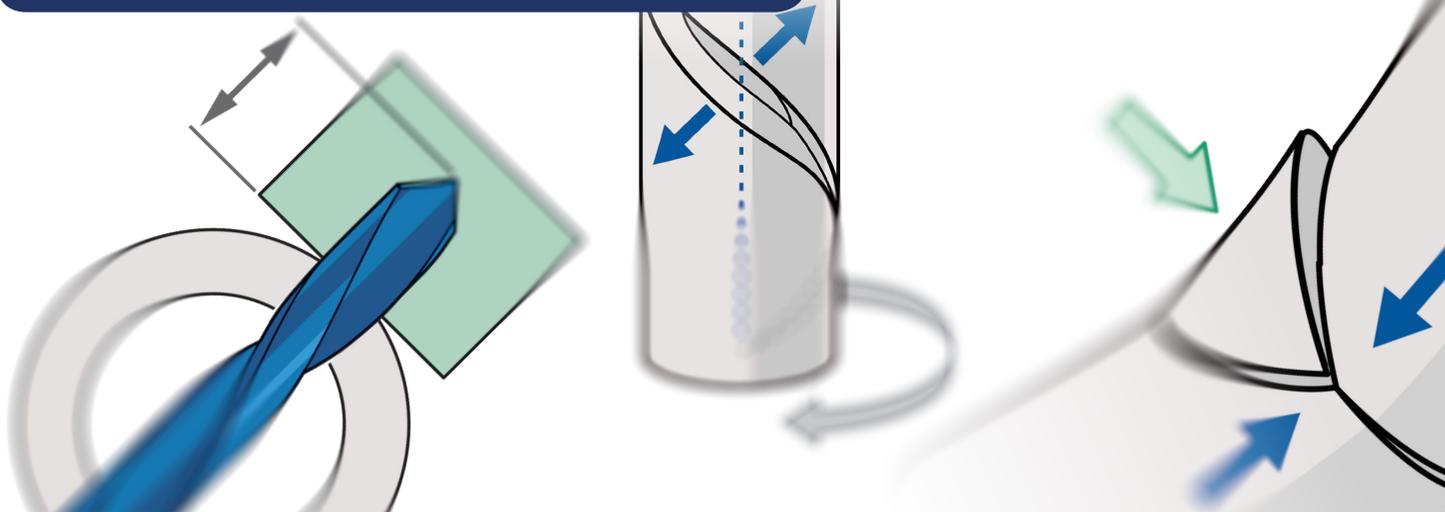


AO 技能实验室

适用于
创伤骨科医生



Version 2.2

常见问题 (FAQ)

标题：使用螺丝刀

什么是联接？

联接是指将螺丝刀插入螺钉头。适当的联接有助于更好地控制和扭矩。它可预防耦合机制的损坏；如果联接机制损坏，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 当屏幕上出现红色六角形时，进一步拧紧螺钉，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

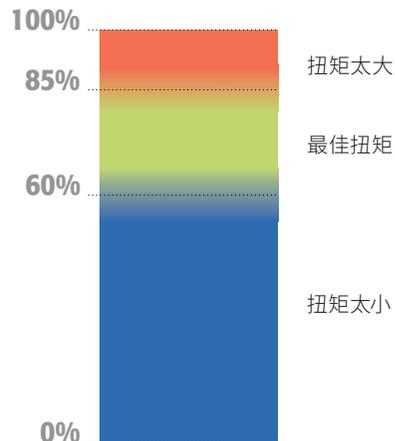
最佳扭矩应为骨骼所能承受最大扭矩的 60% 到 85% 之间

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破坏，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？

要减少插入深度，最重要的一步是使用尖钻头，这样可以减少施加在电钻上的力道，从而减少钻头上的压力。此外，如果可以使用短钻头或缩短克氏针突出圈卡盘的部分，也可能有所帮助。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。

为什么钻头变钝后顶端会反光？

外科手术使用的钻头首先会从最顶端开始变钝，有时刃口也会变钝。钻头一旦受到磨损，顶端会变圆，形成半球形表面，因此会反射光线。刃口看起来很完美（不反光）的电钻，顶端部分可能已经变钝（反光）了。

