

長崎国際大学生における食生活の現状と骨密度の関係

金子 一郎・舟 森 美里・黒 田 育代・前 田 衣美子
 川 内 美樹・岡 本 美紀・磯 部 七絵・熊 井 まどか
 滝 本 圭子・西 田 江里・榎 屋 由喜子・水 江 文 香
 高 橋 史 江・岩 堀 修明・小 林 秀 光・榊 原 隆 三
 長 岡 寛 明・野 村 秀 一・山 本 孝 史
 竹 本 泰一郎・眞 鍋 祐 之

要 旨

日本人はカルシウムの摂取量が慢性的に不足していることから、骨粗鬆症、骨軟化症、さらにくる病などの骨関連疾患が大きな問題となっている。一方で、その予防には食生活が重要な要因であると認識されている。そこで今回、大学生の生活状況を調査するため、骨形成に關する栄養素に注目し、長崎国際大学健康管理学部健康栄養学科で実施されている「健康栄養調査プロジェクト」の結果を解析した。男子学生のカルシウム (Ca) 摂取量は、目標量 (650mg/日) をほぼ満たす量 (647±79mg/日) であったが、女子学生の Ca 摂取量 (480±11mg/日) は目標量 (600mg/日) の80%と不足していた。食品群別にみると、女子学生においてミネラル分が豊富な海藻類、小魚の摂取頻度が少なく、このことが女子学生でみられた Ca 摂取不足の主たる原因と考えられた。また、牛乳の摂取頻度が週7回以上の群は、7回未満の群に比べ骨密度の高い傾向がみられ、このことから若年期においても牛乳の摂取頻度が骨密度に影響している可能性が示唆された。

キーワード

健康栄養調査プロジェクト、食物頻度調査、牛乳、骨密度

序 論

近年、骨疾患が世界的に大きな問題になっており、中でもわが国では、1,000万人を超える骨粗鬆症患者が存在する。さらにこの傾向は社会の高齢化に伴い急速に加速され、その予防・治療法の確立が重要な課題になっている。骨はコラーゲンなどのタンパク質にカルシウム (Ca) とリン (Pi) から構成されるハイドロキシアパタイトが沈着し石灰化することで形成される。骨密度は男女共に20歳前後で最大骨量に達し、その後男性は緩やかに減少する。一方女性では、50歳前後までは緩やかに減少した後、閉経後のエストロゲン分泌の減少により、大きく低下する。骨粗鬆症の予防には、最大骨量の獲

得、骨密度の維持が重要な役割を果たし、成長期にできるだけ多くの骨量を獲得することが重要であり、その充実度は食生活や運動などの生活習慣によって大きく左右されている。摂取栄養素の中でも、Ca、Pi、ビタミンD (VD) をはじめ、主にビタミン K (VK)²⁾、ビタミン B₁₂ (VB₁₂)³⁾、ビタミン A (VA)⁴⁾ 及びマグネシウム (Mg)⁵⁾ が骨代謝に關係することが明らかになっているが、どのような機序で作用するか不明な点が多い。

長崎国際大学健康管理学部健康栄養学科では、これまで「健康栄養調査プロジェクト」が実施されており⁷⁾、今回、若年期における食事摂取と骨密度の關係について調査するため、健

健康栄養調査プロジェクトの結果から得られた大学生の食習慣と骨密度に注目し、検討を加えた。

方 法

健康栄養調査プロジェクト

長崎国際大学健康管理学部健康栄養学科「健康栄養調査プロジェクト」は、平成14年4月の本学健康管理学部健康栄養学科の新設に伴い、健康栄養学科学生個人の健康管理、また管理栄養士を目指す学生として実践活動による技術の修得とその向上を目的として毎年実施している⁷⁾。本年度は、4学年合計328名(男子学生43名、女子学生285名)を対象に身体測定、食生活状況調査、食物摂取頻度調査、24時間思い出し食事調査及び血液生化学検査を行った。

