

高校生の骨密度に対する栄養素摂取量および生活習慣の関連

サガラ タキコ*^{2*} ニシジョウ ムネコ* ヒロカワ ワタル* モリカワ ユウコ*
相良多喜子*^{2*} 西条 旨子*^{2*} 広川 渉*^{2*} 森河 裕子*^{2*}
ミウラ カツユキ* タバタ マサジ* ナカガワ ヒデアキ*
三浦 克之*^{2*} 田畑 正司*^{2*} 中川 秀昭*^{2*}

目的 骨量が最大となる高校生について骨密度と生活習慣、特に栄養素摂取や運動習慣との関連性を男女共に検討する。

方法 798人の高校生（男子281人、女子517人）を対象に超音波による踵骨骨密度測定を行い、骨密度（Stiffness）と栄養素摂取量および生活習慣との関連を検討した。なお、栄養調査には厚生省健康指針策定委員会編による簡易食物摂取状況調査表を用いた。

結果 男子では90、女子では77をStiffnessのカットオフ値としたところ、男子48人（17.1%）、女子43人（8.3%）が骨密度低下と判定された。男子では骨密度低下群の身長と体重、一日当たりのエネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、糖質摂取量は骨密度正常群に比べ有意に低かった。また、女子の骨密度低下群の体重および一日当たりのエネルギー摂取量、脂肪摂取量は正常群に比べ有意に低かった。しかし、ダイエットをしている者の割合は男女共に2群間で有意の差を認めなかった。また、カルシウムを多く含む食品の摂取頻度を検討したところ、牛乳をまったく飲まない者の割合は男女共、正常群に比べ骨密度低下群で有意に低く、男子では緑黄色野菜を食べる者の割合も有意に低かった。生活習慣との関連では女子では日光にあたるようにしている者の割合が骨密度正常群に比べ骨密度低下群で有意に少なかった。また、運動習慣として、現在（高校）および中学での運動部活動状況を調査した結果、学年による差を二元配置分散分析により考慮しても運動部活動をしている者はしていない者に比べ、男女共にStiffnessが有意に高かった。さらに、これらの骨密度低下と関連の認められた栄養摂取状況、生活習慣、運動習慣及び体重について各要因相互間の関連性を多重ロジスティックモデルにより調整したところ、男子では摂取エネルギーが少ないことが、女子では脂肪摂取量が少ない、現在（高校）の運動部活動をしていない、牛乳を飲まないことが他の要因とは独立に骨密度の低下と有意な関連があった。

結論 これらのことから、高校生においても栄養素摂取状況と運動習慣は骨密度と関連を認め、男子においても女子と同様、適正な栄養素摂取が骨量の発達に重要であることが示唆された。また、牛乳の飲用は女子の骨密度の適正化に重要な要因であると考えられた。

Key words : 骨密度, 高校生, 栄養, 生活習慣

I 緒 言

近年、中高齢者では骨密度と若い頃の生活習慣との関連が認められており、若い頃の牛乳飲用や中学・高校時代の運動習慣が骨密度を高め、骨粗鬆症の発症予防につながる事が報告されてい

る^{1~4)}。また、肥満度や体重と骨密度との間には有意な正の相関が認められることも報告され、適正体重を保つことが骨密度の維持に寄与していることが知られている^{2~4)}。

さらに、若い年代においても骨密度と生活習慣との関連が検討され、カルシウム摂取、運動習慣およびダイエットが骨密度に影響を及ぼすことが中学・高校生の女子について報告されている^{5~8)}。しかし、これまでの若い世代についての栄養調査はカルシウムを多く含む食品の摂取頻度調査が多く、体重の増減と関連の深い総エネルギー

* 金沢学院短期大学生活文化学科

^{2*} 金沢医科大学公衆衛生学

連絡先: 〒920-1302 石川県金沢市末町10

金沢学院短期大学生活文化学科 相良多喜子

ギー、脂質、たんぱく質摂取と骨密度との関連についての報告は少ない。また、男子生徒についての報告は少なく、特に骨密度が最大となる高校生⁹⁾については男子の骨密度およびそれに与える生活習慣の影響を検討したものが少ない。

そこで今回は男子高校生281人を含めた798人の高校生を対象に骨密度と栄養素摂取状況や生活習慣との関連性を検討した。

II 研究方法

1. 対象

対象者は石川県金沢市内の4つの普通科高校に通学し、調査に協力の得られた男子281人、女子517人、計798人である。学年別内訳は表1に示したように、男子については1年生135人(48.0%)、2年生125人(44.5%)、3年生21人(7.5%)、女子は1年生106人(20.5%)、2年生339人(65.6%)、3年生72人(13.9%)であり、男女共に3年生が少なかった。なお、学年により参加率が異なるのは授業日程の関係で参加できなかったクラスがあったためであり、参加クラスと不参加クラスの生徒の身体計測値や運動部参加状況の相違は認められなかった。

