·论著·

# 骨质疏松与病理性骨折的相关性研究

娄明武 范义 朴荣日 胡卫东 王秀荣

**摘要：目的** 本研究通过定量CT进行骨密度的测定，分析随着年龄增加骨密度的变化，确定易发生骨折的骨密度标准值，即骨折阈值；并为预防骨质疏松症的发生提供理论依据。**方法** 选择来我院就诊的深圳地区骨折患者男性60人，女性64人，通过X线平片确定为骨质疏松性骨折。用定量CT(QCT)测量椎体横断面中部的松质骨结构，通过软件处理得到L1、L2、L3总的松质骨中骨矿(Ca-HA)密度数值(mg/cm$^3$)。**结果** ①骨密度值与年龄呈负相关，随着年龄增长骨密度随之降低，按$P<0.05$确定易发生骨折的BMD阈值，男性为109.26 mg/cm$^3$，女性为100.19 mg/cm$^3$；②男性和女性间椎体、髋骨骨质疏松性骨折均有显著差别($P<0.01$)桡骨及其他部位骨折男性和女性间无差别($P>0.05$)。**结论** ①男性易发生骨质疏松性骨折的骨密度阈值为109.26 mg/cm$^3$，女性为100.19 mg/cm$^3$；②随着年龄的增大，骨密度的丢失导致骨质疏松。骨质疏松是病理性骨折的病理基础，外力作用是骨质疏松性骨折的诱因。

**关键词：**定量CT；骨密度；骨折阈值；骨质疏松；骨折

**A-study on the association between osteoporosis and pathologic fracture**

*LOU Mingwu, FAN Yi, PIAO Rongri, et al. Department of Intervention and Imaging, Longgang Central Hospital, Shenzhen* 518116, China

**Abstract: Objective** To study the changes of bone mineral content (BMC) with the increasing age by quantitative computed tomography (QCT), to find a standard value of bone mineral density (BMD) which likely to have frature, i.e. fracture threshold and to provide evidences to prevent elder osteoporosis (OP). **Methods** Sixty male and 64 female patients who were diagnosed OP by X-ray photograph were selected. The cacellous bone structure in the middle of centrum cross-section was detected by QCT and the total Ca-HA value (mg/cm$^3$) of L1, L2, and L3 was obtained by statistical software. **Results** (1) Negative correlation was found between the BMD and the age and the threshold of fracture in male was 109.26 mg/cm$^3$ and 100.19 mg/cm$^3$ in female. (2) Significant difference was shown in osteoporotic vertebral spinal fractures and osteoporotic vertebral hip fractures between different genders ($P<0.01$), but no difference was found in radius and ulna fractures and other fractures ($P>0.05$). **Conclusions** (1) The clinical application of the fracture threshold would provide evidences to prevent elder fracture. (2) The reduction of BMC would cause OP with the increased age, which was the pathological basis of pathologic fracture.

**Key words:** Quantitative computed tomography; Bone mineral density; Fracture threshold; Osteoporosis; Fracture

骨质疏松症是以骨矿质含量降低，骨组织显微结构发生退变，致使骨的脆性增加，骨强度下降，最终使骨折危险性增大为特征的一种老年性疾病。它通常引起髋部骨折、腰椎压缩性骨折以及桡骨远端骨折，是代谢性骨病中最常见的一种，在世界多发病中列第6位。

本研究利用定量CT(QCT)对深圳地区成年人进行骨密度测定，主要是获得骨质疏松患者易发生骨折的骨密度标准值，即骨折阈值；并为预防老年骨质疏松性骨折的发生提供参考，从而最大限度地降低骨质疏松性骨折的发病率，提高人民群众的生活质量。

## 1 材料和方法

### 1.1 病例选择

基金项目：深圳市龙岗区科研基金资助项目(200306)

作者单位：518116 深圳市龙岗中心医院介入影像科(娄明武、范义、胡卫东、王秀荣)；北华大学附属医院放射科(朴荣日)

通讯作者：娄明武，Email：mingwulou@sina.com

选择2004年9月至2005年3月来我院就诊的深圳地区骨折患者(居住年限10年以上,无职业聚集性),男性60人,女性64人。所有患者骨折均为轻微外力所致,包括桡尺骨骨折、腰椎压缩性骨折、股骨颈骨折等,并通过X线平片确定为骨质疏松性骨折。要求受试者血($Ca^{2+}$,$P^{3+}$,AKP及肝功)、尿(常规及尿糖)检查正常,并除外骨结核、骨肿瘤、甲状旁腺疾病、肾脏疾病、肝脏疾病、糖尿病和长期服用激素者。