食物摂取頻度調査とその解析

食物摂取頻度調査は、1週間の食物摂取量と摂取頻度をアンケート形式で調査し、栄養素摂取量・食品群別摂取量を推定するものである。調査結果は、食物摂取頻度調査ソフト FFQg (Food Frequency Questionnaire Based on Food Groups) エクセル栄養君(建帛社、東京)を用いて解析した。

骨密度の評価

本学科3年生(2期生)80名(男子学生8名、女子学生72名)については、「健康栄養調査プ

表1 身長、体重、BMI¹⁾の状況

	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI
男子学生	171.2±5.2 ²⁾ (171.6±7.7)	63.7±12.2 (64.0±12.2)	21.7±3.8 (21.6±2.6)
女子学生	157.4±5.5 (158.6±5.8)	53.2±8.1 (54.0±9.2)	21.5±3.1 (21.4±3.3)

¹⁾BMI: Body Mass Index = 体重 (kg) / 身長 (m)²

²⁾Mean ± SD

(): 2期生のみ

ロジェクト」の調査項目に加えて、右足踵骨部の骨密度を評価した。骨密度の評価には超音波パルス透過法(超音波骨密度測定装置 CM-100, FURUNO、大阪)を用いて測定した。

結 果

調査対象者

調査対象者の平均年齢は男子学生19.8±1.5歳、女子学生19.8±1.9歳であった。身長と体重から求めた BMI は男子学生21.7±3.8、女子学生21.5±3.1であり、男女共に標準的体型であった(表1)。

栄養素摂取量

新たに策定された「日本人の食事摂取基準(2005年版)⁸⁾」に示された18~29歳の推定エネルギー必要量、推定平均必要量、推奨量、目安量、目標量及び上限量を基準として比較すると、食物摂取頻度調査から算出したエネルギー

表2-a エネルギーの食事摂取量基準

(18~29歳、1日当たり)

	身体活動レベル	推定エネルギー必要量 (kcal)
男性		2,300
		2,650
		3,050
女性		1,750
		2,050
		2,350

(日本人の食事摂取基準2005年版より引用)

推定エネルギー必要量

エネルギーの不足のリスク及び過剰のリスクの両者が最も小さくなる摂取量。

身体活動レベル

生活の大部分が座位で、静的活動が中心の場合。

身体活動レベル

座位中心の仕事だが、職場内での移動や立位での作業・接客等、あるいは通勤・買物・家事、軽いスポーツ等のいずれかを含む場合。

身体活動レベル

移動や立位の多い仕事への従事者。あるいは、スポーツなど余暇における活発な運動習慣を持っている場合。

表 2-b たんぱく質、脂質、炭水化物、Ca、VD、VK の食事摂取基準

(18~29歳、1日当たり)

		たんぱく質 (g)	脂質 (%エネルギー)	炭水化物 (%エネルギー)	Ca (mg)	Pi (mg)	VD (μ g)	VK (μ g)
男性	推定平均必要量	50	20以上30未満	50以上70未満	900	1,050	5	75
	推奨量	60						
	目安量	(20未満、 %エネルギー)						
	目標量							
	上限量							
女性	推定平均必要量	40 (g)	20以上30未満	50以上70未満	700	900	5	60
	推奨量	50 (g)						
	目安量	(20未満、 %エネルギー)						
	目標量							
	上限量							

(日本人の食事摂取基準2005年版より引用)

推定平均必要量

特定の集団を対象として測定された必要量から、性・年齢階級別に日本人の必要量の平均値を推定したものの、当該性・年齢階級に属する人々の50%が必要量を満たすと推定される1日の摂取量。

