方面，它和 K 氏针一样操作简单，但材料上有一定区别。K 氏针在插入骨时，会发生一定的弯曲，而用于骨片固定系统的钢材却可以和螺钉材料相媲美，我们不希望它发生弯曲，而且弯曲也是不可能的。它只会发生变形和折断。

插钉的第一步是骨折复位，(如图 5) Web 氏复位钳用于大趾近端趾骨关节内骨折的骨片间加压，重建关节面，最重要的是 X 线显示关节间隙完美。第二步是估计所需的骨片钉长度，长度在术前 X 线可以测定，也可以在术中 CP 机下将骨片固定系统重叠于骨上确定。先使用经皮穿针技术，骨片固定系统刺入皮肤，尖端附着在骨上；接着开始钻，直“碰到近端骨皮质；然后用第二枚骨片钉防止旋转，获得旋转固定；再行侧位透视确保两枚钉都已正确插入；最后是用 K 氏剪剪断多余部分。在皮下组织足够厚的地方，尖的钉尾应埋入皮下。在诸如指或趾的地方，埋入皮下有时是不可能的。因此在这些情况下，钉尾外露，外露部分缠绕无菌敷料，钉一直位于原地，直至骨折愈合。正常情况下，置钉时间为 6 周，在功能活动阶段取钉。若要延长骨片固定系统的植入时间，如用于关节固定术时，就应将钉尾部分剪短，足以埋入皮下，原因是减少皮肤感染的机会。

## 骨片固定系统的临床应用

## 在上肢的应用

### 手部

如图 6 示第三指骨伸肌腱的骨性撕脱，对于该小骨片，尖端经过皮肤，置于骨片上，施加轻微的压力，骨片就可回到解剖位，骨片的正确位置应在 CP 机上确认，然后缓慢地推进钉，直至钉的肩抵在骨片的皮质上，然后剪断钉杆的外露部分，体外遗留 2mm，便于拔钉。前 3 周使用一特殊夹板固定，制动该关节，6 周后拔钉。有时也可不用 1.6mm 的骨片钉，而改用两根 1.2mm 的骨片钉更有优势。也可用复位钳进行复位。理想的固定是两根针成会聚方式插入（见图 7），因为运用这种固定，可消除伸肌腱牵拉对骨片造成的滑动的影响。

图 8 示为一例腕掌关节脱位的不寻常病例，为了复位，于第三掌骨骨干近端打入骨片固定系统，该骨片钉“操纵杆”的功能，可在 CP 机下进行闭合复位，为了维持复位，可用带垫圈的中型骨片固定系统从第五掌骨基底打入，进入第四掌骨，近端脱位解剖复位后，第四、第五掌骨头之间宽的间隙提示掌骨间远端韧带撕裂，因此，用带垫圈的中型骨片钉系统在第五掌骨头下区插入，当骨片钉的尖端碰到第四掌骨皮质时，垫圈接近第五掌骨骨皮质，然后继续推进至第四掌骨，随着垫圈挤压在骨皮质上，产生加压作用，直至掌骨间距离得到矫正。术后拍片，愈合后，拔钉。

### 腕关节和远端桡骨

在上肢骨折中，带螺纹的针有很多适应症，在可以用螺钉和 K 氏针的地方，也可用骨片钉系统。

例如，在远端桡骨的粉碎性骨折中，很多外科医生加用克氏针来固定骨折片。但现在，可用骨片固定系统来替代，因为骨片固定系统带螺纹的部分可于松质骨上提供更大的把持力，特别适合于骨质疏松的老年人，而且和克氏针一样，骨片固定系统可以经皮穿针。

在桡骨尺侧的桡尺韧带的骨性撕脱，可在透视下用微创技术进行再固定，在此，推荐使用带垫圈的中型骨片固定系统。

通常，背侧的不稳骨折可用微创技术处理，骨片钉或者可从桡侧经皮插入，或者可行小切口，从伸肌腱间隙背侧进入。然而，如果骨折显示掌侧不稳定时，应当在掌侧进行处理。因为必须在透视下对骨折进行复位，桡骨远端掌侧的切口更广泛，这种骨折通常用钢板，现在我们推荐使用有限的外科切口加迷你钢板，再结合带垫圈的中型骨片固定系统，可变形迷你型钢板特别适合于桡骨远端掌侧。在复位后，用带垫圈的中型骨片钉并结合该钢板进行处理，按照不同的骨折情况，骨片钉可从各个方向插入钢板孔（见图 9）中，然后剪断多余部分，钉尾部分被旋前肌覆盖。微创骨固定技术可以提供坚强的固定，防止掌骨二次移位，我们经常使用该技术并结合跨关节腕外固定支架，必要时，可用两块迷你型钢板置于桡骨远端的尺侧和桡侧，以对抗不稳（见图 10）。

