

骨粗鬆症予防のための運動と栄養

辻学園 広田孝子
(共同研究者) 同 真砂江美
同 松下正子
同 山田喜八
大阪大学 広田憲二

Physical Activity and Diet for the Prevention of Osteoporosis

by

Takako Hirota, Emi Manago, Masako Matsushita, Kihachi Yamada
Research Laboratory, Tsuji Academy of Nutrition and Cooking

Kenji Hirota

Department of Obstetrics & Gynecology, Osaka University Medical School

ABSTRACT

Osteoporosis is one of the most common chronic disease in Japan and the second cause of disablement from standing. It is a condition in which bone mass decreases by aging, causing bones to be more susceptible to fractures. There is no other way to cure osteoporosis than the prevention so far. Therefore, peak bone mass in young age is important and should be high as much as possible to prevent osteoporosis.

We have measured peak bone mass in healthy young women and examined some related factors to the increase of the bone in their life styles. Forearm bone density of 76 healthy female students from 19 to 24 years old were measured by single photon absorptiometry method and their physical activities, nutritional status, past fractures and other physical conditions were observed.

Sixteen percent of the total have low bone density as below 85% of the mean value, which is similar to the 50~60 years old. Much more

students with the low bone density dislike sports than those with high bone density above 115% of the mean. Their past physical exercise in high school age had been as little as half of those with the high bone density. Calcium intake in those with the low bone density was about 380 mg/day and 63% of the RDA (600 mg/day), while those with the high bone density were almost similar to the RDA. More students with the low bone density did not drink milk in their childhood and had artificial feeding in their baby-hood.

Thus we suggest here such risk factors of osteoporosis as physical exercise, calcium intake and milk feeding from the very young should be taken into consideration and low bone mass should be improved from early stage of life in order to prevent osteoporosis in the old age.

要 旨

高齢化社会に備え、高齢者、特に女性において最も多い疾患と考えられる骨粗鬆症に対する予防法を検討した。骨粗鬆症は骨密度の減少によるもので、加齢とともにその発症頻度は高くなる。われわれは若年時からの高い骨密度維持が重要であると考え、わが国では未調査であった若年者の骨密度の現状を把握し、高骨密度を得るためのライフスタイル（運動、栄養等）を検討した。その結果、19～24歳の女性のうち、骨密度がその平均値の85%に満たない者が16%おり、この骨密度値は50～60歳代の女性の平均値に相当するものである。骨密度の低い者において、①運動嫌い ②運動歴が少ない ③カルシウム摂取量が少ない ④子供の頃に牛乳を飲んでいない ⑤乳児期に人工栄養で育っている等の者が多かった。

これらのことから、成長期の運動、栄養状態が成人期の骨密度に影響を及ぼす可能性が示唆された。また、低骨密度者に、運動と栄養の改善の指導を試みたところ、骨密度の増加が観察され、骨粗鬆症の予防における若年時からの運動、栄養の

重要性が示唆された。

緒 言

高齢者における健康維持は、急速な高齢化社会の到来と共に、ますます重要な社会問題となってくる。特に加齢現象のひとつとさえ考えられ、最多の慢性疾患である骨粗鬆症は、骨折そして寝たきり、痴呆になるケースが多く¹⁾、現在、都市部では、寝たきり老人の1～2番目に多い原因としてあげられている。医療面のみならず、深刻な社会的様相を呈す骨粗鬆症は、早急に解決しなければならない重大な課題であろう。

骨粗鬆症とは、骨の化学的組成に変化はみられないものの、骨密度が減少する疾患で、骨の断面が粗く、鬆がはいったようになる。しかし、骨密度の減少は、外からは判定しにくく、徐々におこる脊椎の圧迫骨折などは、痛みをあまりともなわないことから見すごされることも多い。高齢者における腰や背の変形、身長低下は、骨粗鬆症によるものが多い。しかし、骨粗鬆症になってからでは有効な治療法がないのが現状である。そこで骨粗鬆症にならないように予防方法を研究するこ