推奨量

ある性・年齢階級に属する人々のほとんど(97~98%)が1日の必要量を満たすと推定される1日の摂取量。

目安量

推定平均必要量・推奨量を算定するのに十分な科学的根拠が得られない場合に、ある性・年齢層に属する人々が、良好な栄養状態を維持するのに十分な量。

目標量

生活習慣病の1次予防のために現在の日本人が当面の目標とすべき摂取量(または、その範囲)。

上限量

ある性・年齢階級に属するほとんどすべての人々が、過剰摂取による健康障害を起こすことのない栄養素摂取量の最大限の量。

表 3-a 栄養素摂取量(1日当たり)

	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	Ca (mg)	Pi (mg)	VD (μ g)	VK (μ g)
男子学生	1883.2 \pm 87.4 ¹⁾ (1799.4 \pm 223.8)	63.4 \pm 3.0 (59.4 \pm 7.8)	69.6 \pm 4.8 (66.8 \pm 10.4)	237.1 \pm 9.9 (224.0 \pm 26.2)	647 \pm 79 (544 \pm 89)	956 \pm 48 (949 \pm 132)	5 \pm 0.5 (4 \pm 0.9)	158 \pm 12 (155 \pm 20)
女子学生	1651.7 \pm 23.4 (1578.6 \pm 32.3)	57.1 \pm 1.0 (54.7 \pm 1.3)	60.4 \pm 1.3 (57.0 \pm 1.8)	11.2 \pm 2.6 (203.1 \pm 3.9)	480 \pm 11 (457 \pm 19)	870 \pm 14 (833 \pm 20)	5 \pm 0.2 (4 \pm 0.2)	167 \pm 4 (164 \pm 7)

¹⁾ Mean \pm SEM

(): 2期生のみ

表 3-b タンパク質、脂質及び炭水化物%エネルギー比

	たんぱく質 (%)	脂質 (%)	炭水化物 (%)
男子学生	13.5 (13.2)	32.5 (32.7)	54.0 (54.1)
女子学生	13.8 (13.9)	32.4 (32.1)	53.8 (54.0)

(): 2期生のみ

表4 食品群別食物摂取頻度

(%/1週間)

		肉類	魚介類	卵	大豆類	牛乳	乳製品	海草	小魚	緑黄色野菜	淡色野菜	果物	いも
7回以上	男子学生	74.4 (62.5)	9.3 (0.0)	25.6 (12.5)	32.6 (37.5)	34.9 (25.0)	14.0 (25.0)	9.3 (0.0)	2.3 (0.0)	62.8 (50.0)	58.1 (62.5)	4.7 (0.0)	2.3 (0.0)
	女子学生	67.3 (60.6)	16.0 (8.5)	13.5 (12.7)	30.6 (22.5)	24.6 (22.5)	11.0 (11.3)	2.8 (2.8)	0.7 (0.0)	71.5 (73.2)	71.5 (77.5)	1.8 (2.8)	1.1 (0.0)
7回未満 4回以上	男子学生	18.6 (25.0)	32.6 (25.0)	41.9 (37.5)	27.9 (37.5)	30.2 (37.5)	18.6 (25.0)	16.3 (25.0)	7.0 (0.0)	23.3 (37.5)	20.9 (37.5)	11.6 (12.5)	9.3 (12.5)
	女子学生	26.7 (33.8)	34.5 (40.8)	47.7 (50.7)	39.5 (45.1)	22.4 (23.9)	21.7 (26.8)	19.6 (22.5)	3.6 (7.0)	22.1 (19.7)	21.4 (16.9)	13.2 (12.7)	13.2 (9.9)
4回未満 1回以上	男子学生	4.7 (12.5)	46.5 (75.0)	23.3 (37.5)	23.3 (25.0)	20.9 (25.0)	41.9 (25.0)	53.5 (62.5)	27.9 (62.5)	11.6 (12.5)	16.3 (0.0)	44.2 (50.0)	67.4 (75.0)
	女子学生	5.3 (5.6)	41.3 (45.1)	35.9 (35.2)	26.3 (29.6)	28.5 (31.0)	50.5 (43.7)	63.0 (59.2)	35.6 (28.2)	6.0 (7.0)	6.8 (5.6)	54.4 (60.6)	69.4 (70.4)
1回未満	男子学生	2.3 (0.0)	11.6 (0.0)	9.3 (12.5)	16.3 (0.0)	14.0 (12.5)	25.6 (25.0)	20.9 (12.5)	62.8 (37.5)	2.3 (0.0)	4.7 (0.0)	39.5 (37.5)	20.9 (12.5)
	女子学生	0.7 (0.0)	8.2 (5.6)	2.8 (1.4)	3.6 (2.8)	24.6 (22.5)	16.7 (18.3)	14.6 (15.5)	60.1 (64.8)	0.4 (0.0)	0.4 (0.0)	30.6 (23.9)	16.4 (19.7)

