

# 全国データによる各骨部位の骨量と 牛乳・乳製品摂取、運動実施の関係

独立行政法人 国立健康・栄養研究所 健康増進研究部主任研究員 高田(石川)和子  
国立療養所中部病院 主任研究員 太田 壽 城  
鎌倉女子大学短期大学部 別所(矢作)京子

## 要 約

背景：骨量は加齢のみならず、妊娠、授乳、閉経などのホルモンの変化により大きく影響を受ける。一方で、カルシウム摂取量や運動などのライフスタイルからも影響を受けることが知られている。ライフスタイルと骨量に関する研究は腰椎や大腿骨を対象に数多くなされているが、結果が一致しないものもある。その原因として年代が異なる対象や生理の状態の異なる対象が混在していること、評価対象とする骨部位の違いなどが考えられる。我々は、昨年度の研究においてライフスタイルの影響が生理の状態によって左右される可能性があることを示唆した。本年度は、多数のデータを用いて、年代、生理の状態や骨の部位により牛乳・乳製品の摂取や運動の影響がどのように異なるかを検討した。

研究方法：全国11都道府県48市町村において骨粗鬆症健診を受診した者のデータを収集した。それらの対象のうち、dual X-ray absorptiometry (DXA) 法による橈骨骨量、computed X-ray densitometry (CXD) 法による第二中手骨骨量、quantitative ultrasound densitometry (QUS) 法による踵骨骨量のいずれかで骨量の測定を実施し、同時にライフスタイルのアンケートを実施した健常な者を対象に現在の牛乳・乳製品の摂取頻度、過去の牛乳摂取の有無、現在及び過去の定期的な運動の実施の有無の影響が年齢や生理の状態、骨の部位によりどのように異なるかを検討した。解析対象者は橈骨骨量を測定した者4,603名、第二中手骨骨量を測定した者5,317名、踵骨骨量を測定した者19,504名であった。

結果：30歳代の骨の各部位、40歳代閉経前の橈骨、第二中手骨、50歳代閉経前の第二中手骨、50歳代閉経後以降の踵骨で、牛乳・乳製品の摂取頻度の高い者で骨量は高かった。牛乳・乳製品摂取の効果は生理の状態が比較的安定している30歳代や閉経前における橈骨、第二中手骨、閉経後では代謝回転の速い踵骨で顕著であると推測されたが、カルシウム給源となる食品の摂取頻度の組み合わせや身体活動量との組み合わせにより、さらに検討を加える必要があると考えられた。運動の影響は、踵骨で橈骨や第二中手骨に比べて顕著であり、運動実施者で骨量が高い傾向にあった。牛乳・乳製品の摂取や運動の影響は年代や生理の状態、測定している骨により異なると考えられた。

キーワード：骨量、牛乳、乳製品、運動

## 緒 言

我々は1994～1996年に日本の11都道府県48市町村において骨粗鬆症検診を受診した者のデータを収集し、健康な日本人の骨量の標準値について検討した(1)。dual X-ray absorptiometry (DXA) 法による橈骨骨量、computed X-ray densitometry (CXD) 法による第二中手骨骨量、digital image processing (DIP) 法による第二中手骨骨量、quantitative ultrasound densitometry (QUS) 法による踵骨骨量の4法について健康な日本人女性の骨量を検討すると、20～29歳に比べ、踵骨骨量は30歳代から、橈骨骨量は40歳代から、第二中手骨骨量は50歳代から減少した。これらの骨量は欧米人のデータと比べる(2～5)と、いずれの年代でも低かった。

また、平成12年度の牛乳栄養学術研究においては、高校生、若年女性、中高年者において、断面的及び縦断的に牛乳・乳製品の摂取と運動の実施が骨量や骨量の変化にどのような影響を与えるかを検討した。その結果、運動の実施や牛乳・乳製品の摂取は、若年者においては骨量を増加させ、中高年においても骨量の減少を抑制する可能性を示した。これらのライフスタイルと骨量の関係は、年齢や閉経の有無などによって異なる可能性が示唆されたが、昨年度の研究においては検討した例数が少なく、ライフスタイルと骨量の関係が妊娠や閉経の有無によってどのように異なるかを十分に検討できなかった。

そこで、本年度は先に日本人の骨量の標準値を検討したデータベースに例数を追加し、さらに骨量の測定と合わせて実施されたライフスタイルに関するアンケートデータを整備して、DXA法による橈骨骨量、CXD法による第二中手骨骨量、QUS法による踵骨骨量について骨量とライフスタイルのデータベースを作成した。このデータベースをもとに、牛乳・乳製品の摂取と運動の実施が骨量にどのように影響するかを年齢、閉経の有無、妊娠・授乳の有無別に検討した。

## 方 法

### 対象

1994～1997年に全国11都道府県48市町村において骨粗鬆症検診を受診した者のうち、DXA法による橈骨骨量、CXD法による第二中手骨骨量、QUS法による踵骨骨量のいずれかの骨量を測定した者についてデータベースを作成した。そのうち、骨量に影響を与える疾患を有さず、ライフスタイルに関するアンケートデータのある者を解析対象とした。解析対象者はDXA法による橈骨骨量を測定した者4,603名、CXD法による第二中手骨骨量を測定した者5,317名、QUS法で踵骨骨量を測定した者19,504名であった。

### 骨量測定

DXA法による橈骨骨量は、Aloka社製のDCS-600、DCS-600EX、DCS-600EX-Iのいずれかにより橈骨の遠位部より1/3の部分測定した骨密度量を使用した。

CXD法による第二中手骨骨量は非利き手第二中手骨のX線背掌画像をアルミニウムステップウェッ

ジとともに撮影した画像から手部X線画像骨密度測定装置 (BONALYZER、帝人、東京) を用いて、アルミニウムステップウェッジの濃度 (20steps, 1mm/step) を標準として求めた値を使用した (6)。骨量はアルミニウムステップウェッジに換算したピーク高 ( $\Sigma$ GS/D, mmAl) で示された。

QUS法による踵骨骨量はA-1000plus (Lunar, WI, USA) を用いて右踵骨の骨量を超音波法にて測定した (7)。骨量の指標には、超音波伝播速度 (speed of sound; SOS; m/s) と超音波減衰係数 (broadband ultrasound attenuation; BUA; MHz) から求められたStiffness Index ( $0.67 \times \text{BUA} + 0.28 \times \text{SOS} - 420$ ) を使用した。

#### ライフスタイルに関するアンケート

アンケート調査は、各市町村で使用している問診表を利用し、そのうち年齢、身長、体重、生理の有無、妊娠・授乳の有無、骨量に影響を与える疾病の既往歴、現在の牛乳・乳製品の摂取頻度、小・中学生時代 (過去) の牛乳摂取の有無、現在及び小・中学生時代 (過去) の定期的な運動の実施の有無のデータを解析に使用した。

