

Doi: 10.3969/j.issn.1005-5185.2011.12.

定量CT骨密度测量技术的进展与临床应用

程晓光¹ 余卫²

【关键词】骨质疏松; 体层摄影术, X线计算机; 骨密度

【中国图书资料分类法分类号】R

骨质疏松是由于各种原因引起的全身骨量减少、骨微结构破坏, 导致骨的脆性增加, 骨折发生率增高的一种疾病^[1]。骨质疏松性骨折好发于脊椎、髋关节和前臂, 尤其是股骨近端的骨折, 致死率和致残率高, 严重危害人民的身体健康。骨质疏松的防治在于早期发现, 早期诊断和早期治疗。骨密度测量是目前早期诊断骨质疏松的常用方法, 主要有双能X线骨密度(DXA)和定量CT骨密度测量(QCT)。DXA骨密度测量已被大家所熟悉, QCT在国内已经开展相关研究, 但临床应用远不普及^[2-4]。本文旨在介绍QCT的技术进展与临床应用。

1 定量CT(QCT)骨密度测量技术

定量CT(quantitative CT, QCT)是由美国加州大学旧金山分校(UCSF)放射科 Genant 和 Cann 医师于1982年提出的利用临床CT机进行骨密度(BMD)测量的方法^[5]。它利用临床CT机的X线衰减原理, 加上外置质量控制体模和校准体模(图1), 将扫描图像的CT值准确转换成羟基磷

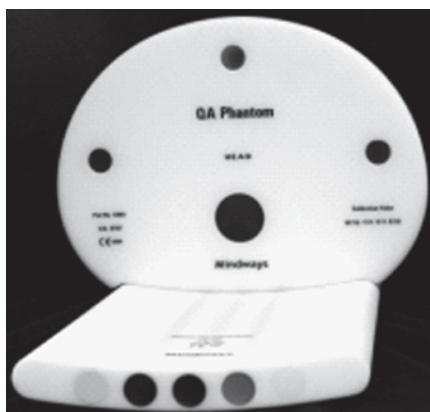


图1 QCT Pro体模(Mindways公司)。圆形的质控体模和长条形的校准体模是QCT骨密度测量准确的保证

灰石(K₂HPO₄)等效密度。与其他骨密度测量方法相比, QCT具有许多优越性: QCT测量的是真正的体积骨密度, 不受骨骼大小及形态的影响; QCT能够专门测量椎体松质骨的骨密度, 而松质骨的骨丢失和对治疗的反应比皮质骨敏感的多; QCT基本不受脊柱退行性变的影响; 可以应用3D几何测量参数。尽管如此, QCT并没有在临床上得到广泛应用, 因同期出现的双能X线吸收测定仪(DXA), 具有辐射量低、操作方便和市场优势而很快超过QCT作为测量骨密度的主要技术, 并在随后的骨质疏松研究中得到广泛应用, 积累了大量正常值、诊断标准、流行病学以及骨质疏松临床试药数据。

近年来, 随着多排螺旋CT(MSCT)扫描技术的飞速发展, 从原来的单排轴扫CT, 发展到目前的320排探测器640层螺旋CT, 几秒钟内即可采集到大范围的CT体积数据。同时QCT技术也由原来的液体体模发展成目前的固体体模, 分析软件也从原来的只能做单层轴位图像

的分析, 发展成目前的采用体积数据进行三维分析, 同时能做脊柱、髋关节、膝关节和前臂等部位的测量, 也可以进行断面图像体质成分分析。MSCT和3DQCT技术的发展, 使得QCT骨密度测量技术近年来又受到广泛关注。国际临床骨密度学会(ISCN)于2007年组织国际一流专家对QCT的研究现状和临床应用进行了全面评估, 形成了QCT临床应用的共识(2007)^[6]。

2 QCT骨密度测量的优势

首先, QCT骨密度测量是在CT断面图像的基础上进行的, 避免了重叠, 是真正的体积骨密度, 不受骨骼大小的影响, 不受腹主动脉钙化和椎体退变的影响^[7]。其次, QCT是断面图像, 可以把皮质骨和松质骨分开, 选择性测量椎体松质骨的密度(图2), 能更敏感地反映早期骨丢失和对治疗的反应。松质骨的面积是皮质骨的8倍, 其骨转换率是皮质骨的8倍。

