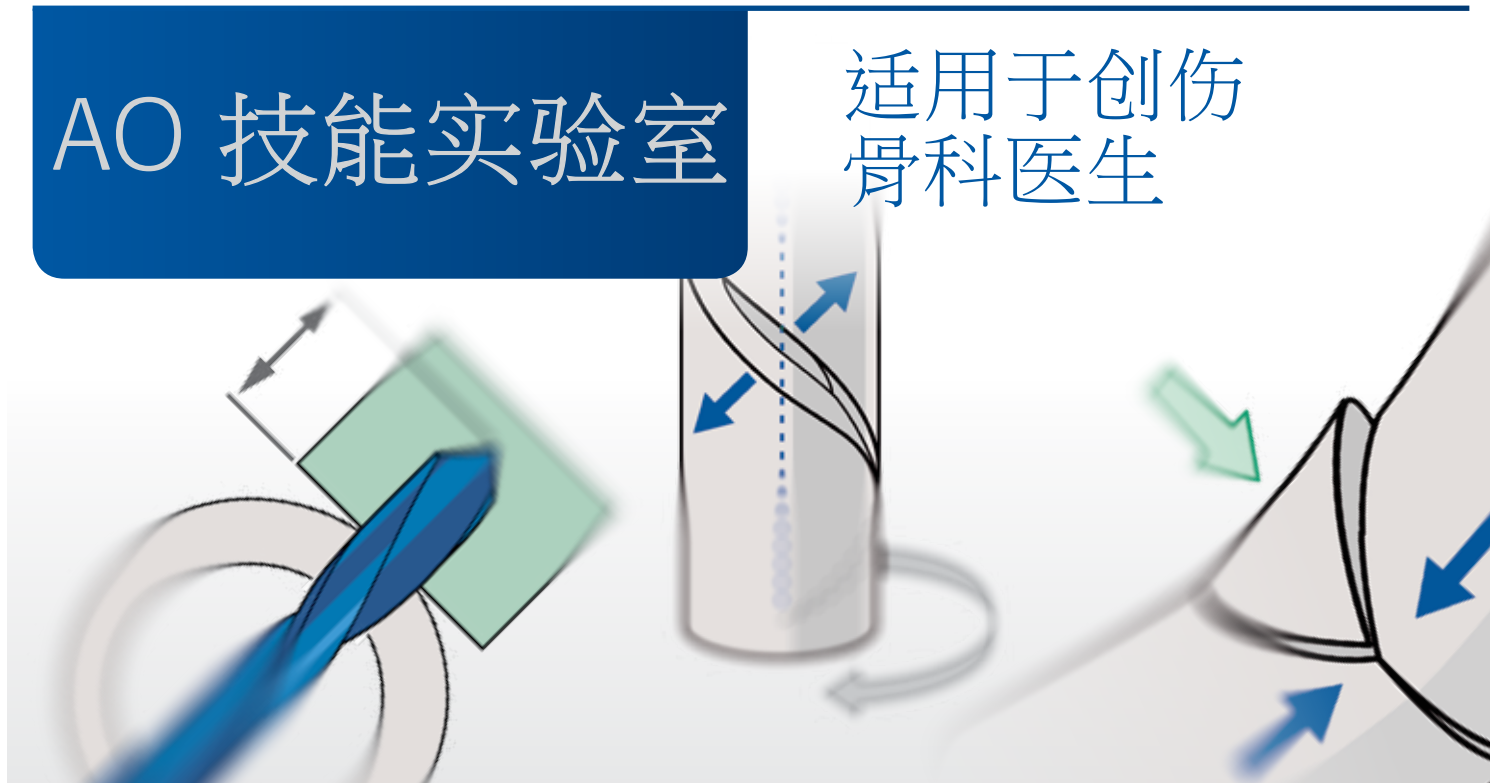


AO 技能实验室

适用于创伤
骨科医生



常见问题（FAQ）

标题：使用螺丝刀

什么是异扣？

适当的异扣有助于更好地控制和扭矩。它可预防耦合机制的损坏；如果异扣机制损坏，会在取出植入物时出现问题。

如何正确地握住螺丝刀？

用两只手指或用整只手握住螺丝刀，是两种最常见的使用方法。试用这些方法或不同的方法，然后讨论哪种手法有助于更好地控制和产生扭矩。

标题：拧紧螺钉

拧紧螺钉时获得最佳扭矩的重要意义是什么？

植入物是机械装置，需要在特定条件下才能发挥最佳作用。对于皮质骨钉来说，已证实施加 60–85% 骨骼所能承受的最大扭矩，确保螺钉对骨骼有最好的把持而不松动（拧得过紧的螺钉会脱节，而拧得过松的钢板或螺钉则会松脱）。

如果螺钉拧得过松或脱节会怎样？哪一种情况更糟？

这两种情况下都会影响固定。如果螺钉拧得过松将产生部分固定作用但未达到最佳固定效果，因为通过摩擦产生的负荷转移会减少。如果螺钉脱节就会失去几乎所有的固定强度。所以螺钉脱节较螺钉拧得过松更糟。

为什么我们不能使用限力改锥？

皮质骨钉的把持和固定取决于螺钉和骨质。由于人与人之间的骨质差异很大，因此不可能研发这样的设备。

拧紧的非锁定螺钉与锁定螺钉有区别吗？

锁定螺钉直接固定在钢板上；您不会感觉到皮质骨钉的皮质骨紧固力，因为它们直接锁定在钢板上。

钢板上的螺钉错误地拧紧会产生差别吗？

直接固定在最临近骨折任何一侧的螺钉会抵销钢板上大部分的拔出力，因此这些螺钉拧得过紧或过松会更加影响钢板的固定。

如果意外出现螺钉脱节怎么办？

螺钉脱节后将失去作用，可以将螺钉取出（让钢板孔留空）或重新固定在不同的方位。

我怎样才能获得最佳的拧紧螺钉的技能？

在模拟操作（如在这次练习中），与外科主治医师一同手术的过程中，或在单独手术的过程中（通过反复试验）。

测试您的手术技能

接骨螺钉的扭矩指标

任务

- 1 将电动螺丝刀插入螺钉头，适当契合；整个过程中让螺丝刀契合同一个螺钉
- 2 拧紧螺钉，直至您感觉达到最佳扭矩
- 3 按下屏幕上的标记按钮
- 4 在最佳扭矩上加大力度，让骨内的螺纹脱节
- 5 再次按下屏幕上的标记按钮，并分析结果
- 6 采用不同的螺钉和不同的骨模型，重复上述步骤