#### 統計解析

橈骨骨量、第二中手骨骨量、踵骨骨量の測定を受けた者のそれぞれについて、10歳きざみの年齢別、生理の有無別に解析を行った。また、踵骨骨量の測定を受けた者のうち20歳代と30歳代においては、妊娠中または授乳中で生理のない者も別の群に分けて解析を行った。身長、体重、BMI、骨量は群別に平均値と標準偏差を求めた。骨量は年齢、身長、体重との相関が高かったため、牛乳・乳製品の摂取及び運動実施と骨量の関係の解析においては、共分散分析を用いて年齢、身長、体重で調整した平均値を求め、現在の牛乳の摂取頻度、過去の牛乳摂取の有無、現在及び過去の定期的な運動実施の有無別に骨量を比較した。すべての統計処理にはStatistical Product and Service Solution (SPSS) を使用した。

## 結 果

#### 身体特性

解析対象者の身長、体重、BMI、骨量を、橈骨、第二中手骨、踵骨の骨量を測定した者のそれぞれについて、10歳きざみの年齢別、生理の状況別に表1~3に示した。生理の状況は、橈骨の骨量測定者では、20、30歳代では生理が順調にある者と生理不順の者に分けた。40歳代、50歳代では、生理が順調の者、生理不順の者、閉経後の者に分けた。60、70歳代は全員閉経後であった。第二中手骨の骨量測定者では20、30歳代はすべて生理が順調にある者、40、50歳代では閉経の有無別、60歳代は全員閉経後の者であった。生理不順の者は人数が少なかったため、閉経前とした。踵骨の骨量測定者では、10歳代は生理が順調な者と不順な者に分けた。20歳代と30歳代は生理が順調、不順、なし (妊娠中)、なし (授乳中) の4群に分けた。40、50歳代は順調、不順、閉経後の3群にわけた。60、70、80歳代はすべて閉経後であった。

橈骨測定者では、生理の状況による身長、体重、BMIの値に差はないが、年齢があがるほど、身長

表1 対象者の身体特性 (橈骨)

		身長(cm)		体重(kg)		BMI(kg/m <sup>2</sup> )		BMD(g/cm <sup>2</sup> )	
20歳代	順調	144	158.1 ± 5.0	50.6 ± 6.9	20.2 ± 2.4	0.682 ± 0.092			
	不順	25	158.1 ± 4.9	51.3 ± 8.0	20.5 ± 2.5	0.657 ± 0.090			
30歳代	順調	517	157.4 ± 4.9	52.2 ± 6.6	21.1 ± 2.5	0.669 ± 0.074			
	不順	361	156.2 ± 6.0	53.7 ± 8.6	22.1 ± 3.9	0.677 ± 0.080			
40歳代	順調	817	155.4 ± 4.9	52.7 ± 6.9	21.8 ± 2.6	0.646 ± 0.070			
	不順	71	155.2 ± 4.4	52.7 ± 7.1	21.9 ± 2.6	0.649 ± 0.096			
	閉経後	181	155.4 ± 5.0	52.6 ± 7.2	21.8 ± 2.8	0.626 ± 0.088			
50歳代	順調	153	154.2 ± 4.7	53.1 ± 7.4	22.3 ± 2.8	0.633 ± 0.086			
	不順	54	155.3 ± 4.9	53.8 ± 7.0	22.3 ± 2.7	0.616 ± 0.055			
	閉経後	1255	153.6 ± 4.8	52.5 ± 6.8	22.3 ± 2.7	0.572 ± 0.085			
60歳代	閉経後	1048	151.4 ± 5.0	52.1 ± 7.8	22.7 ± 3.3	0.490 ± 0.078			
70歳代	閉経後	262	148.9 ± 5.2	50.2 ± 7.9	22.6 ± 3.2	0.447 ± 0.075			

Mean ± SD

表2 対象者の身体特性 (第二中手骨)

		身長(cm)		体重(kg)		BMI(kg/m <sup>2</sup> )		ΣGS/D(mmAl)	
20歳代		327	157.8 ± 5.0	51.3 ± 8.9	20.6 ± 3.3	2.72 ± 0.22			
30歳代		1265	157.2 ± 5.0	52.5 ± 7.6	21.2 ± 3.0	2.75 ± 0.22			
40歳代	閉経前	978	156.4 ± 5.1	53.0 ± 7.9	21.7 ± 3.1	2.76 ± 0.25			
	閉経後	135	155.2 ± 4.5	51.8 ± 7.4	21.5 ± 2.9	2.62 ± 0.26			
50歳代	閉経前	269	154.1 ± 4.8	52.7 ± 6.7	22.2 ± 2.8	2.68 ± 0.27			
	閉経後	1229	153.8 ± 5.1	52.3 ± 7.5	22.1 ± 3.0	2.45 ± 0.29			
60歳代		1114	152.6 ± 5.1	52.1 ± 7.3	22.4 ± 3.0	2.25 ± 0.27			

Mean ± SD

表3 対象者の身体特性 (踵骨)

		身長(cm)		体重(kg)		BMI(kg/m <sup>2</sup> )		Stiffness	
10歳代	順調	122	157.8 ± 21.8	54.3 ± 9.8	21.8 ± 3.7	90.3 ± 12.7			
	不順	25	159.5 ± 5.3	52.3 ± 8.1	20.5 ± 2.7	89.9 ± 17.6			
20歳代	順調	1240	158.0 ± 6.0	51.7 ± 7.5	20.7 ± 3.3	88.0 ± 12.4			
	不順	195	157.2 ± 5.5	50.9 ± 7.9	20.6 ± 2.9	87.7 ± 12.6			
	なし(授乳中)	26	157.4 ± 5.3	51.0 ± 8.6	20.5 ± 2.8	84.9 ± 13.3			
	なし(妊娠中)	28	158.5 ± 5.3	52.0 ± 5.5	20.7 ± 1.9	83.9 ± 10.0			
30歳代	順調	3166	157.0 ± 5.2	52.3 ± 7.4	21.2 ± 2.8	85.6 ± 12.0			
	不順	361	157.2 ± 5.5	53.5 ± 8.0	21.7 ± 3.0	85.2 ± 11.9			
	なし(授乳中)	52	157.9 ± 5.6	50.9 ± 7.8	20.3 ± 2.5	83.3 ± 10.3			
	なし(妊娠中)	31	157.4 ± 4.9	55.0 ± 8.5	22.1 ± 2.9	83.6 ± 11.1			
40歳代	順調	2087	155.1 ± 4.9	53.9 ± 7.2	22.4 ± 2.8	82.4 ± 11.4			
	不順	371	153.9 ± 5.0	53.9 ± 7.4	22.8 ± 3.0	80.1 ± 11.1			
	閉経後	348	154.5 ± 5.0	53.2 ± 6.9	22.3 ± 2.6	79.0 ± 12.0			
50歳代	順調	307	153.6 ± 4.6	53.9 ± 7.0	22.8 ± 2.7	80.2 ± 10.6			
	不順	230	153.3 ± 5.0	54.7 ± 7.8	23.3 ± 3.2	78.9 ± 10.8			
	閉経後	5758	153.2 ± 4.9	53.3 ± 7.2	22.7 ± 2.8	72.1 ± 10.5			
60歳代	閉経後	4190	150.8 ± 5.1	52.7 ± 7.7	23.2 ± 3.1	65.4 ± 9.2			
70歳代	閉経後	873	147.7 ± 5.5	49.7 ± 7.6	22.7 ± 3.3	59.7 ± 8.9			
80歳代	閉経後	94	145.7 ± 5.6	48.6 ± 8.0	22.8 ± 3.4	54.4 ± 10.1			