【作者单位】1. 北京积水潭医院放射科 北京 100035

2. 北京协和医院放射科 北京 100032

【通讯作者】程晓光 E-mail: xiao65@263.net

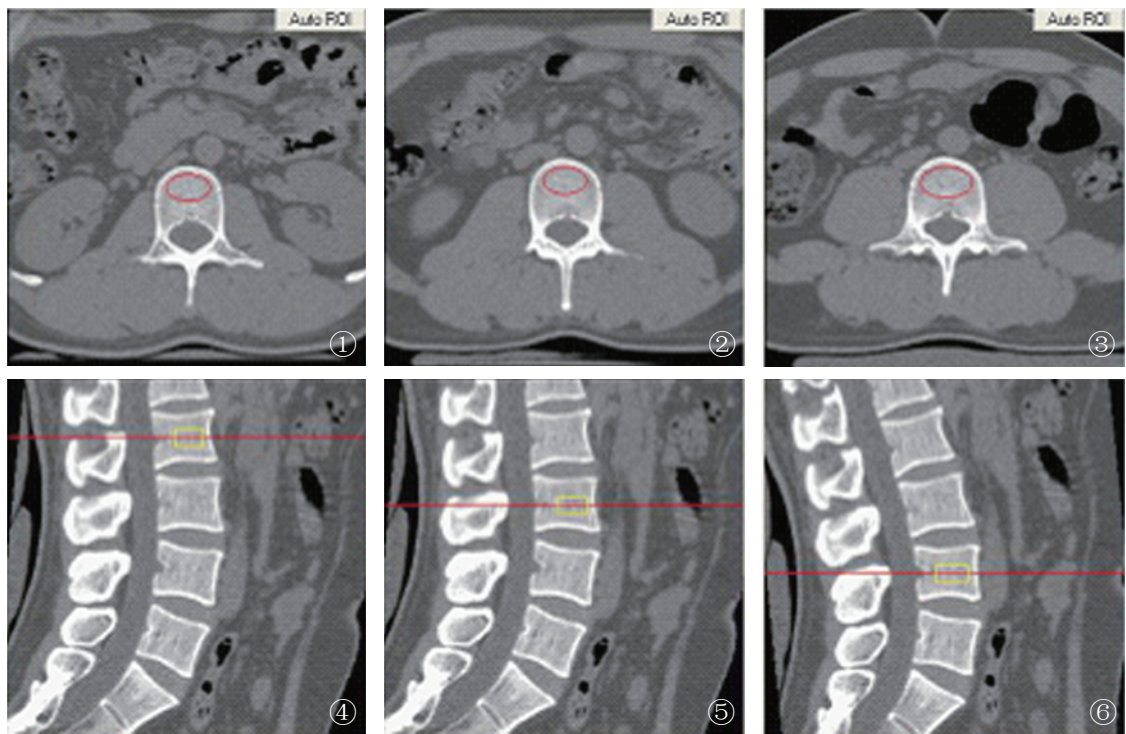


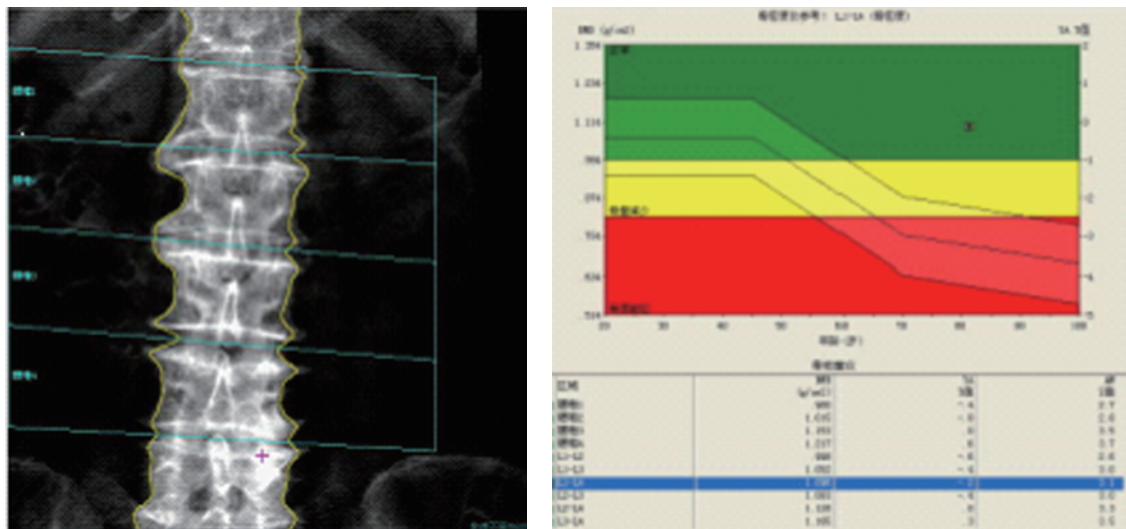
图2 显示QCT Pro分析软件采用三维CT数据，腰椎三平面定位确定每个腰椎椎体测量感兴趣区

3 QCT 骨密度测量的临床应用

3.1 诊断骨质疏松 根据 2007 年国际临床骨测量学会 (the International Society for Clinical Densitometry, ISCD) 的专家建议, QCT 测量椎体骨密度可以用于诊断骨质疏松: 骨密度>120mg/cm³ 为骨密度正常; 80~120mg/cm³ 为低骨量; <80mg/cm³ 或 T 值<-3.4 个标准差为骨质疏松^[6]。该诊断标准没有 WHO 的 DXA 标准使用广泛, 同时需要数据验证该标准在中国人群中的使用性, 这是 QCT 临床应用亟

