

全国データによる末梢骨骨量と牛乳・乳製品の 摂取、運動の実施の関係の縦断的研究

独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進研究部 高 田 和 子

国立療養所中部病院 太 田 壽 城

鎌倉女子大学短期大学部 矢 作 京 子

要 約

【目的】末梢骨での簡便な方法を用いた骨量測定による閉経後の骨量の変化と閉経後の時期による牛乳摂取や運動の影響の違いを検討する。

【方法】対象者は、昨年度使用した全国11都道県48町村において骨粗鬆症検診を受診した者から収集したデータベースのうち、1年後に骨量の測定と生活習慣等の問診が行えた者である。解析の対象とした測定方法は非利き手第二中手骨をComputed X-ray Densitometryで測定した群（CXD法）およびDigital Image Processingで測定した群（DIP法）と、踵骨を超音波法で測定した群（QUS法）である。対象者数はCXD群で4地域の304名、DIP群で2地域の945名、QUS群で10地域の471名であった。これらの対象について、骨量の測定と生活習慣の調査を1年後に実施し、閉経後年数別に見た骨量の変化と、閉経後の年数別に牛乳や乳製品の摂取、運動実施による骨量の変化を検討した。

【結果】第二中手骨のCXD群と踵骨のQUS群では、これまでの研究でDXA法による腰椎の測定で見られた閉経後の変化と同様の変化を示した。しかし、DIP群では閉経後の対象の人数が少なく、検討できなかった。毎日の牛乳摂取により、閉経前では骨量を増加させ、閉経後6年以上の者では骨量の減少を抑制することが示された。運動の効果については、運動の実施のみでなく、牛乳の摂取との組み合わせにより、運動の効果が明確になる可能性が示された。しかし、閉経後0-5年では、生活習慣との関連が明らかでなく、閉経の有無や閉経後の年数により生活習慣の影響が異なる可能性が示唆された。このことは、今後、介入研究等を行う際に閉経後の年数や骨代謝の状態を考慮する必要があること、骨粗鬆症予防のための効果的な生活指導は閉経の有無や閉経後の時期により異なる可能性があることを示している。

キーワード：末梢骨、骨量、牛乳、運動

緒 言

女性では、閉経後に骨量が大きく減少することが知られている¹⁾⁻³⁾。IKI⁴⁾ら、OKANO⁵⁾らは、腰椎骨量をDXA法で測定し、閉経後5年での骨量の減少率は年間2%であり、閉経10年以上よりも減少率が大きいことを示している。日本における骨粗鬆症の一次スクリーニングでは、超音波

(Quantitative Ultrasound:QUS法)による踵骨の測定やComputed X-ray densitometry (CXD法) およびDigital Image Processing (DIP法) による第二中手骨の測定が多く行われている。これらの測定方法は、DXA法に比べて精度が劣ること、また末端骨での骨量の変化が腰椎での変化とは異なることが指摘されている。そのため、これらの測定による骨量の閉経後の変化がDXA法により測定された腰椎での骨量の変化と同様の推移をたどるかどうかは不明である。そこで本研究では、第一の目的として、第二中手骨や踵骨の閉経後の骨量変化がどの程度観察されるかを検討した。

また、我々はこれまでに1地域での中高年女性について、運動習慣や牛乳の摂取と骨量の変化の関係を断面的および縦断的に検討した。また、この傾向が他の地域でも同様に見られるかどうかを検討するために、全国11都道府県48市町村での骨粗鬆症検診の結果をもとに断面的な検討を加えた。それらの検討においては、運動習慣や栄養の影響が閉経後の時期により異なる可能性を指摘した⁶⁾。Martin⁷⁾らは、腰椎では運動の効果が閉経後6年以内では見られなかったが、閉経後6年以上経た者では骨量減少を抑制したことを報告している。また、Lewis⁸⁾らのレビューではカルシウムやビタミンDのサプリメント投与が閉経後6年以上では少ない投与量で骨量減少を抑制したと報告している。これらの報告は、運動や栄養の影響が閉経後年数により異なる可能性を支持するものである。そこで本研究では第二の目的として、昨年度使用した複数の地域での骨粗鬆症検診受診者のデータについて1年後の測定が実施できた者を対象にして、閉経後年数による運動や栄養の影響の違いを縦断的に検討した。

研究方法

1. 対象者

対象者は、昨年度使用した全国11都道府県48町村において骨粗鬆症検診を受診した者から収集したデータベースのうち、1年後に骨量の測定と生活習慣等の問診が行えた者である。これらのうち、骨代謝に影響を及ぼすとされる疾患を有する者（甲状腺疾患、子宮適出または卵巣摘出手術による閉経者）、タバコ、アルコール、コーヒーを習慣的に多量に飲用している者およびカルシウム剤を定期的に飲用している者を除外した。そのため、最終的な解析対象者は、CXD群で4地域の304名、DIP群で2地域の945名、QUS群で10地域の471名であった。本研究は、独立行政法人国立健康・栄養研究所の倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 骨量測定方法

今回、解析の対象とした測定方法は3種である。1つは非利き手第二中手骨をBonalyzer（帝人東京）を用いて、Computed X-ray Densitometry (CXD法) で求めた。第二中手骨の前後をX線撮影し、アルミニウムステップウエッジの陰影濃度と比較することにより求めた $\Sigma GS/D$ を骨量の指標とした。測定機器の校正は測定回毎に実施され、同一測定機器においての測定値の変動係数は、0.7%以内であった。

2つめは非利き手第二中手骨をDIP-1000（浜松フォトニクス静岡）を用いて、Digital Image

Processing (DIP法) で求めた。骨量の指標には第二中手骨をアルミニウムステップウエッジとともに撮影した画像から読み取ったΣGS/Dを使用した。測定は、初回と1年後の測定には同一機器が使用され、毎回校正を行い、変動係数は0.5%以内であった。この方法により骨量測定を行った者をDIP群とした。

3つめとして踵骨をA-1000 (Lunar,WI,USA) を用いて、超音波法 (QUS法) で測定した。A-1000は、超音波の伝播速度 (Speed of sound:SOS) と減衰率 (broadband ultrasound attenuation:BUA) を測定しているが、今回はその2つの指標から計算されたStiffness ($=0.67 \times \text{BUA} + 0.28 \times \text{SOS} - 420$) を骨量の指標として使用した。測定機器の校正は測定毎に実施され、同一機器における変動係数は2%以内であった。この方法により骨量測定を行った者をQUS群とした。

3. その他の調査項目

1) 身体計測

身長および体重の測定を初回および1年後の骨量測定時に行った。

2) 健康状態および生活習慣に関するアンケート調査

初回および1年後に自記式によるアンケート調査を以下に示す項目について実施し、保健婦が面接により内容の確認を行った。

身体状況：年齢，既往歴，閉経状態，初経年齢，閉経年齢

日常生活状況：現在および過去の運動習慣，運動の種類，喫煙，飲酒，睡眠時間

食生活習慣：牛乳・乳製品の摂取頻度および嗜好飲料の週当たり摂取頻度，カルシウム剤・ビタミン剤の摂取状況

4. 解析方法

身長、体重、骨量の初回と1年後の変化の比較には対応のあるt検定を用いた。身体計測値が骨量の変化に影響を与えているかを検討するために、身長、体重およびそれらの変化量と骨量の変化率についてPearsonの相関係数を求めた。運動習慣および牛乳摂取の習慣による群間の比較は、骨量の変化率を用いて比較し、群間の比較の検定には一元配置の分散分析 (ANOVA) を用いた。有意差の検定は5%水準を有意とした。すべての統計処理にはSPSS release10.0 Jを用いた。