(): 2期生のみ

摂取量は男子学生、女子学生共に減少傾向を示していた。たんぱく質摂取量は、男女共に推奨量を満たしており、エネルギー比も目標量の範囲であった。一方、炭水化物エネルギー比は目標量の範囲内であったが、脂質エネルギー比が男女共に目標量をやや上回っていた。Ca 摂取量は男子学生ではほぼ目標量に達しているが、女子学生の摂取量が不足していることが明らかとなった。また Pi、VD 及び VK について食事摂取基準と比較したところ、男女共に摂取量の過不足はなく、適正摂取の範囲内であることを示した(表2-a・b、表3-a・b)。

食品群別食物摂取頻度

摂取食品を12食品群に分け、それぞれ1週間に1回未満、1回以上4回未満、4回以上7回未満、7回以上食べた群に分別し%比率で表した。魚介類、緑黄色野菜、淡色野菜の摂取頻度は男子学生に比べ女子学生の方が摂取頻度は高

かった。逆にこれら以外の食品群の摂取頻度は男子学生に比べ女子学生で低くなっており、特に海草、小魚、果物、いも類の摂取頻度は特に低くなっていた(表4)。

食物摂取頻度と骨密度評価

2期生男子学生の骨密度評価は $1585.1 \pm 47.7 \text{m/s}$ 、女子学生のそれは $1552.0 \pm 40.5 \text{m/s}$ と両者間に有意 ($p < 0.05$) な差がみられた。また、身長、体重、BMI、栄養素摂取量及び食品群別食物摂取頻度は全体の結果と2期生だけの結果と同様の傾向がみられた。そこで、2期生女子学生の食品摂取頻度と骨密度評価の相関関係を検討するため、1週間の食品摂取頻度が7回以上の群と7回未満の群に分け、12食品群のそれぞれの摂取頻度と骨密度評価を比較した。肉類、魚介類、卵、大豆類、乳製品、海草、小魚、緑黄色野菜、淡色野菜、果物及びいもの摂取頻度と骨密度評価は相関関係を示さなかった

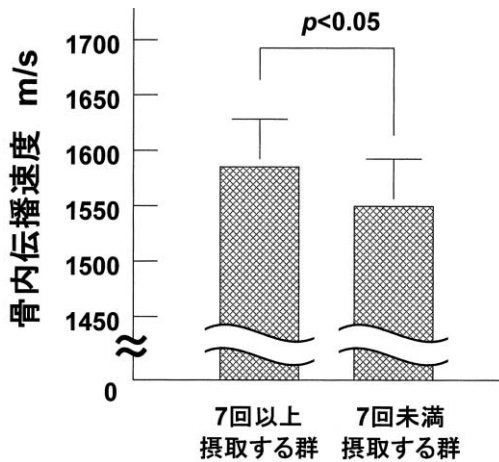


図1 女子学生(2期生)における牛乳の摂取頻度と密度評価

2期生女子学生について右足踵骨部における超音波の音速を計測し骨密度の評価とし、1週間の牛乳摂取が7回以上の群と7回未満の群に分け、両者を比較した。

が、牛乳摂取頻度が7回以上の群は骨密度評価が $1569.6 \pm 45.1 \text{ m/s}$ 、7回未満の群は $1547.1 \pm 38.4 \text{ m/s}$ であり、唯一摂取頻度による有意 ($p < 0.05$) な差がみられた(図1)。