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，它们也会在与其它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。因此在穿过这类骨骼时务必特别小心。

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

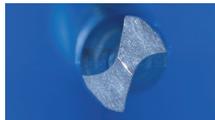
学习目标

- 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

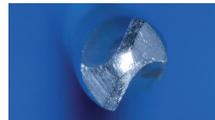
主要重点

- 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

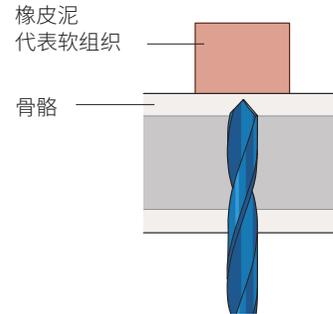


锋利的：顶端无光反射

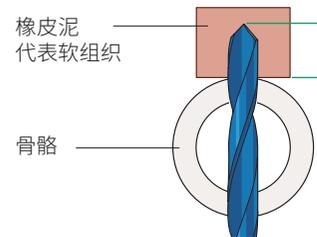


钝的：顶端有光反射

方法



穿透深度的测量



常见问题 (FAQ)

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，更大的表面积将受到摩擦。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可影响这种速率。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，因此产生更少的热量。

我如何预防钻孔引起的热坏死？

要想减少热量，最有效的方式是使用锋利的钻头，这样还有利于减少软组织穿透，如 B 研习站“钻孔过程中的软组织穿透”所见。如果冲洗对近皮质产热的影响很小，那么冲洗就不能解决远皮质的问题。在这两种情况下，不能将冷却液直接用于钻尖，因为钻尖处会产生摩擦，从而产生热量。

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。

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

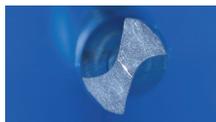
学习目标

- 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

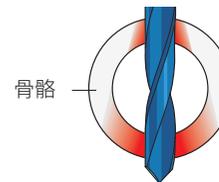


锋利的：顶端无光反射

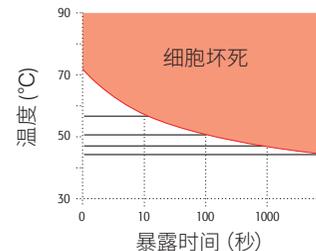


钝的：顶端有光反射

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 (FAQ)

什么是扭转载荷？

它如何产生骨折？

当骨骼的一部分被迫向一个方向旋转，而相同骨骼的另一部分被迫向相反方向旋转时，就会导致骨折。导致骨折的原因就是骨骼的一处或两处被施加了扭转载荷（外力）。该应力是由压缩和扩张剪切应力以 45 度角围绕骨骼旋转而产生。这些剪切应力最终导致骨折。

它们与临床有什么相关性？

施加在骨折部位载荷（结构上的外力）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，因为它们是损伤力学的指征，也是合并损伤和/或软组织损伤风险的标记。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 D 研习站全部三张卡片的背面。

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

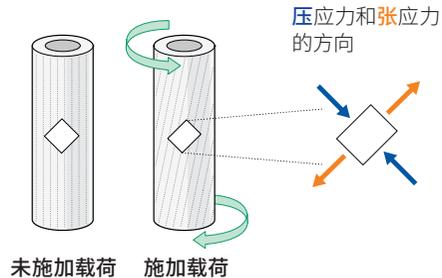
- 描述扭矩作用下材料的变形
- 讨论扭矩作用下典型的骨折类型
- 描述压应力和张应力的方向
- 讨论软组织包裹物可能的影响

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，然后产生压力侧的纵裂

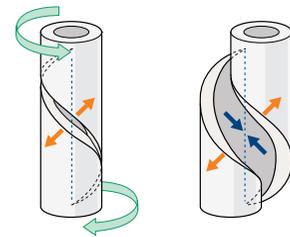
扭矩作用下的变形

- 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
- 出现压力侧的纵裂



常见问题 (FAQ)

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）。当载荷（比如：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？

施加在骨折部位载荷（结构上的外力）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，因为它们是损伤力学的指征，也是合并损伤和/或软组织损伤风险的标记。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 D 研习站全部三张卡片的背面。

