

跟骨超声骨质测量与双能量 X 线 吸收骨密度测量的比较

唐海 罗先正 任素梅

摘要 我们试图通过对跟骨超声骨质测量仪与双能量 X 线吸收骨密度测量仪的临床对比,来评价跟骨超声骨质测量仪的敏感性,本文对 56 名健康女性同时接受了超声骨质测量仪和双能量 X 线吸收骨密度仪的检测。37 例(年龄 26~76 岁)进行了跟骨超声和腰椎骨密度测量,19 例(年龄 26~70 岁)进行了跟骨超声和股骨颈骨密度测量。结果用 SYSTAT 统计软件包进行处理。结果表明:随着年龄的增加,腰椎、股骨颈骨密度及跟骨强度(Stiffness)均显著下降($P < 0.05$),两种仪器的阳性检出率无明显差异($P < 0.05$)。但腰椎和股骨颈 BMD 与跟骨强度(Stiffness)的相关性适中 $r = 0.465 \sim 0.513$ 左右。通过逐步多元回归分析显示超声强度(Stiffness)与 BMD 无关。这表明超声波测量仪主要测量骨的结构变化,而骨密度测量仪则是测量骨量的变化。两种方法相辅相成,共同测量,将更好地预测骨质疏松性骨折的发生。同时超声波具有无放射线损害、价格低廉及良好的敏感性,将越来越受到临床重视。

关键词 骨质疏松 骨密度 超声骨质测量仪 双能骨密度仪 骨结构

Comparison of calcaneal bone mass measurement by ultrasound and bone mineral density by dual energy X-ray absorptiometry

Tang Hai, Luo Xianzheng and Ren Shumei

Dept. of Orthopedics, Affiliated Beijing Friendship Hospital of Capital University of
Medical Science, Beijing 100050, China

Abstract We evaluated the sensitivity of ultrasound in measuring bone mass of calcaneal bone by comparing with dual energy x-ray absorptiometry.

Measurements of stiffness, which come from ultrasonic transmission velocity (UTV) and broadband ultrasonic attenuation (BUA), were made at the os calcis using a Lunar Achilles ultrasound device. Measurements of bone mineral density of lumbar spines (L_2-L_4) and femoral neck were made using dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). 37 healthy women (age 26-76) were measured for calcaneus stiffness and lumbar spine BMD. 19 healthy women (age 26-70) were measured for calcaneus stiffness and femoral neck BMD. All results were analysed by SYSTAT statistical software.

The results showed that as age increased, lumbar BMD, femoral neck BMD and heel bone stiffness significantly decreased ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference between ultrasound and DEXA findings in osteoporosis positive rate ($P > 0.05$), but there was correlation between BMD and stiffness ($r = 0.465 - 0.513$). Bone mineral density was not related to ultrasonic stiffness by multiple regression analysis.

Calcaneus ultrasound is used mainly for determining change in bone structure and DEXA mainly for determining change in bone mass. It had better to forecast fracture due to osteoporosis by the two methods simultaneously. Ultrasound causes no radiation-induced injury, entails low cost, has good sensitivity and is paid increasing attention by clinicians.

Key Words Osteoporosis Bone mineral density Bone mass Ultrasound DEXA Bone structure

随着人口年龄老化,骨质疏松的发病率逐年增加。各种测量骨量变化预测骨折的方法也

逐年增多,其中有以测量骨量变化预测髋部骨折或脊柱骨折的双能量 X 线吸收骨密度仪。研究表明股骨颈骨矿物密度(Bone Mineral Densi-

ty,BMD)下降一个标准差(s),其骨折危险发生率上升2~3倍^[1,4]。同样,腰椎 BMD 下降一个s,其骨折发生率上升2倍^[2]。近几年来,一种新型的测量仪器——跟骨超声波骨质测量仪逐渐受到临床医师的注意。超声波骨质测量仪有一些优点胜过双能量 X 线吸收骨密度测量仪。(1)无放射性,(2)价格低,(3)易于携带。但也有一些不利条件,即目前的超声波骨质测量仪测量点均在周围骨,而不在骨质疏松骨折的危险点,即腰椎或髌部测量点。但许多研究表明超声波骨密度仪具有很好的判定骨折敏感性^[3,4]。我们通过对国人的测量来评价跟骨超声波骨密度仪测量敏感性与双能 X 线吸收骨密度仪的关系。