Mean ± SD

は低くなり、BMIは大きくなった。第二中手骨測定者と踵骨測定者でも同様の傾向がみられた。

## 骨量

橈骨骨量は年齢があがるほど、低くなった。生理の状況別に比べると、20歳代と30歳代では生理の状態による骨量の差はみられなかった。40歳代では閉経後で生理が順調な者に比べ骨量が有意に低かった。50歳代では閉経後の者で生理が順調、不順のいずれよりも有意に骨量は低かった。

第二中手骨骨量も年齢があがるほど小さくなった。閉経の前後で比べると、40歳代、50歳代とも閉経前に比べ、閉経後で骨量は有意に小さくなった。

踵骨骨量も年齢が高くなるに従って、小さくなった。生理の状態別に比べると、どの年代でも生理が順調な者が最も骨量が高く、生理不順の者、閉経後の順に骨量は小さくなる傾向にあった。特に40歳代では生理の状況により骨量は有意に異なり、50歳代では閉経後で生理が順調、不順に比べ有意に低かった。また、20、30歳代では授乳中、妊娠中で生理がない者も生理がある者に比べ骨量は低い傾向にあった。

## 現在の牛乳・乳製品の摂取頻度と骨量の関係

現在の牛乳及び乳製品の摂取頻度を「なし」から「週に1～2回」と「週に3回以上」の2群に分けて骨量を比較した（表4～6）。

橈骨骨量では、30歳代の生理順調で乳製品の摂取頻度の高い者、40歳代の生理順調と70歳代の閉経後で牛乳の摂取頻度の高い者で有意に骨量が高かった。しかし、70歳代の閉経後では乳製品の摂取頻度の高い者で有意に骨量は低かった。

第二中手骨骨量では、30歳代の生理順調と50歳代の閉経前では牛乳の摂取頻度の高い者で、40歳代閉経前では乳製品の摂取頻度の高い者で骨量は有意に高かった。しかし、20歳代の生理順調では牛乳摂取頻度の高い者で有意に骨量は低かった。

踵骨骨量では、30歳代の生理順調、50歳代の閉経後、60歳代の閉経後では牛乳、乳製品の両者とも摂取頻度の高い者で有意に骨量が高かった。また、70歳代閉経後では乳製品の摂取頻度が高い者で有意に骨量が高かった。逆に、20歳代なし（授乳中）では乳製品の摂取頻度の高い者で骨量は有意に低かった。

## 過去の牛乳摂取の有無と骨量の関係

過去の牛乳摂取の有無により2群に分けて骨量を比較した（表4～6）。

橈骨骨量では、40歳代の生理順調と60歳代では過去に牛乳摂取がある者で有意に骨量が高かった。

第二中手骨骨量では、40歳代の閉経前で過去の牛乳摂取のある者で有意に骨量が高かった。

踵骨骨量では、過去の牛乳摂取の有無による骨量の違いに有意な差はみられなかった。

## 現在の定期的な運動の実施と骨量の関係

現在の定期的な運動の実施の有無により2群に分けて、骨量を比較した（表7～9）。

橈骨骨量と定期的な運動の実施との関係は、20歳代の生理不順、40歳代の生理順調では運動を実施している者で有意に骨量が高かった。

表4 牛乳・乳製品摂取と橈骨の骨密度

		牛乳摂取			乳製品摂取			過去の牛乳摂取		
			n	Mean ± SE		n	Mean ± SE		n	Mean ± SE
20歳代	順調	なし~1-2回/w	23	0.664 ± 0.010	なし~1-2回/w	38	0.667 ± 0.008	なし	10	0.667 ± 0.014
		3-6回/回~毎日	109	0.664 ± 0.005	3-6回/回~毎日	62	0.660 ± 0.006	あり	104	0.661 ± 0.004
	不順	なし~1-2回/w	4	0.627 ± 0.026	なし~1-2回/w	9	0.638 ± 0.016	なし	3	0.660 ± 0.033
		3-6回/回~毎日	20	0.646 ± 0.011	3-6回/回~毎日	13	0.653 ± 0.013	あり	20	0.641 ± 0.011
30歳代	順調	なし~1-2回/w	70	0.654 ± 0.006	なし~1-2回/w	134	0.651 ± 0.004	なし	43	0.656 ± 0.008
		3-6回/回~毎日	418	0.663 ± 0.002	3-6回/回~毎日	240	0.668 ± 0.003 ***	あり	370	0.665 ± 0.003
	不順	なし~1-2回/w	11	0.671 ± 0.013	なし~1-2回/w	17	0.675 ± 0.010	なし	1	0.660
		3-6回/回~毎日	25	0.660 ± 0.008	3-6回/回~毎日	19	0.653 ± 0.009	あり	25	0.658 ± 0.006
40歳代	順調	なし~1-2回/w	86	0.632 ± 0.006	なし~1-2回/w	165	0.635 ± 0.004	なし	204	0.634 ± 0.004
		3-6回/回~毎日	717	0.642 ± 0.002 *	3-6回/回~毎日	356	0.642 ± 0.003	あり	596	0.644 ± 0.002 *
	不順	なし~1-2回/w	19	0.641 ± 0.013	なし~1-2回/w	42	0.638 ± 0.008	なし	34	0.643 ± 0.009
		3-6回/回~毎日	50	0.634 ± 0.008	3-6回/回~毎日	27	0.633 ± 0.010	あり	35	0.630 ± 0.009
	閉経後	なし~1-2回/w	23	0.625 ± 0.013	なし~1-2回/w	41	0.627 ± 0.010	なし	66	0.622 ± 0.008
		3-6回/回~毎日	151	0.614 ± 0.005	3-6回/回~毎日	76	0.612 ± 0.007	あり	107	0.611 ± 0.006
50歳代	順調	なし~1-2回/w	22	0.625 ± 0.012	なし~1-2回/w	23	0.614 ± 0.011	なし	55	0.625 ± 0.007
		3-6回/回~毎日	127	0.625 ± 0.005	3-6回/回~毎日	72	0.633 ± 0.006	あり	92	0.624 ± 0.006
	不順	なし~1-2回/w	14	0.622 ± 0.012	なし~1-2回/w	30	0.615 ± 0.008	なし	39	0.608 ± 0.007
		3-6回/回~毎日	39	0.609 ± 0.007	3-6回/回~毎日	21	0.612 ± 0.010	あり	14	0.626 ± 0.012
	閉経後	なし~1-2回/w	140	0.559 ± 0.006	なし~1-2回/w	195	0.560 ± 0.005	なし	591	0.565 ± 0.003
		3-6回/回~毎日	1076	0.568 ± 0.002	3-6回/回~毎日	561	0.569 ± 0.003	あり	619	0.569 ± 0.003
60歳代	閉経後	なし~1-2回/w	84	0.481 ± 0.008	なし~1-2回/w	124	0.488 ± 0.006	なし	614	0.484 ± 0.003
		3-6回/回~毎日	943	0.490 ± 0.002	3-6回/回~毎日	468	0.487 ± 0.003	あり	407	0.497 ± 0.003 ***
70歳代	閉経後	なし~1-2回/w	19	0.416 ± 0.016	なし~1-2回/w	26	0.480 ± 0.014	なし	173	0.448 ± 0.005
		3-6回/回~毎日	237	0.448 ± 0.005 *	3-6回/回~毎日	137	0.445 ± 0.006 *	あり	84	0.442 ± 0.008