とが現時点における主要課題であろう。

これまでの研究により、骨粗鬆症の危険因子として、①女性ホルモン ②栄養 ③運動 ④加齢等があげられている²⁻⁴⁾。しかし、これらの報告のほとんどは、高齢者を対象とした結果によるものであり、骨粗鬆症の予防面からの若年者における研究はほとんどない。そこでわれわれは、若年時からの骨粗鬆症の予防法を検討すべく、若年時のライフスタイル（運動、栄養等）と骨量との関係を観察、検討した。またこれらのライフスタイルを改善することにより、骨量の改善がみられるのかどうかについても検討した。

方 法

19～24歳の女子学生76名を対象とし、現在および過去にわたる運動嗜好、運動歴、栄養摂取状況、骨折歴およびその他の身体状況をアンケートにより調査した。

栄養摂取量は、国民栄養調査の方法に準じ、平日1日分の摂取食品と数量を記録し、四訂食品成分表を用いて計算した。肥満度はBroca桂変法の標準体重より求めた。骨密度の測定は、Single photon absorptiometry法（Bone Density Scanner 1100 A, Mols Goard Medical社製）により、前腕橈骨および尺骨の近位部と遠位部の2カ所を測定し、骨粗鬆症と関連の深い、代謝速度が早く海綿骨の多い遠位部の骨密度をもって、比較、検討した⁵⁾。骨密度は、骨量 (g/cm) (Bone mineral content, BMC) を骨幅 (cm) (Bone width, BW) で除し (g/cm²) さらに軟部組織の測定誤差で補正したコンピュータ単位 (BMC/BW) として表した。また、図表中求められた数値はすべて平均値±標準偏差で表した。

結 果

1. 各年代における骨密度

各年代240名の女性の前腕橈骨および尺骨の近位部と遠位部の骨密度を図1に示す。30～40歳代にピークを示し、これ以後年齢とともに減少する。骨密度の減少と骨粗鬆症の増加とはほぼ一致する。そして、65歳以上の女性の約1/3に骨粗鬆症がみられると推定される⁶⁾。

2. 若年女子における骨密度

健康な独身若年女子76名（19～24歳）を対象とし、前腕部の骨密度を測定した。骨密度 (BMC/BW) の平均値は、1.06 ± 0.15 となり、この平均値の±15%値により4群に分類した（表1）。骨密度が平均値以上の者は54%を占め、平均値の85%以下の者は16%を占めた。図1に示した

表1 Characteristics of Subjects

Number	76	
Sex	Female	
Age	19—24 (19.9 ± 1.0)	
Occupation	Student	
Bone mineral content (1.06 ± 0.15)	% of mean	No. of student
	≤ 85	12 (16%)
	85 ~ 100	23 (30%)
	101 ~ 115	35 (46%)
	≥ 115	6 (8%)

