

Densidade mineral óssea vertebral e femoral de 724 mulheres brancas brasileiras: influência da idade e do peso corporal

S. LEWIN, **C.H. DE A. GOUVEIA, M.M.S. MARONE, *S. WEHBA, L.F. MALVESTITI, **A.C. BIANCO

Unidade de Diagnóstico e Densitometria Óssea; *Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Santa Casa de São Paulo; **Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

RESUMO — OBJETIVO. Estudar a densidade mineral óssea (BMD) vertebral (L2-L4) e femoral (colo do fêmur) de mulheres brancas, normais.

MATERIAL E MÉTODO. Mediu-se o BMD de 724 mulheres (40-79 kg; 20-69 anos de idade) por *dual-energy x-ray absorptiometry* e analisaram-se os dados em função da idade e peso corporal (PC).

RESULTADOS. As mulheres mais leves (40-49 kg) atingiram o BMD máximo (BMDm) vertebral e femoral aos 30-39 anos de idade, enquanto as mais pesadas (60-79kg) apresentaram BMDm aos 20 anos. No fêmur, houve uma correlação significativa entre BMDm e PC ($r=0,97$, $p<0,001$; $slope=0,72\%/kg$). Em L2-L4, apenas as mulheres com 40-49kg apresentaram BMDm menor do que as demais ($p<0,001$). A diminuição do BMD vertebral foi mais intensa (-8,3 vs. -5,7%/década) e iniciou mais cedo (quarta vs. quinta década) nas mulheres pesando 40-59kg do que nas pesan-

do 60-79kg. A diminuição do BMD femoral iniciou logo após o BMDm ser atingido e, até os 69 anos, as mulheres mais pesadas apresentaram um decréscimo 5,3% menor do que aquelas pesando 40-49kg. O BMD vertebral das mulheres brasileiras foi praticamente o mesmo de uma população norte-americana previamente descrita.

CONCLUSÕES. 1) O BMD vertebral e femoral das brasileiras estudadas comportou-se, em função da idade, de forma semelhante a de outras populações brancas; 2) havendo o cuidado de corrigir o PC, o BMD das mulheres brasileiras é comparável ao de mulheres norte-americanas; e 3) o PC é importante na aquisição e diminuição da massa óssea, além de influenciar a relação BMD-idade.

UNITERMOS: Massa óssea. Densitometria óssea. Densidade mineral óssea. Peso corporal. Osteoporose.

INTRODUÇÃO

A densitometria óssea permite a quantificação precisa e exata da massa óssea. A partir dela, foram estabelecidos padrões de normalidade que são distintos para as diferentes raças. Estudos mostram que a raça negra apresenta densidade mineral óssea (BMD) maior do que a raça branca e esta, maior do que a amarela¹⁻³. Entretanto, há poucos dados na literatura comparando o BMD de indivíduos brancos de diferentes centros e/ou países. Levando-se em conta que a raça branca apresenta composições étnicas diferentes nas várias regiões do mundo, é possível que essas diferenças devam ser consideradas para se estabelecer valores de normalidade.

Além da raça, muitos outros fatores influenciam a massa óssea, tais como sexo, hereditariedade, peso corporal (PC), dieta, atividade física e *status* hormonal⁴⁻⁷. Dentre esses, o PC tem sido identificado por vários autores como sendo um dos maiores determinantes da massa óssea. Entretanto, pouco se sabe a respeito da influência do PC sobre a variação da massa óssea em função da idade, ou seja, nas diferentes fases da vida.

A massa óssea nas mulheres varia, basicamente, em função da idade e do *status* estrogênico. O BMD aumenta gradualmente durante a infância e, de forma acelerada, na adolescência⁸. Por alguns anos, após cessar o crescimento, a massa óssea continua a aumentar até atingir um pico⁹, que pode ser definido como a quantidade máxima de massa óssea que um indivíduo acumula desde o nascimento até a maturidade do esqueleto¹⁰. A massa esquelética adquirida mantém-se por alguns anos, dependendo da região óssea, ou entra em declínio logo após ser atingido o BMD máximo.

Este estudo teve por objetivos: 1) medir o BMD vertebral (L2-L4) e femoral (colo do fêmur) de mulheres brancas normais residentes na região metropolitana de São Paulo; 2) avaliar a influência do PC sobre o BMD vertebral e femoral em várias faixas etárias; e 3) comparar os resultados com os de mulheres norte-americanas.

MATERIAL E MÉTODOS

Pacientes — Foram estudadas 724 mulheres brancas, com idades entre 20 e 69 anos, residentes

Tabela 1 — Número de pacientes por grupo estudado

Faixa etária (anos)	Peso corporal (kg)			
	40-49	50-59	60-69	70-79
20-29	25	43	54	30
30-39	20	49	59	35
40-49	23	41	43	33
50-59	15	50	51	27
60-69	24	28	45	29

O número total de pacientes é de 724 mulheres.

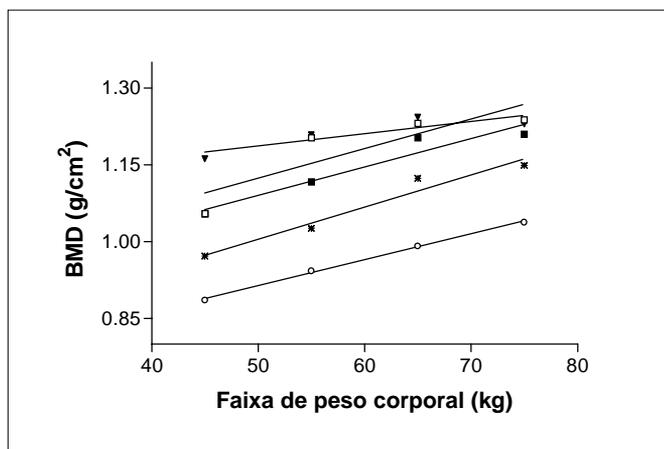


Fig. 1 — Regressão linear do PC vs. BMD de L2-L4 das 724 mulheres distribuídas em função da idade. As faixas etárias são (□) 20-29, (▼) 30-39, (■) 40-49, (*) 50-59 e (○) 60-69 anos de idade. O coeficiente de correlação (r) foi maior do que 0,87 para todos os grupos. A inclinação da reta (slope) foi significativamente diferente de zero para as faixas etárias de 40-49, 50-59 e 60-69 anos de idade ($p < 0,04$). A comparação entre os grupos mostrou que a inclinação das retas é diferente entre os grupos ($p < 0,0001$).

na cidade de São Paulo, que se apresentaram ao ambulatório do Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da Santa Casa de São Paulo por queixas diversas. A maior parte das pacientes, entretanto, particularmente aquelas na perimenopausa ou mais velhas, foi encaminhada a partir do ambulatório de Climatério, enquanto que as mais jovens foram selecionadas a partir do Ambulatório Geral desse Departamento. Os critérios para inclusão das pacientes no estudo contemplavam ausência de queixas clínicas referentes ao sistema ósseo-articular, não estar tomando nenhuma medicação hormonal ou relacionada com esse sistema há pelo menos um ano e não serem portadoras de nenhuma patologia sistêmica. Essas pacientes foram divididas em 20 grupos, de acordo com o PC e a idade. O número de pacientes que compõem cada grupo está apresentado na tabela 1.

