

長期授乳婦の骨密度に及ぼすカルシウム摂取量増大の効果 および長期授乳後の骨密度の回復

ヨネヤマ キョウコ イケダ ジュンコ
米山 京子* 池田 順子2*

目的 食事からのカルシウム (Ca) 摂取量の増大は長期授乳婦の骨密度低下を阻止し得るか、また、長期授乳により低下した骨密度の回復について、骨代謝を考慮して検討する。

方法 1年間以上の授乳婦について、授乳中の Ca 摂取量を食事指導により増大させた群 (M 群) と授乳中に乳・乳製品を殆ど摂取しなかった群 (N 群)、および非授乳群 (C 群) について、超音波法による骨密度測定および尿、血液 (M, C 群のみ) 中の骨代謝指標の測定を出産後 1~12週に開始し、その後半年に 1 回の頻度で最長 2 年間追跡測定、それらの変化を 3 群または 2 群間で比較検討した。

結果 1. M 群の Ca 摂取量は平均 1,032 mg/日で、日本人の授乳婦の栄養所要量に較べ幾分少なかった。

2. 骨密度変化のパターンは 3 群間で有意に異なり、1 年後に N 群では有意に低下 (-8.0%)、C 群では有意に上昇したが、M 群では有意な変化は認められなかった。開始時の骨密度値および出産回数を考慮して、1 年後の骨密度変化率は 3 群間および M, N 群間で有意であった。

3. 1 年半後の骨密度変化率は 3 群間で有意差は認められなかった。

4. M 群では開始時および半年後の尿中 Hydroxyproline/Creatinine は N 群より有意に低く、1 年後の尿中 Calcium/Creatinine は有意に高かったが、C 群とは両指標とも有意差は認められなかった。

5. M 群では 1 年後までの血清中 Bone alkaline phosphatase は C 群の半年後の値に較べて有意に高く、1 年後までの Osteocalcin も高い傾向であった。

結論 授乳に対して Ca 摂取量が充足されれば、1 年以上の長期授乳でも骨密度低下はみられない。長期授乳により骨密度が低下した場合も平均的には離乳後半年で開始時まで回復するが、授乳期間中の骨密度の極端な低下は母児双方にとって好ましくない。

Key words : 授乳, 長期授乳, 骨密度, カルシウム栄養, 超音波骨密度測定, 骨粗鬆症

1 はじめに

著者らは先に乳、乳製品をほとんど摂取せず 1 年間以上の長期授乳を行った場合、骨密度が著しく低下することを認めたが¹⁾、この場合、骨密度低下が長期授乳に因るものか、Ca 摂取不足に因るものか明らかではなかった。乳・乳製品の摂取を含め Ca 摂取量が授乳に対して充足された場合

にも長期授乳により骨密度の低下がみられるであろうか。また、一方、長期授乳後に低下した骨密度は、離乳後回復するであろうか。これらに関して、一般的に Ca 摂取量の少ないわが国婦人に関する報告はほとんどみられない。

欧米では授乳期間が半年以内と短いため母体への影響はほとんど問題にならないが、わが国では 1 年以上の長期授乳を勧める母乳栄養相談室が全国的に存在しており、近年では長期間の授乳は乳児の心理的発育にむしろ好ましいとの国の提言もなされている。

長期授乳に伴う骨密度への Ca 栄養の影響を明

* 奈良教育大学教育学部生活科学教育講座

2* 京都文教短期大学家政学部

連絡先: 〒630-8528 奈良県奈良市高畑町
奈良教育大宇 米山京子

らかにすることは、母体を保護し母乳を推進するために有用である。

そこで、本研究では1年間以上の長期授乳婦について栄養指導により授乳中のCa摂取量を充足させた場合と授乳中に乳・乳製品をほとんど摂取しなかった場合、およびCa摂取量を充足させた非授乳婦について、超音波骨密度測定法により授乳中および離乳後の骨密度を測定し、その変化を尿、血液中の骨代謝指標も含めて比較検討したので報告する。

II 対象者と研究方法

1. 対象者およびその特性

対象者は平成8～12年に奈良県内の2つの母乳栄養相談室（施設M、N）に通院中の健康な産褥婦の中から、母乳分泌良好で1年間以上授乳し、2年間再妊娠のなかった者で、M施設の22人（24-39歳、M群）とN施設の16人（22-38歳、対照群、N群）、さらに平成11～12年に奈良市内1医院で出産し、授乳期間が3か月間未満であった産褥婦21人（25-36歳、C群）である。M群には授乳中のCa摂取量が所要量を充足するように栄養指導を行った。一方、N施設では脂肪摂取を制限する意味から乳、乳製品の摂取を控える食事指導を行っており、N群の対象者は授乳中に乳、乳製品を殆ど摂取していない。