学习目标

- 在不同的骨质组织中感受并实现最佳扭矩
- 练习什么是螺过紧和过松的钉拧
- 探究螺丝刀插入螺钉头时可能出现的问题

主要重点

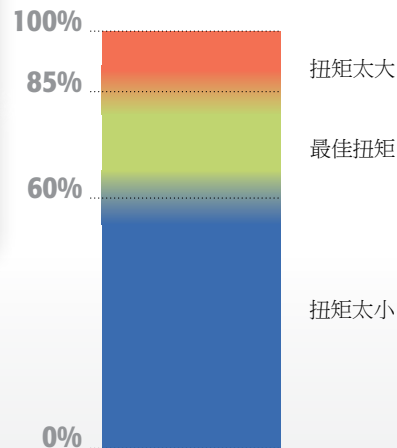
最佳扭矩应为骨骼所能承受最大扭矩的 60% 到 85% 之间

螺钉的最佳拧紧程度

螺钉的拧紧程度应为其最大扭矩的 ~60% 到 ~85% 之间

- 如果**扭矩太大**，螺钉与骨之间的接触面会被毁坏，紧固力会丧失
- 如果**扭矩太小**，螺钉无法传导施加其上的力度

测得的扭矩



常见问题（FAQ）

如果我用力穿透会发生什么？

这意味着您已经穿透软组织，可损伤软组织结构，如血管或神经。

如何避免穿透软组织？

有几种避免插入过深的手法，如使用较短的钻头或使克氏针突出圈卡盘的部分较短。使用尖锐器械减少施加在钻头上的压力也至关重要。探讨如果自己站在不同的位置或用一只手或两只手握住钻头会对插入过深有什么影响。如果时间允许，再次练习，以改善这些因素。

为什么钻头会变钝？

钻头不仅因钻通骨骼而会变钝；经过清洁/消毒过程和/或储存不适当时，它们也会在与其他工具发生摩擦时变钝。例如在日常生活中，您会将工具箱内的钻头分别放置在不同的隔间以便它们彼此互不接触。这不仅用于陈列放置，也可通过避免接触摩擦保持锋利。

干骺端或骨质疏松的骨骼穿孔时您是否能感觉到第二层皮质骨？

在钻头穿过第二层皮质骨时您可能感觉不到，因为干骺端和骨质疏松骨骼的骨皮质很薄且纤细。因此在穿过这些类型的骨骼时您应该特别小心。

测试您的手术技能

钻孔过程中的软组织穿透

任务

- 1 观察锋利和钝的钻头之间的差别
- 2 使用锋利或钝的钻头或克氏针穿过两层皮质骨钻孔；尽量减少软组织的穿透
- 3 检查软组织穿透的损伤程度

学习目标

- 学习辨别锋利和钝的钻头
- 体会穿透对侧骨皮质的感觉并比较使用钝钻头和锋利钻头或克氏针的差别
- 评估软组织和神经血管结构可能的损伤

主要重点

- 使用锋利的钻头避免不受控制而穿透肌肉、神经和血管
- 必须替换钝的钻头

观察钻头顶端的表面



锋利的：顶端无光反射

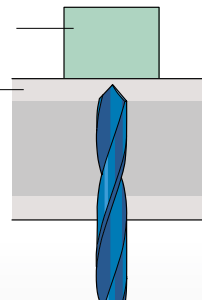


钝的：顶端有光反射

方法

橡皮泥代表
软组织

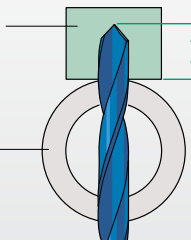
骨骼



穿透深度的测量

橡皮泥代表
软组织

骨骼



常见问题 (FAQs)

为什么会出现热坏死？

因为钻头或克氏针旋转穿过皮质骨，产生摩擦。最终摩擦成为产热的来源（例如，摩擦双手会产生热量）。

什么因素影响发热？

摩擦产生热量，所以凡是能产生更多摩擦的因素都会产生更多的热量。因此，通过使用更大的钻头或克氏针将会有更多的表面面积受到摩擦。调节速度和进给量也可产生同样的结果：器械的锋利程度和施加的压力大小影响这种速率。如果您有一个更锋利的钻尖，并向其施加更大的压力，您将获得更快的进给量。更快的进给量减少两个表面的接触时间，从而减少摩擦，因此产生更少热量。

我如何预防钻孔引起的热坏死？

最近的文献证实 [1] 减少发热 (并因此导致热坏死) 的一个最有效的方法是冲洗, 这可以很容易地在手术室里用生理盐水完成。减少热量的另一种有效方式是使用锋利的钻头, 它也具有减少软组织穿透的益处, 如 B 研习站所见 (钻孔过程中的软组织穿透)。

热坏死如何改变骨固定？

通过查看海报上的图解这很容易理解。由于热量，钻头周围形成了圆锥形的损伤区域，这个区域正是螺钉紧固在骨骼上的部位。如果骨骼的这个区域坏死，必须进行重建，便于以后松开螺钉固定物。死骨也是细菌感染的活跃部位。

参考文献

- 1 **Augustin G, Davila S, Mihoci K, et al** (2008) Thermal osteonecrosis and bone drilling parameters revisited. *Arch Orthop Trauma Surg*; 128:71–77.

测试您的手术技能

钻孔过程中的发热

任务

- 1 观察锋利和钝的钻头之间的差别
- 2 使用钝或锋利的钻头或克氏针，在适当的短钻头套筒的辅助下钻孔穿过两层皮质骨
- 3 将钻头放置在适当的位置上，尖端伸出
- 4 观察屏幕上的温度如何变化
- 5 使用不同的钻头或克氏针重复步骤 1-4 并比较结果

学习目标

- 学习辨别锋利和钝的钻头
- 预测皮质骨的热分布
- 了解并比较钝或锋利的钻头或克氏针的使用结果

主要重点

- 使用锋利的钻头减少发热和骨骼损伤
- 必须替换钝的钻头

观察钻头顶端的表面

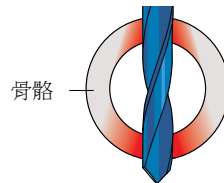


锋利的：顶端无光反射

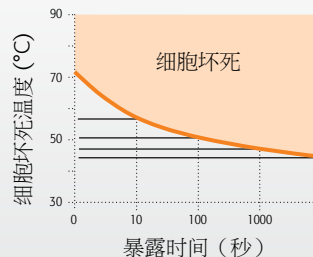


钝的：顶端有光反射

钻孔过程中产生的热量引起皮质骨圆锥形容积的损伤



细胞坏死与温度和受热持续时间的关系



常见问题（FAQs）

什么是扭力？

它如何产生骨折？

扭力就是水平和垂直剪应力的结合，通常与旋绕动作一起产生。简单地说，当相同骨骼的一部分被迫向一个方旋转，而另一部分被迫向相反方向旋转时，扭力就会产生骨折。

它们与临床有什么相关性？

骨折部位力的大小、方向和集中程度以及各种骨折类型的相关知识有助于患者治疗，因为它们都是损伤能量的指征，也是合并损伤和/或软组织损伤风险的标记。

骨折力学

扭矩作用下的变形和骨折类型

任务

- 1 将人工胫骨插入骨折机；胫骨平台移到右侧
- 2 拉动左侧的操作杆，在扭矩作用下折断胫骨
- 3 检查创建的骨折类型

学习目标

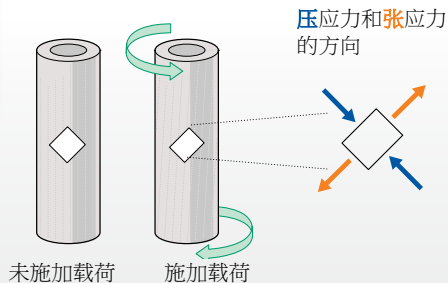
- 描述扭矩作用下材料的变形
- 讨论扭矩作用下典型的骨折类型
- 描述压应力和张应力的方向
- 讨论软组织包裹物可能的影响

