

非X线摄像骨密度测定法

林 泰史

提 要: 针对现已开发的骨盐分析法、双光子骨盐分析法、双重能量X线骨盐分析法、定量CT法等定量评价骨密度的分析法, 就其测定方法、精度及优缺点进行解释和说明。

骨盐分析法

此法于1963年由Cameron和Sorenson发明, 1966年应用于临床, 其原理是通过放射性核素所释放的单束 γ 射线测定末梢长管状骨的骨盐量。作为放射源, 在测定指骨、桡尺骨等细骨时使用 ^{125}I ; 在测定股骨、胫骨等粗状骨时使用穿透力强的 ^{241}Am ; 通常, 一般机器使用 ^{125}I 。

测定原理是放射源与探测器平行移动, 将桡、尺骨远端1/3、1/6、1/10等处已确定的部位用水囊带包裹, 置于检查位置测定。随着放射源的移动, 探测器首先探出透过水层的 γ 射线能量, 其后是被尺骨吸收而衰减的 γ 射线能量, 随之测出的是顺次透过软组织、桡骨、软组织的 γ 射线能量。最后, 将所测骨的 γ 射线吸收能量综合, 即可得出骨盐量(g/cm)。用骨宽除以骨盐量即可得出骨密度(也常被称为骨盐量, 其单位是 g/cm^2)

东京都老人医疗中心的骨盐分析机是日本第一台进口品, 距今已13年, 现在日本共进口70台左右, 据估计, 用于临床的不足半数。骨盐分析机的测定误差据日本统计为3%, 其他国家15个单位所统计的结果为2~3%, 四年中经过15次更换放射源所产生的误差为1~2%。由此得出, 如果骨盐量的增减在3%以上, 一般说来可以看到有意义的变化, 但是测定部位从骨干部越靠近骨端部, 骨骼的形态及皮质骨、松质骨的混合

比率变化越大, 则误差也随之增大。此外, 如果骨盐量超过正常范围($0.3 \sim 1.3\text{g}/\text{cm}$), 也会产生5%以上的误差。

桡骨骨盐量随年龄、性别不同而差别较大, 正常值不易被确定, 对日本女性而言, 其桡骨远端1/3处的骨盐量在20~29岁时最高, 平均为 $0.756\text{g}/\text{cm}^2$ (严格地讲, 这是指骨密度), 80~90岁时平均值降为 $0.578\text{g}/\text{cm}^2$ 。脊椎压迫骨折患者的一个标准差值为 $0.447 \sim 0.299\text{g}/\text{cm}^2$, 可以说, 如果骨盐量低于 $0.45\text{g}/\text{cm}^2$, 那么患者就有脊椎压迫骨折的危险。与此相比, 日本男性的桡骨骨盐量随年龄增加而减少极慢。

双光子骨盐分析法

十几年前, 由Mazess研究用于全身的骨盐分析法, 八十年代开始应用于临床。其测定原理与骨盐分析法相同, 为了测定骨盐量尚需排除各种组织对 γ 射线吸收率不同的影响, 故需要使用放射 44keV , 100keV 双光子能量的 ^{153}Gd 作为放射源。一般是使患者躺在测定床上, 放射源与探测器平行移动进行全身扫描, 也有使被测者保持坐姿利用 γ 照相机摄像的机型。随着电子技术的发展, 使双光子骨盐分析法操作简单化, 不会出现由于操作技术不熟练而引起的额外误差。

测定腰椎骨盐量时应注意, 要使被测者下肢高举, 保持仰卧姿式, 这样可以减少腰椎的前弯, 使测量结果更接近真实。在测定时, 不必脱衣服, 但是要注意检查衣服上是

否有贝壳类纽扣或金属拉链。

测定误差：腰椎、髌关节为2~3%，与骨盐分析值误差大致相同。此法所得出的骨盐量也随性别、年龄、人种的不同而各异，故无法设定正常值。根据乘松等人(1989年)的研究，日本女性第2~4腰椎骨密度在30~39岁时最高，为 $1.20 \pm 0.12 \text{g/cm}^2$ ，其后随年龄的增长而呈直线下降，在60~69岁时为 $0.93 \pm 0.15 \text{g/cm}^2$ ，脊椎处骨折危险值为 0.79g/cm^2 ，这与Riggs等测量美国人所得出的数值相近。

使用双光子骨盐分析法几乎每年都必须更换放射源 ^{153}Gd ，其费用为200万日元左右，而且虽说是密封，但仍须在严格控制的环境下才能使用放射性核素，很不方便。使用双重能量X线法即可消除上述不便，这种方法的基础研究在1/4个世纪前就已开始，应用于临床仅仅是在2~3年前才实现。其过程是将从X线球管释放的X线经过Kedge吸收过滤器过滤，分成高低两种(40keV、70~80keV)X线，从而测定全部或局部的骨盐量。另外还有一种是将从X线球管释放出的X线射在散乱体上，利用由干涉性散乱产生的27keV、53keV单色回折X线测定骨盐(仅限于手指，桡尺骨的测定)。

双重能量X线骨盐分析法所获得的数据与双光子骨盐分析法所得数据大致相同，但从测定时间看，当测定腰椎时，后者需要20~30分钟，而前者只需5~10分钟，时间缩短近1/3。此外，为了获得清晰的画面，测定腰椎时精度需减至1%。手指用的双重能量X线骨盐分析机只要不接通电源，就无放射性污染，可以将其装在汽车上参加巡诊。

定量CT法

此法18年前由诺贝尔生理学奖获得者Hounsfield发明，其后不断得到研究并应用于实际。日本于十年前开始用于临床骨密

度评价，这种方法可以用于全身任意部位骨骼的测定，一般被用于分析第3腰椎椎体的横断面图像。

首先在被测者背部敷上用丙烯酸树脂包埋的各种浓度的碳酸钙模型，保持仰卧姿势。开始摄取诊断照片，确认第3腰椎的上缘、下缘，扫其中央部及距上、下缘各2mm处，并摄取CT像。如果能发现腰椎椎体后部的皮质骨缺损情况，测定CT像即可，而不必重新拍照椎体上、下缘各2mm处。

定量CT法的测定误差为5%左右，比上述的骨密度测定法都高，但如果经常调正好机器的精密度，可将误差减少至3%。但是，许多医疗机构的CT装置被应用于头部及腹部的检查，无法为测量骨密度而调整其精度，而且现在的CT医师对于机器的管理缺乏足够的经验。

CT值根据构成骨的无机物、水、脂肪而各异，骨质疏松症严重的人，受脂肪影响有时会出现比水低的CT数据，这主要是因为X线为多波长射线的缘故。为消除这一缺陷，双波长的CT定量法也得到开发，在一定程度上提高了测定的精确度。

上述各种骨密度测定法各有利弊。价格方面，如果仅是测定骨密度的仪器，一般需要2000~3000万日元。关于机能方面，即使是精确度好的双重能量X线骨盐分析法也无法测定骨的性质。但是，在老人中有20~30%的人在棘炎和椎板下面出现骨硬化的变形性脊椎症和椎间盘变性症等症状，与骨质疏松症同时存在。此外，结核性脊椎炎和恶性肿瘤的脊椎转移也不少。从这一点来看，有必要先从X线摄片中观察，掌握骨病变的详细情况，之后进行骨密度测定，将测定结果与X线摄片结合起来进行研究治疗。

【医学のあゆみ 1990; 152(5): 299~302

(日文)汪允干节译 罗锡圭校】