### 1.2 测量方法

检查时受试者仰卧,常规腰椎置位,将参考体模置于其腰下,下肢半屈,使其腰部与参考体模贴紧,免除间隙。进入SIEMENS PLUS 4 POWER螺旋CT机Osteo软件开始测量,先扫侧位定位像,然后用定位线分别穿过腰椎1~3($L_1$,$L_2$,$L_3$)椎体中央设置一扫描层面(与终板平行)。测量选择椎体横断面中部的松质骨结构,感兴趣区为椭圆形,并避开椎静脉入口、无骨小梁区及非松质骨部分,通过软件处理得到$L_1$、$L_2$、$L_3$及$L_1$~$L_3$总的松质骨、密质骨中骨矿物质(Ca-HA)含量数值(mg/cm$^3$)。CT扫描参数为:120 kV,195 mA,扫描时间0.75 s/层,层厚10 mm。

### 1.3 统计学处理

所有数据用SPSS10.0统计学软件进行分析,计量资料用均数±标准差表示,计算95%医学参考值范围$\alpha = 0.05$;用方差分析对不同年龄组松质骨BMD进行比较;用$\chi^2$检验对椎体、髋骨、桡骨及其他部位骨折进行统计学分析。

## 2 结果

### 2.1 标本灰化与CT骨密度的关系

本文采用《西门子Osteo软件准确性的实验性研究》[1]中的直线回归方程表达:灰重=0.92432×BMC+39.0633。将Osteo软件所测CT骨密度值带入上述直线回归方程进行校正,得到校正后骨密度数值。以下各表中BMD值均为校正后数值。

### 2.2 不同年龄组不同性别易发生骨折时腰椎($L_1$~$L_3$)松质骨BMD(mg/cm$^3$)阈值

本研究测定结果显示深圳地区男性骨质疏松性骨折的阈值为109.26 mg/cm$^3$,其中40~49岁年龄组为120.16 mg/cm$^3$,50~59岁年龄组为120.16 mg/cm$^3$,60岁以上年龄组为120.16 mg/cm$^3$。女性骨质疏松性骨折的阈值为100.19 mg/cm$^3$,其中40~49岁年龄组为131.41 mg/cm$^3$,50~59岁年龄组为100.19 mg/cm$^3$,60岁以上年龄组为79.42 mg/cm$^3$。

### 2.3 不同年龄组不同性别骨折患者松质骨BMD值比较见表1。

表1 不同年龄骨折患者腰椎($L_1$~$L_3$)松质骨BMD(mg/cm$^3$)

| 年龄组(岁) | 男性 | | 女性 | | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 例数 | 松质骨BMD | 例数 | 松质骨BMD | |
| 40~49 | 2 | 80.25±34.28 | 3 | 72.83±31.26 | $P<0.01$ |
| 50~59 | 19 | 79.36±33.11 | 31 | 70.58±28.96 | $P<0.05$ |
| 60以上 | 39 | 78.27±26.71 | 30 | 69.21±30.27 | $P<0.05$ |

### 2.4 男性60例与女性64例骨质疏松性骨折不同骨折部位比较

在60例男性与64例女性骨质疏松性骨折的患者中,椎体、髋骨、桡骨骨折男性分别为13、32和11例,女性分别为35、16和11例;其他部位骨折为男性4例,女性2例。经$\chi^2$检验,男女间椎体、髋骨骨折均有显著差别($P<0.01$),桡骨及其他部位骨折无男女间差别($P>0.05$)。

## 3 讨论

### 3.1 QCT临床应用价值

骨密度(BMD)检测是骨质疏松研究的一项突破性进展,对早期诊断骨质疏松症,预测骨折发生的危险性和评估干预措施的效果均有重要意义。测量骨密度的方法很多,但不同方法所反映的测量部位、临床应用价值及对正常人群同骨质疏松症的鉴别能力不同。目前采用双能X线吸收仪(DXA)测量腰椎和髋部的骨密度是诊断骨质疏松症公认的金标准。

DXA是惟一通过美国FDA认证的可以用于骨密度测量的仪器,Genart[2]报道准确性为4%~8%,现已成为目前国内外骨密度测定的常用方法之一,并广泛地应用在临床药物研究和流行病学的调研中。本检测法尽管具有扫描时间短、辐射量小,可测量全身骨或任意骨等优点,但所测量的仍为皮质和髓质骨骨量的总和,且在椎骨测量中常易受椎体骨质增生、椎旁钙化及椎间隙的干扰。此类仪器价格昂贵,迄今国内不足200台,只能在有条件和具有骨折高度危险的人群中采用。