2. 調査

1) 骨密度測定

Lunar社製超音波骨密度測定装置 Achilles を用い、右足踵骨骨密度 (Stiffness Index) を測定した。骨密度低下の判定には厚生省による平成6年度「骨粗鬆症検診の有効性に関する研究による判定基準」および富山県の実施しているヘルシーキャラバン判定基準を用い、男子は Stiffness 90以上を正常群、90未満を低下群、女子では Stiffness 77以上を骨密度正常群、77未満を骨密度低下群とした。

2) 栄養素摂取状況調査

厚生省健康指針策定委員会が作成した簡易食物摂取状況調査表¹⁰⁾を用いて摂取エネルギー量、たんぱく質摂取量、脂質摂取量、糖質摂取量を算出した。なお、この調査票はアンケート式の簡易法であり、国民栄養調査に準じた秤量による食品重量あるいは目安量の記載から食品成分表を用いて算出した一日分の実際の食品摂取量と近似の値を測定でき、量の多い栄養素摂取量の把握が容易であることなど、その信頼性が森本らにより認めら

れ¹⁰⁾、城田らにより妥当性が確認されている¹¹⁾。本研究ではより記入し易い1991年に発刊された食事指導のABC¹²⁾に掲載された形式の調査表を使用した。また、エネルギーの栄養素別摂取構成比を検討するため、たんぱく質エネルギー比、脂質エネルギー比、糖質エネルギー比も算出した。

3) アンケート調査

自記式調査票により、カルシウムやビタミンDを多く含む食品の摂取頻度調査、生活習慣、特にダイエット(食事制限)の実施や学校における運動部活動の有無に関するアンケート調査を行った。調査項目については以下の通り。

① カルシウムやビタミンDを多く含む食品の摂取頻度調査：牛乳および乳製品、豆製品、緑黄色野菜類、その他の野菜類、小魚類、きのこ類の摂取頻度。

② ダイエット(食事制限)の有無と自分の体格評価。

③ 生活習慣調査：現在(高校)および中学時代の運動部活動への参加の有無、通学時間、テレビの視聴時間、テレビゲームの時間、塾通いや家の手伝いの有無など、身体活動に関する調査、さらに、就寝や起床時刻の規則性や日光浴の有無。

4) 統計解析

骨密度低下群と正常群の間の身体計測値や栄養素摂取量の平均値の差の検定には等分散の検定あるいは Welch の検定を用い、運動部活動の有無による Stiffness の差は二元配置分散分析を用いて学年による Stiffness の相違を補正した上で検討した。また、食品の摂取頻度や生活習慣の保有率の比較には χ^2 検定を用いた。さらに、これらの検討で骨密度低下群と正常群間で差の認められた各要因について、相互の関連性を多重ロジスティックモデルにより調整した時の各要因と骨密度低下の関連性を検討した。

III 研究結果

表1には学年別の Stiffness の平均値および骨密度低下者の割合を比較した結果を示した。男子では二年生の Stiffness の平均値が106.8であり、一年生に比べ有意に高かった。しかし、女子では Stiffness の学年間の有意な差は認められなかった。骨密度低下者は全学年で、男子48人(17.1%)、女子43人(8.3%)と、女子に比べ男

表1 学年別の Stiffness の平均値および骨密度低下者率の比較

学年	男 子			女 子		
	対象者数 人(率)*	Stiffness 平均値 (S.D.)	骨密度低下者 数(率)	対象者数 人(率)*	Stiffness 平均値 (S.D.)	骨密度低下者 数(率)
1年	135(48.0)	101.7(13.4)	26(19.3)	106(20.5)	97.1(15.1)	7(6.6)
2年	125(44.5)	106.8(16.3)*	19(15.2)	339(65.6)	93.8(14.1)	34(10.0)
3年	21(7.5)	103.1(14.8)	3(14.3)	72(13.9)	93.4(11.9)	2(2.8)
全学年	281(100.0)	104.0(14.6)	48(17.1)	517(100.0)	96.5(13.7)	43(8.3)

S.D. : 標準偏差

* : $P < 0.05$: 1年生との比較

#: 全対象者を100とした時の%

表2 骨密度正常群と低下群の身体計測値の比較

	男 子		女 子	
	正常群 骨密度 Stiffness 平均値 (S.D.) ≥90	低下群 骨密度 Stiffness 平均値 (S.D.) <90	正常群 骨密度 Stiffness 平均値 (S.D.) ≥77	低下群 骨密度 Stiffness 平均値 (S.D.) <77
対象者数	233	48	474	43
身長	171.6(5.5)	170.0(6.2)*	159.0(7.2)	158.0(5.0)
体重	62.0(10.6)	58.4(8.7)*	53.0(8.3)	50.8(5.9)*
BMI	21.0(3.1)	20.2(2.4)	21.8(22.5)	20.3(2.1)