A medida do BMD foi realizada como descrita em detalhes anteriormente¹¹. Para tanto, utilizou-se um equipamento DPX-L (Lunar Radiation Corp., Madison WI, EUA) no modo médio (velocidade de amostragem de 5mm/s e corrente da ampola de RX=750mA). O controle de qualidade do sistema de medição era realizado diariamente, fornecendo um coeficiente de variação (erro de precisão *in vitro*) sempre $< 0,5\%$. Foram analisadas as vértebras lombares (L2-L4) e o colo do fêmur, tendo essas regiões sido identificadas com auxílio de um *software* apropriado. Para o cálculo da percentagem de diminuição de massa óssea, consideramos a maior média de BMD de cada faixa de PC como sendo 100%. Para a análise estatística dos resultados, empregou-se a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação de Student-Newman Keuls¹²; considerou-se o limite de 5% para rejeição da hipótese de nulidade.

Comparação entre o BMD das mulheres brasileiras e norte-americanas — O BMD vertebral e femoral (colo do fêmur) das 724 mulheres brasileiras foram comparados com os de 318 mulheres brancas norte-americanas¹³. A massa óssea dessa população também foi medida pela DEXA, em equipamento fabricado pela mesma empresa. As duas populações foram comparadas por década (terceira a sétima), utilizando-se análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação de Bonferroni.

RESULTADOS

BMD das vértebras lombares (L2-L4) — A tabela 2 e a fig. 1 mostram o BMD vertebral das 724 mulheres normais distribuídas em função da idade e PC. Observa-se que quanto maior o PC, maiores os valores de BMD apresentados pelas pacientes; entretanto, essa correlação não foi a mesma nas diferentes faixas etárias. Na faixa de 20-29 anos, as mulheres pesando entre 40-49kg apresentaram o menor BMD ($p < 0,001$), enquanto que os outros três grupos (50-59, 60-69 e 70-79kg) não apresentaram BMD significativamente diferente entre si. Com relação às mulheres de 30-39 anos, o PC praticamente não influenciou a massa óssea ($r = 0,82$ e $p > 0,05$), havendo diferença significativa apenas entre o BMD das mulheres pesando 40-49 e 60-69kg ($p < 0,05$). Por outro lado, nas outras faixas etárias, a correlação entre o PC e o BMD foi bastante importante ($r > 0,96$ e $p < 0,04$), especialmente na faixa de 50-59 anos, quando houve o maior aumento de massa óssea por cada quilograma de PC, aproximadamente 0,5% ($r = 0,98$ e $p = 0,02$).

Tabela 2 — BMD das vértebras lombares (L2-L4) em função da idade e PC

Faixa etária (anos)	Peso corporal (kg)				P (ANOVA)
	40-49	50-59	60-69	70-79	
20-29	1,055±0,116	1,203±0,125	1,231±0,117	1,238±0,105	<0,0001
30-39	1,162±0,121	1,209±0,118	1,243±0,084	1,23±0,127	0,032
40-49	1,054±0,079	1,117±0,142	1,203±0,112	1,21±0,114	<0,0001
50-59	0,972±0,136	1,026±0,121	1,124±0,142	1,149±0,137	<0,0001
60-69	0,886±0,121	0,943±0,135	0,992±0,153	1,038±0,162	0,0016
P(ANOVA)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

Os valores são as médias e os desvios padrão de cada grupo de mulheres. Os resultados da análise de variância (ANOVA) apresentados na última coluna são referentes à influência do PC sobre o BMD de cada faixa etária; e os apresentados na última linha são referentes à influência da idade sobre o BMD para cada faixa de PC. A diferença estatística entre os grupos está indicada na discussão dos resultados.

A tabela 2 e a fig. 2 mostram a correlação entre o BMD vertebral e a idade das pacientes. Nota-se que a relação é diferente para cada faixa de PC. Distintamente dos outros grupos, as mulheres mais leves (40-49kg) somente atingiram o pico de massa óssea na quarta década da vida. Na década seguinte, já apresentaram uma diminuição do BMD de aproximadamente 9,3% e, até os 70 anos de idade, a diminuição do BMD em relação ao pico de massa óssea foi de 23,8%, com uma média de 8,6% a cada dez anos de vida. As pacientes pesando entre 50-59kg começaram a apresentar diminuição do BMD também entre a quarta e a quinta década da vida (redução de 7,61%) e, até os 70 anos de idade, observou-se diminuição de 22% em relação ao pico de massa óssea, com a média de redução da massa óssea por década de 7,9%. Nas pacientes mais pesadas (60-69 e 70-79kg), o BMD vertebral era máximo aos 20-29 anos, permanecendo estável até a década dos 40 anos. A partir dessa faixa etária, o BMD tende a diminuir. Na faixa dos 60-69kg de peso, observaram-se reduções significativas de 6,6% entre a quinta e sexta década, e de 11,74% entre a sexta e a sétima década ($p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente). Entretanto, na faixa entre 70-79kg, só se observou redução significativa do BMD entre as décadas dos 50 e 60 anos da vida, quando houve redução da massa óssea de aproximadamente 9,7% ($p = 0,002$). É interessante notar que a diminuição do BMD entre os 50-59 e 60-69 anos foi maior nas pacientes mais pesadas — 60-69 e 70-79kg — porém esses dois grupos apresentaram as menores diminuições do BMD com relação ao pico de massa óssea, respectivamente 20,2 e 16,2%, e as menores médias de redução do BMD por década de vida, respectivamente 7,2 e 4,3%.