離乳食の導入時期および進行については両施設とも一般的な基準に沿ったものである。また、対象者中には37週未満の出産、低体重児出産、骨代謝に影響する疾患の既往者および喫煙者は含まれていない。

対象者にはあらかじめ研究の趣旨、協力頂く事柄、方法を文書と口頭で説明し、協力を依頼して承諾を得た。また、採血に関しては別途に目的を説明し、同意の得られた者のみとした。

2. 研究のデザイン

第1回目の測定は出産後できるだけ早期が望ましいが、対象者が得られにくいため、出産後12週以内とした。測定および調査項目は、①骨密度、②尿、血液中の骨代謝指標、③食事調査（後述）、④体重、授乳状況、月経有無、食事や生活上の変化の有無等で、第1回目をM、N群では出産後1-12週、C群では出産後1週に行った。その後は各群とも6か月間隔で最低3回（1年間）、最長2

年間実施した。

3. M群に対する食事指導法と食事状況調査方法

M群に対しては、授乳婦のCa所要量が摂取できるように食事指導を行った。まず、第1回目の骨密度測定時にCaの必要性、Caの効果的摂取方法、Caを多く含む食品、料理レシピ、1日摂取量の目安等を図示した資料を用いて、面接により個別に実施した。主要な次の食品群について、1日目目標摂取量を、①牛乳および乳製品600g、②豆、豆製品100g、③卵1個、④肉、魚130g、⑤緑黄色野菜150gと設定し、各食品群について目標摂取量の達成度を、達成日が殆ど毎日を1点、2日に1日を2点、3～4日に1日を3点、それ以下を4点として、2週間に1回の頻度で6か月間自己記入させ、3か月、6か月経過時に達成度記入表を点検し、達成度の低い食品群に対して郵送によりアドバイスをを行った。また、栄養素摂取量推定のために、第1回骨密度測定の前1～2か月後に、外食のない連続した平日の3日間の食事内容（料理名、材料名、重量（g）、秤量時の食品形態）を記録させた。重量の測定にはデジタルスケール（タニタ製）を配布し、秤量方法、記入例を示し、注意事項に留意するよう指示した。栄養価計算ソフト（健康君）を用い栄養素、食品群摂取量を算出した。

3日間の食事調査については、C群についてもほぼ同様に行った。

4. 骨密度の測定方法

骨密度測定には、毎回同一の1台の超音波骨密度測定装置（Achilles A-1000）を用い、各施設毎に同一場所にて、同一の2人が測定を行った。当装置では超音波伝導速度（Speed of Sound；SOS）と超音波減衰係数（Broadband Ultrasound Attenuation；BUA）が出力され、SOSは超音波の透過速度を示しDEXA法による各部位の骨密度と高い相関があり、BUAは骨梁や骨構造など骨質を表す指標であることから、両者は骨組織を異なる観点から評価しているが、本研究では両者を統合した指標として算出されたStiffness²⁾を骨密度指標として用いた。

5. 尿、血液中骨代謝指標の測定

骨密度測定日に昼間のスポット尿および血液5mlを採取した。尿は-40℃で保存、各回毎にま

とめて、Hydroxyproline (H.P), Calcium を従来の方法³⁾で測定し、同時に測定した Creatinine でそれぞれ補正した (H.P/cre, Ca/cre と略記)。血液は当日中に血清分離、骨形成指標として Bone Alkaline Phosphatase (BALP) をレクチン沈殿法⁴⁾, Intact osteocalcin (OST) を BGA IRMA キット (三菱油化)⁵⁾で測定した。なお、血液中骨代謝指標の測定は、M, C 群についてのみである。

6. 統計的方法

骨密度変化の比較にはグループ (3 群) と測定時期 (5 回) に対して対応のない因子と対応のある因子の 2 元配置分散分析を反復測定法により行った。この場合、Mauchly の球面性検定において仮説が棄却されたため、対象者内効果の検定には Greenhouse・Geisser による自由度の修正を用いて行った。その結果、2 因子交互作用が有意であったため、グループ別に、開始時と測定時期間の平均値の多重比較を Dunnett の方法により行った。また、1 年および 1.5 年時の骨密度変化率を 3 群間で比較するために、グループと出産回数を 2 因子、開始時骨密度を共変量とする分散共分散分析を行った。尿、血液分析値については、グループ間の比較を 1 元配置分散分析により行っ