S.D. : 標準偏差

* : $P < 0.05$, *** : $P < 0.001$

子に低下者が有意に多かったが、これは骨密度低下群のカットオフ値が成人の測定値に基づいたものであるため、まだ最大骨量に達していない男子高校生には高かったことによると考えられた。また、骨密度低下者率については学年間の差は男女共に有意ではなかった。

骨密度低下群および正常群間の身体計測値の相違を検討した結果を表2に示した。男子の骨密度低下群の身長および体重は骨密度正常群に比べ有意に低かったが、BMIは差を認めなかった。また、女子の骨密度低下群の体重は骨密度正常群に比べ有意に低かったが、身長とBMIの差は認めなかった(表2)。

次に、厚生省簡易食物摂取状況調査表¹⁰⁾により調査、算出した栄養素摂取量を骨密度低下群と骨密度正常群間で比較した。男子では骨密度低下群の1日あたりのエネルギー摂取量は1,905 kcalで骨密度正常群の2,121 kcalに比べ有意に低かった。また、男子の骨密度低下群のたんぱく質摂取

量は平均71.0 gで、脂質摂取量の平均値が52.7 gであり、たんぱく質・脂質ともに骨密度正常群に比べ有意に低かった。糖質摂取量についても男子の骨密度低下群の平均は297.7 gであり、正常群に比べ有意に低かった(表3)。女子についても骨密度低下群のエネルギー摂取量の平均値は1,620 kcalで正常群の1,734 kcalに比べ有意に低かった。また、骨密度低下群の脂質摂取量(46.8 g)は骨密度正常群(52.8 g)に比べ有意に低かったが、たんぱく質摂取量、糖質摂取量の差は認められなかった(表3)

表4では骨密度正常群と低下群間のカルシウムおよびビタミンDを多く含む食品の摂取頻度を比較した結果を示した。その結果、男子では骨密度低下群の牛乳をまったく飲まない者は20.8%であり、骨密度正常群に比べ、有意に高率であった。また、緑黄色野菜を食べる者は男子の骨密度低下群では57.4%であり、骨密度正常群に比べ有意に低かった(表4)。また、女子では牛乳をま

表3 骨密度正常群と低下群の栄養素摂取量の比較

骨密度 Stiffness 人数	男 子		女 子	
	正常群 ≥90	低下群 <90	正常群 ≥77	低下群 <77
人数	233	48	474	43
エネルギー (kcal)	2,121(454.7)	1,905(323.9)**	1,734(315.3)	1,620(208.2)**
たんぱく質 (g)	77.3(17.8)	71.0(16.9)*	63.0(13.1)	59.6(12.6)
脂質 (g)	59.5(15.7)	52.7(13.5)*	52.8(12.3)	46.8(11.6)**
糖質 (g)	335.2(85.3)	297.7(54.5)**	265.3(59.0)	251.5(37.8)
たんぱく質エネルギー比	14.6(1.7)	14.8(2.0)	14.5(1.8)	14.6(1.9)
脂質エネルギー比	25.4(5.3)	24.9(4.7)	27.5(4.7)	26.0(5.4)*
糖質エネルギー比	63.0(5.7)	63.6(5.7)	61.1(5.2)	62.2(6.0)

平均値 (標準偏差) を示した。

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

表4 骨密度正常群と低下群のカルシウムやビタミンDを多く含む食物の摂取頻度 (%) の比較

骨密度 Stiffness 人数	男 子		女 子	
	正常群 ≥90	低下群 <90	正常群 ≥77	低下群 <77
人数	233	48	474	43
大豆製品を食べる	127(55.2)	26(54.0)	252(53.7)	21(48.8)
牛乳を全く飲まない	21(9.3)	10(20.8)*	100(21.3)	21(48.8)**
乳製品を食べる	116(50.4)	27(56.3)	248(52.5)	18(41.9)
小魚を食べない	31(13.4)	6(12.4)	109(23.0)	14(32.6)
果物を食べる	164(71.0)	35(72.9)	340(71.7)	29(67.4)
海藻を食べる	113(48.9)	29(60.4)	244(51.7)	20(46.5)
緑黄色野菜を食べる	167(74.6)	27(57.4)*	354(75.8)	34(79.1)
その他の野菜を食べる	189(81.8)	33(68.8)	407(85.7)	40(93.0)
きのこを食べる	115(49.8)	25(52.1)	240(50.5)	17(39.5)

