

# 放射吸收法测量手指骨密度对于骨质疏松的诊断价值

徐黎 贺良 李瑾 宋惠 朱玲 周凤霞 程晓光

中图分类号: R814.4 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2009)06-0403-04

**摘要:**目的 评价放射吸收法(radiographic absorptiometry, RA)测量指骨骨密度(bone mineral density, BMD)的准确性和对骨质疏松的诊断价值。方法 选取志愿者 80 例(男性 30 例,女性 50 例),分别用 RA 和双能 X 线骨密度仪(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)测量非优势手的 2、3、4 指中节指骨 BMD 值和  $T$  值( $n=80$ ),用 DXA 测量正位腰椎( $n=77$ )、左侧近段股骨(股骨颈、股骨粗隆及全股骨)( $n=78$ )的 BMD 值和  $T$  值。分别以 DXA 测量正位腰椎  $T$  值、左侧近段股骨  $T$  值、RA 测量指骨  $T$  值进行骨质疏松诊断( $T$  值  $\geq -1.0SD$  为骨量正常,  $-2.5SD < T$  值  $< -1.0SD$  为低骨量,  $T$  值  $\leq -2.5SD$  为骨质疏松)。用 SPSS11.5 软件对 RA 和 DXA 测量的指骨 BMD 值进行相关性分析,对 3 组骨质疏松诊断结果分别进行一致性分析。结果 RA 测量与 DXA 测量指骨 BMD 值的相关系数  $= 0.864$  ( $P < 0.01$ )。指骨与腰椎总体诊断符合率为 58.4%,指骨与近段股骨总体诊断符合率为 56.4%,腰椎与近段股骨总体诊断符合率为 68.8%。结论 RA 测量的指骨 BMD 值与 DXA 测量值密切相关,但目前直接使用 WHO 对 DXA 测量推荐部位(腰椎、髋部或前臂)BMD 制定的诊断标准对 RA 测量指骨 BMD 进行骨质疏松的诊断并不合适。

**关键词:**放射吸收法(RA);双能 X 线吸收测量法(DXA);手指骨密度

doi:10.3969/j.issn.1006-7108.2009.06.003

**Bone mineral density measurement of phalanges by radiographic absorptiometry: Analysis on the diagnostic value for osteoporosis** XU Li, HE Liang, LI Jin, et al. Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

**Abstract:** **Objective** To evaluate the accuracy and diagnostic value for osteoporosis of bone mineral density (BMD) of phalanges measured by radiographic absorptiometry (RA). **Methods** Eighty volunteers were recruited for this study (male = 30, female = 50), BMD values and T scores of middle phalanges of the index, middle and ring fingers in the non-dominant hand were measured by RA and dual energy X-ray absorptiometry (DXA) ( $n=80$ ), BMD values and T scores of AP lumbar spine and left proximal femur (femoral neck, trochanter and total femur) were measured by DXA ( $n=78$ ). The AP lumbar spine measured by DXA, left proximal femur measured by DXA and phalanges measured by RA was individually used to diagnose osteoporosis with the T score (T score  $\geq -1.0SD$  Normal,  $-2.5SD < T$  score  $< -1.0SD$  Osteopenia, T score  $\leq -2.5SD$  Osteoporosis). Data were analyzed with SPSS11.5 software, including the correlation between phalanges BMD values measured by RA and DXA, the diagnosis consistency for osteoporosis between every two methods. **Results** The correlation coefficient between phalanges BMD values measured by RA and DXA was 0.864 ( $P < 0.01$ ), the total diagnostic consistency for osteoporosis between phalanges and AP lumbar spine was 58.4%, phalanges and left proximal femur was 56.4%, AP lumbar spine and left proximal femur was 68.8%. **Conclusions** BMD value of phalange measured by RA correlated well with that measured by DXA, but it is inappropriate using phalange BMD measured by RA to diagnose osteoporosis directly according to the WHO standard for the recommended sites BMD (lumbar spine, hip or forearm) measured by DXA.