主要重点

扭矩作用下的变形首先产生张力侧倾斜 45° 的螺旋形骨折，然后产生受压一侧的纵裂

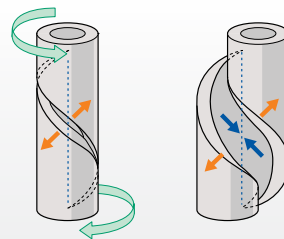
扭矩作用下的变形

- 倾斜 45° 的压应力
- 倾斜 45° 的张应力



扭矩作用下的骨折

- 骨折首先出现在张力侧导致与长骨轴倾斜 45° 的螺旋形骨折，然后
- 出现受压一侧的纵裂



常见问题（FAQs）

什么是弯曲？

弯曲是指骨骼上存在压力侧（缩短）和张力侧（延长）。当作用力（直接打击）击中骨骼的压力侧中心时，将导致骨骼弯曲。由于骨骼只能耐受少量变形时，它最终将出现骨折。骨骼将首先在张力侧折断产生横断性骨折，然后在压力侧产生蝶形（弯楔）碎片或小长钉（不完全性骨折）形骨折。

它们与临床有什么相关性？

骨折部位力的大小、方向和集中程度以及各种骨折类型的相关知识有助于患者治疗，因为它们是损伤能量的指征，也是合并损伤和/或软组织损伤风险的标记。

骨折力学

弯曲后的变形和骨折类型

任务

- 1 将通用的骨管插入骨折机并使笑脸可见
- 2 拉动操作杆弯曲后折断通用的骨骼
- 3 检查创建的骨折类型

学习目标

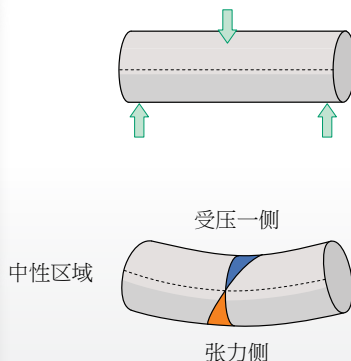
- 描述弯曲后材料的变形
- 讨论弯曲后典型的骨折类型
- 比较骨折受压侧和分离侧
- 讨论软组织包裹物可能的影响

主要重点

弯曲后的变形首先产生张力侧的横断性骨折，然后产生受压一侧的斜形骨折伴或不伴有楔形骨折

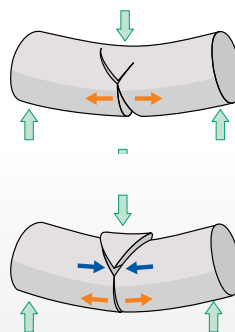
弯曲后的变形

- 受压一侧缩短
- 张力侧延长
- 两者之间的中性区域



弯曲后的骨折

- 首先张力侧折断导致横断性分离型骨折，然后
- 受压一侧折断导致斜形骨折伴或不伴有弯楔



常见问题（FAQs）

什么是轴向压缩？

它是沿骨骼主轴施加的负荷。当骨骼在一个方向压缩时，会在另一个方向横向扩张，从而变短变宽。因此，除了凹陷外还有斜形或 Y 形骨折类型。通常这种类型的骨折发生在跌倒后的骨骼的干骺端区域。沿作用力的路径，可能出现合并伤。

它们与临床有什么相关性？

骨折部位力的大小、方向和集中程度以及各种骨折类型的相关知识有助于患者治疗，因为它们是损伤能量的指征，也是伴随损伤和/或软组织损伤风险的标记。

骨折力学

轴向载荷条件下的变形和骨折类型

任务

- 1 将人工松质骨放入老虎钳并施加轴向载荷直至其骨折
- 2 从老虎钳中取出材料并检查骨折类型

学习目标

- 描述轴向载荷条件下材料的变形
- 讨论轴向载荷条件下典型的骨折类型
- 区分压应力、张应力和剪应力
- 讨论软组织包裹物可能的影响

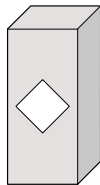
主要重点

压应力和张应力的合成应力为**剪应力**，它是受压骨骼折断的主要原因

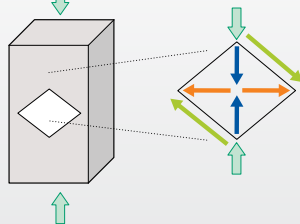
在轴向压缩条件下的变形

不仅产生了压应力也产生了张应力，这些的合力为剪应力

未施加载荷



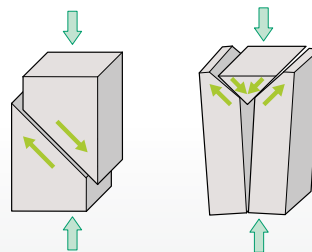
施加载荷



压应力、张应力和
剪应力的方向

轴向载荷条件下的骨折

- **短骨**：斜形骨折或双斜形骨折伴有纵裂（参见图解）
- **长骨**：纵向弯曲，类似于弯曲后折断（无图解）



常见问题（FAQs）

什么是骨痂，它如何使骨折稳定？

骨痂是骨骼产生的自愈瘢痕。这是“经典”的方法，通过骨痂形成骨折断端结合在一起。它被称为间接骨愈合，包括四个阶段：炎性期、软骨痂形成期、硬骨痂形成期和重塑形期。

机体在骨折周围产生大量的组织（肉芽组织），这些组织慢慢地变得越来越坚硬。肉芽组织对变形高度耐受但不是很坚硬，并且需要一定的运动量才会形成。它可分化为更坚硬的纤维组织，还有软骨组织、编织骨，并最终变为坚硬并且弹性最小（僵硬）的板层骨。随着骨痂的形成和成熟，其横截面扩展并变得更坚硬，越来越稳定。

随着组织的分化，骨折部位可能的运动量逐渐减少。这成为一个循环，因为更坚硬的结构促进组织细胞分化成骨骼。然而，如果没有运动，也就不能刺激组织分化。促进骨生成需要多少运动或载荷量，还无法知道。除非从一开始就无运动，否则太多或太少的运动可以产生骨折不愈合。在无运动的情况下，骨折可通过其它方式愈合，如直接骨愈合。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 E 研习站全部三张卡片的背面。

骨折愈合

骨痂力学 (1/2)

任务

- 1 弯曲模型的两端，它代表骨折碎片；注意其低硬度
- 2 为模拟软骨痂的形成，将珠子注入模型具有弹性的中间部分；注意其硬度增加
- 3 为拉开模型的另一端抽出空气以模拟组织变形；注意其硬度增加

