

运动对骨质结构代谢影响

全身骨骼系统由骨及关节构成，各部位骨的形状及大小不同，但均由表面的皮质骨及其内的松质骨构成(图21—12)。皮质骨由多层骨板构成，其中有许多骨单位，或称哈佛系统，每个骨单位有一条哈佛管和骨板，哈佛管内有血管及神经，呈管状结构，与骨纵轴平行。骨单位的表面有一层黏合质，含大量骨盐，故皮质骨坚硬、抗压力和抗张力的强度很大，是四肢骨的主要成分，占人体骨量的75%~80%。松质骨由许多骨小梁交错排列而成，骨板层次少而薄，没有或有少数不完整的骨单位，无血管分布，主要位于椎体(占66%~75%)、长骨干骺端和肋骨，其强度比皮质骨小，但可增加骨的抗压缩及抗扭转力，占人体骨量的20%~25%，总面积为皮质骨的6~8倍。

(一) 骨的组织结构

骨组织由骨细胞系、骨胶原基质和无机盐构成。

1. 骨细胞系

骨细胞系中含3种细胞，即骨细胞、成骨细胞与破骨细胞。

(1) 骨细胞：由成骨细胞产生，位于骨陷凹内。

(2) 成骨细胞：为骨形成细胞，合成骨胶原及骨蛋白，构成骨基质的主要成分，尚未矿化的骨基质称类骨质。一旦矿化，即含碱性磷酸酶。陷入骨基质的成骨细胞成为骨细胞，留在骨表面的静止成骨细胞称衬里细胞(lining cell)。

(3) 破骨细胞：为骨吸收细胞，它在骨表面分泌酸离子和蛋白溶解酶，以其胞浆延伸形成的粗糙缘吸收骨表面，降解骨基质，并溶解吸收钙离子，含酸性磷酸酶。

2. 骨基质

位于骨细胞之间，由成骨细胞分泌的胶原矿化后形成，其中有机质占1/3，无机质占2/3。有机质中90%为胶原纤维及少量无定型有机质，随年龄增大，有机质减少。胶原有几种，成人骨中为I型，由成骨细胞产生，每个胶原单位由 α -链及 β -链构成，经过一系列脯氨酸及赖氨酸等转型后合成蛋白，骨代谢时释放羟脯氨酸及赖氨酸，能用作疾病活性的指标。交联及其他原胶原大分子经糖基化一后形成胶原纤维。骨基质内尚有蛋白多糖、糖蛋白、骨钙素及骨连接素。骨钙素可用于判断骨转换率。无机质的主要成分为羟磷灰石结晶及无定形钙、磷，85%是磷酸钙，10%是碳酸钙，少量氯化钙、氟化钙、碳酸镁等，老年时也减少。

(二) 骨代谢

骨与身体其他组织一样，即旧骨吸收、新骨形成，以维持骨的坚韧及弹性，并通过骨代谢与细胞外液进行钙、磷交换，维持血钙水平。骨代谢的过程亦称骨转换，主要在骨表面进行。皮质骨内的代谢在哈佛系统进行，骨吸收后形成圆锥隧道(图21—13)。松质骨代谢在骨小梁表面进行，骨吸收时形成陷窝(图21—14见彩插5)，由于松质骨表面积大，故松质骨代谢活跃，早于皮质骨发生骨质疏松(图21—15)。

正常情况下，成年骨骼的代谢周期约为3~4个月，包括激活期、吸收期、反转期、骨形成期及矿化期。此过程涉及的一组细胞称为骨再建单位，完成一个BRU，即建立一个骨结构单位系统及椎体，小梁骨的BSU是扁平的、约40~60 μ m厚、0.5~1mm范围。体内共有3500万个BSUs，约40%在小梁骨内。故骨更新在小梁骨中较多，每年约为25%。而皮质骨仅有2%~3%。