\*p<0.1,\*\*p<0.05,\*\*\*p<0.01

調整項目:年齢、身長、体重

調整平均±標準誤差(ΣGS/D, mmAl)

表5 牛乳・乳製品摂取と第二中手骨の骨密度

			牛乳摂取			乳製品摂取				過去の牛乳摂取					
			n	Mean	± SE	n	Mean	± SE	n	Mean	± SE				
20歳代	順調	なし~1-2回/w	100	2.75	± 0.02	**	なし~1-2回/w	147	2.74	± 0.02	なし	19	2.67	± 0.05	
		3-6回/回~毎日	191	2.69	± 0.02		3-6回/回~毎日	108	2.71	± 0.02	あり	87	2.71	± 0.02	
30歳代	順調	なし~1-2回/w	321	2.72	± 0.01	***	なし~1-2回/w	509	2.74	± 0.01	なし	70	2.73	± 0.03	
		3-6回/回~毎日	805	2.76	± 0.01		3-6回/回~毎日	405	2.75	± 0.01	あり	263	2.71	± 0.01	
40歳代	閉経前	なし~1-2回/w	137	2.75	± 0.02		なし~1-2回/w	199	2.71	± 0.02	*	なし	38	2.65	± 0.04
		3-6回/回~毎日	544	2.76	± 0.01		3-6回/回~毎日	96	2.77	± 0.02		あり	133	2.76	± 0.02
	閉経後	なし~1-2回/w	22	2.61	± 0.06		なし~1-2回/w	22	2.63	± 0.05		なし	8	2.70	± 0.04
		3-6回/回~毎日	89	2.62	± 0.03		3-6回/回~毎日	20	2.69	± 0.05		あり	16	2.65	± 0.07
50歳代	閉経前	なし~1-2回/w	41	2.64	± 0.04	**	なし~1-2回/w	57	2.67	± 0.03		なし	20	2.62	± 0.06
		3-6回/回~毎日	115	2.73	± 0.02		3-6回/回~毎日	32	2.66	± 0.04		あり	27	2.73	± 0.05
	閉経後	なし~1-2回/w	129	2.44	± 0.02		なし~1-2回/w	191	2.45	± 0.02		なし	90	2.45	± 0.03
		3-6回/回~毎日	727	2.46	± 0.01		3-6回/回~毎日	107	2.48	± 0.02		あり	59	2.46	± 0.03
60歳代	閉経後	なし~1-2回/w	74	2.21	± 0.03		なし~1-2回/w	98	2.19	± 0.03		なし	53	2.19	± 0.03
		3-6回/回~毎日	558	2.24	± 0.01		3-6回/回~毎日	64	2.20	± 0.03		あり	16	2.19	± 0.06

\*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01  
 調整項目：年齢、身長、体重  
 調整平均±標準誤差(ΣGS/D, mmAl)