(Mean ± SD)

考 察

日本人は魚介類、きのこ類及び納豆を食べることから、VD及びVKの摂取不足が起こりにくい。しかし、今回の調査対象とした健康栄養学科学生では、特に女子学生のカルシウムの摂取量が少ないことが明らかとなった。男女ともにPiの摂取は目標量にほぼ達しているが、Piは一般の食品に含まれるだけでなく、加工食品には食品添加物として、また飲料水にも含まれているため、近年の加工食品の利用拡大傾向を考え合わせると、実際の摂取量はさらに増加しているものと考えられる。Piの過剰摂取はCaの吸収を抑制し、骨から遊離する可能性がある。

VDの作用が欠損したビタミンD受容体欠損

マウスは主に低Ca・Pi血症、高PTH血症を呈し、骨の石灰化障害などを引き起こす⁹⁾¹⁰⁾。このマウスをCa・Pi含量が少なく、Ca・Pi比を2:1にした食餌で飼育すると、Ca・Piの摂取量が少ないにも関わらず、VD非依的に両者の腸管吸収が促進され、骨量も回復することが報告されている¹¹⁾¹³⁾。このことは、摂取量だけではなく食事のCa・Pi比もまた重要であることを示唆している。

食品群別摂取量は、男子学生に比べ女子学生の海藻類、小魚の摂取量が極めて少なく、女子学生のCa摂取不足は、これら海藻類、小魚の摂取頻度が少ないことが主たる原因であると考えられる。また緑黄色野菜、淡色野菜は男女学生共に50%以上の者が1週間に7回以上摂取しており、栄養学を学ぶ大学生としての意識の高さを示していた。

若年期における牛乳の摂取と骨密度の関係は、未だ明確にはされていない。23歳から68歳の女性や高齢者を対象に行った研究¹⁴⁾¹⁵⁾では、牛乳の摂取量が骨密度と正の相関を示すことが報告されている。今回我々が実施した調査の結果から、若年期においても同様に牛乳摂取量は骨密度と正の相関を示すことが示唆された。牛乳はCaが豊富な食品として知られているが、PiやMgも多く含み、また良質なたんぱく質源でもあり、十分な牛乳摂取が骨形成あるいは骨量維持に寄与することは、単に牛乳がCaの供給源にとどまらず、これに含まれるいくつかの栄養素が複合的に作用を及ぼしている結果であると考えられる。本調査の結果は、若年期においても牛乳の摂取が骨密度に影響し、若年期から十分な量の牛乳を摂取することが、成長期における骨量の増加、および閉経後の骨量減少の予防に非常に重要な因子となりうることを示唆している。

なお、データは示していないが、下宿学生は自宅学生に比べ摂取栄養素が少なく、一人暮らしは食生活が乱れる傾向を示していた。また最近、サプリメントが社会的に大きな反響をもた

らしているが、サプリメントによる栄養補給は過剰摂取となる可能性があり、さらには薬剤と併用すると副作用がでる場合があるので注意を要する。若年期からこれら Ca をはじめとした栄養素を継続的に食品として摂取する食習慣をつけることが骨粗鬆症の予防に効果的であると考えられる。

今回、主に骨に関係する食習慣について調査したが、本稿で示した食事・食生活、健康・栄養状態などの現状を調査することが、将来的に学生の個人レベルでの食生活改善、健康意識の向上、健康の維持・増進に結びつくものになることを期待したい。