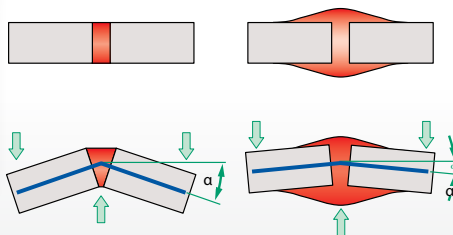
学习目标

- 了解横截面增加的重要性
- 了解骨折碎片之间组织变形的重要性

主要重点

- 骨痂的增厚会导致横截面的增大并因此增加骨折区域的硬度
- 骨痂的逐渐变形

骨痂横截面的增加



无骨痂

外部载荷条件下成角较大

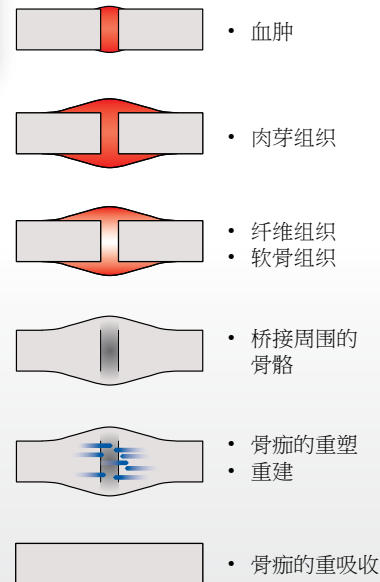
→ 高组织应变，低硬度

有骨痂

外部载荷条件下成角较小

→ 低组织应变，高硬度

骨痂的变形



从具有弹性至坚硬



常见问题（FAQs）

什么是直接和间接骨愈合？

骨折愈合有两种方法。直接愈合中骨愈合没有或者几乎没有任何骨痂形成，这意味着骨单位（骨生成单位）贯穿骨折部位，好像骨骼把骨折“忘记”了，那里根本不存在骨折。这种情况发生在骨折部位没有运动（绝对稳定）的情况下。

间接愈合中骨痂形成如第一个常见问题答案中的解释所述。为形成间接愈合（相对稳定），必须有一定的运动（载荷）。同样，需要多少运动量无法知道。

直接/间接愈合包含哪些其他因素？

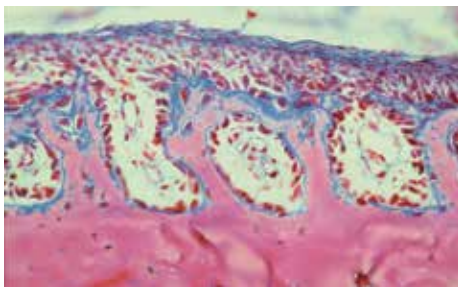
除了“运动”条件（即直接愈合的绝对稳定和间接愈合的相对稳定），直接和间接愈合都需要充足的血液供应。这一点必须加以强调。保持血液供应是实现愈合的最重要因素之一（如果不是最重要）。在过去，曾研发出称为“生物骨折固定术”的手术方法，最大限度地保持血液供应。我们应在每一次骨折治疗时使用这一类方法，无论是通过开放、微创、经皮还是闭合方法治疗。

骨折愈合

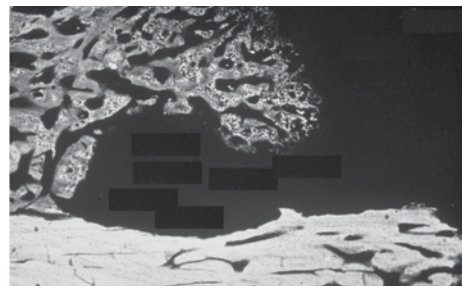
骨痂力学 (2/2)

骨痂形成的组织学

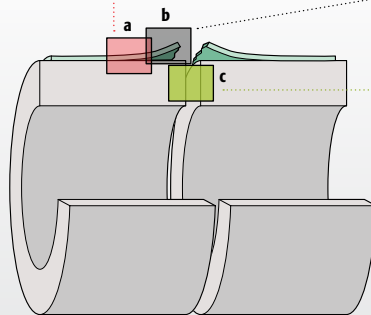
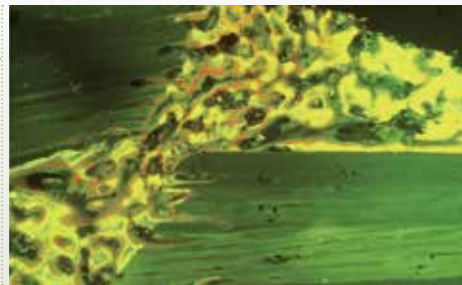
a 骨膜和原发性血管
原性骨生成



b 远离骨折断端血管
形成区域的骨生成



c 骨折块之间的骨痂形成



常见问题（FAQs）

骨折部位的运动、间隙宽度和组织变形之间如何相互影响？

对于任何指定的运动（成角），间隙宽度和间隙中细胞的数量将决定每个细胞经历的变形量。简单的说，间隙中每个细胞所有位移的总和等于整个间隙的总位移。间隙中的细胞越多，相同位移导致每个细胞的应变越小。更宽的间隙可容纳更多的细胞，从而更好地耐受变形。运动、间隙和变形之间的这种关系不仅在组织学的层次上成立。例如，如果比较三部分骨折和高度粉碎性骨折之间的应变积累，您会发现粉碎性骨折的骨折块越多每一个骨折块经历的应变和运动越少。掌握这一概念对于理解每种骨折类型所需的稳定种类至关重要。

轻微的骨折具有包含几部分的小间隙。允许任何的运动可导致高应力集中和变形，从而导致骨折不愈合。记住没有运动（绝对稳定）能更好地促进直接愈合。

然而，粉碎性骨折具有更大的间隙和许多部分，导致每个骨折块的低应变积累和很少的运动。因为骨痂形成只需要少量的运动，粉碎性骨折可采用相对稳定和间接愈合治疗。理论上，我们可为粉碎性骨折的每个骨折块提供绝对稳定以促进直接愈合，但为了固定每个骨折块，会减少血液供应，而血液供应是骨折愈合中的一个关键因素。这是在过去采用的方法，即以手术从骨骼的周围组织中剥离骨骼并将骨折的每一部分固定在一起，但手术会导致无法接受的高骨折不愈合和感染率。

绝对和相对稳定如何影响骨愈合？

绝对稳定能促进直接骨愈合，而相对稳定则产生间接骨愈合。

骨折愈合

骨折块之间的组织力学

任务

- 1 从一侧水平方向缓慢拉动肉芽模型
- 2 注意间隙宽度对细胞变形程度的影响

学习目标

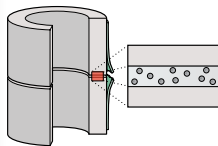
- 定义绝对和相对稳定
- 定义相对稳定条件下细胞变形相关的初始间隙宽度的重要性
- 定义组织分化对变形的影响

