

想象您正在采用切开复位术和钢板内固定术治疗前臂骨折。骨折已达到充分复位，并且钢板已正确放置。由您的实习生拧紧螺钉。这是一项简单的任务，您已经做过很多次，所以您已经培养出一种感觉，知道何时螺钉已经充分拧紧。但另一方面，实习生并无太多经验，所以很有可能会将螺钉拧得不够紧或拧得过紧，导致结果不符合要求。

在此研习站中，学员们有机会在安全的环境中培养将螺钉拧紧到最佳程度的手感。由于所施加的扭矩会被测量并在屏幕上显示，学员们会立即收到关于自己操作的反馈，您可以与他们

讨论反馈结果。大家可以讨论一下当螺钉拧得不够紧时会如何导致固定不足，或拧得过紧时螺纹会如何损坏骨皮质，从而影响骨折愈合。

课堂上有三种人造骨质可用（常规骨质、软骨质或骨质疏松骨质以及硬骨质），因此学员们可以感受健康骨骼和骨质疏松骨骼之间的不同。泡沫支架代表软组织，用起来更有临床实践的感觉，而硬支架则隔绝了所有的外部移动。

当学员们使用螺丝刀时，您还可以讨论联接的重要性以及误用工具的后果，特别要注意植入物将来取出的问题。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 在不同的骨质组织中感受并实现最佳扭矩
- 练习怎样才算将螺钉拧得过紧或不够紧
- 探究螺丝刀插入螺钉头时可能出现的问题

主要重点

- 最佳扭矩应为最大扭矩的 60% 到 85% 之间

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。
- 学员到达前，检查设施装配。
- 无线螺丝刀应置于桌面上。
- 内含三个人造骨质模型的展示盒以及各种骨质的足够骨骼应置于桌面上。
- 检查监视器是否已开启，屏幕是否显示“扭矩测量准备就绪”。

小组活动期间（每组重复）：

- 向学员解释任务内容，介绍不同的骨质以及支架。
- 向学员解释需要将螺丝刀正确插入螺钉头；否则，会损毁螺钉的联接机制。
- 告知学员将螺钉拧紧至他们认为最合适的程度。检查学员在安插螺丝刀时是否注意联接情况（记下此情况，进行讨论）。
- 学员一告诉您他已达到最佳扭矩，就尽快按下屏幕上的按钮来记录所施加的扭矩，这时候学员应将螺丝刀留在螺钉上。
- 然后，请学员继续用螺丝刀拧紧螺钉，直到不能再拧紧为止，然后让学员描述螺钉失去固定的感觉。这个过程要确保听到噼啪声响，学员在螺钉脱节后用螺丝刀再拧一圈，才算是最大扭矩。

- 再次按下屏幕上的按钮，显示最佳扭矩对比最大扭矩的百分比。
- 帮助学员解读所取得的结果。

讨论要点

- 总结主要重点。
- 简要重新讲述此次练习的发现：
 - 是否所有学员注意将螺丝刀正确插入螺钉头？
 - 是否有再次发生螺钉拧得不够紧或过紧的问题？
 - 对年纪较大的患者来说，此次练习的发现意味着什么？

学员更换桌子时：

- 确保监视器已设置为“扭矩测量准备就绪”。
- 全部螺钉已拧紧时，更换骨骼模型。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 确保将螺丝刀放回桌子上。

常见问题 (FAQ)

主题：使用螺丝刀

什么是联接？

适当的联接有助于更好地进行控制和施加扭矩，并防止联接机制的破坏；联接机制若被破坏，则会在取出植入物时带来问题。

我如何正确地握住螺丝刀？

用两根手指或用整只手握住螺丝刀，是两种最常用的方法。尝试这两种方法或别的方法，然后讨论哪种手法有助于更好地进行控制和产生扭矩。

主题：拧紧螺钉

拧紧螺钉时，获得最佳扭矩的重要性是什么？

由于植入物属于机械设备，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，能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）。

如果螺钉拧得不够紧或脱节会怎样？哪一种情况更糟？

这两种情况下都会影响固定。如果螺钉拧得不够紧，仍然可以产生部分固定作用，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。如果螺钉太紧脱节，就会失去几乎所有的固定强度。所以螺钉太紧脱节较螺钉拧得不够紧更糟。

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，因此不可能研发出这样的设备。

拧紧的非锁定螺钉与锁定螺钉有区别吗？

由于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。

如果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不够紧，会影响钢板的固定。

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拧紧螺钉的技能？

您可以通过模拟操作练习（如在这次练习中）、由外科主治医师陪同在手术中学习，或靠自己在手术过程中反复试验。

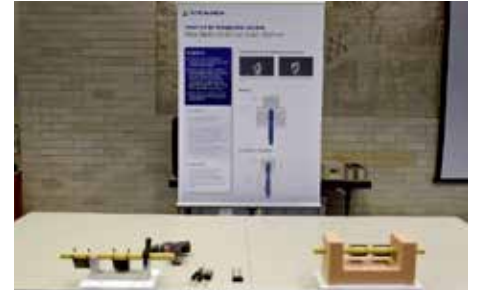
技能实验课导师指南

钻孔过程中的软组织穿透

在此研习站中，您将帮助学员培养钻通骨皮质而不刺穿或损伤软组织的感觉。通过亲自动手练习，他们可认识到钻头/克氏针（K-wire）的质量和性质，以及骨骼的支撑固定会如何影响穿透深度。