BMD do colo do fêmur — A tabela 3 e a fig. 3 mostram o BMD do colo do fêmur em função da

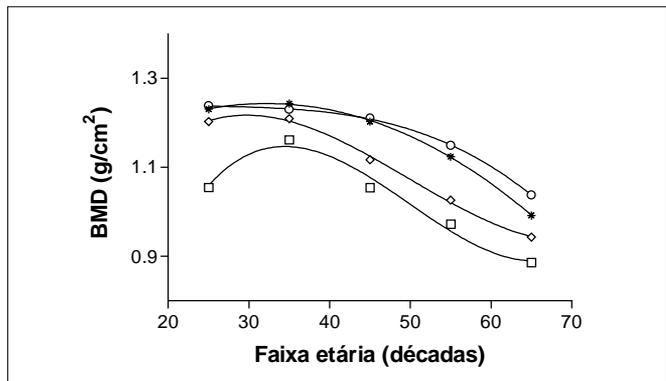


Fig. 2 — Regressão polinomial de terceiro grau do BMD de L2-L4 com a idade das 723 mulheres agrupadas em função do PC: (□) 40-49, (◇) 50-59, (★) 60-69 e (○) 70-79kg. O coeficiente de correlação (r) foi maior do que 0,99 para todos os grupos.

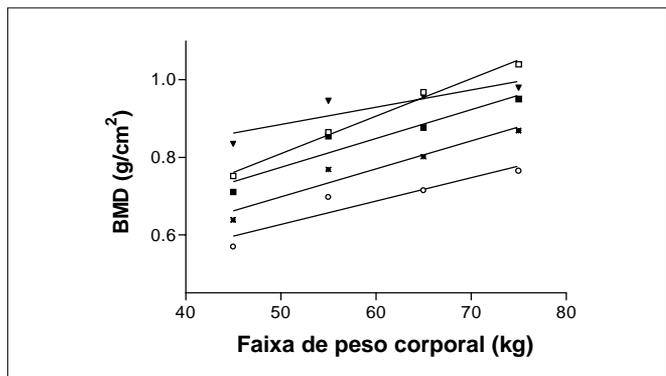


Fig. 3 — Regressão linear do PC vs. BMD do colo do fêmur das 724 mulheres distribuídas em função da idade. As faixas etárias são (□) 20-29, (▼) 30-39, (■) 40-49, (★) 50-59 e (○) 60-69 anos de idade. O coeficiente de correlação (r) foi maior do que 0,89 para todos os grupos. A inclinação da reta (slope) foi significativamente diferente de zero para as faixas etárias de 20-29, 40-49 e 50-59 anos de idade ($p < 0,04$). A comparação entre os grupos mostrou que a inclinação das retas é diferente entre os grupos ($p < 0,0001$).

Tabela 3 — BMD do colo do fêmur em função da idade e PC

Faixa etária (anos)	Peso corporal (kg)				P (ANOVA)
	40-49	50-59	60-69	70-79	
20-29	0,752±0,071	0,865±0,042	0,968±0,091	1,04±0,095	<0,001
30-39	0,835±0,084	0,946±0,063	0,957±0,090	0,98±0,115	<0,001
40-49	0,711±0,062	0,855±0,105	0,877±0,106	0,951±0,078	<0,001
50-59	0,639±0,057	0,769±0,099	0,802±0,086	0,869±0,096	<0,001
60-69	0,570±0,069	0,698±0,093	0,715±0,094	0,765±0,094	<0,001
P(ANOVA)	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,0001	

Os valores são as médias e os desvios padrão de cada grupo de mulheres. Os resultados da análise de variância (ANOVA) apresentados na última coluna são referentes à influência do PC sobre o BMD de cada faixa etária; e os apresentados na última linha são referentes à influência da idade sobre o BMD para cada faixa de PC. A diferença estatística entre os grupos está indicada na discussão dos resultados.

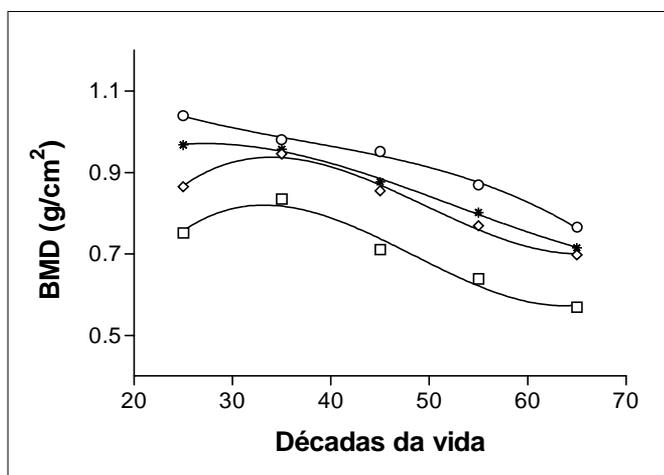


Fig. 4 — Regressão polinomial do terceiro grau do BMD do colo do fêmur vs. idade de 723 mulheres agrupadas em função do PC: (□) 40-49, (◇) 50-59, (*) 60-69 e (○) 70-79kg. O coeficiente de correlação (r) foi maior do que 0,98 para todos os grupos.

idade e PC. Como na coluna lombar, observa-se que a relação PC-BMD é positiva, mas diferente para cada faixa etária estudada. A fig. 3 mostra que essa correlação foi mais importante entre os 20-29 anos de idade ($r=0,99$ e $p=0,005$), quando houve o maior aumento de massa óssea por quilograma de peso (1,07%). Nas mulheres de 30-39 anos, assim como ocorreu em L2-L4, o PC pouco influenciou a massa óssea ($r=0,89$ e $p>0,05$); somente as mulheres mais leves (40-49kg) apresentaram BMD significativamente menor do que as mulheres das outras faixas de PC ($p<0,001$). Por outro lado, aos 40-49 e 50-59 anos, essa correlação foi bastante importante ($r=0,9$ e $p<0,05$ para ambos), com aumentos de massa óssea de 0,87 e 0,93% por quilograma de PC, respectivamente.

A tabela 3 e a fig. 4 mostram a correlação entre o BMD do colo do fêmur e a idade das pacientes.