主要重点

在**相对稳定**的条件下，小骨折间隙中的细胞可因为过高的应变而破坏

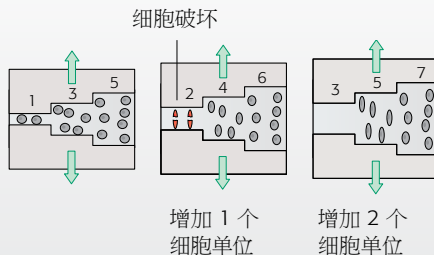
模型

两个骨折块之间带有细胞的肉芽组织



牵引条件下的细胞变形

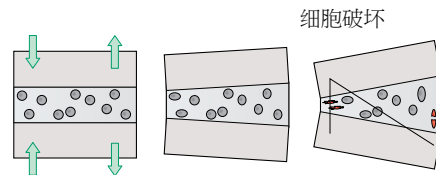
- 数值表示细胞直径单位
- 在每个步骤中，间隙增加 1 单位
- 显示细胞的相对变形



弯曲后的细胞变形

(演示中未展示)

- 弯曲后间隙中细胞的压缩或牵引
- 拉长超过一个细胞单位时细胞破坏



常见问题（FAQs）

为什么我们要用不同的复位技术？

要理解复位技术，我们还必须思考要用哪种固定和稳定方法。鉴于此，我们将对解剖复位和功能复位之间的差异（按照关节和非关节骨折区分）以及绝对和相对稳定之间的差异（E 研习站讨论主题：骨折愈合）进行一些讨论。

什么是解剖复位和功能复位？

解剖复位是一种技术，您可采用此种技术将所有碎骨段放回至它们最初的解剖位置，重建骨折骨骼的解剖形态和轮廓。解剖复位用于复位关节骨折。

功能复位是指重建骨最初的轴线，而不过多考虑每一个骨段的精确位置。这种方法用于复位干骺和骨干骨折。

它们与临床有什么相关性？

骨折的手术治疗包括三个主要步骤，它们应该包括在一个完整的术前计划中：手术入路、骨折复位、骨折固定。复位骨折是这一手术过程中困难的步骤之一，其重要性往往被低估。因为复位技术和复位辅助器材非常多，所以如果您想成功复位任何种类的骨折，了解这些器材并将它们加入您的手术器械库中非常重要。要想成为一名技术精湛的外科医生，遵循骨折固定的生物原则，创建一种精细的手术骨折复位技术（开放、闭合、或微创），将是迈向成功的重要一步。

复位技术

直接和间接复位

任务

查看各种骨模型；根据骨折类型、部位和手术入路，采用直接或间接方法复位骨折

学习目标

- 鉴别直接和间接复位的区别
- 了解两种手法的特殊适应症和骨骼节段

主要重点

直接复位

- 骨折部位暴露，双手或器械直接处理骨折碎片
- 复位成效肉眼可见

间接复位

- 骨折部位未暴露，在距骨折一定距离处通过施加矫正力和移位进行复位
- 采用临床或影像增强器、X 射线查看复位情况

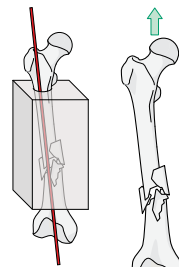
干骺骨干段

间接复位以获取

- 长度
- 轴向对线
- 旋转对线

骨干骨折情况未知

- 无显影
- 无法直接接触



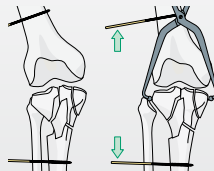
关节段

关节面的解剖重建

直接复位



间接复位、
韧带整复术



常见问题（FAQs）

为什么我们要用不同的复位技术？

要理解复位技术，我们还必须思考要用哪种固定和稳定方法。鉴于此，我们将对解剖复位和功能复位之间的差异（按照关节和非关节骨折区分）以及绝对和相对稳定之间的差异（E 研习站讨论主题：骨折愈合）进行一些讨论。

什么是解剖复位和功能复位？

解剖复位是一种技术，您可采用此种技术将所有碎骨段放回至它们最初的解剖位置，重建骨折骨骼的解剖形态和轮廓。解剖复位用于复位关节骨折。

功能复位是指重建骨最初的轴线，而不过多考虑每一个骨段的精确位置。这种方法用于复位干骺和骨干骨折。

它们与临床有什么相关性？

骨折的手术治疗包括三个主要步骤，它们应该包括在一个完整的术前计划中：手术入路、骨折复位、骨折固定。复位骨折是这一手术过程中困难的步骤之一，其重要性往往被低估。因为复位技术和复位辅助器材非常多，所以如果您想成功复位任何种类的骨折，了解这些器材并将它们加入您的手术器械库中非常重要。要想成为一名技术精湛的外科医生，遵循骨折固定的生物原则，创建一种精细的手术骨折复位技术（开放、闭合、或微创），将是迈向成功的重要一步。

复位技术

复位钳的使用

任务

- 1 检查各种复位钳
- 2 在不同的解剖部位使用不同的工具

学习目标

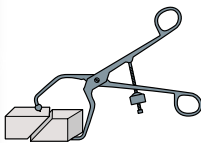
- 了解每个钳夹的自由度
- 了解不同器械使用中的困难
- 分析不同钳夹的生物优缺点

主要重点

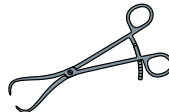
根据解剖和技术条件使用正确的工具

点状复位钳

Matta 钳

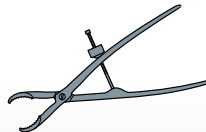


Weber 钳



有齿复位钳

Spanier 钳



骨折固定夹

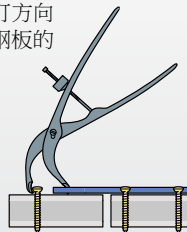
Verbrugge

在钢板上复位

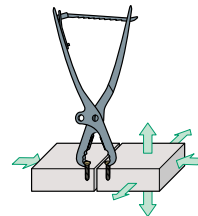


压缩

向螺钉方向
拉动钢板的一
端

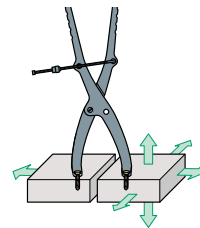


骨盆复位钳



Faraboeuf 钳

- 加压
- 剪切
- 拉和推

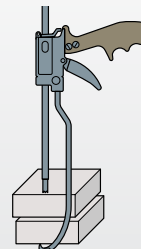


Jungbluth 钳

- 压缩和牵引
- 剪切
- 拉和推

枪式复位钳

允许微创
直接复位



常见问题（FAQs）

如何使用髓内钉？

根据骨折类型和最终的髓内钉结构，髓内钉可用作具有或多或少分担负荷特征的内夹板。如果复位后实现了主要骨折块之间的皮质接触，大部分的负荷将通过骨骼。髓内钉提供相对稳定性，是骨干长骨骨折的护理标准。由于插钉术提供了相对稳定，因此您可以等待通过骨痂形成愈合。