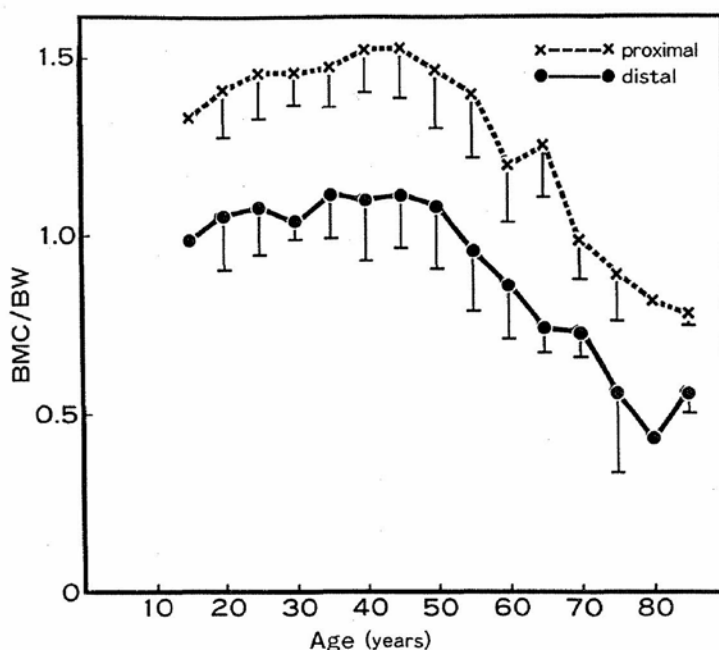


図1 Bone Mineral Content in Japanese Women

ように、平均値の85%以下の者は、50～60歳代の骨密度の平均値とほぼ等しい。

3. 体格と骨密度

骨密度と身長、体重および肥満度とを比較した(図2)。骨密度は身長とやや相関している傾向が

みられるものの、体重や肥満度との相関はみられなかった。むしろ骨密度の低い群(≤85%)に、やや高めの肥満度がみられた。

4. 運動と骨密度

現在の運動量について調査したが、対象者はす

べて学生であり、また、学校以外で定期的運動をしている者も少なく、骨密度と現在の運動量との相関はみられなかった。しかし運動の嗜好を調査したところ、骨密度の低い者程、運動嫌いが多かった(図3)。