**Key words:** Radiographic absorptiometry (RA); Dual energy X-ray absorptiometry (DXA); Bone mineral density of phalanges

骨密度(BMD)测量是目前诊断骨质疏松症、预测骨折危险性、评价治疗效果的主要方法<sup>[1]</sup>。测量BMD的方法众多,主要包括放射吸收法(RA)、单光子(SPA)和单能X线吸收测量法(SXA)、双光子(DPA)和双能X线吸收测量法(DXA)、定量CT(QCT)、定量磁共振(QMR)和定量超声(QUS),其中DXA能够有效地排除软组织的影响、辐射剂量低、易于普及和使用,成为目前使用最广的骨密度测量技术<sup>[1-3]</sup>。近年来随着计算机技术的发展,RA技术测量手指骨密度的精确性和准确性得到了提高,同时该检查技术辐射剂量低、扫描速度快、价格低廉,在国外已经被用于临床诊断骨质疏松和预测骨折风险<sup>[4,5]</sup>。本研究旨在比较同一批受检者分别使用RA和DXA测得的指骨BMD值的相关性,并以1994年WHO制定的骨质疏松诊断标准<sup>[6]</sup>为统一标准,比较同一个受检者分别使用RA测量指骨和DXA测量WHO推荐部位(腰椎和近段股骨)得出的骨质疏松诊断结果的一致性,评价RA测量指骨BMD的准确性和对骨质疏松的诊断价值。

1 材料和方法

1.1 临床资料

本研究为经我院伦理委员会批准的临床观察项目。2008年3月10日至3月24日选取自愿参与骨密度测量的志愿者总计80例,其中男性30例,女性50例,年龄范围18~90岁。

1.2 仪器与测量方法

所有受检者按RA要求拍摄非优势手正位X线平片( $n=80$ ),采用锐珂(上海)医疗器材有限公司生产的Kodak BMD System柯达骨密度检测软件,输入该受检者的性别、年龄、身高、体重,对每一张X线平片进行分析,自动得出第2、3、4中节指骨的BMD值,并根据机器自带数据库得出T值;采用GE Lunar生产的Prodigy双能X线骨密度仪(DXA),分别测量非优势手的第2、3、4中节指骨( $n=80$ )、正位腰椎(L<sub>1</sub>~L<sub>4</sub>)( $n=78$ )、左侧近段股骨(股骨颈、股骨粗隆及全股骨)( $n=78$ )的BMD值和T值。

1.3 统计学处理

分别将各组测量数据按受检者编号录入,采用SPSS11.5软件进行统计分析。对RA测得的指骨BMD值与DXA测得的指骨BMD值进行相关性分析,求得相关系数及线性回归方程。每一个受检者分别用DXA测得的腰椎、近段股骨T值和RA测得的指骨T值进行骨质疏松的诊断( $T$ 值 $\geq -1.0SD$

为骨量正常, $-2.5SD < T$ 值 $< -1.0SD$ 为低骨量, $T$ 值 $\leq -2.5SD$ 为骨质疏松),将各组诊断结果之间分别进行一致性分析。

2 结果

2.1 RA测定指骨BMD值与DXA测定指骨BMD值的相关性分析

选用Pearson法计算相关系数,对相关系数进行双侧检验,并求得回归方程(图1)。

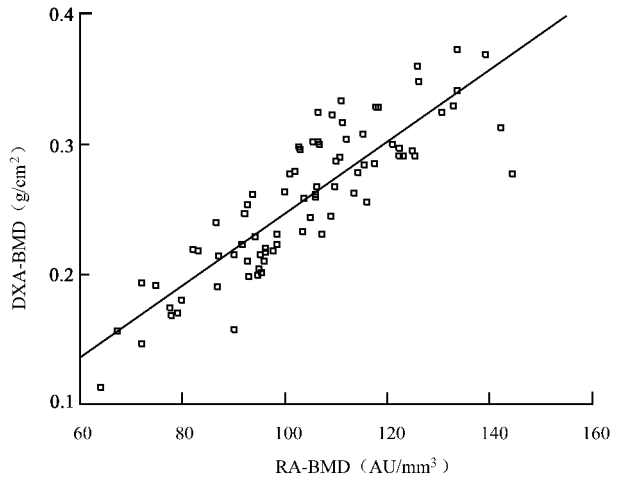


图1 RA指骨BMD值与DXA指骨BMD值散点图

AU是Arbitrary unit的缩写,为RA测量BMD的特定单位,中文译为指骨指数

相关系数 $R=0.864$ ( $P<0.01$ );常数(constant) $=-0.03$ ( $P=0.121$ ),95%可信区间为 $-0.068\sim0.008$ ;总体回归系数( $B$ ) $=0.003$ ( $P<0.01$ ),95%可信区间为 $0.002\sim0.003$ ;回归方程为: $y$ (DXA测得BMD值) $=0.003\times x$ (RA测得BMD值) $-0.03$ 。