钻骨是骨外科手术的基本技能之一。为了获取最佳结果，应认真谨慎地应用精准的手术技能。在骨骼上钻孔必须得到有效控制，才能保证外科医师及患者的安全。

在此研习站中，学员将使用人造骨骼练习钻孔。装有橡皮泥的盒子会与骨骼连在一起，模拟软组织。课堂中将测量穿透软组织的深度。学员将使用克氏针或锋利钻头和钝钻头。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 区分锋利钻头和钝钻头
- 体会穿透对侧骨皮质的感觉，并比较使用克氏针或锋利钻头和钝钻头的结果
- 评估软组织和神经血管结构可能的损伤

主要重点

- 应使用锋利的钻头以避免不受控制而穿透肌肉、神经和血管
- 必须替换钝钻头

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，辨别锋利钻头和钝钻头以及橡皮泥。
- 向学员展示如何通过在光线充足处比较钻头尖端，来区分锋利钻头和钝钻头。钝钻头的尖端有光反射，锋利钻头的尖端无光反射。
- 将橡皮泥盒子（模拟软组织）置于骨骼上将要钻孔处的对侧。
- 请学员钻孔。单手钻孔，然后告诉学员用另一只手握紧灰色的钻头套筒，确保其与近皮质骨接触。
- 告诉学员专注于钻头穿过第一层皮质骨时的感觉。近皮质骨一被穿透，请学员放开钻头套筒。当钻穿第二层皮质骨时，应控制好钻头，一穿过第二层皮质骨时应立即停止钻动，将刺入程度降至最低。取出钻头，但切勿触碰钻头套筒。
- 现在，钻头套筒可用于显示钻孔后的穿透深度：将灰色套筒远端的钻头长度与骨骼的直径进行比较。
- 或者，用提供的深度计测量橡皮泥盒子（模拟软组织）中所钻孔的深度。随后用手指抚平橡皮泥，填补盒子中的孔。

- 请学员使用克氏针、锋利钻头或钝钻头在骨骼上钻另一个孔。测量穿透深度，将其与第一次尝试的深度进行比较。随后用手指抚平橡皮泥中的孔。
- 让学员再次钻不同的设施装配 - 分别固定于老虎钳中的骨骼或固定于软支架中的骨骼。

讨论要点

- 总结主要重点。
- 简要重新讲述此次练习的发现：
 - 所有学员是否注意他们使用了哪种钻头？
 - 他们能否通过观察钻头尖端区分锋利钻头和钝钻头？他们使用钻头时能否验证两者的不同？
 - 他们是否意识到软组织钻得过深可能会导致的潜在损伤？
 - 他们是否明白在手术室不可用手指触碰钻头尖端而只能用肉眼区分钝钻头和锋利钻头的重要性？

学员更换桌子时：

- 确保橡皮泥盒子中的所有孔均已抹平。
- 将钻头从动力钻上拆下，以便可在下次讲解时向学员展示钻头尖端。
- 如有需要，清洁从橡皮泥上取下的钻头。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 从动力钻上拆下全部钻头。
- 确保橡皮泥盒子已抹平。
- 如有需要，清洁钻头、骨骼支架和动力钻。

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？

减少用力穿透最重要的步骤，是使用锋利钻头来减少施加在动力钻和钻头上的压力。此外，如果可以，使用较短的钻头可能也有帮助，或者让克氏针不要从圈卡盘中突出那么长。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，尝试再次练习，以改善这些情况。

为什么钻头会变钝？

钻头不仅因钻通骨骼而会变钝；它们经过清洁/消毒过程和/或保存不适当时会变钝，也会因为与其他工具发生摩擦而变钝。在日常生活中，您会将家里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。这不仅是为了陈列放置，也可通过避免接触摩擦保持锋利。

当在干骺端或骨质疏松的骨骼穿孔时，是否能感觉到第二层皮质骨？

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

为什么钝钻头有光反射？

首先，用于手术的钻头的尖端已损坏，其次，如果真的发生光反射，即是刃口已损坏。因为磨损的尖端会变圆，此半球物的表面会反射光线。即使刃口看起来很完美（不反射光），但尖端可能已经钝化（反射光）。

在此研习站课程中，您将向学员展示，用克氏针(K-wire)、钝钻头和锋利钻头钻穿骨皮质时会产生多少热量。此研习站课程结束后，小组成员应能认识到这潜在的有害并发情况，并学会如何采取措施防止其发生。

物体穿过骨骼所产生的高温可能导致骨坏死，从而导致固定失败。治疗骨折时必须考虑这一点，因为钻孔过程中钻头温度可达到对骨骼造成危险的水平。对于插入髓内钉前的铰孔也是如此。

学员可观察他们对人造骨钻孔时温度如何上升、使用克氏针、锋利钻头和钝钻头的结果会有何不同。海报上的图表说明了由于骨骼的温度（显示在监视器上）随着接触热的时长而导致出现骨坏死的时间。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 学习区分锋利钻头和钝钻头
- 预测骨皮质的热分布
- 了解并比较使用克氏针、钝钻头或锋利钻头所得的结果

主要重点

- 应使用锋利钻头以减少发热和对骨骼的损伤
- 必须替换钝钻头

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。
- 学员到达前，检查设施装配。
- 检查监视器是否已开启，屏幕是否显示两个温度：“当前温度”和“最高温度”。