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

まったく飲まない者は骨密度低下群で48.8%であり、骨密度正常群に比べ有意に低かったが、他の食品の摂取頻度は両群で差を認めなかった(表4)。

次に、骨密度による生活習慣の保有率を比較した結果を表5に示した。女子の骨密度低下群では日光にあたるようにしている者の割合は骨密度正常群に比べ有意に少なかった。しかし、男女共に骨密度の相違による通学時間や、一週間あたりの塾に通う回数に差を認めなかった。また、女子では骨密度低下群の「自分がやせている」と思っている者の割合は骨密度正常群に比べ有意に高かった。なお、「自分がやせている」と思っている者

のBMIは「ふつう」あるいは「太っている」と思っている者に比べ有意に低かった。しかし、「やせたい」と思っている者や現在ダイエットをしている者の頻度は男女共に骨密度正常群と骨密度低下群の間で有意な差は認められなかった(表5)。

運動習慣については、現在の高校および中学でのクラブ活動の状況を調査し、運動部活動をしている者の割合を骨密度正常群と骨密度低下群の間で比較した(表5)。その際、高校で運動部に入っている者の割合が学年により異なることから、現在(高校)の運動部活動についての検討では調

表5 骨密度正常群と低下群の骨密度と生活習慣の保有率(%)の比較

骨密度 Stiffness 人数	男 子		女 子	
	正常群 ≥90	低下群 <90	正常群 ≥77	低下群 <77
	233	48	474	43
通学時間1時間以上	62(26.6)	13(28.3)	124(26.2)	12(23.9)
塾に週1回以上通う	23(9.9)	4(8.3)	103(21.7)	7(16.3)
寝るのが不規則	87(38.8)	13(28.3)	160(34.5)	11(26.2)
起きるのが不規則	8(3.4)	62(7.0)	18(3.8)	0(0.0)
日光にあたるように心がける	175(75.4)	33(68.8)	273(57.6)	20(46.5)*
自分の体格をやせていると思う	49(21.1)	11(22.9)	18(3.8)	6(14.0)*
やせたいと思う	111(47.6)	21(43.8)	440(92.8)	39(90.7)
現在ダイエットをしている	11(4.7)	1(2.1)	67(14.1)	4(0.3)
運動部活動をしている*	140(65.7)	24(51.1)	178(46.2)	9(22.5)*
中学で運動部活動をしていた	210(89.6)	31(81.2)	328(67.9)	22(50.0)*

* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

* : 1, 2年生のみ(男性正常群213人, 低下群47人, 女子正常群385人, 低下群40人)を対象とした。

表6 二元配置分散分析により学年を補正した時の Stiffness の運動部活動の有無による比較
ただし, 現在の運動についての検討には1, 2年生のみ対象とした

	男 性			女 性		
	対象者数	平均値	95%信頼区間	対象者数	平均値	95%信頼区間
現在(高校)						
運動部活動 あり	164	106.2	(103.8-108.6)**	187	99.5	(97.3-101.6)***
なし	96	99.9	(96.8-103.0)	258	91.2	(88.9- 93.4)
中学時代						
運動部活動 あり	241	104.2	(101.4-107.0)	350	97.0	(95.1- 98.6)***
なし	40	97.9	(91.8-104.0)	167	90.3	(87.8- 92.8)

** : $P < 0.01$, *** : $P < 0.001$

査時点で部活動が終了していた3年生を対象から除外して検討した。その結果, 男子については骨密度低下群と正常群の差を認めなかったが, 女子では高校で運動部活動をしている者の骨密度低下群における頻度は骨密度正常群に比べ有意に低かった(表5)。同様に女子では骨密度低下群の中学で運動部活動をしていた者の頻度は正常群に比べ有意に低かった。

さらに, 男子では学年による Stiffness の差が認められるため, 二元配置分散分析を用いて学年の違いを考慮した上で, 現在および中学時代の運動部活動の有無と Stiffness の関連性を検討した。その結果, 男子では学年を考慮すると高校で運動部

活動をしている者の Stiffness はしていない者に比べ有意に高く, 中学時代についても運動部活動をしていた者の Stiffness がしていなかった者に比べ有意に高かった(表6)。さらに女子については学年による Stiffness の相違は認められなかったが, 現在(高校で)運動部活動をしている者の割合は学年により相違が認められたため, 男子と同様, 運動部活動の有無による Stiffness の相違について二元配置分散分析を用いて検討した。その結果, 学年による影響を考慮しても現在運動部活動をしている者の Stiffness はしていない者に比べ有意に高く, 中学時代についても同様に, 運動部活動していた者の Stiffness はしていない者に比べ有

