

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。