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

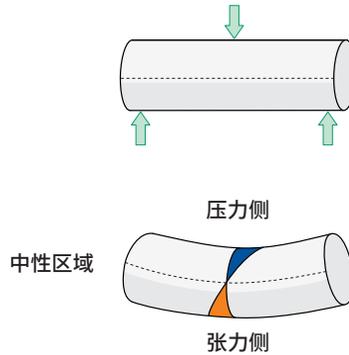
- 描述弯曲后材料的变形
- 讨论弯曲后典型的骨折类型
- 比较骨折受压侧和分离侧
- 讨论软组织包裹物可能的影响

主要重点

弯曲后的变形首先产生张力侧的横断性骨折，然后产生压力侧的斜形骨折或不伴有弯楔

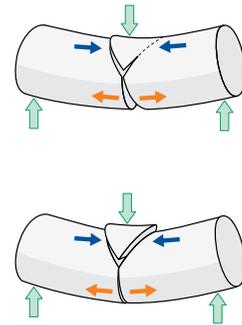
弯曲后的变形

- 压力侧缩短
- 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
- 压力侧折断导致斜形骨折或不伴有弯楔



常见问题 (FAQ)

什么是轴向压缩？

它是沿骨骼主轴施加的负荷。轴向载荷（结构上的外力）下的变形不仅会产生压应力，也会产生张应力。换言之：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。压应力和张应力的合力为剪切应力，而剪切应力实际是导致单斜形或双斜形骨折的原因。通常这种类型的骨折发生在跌倒后的骨骼的干骺端区域或施加在骨骼上的另一种动态载荷。沿载荷的路径，可能出现合并伤。

它们与临床有什么相关性？

施加在骨折部位载荷（结构上的外力）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，因为它们是损伤力学的指征，也是伴随损伤和/或软组织损伤风险的标记。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 D 研习站全部三张卡片的背面。

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、张应力和剪切应力
- 讨论软组织包裹物可能的影响

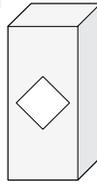
主要重点

压应力和张应力的合成应力为剪切应力，它是受压骨骼折断的主要原因

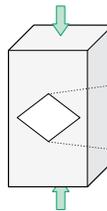
在轴向压缩条件下的变形

不仅产生了压应力也产生了张应力，这些的合力为剪切应力

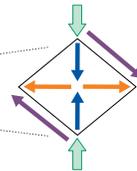
未施加载荷



施加载荷

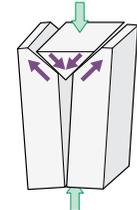
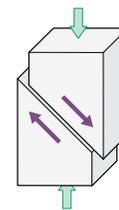


压应力、张应力和剪切应力的方向



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 (FAQ)

为什么要用不同的复位技术？

要理解复位，还须思考需要用哪种固定术来实现稳定性。不同的解剖部位对复位的要求不同。

什么是解剖复位和解剖对位？

解剖复位是一种技术，此技术可将碎骨段放回至最初的解剖位置，重建骨折骨骼的最初形态和轮廓。关节骨折需要进行解剖复位。解剖对位是指重建骨骼最初的轴线，可用于复位干骺和骨干骨折。

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。

复位技术 (1)

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

- 骨折复位可通过器械直接处理，并且可以直接或用C形臂查看复位情况。

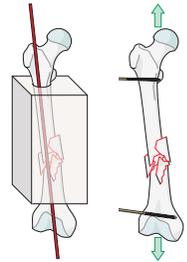
间接复位

- 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，利用牵引软组织（如：包膜、韧带、骨膜、肌肉、肌腱）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

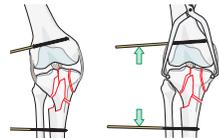
关节段

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 (FAQ)

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的步骤之一，其困难性往往被低估。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，了解这些器材的名称和功能非常重要。要想成功地使任何类型的骨折复位，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。

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。

复位技术 (1)

复位钳的使用

任务

- 1 检查各种复位钳/镊，包括各种锁定器械
- 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

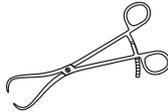
主要重点

根据解剖和技术条件使用正确的工具

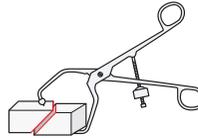
术语“钳子”和“镊子”有时可交换使用

点状复位钳

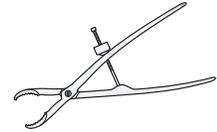
点状复位钳
(Weber 钳)