研究結果

1. 身体特性

表1～3にそれぞれの測定法毎に対象者の年齢、身長、体重、骨量の初回と1年後の値を示した。CXD群では、身長はどの年代でも変化しなかったが、体重は30歳代、50歳代の閉経後で有意に増加した。また、骨量は40歳代と50歳代の閉経後で有意に減少した。DIP群では、身長はわずかであるが20歳代で有意に増加し、体重は30歳代と40歳代の閉経前で有意に増加した。骨量はすべての年代で有意に減少した。QUS群では身長は50歳代全体では、わずかながら有意な減少を示した。体重は40歳代の

表1 身体特性と骨量の変化 (CXD群)

		Age (yrs)		Height (cm)		ΔHeight (cm)		p	Weight (kg)		ΔWeight (kg)		p	骨量 (mmAl)				
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post		Pre	Post	Pre	Post		変化量	p	変化率(%)		
20歳代	11	25.5 ± 3.3	160.5 ± 6.9	160.4 ± 7.2	-0.01 ± 0.51	ns	55.2 ± 7.6	55.7 ± 8.1	0.50 ± 2.47	ns	2.67 ± 0.19	2.68 ± 0.18	0.54 ± 2.61	ns	0.54 ± 2.62			
30歳代	46	34.6 ± 2.4	159.7 ± 5.0	159.7 ± 5.0	-0.04 ± 0.50	ns	51.5 ± 6.9	52.3 ± 7.1	0.82 ± 1.19	<0.01	2.65 ± 0.20	2.65 ± 0.23	0.00 ± 4.24	ns	0.00 ± 4.24			
40歳代	89	45.6 ± 2.4	155.0 ± 5.3	154.9 ± 5.4	-0.03 ± 0.90	ns	54.1 ± 6.6	54.2 ± 6.5	0.13 ± 1.61	ns	2.76 ± 0.21	2.73 ± 0.20	-0.91 ± 2.87	<0.01	-0.91 ± 2.87			
	閉経前 (76)	45.2 ± 2.3	155.0 ± 5.2	155.0 ± 5.4	-0.06 ± 0.92	ns	54.1 ± 6.8	54.1 ± 6.7	0.09 ± 1.65	ns	2.75 ± 0.20	2.73 ± 0.20	-0.74 ± 2.84	<0.05	-0.73 ± 2.84			
	閉経後 (13)	47.8 ± 1.5	154.5 ± 5.5	154.7 ± 5.8	0.15 ± 0.74	ns	54.0 ± 6.1	54.4 ± 5.6	0.39 ± 1.40	ns	2.78 ± 0.26	2.72 ± 0.23	-1.93 ± 2.97	<0.05	-1.92 ± 2.97			
50歳代	118	54.1 ± 2.8	153.8 ± 4.6	153.7 ± 4.6	-0.02 ± 1.22	ns	53.1 ± 7.2	53.5 ± 7.0	0.36 ± 1.57	<0.05	2.50 ± 0.28	2.43 ± 0.27	-2.53 ± 3.90	<0.01	-2.53 ± 3.90			
	閉経前 (9)	51.2 ± 1.9	154.1 ± 2.3	152.9 ± 2.7	-1.19 ± 3.39	ns	56.5 ± 8.8	56.6 ± 9.1	0.10 ± 1.62	ns	2.73 ± 0.13	2.72 ± 0.11	-0.26 ± 3.05	ns	-0.26 ± 3.05			
	閉経後 (109)	54.3 ± 2.7	153.7 ± 4.7	153.8 ± 4.7	0.07 ± 0.79	ns	52.9 ± 7.0	53.2 ± 6.8	0.39 ± 1.57	<0.05	2.48 ± 0.28	2.41 ± 0.26	-2.72 ± 3.92	<0.01	-2.72 ± 3.92			
60歳代	40	62.3 ± 1.9	150.8 ± 5.2	150.7 ± 5.1	0.58 ± 4.56	ns	52.0 ± 7.3	51.8 ± 7.7	-0.14 ± 1.73	ns	2.25 ± 0.22	2.24 ± 0.23	-0.58 ± 3.52	ns	-0.37 ± 3.46			
閉経前	142	40.6 ± 7.3	156.9 ± 5.7	156.8 ± 5.8	-0.13 ± 1.13	ns	53.5 ± 7.1	53.8 ± 7.1	0.36 ± 1.61	<0.01	2.71 ± 0.20	2.70 ± 0.20	-0.37 ± 3.35	ns	-0.37 ± 3.35			
閉経後0-5年	76	52.2 ± 2.6	153.9 ± 4.9	153.9 ± 4.9	0.02 ± 0.84	ns	53.0 ± 6.8	53.4 ± 6.6	0.41 ± 1.68	<0.05	2.61 ± 0.28	2.52 ± 0.27	-3.37 ± 4.01	<0.01	-3.37 ± 4.01			
閉経後6年以上	86	58.9 ± 4.0	152.3 ± 5.1	152.4 ± 5.2	0.07 ± 0.73	ns	52.5 ± 7.2	52.6 ± 7.2	0.13 ± 1.56	ns	2.30 ± 0.23	2.28 ± 0.23	-0.93 ± 3.33	<0.01	-0.93 ± 3.33			

表2 身体特性と骨量の変化 (DIP群)

	Age(yrs)	Height(cm)				p	Weight(kg)				p	骨量(mmAl)					
		前	後	前後差			前	後	前後差			前	後	差	p	%	
20歳代	68	26.1±2.5	157.7±5.4	157.9±5.4	0.19	<0.01	51.6±6.9	51.7±6.7	0.06	ns		2.87±0.24	2.77±0.22	-0.09±0.16	<0.01	-3.1±5.2	
30歳代	337	35.4±2.7	156.3±4.8	156.3±4.8	0.002	ns	52.3±7.0	52.6±7.0	0.23	<0.05		2.97±0.24	2.83±0.21	-0.14±0.17	<0.01	-5.3±5.6	
40歳代	閉経前	479	43.9±2.5	155.0±4.9	155.0±4.8	-0.025	ns	53.7±6.7	53.9±6.6	0.25	<0.01		2.95±0.25	2.81±0.22	-0.14±0.17	<0.01	-5.1±5.9
	閉経後	61	46.5±1.9	153.9±5.8	154.0±5.7	0.09	ns	54.2±6.8	54.3±6.9	0.13	ns		2.88±0.23	2.73±0.24	-0.15±0.19	<0.01	-5.6±6.2

表3 身体特性と骨量の変化 (QSU群)