需解决的问题。

目前国际公认的骨质疏松骨密度诊断标准是 WHO 的 DXA 的 T 值<-2.5 个标准差这一标准, 但要注意 T 值的计算取决于所选用的参考数据库, 虽然 -2.5 个标准差是标准, 但因各 DXA 生产厂家采用不同数据库, 可能造成 T 值差异, 并影响骨质疏松的诊断, 其影响程度有待进一步研究。另外, 由于 DXA 的平面投影特性, 老年性脊椎退变、椎体压缩变形均可以使 DXA 骨密度升高^[3], 造成假阴性 (图 3)。



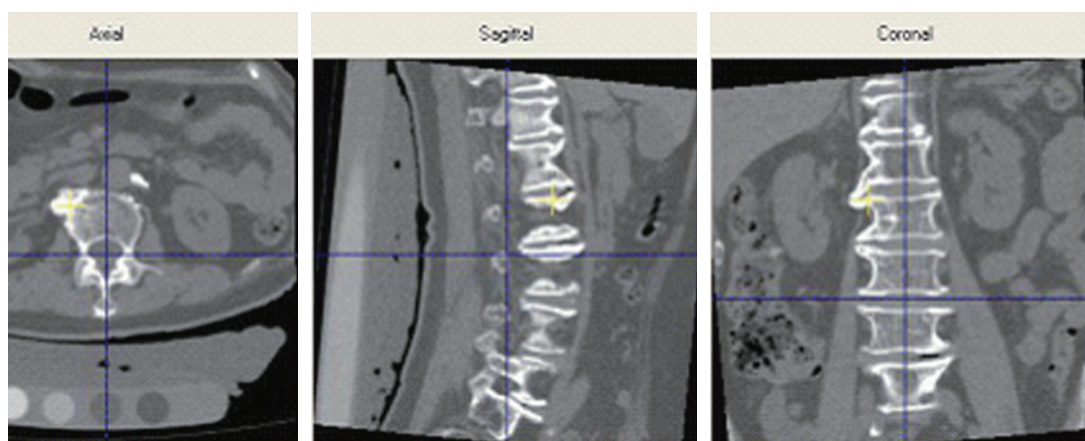


图3 患者，女性，81岁，腰痛。A. DXA腰椎骨密度测量的T值为-0.2个标准差，根据WHO DXA骨密度诊断，该患者骨密度正常；QCT测量腰椎平均骨密度为 $74\text{mg}/\text{cm}^3$ ，T值为-3.6个标准差，根据ISCD诊断标准，该患者诊断为骨质疏松。B. QCT图像显示该患者腰椎有明显骨质增生、骨刺形成和腹主动脉钙化，可能是造成DXA腰椎骨密度升高的原因