表6 牛乳・乳製品摂取と踵骨の骨密度

		牛乳摂取			乳製品摂取			過去の牛乳摂取					
		n	Mean	± SE	n	Mean	± SE	n	Mean	± SE			
10歳代	順調	なし~1-2回/w	29	89.1	± 2.4	なし~1-2回/w	10	88.7	± 5.1	なし			
		3-6回/回~毎日	40	91.7	± 2.0	3-6回/回~毎日	17	85.4	± 3.6	あり	6	84.3	± 7.9
	不順	なし~1-2回/w	8	84.0	± 5.7	なし~1-2回/w	6	85.7	± 4.4	なし	3	90.7	
		3-6回/回~毎日	14	88.9	± 4.1	3-6回/回~毎日	1	66.5	± 13.4	あり			
20歳代	順調	なし~1-2回/w	263	87.5	± 0.8	なし~1-2回/w	374	88.3	± 0.6	なし	25	90.5	± 2.5
		3-6回/回~毎日	491	87.8	± 0.5	3-6回/回~毎日	252	86.8	± 0.8	あり	234	87.2	± 0.8
	不順	なし~1-2回/w	82	86.0	± 1.4	なし~1-2回/w	100	86.2	± 1.2	なし	6	87.6	± 4.9
		3-6回/回~毎日	99	88.3	± 1.3	3-6回/回~毎日	43	88.3	± 1.8	あり	51	85.1	± 1.6
	なし(授乳中)	なし~1-2回/w	7	83.4	± 4.5	なし~1-2回/w	15	88.2	± 3.1	なし			
		3-6回/回~毎日	18	85.1	± 2.8	3-6回/回~毎日	10	79.2	± 3.8 *	あり	8	79.0	± 1.5
	なし(妊娠中)	なし~1-2回/w	5	89.0	± 4.7	なし~1-2回/w	10	87.9	± 3.4	なし			
		3-6回/回~毎日	20	82.8	± 2.3	3-6回/回~毎日	13	80.8	± 3.0	あり	10	82.7	± 2.7
30歳代	順調	なし~1-2回/w	552	83.8	± 0.5	なし~1-2回/w	1031	84.5	± 0.4	なし	71	84.1	± 1.3
		3-6回/回~毎日	1466	85.2	± 0.3 ***	3-6回/回~毎日	648	86.2	± 0.4 ***	あり	648	84.7	± 0.4
	不順	なし~1-2回/w	94	85.1	± 1.2	なし~1-2回/w	172	84.8	± 0.9	なし	12	90.3	± 3.4
		3-6回/回~毎日	242	84.9	± 0.8	3-6回/回~毎日	100	84.8	± 1.2	あり	71	86.3	± 1.4
	なし(授乳中)	なし~1-2回/w	7	82.5	± 5.1	なし~1-2回/w	23	82.1	± 2.1	なし	1	73.1	
		3-6回/回~毎日	44	83.1	± 1.6	3-6回/回~毎日	24	84.3	± 2.1	あり	13	83.0	± 3.0
	なし(妊娠中)	なし~1-2回/w	6	81.5	± 4.5	なし~1-2回/w	14	84.6	± 2.9	なし	1	72.9	
		3-6回/回~毎日	24	84.3	± 2.2	3-6回/回~毎日	13	81.1	± 3.0	あり	13	84.1	± 2.4
40歳代	順調	なし~1-2回/w	553	82.1	± 0.5	なし~1-2回/w	805	82.0	± 0.4	なし	159	83.2	± 0.9
		3-6回/回~毎日	1103	82.2	± 0.3	3-6回/回~毎日	660	83.0	± 0.4	あり	451	81.7	± 0.5
	不順	なし~1-2回/w	112	78.8	± 1.0	なし~1-2回/w	161	80.6	± 0.9	なし	30	82.0	± 2.0
		3-6回/回~毎日	253	80.6	± 0.7	3-6回/回~毎日	79	81.3	± 1.3	あり	85	81.0	± 1.2
	閉経後	なし~1-2回/w	80	78.4	± 1.3	なし~1-2回/w	98	79.6	± 1.2	なし	32	80.3	± 2.4
		3-6回/回~毎日	185	78.9	± 0.9	3-6回/回~毎日	112	79.1	± 1.2	あり	52	77.4	± 1.9
50歳代	順調	なし~1-2回/w	70	79.4	± 1.2	なし~1-2回/w	94	80.1	± 1.0	なし	39	82.1	± 1.7
		3-6回/回~毎日	159	80.1	± 0.8	3-6回/回~毎日	93	78.8	± 1.0	あり	38	78.6	± 1.7
	不順	なし~1-2回/w	68	78.4	± 1.3	なし~1-2回/w	96	78.3	± 1.0	なし	31	79.0	± 1.8
		3-6回/回~毎日	157	79.1	± 0.8	3-6回/回~毎日	53	80.7	± 1.4	あり	46	81.0	± 1.5
	閉経後	なし~1-2回/w	764	70.5	± 0.4	なし~1-2回/w	1238	71.4	± 0.3	なし	493	71.2	± 0.4
		3-6回/回~毎日	2338	71.8	± 0.2 ***	3-6回/回~毎日	1445	72.4	± 0.3 **	あり	434	72.2	± 0.5
60歳代	閉経後	なし~1-2回/w	662	64.4	± 0.3	なし~1-2回/w	1389	65.0	± 0.2	なし	726	64.9	± 0.3
		3-6回/回~毎日	2317	65.5	± 0.2 ***	3-6回/回~毎日	1318	65.5	± 0.2 *	あり	320	65.6	± 0.5
70歳代	閉経後	なし~1-2回/w	156	59.3	± 0.7	なし~1-2回/w	298	58.7	± 0.5	なし	172	59.5	± 0.6
		3-6回/回~毎日	497	59.9	± 0.4	3-6回/回~毎日	319	60.5	± 0.5 ***	あり	47	60.6	± 1.1
80歳代	閉経後	なし~1-2回/w	15	52.9	± 2.5	なし~1-2回/w	40	54.4	± 1.5	なし	19	54.2	± 1.9
		3-6回/回~毎日	59	55.3	± 1.3	3-6回/回~毎日	31	56.3	± 1.7	あり	5	51.7	± 4.0

\*p<0.1,\*\*p<0.05,\*\*\*p<0.01

調整項目:年齢、身長、体重

調整平均±標準誤差(ΣGS/D, mmAl)



第二中手骨骨量では、運動の実施の有無による骨量の有意な差は無かった。

踵骨骨量と運動実施の関係は、各年代で運動を実施している者で骨量が高い傾向にあり、10歳代の生理順調、20歳代の生理順調、40歳代の生理順調と生理不順、50歳代の閉経後、60歳代閉経後では運動の実施者で有意に骨量が高かった。

#### 過去の定期的な運動の実施と骨量の関係

過去の定期的な運動の実施の有無により2群に分けて、骨量を比較した(表7~9)。

橈骨骨量と過去の運動の関係は、30歳代の生理順調、40歳代の生理不順、50歳代の生理不順で過去に運動を実施していた者で有意に骨量が高かった。

第二中手骨骨量と過去の運動実施の関係では、40歳代の閉経前と50歳代の閉経後では過去に運動を実施していた者で有意に骨量が高かった。

踵骨骨量と過去の運動実施の関係では、10歳代、20歳代の生理順調、なし(妊娠中)、30歳代の生理順調、40歳代、50歳代の閉経後、60歳代では過去に運動を実施していた者で有意に骨量が高かった。一方、20歳代のなし(妊娠中)では過去に運動を実施していた者で有意に骨量が低かった。

表7 現在及び過去の運動習慣と橈骨の骨密度

			現在の運動習慣		過去の運動習慣		
			n	Mean ± SE	n	Mean ± SE	
20歳代	順調	なし	106	0.663 ± 0.005	なし	59	0.670 ± 0.006
		あり	27	0.669 ± 0.009	あり	74	0.660 ± 0.005
	不順	なし	17	0.631 ± 0.011	なし	10	0.646 ± 0.015
		あり	7	0.673 ± 0.017 *	あり	14	0.640 ± 0.013
30歳代	順調	なし	340	0.661 ± 0.003	なし	247	0.657 ± 0.003
		あり	148	0.663 ± 0.004	あり	238	0.666 ± 0.003 *
	不順	なし	21	0.657 ± 0.009	なし	18	0.675 ± 0.010
		あり	15	0.673 ± 0.011	あり	18	0.652 ± 0.010
40歳代	順調	なし	471	0.638 ± 0.002	なし	551	0.640 ± 0.002
		あり	329	0.646 ± 0.003 **	あり	242	0.644 ± 0.003
	不順	なし	37	0.636 ± 0.009	なし	52	0.631 ± 0.007
		あり	32	0.637 ± 0.009	あり	12	0.670 ± 0.015 *
	閉経後	なし	117	0.611 ± 0.006	なし	137	0.612 ± 0.005
		あり	58	0.624 ± 0.008	あり	35	0.627 ± 0.010
50歳代	順調	なし	89	0.622 ± 0.006	なし	119	0.626 ± 0.005
		あり	58	0.630 ± 0.007	あり	30	0.618 ± 0.010
	不順	なし	31	0.613 ± 0.008	なし	37	0.606 ± 0.007
		あり	22	0.613 ± 0.009	あり	15	0.631 ± 0.011 *
閉経後	なし	691	0.566 ± 0.003	なし	948	0.567 ± 0.002	
	あり	521	0.569 ± 0.003	あり	255	0.567 ± 0.004	
60歳代	閉経後	なし	587	0.489 ± 0.003	なし	844	0.488 ± 0.002
		あり	439	0.489 ± 0.003	あり	164	0.495 ± 0.006
70歳代	閉経後	なし	140	0.448 ± 0.006	なし	211	0.445 ± 0.005
		あり	117	0.444 ± 0.007	あり	42	0.446 ± 0.011