		Age(yrs)	Height(cm)				Weight(kg)				骨量					
			前	後	前後差	p	前	後	前後差	p	前	後	前後差	%	p	
20歳代		84	26.7±2.3	157.4±4.7	157.5±5.0	0.1±0.7	ns	51.9±9.0	52.3±9.3	0.4±2.7	ns	86.1±13.7	85.5±12.9	-0.5±6.5	-0.3±7.3	ns
30歳代		299	34.1±2.7	157.0±5.5	157.0±5.5	-0.1±0.9	ns	52.0±7.0	52.0±7.3	0.1±1.9	ns	82.7±11.9	82.9±12.5	0.3±5.2	0.4±6.1	ns
	閉経前	291	34.1±2.7	157.0±5.4	157.0±5.4	0.01±0.9	ns	52.0±7.1	52.1±7.1	0.1±1.9	ns	82.7±11.6	83.0±12.5	0.3±5.2	0.4±6.1	ns
40歳代	閉経後	4	32.0±2.2	159.2±4.0	159.2±4.0	0±0.9	ns	49.4±1.6	48.9±4.7	-0.5±4.2	ns	72.5±11.3	72.0±11.3	-0.5±5.7	-0.5±7.9	ns
		13	44.8±3.6	152.7±4.4	152.7±4.4	0.6±5.5	ns	52.4±6.7	55.3±4.7	2.9±5.6	ns	80.3±7.4	79.4±9.2	-0.9±4.3	-1.3±5.3	ns
	閉経前	11	44.2±3.6	152.8±3.7	152.1±5.6	-0.7±3.3	ns	53.6±5.3	55.4±5.1	1.8±2.0	<0.05	80.5±8.1	79.6±10.0	-0.8±4.6	-1.1±5.7	ns
	閉経後	2	48.0±1.4	152.0±9.9	160.0±1.4	8.0±11.3	ns	46.0±12.7	55.0±2.8	9.0±15.6	ns	79.5±0.7	79.4±9.2	-1.5±0.7	-1.3±5.3	ns
50歳代		145	55.2±2.6	151.5±4.3	151.5±4.3	-0.2±1.1	<0.05	54.1±7.6	54.1±7.6	0±1.9	ns	73.1±10.0	70.7±10.7	-2.37±7.5	-2.9±11.5	<0.01
	閉経前	7	53.7±2.0	153.3±3.4	153.1±3.6	-0.2±0.5	ns	56.2±7.3	55.3±9.3	-0.9±2.5	ns	73.6±4.8	72.4±5.4	-1.1±4.0	-1.5±5.4	ns
	閉経後0-5年	65	54.2±2.2	151.7±4.4	151.5±4.6	-0.3±1.3	ns	54.6±7.0	54.6±6.7	0.1±1.7	ns	74.4±10.1	70.9±10.9	-3.6±6.3	-4.7±7.8	<0.01
	閉経後6年以上	58	56.6±2.5	151.3±4.4	151.2±4.5	-0.1±0.8	ns	54.0±8.4	53.9±8.7	0.1±2.0	ns	71.7±10.5	69.5±10.6	-2.2±5.7	-2.8±8.1	<0.01
閉経前		391	33.2±5.2	157.0±5.2	156.9±5.3	-0.1±1.0	ns	52.1±7.5	52.3±7.8	0.2±2.1	ns	83.2±12.1	83.3±12.5	0.1±5.5	0.2±6.4	ns
閉経後0-5年		71	52.8±5.6	152.1±4.8	152.1±5.0	-0.1±2.3	<0.01	54.0±7.1	54.3±6.6	0.3±3.0	<0.01	74.5±10.0	71.1±10.8	-3.3±6.2	-4.4±7.7	<0.01
閉経後6-15年		58	56.6±2.5	151.3±4.4	151.2±4.5	-0.1±0.8	ns	54.0±8.4	53.9±8.7	0.1±2.0	ns	71.7±10.5	69.5±10.6	-2.1±5.7	-2.8±8.1	<0.01

閉経前で有意に増加した。骨量は50歳代の閉経後で有意に減少した。

また、全対象と年代別に、骨量の変化率と年齢、初回の身長および身長の変化率、初回の体重および体重の変化率との相関を検討した（表4～6）。CXD群の全体およびQUS群の全体と20歳代での年齢、CXD群の20歳代の身長では骨量の変化率との有意な相関を認めたが、それ以外では関連が認められなかったため、生活習慣と骨量の関係においては、身長、体重などによる調整は行わずに検討した。

表4 身体的特性と骨量の変化率との相関係数（CXD群）

	年齢		身長		身長の変化量		体重		体重の変化量	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
全体	-0.153	p<0.01	0.016	ns	-0.075	ns	0.009	ns	0.03	ns
20歳代	-0.082	ns	-0.681	p<0.05	0.001	ns	-0.372	ns	-0.122	ns
30歳代	0.094	ns	-0.156	ns	-0.153	ns	0.008	ns	0.168	ns
40歳代	0.036	ns	-0.017	ns	0.098	ns	0.143	ns	-0.041	ns
50歳代	0.071	ns	-0.040	ns	-0.172	ns	-0.019	ns	0.059	ns
60歳代	-0.208	ns	0.053	ns	-0.140	ns	0.013	ns	-0.029	ns

表5 身体的特性と骨量の変化率との相関係数（DIP群）

	年齢		身長		身長の変化量		体重		体重の変化量	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
全体	-0.058	ns	-0.017	ns	0.020	ns	0.025	ns	-0.011	ns
20歳代	-0.099	ns	-0.151	ns	0.013	ns	-0.156	ns	-0.139	ns
30歳代	-0.074	ns	-0.002	ns	0.039	ns	0.022	ns	-0.045	ns
40歳代										
閉経前	-0.012	ns	-0.041	ns	0.011	ns	0.046	ns	0.042	ns
閉経後	-0.085	ns	0.080	ns	0.012	ns	0.125	ns	-0.054	ns

表6 身体的特性と骨量の変化率との相関係数（QUS群）

	年齢		身長		身長の変化量		体重		体重の変化量	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
全体	-0.150	<0.01	0.710	ns	0.030	ns	-0.014	ns	-0.036	ns
20歳代	0.235	<0.05	-0.010	ns	0.064	ns	0.096	ns	0.165	ns
30歳代	-0.073	ns	-0.029	ns	0.003	ns	-0.072	ns	-0.089	ns
40歳代	-0.051	ns	-0.376	ns	-0.003	ns	-0.165	ns	-0.076	ns
50歳代	0.057	ns	0.040	ns	0.040	ns	0.057	ns	-0.094	ns

2. 閉経後年数別に見た骨量の変化

表7～8に閉経後年数別に見た1年間の骨量の変化率を示した。月経正常と月経不順の間に骨量の変化量の差がなかったため、両者を合わせて閉経前とした。1年の観察期間中に閉経を迎えた者を閉経後0年とした。1年毎の骨量の変化率にはばらつきが大きく、閉経後の骨量の変化の大きな時期を分けることが難しいが、CXD群とQUS群では骨量の変化が大きい時期として、閉経後の4または5年までに年間3%を超える骨量の減少が認められた。しかし、DIP群では閉経後の人数が少ないため、骨量の変化を検討することが困難であった。そこで、生活習慣と骨量の変化の検討においては、年代別の比較の他に全対象者を閉経前、閉経後0～5年と閉経後6年以上の3グループに分けて検討した。ただし、DIP群では閉経後の対象の数が少なかったため、閉経前と閉経後の2グループとした。これ

表7 閉経後年数別の骨量 (CXD群)