過去(中・高校時代)における運動歴については、クラブ活動等で定期的(週3回以上)に継続していた運動年数は、骨

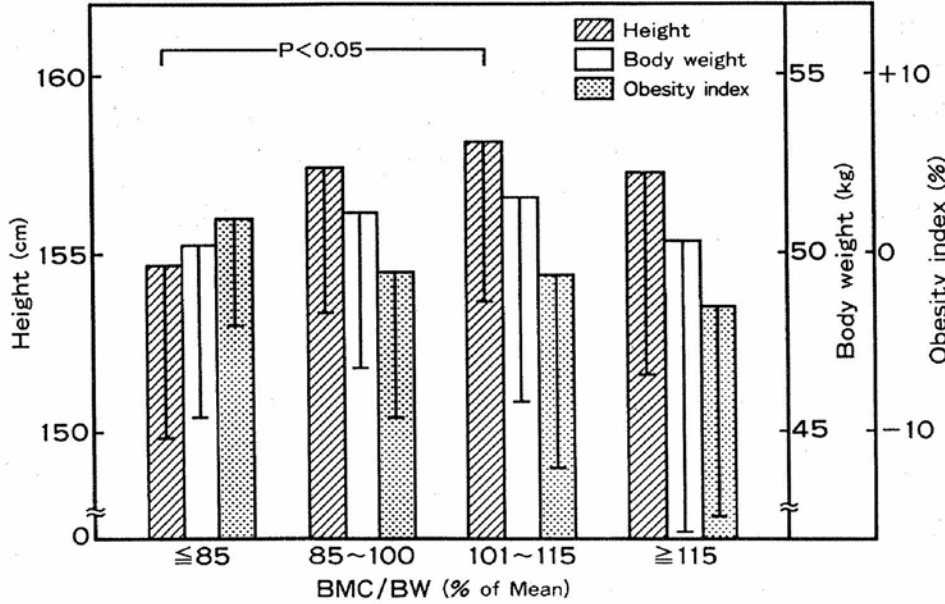


図2 Height, Weight and Bone Mineral Content

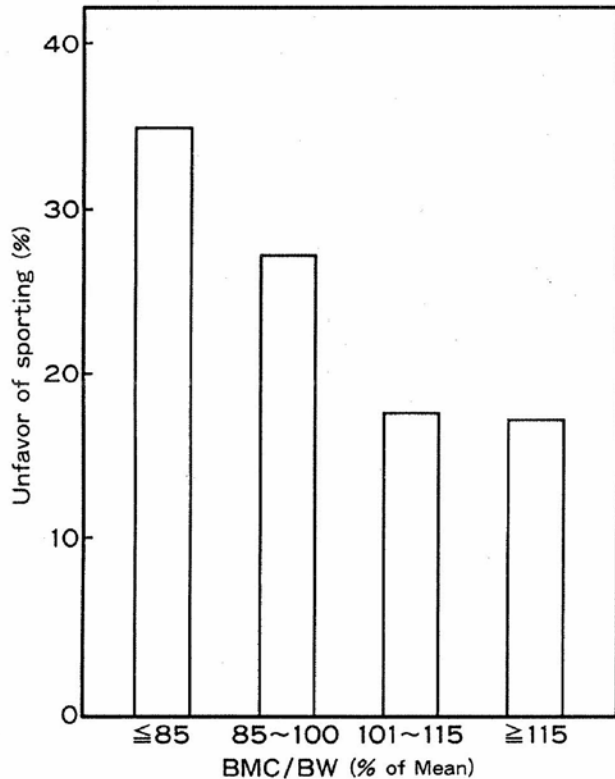


図3 Unfavor of Sporting and Bone Mineral Content

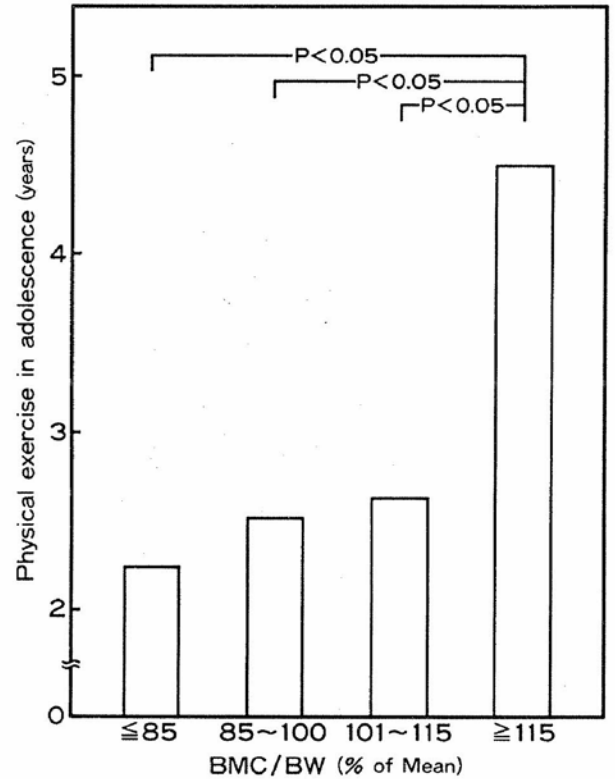


図4 Past Physical Exercise and Bone Mineral Content

密度の低い群 ($\leq 85\%$) では、 2.3 ± 1.9 年と少なく、骨密度の高い群 ($\geq 115\%$) では 4.5 ± 1.4 年と有意な差がみられた (図4)。

5. 栄養と骨密度

若年女子におけるカルシウムの1日の摂取量を調査すると、カルシウム摂取量は骨密度に比例して増加する (図5)。骨密度の低い群 ($\leq 85\%$) においては、1日の平均カルシウム摂取量は 379 ± 200 mgと低く、厚生省の定める所要量 600 mg/日に 221 mg/日不足している。また、蛋白質摂取量においても、骨密度との相関がみられた (図6)。

過去におけるカルシウム摂取量の判定として、学童期における牛乳摂取の調査を行った。骨密度の低い群 ($\leq 85\%$) において、子供の頃牛乳をほとんど飲まなかった者が 42% を占め、他の群に比べ有意に高い (図7)。さらに、一生を通じ骨成長が最も著しい時期である乳児期における栄養状態は、骨密度の低い群 ($\leq 85\%$) に母乳栄養で育った者が少ない。 58% の者が人工乳または混合