角状复位钳
(Matta 钳)



标准复位钳

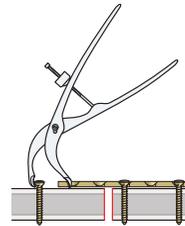


钢板固定钳



压缩

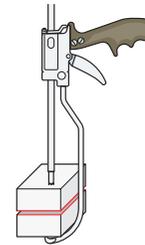
向螺钉方向拉动钢板的一端



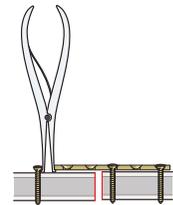
其他复位工具

枪式复位钳

允许通过微创手术直接复位



板摊开器



常见问题 (FAQ)

牵引是什么意思？

牵引是指拔出力，通过这种拔出力，间接复位技术可以大致重建骨折长骨的长度和对位，以及关节的大致形状。

用牵引力进行复位会涉及到什么？

牵引力使软组织处于张力下，就像下肢使用的牵引台一样。这种现象称为“韧带复位”，涉及到与骨折段接触的皮肤、肌肉、骨膜、韧带、肌腱和包膜附着物。使用牵引时，软组织附着物往往会将骨折段之间原有的空间关系边缘化。

复位技术 (2) 牵引术

任务

- 1 将股骨牵引器连接至 Schanz 螺钉
- 2 使用其他 Schanz 螺钉作为控制杆
- 3 结合控制杆，探索股骨牵引器的各种功能
- 4 将股骨牵引器功能与操纵杆功能相结合

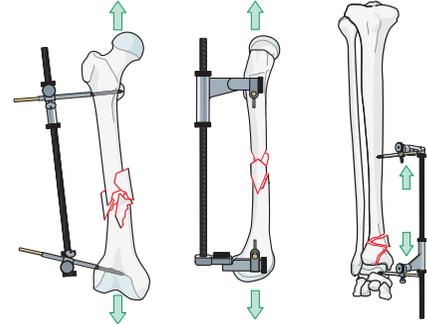
学习目标

- 演示使用股骨牵引器作为复位工具
- 列出显示牵引器的例子
- 解释使用外固定器进行复位

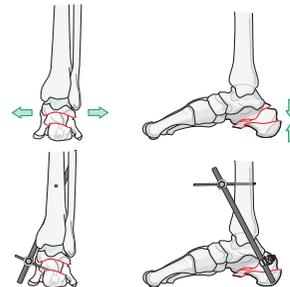
主要重点

- 牵引术是用软组织附着物在骨折段上进行间接复位
- 股骨牵引器是一种功能强大且用途广泛的牵引/复位工具
- 复位工具可用以保护血管

股骨牵引器



外固定器作为复位工具



常见问题 (FAQ)

如何使用髓内 (IM) 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。

为什么我应该交锁髓内钉？

交锁髓内钉能更好地控制扭转载荷和保留骨骼长度，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，通过径向预加负荷）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力学？

髓内钉的形状和大小是确定其力学特征的重要因素。髓内钉的刚度（承受变形的能力）和强度（承受破坏的能力）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



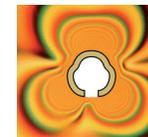
空心髓内钉



弹性髓内钉

需要径向预加负荷的髓内钉与骨骼接触

带槽髓内钉

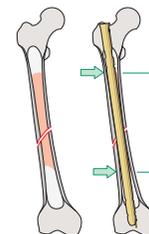


带槽髓内钉增加径向预加负荷

扩髓

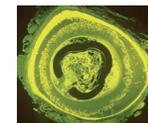
力学

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 (FAQ)

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。它主要通过扩髓骨中的带槽钉产生。

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刚度。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

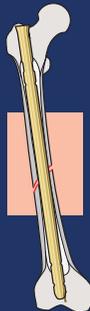
需要

- 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



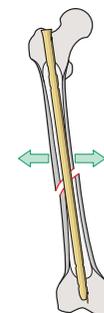
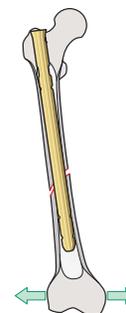
体内部分的不稳定性