2.2 RA指骨与DXA腰椎、近段股骨T值的骨质疏松诊断结果之间的一致性分析

2.2.1 RA指骨与DXA腰椎诊断结果的一致性分析(表1)

表1 腰椎(DXA)和指骨(RA)诊断结果比较

DXA腰椎 诊断结果	RA指骨诊断结果			合计
	骨量正常	低骨量	骨质疏松	
骨量正常	35	7	2	44
低骨量	10	6	5	21
骨质疏松	1	7	4	12
合计	46	20	11	77

注:Kappa值=0.265

以腰椎(DXA)的诊断结果为标准,各组诊断符

合率如下 :① 在 44 例骨量正常的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 35 例( 79.5% )、低骨量 7 例( 15.9% )、骨质疏松 2 例( 4.5% ),即 79.5% 符合 ,20.5% 高估 ;② 在 21 例低骨量的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 10 例( 47.6% )、低骨量 6 例( 28.6% )、骨质疏松 5 例( 23.8% ),即 28.6% 符合 ,23.8% 高估 ,47.6% 低估 ;③ 在 12 例骨质疏松的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 1 例( 8.3% )、低骨量 7 例( 58.3% )、骨质疏松 4 例( 33.3% ),即 33.3% 符合 ,66.7% 低估。

RA 测量指骨与 DXA 测量腰椎诊断结果的总体符合率为 58.4% ,总体低估率为 23.4% ,总体高估率为 18.2%。

2.2.2 RA 指骨与 DXA 近段股骨诊断结果的一致性分析(表 2)

表 2 近段股骨( DXA )和指骨( RA )诊断结果比较

DXA 近段股骨 诊断结果	RA 指骨诊断结果			合计
	骨量正常	低骨量	骨质疏松	
骨量正常	29	5	1	35
低骨量	12	8	3	23
骨质疏松	5	8	7	20
合计	46	21	11	78

注 :Kappa 值 = 0.297

以近段股骨( DXA )的诊断结果为标准 ,各组诊断符合率如下 :① 在 35 例骨量正常的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 29 例( 82.9% )、低骨量 5 例( 14.3% )、骨质疏松 1 例( 2.9% ),即 82.9% 符合 ,17.1% 高估 ;② 在 23 例低骨量的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 12 例( 52.2% )、低骨量 8 例( 34.8% )、骨质疏松 3 例( 13.0% ),即 34.8% 符合 ,13.0% 高估 ,52.2% 低估 ;③ 在 20 例骨质疏松的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 5 例( 25.0% )、低骨量 8 例( 40.0% )、骨质疏松 7 例( 35.0% ),即 35.0% 符合 ,65.0% 低估。

RA 测量指骨与 DXA 测量近段股骨诊断结果的总体符合率为 56.4% ,总体低估率为 32.1% ,总体高估率为 11.5%。

2.2.3 DXA 腰椎与 DXA 近段股骨诊断结果的一致性分析(表 3)

以近段股骨( DXA )的诊断结果为标准 ,各组诊断符合率如下 :① 在 35 例骨量正常的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 30 例( 85.7% )、低骨量 5 例( 14.3% )、骨质疏松 0 例( 0% ),即 85.7% 符合 ,

14.3% 高估 ;② 在 23 例低骨量的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 10 例( 43.5% )、低骨量 12 例( 52.2% )、骨质疏松 1 例( 4.3% ),即 52.2% 符合 ,4.3% 高估 ,43.5% 低估 ;③ 在 19 例骨质疏松的受检者中 ,指骨诊断结果分别为骨量正常 4 例( 21.1% )、低骨量 4 例( 21.1% )、骨质疏松 11 例( 57.9% ),即 57.9% 符合 ,42.1% 低估。