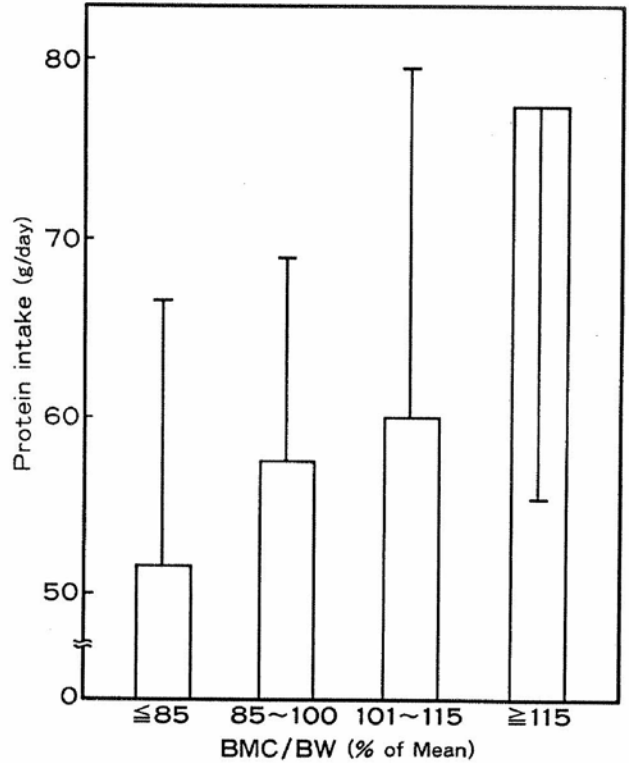


図6 Protein Intake and Bone Mineral Content

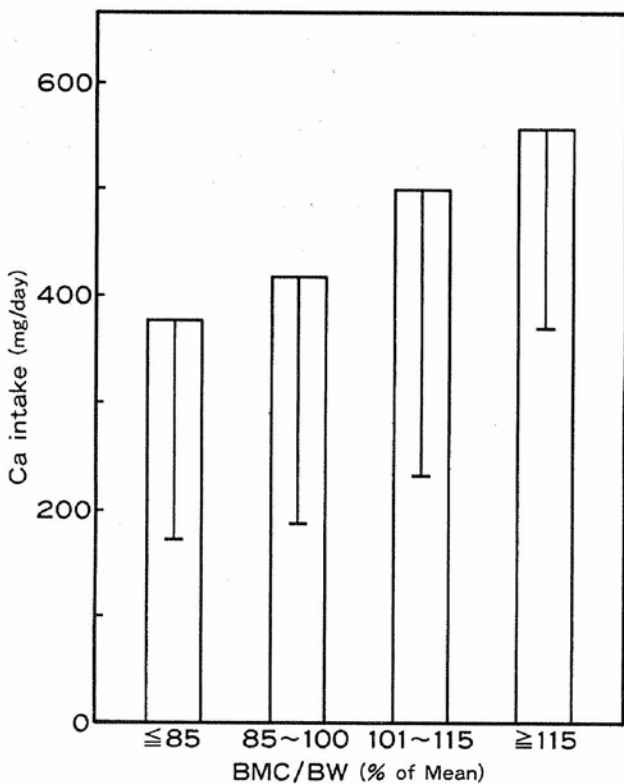


図5 Calcium Intake and Bone Mineral Content

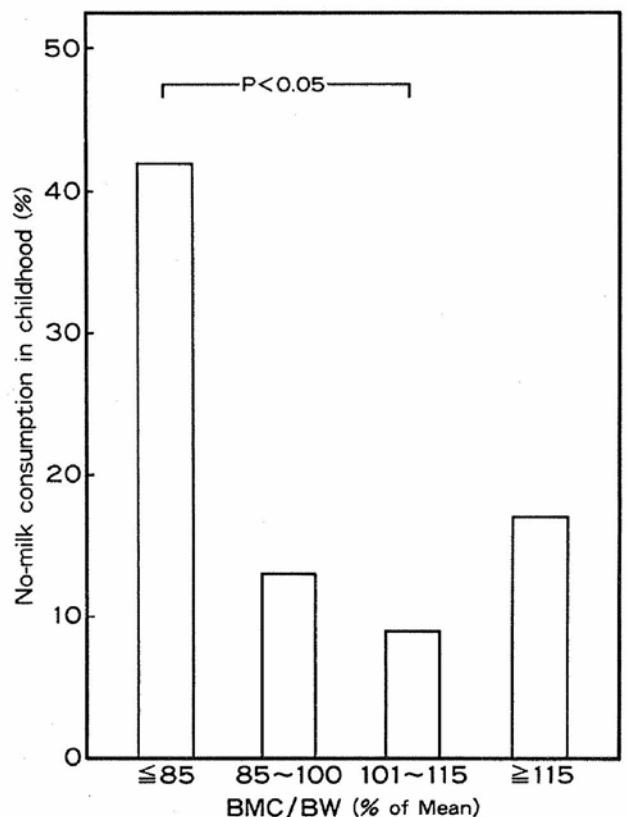


図7 Milk Consumption in Childhood and Bone Mineral Content

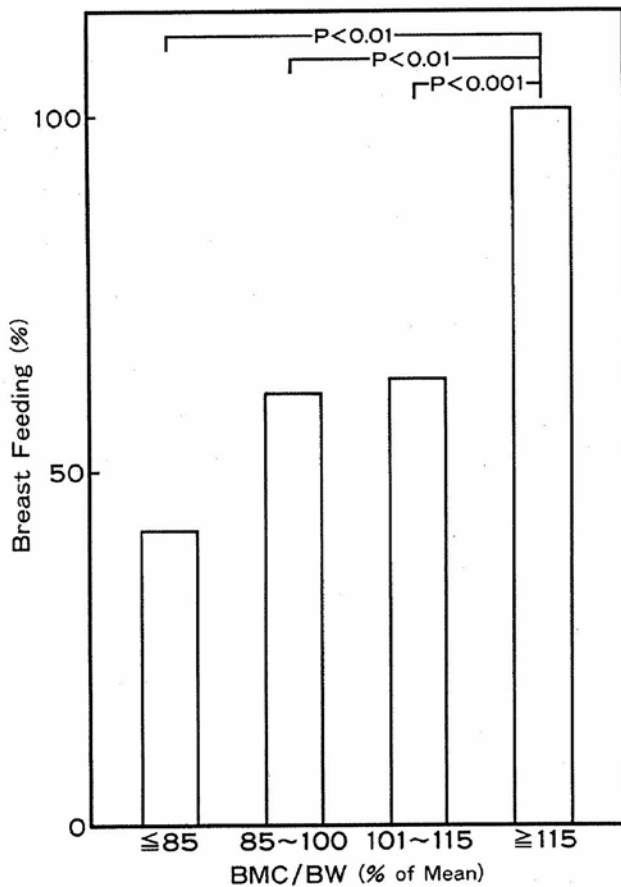


図8 Breast Feeding and Bone Mineral Content

栄養で育っていた(図8)。骨密度に比例して母乳率が上昇している。

6. 骨折歴と骨密度

これまでの骨折経験の有無について調べたところ、骨密度の高い群(≥115%)において骨折経験者が多く、骨密度の低い群(≤85%)がこれについて多い(図9)。ところが図3、4にも示したように、骨密度の高い群では運動嗜好が強く、運動歴も長いので、激しい運動中の骨折頻度も高くなる。そこで、これら骨折経験の中から、激しい運動中のやむを得ずおこった骨折と、そうでない骨折とに分類した(図9)。

骨密度の高い群では、骨折のほとんどが激しい運動中におこったものであるが、骨密度の低い群(≤85%)における骨折のほとんどは、運動中ではなく、日常生活中におこっていた。