閉経後 年数	n	骨量 (mmAl)				変化率(%)	
		Pre		Post			
0	8	2.89 ± 0.27		2.76 ± 0.24		-4.23 ± 5.66	
1	11	2.59 ± 0.25		2.53 ± 0.27		-2.39 ± 4.53	
2	21	2.59 ± 0.28		2.51 ± 0.29		-3.07 ± 3.05	
3	12	2.64 ± 0.34		2.52 ± 0.27		-4.34 ± 4.74	
4	9	2.51 ± 0.27		2.43 ± 0.29		-3.18 ± 2.45	
5	15	2.55 ± 0.21		2.46 ± 0.17		-3.38 ± 4.35	
6	9	2.34 ± 0.21		2.29 ± 0.21		-2.07 ± 3.08	
7	11	2.43 ± 0.31		2.40 ± 0.27		-1.03 ± 4.69	
8	8	2.40 ± 0.23		2.35 ± 0.26		-2.43 ± 3.39	
9	8	2.34 ± 0.12		2.33 ± 0.16		-0.37 ± 3.14	
10	7	2.21 ± 0.30		2.17 ± 0.29		-1.94 ± 1.26	
11	11	2.27 ± 0.21		2.28 ± 0.22		0.74 ± 3.57	
12	6	2.20 ± 0.17		2.20 ± 0.16		-0.19 ± 1.82	
13	11	2.17 ± 0.18		2.16 ± 0.21		-0.68 ± 3.12	
14	5	2.47 ± 0.22		2.41 ± 0.22		-2.52 ± 1.09	
15	10	2.24 ± 0.21		2.24 ± 0.21		-0.09 ± 4.08	

表8 閉経後年数別の骨量 (DIP群)

閉経後 年数	n	骨量 (mmAl)				変化率(%)	
		Pre		Post			
0	9	2.99 ± 0.17		2.93 ± 0.14		-1.9 ± 4.4	
1	16	2.86 ± 0.22		2.71 ± 0.16		-5.1 ± 7.2	
2	6	2.86 ± 0.23		2.72 ± 0.31		-4.9 ± 6.9	
3	6	2.79 ± 0.27		2.58 ± 0.28		-7.4 ± 5.7	
4	8	2.95 ± 0.29		2.69 ± 0.24		-8.6 ± 5.0	
5	4	2.90 ± 0.11		2.78 ± 0.12		-4.1 ± 5.8	
6	4	2.66 ± 0.28		2.47 ± 0.44		-7.5 ± 10.7	
7	3	3.02 ± 0.12		2.96 ± 0.25		-1.9 ± 5.7	
8	2	2.84 ± 0.15		2.90 ± 0.06		2.5 ± 7.4	
9	1	3.02		2.83		-6.3	
19	2	2.72 ± 0.38		2.58 ± 0.23		-5.0 ± 4.8	

表9 閉経後年数別の骨量 (QUS群)

閉経後 年数	n	骨量		変化率(%)
		Pre	Post	
0	7	82.1 ± 12.9	79.7 ± 15.0	-3.7 ± 6.4
1	9	73.4 ± 8.9	68.8 ± 7.6	-5.9 ± 7.6
2	16	74.9 ± 9.1	69.4 ± 7.6	-6.9 ± 7.5
3	6	72.3 ± 10.9	70.7 ± 10.1	-2.1 ± 4.2
4	14	73.1 ± 9.0	69.9 ± 8.4	-4.1 ± 7.0
5	15	72.1 ± 11.2	69.9 ± 14.9	-3.6 ± 10.2
6	15	70.1 ± 7.0	69.1 ± 7.3	-1.3 ± 5.2
7	6	67.7 ± 16.9	63.2 ± 16.3	-6.8 ± 5.6
8	9	68.6 ± 3.9	69.1 ± 9.5	1.1 ± 15.2
9	6	73.5 ± 8.6	67.8 ± 9.1	-7.6 ± 7.5
10	3	85.3 ± 6.1	84.3 ± 7.0	-1.2 ± 2.5
11	3	65.7 ± 4.5	64.0 ± 5.2	-2.6 ± 3.6
12	1	67.0	67.0	0.0
13	2	66.5 ± 14.9	71.0 ± 14.1	7.1 ± 2.6
14	1	61.0	64.0	4.9
15	1	58.0	56.0	-3.5
16	1	70.0	63.0	-10.0
17	1	78.0	73.0	-6.4
18	0			
19	1	74.0	69.0	-6.8
20	2	65.5 ± 6.4	59.5 ± 2.1	-8.9 ± 5.6

らの各群における身長、体重、骨量を表1～3に示した。CXD群では、閉経前と閉経後0～5年では体重が有意に増加したが、閉経後6年以上では体重の変化は認められなかった。閉経前の骨量の変化率は-0.37%で有意な変化はしなかったが、閉経後0～5年では-3.37%と有意な減少を示した。閉経後6年以上では-0.93%と減少は小さかったが、有意な変化であった。DIP群では、閉経前後とも身長の変化はなかったが、体重は閉経前で有意に減少した。骨量は閉経前後とも-0.05%の有意な減少であったが、グループによる差がなかった。QUS群では閉経後0～5年のみが身長の有意な低下と体重の有意増加を示した。骨量は閉経前では0.2%とほとんど変わらないが、閉経後0～5年では-4.4%、閉経後6年以上では-2.8%のいずれも有意な減少を示した。

3. 牛乳摂取と骨量の変化率

年代別および閉経後の年数別に牛乳摂取と骨量の変化率の関係を検討した(表10～12)。牛乳摂取は週に6回以上摂取している者を「あり」、5回以下の摂取を「なし」として、初回と1年後の牛乳摂取により、「あり→あり」、「なし→あり」、「あり→なし」、「なし→なし」の4グループに分けて検討した。

CXD群では年代別に見た場合は、対象者数が少ないが、20歳代では「あり→あり」では1年間で骨量は増加し、その変化は「なし→あり」に比べて有意に大きかった。また、60歳代でも「あり→あり」は骨量が増加しており、この変化は「なし→あり」、「なし→なし」に比べて有意に大きかった。閉経の状態別に見ると、閉経前、閉経後0～5年では牛乳摂取により骨量の変化に差は見られなかったが、閉経後6年以上では「あり→あり」と「あり→なし」では骨量が増加しており、この変化は「なし→

表10 牛乳摂取と骨量の変化率 (CXD群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	Posthoc
20歳代	n	5	3	0	3	
	mean	1.86	-2.45		1.33	あり→あり>なし→あり
	SD	2.23	0.48		2.30	
30歳代	n	26	7	2	11	
	mean	-0.28	1.15	-0.21	-0.02	ns
	SD	4.28	4.09	7.00	4.35	
40歳代	n	25	15	12	37	
	mean	-1.05	-0.74	-1.17	-0.80	ns
	SD	3.06	2.92	2.80	2.86	
閉経前	n	22	11	11	32	
	mean	-1.05	0.20	-0.77	-0.83	ns
	SD	3.18	2.27	2.57	2.91	
閉経後	n	3	4	1	5	
	mean	-1.03	-3.31	-5.46	-0.64	ns
	SD	2.44	3.24		2.80	
50歳代	n	34	30	9	45	
	mean	-3.02	-1.59	-4.11	-2.47	ns
	SD	4.51	3.05	5.56	3.48	
閉経前	n	1	2	1	5	
	mean	-0.70	-2.05	1.20	0.25	ns
	SD		1.40		3.95	
閉経後	n	33	28	8	40	
	mean	-3.09	-1.56	-4.77	-2.81	ns
	SD	4.57	3.15	5.55	3.32	
60歳代	n	9	12	7	12	
	mean	1.49	-1.51	1.07	-1.46	あり→あり>なし→あり, なし→なし
	SD	3.21	3.60	2.51	3.41	
閉経前	n	54	23	14	51	
	mean	-0.40	-0.05	-0.55	-0.42	ns
	SD	3.70	2.94	3.03	3.30	
閉経後0-5年	n	24	19	9	24	
	mean	-4.15	-2.28	-4.85	-2.89	ns
	SD	4.20	3.44	5.20	3.67	
閉経後6年以上	n	21	25	7	33	
	mean	0.38	-1.27	1.07	-1.93	あり→あり, あり→なし>なし→なし
	SD	3.72	3.09	2.51	3.06	