为什么我应该锁定髓内钉？

锁定髓内钉能更好地控制扭矩和长度，并通过螺栓均分负荷。未锁定的髓内钉通过髓内钉和骨骼之间的接触（摩擦）限制骨折块的运动（径向预加负荷），而锁定的髓内钉将通过髓内钉螺栓和螺栓骨骼接触面均分载荷，获得更稳定的结构。

髓内钉的形状和大小如何影响其生物力学？

髓内钉的形状和大小是确定其生物力学特征的重要因素。髓内钉硬度与其直径成正比。这意味着髓内钉越宽，就越难于弯曲和/或折断。髓内钉的形状决定它将如何与周围的皮质骨接触。带槽钉会增加径向压缩（当插入管道直径小于髓内钉时），从而增加对皮质骨的摩擦和接触应力。开槽具有降低抗扭刚度的缺点，但可以通过锁定髓内钉解决。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 **G** 研习站全部三张卡片的背面。

髓内固定术力学

髓内钉设计

任务

检查各种髓内钉的设计；讨论各种设计的优缺点

学习目标

- 描述不同的髓内钉设计及其力学特征
- 解释稳定性的径向预加负荷和相应的概念

主要重点

髓内钉设计



三叶状剖面的
带槽髓内钉



实心髓内钉



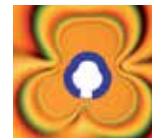
空心髓内钉



Prevot 髓内钉

需要**径向预加负荷**的髓内钉与骨骼接触

带槽髓内钉



带槽髓内钉增加径向
预加负荷

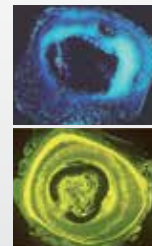
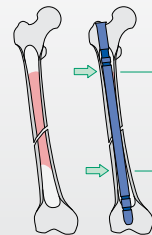
扩髓

力学

骨骼和髓内钉之间圆柱形
的髓腔长距离接触

生物学

骨皮质内部三分之二
坏死



常见问题（FAQs）

什么是径向预加负荷？

径向预加负荷是指髓内钉横截面相关的髓内钉弹性变形。它让髓内钉和骨骼之间产生高强度摩擦，有助于髓内钉锚定。它主要通过带槽钉产生。

什么是扩髓，扩髓有什么优/缺点？

扩髓是指钻出髓内通道。它扩大了骨骼的骨内直径，通过修匀皮质骨的内部形态，增加骨骼和髓内钉之间的接触面积。它也让更大的髓内钉可以插入，从而提高弯曲和扭转稳定性。扩髓的另一个优点是扩孔钻产生的碎片，在某种程度上，作为自体骨移植物可以有助于骨折更快愈合。然而，扩髓也有缺点。因为骨髓血管的破坏和产生热量，它扰乱了骨内的血液循环。此外，扩髓过程中的髓内压升高，有机会引起脂肪栓塞。合并损伤如胸部钝器伤或急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 的病人应该特别注意这一点。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 G 研习站全部三张卡片的背面。

髓内固定术力学

传统的髓内钉术

任务

检查不同髓内钉结构的稳定性

学习目标

- 描述非交锁髓内钉术的适应症
- 了解使用了太短或太细髓内钉的常见问题
- 描述非交锁髓内钉术可能的问题

主要重点

非交锁髓内钉术

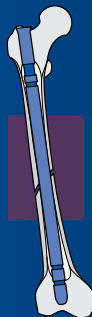
需要

- 具有适当长度和直径的髓内钉

必要条件

- 骨干中间的三分之一骨折
- 主要骨折块之间有部分接触

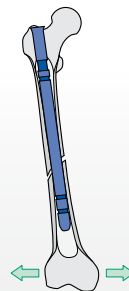
了解适当的转动稳定性需要



体内部分的不稳定性

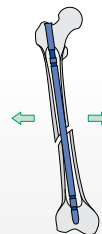
髓内钉太短

- 髓内钉不能锁定远侧干骺端
- 远端骨折块不稳定



髓内钉太细

- 骨折区域的髓内钉和骨骼之间没有接触
- 无径向预加负荷
- 骨折部位不稳定



常见问题（FAQs）

什么是静态和动态锁定以及它如何影响固定？

放置在骨折部位近端和远端的交锁螺钉，可以限制平移和旋转，为骨折愈合提供稳定的环境。由于髓内钉螺钉接触面存在少量运动，可能会出现一些骨折块的活动。这就解释了为什么交锁髓内钉可以提供相对稳定，依靠骨痂形成使骨折明显愈合。如 E 研习站所见：在骨折愈合过程中，为促进骨痂形成，骨折部位应该存在一些轻微的活动。

动态锁定较静态锁定允许更多的运动，当病人承受重量时它让骨折部位承受压力。但在进行动态锁定髓内钉前必须满足一些条件。骨折块之间必须存在接触，可以通过直接皮质接触（如横断性骨折类型）或通过软/不成熟骨痂（如延迟愈合）的方法使骨折本身具有一定的稳定性并可受益于压缩。如果骨折不够稳定，它不会受益于额外的运动并且可能导致骨折不愈合，因此这种情况下需要的是静态锁定。

髓内固定术力学

交锁插钉术

任务

检查不同髓内钉结构的稳定性

学习目标

- 描述不同的髓内钉锁定选择和对固定稳定性的可能影响（动态锁定、静态锁定）
- 解释弹性稳定的骨髓腔内插钉术

主要重点

动态交锁

需要主要骨折块之间的部分接触

静态交锁

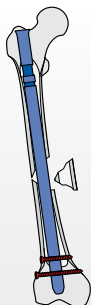
在主要骨折块之间没有接触的情况下适用



动态交锁

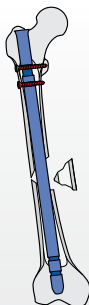
仅远端螺钉

髓内钉可从近端突出



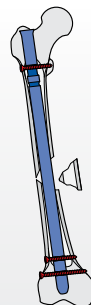
仅近端螺钉

髓内钉可在膝关节上穿孔



远端和近端的螺钉

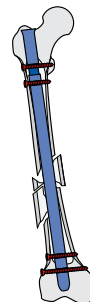
穿过动态孔的近端螺钉允许动态化控制



静态交锁

远端和近端的螺钉

- 长度控制
- 轴向控制
- 扭力控制



弹性稳定的骨髓腔内插钉术

- 儿童骨干和干骺端骨折
- 微创
- 弹性髓内钉
- 不同的直径
- 需要预塑形



常见问题（FAQs）

钢板长度如何影响螺钉负荷？

钢板为撬动螺钉提供第一层杠杆作用。在较长的钢板上，螺钉的杠杆力臂更有力从而减少了拔出出力。另一方面，在较短的钢板上杠杆臂力量较小，让最后一枚螺钉产生高拔出出力。

什么是均分载荷？钢板固定是否会产生均分载荷？

如果会，需要什么条件？

均分负载意味着当对带有植入物的骨骼加载负荷时，植入物和骨骼同时承受载荷。均分负载只能发生在骨折块之间存在接触的钢板固定中。例如，如果钢板位于骨骼的张力侧并且施加弯曲荷载，压力将通过骨骼控制而张力将通过钢板控制。如果骨折块之间没有稳定的骨骼接触（存在间隙或严重粉碎性骨折），就不会出现均分载荷并且整个负荷将由钢板承受（载荷屏蔽）。根据骨折类型和复位类型和/或使用的固定技术，可获得均分载荷或载荷屏蔽结构。这意味着均分载荷不一定就是好事或坏事；它可能取决于每种骨折的特征和需要。