小组活动期间（每组重复）：

- 向学员展示如何通过光线充足处比较钻头顶端，来区分锋利钻头和钝钻头。钝钻头的顶端有光反射，锋利钻头的顶端无光反射。介绍钻孔时热分布的原理。
- 按下屏幕上的按钮重设温度计。
- 请学员选择钻头（锋利或钝的，3.2 mm 或 4.3 mm），然而，建议首先使用 3.2 mm 锋利钻头或克氏针。让他们通过各自的钻头套筒钻入人造骨。必须将钻头/克氏针保留在原处一会儿，保持顶端突出，然后拆除。
- 监视器会显示最高温度和当前温度。将屏幕上的“最大”值与海报上的图表进行比较，解释坏死前骨骼可以承受此最高温度多长时间。使用屏幕上的实时温度，说明骨骼温度即使在拆除了钻头或克氏针后仍然保持高于体温一段时间。
- 因为发热因锋利度而异，学员务必尝试所有可用的工具以比较结果。鼓励他们使用不同的钻头或克氏针检测自己的技能；理想情况下，每位学员至少用一个钻头或一根克氏针钻孔并测量发热情况。
- 移动骨支架中的骨骼，改变钻孔位置。如果屏幕显示的温度高于 36-37°，则按下屏幕上的“重设”按钮，如果温度差仍然存在，将人造骨移至距离之前的钻孔更远的位置。

讨论要点

- 讨论使用锋利钻头顶端的好处。
- 总结主要重点。
- 简要重新讲述此次练习的发现：
 - 所有学员是否注意他们使用了哪种钻头？
 - 他们能否弄清楚钻孔时自己使用哪一种钻？
 - 他们能否解释温度、时长和骨坏死之间的因果关系？
 - 他们能否仅通过查看顶端来辨别钻头锋利度？

学员更换桌子时：

- 确保您重设屏幕，使其显示 36-37°C，同时也显示“最高”。
- 如果您想通过展示钻头开始下一次讲解，则将钻头从钻孔机器上拆下。
- 如果需要，使用抹布清洁桌子、骨支架和钻头。
- 如果在人造骨上无法再钻孔，则用新的人造骨进行替换。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 从钻子上拆下钻头/克氏针。
- 如有必要，清洁钻头和骨支架。

常见问题 (FAQ)

为何会发生热坏死？

因为钻头或克氏针旋转穿过皮质骨，会产生摩擦。最终，摩擦成为产热的来源（就像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，如果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。调节速度和进给速率也可产生同样的结果：器械的锋利程度和施加的压力大小，也会影响这种速率。如果您有一个更锋利的钻头，并向其施加更大的压力，您将获得更快的进给速率。更快的进给速率能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？

减少发热的最有效方法是使用锋利的钻头，如研习站“钻孔过程中的软组织穿透”所见，锋利的钻头也具有减少软组织穿透的益处。由于冲洗仅可对钻孔过程中近皮质骨发热产生轻微影响，它无法解决远皮质骨的问题。不论哪种情况，冷却液无法直接到达钻头顶端，此部位是产生摩擦进而发热的位置。

热坏死如何改变骨骼固定？

只要查看海报上的图解就很容易理解。由于产生了热量，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，则必须进行重建，以便日后松开螺钉固定物。死骨也是细菌感染的活跃部位。

一名 20 岁的男患者因踢足球时受伤而被送入急诊室。其腿部肿胀，一触即痛。对胫骨进行 X 射线扫描，内侧第三胫骨干可见横断性骨折类型，伴有小蝶形（三角状）碎片。通过解读 X 射线结果，有经验的骨科医师甚至在与患者交谈前即可知道这是由于直接撞击胫骨导致的骨折。根据骨折类型，外科医师会假设，除了骨骼损伤外，碰撞部位与软组织相关的并发症风险高。此外，其他硬组织或软组织也可能在可见骨折之上或之下受损。

只需查看 X 射线结果，即可获得此信息。如何获得？骨骼像任何其他材料一样，在负荷下以特定方式起作用。所以，骨折时，骨折类型可揭示导致损伤的力度和/或力矩的大小和方向的信息。

在此研习站中，请学员以三种不同方式给人造骨加载外力，直至发生骨折。然后，解释压应力、张应力和剪切应力如何对骨骼造成损伤，并帮助学员了解所导致的骨折类型以及伴随而来的软组织损伤。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 描述测试物在扭矩、弯曲和轴向负荷情况下的变形情况
- 描述在扭矩、弯曲和轴向负荷情况下的典型骨折类型
- 描述压应力、张应力和剪切应力的方向和性质
- 描述每种类型骨折对软组织包膜可能造成的后果

主要重点

- 由扭矩造成的变形，首先会在张力侧产生倾斜 45° 的螺旋形骨折，然后会在压力侧产生纵行骨折
- 由弯曲造成的变形，首先会在张力侧产生横断性骨折，然后会在压力侧产生斜骨折，伴有或不伴有楔形骨折
- 由此产生的压应力和张应力，即是剪切应力，这是受压骨折的主要原因

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，包括学习目标和任务。
- 学员到达此研习站前，检查设施装配。应有 10 根胫骨、10 根带笑的一般性骨干骨以及 10 个人造松质骨方块。

小组活动期间（每组重复）：

- 向学员解释，根据施加于骨骼上的应力（压应力、张应力、剪切应力）类型，骨折类型会有所不同。

扭矩作用下的变形和骨折

- 将人造胫骨置于骨折盒模中。让一位学员拉动侧面的操作杆，给骨骼加载外力，直至折断。
- 与学员讨论骨折类型。指出张力侧的螺旋形骨折以及压力侧的纵向骨折。

弯曲后的变形和骨折

- 将骨干人造骨置于骨折盒中间部位，让笑脸侧面向您。请学员逐渐增大施加至中间操作杆的弯曲力，直至人造骨折断。（如果学员有困难，协助他们折断骨骼；这需要大力气。）
- 让学员认识骨骼一侧上的横断性骨折类型，以及另一侧上完整或不完整的弯楔，伴有或未伴有小蝶形碎片。
- 指出横断性骨折的位置，并分别指出关于张力和压力作用下骨骼一侧的弯楔（利用笑脸标记确认方向，它并能助您于最后将所有碎片集在一起）。