た。すべての分析において統計的有意水準を危険率 5% とした。計算には SPSS Release 12J を用いた。

III 結 果

対象者の身体的特性、乳・乳製品摂取量の平均値、標準偏差を表 1 に示す。第 1 回目の骨密度測定時期は M 群では出産後平均 8.2 週、N 群では平均 9.9 週で N 群が幾分遅かったが相違は有意ではない。授乳期間は M 群 12-17 か月、N 群 12-19 か月でほとんどの者が 1 年後と 1.5 年後の骨密度測定の間には離乳していた。なお、離乳食の開始時期は M, N 群とも 5-6 か月であった。月経再開時期は出産後 M 群では 11.0 か月、N 群では 13.6 か月で N 群が幾分遅かった。開始時の体重および BMI (Body Mass Index) には両群間に有意差はみられないが、1 年後の体重では N 群は M 群より有意に少なく、BMI も低い傾向であった。乳・乳製品摂取量は N 群では開始時、1 年後とも極端に少なく、M 群との相違は高度に有意であった。C 群では月経再開時期が早く、開始時の体重、BMI が大で、乳・乳製品摂取量も比較的多く、3 群間の相違はいずれも有意であった。

Table 1 Prospectives of the three groups, lactating with increased dietary Ca intake (M), lactating without cow's milk and milk products intake (N), and nonlactating postpartum women (C).

Groups	M n=22		N n=16		C n=21	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Weeks postpartum at initial	8.2	4.2	9.9	5.7	1.0	1.0
Age (y)	30.5	3.9	31.8	3.7	30.2	3.5
Period of lactation (m)	14.7	2.4	14.6	2.3	1.6	1.1
Return of menses (m)	11**b	3.3	13.6	3.9	2.6	0.5
Parity	1.50	0.5	1.35	0.5	1.8	0.7
Height (cm)	159.1	5.2	155.7	5	157.8	5.9
Weight at initial (kg)	52.4**b	6.3	50.9	10.6	56.5	4.9
after 1y (kg)	50.4	7.5	44.9**a	4.8	51.7	4.1
after 1.5y (kg)	48.4	5.8	46.4	4	—	—
BMI at initial	20.8**b	2.2	20.6	3.1	22.7	1.6
after 1y	19.8	2.5	18.6	1.4	—	—
after 1.5y	19.1	1.7	19.1	1.4	—	—
Cow's milk [‡] intake						
initial (g/day)	444.0	11.7	11***	20	357	113
after 1y (g/day)	194.3	104.5	70***	103	—	—

Initial: 1-12 weeks postpartum, [‡]: Include cow's milk products, y: year, m: month

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$, a: between M and N, b: between M and C

M群について、乳・乳製品摂取の達成度得点の平均値（標準偏差）は1.21(0.74)で、大部分がほぼ毎日達成されていた。栄養素摂取量の調査結果を表2に示す。Ca摂取量の平均値（標準偏差）は1,032(209)mgで平均的には授乳婦の所要量より幾分少なかった。エネルギーおよび蛋白質摂取量の平均値は、それぞれ2,151 kcal, 87 gで、エネルギーも所要量より幾分少なく、蛋白質は所要量より幾分多かった。

なお、C群のCa摂取量平均値（標準偏差）は645(284)mgで、個人差が大きい、平均的には成人女子のCa所要量を充足していた。

M, N群の骨密度変化を個別に図1, 図2に示す。1.5年, 2年では対象者数が幾分少なくなっている。M群では全般的に授乳による変化は小さく、出産回数による一定の傾向もみられなかった。一方、N群ではほとんどすべての者が開始時より1年まで明らかに低下し、その半年後には急速に回復した。開始時の値は第1子出産の場合が高く、第2, 第3子と順次低くなる傾向がみられた。また、開始時の値の高い者ほど低下しやすい傾向があり、1年間の低下の急激なケースでは急上昇、緩やかなケースでは緩やかな上昇傾向がみられた。なお、1年から1.5年への上昇率は1年時のBMI, 1年~1.5年の体重変化量, 1年時の乳・乳製品摂取量のいずれとも関連はみられなかった。

第1子および第2子出産について、各群別に各測定時の骨密度の平均値, 標準偏差を表3, 分散分析の結果を表4に示す。交互作用効果のみが有

意 ($F=3.95, P=0.001$) で、骨密度変化のパターンが3群間で有意に異なることが示された。そこで、各群別に測定時期の差の検定を1元配置分散分析により行った結果、N群およびC群が有意で、M群では測定時期による相違は認められなかった。開始時の値との多重比較では、N群では半年および1年で開始時より有意に低かったが、1年半, 2年では有意差は認められなかった。また、C群では半年以後すべての時期で有意に高かった。開始時に対する各測定時の骨密度変化率を各群別に図3に示す。

M, N群で開始時の値と1年後の骨密度変化率間には有意の負相関 (M群: $r=-0.51, P=0.015$, N群: $r=0.48, P=0.04$) がみられ、開始

Figure 1 The changes in bone mineral density (Stiffness) for women lactating during 1 year or more taking increased dietary Ca (Group M).