在评价骨质疏松的研究中,QCT测量骨密度技术由Genant等[3]于1977年首先采用。QCT最初主要用于测定椎体小梁骨密度,即椎体松质骨的骨密度。由于松质骨的表面积和体积之比最大,其新陈代谢明显优于皮质骨,代谢转化率是皮质骨的8倍,所以测量松质骨才能得到真正的BMD。目前QCT是惟一可测得贴近真正意义上的体积性密度的定量方法,也是惟一可分别测量小梁骨和皮质骨BMD的

方法[4,5]，而且 QCT 的敏感性比较高，不受邻近异位钙化的影响。此项技术主要用于评估椎体骨折的危险性、测定与年龄相关的骨丢失程度，以及对骨质疏松症或其他代谢性骨病患者进行随访复查。人体脊椎 QCT 测量的精确度为 2% ~ 4%[6]，Tsurusaki 等[7]对 318 例绝经后妇女和代谢性骨病变者分别进行了 QCT 和 DXA 检查，发现胫骨及腰椎 QCT 测量与同部位的 DXA 有良好的相关性，甚至在骨折危险性预测方面比 DXA 的准确性更高。

我们对 Osteo 软件测量的准确性和重复性进行了检测，并加以校正。灰重 = 0.92432 × BMC + 39.0633。QCT 测量结果均低于灰重，平均低 29.197 mg/cm$^3$。故将 Osteo 软件所测 CT 骨密度值带入上述直线回归方程进行校正，得到校正后骨密度数值；其变异系数 CV 为 1.74%。

### 3.2 椎体骨 BMD 值的年龄变化与骨质疏松性骨折的 BMD 阈值

骨是人体理想的结构材料，在人体中起着承重和杠杆作用。骨重量轻、强度大，发生折断原因有两种：①外作用力非常强大，超过正常骨骼的载荷限度；②骨的正常组成及结构发生变化，使骨骼失去了正常的力学特性，很轻微的外力或者体重本身即可发生骨折。其一，骨肿瘤等疾病造成骨组织结构的破坏而发生病理骨折；其二、随着人体的衰老过程，骨骼组织出现衰老萎缩，即发生骨质疏松而造成强度下降，导致骨折。骨质疏松是骨组织量的减少，包括有机质和无机质的等比例的减少，早期表现为松质骨骨小梁变细、断裂、消失，骨小梁数量减少，使剩余骨小梁负荷加大，发生显微骨折。进一步发展，骨皮质内表面 1/3 渐转换成类似于松质骨结构，骨皮质变薄，造成骨强度明显下降，包括弹性和硬度均降低。在外来轻微损伤及其他因素下即可导致骨折。骨折危险性的增加主要与 BMD 减少水平相关，所以骨矿定量测定可预测骨折危险性。利用 QCT 测量 BMD，并制定骨折阈值，可作为预测、预防骨折发生的客观依据，进而在骨折发生前发现高危个体，进行适当的干预治疗。

目前，诊断骨质疏松在世界上尚无统一标准，西方人多采用英国 Sheffied 大学医学院代谢性骨病 WHO 协作中心的标准，即成年女性诊断骨质疏松的阈值为健康年轻人 BMD 平均值以下 2.5 标准差；而我国和日本等研究者认为用百分率表示更为合理，即实测 BMD 值与当地同性别的峰值 BMD 之比：①减少 1% ~ 12% 为基本正常；②减少 13% ~ 24% 为骨量减少；③减少 > 25% 为骨质疏松，其中 > 37% 为重度骨质疏松。因此，骨质疏松的诊断标准的统一有待进一步研究探讨。

刘忠厚等[6]参考世界卫生组织（WHO）的标准，结合我国国情，以种族、性别、地区的峰值骨量（均值为 M）为依据，制定出骨质疏松标准：

| | | |
|---|---|---|
| > M − | 1 SD | 正常 |
| M − | 1 SD ~ 2 SD | 骨量减少 |
| M − | 2 SD | 骨质疏松症（根据诊治的要求分为轻、中二级） |
| M − | 2 SD | 伴有一处或多处骨折，为严重骨质疏松症 |