意に高かった(表6)。

次に、これまでの検討で骨密度低下群と正常群の間に、その平均値あるいは頻度の差が認められた要因について、要因相互間の交絡を調整するためにロジスティックモデルを用いて骨密度低下の有無に対するオッズ比を求めた。この時、男子では体重、摂取エネルギー、牛乳の飲用の有無、緑黄色野菜摂取の有無、現在(高校)の運動部活動の有無の5つの要因を骨密度低下の説明変数としたが、これらの要因は表2-6に示した検討で骨密度低下と有意の関連の得られた要因である。ただし、身長は体重と、他の栄養素は摂取エネルギーと相関が高いため、より強い関連のみられた因子である体重と摂取エネルギーを選んだ。同様に、女子では体重、脂肪摂取量、牛乳の飲用の有無、日光にあたるように心がけているか否か、現在の運動部活動の有無、中学時代の運動部活動の有無、計6つの要因を用いた解析を行った。これは女子では男子と異なり、摂取エネルギーより脂肪摂取量の方が骨密度との一変数での関連性がより強かったためである。解析の結果、表7に示したように、男子では体重などの他の要因を調整した場合でも摂取エネルギーの増加により骨密度の低下のリスクが有意に低下することが認められた。

また、女子では脂肪摂取量の増加や現在運動部活動を行っていることが有意に骨密度低下のリスクを低下させるが、牛乳を飲まない者は飲む者に比べ骨密度低下のオッズ比は3.12であり、牛乳を飲まないことは骨密度低下のリスクを著しく高くしていた。

考 察

若年期におけるライフスタイルと骨密度の関連については、これまで主に女子生徒を対象として検討され、高校生の男子について検討した報告は少ない。しかし、男子生徒においても牛乳の摂取が生活習慣や食習慣により影響をうけることが鈴木ら¹³⁾により報告されており、ライフスタイルの骨量に対する影響が男子についても認められる可能性が予想されることから本研究では男子281人も対象とし、男女共に骨密度低下の要因を検討した。

しかし、若年者については骨密度低下の判定基準は明らかでなく、特に男子では成人についても

表7 多重ロジスティックモデルによる骨量低下に関連する要因の検討
クラブ活動をしている1,2年生のみを対象とし、体重と摂取エネルギー、脂肪摂取量連続変数で計算を行った

要 因	オッズ比	95%信頼区間	カイ2乗	P値
男子				
体重 (kg)	0.967	(0.923, 1.013)	2.892	0.089
摂取エネルギー (kcal)	0.999	(0.998, 1.000)	6.134	0.013
牛乳を飲む	1			
飲まない	2.08	(0.833, 5.184)	2.461	0.117
緑黄色野菜を食べる	1			
食べない	1.63	(0.795, 3.331)	1.773	0.183
現在の運動部所属				
なし	1			
あり	0.72	(0.359, 1.458)	0.819	0.365
女子				
体重 (kg)	0.974	(0.920, 1.031)	0.824	0.364
脂肪摂取量 (g)	0.967	(0.937, 0.999)	4.07	0.044
日光にあたるように心がける	1			
心がけない	1.62	(0.813, 3.228)	1.88	0.17
牛乳				
飲む	1			
飲まない	3.12	(1.54, 6.33)	9.97	0.002
現在(高校)の運動部活動				
なし	1			
あり	0.426	(0.263, 1.127)	4.27	0.039
中学時代の運動部活動				
なし	1			
あり	0.545	(0.263, 1.127)	2.68	0.102

年齢による骨量の変化なども十分検討されていないため、ここでは骨粗鬆症検診における成人男子および20歳女子の正常下限値を用いて骨密度低下群と定義したところ、男子では全体の17.1%、女子では8.3%が骨密度低下と判定された。ここで定義した骨密度低下は必ずしも骨粗鬆症に結びつくわけではないが、本研究の女子における stiffness の平均値は95であり、これまでに秋坂ら⁵⁾により報告されている女子高校生の平均値98.4と比べ、やや低かった。また男子では比較しうる報告も少なく、学年間での stiffness の差が認められ、最大骨塩量に達する過程にあることが推察されたことから、ここでの骨量低下はこの集団のなかでの相対的な位置づけを示しているに過ぎない。しかし、清野ら¹⁴⁾も指摘しているごとく、高校生

時代は男子にとっては骨塩量の急激な増加の認められる時期であり、本研究における骨密度低下群は骨塩量獲得増加のための対策がより必要な集団と考えられた。

骨密度に影響を与える要因の一つとしては体重がよく知られており、秋坂ら⁵⁾は女子高校生について体重が多い者の骨密度が高いことを報告しており、久保田ら⁶⁾の調査では中学生の男子および女子についても骨密度が高いほど身長が高く、体重、BMIが多くなることを報告している。今回の調査でも骨密度低下群の体重は男女共に正常群に比べ、体重が有意に低下していたが、本研究対象者における肥満者の割合は低く、肥満者、特に高度肥満者の骨密度が高いか否かについてはさらに検討が必要である。また海外の報告ではあるが、Gouldingら¹⁵⁾は95%タイル値以上の3-19歳の肥満の子供(男子136人、女子200人)について骨密度を測定し、かれらの骨量は体重に比し少ないことを報告しており、今回得られたBMIと骨量の関連は適正体重の維持の必要性を意味していると考えられる。