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 (FAQ)

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载荷（结构上的外力）。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。

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 交锁插钉术

任务

检查不同髓内钉结构的稳定性

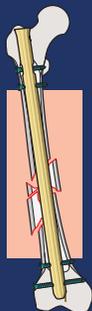
学习目标

- 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

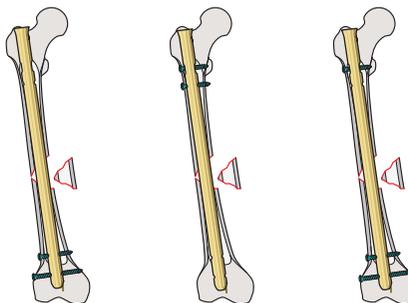
在主要骨折块之间没有接触的情况下适用

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

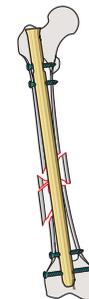
远端和近端的螺钉
穿过动态孔的近端螺钉允许动态化控制



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 (FAQ)

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。短杠杆臂导致螺钉上的拔出力大，增大杠杆臂将降低拔出力。因此，离骨折较远的螺钉需要很大的拔出力才会失效。

什么是螺钉的工作长度？

螺钉的工作长度是指固定在一个或两个皮质骨中的螺钉总长度。它会影响接骨螺钉接触面处的应力。例如，在较厚的皮质壁中使用单皮质螺钉或在正常皮质壁中使用双皮质螺钉可以使工作长度变长，而在较薄的（骨质疏松的）皮质中使用单皮质螺钉可以使工作长度变短。

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

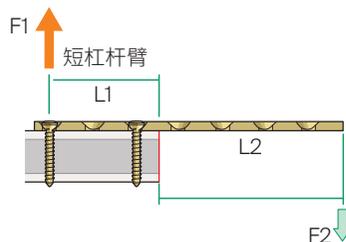
- 螺钉的拔出阻力始终恒定
- 增加骨折部位至螺钉的距离会增大杠杆臂，从而降低螺钉上的拔出力

杠杆臂和拔出力

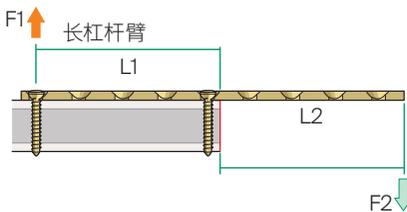
长杠杆臂降低螺钉载荷

短杠杆臂导致螺钉上的高拔出力。增大杠杆臂将降低拔出力。因此，离骨折较远的螺钉需要很大的拔出力才会失效。

力大

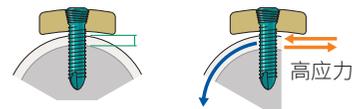


力小

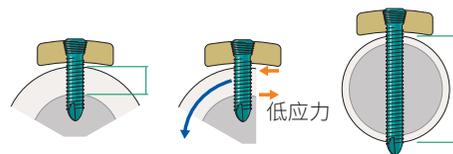


螺钉的工作长度

当薄骨皮质或单皮质螺钉插入时，会产生短的工作长度。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，会产生长的工作长度。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 (FAQ)

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刚度。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）将决定钢板的载重量。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？

均分载荷意味着当对带有植入物的骨骼施加载荷时，植入物和骨骼同时承受载荷。均分载荷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载荷，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载荷将由钢板承受（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。

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

钢板固定的刚度

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刚度

- 1 张力侧钢板
- 2 侧位钢板
- 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刚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

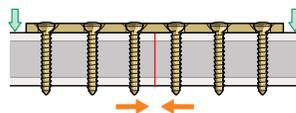
主要重点

为均分载荷，植入物必须固定在骨骼的张力侧

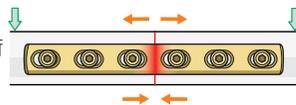
无间隙内固定

钢板骨骼结构的弯曲; 不同的弯曲方向

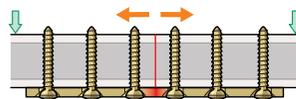
1 均分载荷



2 部分均分载荷



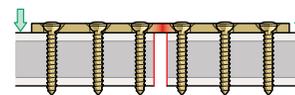
3 无均分载荷



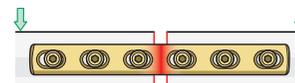
大间隙内固定

所有弯曲方向无均分载荷

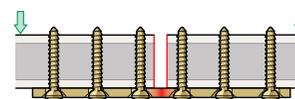
1 无均分载荷



2 无均分载荷



3 无均分载荷



常见问题 (FAQ)