表11 牛乳摂取と骨量の変化率 (DIP群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	33	6	8	21	
	Mean	-3.35	-2.06	-0.56	-3.91	ns
	SD	6.78	3.37	0.72	4.95	
30歳代	n	164	29	34	110	
	Mean	-4.84	-4.02	-3.94	-4.65	ns
	SD	5.65	5.59	5.42	5.25	
40歳代閉経前	n	196	34	36	213	
	Mean	-4.31	-4.79	-4.41	-4.76	ns
	SD	5.86	4.75	5.36	5.72	
閉経後	n	27	8	3	23	
	Mean	-3.76	-3.48	-3.23	-7.20	ns
	SD	5.68	7.09	2.65	7.08	

表12 牛乳摂取と骨量の変化率 (QUS群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	35	10	12	23	
	mean	0.74	-1.42	-4.04	0.33	ns
	SD	8.59	5.15	6.79	6.07	
30歳代	n	119	45	27	101	
	mean	0.66	0.59	0.48	0.27	ns
	SD	6.18	5.56	5.04	6.49	
40歳代	n	3	3	1	5	
	mean	1.26	-0.49	-2.47	-2.71	ns
	SD	9.49	4.7		4.27	
50歳代	n	57	13	33	30	
	mean	-2.96	2.06	-4.96	-3.36	ns
	SD	8.52	29.91	7.96	6.58	
閉経前	n	158	56	37	131	
	mean	0.62	0.26	-1.33	0.18	ns
	SD	6.84	5.48	5.6	6.31	
閉経後0-5年	n	26	3	18	16	
	mean	-5.61	-9.71	-2.76	-4.73	ns
	SD	7.58	12.96	8.65	6.64	
閉経後6年以上	n	23	5	17	8	
	mean	-0.01	-4.19	-6.03	-3.68	ns
	SD	9.31	5.22	7.56	6.43	

なし」に比べて有意に大きかった。DIP群では、年代別、閉経の有無別のいずれでも牛乳摂取による骨量の変化の違いは認められなかった。QUS群では、20歳代や閉経前では、「あり→あり」で骨量が増加する傾向が見られ、また50歳代や閉経後6年以上では「あり→あり」で骨量の減少が小さい傾向にあったが、いずれも他の群の変化に比べて有意な値ではなかった。

4. 牛乳および乳製品の摂取と骨量の変化率

牛乳を毎日とる、あるいは牛乳と乳製品をあわせて毎日とる者を「牛乳または乳製品の摂取あり」として牛乳・乳製品の摂取と骨量の変化の関係を検討した。牛乳・乳製品の初回と1年後の摂取の変化により、「あり→あり」、「なし→あり」、「あり→なし」、「なし→なし」の4グループに分けて検討した。しかしながら、CXD群、DIP群、QUS群のいずれでも、牛乳・乳製品の摂取により骨量の変化の違いは見られなかった。

5. 運動の実施と骨量の変化

定期的に運動を実施している者を「運動あり」として、初回と1年後の運動実施の有無から「あり→あり」、「なし→あり」、「あり→なし」、「なし→なし」の4グループに分けて検討した。

CXD群では、各年代、閉経年数別の群で、「あり→あり」や「なし→あり」で骨量が増加したり、減少率が小さい傾向が見られたが、いずれも他のグループの変化と比べて有意なものではなかった。DIP群では、運動実施の有無とテニス、バレーボールなどの手を使用する運動のみに限定した場合の運動実施の有無の2種で比較した。40歳代の閉経前では運動全体として見ると「あり→なし」での減少が「あり→あり」より小さかったが、手を使う運動に限定すると、この傾向は見られなくなった。一方、30歳代では運動全体では運動の有無により骨量の変化に差は見られなかったが、手を使う運動

表13 牛乳または乳製品の摂取と骨量の変化率 (CXD群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	Posthoc
20歳代	n	9	2	0	0	
	mean	1.17	-2.30			ns
	SD	2.46	0.57			
30歳代	n	39	3	1	3	
	mean	-0.42	4.02	-6.51	3.60	ns
	SD	4.14	2.60		1.86	
40歳代	n	51	12	15	11	
	mean	-1.26	0.11	-0.57	-0.87	ns
	SD	3.16	2.29	2.60	2.34	
閉経前	n	43	10	15	8	
	mean	-1.10	0.45	-0.57	-0.54	ns
	SD	3.18	1.98	2.60	2.05	
閉経後	n	8	2	0	3	
	mean	-2.07	-1.62		-1.72	ns
	SD	3.11	3.88		3.36	
50歳代	n	72	20	14	12	
	mean	-2.50	-2.27	-2.86	-2.73	ns
	SD	4.06	2.51	5.27	3.35	
閉経前	n	3	1	4	1	
	mean	-0.21	-3.04	0.14	0.72	ns
	SD	1.18		4.56		
閉経後	n	69	19	10	11	
	mean	-2.60	-2.23	-4.06	-3.04	ns
	SD	4.12	2.58	5.25	3.33	
60歳代	n	23	8	5	4	
	mean	0.58	-3.18	0.13	-0.82	ns
	SD	3.64	2.21	2.77	2.84	
閉経前	n	94	16	20	12	
	mean	-0.57	0.56	-0.73	0.60	ns
	SD	3.55	2.76	3.19	2.59	
閉経後0-5年	n	47	13	5	11	
	mean	-3.31	-2.83	-5.19	-3.40	ns
	SD	4.31	2.58	7.14	2.18	
閉経後6年以上	n	53	16	10	7	
	mean	-0.51	-2.15	-1.40	-0.63	ns
	SD	3.50	2.48	3.08	3.93	

に限定すると、「なし→あり」での減少は「あり→なし」に比べ、有意に小さかった。QUS群では運動の実施の有無による骨量の変化の違いは見られなかった。

6. 運動の実施と牛乳・乳製品の摂取と骨量の変化

1年後の時点での運動の実施と牛乳または乳製品の摂取により4グループに分けて骨量の変化を比較した。すなわち、運動と牛乳または乳製品の摂取がいずれも「ある」者を「あり&あり」、運動の実施がなく、牛乳または乳製品の摂取のみある者を「なし&あり」、運動は実施しているが、牛乳または

表14 牛乳または乳製品の摂取と骨量の変化率 (DIP群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	42	2	8	16	
	Mean	-2.91	-4.80	-1.64	-4.02	ns
	SD	6.33	1.51	3.66	4.62	
30歳代	n	190	32	35	80	
	Mean	-4.54	-4.53	-3.85	-5.16	ns
	SD	5.70	5.54	5.36	5.01	
40歳代閉経前	n	243	35	41	160	
	Mean	-4.43	-5.44	-5.22	-4.37	ns
	SD	6.00	4.44	5.50	5.47	
閉経後	n	31	6	5	19	
	Mean	-3.54	-5.18	-4.71	-7.39	ns
	SD	5.78	6.60	4.67	7.48	