3.2 骨科术前评估 骨科多数手术前需要做CT扫描以了解骨结构的解剖细节，同时精确的骨密度评估有助于制订骨科手术方案。QCT骨密度测量可以与常规骨科CT扫描同时进行，只要把QCT体模放在扫描部位下面，一次扫描就可以同时得到骨结构的解剖图像和骨密度而不增加患者射线剂

量（图4）。例如，在脊柱骨科做螺丝钉固定时可以根据骨密度高低选择不同的手术方式，即密度低时需要先打骨水泥加固。另外，骨科还需要了解骨科手术打钉或打隧道部位的骨密度，QCT可以在三维图像上根据骨科需要做相应部位的骨密度测定。

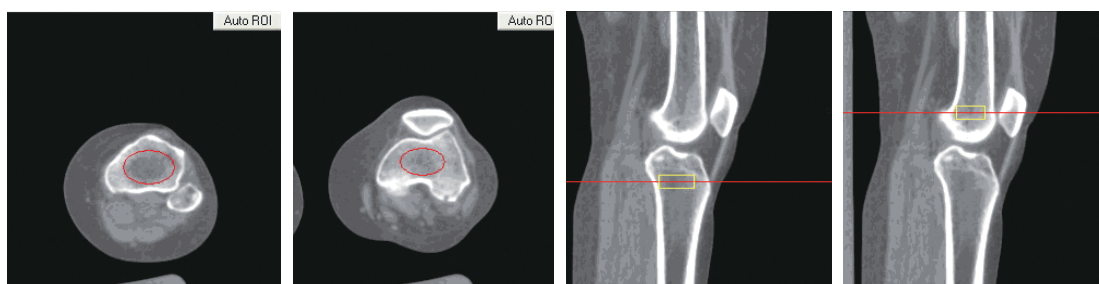


图4 膝关节QCT测量。膝关节前交叉韧带伤患者，在膝关节常规CT扫描的基础上行手术相关部位的QCT骨密度测量有助于手术前评估

总之，QCT是一种真正的三维测量体积骨密度的方法，可用于脊柱、股骨近端、前臂和胫骨的骨密度测量以及断面图像体质成分分析，在骨质疏松诊疗、病情监测、骨科术前评估等方面有着广泛的应用前景。

参考文献

- [1] Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. JAMA, 2001, 285(6): 785-795.
- [2] 程晓光, Li Jing, 刘霞, 等. 健康老年妇女近段股骨骨密度和结构的定量CT研究. 中华放射学杂志, 2009, 43(2): 126-130.
- [3] 蔡跃增, 王立英, 吴胜勇, 等. 绝经后妇女腰椎骨密度容积性定量CT测量研究. 中华放射学杂志, 2009, 43(2): 119-125.
- [4] 余卫, 程晓光. 我国定量CT骨量测量的临床评估. 中华放射学杂志, 2009, 43(2): 117-118.
- [5] Genant HK, Cann CE, Ettinger B, et al. Quantitative computed tomography of vertebral spongiosa: a sensitive method for detecting early bone loss after oophorectomy. Ann Intern Med, 1982, 97(5): 699-705.
- [6] Engelke K, Adams JE, Armbrrecht G, et al. Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions. J Clin Densitom, 2008, 11(1): 123-162.
- [7] Yu W, Gluer CC, Fuerst T, et al. Influence of degenerative joint disease on spinal bone mineral measurements in postmenopausal women. Calcif Tissue Int, 1995, 57(3): 169-174.

【收稿日期】2011-09-19 【修回日期】2011-10-05

（责任编辑 李玉梅）