轴向负荷下的变形和骨折

- 将人造松质骨方块置于老虎钳上下两钳口之间的中间位置。
- 请学员转动老虎钳操作杆来压缩方块。请注意：应提供黑色或灰色方块。

- 确保学员缓慢小心地压紧方块，以便随着骨折发生时，可看出骨折类型。骨折可能发生在方块侧面或者顶部（斜形、Y 或 X 形）。请注意：如果提供灰色方块，则可以看到将方块分裂成两部分的楔形成（而黑色方块不会出现这种情况）。可用灯光照射方块，以便清楚看见。
- 与学员讨论骨折类型，指出骨折是由压应力和弯曲应力合力产生的，而合力产生了剪切应力，实现 45 度倾斜。

讨论要点

- 讨论扭力、弯曲和轴向负荷产生的骨折对骨骼以及软组织包膜可能造成的后果。
- 总结主要重点。
- 简要重新讲述此次练习的发现：
 - 学员是否了解三大骨折类型的不同，他们能否说出骨折类型对周围软组织造成的后果？
 - 学员能否解释不同的应力类型 - 弯曲、压应力和剪切应力，能否区分出模型的哪一侧是受到了压应力作用，哪一侧受到了张应力作用？

学员更换桌子时：

- 将折断的胫骨、一般性骨骼以及方块放在一边。请注意，对于每类骨骼，每个小组只有一块。如果其中一块骨骼能较清楚呈现骨折类型，您可用其进一步阐明典型骨折类型的差异。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 将所有折断的人造骨放回桌子上。请注意，基于条例规定，您或者学员均不得将折断的人造骨带回家。

常见问题 (FAQ)

什么是扭转负荷？它如何导致骨折产生？

当同一骨骼的一部分被迫向一个方向转动，而另一部分被迫向相反方向转动时，会导致骨折。骨折的原因是扭转负荷（外力）施加在骨骼的一部分或者两部分上。所产生的应力是压缩剪切应力和拉伸剪切应力，方向为骨骼周围 45 度角。这些剪切应力是导致骨折的最终原因。

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）击中骨骼的压力侧时，将直接导致骨骼弯曲。由于骨骼只能耐受少量变形，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。

什么是轴向压缩？

轴向负荷（施加于结构上的外力）下的变形不仅产生压应力，还产生张应力。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。压应力和张应力合力产生剪切应力，这实际上是造成斜骨折或双斜骨折类型的原因。通常，由于摔倒或其它的动力负荷会对所涉及的骨骼起作用，这种类型的骨折发生在骨骼的干骺端区域。沿负荷的路径，也可能出现合并伤。

它们与临床有什么相关性？

施加于骨骼上的负荷（施加于结构上的外力）的大小、方向和集中程度以及各种骨折类型外观的相关知识，都有助于患者治疗，因为它们创伤力学的指征，也是伴随损伤和 / 或软组织损伤风险的标记。

在此研习站，您将向学员介绍不同的复位技术和工具，以及其应用和限制。

骨折复位可能是骨折手术中最难的任务。成功完成复位且没有破坏骨骼和软组织的血液供应，是此干预方法成功的关键。

此研习站提供各种钳夹，以及在泡沫块里的众多已断人造骨。由您解释说明了桌上的钳子和工具之间的不同之处后，学员将使用所得的工具尝试对骨折进行复位。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 区分直接和间接复位
- 了解两种手法的特殊适应症和骨骼节段
- 确定每个复位钳的自由度
- 了解不同工具应用中的困难
- 分析不同钳夹的生物优缺点

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

- 如骨折部位没有暴露，在距骨折一定距离处通过施加矫正力和力矩进行复位，利用牵引软组织（如：包膜、韧带、骨膜、肌肉、肌腱）进行复位
- 通过临床或使用影像增强器、X 射线查看复位情况

复位钳的使用

- 根据解剖和技术条件使用适当的工具

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，包括关于研习站的学习目标和任务的信息。
- 学员到达研习站前，检查设施配备；确保所有钳夹齐全。

小组活动期间（每组重复）：

复位钳的使用

- 解释复位钳的不同类别和功能。指出相似的钳子有不同的锁紧机制。
- 鼓励学员检查和感受每把不同的钳子，并练习对各种骨折进行复位。对于泡沫盒里的骨折，采用以下三种不同方法非常便利：
 - 通过窗口直接应用钳子（开放法）。
 - 把窗口当作“永久”C 臂杆使用，通过泡沫一侧上的小切口放置钳子（微创法）。
 - 盖住窗口，让学员仅使用触觉感知通过侧切口进行操作。
- 解释如何使用股骨牵引器，并列举其优缺点。
- 解释如何使用推拉技术来完成间接复位，该技术包括使用骨扩张器以及放置在钢板外用于骨折牵引的螺钉，还有用于施压的钢板固定夹。

直接和间接复位

- 向学员解释说明任务，鼓励他们使用不同的骨骼模型和骨骼固定机制检测自己的技术；最理想是让每位学员尝试至少一次直接和一次间接复位。

讨论要点

- 讨论不同的自由度和复位工具的复位能力：压缩、牵引、旋转和其中多种方式组合。
- 总结主要重点。

学员更换桌子时：

- 从每一骨骼上取下所有复位工具。
- 将泡沫模型和钳子放回在原处摆放整齐。
- 检查有没有钳子丢失。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 检查研习站，确保所有钳子仍然齐全。

常见问题 (FAQ)