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（即长的负重保护钢板），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刚度
- 2 比较和讨论

学习目标

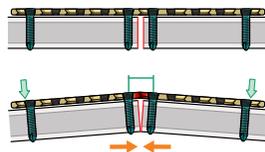
- 列出钢板断裂的原因
- 了解避免钢板断裂的措施
- 解释钢板加载相关的孔间隔宽度和螺钉位置的重要性

主要重点

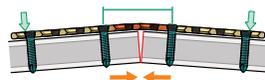
- 钢板的短节段会在重复应力下断裂
- 嵌顿的骨折块导致均分载荷

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

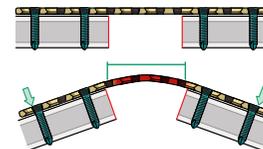


- 小间隙与距间隙一段距离处插入的螺钉
- 加载钢板的节段长
 - 应力分散

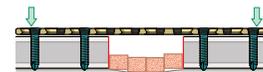


间隙宽度和钢板变形

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 (FAQ)

骨折部位的运动、间隙宽度和组织变形之间如何相互影响？

对于任何指定的位移，无论是线性、角状、还是两者兼有，间隙将决定每个细胞经历的变形量。简单地将间隙中每个细胞所有位移加总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。间隙越宽，可容纳细胞越多，从而能更好地耐受变形。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位移越少，从而应变和变形越少。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。

轻微的骨折存在小间隙，小间隙中有一些碎片。如若发生运动，可导致高应力集中和变形，从而导致骨折不愈合。记住，静止不动（绝对稳定）能更好地促进直接愈合。

然而，粉碎性骨折的间隙更大，碎片很多，导致每个骨折块的应变积累低，运动少。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的条件，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的一个关键因素。这是在过去采用的方法，即通过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，但手术导致的骨折不愈合和感染率会高到让人无法接受。

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。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 J 研习站全部三张卡片的背面。

骨折愈合和钢板固定 骨折块之间的组织力学

任务

- 1a 从一侧水平方向缓慢拉动肉芽模型
- 1b 注意间隙宽度对细胞变形程度的影响
- 2 用泡沫模型来演示变形力如何在不同骨折结构间隙之间产生不同的应变水平

学习目标

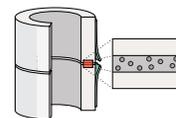
- 定义绝对和相对稳定
- 定义相对稳定条件下细胞变形相关的初始间隙宽度的重要性
- 解释变形力对组织应变的影响

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（Perren 的应变理论）

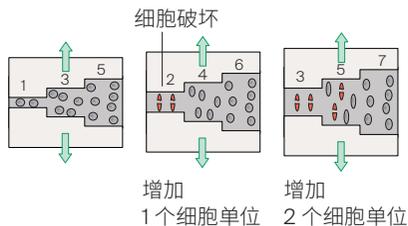
模型

两个骨折块之间带有细胞的肉芽组织



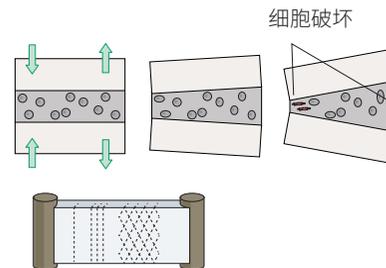
牵引条件下的细胞变形

- 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

- 弯曲后间隙中细胞的压缩或牵
- 拉长超过一个细胞单位时细胞破坏



常见问题 (FAQ)

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。

通过将梁连接在一起，可消除梁之间的剪切应力，让刚度（耐受变形）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，可减少剪切应力并且大大提升结构的刚度。