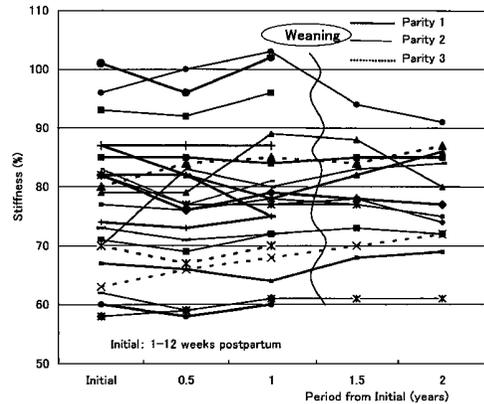


Figure 2 The changes in bone mineral density (Stiffness) for women lactating during 1 year or more without cow's milk and milk products intake (Group N).

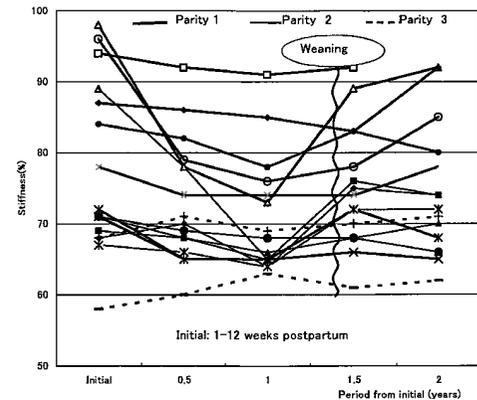


Table 2 Nutrient intakes in groups M and C.

Group	Calcium mg	Energy kcal	Protein g	Lipids g	Glucose g	
M n=22	Mean	1,032	2,151	86.7	72.6	280
	SD	209	293	11.8	12.3	54
	Min	594	1,672	65.1	48.3	194
	Max	1,530	2,886	113.2	99.7	425
C n=17	Mean	645	1,857	70.0	62.0	244
	SD	284	241	13.0	15.0	33
	Min	290	1,445	49.0	49.0	161
	Max	1,324	2,336	88	94	289

M: Group lactating with increased dietary Ca intake

C: Group nonlactating postpartum women

Table 3 Bone mineral density (Stiffness) levels at each time period in the three groups. Subjects include parity of 1 and 2.

Group		Time period (year)					P [‡]
		Initial	0.5	1	1.5	2	
M (n=19)	Mean	80.7	79.8	80.9	78.7	76.9	0.224
	SD	15.7	15.8	15.8	8.8	8.8	
N (n=14)	Mean	77.2	72.9*	70.0**	76.4	77.2	0.000
	SD	12.1	8.4	8.1	7.9	9.7	
C (n=17)	Mean	80.2	83.8*	85.2**	84.6*	83.4*	0.004
	SD	7.7	10.2	10.0	8.3	7.4	

[‡] Test of F value of one-way ANOVA.

** , * : Dunnett's pairwise multiple comparison against a initial value, $P < 0.01$, 0.05 , respectively.

Group M: Lactating with increased dietary Ca intake.

Group N: Lactating without cow's milk and milk products.

Group C: Nonlactating postpartum women with cow's milk or milk products.

Initial: 1-12 weeks postpartum.

Table 4 The results of two-way analysis of variance using repeated measures procedure. Subjects include parity of 1 and 2.

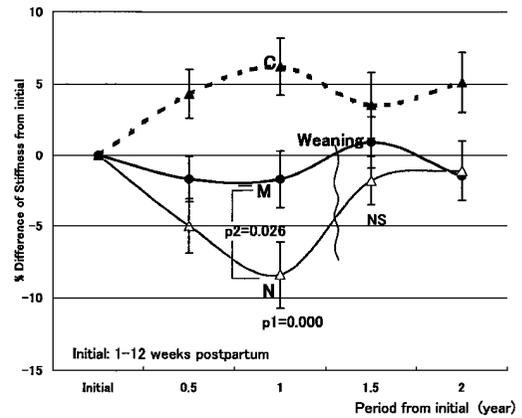
Dependent variable: Stiffness				
Test of within-subjects effect				
Source of variance	d.f ^{#1}	Mean squares	F	P
Time (5 levels)	3.06	25.5	1.35	NS
Interaction: time* group	6.11	74.6	3.95	0.001
Error	101	18.9		
Test of between-subjects effects				
Group (M, N, C) ^{#2}	2	532	1.23	NS
Error	33	434		

^{#1}: As Hypothesis of sphericity is rejected, adjustment of the degrees of freedom by Greenhouse-Geisser is used to validate F statistic.

^{#2}: Refer to Table 3.