Percebe-se que, nessa região, a correlação também é diferente para cada faixa de PC. As mulheres pesando 40-49 e 50-59kg somente atingiram o pico de massa óssea na quarta década da vida e, na década seguinte, apresentaram redução do BMD de 14,9% e 9,1%, respectivamente; até os 70 anos de idade, a diminuição da massa óssea em relação ao BMD máximo foi de 31,7 e 26,2%, com média -11,9 e -9,5% a cada dez anos de vida. Nos outros dois grupos de pacientes (60-69 e 70-79kg), o BMD do colo do fêmur era máximo aos 20-29 anos. As pacientes pesando 60-69kg mantiveram praticamente a mesma massa óssea até a década seguinte e, a partir daí, apresentaram distribuição do BMD muito semelhante à que ocorreu no grupo de pacientes pesando 50-59kg, com uma diminuição do conteúdo ósseo de 26,2% com relação ao pico de massa óssea. As mulheres mais pesadas (70-79kg) começaram a apresentar diminuição da massa óssea mais precocemente do que os outros grupos, entre a terceira e a quarta década, com uma redução de 26,4% até os 70 anos da vida. Entretanto, essa média foi menor do que a dos grupos mais leves (40-49 e 50-59kg), -7,3% por década de vida. Além disso, por volta dos 70 anos de idade, o BMD do colo do fêmur dessas pacientes era significativamente maior do que em todos os outros grupos ($p<0,05$).

A fig. 5 (a e b) mostra a variação percentual do BMD da coluna lombar e do colo do fêmur, a cada faixa etária, com relação ao valor máximo de massa óssea detectado. Observa-se que as maiores diminuições da massa óssea ocorrem no colo do fêmur, onde as reduções do BMD, por volta dos 70 anos de idade, são superiores a 25%, chegando a ser 10% maiores do que as que ocorrem na coluna lombar.

PC e BMD máximo — A fig. 6 (a e b) mostra a correlação entre o PC e o valor máximo de massa óssea detectado. Na fig. 6a observa-se que o BMD

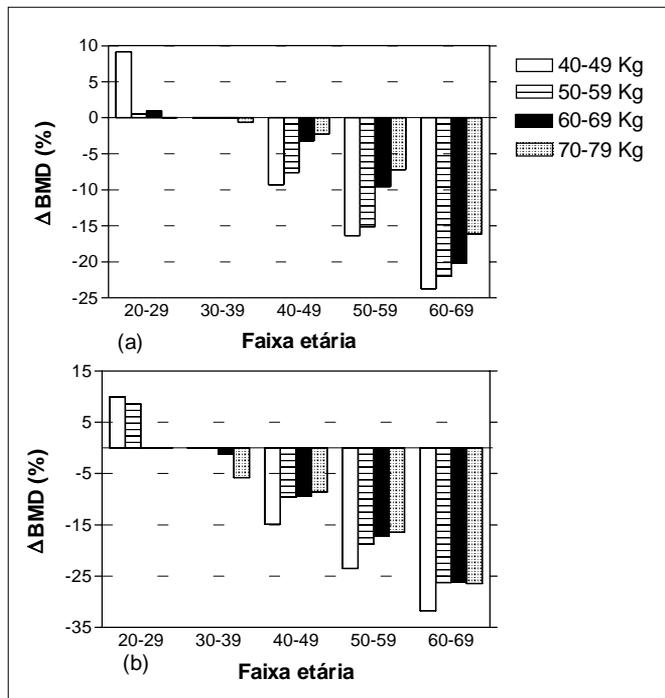


Fig. 5 — Variação percentual do BMD com relação ao pico de massa óssea de (a) L2-L4 e do (b) colo do fêmur. A falta de coluna indica o momento em que o BMD máximo foi detectado.

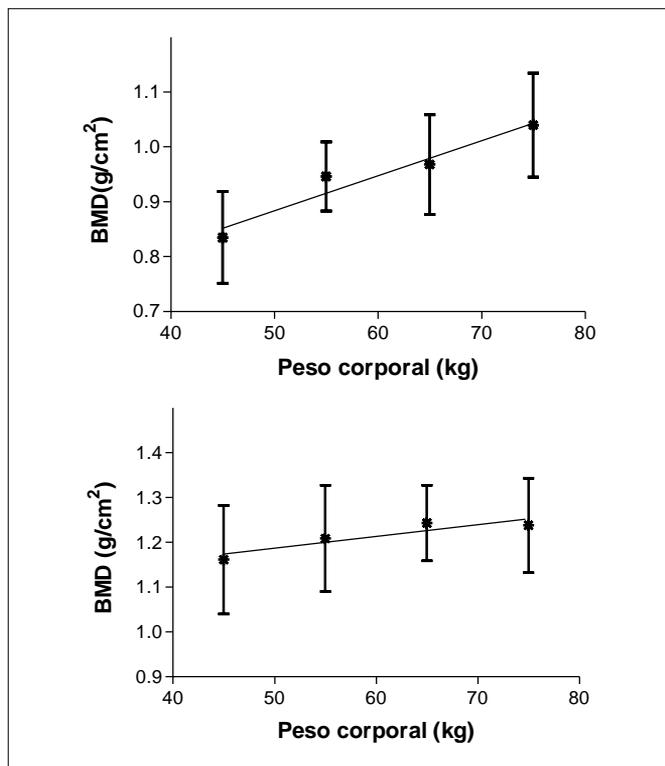


Fig. 6 — Correlação entre o PC e o BMD máximo atingido em (a) L2-L4 e (b) colo do fêmur. O coeficiente de correlação foi de 0,91 e 0,97, respectivamente. A inclinação da reta foi diferente de zero apenas no colo do fêmur ($p < 0,001$).

Tabela 4 — Densidade mineral óssea de 724 mulheres brasileiras e de 318 mulheres norte-americanas de acordo com a década da vida

Idade	n	L2-L4		Colo do fêmur	
		BMD	dif (%)	BMD	dif (%)
20-29					
Brasil	152	1,20±0,12		0,92±0,08	
EUA	91	1,20±0,11	0,3	0,97±0,11	5,8*
30-39					
Brasil	163	1,22±0,11		0,94±0,09	
EUA	55	1,20±0,14	-1,9	0,95±0,15	0,3
40-49					
Brasil	140	1,15±0,12		0,86±0,09	
EUA	53	1,13±0,09	-2,2	0,88±0,11	2,1
50-59					
Brasil	143	1,08±0,13		0,79±0,09	
EUA	61	1,12±0,15	4,5	0,87±0,12	9,5
60-69					
Brasil	126	0,97±0,15		0,70±0,09	
EUA	58	1,06±0,13	8,2*	0,80±0,13	12,7*

O BMD foi medido através da DEXA em ambas as populações. Os valores são as médias ± DP. * $p < 0,001$ (testes de Bonferroni e *t* de Student).

vertebral (L2-L4) máximo detectado neste estudo sofre pouca influência do PC ($p = 0,09$); entretanto, as mulheres mais leves (40-49kg) apresentaram BMD vertebral significativamente menor do que as demais ($p < 0,001$). Por outro lado, no colo do fêmur, nota-se que o PC teve grande influência sobre o BMD máximo atingido ($p = 0,03$), com um ganho de aproximadamente 0,72% por cada quilograma de peso.