栄養素摂取は体格とも関連のあることから、骨量への影響が考えられるが、坂本ら¹⁶⁾による女子大学生の検討では骨密度の違いによる栄養素摂取量の差は認められず、中村ら¹⁵⁾も摂取エネルギーや摂取たんぱく質とStiffnessとの有意な相関はみられなかったことを報告している。しかし、本研究では骨密度低下群のエネルギーと脂質が男女共、男子では糖質およびたんぱく質摂取量は骨密度正常群に比べ有意に低かった。これは坂本ら¹⁶⁾の研究対象者である女子大生に比べ、本研究が同じ年代の多数の対象者について検討しており、BMIの幅もあり、栄養素摂取量が比較的多い者も含んでいたためと考えられる。また、中村ら¹⁷⁾の調査の対象者は年齢が20-70代と幅広く、エネルギーやたんぱく質の摂取が50歳代にピークがあるのに対し、骨密度は20代で高いことなど、年齢差が結果に影響しているのに対し、本研究対象者は同一の年齢群の調査であるため、栄養摂取の影響が明らかになったものと考えられた。

これまでダイエットが骨量低下の要因として重要であることが多くの研究により報告されており、広田ら⁷⁾は思春期女性におけるダイエット(食事制限)や運動不足が骨密度低値を及ぼすこ

とを、また、秋坂ら⁵⁾は女子高校生では、ダイエットによる体重減少者の骨密度は体重減少非経験者よりも低い傾向であったことを報告している。しかし我々の研究ではダイエットの有無によるStiffnessの相違は認められなかった。これはダイエットをしていると答えた者が男女とも少ない上、ダイエットの有無による体重の差や摂取エネルギーの差も認められなかったことから、実際にはダイエットになっていない者も多かったためと考えられた。今回の検討でも摂取エネルギーや脂肪の摂取が少ない者に骨密度低下者が多く、ダイエットをするという本人の意識に関わらず、十分な栄養素摂取が行われない者については骨密度低下のリスクが上昇すると思われた。

これまでにカルシウム摂取と骨量との関係についてはよく検討されており、特に10代~20代の牛乳摂取と骨量との関係が深いことが報告されている。しかし、これまでの研究では成人を対象として中高生時代あるいは10代~20代の牛乳摂取状況と骨密度との関係を検討したものが多く、土岐ら⁴⁾は40代男性で10代~20代に牛乳および乳製品を摂らなかった者は摂った者に比べDEXA法による踵骨骨密度が有意に低いことを、細川ら¹⁾は40歳以上の女性骨粗鬆症患者で10代~20代に牛乳および乳製品をほとんど摂らなかった者が多いことを報告している。しかし、20歳以上の女性506人を対象とした土屋ら²⁾の調査では中高生時の牛乳摂取頻度を「毎日」、「時々」、「飲まない」の3群とした時、各群の骨密度は有意の差を認めなかった。一方、10代の対象者について現在の牛乳摂取と骨密度との関連を検討した報告もあるが、女子高校生を対象者とした秋坂ら⁵⁾の研究では、牛乳・乳製品の摂取頻度による3群間の超音波法による骨密度に有意の差は認められなかった。また、大学1年生を対象とした水口ら¹⁶⁾の研究でも牛乳摂取頻度による大腿骨近位部のDEXA法による骨密度の有意差は認められなかった。しかし、今回の研究では骨密度に影響を及ぼす食品について検討したところ、大豆製品・乳製品・小魚・海藻・その他の野菜・きのこを摂取するか否かは男女とも骨密度低下の有無で有意差は認められなかったが、牛乳を飲まない者は骨密度低下群に多かった。さらに、ロジスティックモデルにより脂肪摂取や体重などの他の関連要因を調整した

上でも、牛乳を飲まないことは女子において骨密度低下と有意な関連を認め、骨密度の低下のリスクを大きくする重要な要因であることが示された。女子については調査時に最大骨量に達しており、本研究では高校生における現在の牛乳飲用の有無を調査していることから、成人を対象に過去の飲用状況を振り返り調査している他の研究に比べ、より確かな牛乳飲用状況と最大骨量の関連が直接示せたと考えられた。また、近年、高校生で牛乳を摂取しない者の率は低く、秋坂ら⁵⁾や水口ら¹⁰⁾の研究に比べより多くの生徒を対象としたことにより比較的多くの牛乳を飲まない者を把握し得たことも、この世代についてのこれまでの報告とは異なった結果を導き出した一つの要因であったと思われる。