表15 牛乳または乳製品の摂取と骨量の変化率 (QUS群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	39	9	7	20	
	mean	-0.64	-4.92	-2.19	-0.46	ns
	SD	7.43	7.47	3.12	3.98	
30歳代	n	141	20	40	76	
	mean	0.36	1.74	0.27	0.67	ns
	SD	6.38	4.76	5.65	5.60	
40歳代	n	6	0	0	2	
	mean	-1.10			-2.45	ns
	SD	7.59			1.70	
50歳代	n	84	17	7	12	
	mean	-3.49	-6.19	-1.85	-4.12	ns
	SD	7.99	9.58	5.53	7.14	
閉経前	n	184	26	48	99	
	mean	0.04	-0.79	0.02	0.34	ns
	SD	6.69	6.19	5.4	5.26	
閉経後0-5年	n	43	11	4	5	
	mean	-4.86	-4.27	-3.69	-5.96	ns
	SD	7.82	10.06	6.15	6.33	
閉経後6年以上	n	38	8	2	4	
	mean	-1.77	-6.53	-1.72	-6.32	ns
	SD	8.17	10.15	2.44	7.86	

表16 運動と骨量の変化率 (CXD群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	Posthoc
20歳代	n	1	4	0	6	
	mean	2.80	0.52		0.18	ns
	SD		2.47		2.97	
30歳代	n	6	5	2	33	
	mean	1.25	-1.10	1.29	-0.14	ns
	SD	1.55	2.27	11.03	4.46	
40歳代	n	6	5	17	61	
	mean	0.91	0.91	-1.14	-1.17	ns
	SD	1.45	3.42	3.05	2.83	
	閉経前 n	5	5	15	51	
	mean	1.02	0.91	-0.81	-1.05	ns
	SD	1.59	3.42	2.79	2.85	
	閉経後 n	1	0	2	10	
	mean	0.35		-3.61	-1.81	ns
	SD			5.11	2.76	
50歳代	n	14	9	34	61	
	mean	-1.04	-0.40	-2.60	-3.15	ns
	SD	4.25	2.63	4.65	3.37	
	閉経前 n	0	0	4	5	
	mean			1.71	-1.84	ns
	SD			2.49	2.64	
	閉経後 n	14	9	30	56	
	mean	-1.04	-0.40	-3.17	-3.26	ns
	SD	4.25	2.63	4.58	3.43	
60歳代	n	6	6	9	19	
	mean	0.07	1.21	-0.33	-1.02	ns
	SD	2.92	3.10	4.86	3.01	
閉経前	n	12	14	21	95	
	mean	1.29	0.08	-0.13	-0.69	ns
	SD	1.50	2.73	3.70	3.48	
閉経後0-5年	n	11	2	20	43	
	mean	-1.03	-0.44	-4.34	-3.65	ns
	SD	4.71	1.10	4.22	3.60	
閉経後6年以上	n	10	13	21	42	
	mean	-0.25	0.35	-0.88	-1.51	ns
	SD	2.56	3.03	4.59	2.77	

表17 運動と骨量の変化率 (DIP群)

A. すべての運動		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	8	13	2	45	
	Mean	-2.50	-4.54	1.19	-2.95	ns
	SD	4.79	5.73	5.91	5.72	
30歳代	n	86	33	18	200	
	Mean	-4.54	-3.85	-5.44	-4.70	ns
	SD	4.90	5.62	5.77	5.69	
40歳代閉経前	n	120	38	19	302	
	Mean	-5.53	-4.05	-1.17	-4.44	あり→なし>あり→あり
	SD	5.77	5.54	6.92	5.50	
閉経後	n	17	10	4	30	
	Mean	-3.99	-6.46	-4.92	-5.09	ns
	SD	6.37	4.29	4.73	7.35	
B. 手を使う運動		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	2	7	2	57	
	Mean	-3.07	-5.59	0.19	-2.89	ns
	SD	4.34	5.46	4.50	5.69	
30歳代	n	32	12	21	272	
	Mean	-5.40	-1.12	-6.39	-4.54	なし→あり>あり→なし
	SD	4.71	5.77	6.40	5.43	
40歳代閉経前	n	42	7	15	415	
	Mean	-4.71	-3.74	-2.43	-4.63	ns
	SD	5.12	6.21	6.84	5.68	
40歳代閉経後	n	4		0	54	
	Mean	-5.16		-4.84	-4.99	ns
	SD	6.44		3.76	6.64	

表18 運動と骨量の変化率 (QUS群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	6	6	7	50	
	mean	1.39	1.31	-4.58	0.07	ns
	SD	3.73	6.61	8.22	6.52	
30歳代	n	30	35	17	185	
	mean	1.33	1.93	0.04	0.58	ns
	SD	5.15	6.1	6.48	5.91	
40歳代	n	2	2	1	7	
	mean	-5.95	-0.63	-3.66	0.44	ns
	SD	3.24	0.88		6.42	
50歳代	n	17	19	16	79	
	mean	1.15	-3.23	-3.23	-3.83	ns
	SD	25.84	6.11	9.02	8.42	
閉経前	n	37	46	24	240	
	mean	1.04	1.58	-1.57	0.46	ns
	SD	5.11	6.11	7.15	6.03	
閉経後0-5年	n	7	7	6	41	
	mean	-3.83	-2.2	-9.61	-5.03	ns
	SD	8.32	6.79	9.43	7.39	
閉経後6年以上	n	5	6	7	34	
	mean	-3.78	-5.67	-1.00	-2.76	ns
	SD	4.04	5.25	6.75	9.64	

表19 運動と牛乳または乳製品の摂取と骨量の変化率 (CXD群)

		あり&あり	なし&あり	あり&なし	なし&なし	Posthoc
20歳代	n	5	6	0	0	
	mean	0.98	0.18			ns
	SD	2.37	2.97			
30歳代	n	11	31	0	4	
	mean	0.18	-0.20		1.07	ns
	SD	2.19	4.73		5.28	
40歳代	n	7	56	4	22	
	mean	0.84	-1.23	1.04	-1.01	ns
	SD	1.98	3.09	3.35	2.20	
閉経前	n	6	47	4	19	
	mean	0.92	-1.03	1.04	-0.90	ns
	SD	2.16	3.08	3.35	2.08	
閉経後	n	1	9	0	3	
	mean	0.35	-2.24		-1.72	ns
	SD		3.10		3.36	
50歳代	n	20	72	3	23	
	mean	-0.94	-2.87	0.23	-3.19	ns
	SD	3.51	3.76	5.24	4.26	
閉経前	n	0	4	0	5	
	mean		-0.92		0.26	ns
	SD		1.71		3.96	
閉経後	n	20	68	3	18	
	mean	-0.94	-2.99	0.23	-4.15	あり&あり>なし&あり、なし&なし
	SD	3.51	3.82	5.24	3.91	
60歳代	n	8	23	4	5	
	mean	1.46	-1.03	-1.01	0.28	ns
	SD	3.23	3.69	1.29	3.47	
閉経前	n	22	88	4	28	
	mean	0.56	-0.65	1.04	-0.41	ns
	SD	2.15	3.68	3.35	2.98	
閉経後0-5年	n	12	48	1	15	
	mean	-0.77	-3.82	-2.87	-4.03	ns
	SD	4.47	3.66		4.32	
閉経後6年以上	n	17	52	6	11	
	mean	0.15	-1.23	-0.08	-1.64	ns
	SD	2.68	3.50	3.34	3.40	