\*p<0.1,\*\*p<0.05,\*\*\*p<0.01

調整項目:年齢、身長、体重

調整平均±標準誤差(ΣGS/D, mmAl)

表 8 現在及び過去の運動習慣と第二中手骨の骨密度

			現在の運動習慣			過去の運動習慣		
			n	Mean	± SE	n	Mean	± SE
20~29歳	順調	なし	264	2.71	± 0.01	なし	91	2.72 ± 0.02
		あり	59	2.71	± 0.03	あり	107	2.75 ± 0.02
30~39歳	順調	なし	913	2.74	± 0.01	なし	346	2.74 ± 0.01
		あり	340	2.75	± 0.01	あり	383	2.76 ± 0.01
40~49歳	閉経前	なし	517	2.75	± 0.01	なし	131	2.72 ± 0.02 **
		あり	456	2.77	± 0.01	あり	59	2.80 ± 0.03
	閉経後	なし	63	2.63	± 0.03	なし	20	2.69 ± 0.04
		あり	72	2.61	± 0.03	あり	8	2.79 ± 0.06
50~59歳	閉経前	なし	150	2.66	± 0.02	なし	42	2.68 ± 0.04
		あり	115	2.70	± 0.02	あり	15	2.74 ± 0.07
	閉経後	なし	541	2.45	± 0.01	なし	144	2.44 ± 0.02 **
		あり	680	2.46	± 0.01	あり	52	2.54 ± 0.04
60~69歳	閉経後	なし	447	2.26	± 0.01	なし	80	2.22 ± 0.03
		あり	652	2.24	± 0.01	あり	12	2.14 ± 0.07

\*p<0.1,\*\*p<0.05,\*\*\*p<0.01

調整項目：年齢、身長、体重

調整平均±標準誤差

表 9 現在及び過去の運動習慣と踵骨の骨密度

			現在の運動習慣			過去の運動習慣			
			n	Mean	± SE	n	Mean	± SE	
10歳代	順調	なし	94	88.3	± 1.2	なし	57	88.5 ± 1.7	
		あり	18	96.0	± 2.8 **	あり	57	92.9 ± 1.7 **	
	不順	なし	16	92.6	± 4.8	なし	10	82.1 ± 5.2	
		あり	9	85.0	± 7.2	あり	15	95.1 ± 4.1 *	
20歳代	順調	なし	659	87.0	± 0.5	なし	324	85.9 ± 0.7	
		あり	174	91.7	± 0.9 ***	あり	500	89.4 ± 0.5 ***	
	不順	なし	160	87.3	± 1.0	なし	60	88.0 ± 1.6	
		あり	29	88.2	± 2.3	あり	124	86.7 ± 1.1	
	なし(授乳中)	なし	24	85.3	± 2.4	なし	9	84.2 ± 4.0	
		あり	2	80.3	± 8.5	あり	17	85.3 ± 2.9	
	なし(妊娠中)	なし	26	84.4	± 2.1	なし	8	95.0 ± 3.0	
		あり	1	70.7	± 11.6	あり	18	79.7 ± 1.9 ***	
30歳代	順調	なし	1632	84.3	± 0.3	なし	880	83.9 ± 0.4	
		あり	614	87.9	± 0.5 ***	あり	1245	86.0 ± 0.3 ***	
	不順	なし	283	85.0	± 0.7	なし	133	84.0 ± 1.0	
		あり	72	85.1	± 1.4	あり	206	85.8 ± 0.8	
	なし(授乳中)	なし	47	82.7	± 1.5	なし	14	80.6 ± 3.2	
		あり	4	87.2	± 5.3	あり	34	84.4 ± 1.9	
	なし(妊娠中)	なし	26	83.6	± 2.1	なし	9	85.5 ± 3.6	
		あり	3	79.0	± 6.4	あり	19	82.7 ± 2.4	
40歳代	順調	なし	1307	81.4	± 0.3	なし	1231	81.0 ± 0.3	
		あり	714	84.1	± 0.4 ***	あり	738	84.4 ± 0.4 ***	
	不順	なし	242	79.0	± 0.7	なし	246	78.9 ± 0.7	
		あり	121	82.3	± 1.0 ***	あり	114	82.0 ± 1.0 **	
	閉経後	なし	214	78.3	± 0.8	なし	216	77.6 ± 0.8	
		あり	121	80.1	± 1.0	あり	101	80.9 ± 1.1 **	
	50歳代	順調	なし	180	79.5	± 0.7	なし	177	79.5 ± 0.7
			あり	109	80.3	± 1.0	あり	81	81.5 ± 1.1
不順		なし	145	78.9	± 0.9	なし	151	78.7 ± 0.9	
		あり	80	79.2	± 1.2	あり	63	79.8 ± 1.4	
閉経後	なし	2264	71.2	± 0.2	なし	2633	71.4 ± 0.2		
	あり	1417	72.7	± 0.3 ***	あり	987	72.5 ± 0.3 ***		
60歳代	閉経後	なし	1852	64.5	± 0.2	なし	2352	64.8 ± 0.2	
		あり	1273	66.0	± 0.2 ***	あり	650	65.9 ± 0.4 ***	
70歳代	閉経後	なし	425	59.4	± 0.4	なし	501	59.6 ± 0.4	
		あり	241	60.4	± 0.5	あり	150	60.3 ± 0.7	
80歳代	閉経後	なし	47	55.3	± 1.4	なし	58	54.7 ± 1.2	
		あり	33	53.2	± 1.7	あり	15	57.4 ± 2.4	

\*p<0.1,\*\*p<0.05,\*\*\*p<0.01

調整項目：年齢、身長、体重

調整平均±標準誤差(ΣGS/D, mmAl)

## 考 察

今回、研究の対象としたDXA法による橈骨骨量、CXD法による第二中手骨骨量、QUS法による踵骨骨量は、機器が比較的小型で安価である、測定時間が短い、QUS法はX線被爆がないという理由のために、地域における骨粗鬆症健診において多く利用されている測定法である。しかしながら研究的には、精度が高く、骨折の多発部位である腰椎や大腿骨頸部が多く取り上げられており、今回用いた橈骨、第二中手骨、踵骨の骨量とライフスタイルの関係については、あまり研究されていない。一方で、今回取り上げた3測定法はそれぞれ測定原理が異なり、橈骨遠位1/3部と第二中手骨は皮質骨が多い部位、踵骨は代謝回転の速い海綿骨が有意な部位であるという違いがあり、それぞれの骨量とライフスタイルの関係が異なる可能性がある。