生活習慣については運動習慣以外の通学時間やテレビの視聴時間などの身体活動量に関連のある項目については骨密度による相違は認められなかった。また、女子では骨密度低下群の日光にあたるようにしている者の割合が少なかったが、これは単に日光によるビタミンD産生が少ないことを意味しているのではなく、外にでる機会が少なく、活動量の少ない生活習慣を持つ者が骨密度低下群に多いことを意味していると思われる。

運動習慣については学年の違いを考慮した上で運動部活動の有無と Stiffness の関連を検討したが、男女共に中学時代から運動部活動をしていた者あるいは現在、運動部活動をしている者の Stiffness が有意に高かった。運動と骨密度については数多くの報告があるが、上田ら¹⁰⁾は中年期から老年期の研究において、特に運動習慣のある70歳代の女性の DEXA 法により測定された骨密度は運動しない者に比べ有意に高いことを報告している。また、水口ら¹⁰⁾の DEXA 法による研究でも運動時間の多い大学生は骨密度も高いことが報告されている。秋坂ら⁵⁾の研究でも中学で運動部に入っていた女子高校生は入っていない者に比べ Stiffness は有意に高いことが報告され、過去の運動との関連が検討されてきた。しかし、今回は中学時の運動よりむしろ、現在の運動も骨密度に関連があることが女子でも明らかになり、将来の骨粗鬆症予防のために最大骨量に達した後も骨密度の増加に運動が重要であると考えられた。一方、男子では運動と骨密度との関連は、他の要因

を調整すると有意な関連を認めなくなり、栄養摂取のほうが、より強い関連要因であることが示された。しかし、男子は最大骨量に達していない者も多いことから、さらに年齢が増加するに従って、その関連要因も変化する可能性があると思われる。

V 結 語

骨量が最大となる高校生の超音波検査による踵骨骨密度測定を行い、その生活習慣との関連について検討したところ、男女共、体重や栄養素摂取量が少ない者や運動部活動をしていない者に骨密度の低い者が多かった。栄養素摂取の中では、男子では摂取エネルギーが、女子では脂肪摂取量と牛乳飲用の有無が骨密度低下に重要な要因であり、適正な骨量の獲得のためには男女共に適正な栄養素摂取、特に女子では牛乳飲用を勧めることが必要であると考えられた。

稿を終えるに当たり、調査にご協力いただいた高等学校の教諭、養護教諭ならびに生徒のみなさんに対し、心から感謝申し上げます。

(受付 2001. 2. 14)
(採用 2002. 3. 18)

文 献

- 1) 細川美和, 柳 久子, 川波公香, 他. 骨粗鬆症と食生活に関する研究 一若い頃の食生活との関連を中心の一. 日本公衛誌 1996; 43: 606-613.
- 2) 土屋久幸, 三宅健夫, 横山英世, 野崎貞彦. 骨密度に関連する因子の年齢差についての検討. 民族衛生 1997; 63: 241-253.
- 3) 東あかね, 池田順子, 渡辺能行, 小笹晃太郎, 下内 昭, 林 恭平, 樹山敏子, 中谷公子, 重藤和宏, 能登 直, 松野喜六, 藤田きみ多, 吉田久美子, 川井啓市. 京都府における超音波式 踵骨骨量測定装置を用いた骨量と食生活, 生活習慣との関連についての横断的研究. 日本公衛誌 1996; 43: 882-892.
- 4) 土岐岳子, 三宅健夫, 横山英世, 金子美佐子, 小峰靖代, 原野 悟, 萩原 淳, 長澤誠一郎, 笹木淳司, 中山 清, 野崎貞彦, 大坪 修. 日本人成人男性の骨密度とライフスタイルの関連. 民族衛生 1999; 65: 273-281.
- 5) 広田孝子, 中林朋子, 藤木雅美, 山西佐智美, 武田ひとみ, 広田憲二. 若年時の骨密度上昇に影響する因子. 平成7年度厚生省心障害研究. 1995; 65-68.