参考文献

- 1) Shiraki M, Shiraki Y, Aoki C, Miura M. Vitamin K₂ (menatetrenone) effectively prevents fractures and sustains lumbar bone mineral density in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 15 : 515-521, 2000
- 2) Shiraishi A, Higashi S, Masaki T, Saito M, Ito M, Ikeda S, Nakamura T. A comparison of alfacalcidol and menatetrenone for the treatment of bone loss in an ovariectomized rat model of osteoporosis. *Calcif Tissue Int* 71 : 69-79, 2002
- 3) Tucker KL, Hannan MT, Qiao N, Jacques PF, Selhub J, Cupples LA, Kiel DP. Low plasma vitamin B₁₂ is associated with lower BMD: the Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 20 : 152-158, 2005
- 4) Michaelsson K, Lithell H, Vessby B, Melhus H. Serum retinol levels and the risk of fracture. *N Engl J Med* 348 : 287-94, 2003
- 5) Melhus H, Michaelsson K, Kindmark A, Bergstrom R, Holmberg L, Mallmin H, Wolk A, Ljunghall S. Excessive dietary intake of vitamin A is associated with reduced bone mineral density and increased risk for hip fracture. *Ann Intern Med* 129 : 770-778, 1998
- 6) 小林正敏, 原久仁子, 秋山康博. ビタミン K₂ と骨の質. *Clinical Calcium* 15 : 1147-1153, 2005
- 7) 山本孝史, 大村節子, 高橋史江, 水江文香, 川内美樹, 舟森美里, 馬渡一論, 松村衣美子, 稲井玲子, 名和田清子, 岡本美紀, 眞鍋祐之, 野口和子, 竹本泰一郎. 長崎国際大学健康管理学部健康栄養学科健康栄養調査プロジェクト. 長崎国際大学論叢 第3巻 163-184, 2003
- 8) 厚生労働省策定. 日本人の食事摂取基準 [2005年版]. 第一出版, 2005
- 9) Yoshizawa T, Handa Y, Uematsu Y, Takeda S, Sekine K, Yoshihara Y, Kawakami T, Arioka K, Sato H, Uchiyama Y, Masushige S, Fukamizu A, Matsumoto T, Kato S. Mice lacking the vitamin D receptor exhibit impaired bone formation, uterine hypoplasia and growth retardation after weaning. *Nat Genet* 16 : 391-396, 1997
- 10) Kato S, Yoshizawa T, Kitanaka S, Murayama A, Takeyama K. Molecular genetics of vitamin D-dependent hereditary rickets. *Horm Res* 57 : 73-78, 2002
- 11) Masuyama R, Nakaya Y, Tanaka S, Tsurukami H, Nakamura T, Watanabe S, Yoshizawa T, Kato S, Suzuki K. Dietary phosphorus restriction reverses the impaired bone mineralization in vitamin D receptor knockout mice. *Endocrinology* 142 : 494-497, 2001
- 12) Masuyama R, Nakaya Y, Katsumata S, Kajita Y, Uehara M, Tanaka S, Sakai A, Kato S, Nakamura T, Suzuki K. Dietary calcium and phosphorus ratio regulates bone mineralization and turnover in vitamin D receptor knockout mice by affecting intestinal calcium and phosphorus absorption. *J Bone Miner Res* 18 : 1217-1226, 2003
- 13) Segawa H, Kaneko I, Yamanaka S, Ito M, Kuwahata M, Inoue Y, Kato S, Miyamoto K. Intestinal Na-P (i) cotransporter adaptation to dietary P (i) content in vitamin D receptor null mice. *Am J Physiol Renal Physiol* 287(1): F39-47, 2004
- 14) 宮村季浩, 山縣然太郎, 飯島純夫, 浅香昭雄. 骨粗鬆症危険因子の骨塩量に与える影響についての検討. 日本公衆衛生雑誌 41 : 1122-1130, 1994
- 15) 権珍嬉, 鈴木隆雄. 日本人高齢者の食生活の実態と骨密度. *Clinical Calcium* 15 : 1475-1482, 2005