年齢、生理の状態と骨量の間をみるといずれの部位でも加齢とともに骨量は減少し、また、生理不順や閉経により骨量が低くなった。加齢による推移は日本骨代謝学会が示している骨量の推移(8)や我々が以前検討した健康な日本人における骨量の推移(1)と一致するものであった。また、生理不順や閉経による骨量の低下もすでに腰椎で検討されている傾向と同じであり、測定原理、測定部位による違いは見られなかった。踵骨で見ると、妊娠や授乳による生理の停止時においても骨量は低い傾向がみられた。妊娠・授乳中、あるいはその直後の骨代謝の変動については、すでに報告(9-11)がされているが、本研究の結果はそれらと一致するものであった。

現在の牛乳・乳製品摂取頻度と骨量の間は、牛乳摂取の20歳代順調の第二中手骨となし(授乳中)の踵骨、乳製品摂取の70歳代閉経後の橈骨を除けば、有意差が認められたところではいずれも牛乳や乳製品の摂取頻度の高い者で骨量が高かった。有意差が認められたのは、30歳代順調の各部位、40歳代閉経前の橈骨、第二中手骨、50歳代閉経前で第二中手骨、閉経後で踵骨、60歳代閉経後の踵骨、70歳代閉経後で橈骨と踵骨であった。30歳代の若年で比較的生理の状態の安定していると考えられる対象では、各部位とも牛乳や乳製品摂取の影響が明確にみられた。代謝回転の遅い第二中手骨、橈骨では40歳代や50歳代の閉経前まで牛乳や乳製品摂取の効果がみられているが、閉経後の高齢期にあっては代謝回転の比較的速い踵骨での効果が大きく見られた。カルシウム摂取の影響は、年代や骨の部位により多少、差があることが推測される。一方で、本研究では一部の対象で牛乳・乳製品摂取頻度の高い者で骨量が低いという結果になった。そのうち、20歳代なし(授乳中)の踵骨においては、授乳中の者が少なく、今の段階で明確な結論を導くのは難しい。20歳代順調の第二中手骨、70歳代閉経後の橈骨で、牛乳・乳製品の摂取頻度が高い者で骨量が低くなった原因は不明である。しかし、本研究では、以下に示す限界があり、また現時点はまだ解析できていない部分があるので、さらに検討を加えることで、年代や部位による差が明確になると考える。すなわち、牛乳・乳製品はカルシウムを多く含み、手軽にカルシウム補給ができる食品であるが、年代によりカルシウム給源となる食品の摂取パターンに違いがあることが予測され、牛乳や乳製品の摂取頻度のみから骨への影響を検討するには限界がある。少なくとも牛乳と乳製品を別個に検討するのではなく、両者を組み合わせた頻度による

検討も必要と考える。また、牛乳や乳製品の摂取に気をつけている対象では、身体活動など他のライフスタイルにも気をつけている可能性があり、両者を組み合わせた検討も必要である。また、部位による差については、本研究は同一対象について異なった部位を測定したものではないこと、測定法により対象者数が異なり統計的パワーに違いがあるという限界がある。

生理の状況の変化は骨量に大きく影響し、妊娠や授乳による生理が止まった後の回復期や閉経後の変化の激しい時期にはカルシウム摂取量の違いによる骨への影響が見えにくい可能性がある。本研究においては、生理不順や妊娠・授乳中、40歳代の閉経後、50歳代の閉経前は人数が少なく、牛乳や乳製品の摂取頻度により群分けした場合に統計的に検討するには人数が不足し十分な検討は難しい。これまでの閉経前の若年成人女性におけるカルシウム摂取と骨量との関連の研究では、両者の有効な関連を認めた報告(12, 13)や関連を認めなかった報告(14,15)があり意見の一致を見ない。閉経後ではLewisら(16)は、閉経直後では骨の破骨化が増しており、カルシウム添加の効果が緩やかであると述べている。Hoskingら(17)も閉経初期においてカルシウム摂取量の増加が必ずしも予防的には働かないことを報告している。これらのカルシウム摂取の検討については年代や評価の対象としている骨の代謝回転速度などを考慮して検討する必要があると考えられる。一方で、本研究は断面研究であるので高齢者で牛乳や乳製品の摂取頻度の多い者は若年期から長期にわたって牛乳や乳製品の摂取頻度が多く、長期にわたる高いカルシウム摂取が高齢期の骨量に影響している可能性もある。

過去の牛乳摂取の影響は、現在の牛乳摂取の影響に比べると明確ではなかった。質問をしている過去の時期が小・中学生時代であり、本研究の対象者ではその時期からかなり年数がたっているため、その他のライフスタイルの影響が大きくでていると考えられる。

現在の定期的な運動の実施の影響は、橈骨や第二中手骨に比べ、踵骨で顕著であった。本研究では種目別の検討を行っていないが、多くの運動種目は脚への荷重負荷があるが、手への負荷は運動種目によってかなり差があるためと考えられる。閉経前若年成人女性の骨量に対して、weight-bearing exerciseの効果やスポーツ以外の身体活動については多くの報告(18-21)されており、この年代で荷重負荷の影響の大きい下半身の部位では運動の効果はほぼ明らかなものといえよう。閉経前後での運動の効果については、閉経前後のどちらでも効果がみられているとするレビュー(22)がある一方で、高い強度の運動で閉経前でのみ骨密度の増加がみられたとする研究(23)や閉経後期において、日常の活動量を多くするあるいは運動の実施により、高い骨密度が維持できる(24, 25)という研究がある。しかし本研究においては、運動種目を区分しなくても踵骨においては閉経前、閉経後でも運動を実施することで骨量を高く維持できることが示された。

過去の定期的な運動の実施の影響では、踵骨だけでなく第二中手骨や橈骨においても過去に運動を実施していた者で骨量が高かった。過去の運動実施の効果は骨部位、年代、生理の状態による差があまりなく、どの部位、年代、生理の状態においても運動実施者において骨量が高かった。このことは成長期における運動の実施が生涯を通じて高い骨量の維持に貢献しているか、あるいは成長期に運動を実施している対象は活動的なライフスタイルが身につけており長期にわたって活動量の多い生活を