Comparação do BMD das mulheres brasileiras e norte-americanas — Os valores de BMD da coluna lombar (L2-L4) e do colo do fêmur medidos pela DEXA em mulheres brasileiras e norte-americanas são apresentados na tabela 4. O BMD vertebral encontrado nas duas populações é muito semelhante; entretanto, na sétima década da vida, as mulheres norte-americanas apresentaram BMD 8% maior do que as brasileiras ($p < 0,0001$). No colo do fêmur, os valores de BMD também foram muito semelhantes aos 30-39 e 40-49 anos; entretanto, aos 20-29, 50-59 e 60-69 anos de vida, as mulheres norte-americanas apresentaram BMD significativamente ($p < 0,0001$) maior do que as mulheres brasileiras, especialmente aos 60-69 anos de idade, quando a diferença foi de aproximadamente 13%.

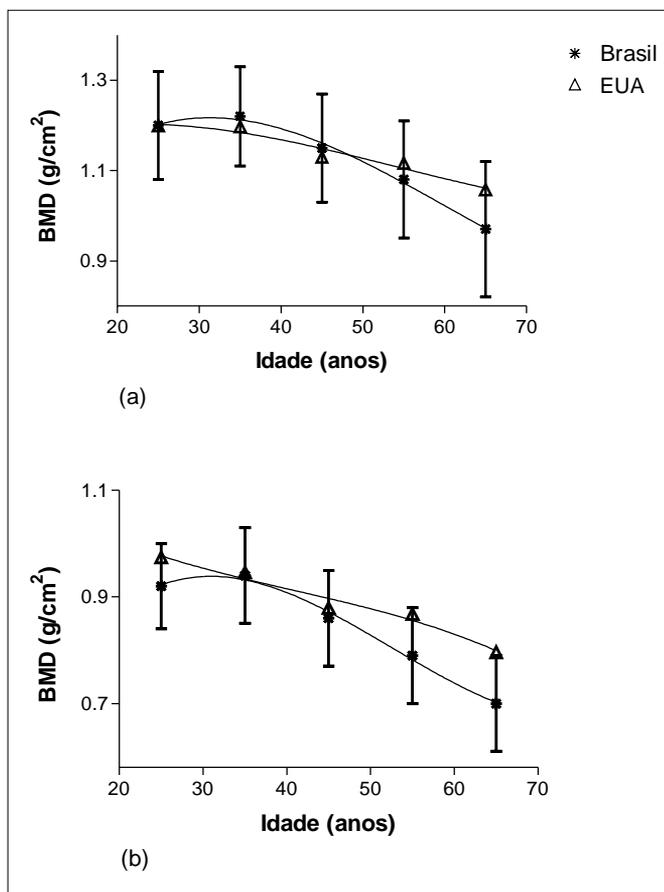


Fig. 7 — Regressão polinomial do terceiro grau da idade vs. BMD vertebral (a) e femoral (b) de 724 mulheres brasileiras (*) e 318 norte-americanas (∇). O coeficiente de correlação (r) foi maior do que 0,98 para ambos os grupos.

A fig. 7 (a e b) mostra a correlação entre a idade e o BMD vertebral e femoral das duas populações de mulheres. Na coluna lombar (fig. 7a), nota-se que a variação da massa óssea em função da idade foi muito semelhante nos dois grupos. Tanto as mulheres brasileiras quanto as norte-americanas já apresentavam BMD máximo por volta dos 20 anos de idade e começaram a apresentar diminuição da massa óssea entre a quarta e a quinta década da vida. A média de diminuição da massa óssea foi ligeiramente maior nas brasileiras (-4,9% vs. -3,1% por década de vida). A diferença entre as duas populações quanto à percentagem de diminuição do BMD foi maior entre a sexta e a sétima década, quando as brasileiras apresentaram -9,9% e as americanas, -5,3%. No colo do fêmur (fig. 7b), observa-se que ambos os grupos também apresentavam BMD máximo aos 20 anos de idade; entretanto, as norte-americanas apresentavam BMD femoral máximo significativamente maior ($p < 0,001$) do que as brasileiras. Essas mulheres

ainda apresentaram BMD discretamente maior até a quarta década da vida (2,85%); entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre o BMD femoral aos 20-29 e 30-39 anos de idade. As mulheres norte-americanas apresentaram média de diminuição de massa óssea femoral de 5% a cada dez anos e as brasileiras, de 7%. Essa diferença foi maior nas mulheres mais velhas, com as norte-americanas apresentando, entre a sexta e a sétima década, redução da massa óssea de 8% e as brasileiras, de 12% .

DISCUSSÃO

Vários estudos transversais têm mostrado que a massa óssea varia em função da idade¹³⁻¹⁸. Este estudo mostra que a massa óssea vertebral e femoral das mulheres brasileiras varia, ao longo da vida, de forma muito semelhante à observada em outros centros¹³. Nossos resultados corroboram os de Matkovic *et al.*¹⁵, que detectaram que o pico de massa óssea no quadril ocorre por volta dos 17 anos de idade, e que a queda inicia logo após a aquisição do valor máximo de BMD, apresentando uma perda média de 0,4% por ano. Quanto à coluna lombar, eles detectaram que o pico de massa óssea ocorre por volta dos 17 anos de idade e que o BMD varia pouco até os 50 anos de idade. Além disso, os resultados do presente estudo mostram claramente que o PC influencia positivamente a massa óssea, porém essa influência não é a mesma nas diferentes faixas etárias e regiões ósseas. Com relação às vértebras lombares, um baixo PC (40-49kg) resulta em menor massa óssea aos 20 anos de idade; entretanto, pacientes pesando 50-59kg apresentam, praticamente, o mesmo BMD de mulheres pesando quase 20kg a mais. Isso sugere que, na terceira década da vida, baixo PC é fator de risco para uma menor massa óssea, enquanto que pesos maiores que 50-59kg não são capazes de promover aumentos adicionais importantes no BMD dessa região. Por outro lado, no colo do fêmur, é nessa mesma faixa etária que o PC tem a maior influência sobre a massa óssea, com um ganho ósseo de aproximadamente 1,07% a cada quilo de peso. Isso, provavelmente, se explica pelo fato de essa região ser um local importante de sustentação de peso. Como se sabe, o estresse mecânico é um estímulo importante para a formação óssea²¹. Assim sendo, o PC e o conseqüente estresse mecânico são fatores relevantes no momento de aquisição da massa óssea femoral.