钢板固定术力学

钢板螺钉的加载

任务

- 1 通过评价每个钢板模型比较螺钉把持力
- 2 通过旋转三个骨骼钢板结构上的手柄比较螺钉的工作长度效应

学习目标

- 解释杠杆力臂如何影响螺钉载荷
- 定义术语“螺钉的工作长度”

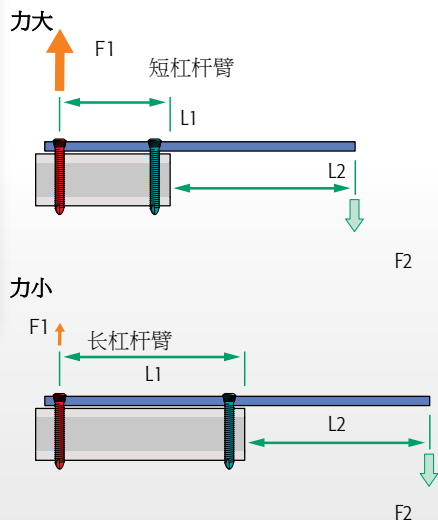
主要重点

- 短杠杆力臂 = 螺钉上的高拔出力
- 长工作长度 = 螺钉上的低应力

杠杆臂和拉拔力

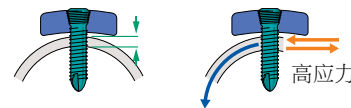
长杠杆臂降低螺钉载荷

短杠杆臂导致螺钉上的高拉拔力。增大杠杆臂将降低拉拔力。

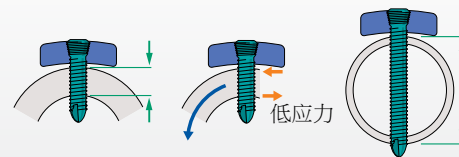


螺钉的工作长度

当薄骨皮质或单皮质螺钉插入时，会产生**短工作长度**。这导致接触面处的**高应力**。



当厚骨皮质或双皮质螺钉插入时，会产生**长工作长度**。这导致接触面处的**低应力**。



与骨骼接触的螺纹长度会影响螺钉骨骼接触面应力

常见问题（FAQs）

间隙如何影响钢板固定术？

间隙的主要影响是它改变了钢板的载荷和变形，并改变了钢板骨骼结构硬度。如之前的解释，在整个载荷由钢板承受处并无骨骼接触，形成了载荷屏蔽结构，从而增加钢板疲劳断裂的风险。间隙的大小与变形程度相关；无骨骼接触的间隙越大，骨折成角越大，钢板变形也越明显。对于任何间隙大小，如果插入骨折块（即，粉碎性骨折、骨痂）以减少最大的可能成角，将减少钢板变形。但根据孔间隔宽度，即使很小的间隙也可以产生高密集应力和钢板变形。对于简单的骨折类型，如果没有获得压缩并留下小的间隙，内部螺钉之间的距离（孔间隔宽度）将决定钢板的载荷量。接近间隙的螺钉将允许钢板的短节段在该区域加载密集应力，让钢板严重变形。

什么是螺钉的工作长度？

螺钉的工作长度是指锚定在骨骼上的每个螺钉的螺纹区域。它影响骨骼螺钉接触面的应力。厚的皮质骨壁和固定的双皮质螺钉可获得更长的工作长度，而在较薄（骨质疏松）的骨骼和单皮质螺钉中，工作长度较短。

钢板固定术力学

钢板固定的硬度

任务

在不同弯曲方向或钢板位置条件下测试钢板骨骼模型的弯曲硬度

- 1 张力侧钢板
- 2 张力侧钢板
- 3 压力侧钢板

学习目标

- 解释植入物与骨骼之间的均分载荷的原理
- 了解骨折间隙对固定硬度及钢板负载的影响
- 解释弯曲方向对钢板骨骼复合物结构均分载荷的影响

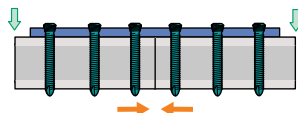
主要重点

为均分载荷，植入物必须固定在骨骼的**张力侧**

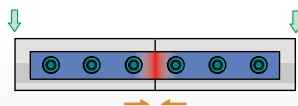
无间隙内固定

钢板骨骼结构的弯曲；不同的弯曲方向

- 1 均分载荷



- 2 部分均分载荷



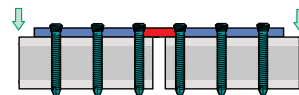
- 3 无均分载荷



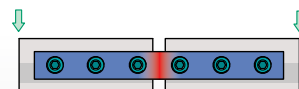
大间隙内固定

所有弯曲方向无均分载荷

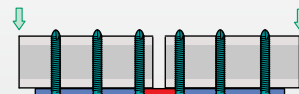
- 1 无均分载荷



- 2 无均分载荷



- 3 无均分载荷



常见问题（FAQs）

它们与临床有什么相关性？

根据骨折类型和所需要的固定类型，理解在此解释的原理可有助于获取更好的手术方法，避免了不必要的失败。例如，可复位简单的骨折类型，确保紧密的骨骼接触以产生均分载荷结构。另一方面，在治疗严重粉碎性骨折或骨质疏松时，有必要放置足够的螺钉和载荷保护（即长负重保护），减少钢板断裂的可能性。最后，请记住长钢板降低拔出力，而长螺钉工作长度可改善骨骼螺钉接触面，因此在选择每种骨折的钢板大小和确保螺钉的双皮质固定方面，减少在这个水平的应力至关重要。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 H 研习站全部三张卡片的背面。