## 肘关节

肱骨远端的骨性撕脱可用骨片固定系统处理，例如肱骨内髁的骨折（见图 11），带垫圈的中型和大型骨片钉都可以进行处理，当副韧带撕裂必须重新固定在骨上时，可用带塑料垫圈的骨片固定系统（见图 12），该技术可以可靠固定韧带和骨，并扩大韧带和骨的接触范围。韧带用两把镊子或钳子固定于原位，然后缓慢插入骨片钉，直至塑料垫圈压在韧带与骨上。（见图 13）



## 桡骨头骨折

桡骨头骨折分为头内和头下骨折，还有一种罕见型，即两种骨折类型的结合型。第三型为极不稳定型，常常需要桡骨头切除。在桡骨头切除后，后遗症是远端桡尺和桡腕关节持续性疼痛，因为，在桡骨头切除后，桡骨近端活动导致远端尺骨相应的过伸。因此，应尽可能地重建桡骨头。在重建多发性的桡骨头骨折片时，中型骨片钉系统更有帮助，图示 14 桡骨头头内骨折成三片并合并头下骨折，第一步是重建桡骨头，使用无垫圈中型骨片钉可简化手术技巧，骨片钉插入骨折片，像操纵杆一样，恢复解剖复位，一旦解剖复位，缓慢地将针插入邻近的骨折片，没有必要预先钻孔或事先攻螺纹，成功后，剪断多余部分，并关闭伤口。因为剪断时，往往遗留一尖尾，因此应尽可能多剪，使其接近桡骨头软骨覆盖面，在本例中伴随的头下骨折也可用中型骨片钉系统处理，在桡骨头重建后，进行适当的解剖复位，打钉从桡骨头一侧进入，斜行方向打入，止于桡骨皮质对侧。只要钉不影响前臂旋转，就可以不拔钉。骨折愈合后，在旋前和旋后时，病人反映无疼痛感，只是感“刮擦感”。如果超声探测有慢性关节内渗出，就应拔钉。原则是骨折愈合后，拔钉。

## 鹰嘴骨折

固定鹰嘴骨折有多种方法。使用张力钢丝缠绕这种最常用的方法，可提供足够强度的固定，早期活动。骨片钉可替代 K 氏针，从鹰嘴尖端斜行插入，止于尺骨腹侧皮质。使用带垫圈的大型骨片钉，背侧切口暴露骨折点，肘关节清除血凝块，从鹰嘴尖开始，用两枚骨片钉呈平行或稍呈 V 形状穿过骨折点。对于松质骨坚硬的年轻人，骨片钉可固定在松质骨上；对于骨质疏松的老年人，应将螺纹部分固定于尺骨腹侧的皮质上；对于年轻人，骨片钉固定已经很好，无需再行张力钢丝缠绕；对于严重的骨质疏松病人，或对骨片钉的固定力有疑问者，可再加张力钢丝缠绕。肘关节仅在术后早期制动，直至一般伤口开始愈合，在前三周，

可被动活动；然后，才可主动活动。也可用迷你型钢板加用中型骨片钉。（见图 15）

### 肱骨远端骨折

肱骨远端关节内骨折常常需要开放性复位和内固定，主要目标是维护关节面的完好对位和产生足够的稳定，允许肘关节早期被动活动。这些骨折最常见后遗症是严重的运动功能丧失。内固定常用螺钉和钢板，单用中型、大型的骨片钉或结合常规固定技术有助于减小外科切口。手术也可通过结合使用单边肘外固定支架。（见图 16）

### 肱骨近端和肩胛骨的骨折

大粗隆的孤立性骨折可用带垫圈的大型骨片钉可靠固定，对于多发性肱骨近端的骨折，也可结合其它技术，大的带软骨的骨片可用 T 型钢板固定，小的附着于肩袖的骨片可用骨片钉固定，由于这里的软组织主要由三角肌组成，且腋神经行程经过这里，因此最好行开放性手术。关节盂的骨折也同上所述。

### 骨片固定系统在下肢的应用

#### 髌部和膝关节

正如以前所说，骨片钉也适用于松质骨，除了严重骨质疏松的病例，可用大型骨片钉系统对大转子进行固定，和鹰嘴骨折的处理一样，使用骨片钉也要加用垫圈，如果骨质差，也可加用钢丝。