DXA 测量腰椎与 DXA 测量近段股骨诊断结果的总体符合率为 68.8% ,总体低估率为 23.4% ,总体高估率为 7.8%。

表 3 近段股骨( DXA )和腰椎( DXA )诊断结果比较

DXA 近段股骨 诊断结果	DXA 腰椎诊断结果			合计
	骨量正常	低骨量	骨质疏松	
骨量正常	30	5	0	35
低骨量	10	12	1	23
骨质疏松	4	4	11	19
合计	44	21	12	77

注 :Kappa 值 = 0.498

3 讨论

3.1 RA 测量指骨 BMD 值的准确性

DXA 作为目前公认的使用广泛、技术成熟的 BMD 测量方法 ,具有较高的精确性和准确性 ,同时在骨质疏松流行病学调查和临床试验过程中积累了大量数据 ,是目前国内外 BMD 测量的金标准<sup>[1,2]</sup>。因此 ,本研究通过分别使用 RA 和 DXA 对同一受检者非优势手的 2、3、4 中节指骨进行 BMD 值测定 ,比较两组测量结果的相关性 ,以 DXA 测量结果为标准 ,判断 RA 测量手指 BMD 值的准确性。结果显示 ,两组 BMD 值呈线性相关(  $P < 0.01$  ) ,相关性系数为 0.864 ,RA 与 DXA 测得 BMD 值的线性回归方程为  $y(\text{DXA 测得 BMD 值}) = 0.003 \times x(\text{RA 测得 BMD 值}) - 0.03$ 。

国内外研究者对 RA 测量指骨 BMD 值的效果进行了评价<sup>[4,5,7-9]</sup> ,其中美国加州大学的 Yang 等<sup>[4]</sup>在 1994 年的研究客观分析了 RA 技术的准确性和精确性。他们对 19 例尸体手的 2、3、4 中节指骨分别进行 RA( The Osteo-Gram )扫描和 DXA 测量( Hologic 生产的 QDR22000 双能骨密度仪 ) ,将两种方法测得的骨矿含量和骨密度值进行相关性分析 ;对其中 10 例尸体手分别重复照射 12 次测定 RA 的精确性 ;所有测定完成之后 ,他们将 2、3、4 中节指骨从软组织中剔出 ,放入温度为 650℃ 烤炉中连续烘烤 24 h ,将

所得到的骨灰进行了称重,比较所秤骨灰与 RA 测量值的相关性。结果显示,RA 测量值与所秤骨灰的相关性达到 0.983,RA 与 DXA 测量值的相关性达到 0.887。RA 对于骨矿密度测量的精确性误差仅为 0.6%,对于骨矿含量测量的精确性误差仅为 1.03%。该研究表明 RA 具有很好的准确性及精确性。其他的研究包括比较同一受检者 RA 测量指骨 BMD 值与 DXA 和 QCT 测量桡骨、脊柱及股骨颈 BMD 值<sup>[7]</sup>、受检者 RA 测量指骨 BMD 值与同地区同年龄组人群 SPA 测量尺桡骨远端 BMD 值<sup>[8,9]</sup>,结果均认为 RA 技术能够准确地测量指骨 BMD 值。

本组研究得到的结果( $R = 0.864$ )与 Yang 等的研究结果( $R = 0.887$ )近似,表明 RA 能够准确地反映指骨 BMD 值的变化。

### 3.2 RA 测量指骨 BMD 对骨质疏松的诊断价值

根据 WHO 制定的标准,本组资料分别用 RA 测量指骨和作为诊断“金标准”的 DXA 测量正位腰椎和近段股骨进行骨质疏松诊断。结果表明,3 组诊断结果之间分别比较得到的总体符合率都达到了 50% 以上。就受检者情况而言,骨量正常者诊断符合率最高,低骨量者和骨质疏松者诊断符合率近似。就测量方法而言,DXA 测量正位腰椎与近段股骨之间的诊断符合率最高,RA 测量指骨分别与这两种方法之间的诊断符合率近似,与作为 WHO 推荐(DXA 测量正位腰椎和近段股骨)的标准相比,RA 测量指骨的总体低估率较高。但是从统计学角度来讲,3 种方法之间一致性分析得到的 Kappa 值都小于 0.5,因此 3 种方法的诊断一致性并不高。