おくっており、そのために骨量が高く維持できると考えられる。

本研究は、全国各地の市町村からデータを収集しており、断面的な研究という限界はあるものの、日本人におけるライフスタイルと骨量の関係を代表的に示しているデータベースを使用しているといえる。その結果、牛乳・乳製品の摂取頻度の影響は、30歳代での骨の各部位、40歳代閉経前の橈骨、第二中手骨、50歳代閉経前の第二中手骨、50歳代閉経後以降の踵骨で顕著であった。牛乳・乳製品摂取の効果は生理の状態の安定した30歳代や閉経前における橈骨、第二中手骨、閉経後では代謝回転の速い踵骨で顕著であると推測された。しかし、カルシウム給源となる食品の摂取頻度の組み合わせや身体活動量との組み合わせにより、さらに検討を加える必要があると考えられた。運動の影響は、踵骨で橈骨や第二中手骨に比べて顕著であり、運動実施者で骨量が高い傾向にあった。牛乳・乳製品の摂取や運動の影響は年代や生理の状態、測定している骨により異なると考えられた。これらの結果は、骨粗鬆症健診後の生活指導において有益なものと考えられる。

## 引用文献

- 1) Ishikawa K. and Ohta T., Radial and metacarpal bone mineral density and calcaneal quantitative ultrasound bone mass in normal Japanese women, *Calcif. Tissue. Int.*, 1999, 65: 112-116.
- 2) Lau M.C., Cooper C., The epidemiology of osteoporosis: the oriental perspective in a world context, *Clin., Orthop.*, 1996, 323: 65-74.
- 3) Kin K., Kushida K., Yamazaki K., Okamoto S., Inoue T., Bone Mineral density of the spine in normal Japanese subjects using dual-energy X-ray absorptiometry: effect of obesity and menopausal status, *Calcif. Tissue. Int.*, 1991, 49: 101-106.
- 4) Mautalen C., Vega E., Gonzalez D., Carrilero P., Otano A., Siberman F., Ultrasound and dual X-ray absorptiometry densitometry in women with hip fracture, *Calcif. Tissue. Int.*, 1995, 57: 165-168.
- 5) Moris M., Pereta A., Tjeka R., Negaban N., Wouters M., Bergmann P., Quantitative ultrasound bone measurements: normal values and comparison with bone mineral density by dual X-ray absorptiometry, *Calcif. Tissue. Int.*, 1995, 57: 6-10.
- 6) Inoue T., Kushida K., Miyamoto S., Sumi Y., Quantitative assessment of bone density on X-ray picture, *J. Jpn. Orthop. Ass.*, 1983, 57: 1923-1936.
- 7) Lunar Corporation, Ultrasound densitometry: a new consensus, *Lunar News*, 1994, 6:10-11.
- 8) 折茂肇（東京都老人医療センター），林泰史，福永仁夫，曾根照喜，藤原佐枝子，白木正孝，串田一博，宮本繁仁，宗圓聰，西村純二，大橋靖雄，細井孝之，五来逸雄，田中弘之，猪飼哲夫，岸本英彰．原発性骨粗鬆症の診断基準．*日本骨代謝学会雑誌* 2000, 18: 76-82.
- 9) Yamaga A., Taga M., Minaguchi H., Sato K., Changes in bone mass as determined by ultrasound and biochemical makers of bone turnover during pregnancy and puerperium: a longitudinal study,

J. Clin. Endocrinol. Metab., 1996, 81: 752-756.

- 10) Sowers M.F., Corton G., Shapiro B., Jannausch M.L., Crutchfield M., Smith M.L., Randolph J.F., Changes in bone density with lactation, JAMA, 1993, 269: 3130-3135.
- 11) Krebs N.F., Reidinger C.J., Robertson A.D., Bremner N., Bone mineral density changes during lactation: maternal, dietary, and biochemical correlates, Am. J. Clin. Nutr., 1997, 65: 1738-1746.
- 12) Baran D., Sorensen A., Grimes J., Lew R., Karellas A., Johnson B., Roche J., Dietary modification with dairy products for preventing vertebral bone loss in premenopausal women: a three-year prospective study, J. Clin. Endocrinol. Metab., 1989, 70: 264-270.
- 13) Ramsdale S.J., Basse E.J., Changes in bone mineral density associated with dietary-induced loss of body mass in young women, Clinical Science, 1994, 87: 343-348.
- 14) Valimaki M.J., Karkkainen M., Lamberg-Allardt C., Laitinen K., Alhava E., Heikkinen J., Impivaara O., Makela P., Palmgren J., Seppanen R., Exercise, smoking, and calcium intake during adolescence and early adulthood as determinants of peak bone mass, BMJ, 1994, 309: 230-235.
- 15) Mazess R.B., Barden H.S., Bone density in premenopausal women: effects of age, dietary intake, physical activity, smoking, and birth-control pills, Am. J. Clin. Nutr., 1991, 53: 132-142.
- 16) Lewis R.D., Modlesky C.M., Nutrition, physical activity, and bone health in women, Int. J. Sport. Nutr., 1998, 8: 250-284.
- 17) Hosking D.J., Ross P.D., Thompson D.e., Wasnich R.d., McClung M., Bjarnason N.H., Rawn P., Cizza G., Daley M., Yates A.J., Evidence that increased calcium intake does not prevent early postmenopausal bone loss, Clin. Ther., 1998, 20: 933-944.
- 18) Alekel L., Clasey J.L., Fehling P.C., Weigel R.M., Boileau R.A., Erdman J.W., Stillman R., Contributions of exercise, body composition, and age to bone mineral density in premenopausal women, Med. Sci. Sports Exerc., 1995, 27: 1477-1485.
- 19) Reid I.R., Legge M., Stapleton J.P., Evans M.C., Grey A.B., Regular exercise dissociates fat mass and bone density in premenopausal women, J. Clin. Endocrinol. Metab., 1995, 80: 1764-1768.
- 20) Jones P.R., Hardman A.E., Hudson A., Norgan N.G., Influence of brisk walking on the broadband ultrasonic attenuation of the calcaneus in previously sedentary women aged 30-61 years, Calcif. Tissue Int., 1991, 49: 112-115.
- 21) Hoshino H., Kushida K., Yamazaki K., Takahashi M., Ogihara K., Toyoyama O., Doi S., Tamai H., Inoue T., Effect of physical activity as a caddie on ultrasound measurements of the os calcis: a cross-sectional comparison, J. Bone Miner. Res., 1996, 11: 412-418.
- 22) Wolff I., van Croonenborg J.J., Kemper C.G., Kostense P.J., Tqjak J.W.R., The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women, Osteoporos. Int., 1999, 9: 1-12.

- 23) Bassey E.J., Rothwell M.C., Littlewood J.J., Pye D.W., Pre- and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high impact exercise, *J. Bone Miner. Res.*, 1998, 13: 1805-1813.
- 24) Nelson M.E., Fisher E.C., Dilmanian F.A., Dallal G.E., Evans W.J., A 1-yr walking program and increased dietary calcium in postmenopausal women: effects on bone, *Am. J. Clin. Nutr.*, 1991, 53: 1304-1311.
- 25) Uusi-Rasi K., Sievanen H., Vuori I., Pasanen M., Heinonen A., Oja P., Association of physical activity and calcium intake with bone mass and size in healthy women at different ages, *J. Bone Miner. Res.*, 1998, 13: 133-142.