为什么有不同的复位技术？

要理解复位技术，我们还必须考虑将要使用哪种固定和稳定方式，达到理想的稳定效果。不同解剖部位有不同复位要求。

什么是解剖复位和解剖对线？

解剖复位是一种技术，可将所有的碎骨片段放回至最初解剖位置，恢复骨折骨骼的最初形态和轮廓。解剖复位对于关节骨折的复位不可或缺。解剖对线是指重建骨骼最初的轴线且与干骺和骨干骨折有关。

这与临床有何相关性？

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最困难的步骤之一，其难度往往被低估。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不同种类的骨折，了解这些工具的名称和功能非常重要。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，掌握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。

在此研习站，你将向学员介绍分散复位力的原理。有必要向学员描述骨折损伤后使骨头或关节变形的脱臼力。因此，扭转变形力涉及将主要的骨折碎片分散到初始位置。软组织附件如肌肉、骨膜、韧带和囊状附件，使碎片能够根据长度、排列和旋转重新对位。这种现象称为“韧带整复术”。

研习站包括了使用牵张工具复位的示例，如股骨牵张器或外部固定器。学员将有机会发现股骨牵引器和外部固定器可用作复位工具，并尝试其功能。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 演示使用股骨牵引器作为复位工具
- 列出指示牵引器的实例
- 解释使用外部固定器进行复位

主要重点

- 牵引术是将软组织附着物用在骨折段上间接进行复位
- 股骨牵引器是一种功能强大且用途广泛的牵引/复位工具
- 复位工具用以保护血管

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
- 学员到达前，检查设施装配；组装大中型牵引器（如果尚未预先组装）

小组活动期间：

让学员处理场景中的股骨牵引器，并将其应用于模型。较小的股骨牵引器可作为远端胫骨的复位工具，外部固定器可作为跟骨的复位工具。Schanz 螺钉已经固定在模型上，供牵引器使用。

讨论要点

- 讨论软组织通过韧带整复术间接复位的作用。
- 让学员通过描述其结构来解释股骨牵引器的用途
- 总结主要重点

学员更换桌子时：

- 将牵引器移出 Schanz 螺钉
- 将泡沫模型和工具放回原处摆放整齐
- 检查所有工具是否齐全

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 检查研习站，确保所有工具和模型仍然齐全。

常见问题 (FAQ)

什么是牵引？

牵引力是一种拉力，通过这种牵引力，间接复位技术可以大致重建骨折长骨的长度和走向，并大致确定关节的形状。

利用牵引力进行复位时涉及哪些方面？

牵引力使软组织承受张力，就像下肢牵引台一样。这种现象称为“韧带整复术”，涉及到与骨折碎片接触的皮肤、肌肉、骨膜、韧带、肌腱和囊状附件。当应用牵引时，软组织附着物往往会根据碎片之间原有的空间关系连接碎片。

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。

在此研习站，您需要向学员解释植入物和骨骼之间负荷均分/屏蔽的原理。要完成此任务，可根据弯曲方向和/或钢板位置（了解拉力侧和压力侧的原理），明白到间隙和与此间隙有关的螺钉位置对固定的刚度会造成怎样的影响。课堂还会展示钢板长度和螺钉的工作长度，如何影响钢板固定以及螺钉拔出。

钢板固定术是骨科/创伤外科医生用于治疗骨折的一种非常通用的方法。因为同一块钢板可有多种不同的使用方法（例如，用于压缩、支持或桥接骨折），外科医生务必熟悉用钢板固定

的力学，以在使用这些方法治疗骨骼时获得可接受和可预测的结果。这个主题的内容很多，需要将其分成互补的两个研习站（H 和 J 研习站）。

此研习站讨论三大主题：

1. 杠杆原理及其如何影响骨折固定和螺钉载荷。
2. 螺钉的工作长度及其如何影响螺钉固定和结构的刚度。
3. 不同的技术如何影响钢板骨骼结构的整体刚度。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 解释杠杆力臂长度如何影响螺钉载荷
- 掌握什么是“螺钉工作长度”
- 就间隙大小和弯曲方向而言，解释植入物和骨骼之间载荷均分的原理
- 解释螺钉位置对于孔间隙宽度、结构刚度、钢板加载以及钢板断裂的重要性
- 列出钢板断裂的原因，并明白可采取哪些方法来避免钢板断裂

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
- 要均分载荷，植入物必须连接至骨骼的拉力侧
- 在反复应力下，钢板较短段会折断
- 嵌顿的骨折块可引起载荷均分

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，包括学习目标和任务。
- 熟悉模型及如何使用模型进行演示。
- 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）：

杠杆原理

- 向学员解释任务，并鼓励其对每个钢板骨骼结构进行加载。
- 让学员通过逐一增加重物来对钢板前端进行加载，每次加重后，检查另一端最后一枚螺钉的位移。
- 中间结构的每一侧需要大约相同的重物就能翻倒（骨折间隙两侧的钢板长度相同），而相比右边的模型，左边的模型需要添加较轻的重物，直到拔出螺钉（施加重物一侧的钢板更长、杠杆力臂长），且钢板也更短（短杠杆力臂）。

工作长度

- 向学员解释任务内容，介绍演示模型中的三个骨骼钢板隔断结构（单皮质螺钉插入薄层皮质和厚层皮质中、双皮质螺钉插入薄层皮质中）。
- 鼓励学员旋转模型的前端，让其感受各种坚硬程度。问学员哪种螺钉钢板组合最坚硬稳固，承受旋转载荷最佳。