Um outro achado interessante foi o fato de a correlação massa óssea-idade variar em função do PC. De uma forma geral, na maioria das regiões

ósseas, há um momento de ganho, até ser atingido um pico, um momento de estabilização e um momento de perda de massa óssea¹⁵⁻²². Muitos estudos têm sido realizados no sentido de detectar esses momentos, e resultados conflitantes são encontrados. Investigações recentes têm demonstrado que o pico de massa óssea é atingido em tempos diferentes nas várias regiões do esqueleto, podendo variar entre 17 e 35 anos de idade¹⁵. O presente estudo sugere que o pico de massa óssea é atingido em momentos diferentes em uma mesma região em função do PC. Nas mulheres mais leves (40-49kg), o BMD máximo vertebral e femoral (colo do fêmur) só é atingido entre 30-39 anos, enquanto que o BMD dessas regiões em mulheres mais pesadas já é máximo aos 20 anos de idade. No colo do fêmur, as mulheres pesando entre 50-59kg também só atingem o pico de massa óssea nessa faixa etária. Além disso, o valor máximo de massa óssea atingido sofre influência importante do PC, especialmente no colo do fêmur; entretanto, na coluna lombar, somente as mulheres mais leves (40-49kg) apresentam valores máximos de massa óssea significativamente menores do que as demais. Isso mostra que o PC tem influência importante na aquisição da massa óssea e que o colo do fêmur é mais sensível do que a coluna lombar, nessa etapa.

O fato de as mulheres mais leves apresentarem um pico de massa óssea tardio e de menor valor pode ser resultado da relação PC-adolescência. Como se sabe, as meninas mais pesadas entram na puberdade mais cedo do que as mais leves²³ e, portanto, começam a sofrer os efeitos dos esteróides sexuais mais cedo, o que causa um aumento acelerado da massa óssea. Estudos têm detectado que os maiores ganhos de massa óssea ocorrem em adolescentes que recentemente começaram a menstruar, e que as concentrações aumentadas dos estrógenos durante a puberdade contribuem, de forma importante, para a aquisição da massa óssea. Além disso, o estágio puberal tem sido detectado como o preditor mais consistente do *status* mineral ósseo, quando comparado com a idade cronológica, sendo semelhante ao PC e tamanho corporal²⁴.

Com relação à diminuição da massa óssea, observou-se que as maiores reduções do BMD aconteceram no colo do fêmur e não na coluna, ou seja, ocorrem principalmente em região de predominância de osso cortical. Estudo recente que comparou a estrutura óssea da crista ilíaca de mulheres na pré e na pós-menopausa também encontrou as maiores diferenças na porção cortical²⁵. A espessura cortical era 20% menor nas mulheres na pós-menopausa, enquanto que a diminuição do volume trabecular era de aproximadamente 7%. A redução do

osso cortical é, basicamente, resultado da incapacidade progressiva dos osteoblastos, em função do envelhecimento, de formar osso²⁶, agravada pelo aumento do número das unidades de remodelamento, decorrente tanto da idade quanto da menopausa. Isso leva a uma "cancelização" da superfície endosteal, com conseqüente afinamento da cortical²⁷.

Alguns estudos sugerem que a perda de osso cortical está mais associada ao envelhecimento do que à deficiência estrogênica, enquanto que o osso trabecular é muito mais sensível à falta dos esteróides sexuais²⁸. Isso talvez explique o maior decréscimo do BMD femoral, pois a perda óssea relacionada à menopausa é intensa, porém, auto-limitante, com uma duração aproximada de dez anos¹⁸, enquanto que a perda de massa esquelética associada à idade é contínua e, como este estudo mostra, tem início antes da menopausa no colo do fêmur.

Um achado interessante foi o efeito do PC sobre a diminuição do BMD de L2-L4. As mulheres mais pesadas apresentam uma menor redução óssea nessa região. Além do mais, essas pacientes só começam a apresentar diminuição do BMD vertebral entre os 40-49 anos e, as mais leves, entre 30-39 anos. No colo do fêmur, as mulheres mais pesadas atingem o BMD máximo mais cedo, mas começam a apresentar decréscimo da massa óssea mais precocemente. Entretanto, o PC também mostrou ter papel protetor sobre a redução da massa óssea dessa região, já que as mulheres mais pesadas apresentam as menores médias de diminuição do BMD. Além disso, aos 70 anos de idade, essas mulheres apresentam BMD femoral (colo do fêmur) significativamente maior do que as mais leves.

Não se sabe exatamente quais os mecanismos que explicam os efeitos positivos da relação PC-BMD, todavia algumas interpretações têm sido sugeridas. Levando-se em conta que os principais componentes do PC são a massa de gordura e a massa magra, constituída especialmente pelo tecido muscular, as possíveis explicações baseiam-se nesses componentes.

Com relação à massa magra, entende-se que o estresse mecânico gerado pela contração muscular, que resulta em estímulo para a formação óssea, seja o meio pelo qual ela interfere positivamente na massa óssea. Isso é evidente em indivíduos submetidos a imobilização, quando há diminuição acentuada da massa óssea em pouco tempo²⁹. Além disso, os homens apresentam maior BMD do que as mulheres e isso, em parte, ocorre pelo fato de os homens apresentarem maior massa muscular.

Uma evidência disso é o fato de que a diferença da densidade óssea entre ambos os sexos desaparece quando o BMD é corrigido pela massa muscular^{30,31}. Além do mais, acredita-se que a perda óssea associada à idade cronológica esteja parcialmente relacionada à diminuição da massa muscular, já que a correção do BMD pela massa magra também anula a perda óssea relacionada à idade³².