7. 運動および栄養指導と骨密度の変化

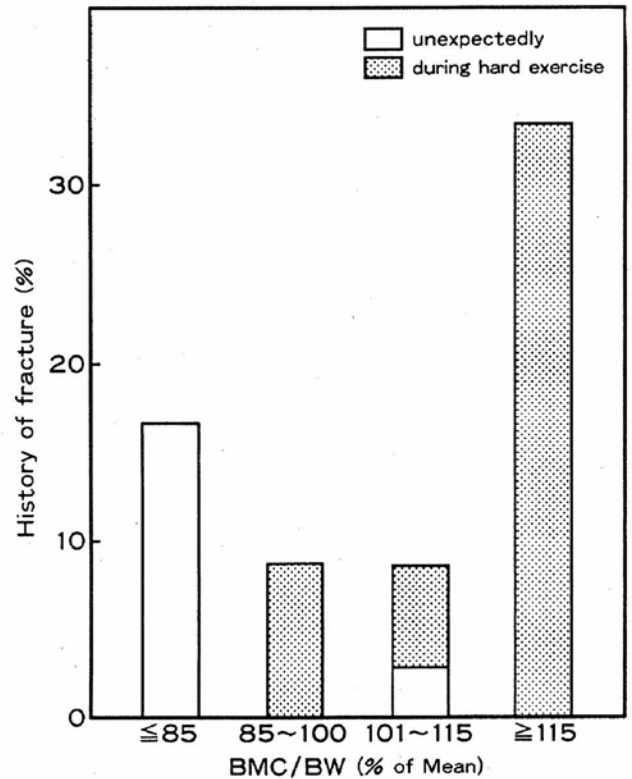


図9 Fracture and Bone Mineral Content

以上の結果から、明らかな運動不足、カルシウム栄養不足が認められた者に対して、積極的な運動の励行、カルシウム摂取量の増加を指導した。具体的に各個人の毎日続けうる運動量(約50~100kcal/日)の増加(例えば、通学時における歩行時間の増加、階段の昇降の奨励、スイミングの実行等)を指導した。また、カルシウム栄養に関しては、各人が150~200mg/日のカルシウム摂取量の増加を牛乳・乳製品よりおこなうよう指導した。6~9カ月後、骨密度を再び測定できた7

表2 Change of Bone Mineral Content after Personal Guidance

Subject (Age)	BMC/BW		
	before guidance	after guidance	increase (%)
Y. F. (19)	0.99	1.12	+13.1
M. Y. (19)	0.77	0.81	+ 5.2
F. H. (21)	0.68	0.71	+ 4.4
M. I. (19)	0.92	0.87	- 5.4
M. K. (19)	0.85	0.93	+ 9.4
Y. A. (19)	0.83	0.99	+19.3
M. M. (30)	0.79	0.89	+12.7

名のうち、6名において骨密度の増加がみられた(表2)。

その他、骨密度と相関していると考えられている飲酒、喫煙歴、日照射時間は^{7,8)}、若年女子においては、骨密度とは相関がみられなかった。また、女性ホルモン動態を反映する月経不順を調査したが、低骨密度との相関は認められなかった。

考 察

これまでの骨粗鬆症に関する研究は、ほとんどが骨粗鬆症治療の観点からであり、対象者が更年期の女性または高齢者に限定されていた。現在の治療法では、骨粗鬆症患者の骨量を増加させるのは困難であり、また、高齢者の多数が罹患するような疾患に対する治療は、医療コストの面からみても非効率であると考えられる。そこで骨粗鬆症の解決法として、早期に骨量の低下した若年者を見出し、そのリスクファクターを除くことが重要と思われる。

まず、若年者の骨量の現状を把握し、これらに影響している因子を見出し、分析する。そして、若年時に骨量を十分に貯えうるライフスタイルを検討する。そうすることにより加齢とともに起こる骨密度の低下を少なくし骨粗鬆症を積極的に予防しようというものである。

われわれは、若年者における骨密度の測定を行ったが、平均値の85%に満たない者が16%もいた。この骨密度は、50～60歳代の骨密度に匹敵し、これから妊娠・授乳期を迎え、体内でのカルシウム消費量が増大する若年女子にとって、かなり憂慮すべき現状と思われる(表1, 図1)¹⁰⁾。しかし、今回のこれらのデータが客観的にみてどうであるかは、これまでの比較すべきデータがほとんどないので議論できない。

子供の骨折が増加していることが数年前より指摘され、この原因がしばしば問題になってはいたが、解答の得られないまま現在に至っている。こ

の骨折増加と今回測定した若者達の骨密度低下との関連性については、今後の調査、研究をまたなければならない。ただ、骨密度の低い群において激しい運動中でもないのに骨折したケースが17%もあったことは(図9)、これらの骨折増加と低骨密度との関係を示唆しているのかもしれない。

B. E. Nordin らは、500名の健常な女性の骨折調査により、いかなる年齢においても骨密度の低い人に骨折がおきやすいことを指摘している¹⁰⁾。

体格と骨密度が相関していることがしばしば報告されているが⁷⁾、今回の若年者を対象にした結果では、体格との相関はあまり見出されない。高齢者における単位面積当たりの重力の加重は、骨密度に影響するようであるが、成長期が終わったばかりの若年者においては、体格よりもむしろ他の生活因子の方が骨密度に対する影響が大きいように思われる。