钢板加载和钢板固定的刚度

- 模型代表用钢板固定的两块骨折块
- 让学员加载模型，想象钢板
 - 在骨骼的拉力侧上。
 - 在侧向位置。
 - 在骨骼的压力侧上。

- 鼓励每位学员测试用钢板固定的不同骨骼模型。
- 这两个模型展示相同的接骨术，但间隙大小不同。其中，小间隙可让骨骼与钢板共同均分载荷；宽间隙无法闭合，不能均分载荷。
- 这两个模型展示了小间隙的钢板固定，但螺钉置于不同的位置。内部螺钉靠近间隙时，钢板较短段由于应力集中而出现严重变形。内部螺钉远离间隙时，钢板较长段由于应力分散而变形较小。
- 模型包含带有嵌顿骨折块的骨折。请学员在适当位置的结构对有嵌顿及无嵌顿的骨折块进行测试。

讨论要点

- 讨论钢板的杠杆力臂对于施加在螺钉上的拔出力的影响。
- 讨论螺钉工作长度对于钢板骨骼结构刚度的影响。
- 讨论拉力侧和压力侧的概念，并讨论钢板为何应放置于拉力侧。
- 讨论避免钢板断裂可采取的一些方法。
- 讨论小间隙、大间隙情况下以及间隙中有嵌顿的骨折块时钢板变形的原因。
- 总结主要重点。

学员更换桌子时：

- 从杠杆力臂模型上取下所有重物。
- 将所有钢板骨骼结构放回原位。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 确保这批钢板骨骼结构完整无缺。
- 确保这批重物完整无缺。

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。在较长的钢板上，螺钉的杠杆力臂会更有力，从而减少了拔出力。相反，在较短的钢板上杠杆力臂较短，会让最后一枚螺钉产生高拔出力。

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？

均分载荷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，如果载荷施加在骨骼钢板结构上使得钢板处于张力之下，则压力将由骨骼控制，而张力将由钢板控制。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。载荷屏蔽不一定是好事或坏事，具体取决于每种骨折的特征和需要。

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。如之前的解释所述，在无骨骼接触时，整个载荷由钢板承受的位置处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。只要达到了一定的间隙大小，夹层骨折块（即粉碎性骨折、骨痂）的出现可最大限度减少成角可能，并可减少钢板变形。然而，即使很小的间隙，其实也可以产生高密度应力和严重钢板变形，具体情况视乎孔间隔宽度。对于单纯性骨折类型，如果没有获得压力并留下小的间隙，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，令钢板严重变形。

什么是螺钉的工作长度？

螺钉的工作长度是指锚定在单皮质或双皮质中骨骼上的螺钉的总长度。它影响骨骼螺钉接触面的应力。厚皮质壁中的单皮质螺钉或双皮质螺钉可取得更长的工作长度，而在薄（骨质疏松）皮质中的单皮质螺钉中，工作长度较短。

它们与临床有什么相关性？

充分掌握这些原理，才能根据骨折类型和所需要的固定类型，找出更好的手术方法，避免了不必要的失败。例如，可复位单纯性骨折类型，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合适钢板大小和确保螺钉的双皮质紧固时，减少在这方面的应力至关重要。

在此研习站，您将解释以下概念：

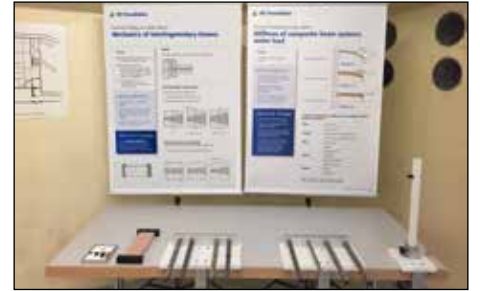
1. 变形力如何产生碎片间张力。如果变形力产生的张力阻碍了特定间隙的骨愈合，那么间隙的运动必须被抑制(绝对稳定性)。如果张力可能分布在多个间隙中，那么尽管变形力较高(相对稳定性)，骨愈合仍会发生。
2. 在弯曲载荷下，骨骼钢板结构的刚度会有何不同。目的是让学员可感受并了解植入物以及弯曲方向如何影响骨骼钢板结构的刚度。

钢板固定术是用于治疗骨折的一种非常通用的方法。因为同一块钢板可以有多种不同的使用方法（例如，用于压缩、支持或桥接骨折），

外科医生务必熟悉用钢板固定的张力理论和力学，以在使用这些方法治疗骨骼时获得可接受和可预测的结果。

通过示范模型和海报，您可以讲述：

- 骨折间隙宽度如何影响运动耐受性（使用扁平演示模型），以及变形力如何影响不同的骨折模式（使用泡沫模型）
- 在指定的一侧上应用一块钢板使不稳定的骨头变得更加坚硬时，可以观察到何种程度的稳定性，然后通过添加螺钉（螺栓）或将钢板放置在骨骼的另一侧（张力侧）或添加其他螺钉



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 掌握什么是绝对和相对稳定性
- 掌握在相对稳定性条件下，初始间隙宽度对细胞变形的重要性
- 解释变形力对组织应变的影响
- 比较复合梁与独立梁的弯曲刚度
- 认识骨折块之间组织转化的重要性
- 讲解骨折块位置如何影响所选内部固定钢板的刚度

主要重点

- 在相对稳定性下，小骨折间隙中的细胞会因为过度的张力而被损毁（Perren 的应变理论）
- 只使用钢板相对较弱
- 钢板的刚度取决于弯曲方向
- 当骨骼与钢板紧密连接时，增加弯曲刚度非常重要
- 在可对骨折施加轴向载荷的情况下，张力侧放钢板的复合系统，是最坚硬的结构

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，包括学习目标和任务。
- 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）：