1 材料与方法

1.1 56名健康女性接受了超声骨质测量仪和双能 X 线吸收骨密度测量,均除外了肝、肾、内分泌疾病,无激素服用史,无骨折史,无明显的腰腿痛病史。37名同时进行跟骨超声波检查和腰椎骨密度检查(年龄26~76岁),19名同时进行跟骨超声波骨密度与股骨颈骨密度检查(年龄26~70岁)。

1.2 腰椎 L2~4扫描和股骨颈扫描,用双能 X 线吸收骨密度仪(DPX-L,Lunar Corporation,Medison WI)。跟骨超声骨质测量仪(Achilles Lunar Corporation,Madison WI)。超声骨密度测量有3个参数:(1)声音速度(speed of sound,SOS),它是超声波穿过骨的速度,反映了骨的弹性和密度,公式为: $SOS = V \times E / P$,E是弹性系数,P是密度,V是常数。(2)宽波段超声衰减(broadband ultrasound attenuation, BUA)。(3)SOS 和 BUA 的结合参数超声强度(stiffness,STF 注:这不是生物力学上的刚度),国外研究发现 STF 参数优于 SOS 和 BUA 参数^[5,6],因此,我们也采用超声强度作为我们研究的参数。由于超声波骨质测量仪无亚洲人的正常值,为使比较有同一标准,DPX-L 和 Achilles 均采用美国人的参考标准(表1)。超声骨质测量仪的精确性误差是2%。双能量 X 线吸收骨密度仪误差为1.5%。统计处理采用美国

SYSTAT 统计软件包。

表1 正常女性腰椎 BMD。

股骨颈 BMD 值及超声强度值

年龄 (岁)	腰2~4	股骨颈	超声强度(Stiffness)
20~	1.068~1.308	0.874~1.114	100(20岁)
30~	1.087~1.327	0.838~1.078	
40~	1.050~1.290	0.830~1.070	79(60岁)
50~	0.961~1.201	0.761~1.001	
60~	0.875~1.115	0.691~0.931	<70(骨质疏松)
70~	0.840~1.080	0.653~0.893	

注:LUNAR 公司提供,骨质疏松时,超声强度小于70

2 结果

2.1 超声骨质测量和双能量 X 线吸收骨密度测量与年龄关系(表2)

采用直线回归分析法比较超声骨质测量及双能量 X 线吸收骨密度测量与年龄关系。从表中发现所有的回归斜率均为负值,且 $P < 0.05$,说明随着年龄的增加,BMD 与 STF 均下降。

表2 腰椎 BMD,股骨颈 BMD 及
超声强度(STF)与年龄的关系

部位	例数	年龄	回归斜率	复相关系数 r^2	P
L2~4腰椎	37	26~76	-0.005	0.09	<0.05
跟骨 STF	37	26~76	-0.734	0.231	<0.05
股骨颈	19	26~70	-0.006	0.165	<0.05
跟骨 STF	19	26~70	-0.913	0.369	<0.05

表1可以看出两种测量与年龄呈负相关

2.2 超声波骨质测量与双能 X 线吸收骨密度测量检出率比较(表3,4),从表3、4中可以看出两者之间无显著性差异。

表3 腰椎 BMD 测量与超声测量比较

腰椎测量	超声测量		合计
	异常	正常	
异常	5	5	10
正常	6	21	27
合计	11	26	37

卡方检验 $P = 0.763$

表4 股骨颈 BMD 测量与超声测量比较

股骨颈测量	超声测量		合计
	异常	正常	
异常	2	4	6
正常	2	11	13
合计	4	15	19

卡方检验 $P = 0.414$

2.3 超声骨质测量与双能X线吸收骨密度之间相关性

腰椎 BMD 与超声强度 $r=0.513$; 股骨颈 BMD 与超声强度 $r=0.465$ 两者相关性呈中等相关。

2.4 我们分别对腰椎组和股骨颈组做逐步多元回归分析。得到公式: 股骨颈组: $STF=91.774-1.214 \times \text{年龄}+0.978 \times \text{体重}$; 腰椎组: $STF=54.85-0.572 \times \text{年龄}+0.382 \times \text{体重}$ 。