- 6) 秋坂真史, 座光寺秀元, 有泉 誠. 女子高校生のライフスタイルと踵骨骨密度に関する研究. 日衛誌 1997; 52: 481-489.
- 7) 久保田恵, 吉田繁子, 河村顕治, 池田己喜子, 村瀬友美, 渡辺純子. 思春期の骨量に影響を与える因子について [II]. 第12回「健康医科学」研究助成論文集. 1997; 40-50.
- 8) 宮城重二. 女子学生・生徒の肥満度と食生活・健康状態及び体型意識との関連. 栄養学雑誌 1998; 56: 33-45.
- 9) 徳丸 久. 小児における踵骨超音波法による骨評価の年齢別変動—腰椎骨密度との比較検討—. 日本小児科学会雑誌 1997; 101: 1142-1148.
- 10) 森本絢美, 高瀬幸子, 秦 鴻四, 細谷憲政. 簡易食物摂取調査による栄養素量の測定. 栄養学雑誌 1977, 35: 235-245.
- 11) 城田知子, 吉住笑美子. 簡易食物摂取調査法の検討. 日本公衆衛生学雑誌 1990; 37: 100-108.
- 12) 中村丁次. 食事・栄養評価法. 五島雄一郎, 中村丁次編. 食事指導のABC. 東京: 講談社, 1991: 80-81.
- 13) 鈴木章子, 瀧口 徹, 前口愛子, 川南勝彦, 佐藤加代子, 清水裕幸. 男子高校生の食習慣及び生活習慣と飲料摂取量との関係. 栄養学雑誌 1996; 54: 341-352.
- 14) 清野佳紀, 田中弘之, 守分 正, 福永仁夫, 西山宗六, 広田孝子, 福岡秀興, 山岡完次, 折茂 肇. 小児骨発育と骨障害(骨折)に関する研究 分担研究総括報告. 平成7年度厚生省心身障害研究 生活環境が子どもの健康や心身の発達におよぼす影響に関する研究. 1995, 59-64.
- 15) Goulding A, Tayler RW, Jones IE, McAuley KA, Manning PJ, Williams SM. Overweight and obese children have low bone mass and area for their weight. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 2000; 24: 627-32.
- 16) 坂本裕子, 三好正満. 女子大学生の骨量及びその1年間の変化に影響を及ぼす要因について —料理選択能力及び運動期間との関係—. 栄養学雑誌 2000; 58: 5-14.
- 17) 中村美佐子, 高野美智子, 渡邊早苗. 超音波骨密度測定装置による骨密度の測定 一年齢, 摂取カルシウム量, 消費エネルギー量との関係—. 女子栄養大学紀要 1995; 26: 105-109.
- 18) 水口久美代, 宮地佐栄, 小金丸泰子, 吉村典子, 橋本 勉. 若年者の骨密度に影響を及ぼす要因の分析—運動時間, 朝食摂取状況との関連—. 学校保健研究 1995; 37: 15-19.
- 19) 上田晃子, 吉村典子, 森岡聖次, 笠松隆洋, 木下裕文, 橋本 勉. 骨密度に影響を及ぼす要因に関する検討 —和歌山県一地域における骨密度調査より—. 日本公衛誌 1996; 43: 50-60.

THE EFFECTS OF NUTRITION AND LIFE-STYLE ON CALCANEAL BONE MASS IN HIGH SCHOOL STUDENTS

Takiko SAGARA^{*,*2}, Muneko NISHIJO^{*2}, Wataru HIROKAWA^{*2}, Yuko MORIKAWA^{*2},
Katuyuki MIURA^{*2}, Masaji TABATA^{*2}, and Hideaki NAKAGAWA^{*2}

Key words : Bone mass, High school student, Nutrients intake, Life styles

Objective To clarify the effects of nutrient/food intake and lifestyle, especially exercise, on calcaneal bone mass in both male and female high school students.

Methods A total of 798 healthy Japanese high school students (281 boys and 517 girls) were recruited, and their calcaneal bone was assessed by ultrasound using Lunar Achilles. The subjects were thereby divided into a lower bone mass group and a normal bone mass group according to stiffness at the cut-off level of 90 for the boys, and 77 for the girls. Information on lifestyle including frequency of food consumption and regular exercise during the period at junior high school and high school was collected by questionnaire. Nutrient intake was assessed by a semi-quantitative food frequency questionnaire.

Results

1. The intake of total energy and fat in the lower bone mass group was lower than in the normal bone mass group in both sexes.
2. The frequency of subjects not consuming milk in the lower bone mass group was higher than in the normal bone mass group in both sexes. In the boys, the frequency of the subjects who liked to eat green vegetables in the lower bone mass group was lower in the normal bone mass group.
3. The mean stiffness for subjects undertaking exercise during junior high school was higher than in subjects not exercising, even after adjustment for age in both sexes. The frequency of subjects with a habit of sun bathing in the lower bone mass group was significantly lower than in the normal bone mass group in the girls.
4. An analysis using a logistic model was performed to select the factors related to lower bone mass without being confounded with other factors. Lower energy intake in boys and lower fat intake, no exercise during high school life and no milk consumption in girls were each independently related to lower bone mass.

Conclusion These results suggest that nutrition and exercise habit affect calcaneal bone mass in high school students of both sexes, especially milk consumption being an important factor related to bone mass in girls.

* Department of Life and Culture, Kanazawa Gakuin College

*2 Department of Public Health, Kanazawa Medical University