乳製品の摂取がない者を「あり&なし」、運動の実施、牛乳または乳製品の摂取のいずれもない者を「なし&なし」とした。

CXD群では50歳代の閉経後の者で、「あり&あり」での減少が「なし&あり」、「なし&なし」のそれぞれに比べて有意に小さかった。DIP群では40歳代の閉経後で運動実施のあるグループで骨量の減少が小さい傾向にあったが、有意な差ではなかった。QUS群では20歳代や閉経前の対象では「なし&なし」のみが骨量が減少していたが、これは他のグループに比べて有意な違いではなかった。また閉経後の対象では「なし&なし」での骨量の減少が大きい傾向にあったが、他のグループでの減少と比べて有意な差はなかった。

表20 運動と牛乳または乳製品の摂取と骨量の変化率 (DIP群)

		あり&あり	なし&あり	あり&なし	なし&なし	posthoc
20歳代	n	3	9	1	55	
	Mean	-2.95	-4.74	-2.99	-2.82	ns
	SD	5.72	6.50	0.00	5.55	
30歳代	n	46	30	20	241	
	Mean	-4.38	-3.67	-3.34	-4.88	ns
	SD	4.83	5.12	5.69	5.62	
40歳代閉経前	n	67	33	23	356	
	Mean	-5.43	-4.39	-2.87	-4.51	ns
	SD	5.91	5.24	7.29	5.55	
閉経後	n	10	6	6	39	
	Mean	-2.60	-5.57	-3.25	-5.79	ns
	SD	5.13	4.31	4.63	7.16	

表21 運動と牛乳または乳製品の摂取と骨量の変化率 (QUS群)

		あり→あり	なし→あり	あり→なし	なし→なし	posthoc
20歳代	n	7	39	5	19	
	mean	1.09	0.19	1.73	-2.13	ns
	SD	6.72	7.08	2.01	6.08	
30歳代	n	49	127	18	77	
	mean	0.80	0.91	2.48	0.12	ns
	SD	5.04	6.38	7.65	4.74	
40歳代	n	1	5	1	2	
	mean	-8.24	0.33	-1.25	-3.06	ns
	SD		7.53		0.84	
50歳代	n	24	68	6	24	
	mean	-3.39	-3.19	-3.48	-5.73	ns
	SD	6.05	8.39	7.45	8.75	
閉経前	n	59	168	23	98	
	mean	0.57	0.74	2.32	-0.42	ns
	SD	5.45	6.58	6.79	5.00	
閉経後0-5年	n	10	37	4	12	
	mean	-3.76	-5.01	-1.15	-7.27	ns
	SD	7.6	7.75	7.35	7.61	
閉経後6年以上	n	10	31	2	10	
	mean	-3.26	-1.00	-8.79	-6.00	ns
	SD	4.54	8.72	5.47	9.80	

考 察

骨量と閉経やライフスタイルとの関連についての研究は、数多く行われているが、そのほとんどが精度が高く、その後の骨折の多発部位である腰椎や大腿骨頸部の骨量について検討されている。一方で、国内での骨粗鬆症の一次スクリーニングでは、X線の被爆がないQUS法や、既存の施設が利用可

能で短時間で多人数の測定ができるCXD法やDIP法により末梢骨の骨量を測定することが多い。一次スクリーニングによる生活指導では、これらの簡易な方法で末梢骨の骨量を指標として実施されている。そこで、末梢骨での骨量の変化が、これまでの腰椎などで確認されている変化と同じように見られるかどうかを検証しておくことが、一次スクリーニングにおける生活指導の有効性を検討するために必要である。

本研究では、まず閉経後の骨量の減少がこれまで腰椎などで観察されている変化と同様の変化を示すかどうかを検証した。閉経後の骨量の変化については、腰椎をDXA法で測定すると、観察期間中に閉経を迎えた者で-3.3%、閉経後3年で-3.1%という報告がある³⁾。また、IKI⁴⁾ら、OKANO⁵⁾らは、腰椎骨量をDXA法で測定し、閉経後5年での骨量の減少率は年間2%であり、閉経10年以上よりも減少率が多いことを示している。本研究の結果では、閉経を迎えた年で4%程度の減少であり、閉経後4年または5年程度は3%を越す減少が見られるが、その後の減少は、ばらつきはあるものの、閉経後5年程度までに比べて小さくなっている。そのため閉経後5年で2群に分けると、閉経後0-5年の年間4%程度の減少に比べて、閉経後6年以上は、CXD群では-0.9%、QUS法では-2.8%と小さくなった。骨量の変化は骨の部位により異なることが知られている³⁾。これまでの研究で多く測定されている腰椎は海綿骨量を反映しているのに対し、今回測定した第二中手骨では皮質骨と異なっている。しかしながら、今回測定した第二中手骨や踵骨での変化率は腰椎などで見られている変化率と同程度であった。また、今回使用したCXD群、DIP群、QUS群はDXA群に比べて、精度が劣るとされている。DIP群での変化は閉経後の変化やライフスタイルとの関連を見ても、他の2法ほど明確でなく、閉経後の変化の指標や生活習慣改善効果の指標とはなりにくいと推測される。しかし、CXD群で見られた変化率は、HANSEN³⁾らの研究においてDXA群で検証した手骨での推移とほぼ同じであり、CXD群では閉経後の骨量の変化を十分に検討できた。

我々はすでに、閉経後の時期によりカルシウム摂取の影響が異なることを断面的なデータから報告した⁶⁾。この研究では閉経後1-5年のグループでのみ、カルシウム摂取が800mg以上と未満では骨量減少に有意な差が見られた。これまでの研究は限られた年代を対象としたものが多く、1つの研究の中で、閉経後の時期や年代による違いを検討しているものはほとんど見られない。Lewis⁸⁾はレビューにおいて、閉経前では過去のカルシウム摂取が骨量維持に影響すること、カルシウムやビタミンDのサプリメント投与が閉経前や閉経後年数の長い女性に対して骨量減少を少なくする効果があることを報告しているが、閉経5年未満の人ではエストロゲンが急に低下するので、サプリメントの効果は少なく、閉経後6年以上で平均必要量より少ないカルシウム摂取の者でサプリメントの効果が大きかったと報告している。小坂谷⁹⁾も閉経前ではカルシウム摂取が骨量減少抑制に働くとする一方で、閉経直後ではライフスタイルの改善より骨代謝の変動の方が影響が大きいと報告している。本研究の結果では、20歳代や閉経前の対象では、初回、1年後とも牛乳摂取のある者では、骨量が増加し、閉経後6年以上の対象では、骨量の減少が抑えられていた。閉経後の骨量の変動が大きな閉経後0-5年の対象において牛乳摂取による違いが見られなかったことは、われわれの断面研究の結果とは異なる。

るが、Lewis⁶⁾のレビューや小坂谷ら⁹⁾の報告と同じ傾向にあった。

本研究では、牛乳摂取の頻度の違いでは骨量の変化に違いが見られたが、牛乳摂取と乳製品の摂取を組み合わせた場合には、骨量の変化の違いは見られなかった。このことは、乳製品では摂取している食品の種類により栄養素含量の差が大きく、乳製品を合わせて摂取頻度を検討しても、栄養素レベルでの摂取量の違いを反映しにくいためと考えられる。