- 向学员说明，课堂将探讨两个主题概念（参见下文）。

骨痂的力学原理

- 讲解模型代表张力下的组织变形。
- 有三种不同的间隙大小，它们每个都含有适当数量的细胞，代表出现粉碎性骨折时两块骨片块之间骨痂的真正成纤维细胞。此模型允许一定程度的绝对位移，三种间隙大小都一样。
- 将一根手指插入孔内，然后牵拉，加宽间隙。
- 向学员指出，当牵拉模型时，即使位移的绝对程度相同，相比有三个细胞的间隙，含有一个细胞的间隙，会呈现更大程度的变形。这是因为当间隙窄时，相对变形（一个细胞的变形）程度更高。在宽间隙中，绝对位移将在众多细胞之间分布，令单一细胞的相对变形程度较低。
- 使用此泡沫模型解释变形的耐受性，以及绝对位移与间隙宽度之间的关系。当要根据骨折类型考虑使用“绝对稳定性”还是“相对稳定性”时，充分理解对决策过程非常重要。
 - 单纯性骨折：间隙小 → 高相对变形（高相对张力） → 高压下绝对稳定性 → 直接愈合
 - 粉碎性骨折：间隙较宽 → 低相对变形（低相对张力） → 低压下绝对稳定性 → 间接愈合

复合梁系统在负荷下的刚度

- 从没有骨折的四个模型开始着手。让学员用一根手指的指尖小心地下推不同结构的末端。让他们讲述自己的感受，哪个结构最灵活，哪个最坚硬（在海报上半部分可找到答案）。
- 然后移到直立的白色模型。向学员展示，当用螺栓连接单梁，从而增加梁系统刚度时，如何避免各支梁之间滑动。
- 移到桌子上的第三个模型，让学员用一根手指的指尖小心地下推各个末端，同样向模型加载。解释与钢板位于上侧（张力侧）的结构相比，为何钢板位于下侧（压力侧）的模型感觉没有那么坚硬。指出大间隙如何影响结构均分钢板和骨骼之间的载荷能力，而与钢板位置无关。

讨论要点

- 讨论使用骨折块间组织运动的可能后果。
- 讨论钢板位置对骨骼钢板结构刚度的重要性。
- 讨论刚度（材料承受变形的能力）和强度（材料承受毁坏的能力）之间的不同之处。其中，接骨术的刚度可进行临床测量，而强度则只有在对患者有所损害的情况下才能测定。
- 总结主要重点。

学员更换桌子时：

- 将模型放回原位
- 如有需要，从直立模型上拆下螺栓。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 确保螺栓在桌子上。

常见问题 (FAQ)

骨折部位的活动、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，无论是直线的、成角的或是其中的两种方式组合，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。简单来说，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张力越小。更宽的间隙可容纳更多的细胞，从而更好地耐受变形。活动、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张力积累，您会发现粉碎程度越高，每一骨折块都进行位移，进而张力或变形越少。掌握这一概念对于理解每种骨折类型所需的稳定性种类至关重要。

单纯性骨折具有包含几部分的小间隙。允许活动可导致高张力集中和变形，从而导致骨不连。请记住，没有活动（绝对稳定性）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张力积累和很少的活动量。因为骨痂形成只需要少量的活动，粉碎性骨折可采用相对稳定性和间接愈合治疗。理论上，可为每一骨折块提供绝对稳定性以促进粉碎性骨折的直接愈合。可是，为了固定每一骨折块，您将不得不减少血液供应，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，即以手术方法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。但这种方法会导致无法接受的骨不连和高感染率。

绝对和相对稳定性如何影响骨愈合？

绝对稳定性能促进直接骨愈合，而相对稳定性则产生间接骨愈合。

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，可消除它们之间的剪切应力，让其刚度（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？

刚度是材料或系统承受变形的能力。

刚度的测量方法如下：

材料或系统位移的负载和测量，以此作为施加的负载。强度是材料或系统承受破坏或故障的能力。可以通过在材料或系统上施加载荷直至破裂或崩解来测量强度。

因此，无法对材料或系统（即板骨结构）的强度进行临床测量，因为这会导致系统（即患者）受到伤害。相反，板骨构造的刚度则可以在不对患者有所损害的情况下临床测量。因此，实际上指“刚度”时，应避免使用“强度”一词（因为无法进行临床测量）。

哪些因素会影响钢板固定的刚度和强度？

涉及钢板接骨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，锁定钢板对比传统钢板、钢对比钛）、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、锚固物）、骨骼特征（骨质、横截面）、骨折类型（单纯性对比复杂的粉碎性骨质缺损）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了重要的作用。

它们与临床有什么相关性？

充份掌握钢板固定术的原理，才能制定适当的术前计划，并为每一种特定骨折和每位患者选择正确的植入物。

技能实验课导师指南

受损植入物的取出（选项1）



在此研习站，您将教授学员如何使用专门设计的工具，取出已磨损或已损坏螺钉。

另外，再想象您将要旋松螺钉，突然，螺钉头折断了杆轴。

植入物取出有时被视为相对简单的手术，通常由骨科实习生完成，往往无需主治医师监督指导。但是，普通简单的任务也可轻易变成噩梦。想象您将要取出螺钉：您拿起螺丝刀，将其与螺钉联接，然后转动螺丝刀。突然，您感觉到没有了紧固，螺丝刀仍然可以转动，但是螺钉纹丝不动。螺钉头的联接凹槽已经损坏。

此研习站让大家有机会练习这两种场景。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 识别用于辅助螺钉取出的不同工具的功能
- 拆除联接功能已损毁的螺钉
- 拆除已损坏的螺钉