Com relação à massa de gordura, uma explicação bastante aceitável é o maior estresse mecânico decorrente do trabalho muscular aumentado para sustentação e/ou locomoção das mulheres mais gordas, o que, como já foi comentado, estimula a formação óssea. A maior produção de estrógenos pelos adipócitos, a partir da aromatização dos andrógenos de origem adrenal nas mulheres mais obesas, tem sido sugerida, há bastante tempo, como um fator protetor da perda de massa associada à menopausa; entretanto, estudos recentes têm mostrado que a inter-relação estrogon-BMD é muito menor do que a inter-relação gordura-BMD³³. Além do mais, a igual influência da massa de gordura em mulheres na pré-menopausa sugere que este não seja o principal mecanismo responsável por essa correlação^{33,34}, especialmente porque essas mulheres, praticamente, independem da produção de estrógeno pelos adipócitos. Um outro mecanismo endócrino que tem sido sugerido para explicar o efeito da massa de gordura é a hiperinsulinemia decorrente da obesidade, já que a insulina possui efeito anabólico sobre o tecido ósseo. Entretanto, apesar de terem sido encontradas correlações positivas entre a densidade óssea e os níveis circulantes de insulina em mulheres na pós-menopausa, não foram encontradas evidências convincentes que estabelecessem a hiperinsulinemia como o mecanismo responsável pela relação gordura-BMD³⁵.

A comparação entre o BMD das mulheres normais brasileiras e norte-americanas mostrou que há grande similaridade entre os valores encontrados na coluna lombar dessas duas populações. Entretanto, aos 60-69 anos, as mulheres norte-americanas apresentam BMD vertebral 12,7% mais elevado do que as brasileiras. No colo do fêmur, os valores também são bastante semelhantes entre os 30-59 anos, mas apresentam diferenças estatisticamente significativas entre os 20-29 e 60-69 anos de idade ($p < 0,001$ para ambos). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Szejnfeld *et al.*³⁶, que encontraram valores de normalidade das mulheres brasileiras aproximadamente 3,4-6,5% e 5-8% menores na coluna lombar e no fêmur, respectivamente, em relação a mulheres norte-americanas e européias. A análise da variação do

BMD em função da idade mostrou que, em ambas as regiões do esqueleto, as mulheres brasileiras apresentam maiores médias percentuais de perda de massa óssea por década de vida, especialmente entre a sexta e a sétima década.

Essas diferenças são em parte explicadas pela diferença do PC das duas populações. As mulheres norte-americanas com idade menor que 50 e maior que 50 anos apresentaram PC maior do que as brasileiras deste estudo, respectivamente 5 e 9% maior. Como este próprio estudo mostra, o PC tem efeito importante tanto na aquisição quanto na perda de massa óssea. Assim sendo, a menor percentagem de perda de massa óssea apresentada pelas mulheres norte-americanas pode estar refletindo o caráter "protetor" do PC na diminuição do BMD. Outras possíveis explicações das diferenças encontradas podem basear-se nos hábitos diários, atividade física e alimentação, uma vez que, nos EUA, existe um maior nível de esclarecimento populacional com relação à saúde, especialmente de indivíduos idosos.

Apesar das diferenças encontradas, o padrão de normalidade norte-americano pode ser utilizado para a investigação da presença de osteoporose em mulheres brasileiras, já que o diagnóstico dessa doença baseia-se no BMD do adulto jovem, e as diferenças mais importantes entre as mulheres brasileiras e norte-americanas ocorreram em idades mais avançadas. Por outro lado, as comparações entre o BMD dessas duas populações baseando-se na idade (*age-matched*) devem ser mais cuidadosas, especialmente no colo do fêmur, devendo, obrigatoriamente, considerar o PC.

Em conclusão, o presente estudo mostra que o BMD de mulheres brasileiras varia em função da idade e PC de forma semelhante à encontrada em outras populações brancas, e.g. norte-americanas, européias e australianas³⁷⁻³⁹; entretanto, é importante levar em consideração as diferenças quanto ao PC e hábitos das diferentes populações. O PC tem influência importante tanto na aquisição quanto na perda de massa óssea. O momento em que o pico de massa óssea é atingido varia, em uma mesma região esquelética, em função do PC. As mulheres mais pesadas atingem o pico de massa óssea vertebral e femoral mais cedo do que as mais leves, além de atingirem maiores valores de BMD máximo. Por outro lado, pesos corporais mais elevados minimizam a perda de massa esquelética, o que representa um fator protetor contra a diminuição da massa óssea decorrente da idade e menopausa. Além do mais, o colo do fêmur mostrou ser mais sensível ao efeito do PC do que a coluna lombar.

SUMMARY

Vertebral and femoral bone mineral density of 724 caucasian Brazilian women: influence of age and body weight

OBJECTIVE. To study the vertebral (L2-L4) and femoral (neck) bone mineral density (BMD) of normal white women.

MATERIAL AND METHOD. We measured the BMD of 724 women (40-79kg; 20-69 years-age) by dual-energy X-ray absorptiometry. Data were analysed as a function of age and body weight (BW).

RESULTS. Thinner women (40-49 kg) attained maximal vertebral and femoral BMD (mBMD) at ages between 30-39 years, while heavier women (60-79kg) already had the mBMD by the age of 20. At the femur, there was a significant mBMD-BW correlation ($r=0.97$; $p<0.001$; slope= $0.72\%/kg$). At the spine, only the 40-49 Kg women exhibited lower mBMD when compared to the others ($p<0.001$). The decrease of the vertebral BMD was more intense ($-8,3$ vs. $-5.7\%/decade$) and started earlier (fourth vs. fifth decade) in women weighting 40-59kg, as compared to those weighting 60-79kg. The decrease of the femoral BMD was initiated just after mBMD was achieved and, at the age of 69, heavier women showed a decrease that was 5.3% lower than those weighting 40-49kg. The vertebral BMD of the Brazilian women was practically the same as reported for a North-American population.

CONCLUSIONS. (i) Vertebral and femoral BMD of this Brazilian population varied with age similarly to other white female populations; (ii) provided that appropriate corrections are made for BW, the BMD of Brazilian women is comparable to the BMD of North-Americans; and (iii) the BW is important both in acquisition and decline of bone mass, as it influences the relation BMD-age. [Rev Ass Med Brasil 1997; 43(2): 127-36.]