時に高い場合程，低下率が大きであった。1年後の変化率を従属変数，開始時の値を共変数，グループ，出産回数（1または2回）を2因子とした分散，共分散分析の結果を表5に示す。1年後の変化率はN群-8.0%，M群-2.0%，C群+6.2%で，3群間の相違は有意で，3群相互間のいずれの多重比較も有意であった。1年半の骨密度変化率では3群間の有意差は認められなかった。また，1年および1年半における分析での共変数，1年半の分析における出産回数も有意であった。交互作用効果は両分析とも有意ではなかった。

Figure 3 Change rate in Stiffness observed across 2 years for each group of M, N and C. Bars represent SEs.



p1: Comparison among the three groups adjusted by parity and initial Stiffness. p2: Multiple comparison, refer to Table 5.

Group M: Lactating with increased dietary Ca intake.

Group N: Lactating without cow's milk and milk products.

Group C: Nonlactating postpartum women with cow's milk or milk products.

Subjects include parity of 1 and 2.

M群およびN群の各群内において，1年間の骨密度変化率と乳・乳製品摂取量およびCa摂取量と間にはいずれも有意な相関関係は認められなかった。

図4にH.P/cre 図5に尿中Ca/creについて開始以後2年までの各測定時期の平均値，標準誤差を各群別に示す。H.P/creは開始時，半年後ともM群ではN群に較べて有意に低く，M群はC群との相違は認められなかった。1年後においてもN群は幾分高かったがM群との有意差はみられず，以後はほぼ非産褥婦レベル⁵⁾となった。

Ca/creは，M群ではN群に比べ，開始時～1年半まで一貫して高く，1年時にはN群との相違は有意であった。また，M群はC群と較べて一定の相違はみられていない。なお，H.P/cre, Ca/creとも各時期の測定値の分布は若干，正に歪んでいたが，対数変換後に求めた平均値の変化の様相もこの場合とほとんど異ならなかった。

図6に血清BALP，図7に血清OSTの変化をM, C群について示す。血清BALPは，開始時にはM, C群いずれも高いが，半年後にはC群はほぼ非産褥婦レベル（平均56.3, SE=4.7）³⁾となったが，M群では1年後までさらに高くなり，C

Table 5 Result of two-way variance and covariance analysis. Subjects include parity of 1 and 2.

Source of variance	Dependent variable	d.f	Change rate [#] at 1 year		
			Mean square	F	P
Main effect: Group		2	778	11.3	0.000
Parity		1	150	2.17	NS
Interaction		2	56	0.82	NS
Covariate: Stiffness at initial		1	387	5.63	0.022
Error		43	69		

multiple comparison between groups		
M vs C		P=0.008
N vs C		P=0.000
M vs N		P=0.026

[#]: Difference of Stiffness from initial/Initial Stiffness

Figure 4 The change in mean (\pm SE) values of urinary hydroxyproline/creatinine (HP/cre) for lactating groups with an increased calcium intake (M), without cow's milk and milk products (N), and for non-lactating postpartum women (C).

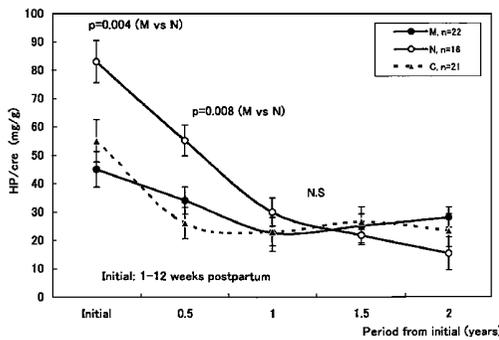


Figure 5 The change in mean (\pm SE) values of urinary calcium/creatinine (Ca/cre) for lactating groups with an increased calcium intake (M), without cow's milk and milk products (N), and for non-lactating postpartum women (C).

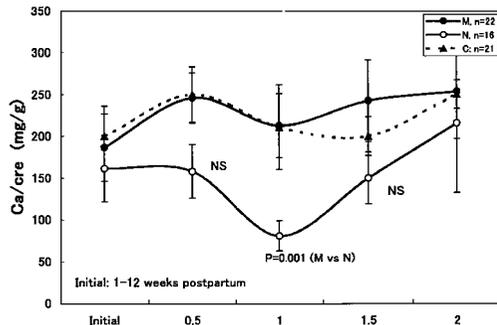


Figure 6 The change in mean (\pm SE) values of serum bone alkaline phosphatase (BALP) for lactating group with an increased calcium intake (M) and nonlactating postpartum group (C).