钢板固定术力学

钢板的加载

任务

- 1 通过用手加载每个模型测试钢板骨骼模型的弯曲硬度
- 2 比较和讨论

学习目标

- 列出钢板断裂的原因
- 了解避免钢板断裂的措施
- 解释钢板加载相关的孔间隔宽度和螺钉位置的重要性

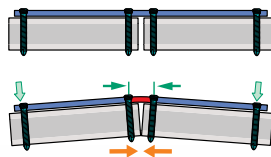
主要重点

- 钢板的短节段会在重复应力下断裂
- 嵌顿的骨折块导致均分载荷

钢板加载和孔间隔宽度

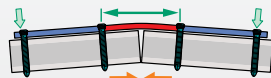
小间隙与靠近间隙插入的螺钉

- 加载钢板的节段短
- 应力密集



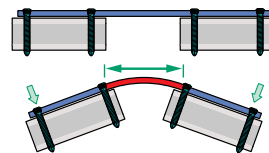
小间隙与距间隙一段距离处插入的螺钉

- 加载钢板的节段长
- 应力分散



间隙宽度和钢板变形

大间隙导致高成角从而导致载荷下钢板的高度变形



嵌顿的骨折块，即使与软组织的连接相对松散，也会减少最大成角从而减少钢板变形



常见问题（FAQs）

什么是复合梁系统？

复合梁系统是两个或两个以上彼此相连的独立梁结构。通过把梁连接，可消除它们之间的剪应力，让耐弯曲性加倍。

复合梁系统与钢板固定术有什么关系？

钢板固定是一种复合梁系统，其中的钢板（一个梁）与骨骼（第二个梁）通过螺钉相连。当两种结构连接时，可减少剪应力并且大大提升结构的硬度。

哪些因素影响钢板固定的灵活性和稳定性？

涉及钢板骨折固定术的几乎每一个因素，都或多或少影响结构的稳定性和灵活性。包括钢板特征（即，锁定与传统钢板、钢与钛）、钢板位置（张力侧或压力侧）、钢板大小（横截面和长度）、螺钉特征（大小、数量、固定物）、骨骼特征（骨质、横截面）、骨折类型（简单与复杂和粉碎性骨质缺损）和固定方法（压缩、桥接、支撑或中和接骨板）等所有这些因素都在特定骨折固定术结构的生物力学性能方面和在骨骼愈合过程中发挥了重要的作用。

它们与临床有什么相关性？

了解钢板固定术的原理对于制定适当的术前计划，并为每一种特定骨折和患者选择正确的植入物是必要的。

钢板固定术力学

复合梁系统的硬度

任务

比较梁模型的硬度

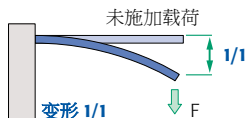
学习目标

- 描述与复合梁相关的独立梁的弯曲硬度
- 了解作为复合梁系统的骨折的钢板固定术
- 描述与使用钢板内固定整体硬度相关的钢板位置的重要性

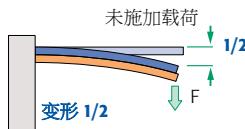
主要重点

- 单独使用钢板比较薄弱
- 钢板的硬度取决于弯曲方向
- 当骨骼与钢板紧密连接时弯曲硬度增加的重要性
- 在骨骼可轴向施加载荷的条件下，具有张力侧钢板的复合系统是最坚硬的结构

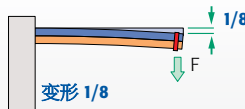
独立梁的弯曲



两个独立梁的弯曲



两个连接梁的弯曲



在钢板骨折固定术中硬度¹和强度²取决于这些因素

骨骼

- 横截面
- 骨骼质量

骨折

- 简单与粉碎性骨折
- 接触与无接触位置

钢板

- 横截面
- 材料
- 弯曲方向

螺钉

- 固定物
- 数量和位置
- 钢板的长度

固定术

- 夹板固定
- 压力固定

¹ 硬度 = 物质承受变形的能力

² 强度 = 材料承受破坏的能力

常见问题（FAQs）

取出螺钉时如何防止出现异扣问题？

防止损坏螺钉异扣机制的主要方法是在放置和取出植入物时，确保螺丝刀与螺钉适当的异扣。外科医生必须感觉并看到螺丝刀完全固定在螺钉上并已抓紧。取出植入物时，应确保所有的组织已经从异扣孔中取出，使螺丝刀和螺钉完好匹配。用手慢慢转动螺丝刀同时向螺钉头方向推动，感觉一下螺丝刀和螺钉之间是否已抓紧。如果感觉松动，请重新检查其位置。

确保使用适当的工具取出植入物，意思是螺丝刀的大小和形状要对。不要使用损坏的螺丝刀。最后，不要低估任何手术操作，谨慎采用外科技术，并注意每一个细节。

如果出现异扣问题或如果螺钉头折断（或破损）应该怎么办？

遇到难于取出的植入物时，所有必需的工具必须到位。如果无工具可用，考虑重新安排手术或重新考虑取出植入物的必要性。不要忘记，医疗行为的第一准则是无损害，所以在面对取出植入物失败时，必须谨慎考虑是否要进行损害/获益分析。

最后，记住在取出植入物手术前，向您的病人解释取出植入物失败的可能性。这样他/她会知道即使是在手术后，依然存在植入物不能成功取出的微小几率。

取出损坏的植入物

挑战和解决方案

任务

1 毁坏的异扣机制

在螺钉头上插入圆锥形提取螺栓 (a) 并尝试取出螺钉

2 取出破损螺钉的步骤

使用适当大小的空心铰刀 (b) 取出螺钉周围的骨块

使用提取管 (c) 取出螺杆轴

学习目标

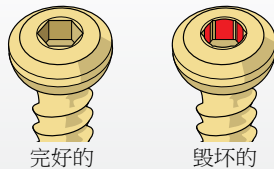
- 了解辅助取出螺钉的不同工具的功能
- 取出异扣机制毁坏的螺钉
- 取出破损的螺钉

主要重点

- 使用未损坏的螺丝刀
- 清洁螺钉头六角形异扣器
- 取出装置中的每个部件都带有螺纹

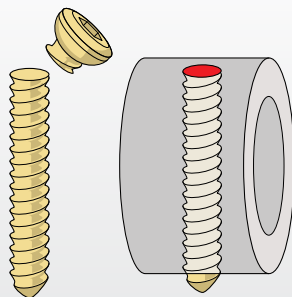
问题 1

毁坏的螺钉头六角形异扣机制



问题 2

破损的螺钉，螺杆轴卡在骨内



備忘

備忘

備忘

危害和法律限制

登陆 www.aofoundation.org/legal 查看相关的危害和法律限制

危害

我们已经采取谨慎的措施以维护本出版物中所包含信息的准确性。然而，出版商和/或经销商和/或编辑和/或作者不能对使用本出版物中所包含信息产生的错误或任何后果负责。以作者的个人名义出版的稿件仅代表该作者的陈述和意见而不代表出版商和/或经销商和/或 AO 集团的陈述和意见。本著作中描述的产品、操作和治疗具有危害性，因此只能由经过认证和培训的医学专业人士在专门设计进行这种操作的环境中使用。除非根据用户的专业判断，认为有关风险恰当合理，否则不建议进行测试或操作。使用本著作中显示或描述的产品、操作和治疗的人员将自担风险。因为医学的快速发展，AO 建议在采取任何措施之前应该进行诊断、治疗、药物、剂量和操作方法的独立验证。虽然我们预期著作中的所有广告材料都符合伦理（医学）标准，但这些广告内容并不构成出版商对这些产品的质量或价值相关的保证或对由其制造商宣称的质量或价值相关的保证或担保。

AO 基金会

Clavadelerstrasse 8, 7270 Davos, Switzerland

电话：+41 81 414 28 01 · 传真：+41 81 414 22 80

foundation@aofoundation.org, www.aofoundation.org