主要重点

- 应使用没有损坏的螺丝刀
- 应清洁螺钉头内的六角凹槽
- 取出装置中的每个部件都带有螺纹

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，介绍不同的已磨损 / 已断裂的螺钉。
- 根据制造商的指示，使用螺钉取出装置。提醒学员取出装置中的每个部件都带有螺纹。
- 教导学员：
 - 3.5 mm 螺钉应使用 2.5 mm 螺丝刀取出。不过，由于螺钉头已损坏，因此，螺丝刀和螺钉头之间缺乏联接，难以取出螺钉。
 - 将圆锥形提取螺钉插入已磨损的螺钉头。轴向用力按压，以逆时针方向转动工具，取出螺钉。
 - 已准备了 4.5 mm 的螺钉，以便学员尝试使用螺丝刀拧紧螺钉时，螺钉头就可折断。在能使用空心提取螺栓取出螺杆轴前，使用空心扩孔钻取出螺杆轴周围的骨骼。即使您需要钻穿骨皮质，也必须取出足够的骨骼，以让螺杆轴和提取螺栓联接。

- 清理出螺杆轴后，使用提取螺栓控制螺钉，然后将其取出。螺栓必须绕着已损坏/钻孔螺杆轴逆时针方向转动，以让其抓牢，然后取出。
- 鼓励学员用不同的已磨损 / 已断裂的螺钉检测自己的技能。

讨论要点

- 讨论如何使用植入物取出工具装置。
- 回顾避免螺钉联接损坏的方法。
- 总结主要重点。

学员更换桌子时：

- 取出所有螺钉后，更换骨骼支架中的人造骨骼模型。
- 如有需要，使用抹布清洁桌子和工具。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 确保提取装置完整无缺。

常见问题 (FAQ)

取出螺钉时如何防止出现联接问题？

防止损坏螺钉联接凹槽的主要方法是在放置和取出植入物时，确保螺丝刀与螺钉能适当联接。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，留意检查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。

确保有适当的工具可用于取出植入物；意思是螺丝刀的大小和形状要合适。切勿使用损坏的螺丝刀。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，确保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。始终切记，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，必须谨慎进行危害／益处考虑分析。

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有失败的可能性。这样病人能明白到即使是在手术后，依然存在植入物不能成功取出的微小几率。

为何动力钻和空心扩孔钻不能配合使用？

要认识到，钻孔或扩髓时会产生大量的热（参阅“钻孔过程中的发热”研习站）。热坏死造成的骨骼损伤，将会抵销使用动力钻所节省的时间。

技能实验课导师指南

受损植入物的取出（选项 2）



在此研习站，您将教授学员如何使用专门设计的工具，取出已磨损或已损坏螺钉。

植入物取出有时被视为相对简单的手术，通常由骨科实习生完成，往往无需主治医师监督指导。但是，普通简单的任务也可轻易变成噩梦。想象您将要取出螺钉：您拿起螺丝刀，将其与螺钉联接，然后转动螺丝刀。突然，您感觉到没有了紧固，螺丝刀仍然可以转动，但是

螺钉纹丝不动。螺钉头的联接凹槽已经损毁。另外，再想象您将要旋松螺钉，突然，螺钉头折断了杆轴。

此研习站让大家有机会练习这两种场景。



学习目标

完成此研习站课程后，学员能够：

- 识别用于辅助螺钉取出的不同工具的功能
- 拆除联接功能已损毁的螺钉
- 拆除已损坏的螺钉

主要重点

- 应使用未损坏的螺丝刀
- 应清洁螺钉头内的六角凹槽
- 切勿使用动力钻

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，介绍不同的已磨损 / 已断裂的螺钉。
- 根据制造商的指示，使用螺钉取出装置。提醒学员取出装置里的工具应按逆时针方向转动。
- 教导学员：
 - 3.5 mm 螺钉应使用 2.5 mm 螺丝刀取出。不过，由于螺钉头已损坏，因此，螺丝刀和螺钉头之间缺乏联接，难以取出螺钉。
 - 将圆锥形提取螺钉插入已磨损的螺钉头。轴向用力按压，以逆时针方向转动工具，取出螺钉。
 - 已准备了 4.5 mm 的螺钉，以便学员尝试使用螺丝刀拧紧螺钉时，螺钉头就可折断。首先，使用空心扩孔取出螺杆轴周围的骨骼。按逆时针方向转动空心扩孔钻。需要经常清除积聚在工具里的碎片。
 - 螺杆轴清理得足够深后，空心扩孔钻就能接触到螺栓。继续按逆时针方向转动工具，取出螺栓。

- 鼓励学员用不同的已磨损 / 已断裂的螺钉检测自己的技能。

讨论要点

- 讨论如何使用植入物取出工具装置。
- 回顾避免螺钉联接毁坏的方法。
- 总结主要重点。

学员更换桌子时：

- 取出所有螺钉后，更换骨骼支架中的人造骨骼模型。
- 如有需要，使用抹布清洁桌子和工具。

技能实验课结束后，您离开研习站前应：

- 确保提取装置完整无缺。

常见问题 (FAQ)

取出螺钉时如何防止出现联接问题？

防止损坏螺钉联接凹槽的主要方法是在放置和取出植入物时，确保螺丝刀与螺钉能适当联接。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，留意检查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。

确保有适当的工具可用于取出植入物；意思是螺丝刀的大小和形状要合适。切勿使用损坏的螺丝刀。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，确保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。始终切记，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，必须谨慎进行危害／益处考虑分析。

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有失败的可能性。这样病人能明白到即使是在手术后，依然存在植入物不能成功取出的微小几率。

为何动力钻和空心扩孔钻不能配合使用？

要认识到，钻孔或扩髓时会产生大量的热（参阅“钻孔过程中的发热”研习站）。热坏死造成的骨骼损伤，将会抵销使用动力钻所节省的时间。