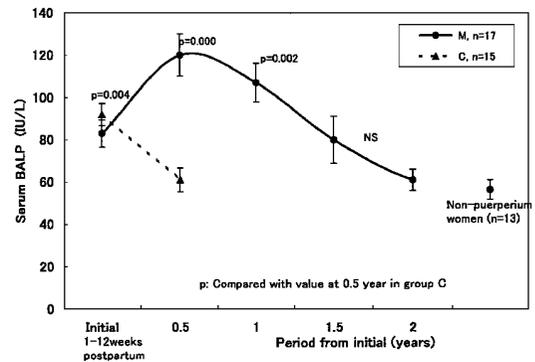
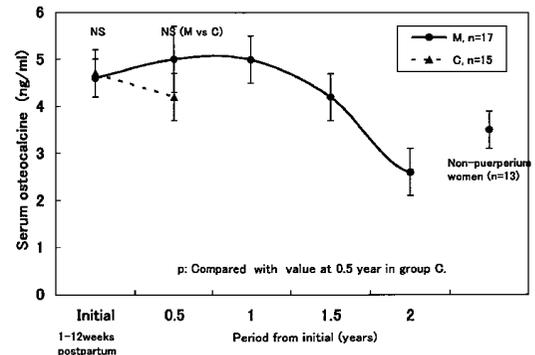


Figure 7 The change in mean (\pm SE) values of serum osteocalcin for lactating group with an increased calcium intake (M) and nonlactating postpartum group (C).



群（半年後の値）との差は高度に有意で、1年半以後に有意差はみられなくなった。血清 OST は、M 群では C 群（半年後の値）とは有意差はみられなかったが、非産褥婦の値（ $M=3.5$, $SE=0.4$ ）³⁾に較べると、開始時は M, C 群ともに高い傾向（ $P=0.08$ ）で、M 群ではさらに1年後まで高い傾向で、2年後には明らかに低下、非産褥婦レベルとなった。

IV 考 察

本研究で用いられた超音波骨密度装置は直接骨量を測定するものではないが、放射線被爆がないため、妊婦、授乳婦の骨密度測定に現時点では安心して利用できる唯一の方法である。本法で得られた骨密度指標は二重 X 線吸収法（DXA 法）により測定された大腿骨頸部や腰椎の骨密度と高い相関がみられること、踵骨骨密度を本法と DXA 法により測定した場合、両者間には高い相関がみられること、測定の精度が高いことなどの利点が報告されている^{7,8)}。

1. 骨密度変化、食事からの Ca 摂取量、骨代謝の相互関係

1年間の授乳後に骨密度は N 群では有意に低下（ -8.0% ）したのに対し、M 群では有意な低下は認められなかった。開始時の骨密度値および出産回数を考慮した場合も、1年後の M, N 群間の相違は有意であった。すなわち、長期授乳による骨密度変化の様相は、M 群では N 群とは異なり、骨密度の変化はみられないと言える。

食事からの Ca 摂取状況をみると、M 群では3日間の Ca 摂取量は、わが国の授乳婦の所要量に対して幾分少なかったが、乳・乳製品摂取量は1日600 mg の目標をほぼ達成しており、Ca 摂取量はほぼ充足しているとみなせる。一方、N 群では Ca 摂取量は測定されていないが、Ca 吸収率の高い乳・乳製品を授乳期間中にほとんど摂取していないことから、Ca 摂取量の不足が推測される。尿中 Ca/cre 値をみた場合も、1年後の値は N 群では M 群に較べて有意に低く、腎臓での Ca の再吸収亢進が示唆される⁶⁾結果であった。また、Ca 摂取の少ない授乳婦では Parathyroid Hormone (PTH) が上昇するとの報告があるが⁹⁾、M 群では PTH の上昇はみられていない¹⁰⁾などの所見を含めて考えると、N 群では Ca 摂取量が明ら

かに少ないと推測できる。

したがって、長期授乳婦の骨密度は授乳中の Ca 摂取量に依存し、Ca 摂取量が授乳に対して充足されていれば、長期間の授乳によっても骨密度への影響はみられないと言える。

ここで、C 群における出産後の骨密度上昇は、妊娠中の低下に対する修復の反応であると考えられ、M 群、すなわち授乳中には修復反応はみられないことを意味しており、この点で C 群との間に有意差がみられたと考えられる。

骨密度と骨代謝との関係について、M, N 群間の骨代謝状況を比較すると、骨吸収指標（H.P/cre）は N 群では初回、半年後いずれも M 群より有意に高く骨吸収が著しい。骨形成に関しては N 群については不明であるが、M 群では開始時すなわち産褥早期から1年間骨形成指標（BALP）は C 群（非授乳群）に較べて有意に高く、OST も1年半までは高い傾向があるため骨形成が亢進していると考えられる。

すなわち、授乳婦では骨形成が亢進しており、食事からの Ca 摂取が授乳に対して充足している場合は長期間の授乳でも骨密度への影響はみられない。しかし、Ca 摂取が不足している場合には授乳中の骨吸収が著しい反面、骨形成がなされずに骨密度低下となると考えられる。