KEY WORDS: Bone mass. Bone densitometry. Bone mineral density. Body-weight. Women. Osteoporosis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conh SH, Abesamis C, Yamasura S *et al.* Comparative skeletal mass and radial bone mineral content in black and white women. *Metabolism* 1977; 26: 171-8.
2. Bell NH, Shary J, Stevens J *et al.* Demonstration that bone mass is greater in black than in white children. *J Bone Miner Res* 1991; 6:719-23.
3. Heaney RP, Matkovic V. Inadequate peak bone mass. In Riggs BL, Melton III LJ (eds): *Osteoporosis: etiology, diagnosis, and management*, 2nd ed. Philadelphia, Raven Press, 1995; 115-31.
4. Richelson LS, Heinz, Warner HW, Melton II LJ, Riggs BL. Relative contributions of aging and estrogen deficiency to postmenopausal bone loss. *New Engl J Med* 1994; 311: 1.273-5.
5. Pocock NA, Eisman JA, Hopper JL *et al.* Genetic determinants of bone mass in adults: a twin study. *J Clin Invest* 1987; 80: 706-10.
6. Reid IR, Plank LD, Evans MC. Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75: 779-82.
7. Reid IR, Ames RW, Evans MC, Sharpe SJ, Gamble GD. Determinants of the rate of bone loss in normal postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 1994; 79: 950-4.
8. Gilsanz V, Gibbens DT, Roe TF *et al.* Vertebral bone density in children: effect of puberty. *Radiology* 1988; 166: 847-50.
9. Thomas KA, Cook SD, Bennett JT, Whitecloud III T, Rice JC. Femoral neck and lumbar spine bone mineral densities in a normal population 3-20 years of age. *J Pediatric Orthop* 1991 11: 48-58.
10. Ott SM Editorial: Attainment of peak bone mass. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; 71: 1.082-A-C.
11. Marone MMS, Lewin S, Bianco AC, Correa PHS. Diagnóstico precoce de osteoporose através da densitometria de dois fótons. *Rev Ass Med Brasil* 1989; 35: 57-62.
12. Glantz SA. How to test for differences between groups. In SA Glantz (ed): *Primer of biostatistics*, 3th ed. New York, McGraw-Hill, 1992; 32-66.
13. Mazzes RB, Barden HS, Eberle RW, Drue Denton M. Age changes of spine density in posterior-anterior and lateral projections in normal women. *Calcif Tissue Int* 1995; 56: 201-5.
14. Kevin AT, Stephen DC, Bennett JT, Whitecloud II TS, Rice JC. Femoral neck and lumbar spine bone mineral densities in a normal population 3-20 years of age. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 48-58.
15. Maltkovic V, Tomislav J, Wardlaw GM *et al.* Timing of peak bone mass in caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis: inference from a cross-sectional model. *J Clin Invest* 1994; 93: 799-8.
16. Young D, Hopper JL, Nowson CA *et al.* Determinants of bone mass in 10- to 26-year-old females: a twin study. *J Bone Miner Res* 1995; 10: 558-67.
17. Ogle GD, Allen JR, Humphires IRJ *et al.* Body-composition assessment by dual-energy x-ray absorptiometry in subjects aged 4-26 y. *Am J Clin Nutr.* 1995; 61: 746-53.
18. Nordin BEC, Need AG, Chatterton BE, Horowitz M, Morris HA. The relative contributions of age and years since menopause to postmenopausal bone loss. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; 70: 83-8.
19. Slemenda CW, Miller JZ, Hui SL, Reister TK, Johnston CC Jr. Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *J Bone Miner Res* 1991; 6: 1.227-33.
20. Recker RR, Davies KM, Hinders SM, Heaney RP, Stegman MR, Kimmel DB. 1992 Bone gain in young adult women. *JAMA* 268:2.403-8.
21. Snow-Harter C, Bouxsein ML, Lewis BT, Carter DR, Marcus. Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: a randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res* 1992; 7: 761-9.
22. Adami S, Kanis JA. Assessment of involutional bone loss: methodological and conceptual problems. *J Bone Miner Res* 1995; 10: 511-7.
23. Frisch RE. Population, food intake and fertility: histological evidence for a direct effect of nutrition on reproductive ability. *Science* 1978; 199: 22-30.

24. Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, Marcus R. Clinical anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1991; 73: 1.332-9.
25. Kimmel DB, Recker RR, Lappe JM. Histomorphometry of normal pre- and postmenopausal women. *Bone* 1992; 13: A18 (abstract).
26. Parfitt AM. Bone-forming cells in clinical conditions. In Hall BK (ed): *Bone. The osteoblast and osteocyte, vol 1*. Telford Press, 1990; 351-29.
27. Dempster DW. Bone remodeling. In Riggs BL, Melton III LJ (eds): *Osteoporosis: etiology, diagnosis, and management*, 2nd ed. Philadelphia, Raven Press, 1995; 67-91.
28. Christopher BE, Need AG, Brigdes A, Horowitz M. Relative contributions of years since menopause, age and weight to vertebral density in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 74: 20-3.
29. Steward AF, Adler M, Byers CM, Segre GV, Broadus AE. Calcium homeostasis in immobilization: an example of resorptive hypercalciuria. *New Engl J Med* 1982; 306: 1.136-0.
30. Bonjour JP, Theintz G, Buch B, Slosman D, Rizzoli R. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab* 1991; 73: 555-63.
31. Buchs B, Rizzoli R, Slosman D, Nydegger V, Bonjour JP. Bone mineral density of the spine, the femoral neck and femoral diaphysis in a Genevan population sample. *Schweiz Med Wochenschr* 1992; 122: 1.129-36.
32. Donaldson LJ, Cook A, Thompson RG. Incidence of fractures in a geographically defined population. *Epidemiol Community Health* 1990; 44: 241-5.
33. Reid IR, Ames R, Evans MC et al. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women — a key role for fat mass. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75: 45-51.
34. Reid IR, Plank, LD, Evans MC. Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75: 45-51.
35. Reid IR, Evans M, Cooper GJS, Ames RW, Stapleton J. Circulating insulin levels are related to bone density in normal postmenopausal women. *Am Physiol Soc* 1993; E655-9.
36. Szejnfeld VL, Atra E, Bacarat EC, Aldrighi JM, Civitelli R. Bone density in white brazilian women: rapid loss at the time around menopause. *Calcif Tissue Int* 1995, 56: 186-91.
37. Lindsay R, Clemens T, Al-Azzawi F et al. Spinal bone mineral density in the United States and Scotland (abstract). *J Bone Miner Res* 1986; 1 (suppl 1).
38. Boyd RM, Cameron EC, McIntosh HW, Walker VR. Measurement of bone mineral content in vivo using photon absorptiometry. *Can Med Assoc J* 1974; 111: 1.202-5.
39. Pocock NA, Eisman JA, Mazzeo RB et al. Bone mineral density in Australia compared with the United States. *J Bone Miner Res* 1988; 3: 601-4.