刚度和强度有什么区别？

刚度是指材料或系统承受变形的能力。

刚度可以通过施加载荷和测量材料或系统的位移（作为施加载荷的反作用力）来测量，强度是指材料或系统承受破坏或断裂的能力。强度可以通过在材料或系统上施加载荷来测量，直至折断裂

因此，临床上无法测量材料或系统（即：钢板骨骼结构）的强度，因为这会对系统（即：患者）造成伤害。相反，临床上测量钢板骨骼结构的刚度，不会对患者造成伤害。所以，实际上在指“刚度”时，应该避免使用术语“强度”（因为强度不能在临床上进行测量）。

哪些因素影响钢板固定的刚度和强度？

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刚度和强度。包括钢板特征（即，锁定钢板还是传统钢板、钢还是钛）、钢板位置（张力侧还是压力侧）、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（简单还是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骨折固定术的力学性能方面和在骨骼愈合过程中发挥重要的作用。

这些因素在临床上有什么相关性？

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很重要的。

本研习站整套常见问题的相关内容，请查看 J 研习站全部三张卡片的背面。

骨折愈合和钢板固定 施加载荷下的复合梁系统的刚度

任务

比较梁模型的刚度

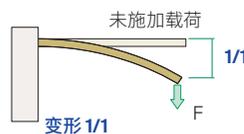
学习目标

- 描述与复合梁相关的独立梁的弯曲刚度
- 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刚度相关的钢板位置的重要性

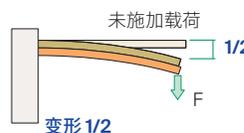
主要重点

- 单独使用钢板比较薄弱
- 钢板的刚度取决于弯曲方向
- 当骨骼与钢板紧密连接时弯曲刚度增加的重要性
- 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

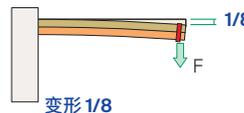
独立梁的弯曲



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刚度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 刚度 = 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 (FAQ)

取出螺钉时如何防止出现联接问题??

防止损坏螺钉联接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联接。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联接孔中取出，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。

如果出现联接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，必须谨慎考虑并先进行损害／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。

为什么不使用带空心扩孔钻的电钻？

请注意，在钻孔或扩孔（如研习站“钻孔过程中产生的热量”所见）过程中会大量产热。所以使用电钻带来的益处远不及热坏死对骨骼造成的伤害。

取出损坏的植入物 挑战和解决方案 (选项 1)

任务

1 毁坏的联接机制

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

主要重点

- 使用未损坏的螺丝刀
- 清洁螺钉头内六角凹槽
- 取出装置中的每个部件都带有螺纹



问题 1

毁坏的螺钉头内六角凹槽



a

问题 2

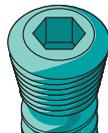
破损的螺钉，螺杆轴卡在骨内



b



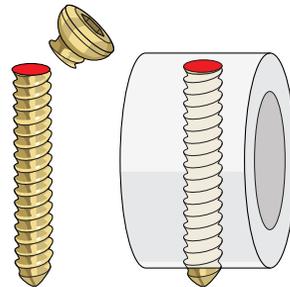
c



完好的



毁坏的



取出损坏的植入物

挑战和解决方案 (选项 2)

任务

1 毁坏的联接机制

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

学习目标

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

主要重点

- 使用未损坏的螺丝刀
- 清洁螺钉头内六角凹槽
- 请勿使用电钻



问题 1

毁坏的螺钉头内六角凹槽



a



完好的



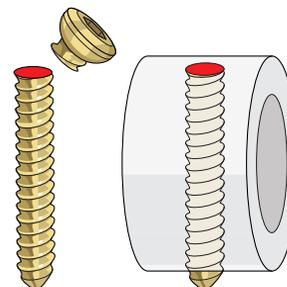
毁坏的

问题 2

破损的螺钉，螺杆轴卡在骨内



b



该选项只用于欧洲或中东国家

危害和法律限制

登陆 www.aofoundation.org/disclaimer 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员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其制造商宣称的质量或价值相关的保证或担保。

设计和排版: nougat GmbH, 巴塞尔, 瑞士
制作: AO 教育学院, Dübendorf, 瑞士



AO 基金会
AO Trauma International
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

version 2.2 | 01.11.2019