乳・乳製品摂取量、Ca 摂取量いずれも M 群内において個人差は大きかったが、M 群内ではそれらの値と骨密度変化率間には、いずれも相関関係はみられなかったことから、両者間に直線的な関係があるのではなく、一定レベル以上であれば骨密度は保持できると考えられる。

授乳婦の骨密度変化に対する Ca 栄養の影響について、長期授乳に関する報告はほとんど見受けられないが、4か月間以上の授乳に対して、Chan GM ら⁹⁾は皮質骨の多い撓骨遠位部について、1日1,600 mg 以上の高 Ca 食を与えた介入研究で骨量減少はみられず、対照群との間に相違があったことを報告している。一方、Crebs NF¹¹⁾は授乳の必要量とほぼ見合った1日1,500 mg の Ca を摂取した婦人で、授乳の3か月後には脊椎骨骨密度が有意にさがったことを認めているが、その後変化はなく、離乳後回復したことを報告している。本授乳婦 M 群でも同様に半年後に若干の低下を認めており、授乳の初期には授乳に対す

る不適応により骨吸収が骨形成を優先すると考えられ、本結果と矛盾するものではない。

本研究では授乳群の対象者数は必ずしも充分とは言えない。そもそも1年間以上の長期授乳者は比較的少ないこと、出産後の育児に多忙な時期に食事内容の詳細な記録を行うことは授乳婦にとってかなり負担となること、外出しにくい状況にあることなどが原因で協力者が得られにくい。また、継続期間中の再妊娠等により最終的には対象者がさらに少なくなったものである。本研究の対象者は出産後早期の育児、授乳という特殊な生活状況にあり、一般的な対象者に較べると、骨密度に影響を与えるような生活要因の個人差は比較的小さいと考えられる。先に引用した Chan GM ら⁹⁾、Crebs NF ら¹¹⁾の研究における授乳婦の対象者数もそれぞれ21、26人と本研究の場合と大きな相違はない。本研究では授乳群とほぼ同数の対照群を設けており、また、得られた知見は骨代謝指標とも関連していることから結論は信頼できると考えられる。

開始時の骨密度値と1年後の変化率間には有意の負相関がみられ、共分散分析でも開始時の骨密度効果は有意であった。すなわち、開始時に骨密度の高い者程、授乳により骨密度が低下する傾向がある。著者らは授乳婦の骨密度と母乳中のCa濃度間に正相関を認めている¹²⁾。これらの所見は骨密度が高い場合は母乳への補填が充分になされるが、低い場合には補填が充分ではなく、母乳のCa濃度が低くなることを示唆しており、このような状況での授乳では乳児の発育に影響することも考えられる。したがって、授乳中の低骨密度状態は児のために好ましくないと言える。

骨代謝の観点からみると、授乳中には骨形成が亢進していることから、この時期は逆に当人の骨密度ポテンシャルを高め得る好機となるとも考えられ、授乳期間中のCa摂取はこの意味からも重要となろう。

2. N群における離乳後の回復

N群の場合、離乳後半年以内に急上昇がみられ、測定開始時にStiffnessが80以下の比較的低い者では、ほとんどが開始時より高くなっており、低下の著しい者ほど上昇の程度は高い。これは、本研究の初回の骨密度測定時期はすでに授乳が開始されていたことから、当人の授乳開始時の値は

初回の骨密度値よりさらに高いことが推測され、そのためにほとんどが測定開始時以上になったものと考えられる。

著者らは短期授乳の場合、平均的には離乳後半年で回復することを認めている¹³⁾。今回は測定開始時期が授乳開始時期と一致していないため確定的ではないが、長期授乳の場合、第1子すなわち開始時の骨密度値が比較的高い場合には回復までに離乳後1年、第2子すなわち開始時に比較的低い場合は離乳後半年と短期授乳の場合とほぼ同じく早期に回復すると言える。

授乳による低下の著しい者ほど急激な上昇がみられたことは、骨密度の極端な低下が刺激となって骨形成が急激に活性化され、骨密度のCatch-up現象がみられたと考えられる。

しかし、対象者の中には、その後もさらに離乳後3~4年まで緩やかな上昇傾向がみられる者もあり¹⁰⁾、授乳開始時の、あるいはさらに妊娠前までの完全な回復には、離乳後3~4年かかる者もいる。したがって、極端な骨密度の低下は母体にとって好ましいことではない。

本研究は文部科学省科学研究費（基盤研究C、課題番号11680131、平成11~13年、基盤研究B、課題番号14380044、平成14~17年）の補助によるものである。本論文要旨は第62回日本公衆衛生学会（京都）、第20回国際家政学会（京都）で発表した。