(1) 激活期：一组破骨细胞被激活，黏附于矿化骨的表面。骨表面的激活频率约为每10秒钟一次。激活破骨细胞的原因尚不清楚。

(2) 骨吸收期：骨基质中的无机质溶解，有机质崩解，在骨表面出现挖空的陷窝，每日约吸收20 μ m深，4~12日内可吸收40~60 μ m。

(3) 反转期: 单核细胞进入凹陷部位, 将吸收腔整理平滑, 7~10天后沉积层胶合物, 富含蛋白多糖、糖蛋白及酸性磷酸酶。

(4) 骨形成期: 当吸收期及反转期完成后, 一组成骨细胞进入陷凹表面, 合成和分泌有机基质, 形成按层排列的多层胶原束, 即类骨质。

(5) 矿化期: 以无定形磷酸钙沉淀开始, 进而形成羟磷灰石结晶, 钙、磷、碳之比约为10: 6: 1, 其中也含其他离子, 如钠、镁及氟。完成此期时, 成骨细胞变长、变平、填充陷窝, 结束一个骨代谢周期。骨吸收与骨形成同时进行称为偶联, 骨吸收过程在数日内完成, 而骨形成及完成矿化则需数月, 因此激活频率愈高, 即骨代谢愈活跃, 骨吸收愈多, 骨丢失愈少。

(三) 运动对骨代谢的影响

1运动对骨密度的影响骨不断改建更新的结果, 可用骨密度(g/ C M²)来反映. 用骨密度测量仪扫描非优势侧前臂挠骨中远1/3处的骨密度发现, 骨密度与年龄变化关系密切. 骨密度值随年龄的增加而降低, 但19—22岁左右的年轻人之间, 无论运动与否均无显著性差异. 对体育系学生和化学系学生的对比研究表明, 化学系学生每周2次以下的非运动人口组骨密度值为0 .689g/ c m², 每周3—5次的运动人口组为0 .702g/ c m²;体育系学生的骨密度值为0 .727 g/ c m². 每周3—4次短跑、武术等高强度项目运动, 更有利于刺激骨的矿化, 使骨密度值增加, 运动组第2—4腰椎的骨密度值也较非运动组高.

2运动对血钙、血磷的影响据研究, 女大学生体操运动员, 运动前后血钙、血磷变化很小; 坚持长跑的老年男子, 血钙离子低于对照组, 血磷、尿钙正常. 这说明坚持长跑运动的老年男子, 成骨作用占优势; 绝经后女体育教师比非运动老年女性血钙浓度略低, 但无显著差异. 这主要取决于女体育教师退休以后是否坚持体育运动.

3运动对碱性磷酸酶和骨钙素的影响运动对血清总碱性磷酸酶、骨碱性磷酸酶、骨钙素都有较大影响. 举重训练30天后血清骨钙素含量、血清骨碱性磷酸酶活性显著增加, 且一直保持到训练结束. 冬泳的老年男子, 骨钙素明显高于对照组; 坚持舞蹈健身和慢跑的老年女子, 血清总碱性磷酸酶略高于对照组; 绝经后女性骨碱性磷酸酶活性比总碱性磷酸酶活性高. 而坚持运动的女体育教师的尿钙/肌配比值, 却比非运动老年女子显著降低. 这说明运动抑制破骨细胞的骨吸收过程, 有利于骨质积累. 运动对成骨细胞的促进和对破骨细胞的抑制作用, 是骨细胞将骨基质所承受的机械压力转变为化学信号, 传递给成骨细胞和破骨细胞, 以调节骨的改建.

(四) 运动人群与非运动人群的骨代谢

运动人群骨密度值明显高于非运动人群, 一方面是由于经常锻炼的结果, 另一方面运动可以提高青少年时期的峰值骨量, 另一方面又可以延缓骨质的丢失速率, 对骨量起到很好的保护作用. 运动人群和非运动人群在骨钙水平上没有明显的差异, 这说明在全身代谢过程中发挥重要作用的钙离子的稳定, 对于人体正常代谢的进行起着保证作用. 运动人群血ALP水平高于非运动人群, 而尿Ca/ Cr值低于非运动人群, 从而可以得出运动一方面促进了成骨细胞的建骨活动; 另一方面又抑制了破骨细胞的骨吸收过程. 然而这其中具体的机制和过程仍不十分清楚, 有待于今后进一步研究证实。

[在topswim上查看原文讨论](#)