从多元回归分析可以看出, 超声波与密度无明显的关系, 是独立于骨密度的。

3 讨论

用超声波进行骨测量以估计骨量的变化是近10年提出的。1984年 Langton 通过在跟骨测量宽波段超声衰减信号来估计骨密度的变化^[7], 使这一技术逐渐发展起来。在测量中发现超声强度的特异性及敏感性与股骨颈和腰椎骨密度测量近似一致, 也就是说超声测量完全可独立于骨密度进行股骨颈或腰椎骨折预测, 从我们进行多因素回归分析结果可以看出这点。另外, 超声波骨质测量与年龄呈负相关, 说明随着年龄增加, 超声强度值下降。也就说明随着年龄增加骨的弹性系数下降, 宽波段超声衰减增加, 即反映了骨的脆性增加。在人生30~90岁期间骨强度下降14%~30%左右^[8]。骨强度的下降可引起许多与年龄有关的变化。如骨的微小损伤增加, 孔隙增加, 钙化不足, 胶原和蛋白多糖含量减少。由于超声波可直接测量骨的弹性系数, 故可以更敏感地测量骨强度的变化, 骨密度测量既不能直接测量微细骨折, 钙化不足, 也不能测量胶原含量的减少。故一些作者认为在测量骨强度方面, 骨测量敏感性不如超声波^[9]。但由于骨密度代表了80%骨强度变化, 故骨密度测量也不失为一种很好的方法。

在我们的测量中, 发现超声与骨密度的相关性不高, 只呈中等相关, 腰椎组为 $r=0.513$, 股骨颈组 $r=0.465$, 这与国外文献一致^[3,10]。它表明超声波主要测量骨的结构, 来评价骨折的危险性, 不是用于预测轴骨的骨密度。骨密度与

骨结构密切相关, 这是因为当骨密度下降时, 皮质骨的厚度下降, 骨内的孔隙增大, 松质骨内的骨小梁变稀疏, 数量下降, 从而使微小骨折增加。目前认为骨结构变化是预测骨折的重要因素^[11]。

因此, 通过比较, 我们认为超声测量与骨量测量是从两个方面即骨结构, 强度变化和骨量变化来监测骨质疏松的, 是相辅相承的。用两种方法共同测量, 将更好地预测骨折发生。同时, 由于超声波具有更安全无放射线及与骨密度仪相同的敏感性, 也许在将来越来越受到临床重视。

参 考 文 献

- 1 Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, et al. Bone density at various sites for prediction of hip fractures. *Lancet*, 1993, 341:72.
- 2 Melton LJ III, Atkinson EJ, O'Fallon WM, et al. Long-term fracture prediction by bone mineral assessed at different skeletal sites. *J Bone Miner Res*, 1993, 8:1227.
- 3 Turner CH, Pocock M, Timmerman JM, et al. Calcaneal ultrasonic measurements discriminate hip fracture independently of bone mass. *Osteoporosis Int*, 1995, 5:130.
- 4 Agren M, Karellas A, Leakey D, et al. Ultrasound attenuation of the calcaneus: a sensitive and specific discriminator of osteopenia in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*, 1991, 48:340.
- 5 Mazess R, Trempe J, Barden H, et al. Ultrasound bone densitometry of the os calcis. *J Bone Miner Res*, 1992, 7 (suppl):S186.
- 6 Smith S, Gautam PC, Porter RW. Bone stiffness in elderly women with hip fracture. *Bone*, 1992, 13(3):281.
- 7 Langton CM, Palmer SB, Porter RW. The measurement of broadband ultrasonic attenuation in cancellous bone. *N Engl J Med*, 1984, 13:89.
- 8 Burstein AH, Reilly DT, Martens M. Aging of bone tissue: mechanical properties. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1976, 58: 82.
- 9 Turner CH, Eich M. Ultrasonic velocity as predictor of strength in bovine cancellous bone. *Calcif Tissue Int*, 1991, 49:116.
- 10 Finkner KG, Mcclung MR, Coleman LJ, et al. Quantitative ultrasound of the heel: correlation with densitometric measurements at different skeletal sites. *Osteoporosis Int*, 1994, 4:42.
- 11 Compston JE. Connectivity of cancellous bone: assessment and mechanical implications. *Bone*, 1994, 15:463.