

在此研习站，您将向学员介绍髓内 (IM) 钉术的基本知识。您将介绍钉设计的演变形成过程，以及这些设计将如何影响固定的稳定性。通过摆弄模型，学员将能明白髓内钉尺寸以及不同交锁选项（静态和动态）的重要性，及其对骨折固定的对齐、稳定性以及刚度的影响。

交锁髓内钉术已成为长骨干骨折手术治疗的标准护理方法，提供多种植入物选项，例如，实心或空心髓内钉、扩髓或非扩髓程序、一枚

或几枚交锁螺钉、动态或静态交锁。考虑到特定患者和骨折类型，理解髓内钉术力学对选择合适的植入物非常重要。

您可以利用这批钉子，讲解髓内钉术的历史，描述每种髓内钉设计的优缺点。您也可以利用不同的骨骼-髓内钉模型，讲解那些结构的力学，学员可以自己尝试了解各种结构在刚度等方面有何不同。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 描述不同的髓内钉设计及其力学特点
- 解释径向预加负荷和稳定性的相应概念
- 描述非交锁髓内钉术的适应症并讨论潜在问题
- 识别使用太短或太细髓内钉时的常见问题
- 描述不同的髓内钉锁定选项以及对固定术稳定性的可能影响（动态锁定对比静态锁定）
- 解释弹性稳定髓内钉术

主要重点

- 现时有不同的髓内钉设计：带槽髓内钉、实心髓内钉、空心髓内钉和弹性髓内钉
- 非交锁髓内钉术要求髓内钉具有适当的长度和直径，可用于骨干中间的三分之一骨折，与主要骨折块之间有部分接触。学员应意识到适当转动稳定性的需要
- 动态交锁还要求主要骨折块之间有部分接触，而静态交锁在主要骨折块之间无接触时适用

研习站系列工作（您的任务）

当您到达研习站作准备时：

- 熟悉海报内容，包括关于研习站学习目标和任务的信息。
- 学员到达此研习站前，检查设施装配。

小组活动期间（每组重复）：

- 向学员解释任务内容，并介绍不同的髓内钉设计。
- 将髓内钉分发给学员，让其可以观察和握着各种不同的髓内钉模型，以认识它们之间的不同之处。
- 塑料模型代表髓内钉 - 骨骼结构。有一些模型的髓内钉太短、太细或只有部分交锁，有一些模型的髓内钉的各方面均完美无瑕。您可与学员讨论这些性质。
- 让学员推挤、弯曲和旋转模型，以便他们感受一下不同结构的性质。
- 让学员知道动态交锁相比静态交锁如何影响结构的稳定性。

讨论要点

- 讨论每种结构的优缺点。
- 讨论以下主题：
 - 交锁对骨折固定和稳定性的重要性。区分静态和动态交锁。静态交锁控制接骨术的长度、旋转和轴向对齐。动态交锁控制旋转和轴向对齐，但对长度仅有部分控制。
 - 扩髓及其对髓内钉生物力学（通过扩大接触面积改进）和对骨骼灌注（由于对骨内循环造成损害）的影响。
- 总结主要重点。

学员更换桌子时：

- 将塑料模型和髓内钉放回桌上，并按合适的顺序放置。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 确保这批髓内钉和塑料模型完整无缺。

常见问题 (FAQ)

髓内钉如何起作用？

根据骨折类型和最终的骨骼-髓内钉结构，髓内钉可用作内夹板，具有可或多或少均分负荷的特征。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。髓内钉能提供相对稳定性，是骨干长骨骨折的护理标准。由于插钉术能提供相对稳定性，因此您可以期待以骨痂形成愈合。

为什么我应当交锁髓内钉？

交锁髓内钉，就能更好地控制扭转负荷，并通过螺栓均分负荷来保留骨骼长度。未锁定的髓内钉，会通过髓内钉和骨骼之间的接触（摩擦，通过径向预加负荷）限制骨折块的活动。相反，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）及强度（承受毁坏的能力）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力（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，但可以通过交锁髓内钉解决。

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。它主要通过已扩髓骨骼中的带槽钉产生。

什么是扩髓，扩髓有什么优/缺点？

扩髓是指钻出髓内通道。它能扩大骨骼的骨内直径，通过修匀皮质骨的内部形态，帮助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，可作为自体骨移植，有助骨折更快愈合。然而，扩髓也有缺点。因为骨髓血管的强烈破坏和热量产生，会扰乱骨内的血液循环。此外，扩髓过程中的髓内压升高，有引起脂肪栓塞的忧虑。合并损伤（如胸部钝器伤或急性呼吸窘迫综合征 (ARDS)）的患者应该特别注意这一点。

什么是静态和动态交锁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。由于髓内钉螺栓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性，依靠骨痂的形成，使骨折明显愈合。如在 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。

动态交锁较静态交锁允许更多的活动。当病人承受重物时，它让骨折部位承受负荷（施加于结构上的外力）。考虑到这一点，在进行动态交锁髓内钉前，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，并可受益于压力。如果骨折不够稳定，它将不能受益于额外的活动，并且可能导致骨不连，因此这种情况下需要的是静态交锁。