上述研究结果表明,直接使用目前 WHO 对 DXA 测量推荐部位(正位腰椎、髌部或前臂)BMD 制定的诊断标准对 RA 测量指骨 BMD 进行骨质疏松的诊断并不合适。

虽然有国内文献报道同地区人群 RA 测量指骨的峰值骨量和骨量丢失规律与 DXA 测量髌部和 SPA 测量前臂方法所得到的结果相似<sup>[9]</sup>,但是并不能说明其骨质疏松诊断标准完全一致,对此,WHO 已经做出说明<sup>[1]</sup>。有一些研究者认为中指第 3 指骨 DXA 测量 BMD 值不受体型和体重的影响,与腰椎、股骨近端 BMD 值呈显著正相关,对骨质疏松诊断的敏感性为 94.74%,特异性为 100%,符合率为

97.44%<sup>[10]</sup>。根据一项对世界各地 13 万 5 千人次各人种所进行的临床实践显示,RA 技术对第 3 指骨 BMD 的测定,与 DXA 的结果一样准确,对骨折风险的预测也类似,其相关性高达 87%<sup>[11]</sup>。本研究并未单独对第 3 指骨 BMD 进行 RA 与 DXA 的相关研究,无法与文献报道的结果进行比较。

RA 测量指骨 BMD 进行骨质疏松诊断作为一种快速、准确、经济、辐射剂量低、操作简单的骨密度测量方法,可用于临床筛查骨质疏松患者、进行 BMD 变化的监测,但是能否直接使用目前 WHO 对 DXA 测量推荐部位(正位腰椎、髌部或前臂)BMD 制定的诊断标准对 RA 测量指骨 BMD 进行骨质疏松的诊断目前不宜过早下结论。

### 【参考文献】

- [1] 余卫. 骨矿含量的测定方法简介及其相关问题. 国外医学内分泌学分册, 2005, 25(5): 304-307.
- [2] 程晓光. 骨密度测量和骨质疏松诊断. 国外医学内分泌学分册, 2005, 25(5): 308-310.
- [3] 丁柱, 朱兆洪, 李国岩. 骨密度测量诊断骨质疏松研究概况. 中国中医骨伤科杂志, 2004, 12(3): 46-48.
- [4] Yang SO, Hagiwara S, Engelke K, et al. Radiographic Absorptiometry for Bone Mineral measurement of the Phalanges: Precision and Accuracy Study. Radiology, 1994, 192(3): 857-859.
- [5] John A, Yates MD. Radiographic Absorptiometry in the Diagnosis of Osteoporosis. Amer J Med, 1998: 41-47.
- [6] Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, et al. A reference standard for the description of osteoporosis. Bone, 2008, 42(3): 467-475.
- [7] Michael K, Dorothy AN, Michael JF, et al. Comparison of radiographic absorptiometry with dual-energy X-ray absorptiometry and quantitative computed tomography in normal older with and black women. J of Bone and Mineral Research, 1994, 9: 1754-1758.
- [8] Pang LP, Piao JH, Liu ZH, et al. The study of phalangeal BMD in Beijing population by radiographic absorptiometry. Chin J Osteoporos, 2002, 8(1): 35-37 (in Chinese).
- [9] Wang JH, Shi P, Lu GR, et al. Measurement of bone mineral density by radiographic absorptiometry in 2884 healthy people in Beijing. Chin J Osteoporos, 2004, 10(2): 182-185 (in Chinese).
- [10] Chen RH, Yan DW, Wu QP. Clinical value of measuring bone mineral density at middle finger. Chin J Osteoporos, 1999, 5(4): 8-10 (in Chinese).
- [11] 苏楠, 向青, 刘忠厚, 等. 放射吸收技术(RA)在骨质疏松诊断中的应用. 中国骨质疏松杂志, 2002, 8(2): 188-189.

(收稿日期: 2009-01-05)