カルシウム摂取に関する縦断的な報告では、閉経前後の者を対象として、サプリメントを使用してカルシウム摂取量の違いによる骨量の変化を検討しているものが多い。ELDERS¹⁰⁾らは、カルシウムのサプリメントが骨量減少を少なくしたと報告しているが、閉経状態との相互作用が見られず、長期的効果も明らかにされていない。Graham¹¹⁾らのレビューでは、早期に閉経する女性はカルシウムのサプリメントの摂取量が多い方で効果的であると報告している。Cepollaro¹²⁾らは、カルシウム含量の少ないミネラルウォーターを摂取した者のみ橈骨が減少したと報告している。また、カルシウム含量の多いミネラルウォーターの摂取で血清中のオステオカルシン濃度が下がるとしており、カルシウム含量の多いミネラルウォーターの摂取は閉経後の骨量減少に予防的に働くとしている。これらの研究では、多量のカルシウム摂取により閉経後の骨量減少を防いだことを報告している。本研究においては、牛乳の積極的な摂取が閉経後の骨量減少を抑制するのみならず、最大骨量に達していると考えられる20歳代や閉経前の対象において骨量の増加を観察した。このことは、サプリメントを使用した多量のカルシウム摂取でなく、通常食品である牛乳の継続的な摂取でも骨量を増加させることができる可能性を示している。

運動の実施が骨量の維持や増加に有効であることは、良く指摘されているが、閉経後を対象にした場合、NGYUEN¹³⁾らは60-69歳を対象に運動習慣が骨量低下を抑えたとする一方で、Bassey¹⁴⁾らは運動群とコントロール群で骨量に有意な差が見られなかったことを報告しているように、結果が一致していない。Martin⁷⁾は閉経後全体では運動効果がなかったが、閉経後6年以上と6年未満に分けた場合6年以上で腰椎の骨量減少抑制の効果を認めており、運動効果は閉経後の時期により異なることが予測される。しかし、この研究ではカルシウムとビタミンDを与えており、運動の単独効果という点に関しては不明である。Wolff¹⁵⁾らのレビューでは運動の実施で1%の骨量減少を予防するとまとめている。本研究では、閉経後の時期に分けて検討しても、運動の効果は認められなかった。しかし、1年後での牛乳や乳製品の摂取と運動実施の有無を組み合わせた場合、運動を実施し、牛乳や乳製品の摂取がある者では、骨量の減少が小さい傾向にあり、Martin⁷⁾の報告のように、栄養補給と運動の両者を組み合わせることが必要であると考えられる。この解析では、1年後の回答が1年間の観察期間中の運動状況や栄養状態を反映しているものとして検討した。しかし、1年後の回答による運動実施や牛乳の摂取が1年を通じて行われていたのか、1年後の調査の少し前から実施されたのかは不明であり、このことが骨量の変化を統計的に検討した場合に、有意な差を出しにくくしていると推測される。

運動の影響は測定する骨の部位により、異なることが知られている。KONTULAINEN¹⁶⁾らはテニス

やスカッシュなどを習慣的に行っていたグループでは手首の骨量の減少が小さいと報告し、またOsey-Hyiaman¹⁷⁾らやDi Monaco¹⁸⁾らは、手骨の骨量と握力との間に正の相関性が見られることを報告している。本研究ではDIP群で運動習慣の有無で比較した場合と手を使う運動の有無により比較した場合とで結果が異なったのは、このためと考えられる。

本研究では、末梢骨を測定部位とした簡易な骨量の測定法であっても、閉経後の骨量の変化や生活習慣の改善効果の評価を行える可能性が示された。また、毎日の牛乳摂取により、閉経前では骨量を増加させ、閉経後6年以上の者では骨量の減少を抑制することが示された。運動の効果については、運動の実施のみでなく、牛乳の摂取との組み合わせにより、運動の効果が明確になる可能性が示された。しかし、閉経後0-5年では、生活習慣との関連が不明であった。骨と運動・栄養の関連を検討するには、閉経の有無や年数を考慮することで、より明確に関連を把握できる。しかし、閉経後の年数による区分だけでは、まだ個人差が大きく、統計的な差が見られないことが多かった。閉経後の骨代謝の状態は個人差が大きく、閉経後年数だけでなく、骨代謝マーカーなどを使用したより精密な群分けが必要であると考ええる。

文 献

- 1) J.A.KANIS (1999) The Use of Calcium in Management of Osteoporosis. *Bone* 24, 279-290
- 2) 笹森典雄ら (1997) 総合健診における骨塩定量検査 (CXD法) の検討 (第3報). 日本総合健診医学会誌 24, 286-290
- 3) M.A.HANSEN et al (1995) Spontaneous Postmenopausal Bone Loss in Different Skeletal Areas—Followed up for 15 Years. *J Bone Miner Res* 10, 205-210
- 4) M.Iki et al (1996) Age, menopause, bone turnover markers and lumbar bone loss in healthy Japanese women. *Maturitas* 25, 59-57
- 5) H.OKANO et al (1998) The Long-Term Effect of Menopause on Postmenopausal Bone Loss in Japanese Women: Results from a Prospective Study. *J Bone Miner Res* 13, 303-309
- 6) K.Ishikawa et al (2000) Relation of lifestyle factors to metacarpal bone mineral density was different depending on menstrual condition and years since menopause in Japan. *Euro J Clin Nutr* 54, 9-13
- 7) D.MARTIN et al (1993) Effects of Aerobic Training on Bone Mineral Density of Postmenopausal Women. *J Bone Miner Res* 8, 931-936
- 8) R. D. Lewis et al (1998) Nutrition, Physical Activity, and Bone Health in Women. *Int J Sport Nutr* 8, 250-284
- 9) 小坂谷典子ら (1999) 閉経期日本人女性における腰椎骨密度の5年間の減少に対する関連因子. 日本栄養・食糧学会誌 52, 307-313

- 10) P. J. M.ELDERS et al (1991) Calcium Supplementation Reduces Vertebral Bone Loss in Perimenopausal Women: A Controlled Trial in 248 Women between 46 and 55 Years of Age. *J Clin End Met* 73, 533-540
- 11) R. Graham (1990) Calcium Intake and Bone Mass : A Quantitative Review of the Evidence. *Calcif Tissue Int* 47, 194-201
- 12) C. Cepollaro et al (1996) Effect of Calcium Supplementation as a High-Calcium Mineral Water on Bone Loss in Early Postmenopausal Women. *Calcif Tissue Int* 59, 238-239
- 13) T. V. NGUYEN et al (1998) Bone Loss, Physical Activity, and Weight Change in Elderly Women : The Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *J Bone Miner Res* 13, 1458-1466
- 14) E. J. Bassey et al (1998) Pre-and Postmenopausal Women Have Different Bone Mineral Density Responses to the Same High-Impact Exercise. *J Bone Miner Res* 13, 1805-1813
- 15) I. Wolff et al (1999) The Effect of Exercise Training Programs on Bone Mass : A Metaanalysis of Published Controlled Trials in Pre- and Postmenopausal Women. *Osteoporosis Int* 9, 1-12
- 16) KONTULAINEN et al (2001) Good Maintenance of Exercise-Induced Bone Gain with Decreased Training of Female Tennis and Squash Players: A Prospective 5 -Year Follow-Up Study of Young and Old Starters and Controls. *J Bone Miner Res* 16, 195-201
- 17) D.Osei-Hyiaman et al (1999) Influence of Grip Strength on Metacarpal Bone Mineral Density in Postmenopausal Japanese Women: A Cross-Sectional Study. *Calcif Tissue Int* 64, 263-266
- 18) M. Di Monaco et al (2000) Handgrip Strength is an Independent Predictor of Distal Radius Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Clin Rheumatology* 19, 473-476