SD 不便应用时，可用骨量丢失百分率（%）诊断法：

| | | |
|---|---|---|
| > M − | 12% | 正常 |
| M − | 13% ~ 24% | 骨量减少 |
| M − | 25% | 骨质疏松症（根据诊治的要求分为轻、中二级） |
| M − | 25% | 伴有一处或多处骨折，为严重骨质疏松症 |

有关骨密度的 QCT 研究报告国内外已不少见[8,9]，影响人体骨矿物含量的因素很多，主要因素有种族、年龄、性别、身高、体重、营养、职业、习惯、环境、嗜好等诸多因素有关，目前尚无通用的骨折阈值标准。

一般在确定易发生骨折的 BMD 阈值方法有用 2 倍标准差法（X-2S），也有用 2.5 倍标准差法（X-2.5S）均没有统计学依据。本文按医学统计学医学参考值确定的原理，按单侧确定阈值，按 $\alpha = 0.05$ 的标准确定，即按 $X\text{-}U_{\alpha}S$（$U\alpha = 1.645$）即可确定不同年龄组不同性别易发生骨折时腰椎（$L_1 \sim L_3$）松质骨 BMD（mg/cm$^3$）阈值。深圳地区骨质疏松性骨折的阈值男性为 109.26 mg/cm$^3$，女性为 100.19 mg/cm$^3$。此结果基本同 Grenant 等[10]提出的骨折阈值 100 ~ 110 mg/cm$^3$ 和李景学[11]提出 105 mg/cm$^3$ 为骨折的阈值相近，阈值以上很少发生骨折，阈值以下骨折发生率明显增高。

对男女骨折部位统计学分析，男女间椎体、髋骨骨折均有显著差别（$P < 0.01$），桡骨及其他部位骨折无男女间差别（$P > 0.05$）。女性以骨小梁结构吸收丢失为主，椎体塌陷造成压缩性骨折。男性骨小梁结构并没有改变只是变细，其力学结构相对完整，所以男性相对椎体压缩性骨折发生较少。由于本研

（下转第 383 页）

（上接第 332 页）

究的病例有限，男女骨折部位的差别可能没有真实反映实际情况。

本研究提示，随着年龄的增大，骨密度的丢失引发骨质疏松。骨质疏松是病理性骨折的病理性基础，外力作用是骨质疏松性骨折的诱因。男性易发生骨质疏松性骨折的 BMD 阈值为 109.26 $mg/cm^3$，女性为 100.19 $mg/cm^3$。当患者的骨矿含量接近于这个标准时，应及时采取干预措施，预防骨折的发生。该标准的临床应用为预防老年骨质疏松性骨折的发生提供了理论依据。

## 【参 考 文 献】


[1] 娄明武，王秀荣，王静波，等. 西门子 Osteo 软件准确性的实验性研究. 实用放射学杂志，2002，18：549-551.

[2] Genant H，Engelke K，Fuerst T，et al. Noninvasive assessment of bone mineral and structure. State of the art. J Bone Miner Res，1996，11：707-730.

[3] Genant HK，Cann CE. Quantitative bone mineral analysis using dual energy computed tomography. Invest Radiol，1977，12：545-551.

[4] Lenchik L，Sartoris DJ. Currents concepts in osteoporosis. AJR Am J Roentgenol，1997，168：905-910.

[5] Cummings SR，Bates D，Black DM，et al. Clinical use of use densitometry：scientific review. J AMA，2002，288：1889-1897.

[6] 刘忠厚. 中国人原发性骨质疏松症诊断标准（试行）. 中国骨质疏松杂志，1999，5：1-3.

[7] Tsurusaki K，Ito M，Hayashi K. Differential effects of menopause and metabolic disease on trabecular and cortical bone assessed by peripheral quantitative computed comoagraphy（Pqct）. Br J Radiol，2000，73：14-22.

[8] 杨肖红，李亚伟，刘辉，等. 女性绝经年龄骨密度与骨质疏松症的关系. 中国骨质疏松杂志，1999，5：25-26.

[9] Cherian RA，Haddaway MJ，Devie MW，et al. Effect of Paged disease of bone on area lumbar spine by mineral density by DXA，and density of cortical trabecular bone measured by quantitative CT. Br J Radiol，2000，73（871）：720-726.

[10] Genant HK，Wu CY，Van Kuijk C，et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitive technique. J bone Min Res，1993，8：1137-1148.

[11] 李景学，吴春营，蔡跃增，等. 骨质疏松性骨折的定量 CT 预测. 中华放射学杂志，1994，28：373-376.


（收稿日期：2006-04-20）