20歳前後の若者達の骨密度に大きく影響を与えていたのは、成長期の運動状況とカルシウム栄養のようである(図3～8)。一般的に骨密度は、20～30歳代をピークとして、それ以後減少する(図1)。彼女らの骨密度が今後大幅に増加するとは考えにくい。しかし成長期には、運動と栄養により骨形成が盛んにおこり、この時、骨密度の充実がはかられ、成人に至ってピークとなる。そしてこの若年時の最大骨量が高ければ高い程、加齢とともに起こる骨減少を押えることができるのではないか。図7に示されているように、骨密度の低い者に、子供の頃牛乳をほとんど飲まなかった者が高い割合でいることは興味深い。対象者のほとんどが学校給食をうけていて、毎日牛乳が必ず供されているにもかかわらず、牛乳嫌いのため飲まずに残していたようである。

また、図8に示されているように、乳児期の栄養状態と成人期の骨密度が相関しているデータも興味深い。乳児期の骨成長は、一生の中で最も

著しいことを認識しなければならない。身長は、この時期に1.5倍にもなるからである。この最も急速な骨成長期における栄養状態が成人期の骨密度にどのようにして影響を与えているか、さらに検討しなければならない課題であろう。現在考えられることは、人乳中におけるIGF, TGFなどのGrowth factorが乳児の骨形成に重要な影響を与えているのかもしれない、または、当時の人工乳の何らかの影響によるものか等、推測されるが、今後の研究を待たなければならない。

骨密度の低い者に対し、運動と栄養の指導を行った時、少しではあるが骨密度の改善がみられたケースが多い(表2)。骨密度の改善は、あらゆる年代にみられるものかどうか、今後検討せねばならないが、若年時における運動や栄養等のライフスタイルの改善により、骨密度が増加できるのであれば、骨粗鬆症を予防できるという可能性が十分ある。したがって、若い時から、骨粗鬆症のハイリスクグループをスクリーニングし、骨密度を測定、運動と栄養の改善を指導すれば、高齢期における骨粗鬆症の発症をかなり予防できるのではないかと考える。

骨粗鬆症の予防には、運動と栄養のどちらが効果的で、どちらを優先させるべきかということに対しては、栄養—骨成分の摂取、運動—骨へのカルシウム沈着、というどちらも切り離せない関係にあるように思われる。ただ対象者により運動または栄養のどちらかが極度に不足していて骨密度が低い場合は、不足している方を強調して指導し

ているものの、運動と栄養は、いつの場合も切り離すことができないのではないかと考える。

結 語

これまで老人性の疾患としてしか認識されなかった骨粗鬆症に対して、今回われわれは、健全な若年者からのアプローチを試み、予防医学的観点から骨粗鬆症を検討した。そして日常生活における運動と栄養の重要性を再び認識した。骨粗鬆症のみならず、有効な治療法の見出されない慢性疾患に対して、予防的立場から、より一層積極的な健康づくりをすすめたいものである。

文 献

- 1) 杉浦昌也; 日老医誌, 22, 510 (1985)
- 2) Holbrook, T. L., Barrett-Connor, E., Wingard, D. L.; *Lancet*, 1046 (1988)
- 3) Mach, P. B., Lachance, P. A., Vose, G. P., Vogt, F. B.; *Amer. J. Roent.*, 100, 503 (1967)
- 4) Richelson, L. S. et al.; *N. Engl. J. Med.*, 311, 1273 (1984)
- 5) Smith, M. D., Johnston, C. C., Jr., Yu, P.; *JAMA*, 219, 325 (1972)
- 6) 井上哲郎; 治療学, 10, 188 (1983)
- 7) Seeman, E., Melton, L. J. III, O'Fallon, W. M. et al.; *Am. J. Med.*, 75, 977 (1983)
- 8) Slovik, D. M., Adams, J. S., Neer, R. M. et al.; *N. Engl. J. Med.*, 305, 372 (1981)
- 9) 広田憲二, 谷澤 修, 広田孝子; 臨床栄養, 74, 627 (1989)
- 10) Nordin, B. E. C.; The osteoporotic syndrome. Detection, prevention, and treatment (edited by Avioli, L. V.), Grune & Stratton, New York, 13, (1983)