（受付 2003. 9.18）
（採用 2004. 9.14）

文 献

- 1) 米山京子, 池田順子, 寺本好弘. 授乳婦の骨密度に及ぼす授乳と食生活の影響—前向き研究. 母性衛生 1999; 40: 473-481.
- 2) 山本逸雄, 森田陸司. 超音波方式による骨粗鬆症の診断. 病態生理 1995; 14: 444-448.
- 3) 米山京子, 池田順子. 妊娠中の母体の骨密度変化および骨密度と胎児発育との関係. 日本公衛誌 2000; 47: 661-669.
- 4) Behr W, Barnert J. Quantification of bone alkaline phosphatase in serum by precipitation with wheatgrm lectin: A simplified method and its clinical plauibility. Clin Chem 1984; 32: 1960-1966.
- 5) 汐井 淳, 西沢良記. オステオカルシン. medicina 1994; 31: 432-433.
- 6) Kent GN, Price RI, Gutteridge DH, et al. Human lactation: Forearm trabecular bone loss, increased bone

- turnover, and renal conservation of calcium and inorganic phosphate with recovery of bone mass following weaning. *J. Bone Min Res*, 1990; 5: 361-369.
- 7) 山崎 薫, 串田一博, 大村亮宏, 他. 超音波骨量測定装置 (Achilles) の使用経験—測定精度と有用性の検討—. *Therapeutic Research* 1992; 13: 585-593.
- 8) 游逸明, 山本逸雄, 高田政彦, 他. 超音波法を用いた骨量評価法について—踵骨超音波測定装置 Achilles の使用経験—. *Therapeutic Research* 1992; 13: 3899-3907.
- 9) Chan GM, McMurry MS, Westover K, et al. Effects of increased dietary calcium intake upon the calcium and bone mineral status of lactating adolescent and adult women. *Am J. Clin Nutr*, 1987; 46: 319-323.
- 10) 米山京子, 池田順子. 断乳後の骨密度回復およびそれに及ぼす乳・乳製品摂取の影響—介入研究. 牛乳栄養学術研究会委託研究報告書, 平成13年度, 2002: 81-100.
- 11) Crebs NF, Reidinger CJ, Robertson AD, et al. Bone mineral density changes during lactation; maternal, dietary, and biochemical correlates. *Am J Clin Nutr*, 1997; 65: 1738-1746.
- 12) 米山京子, 池田順子. 妊娠中および授乳期の栄養状況が母乳成分へ及ぼす影響. *小児保健研究*, 2003; 62: 331-340.
- 13) 米山京子, 池田順子. 妊娠および授乳後の骨密度の回復に関する縦断研究. *日本公衛誌* 2002; 49: 507-515.
-

THE EFFECTS OF INCREASED DIETARY CALCIUM INTAKE ON BONE MINERAL DENSITY IN LONG-TERM LACTATING WOMEN, AND RECOVERY OF BONE LOSS CAUSED BY LONG-TERM LACTATION WITH LOW CALCIUM DIET

Kyoko YONEYAMA* and Junko IKEDA^{2*}

Key words : calcium intake, long-term lactation, bone mineral density, maternal diet, ultrasound bone densitometry

Objectives The purpose of this study was to examine the efficacy of an increased calcium (Ca) diet for preventing bone mineral loss in long-term lactating women, considering bone metabolism, and recovery of bone loss caused by long-term lactation with low dietary Ca intake.

Subjects and Methods Two groups of long-term (> 12 mon.) lactating women...one with an enhanced Ca intake (Group M, n = 22) and the other with diet feeding no cow's milk and no milk products (Group N, n = 16)...and a control group of 21 non-lactating postpartum women (Group C) were studied. Bone mineral density (BMD) was measured by ultrasonic bone densitometry. Stiffness calculated from the combined value of speed of sound and broadband ultrasound attenuation was used as an index of BMD. BMD and bone metabolic markers in urine and serum (only M and C groups) were assessed from 1~12 weeks postpartum (initial) at six-month intervals for a maximum of two years and changes were compared among the groups.

Results

1. The mean (\pm SD) dietary Ca intake was 1032(209)mg/day in the M group.
2. After lactating for one year, the N group demonstrated significant decrease in BMD, with both 1 and 2 babies, whereas the M group had no significant change.
3. The BMD in the N group returned to initial levels at 0.5~1 year post-weaning,
4. In the N group, compared with the M group, the urinary Hydroxyproline/creatinine ratio was significantly higher at the initial measurement and half a year thereafter, while urinary Ca/creatinine ratio was significantly lower after a year. However, there were no significant differences between the M and C groups.
5. Serum bone alkaline phosphatase was significantly higher in the M group compared with the C group.

Conclusions Bone loss during long-term lactation can be prevented with adequate dietary Ca intake. Once lost, recovery to initial levels occurs 0.5~1 year post-weaning.

* Nara University of Education

^{2*} Kyoto Bunkyo College