髌骨的骨折常常用螺钉，K 氏针结合钢丝进行处理，也可用中突蛇管凸髌骨撬棍撬动（图 7）首先用大型复位钳将远端的骨折片复位，然后打入两根平行的骨片钉，再复位平行的骨折线，与前两根垂直，再平行打入两根骨片钉，为提高稳定性，也可用

钢丝框，没有必要进行长期术后制动，在伤口愈合后，早期被动活动，使关节屈曲活动至少达到 90 度，对年轻人而言，简单的垂直性和平行性骨折，由于骨质好，使用中型和大型骨片钉就足够。经皮穿针即可，因此减少医源性创伤。

图 18 示胫骨粗隆撕裂的病人用三根带垫圈的骨片钉复位和固定，近端胫骨单髁骨折可用两根适当长度的大型骨片钉进行经皮固定，打钉前，先用复位钳复位，在透视下，沿胫骨关节线平行插入骨片钉，对于更多的胫骨平台的粉碎性骨折（图 19），可用开放性复位和内固定进行处理，常用 T 型和 L 型钢板固定内外髁，有时不可避免要行骨移植。在很多情况下，可用骨片钉代替，可用中型和大型骨片钉直视下髁下插入，这些钉只要不影响膝关节功能，就不建议拔钉，因此它们应剪得尽量短，靠近骨面。在严重的股骨远端粉碎性骨折中，应首选倒打钉固定，另外，小的骨片可用骨片钉处理，术后 X 线示股骨远端多处运用骨片钉，膝盖骨部分重建，也用骨片钉进行处理，在术后 4 月拍片，示骨折处于愈合期，此时可建议病人完全负重。在整个治疗期，不拔除骨片钉。

### 胫骨远端和踝关节

腓骨远端骨折通常行开放性复位，拉力螺钉进行骨片间加压。W 氏 C 型骨折中，常常碰到骨性撕裂，特别是腹侧胫腓韧带的骨性撕裂，这时，由于骨折片很小，因此使用常规的螺钉处理往往很复杂，而用骨片钉则很简单地固定骨折片和韧带，推荐使用塑料垫圈，也可以使用骨片钉和钢板，在踝关节骨折中，内踝往往需要行开放性复位，因为有骨膜嵌入，在骨折处清创后，两枚带垫圈的大型骨片钉往往是简单而安全的处理。在插入骨折片后，可在透视下或直视下进行复位，然后简单地推进直至垫圈抵在近侧骨皮质上，操纵杆的功能在严重性粉碎性胫骨匹隆骨折中特别有用（见图 20）。骨折的主要问题是软组织很薄，不能行广泛性切开，也可用外固定支架帮助复位，然后用大型骨片钉插入骨折片，一般插两枚骨片钉。

## 足 部

不言而喻，骨片钉用于处理足部骨折和手部骨折一样有用，在这里有很多适应症，第五跖骨底的骨折用骨片钉可很容易处理（见图 21），必要时，使用开放性复位。

也可用于矫正拇外翻，第五跖骨的矫正性骨切术。

## 拔钉技术和拔钉时间

以前认为，当插入骨片钉时，插钉时间和其它常规螺钉一样长，需一年或更长时间。但是我们注意到，在拔钉时，与皮质钉相比，往往需要更大的力，似乎螺纹产生了一堵墙，特别在松质骨中更是如此。另外与墙有关的现象使我们很少看到骨片钉发生移位，在内踝骨折后，用松质钉加骨片钉进行固定，几周后，我们发现螺钉发生移位现象，但骨片钉却一直位于原位。因此，我们现在倾向于在 3 - 6 月内早期拔钉，为便于拔钉，我们设计了取钉器。

## 参考文献

- 1.Asnis S.E, Ernberg J.J., Bostrom M.P, Wright T.M., Harrington R.M, Tencer A., Peterson M. 'Cancellous Bone Screw Thread Design and Holding Power.' J Orthop Trauma 1996 10(7): 462-9.
- 2.Muller M.E., M. Allgower, H. Willenegger: Mattual Der Osteosynthese. Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, New York, 1969
- 3.Pennig D., Gausepohl T., Lukosch R., Der Einsatz von Fixationsstiften zur Fragmentstabilierung in der Handchirurgie.'Handshirurgie-Mikrochirurgie Plastische Chirurgie 1994 26:270-4.
- 4.Rovinsky D.,Q.Lin,G.Patement,S.Robinovitch:Evaluation of a New Method of Small Fragment Fracture Fixation.In press
- 5.Sherman W.O.'Vanadium Steel Bone Plates and Screws.' Surgery, Gynecology and Obstetrics,1912Vol.XIV:629-34.
- 6.The Orthofix Fragment Fixation System.Technical Monograph.