

中学生・高校生の牛乳摂取と身体状況 横断的検討と5年間の縦断的検討

女子栄養大学 栄養生理学研究室 上西 一弘

給食・栄養管理研究室 石田 裕美

【要 約】

中学生、高校生の時期のライフスタイルは、その時期の身体の発育にとって重要であり、成人期以降の健康にも大きく影響することが考えられる。特にこの時期は、最大骨量を多くするために重要な時期である。中学生・高校生の時期に骨量を増加させるためには、適切な運動とカルシウムをはじめとする多くの栄養素の摂取が重要であるということが広く認識されている。しかし、同一個人を長期間継続して調査した報告は決して多くはない。また、この中学生、高校生の時期の肥満は成人期の肥満につながる場合もあり、適切な体脂肪率を維持することが大切である。本研究では東京都内私立中高一貫校の生徒について、牛乳摂取と身体状況について横断的な調査を行い、学年ごとに牛乳摂取と体脂肪率の関係について検討した。また、2000年からの骨量調査結果を同一個人について中学1年生から高校3年生までの5年間（6回）、縦断的にまとめ、骨量の経年変化と牛乳飲用状況との関係について検討した。

牛乳摂取と体脂肪率に関する横断的な検討では、女子において一元配置の分散分析の結果、中学2年生、中学3年生、高校3年生において牛乳摂取と体脂肪率の間には有意な関係があり、牛乳摂取量が多くなるに従い、体脂肪率は低い傾向がみられた。また、高校2年生でも同様の傾向が見られた。なお、男子ではこのような差はみられなかった。

骨量に関する縦断的な検討では、中学校、高校の5年間の骨量（ステフネス）の変化をみると、男子では中学1年生から高校2年生にかけて直線的に増加しており、高校2年生時に日本人の成人男性の平均値を上回っていた。骨量の増加は中学1年生から3年生にかけて多く、この時期に骨量を増やすことが効果的ともいえる。一方、女子では中学1年生から中学3年生にかけて増加しているが、その後の増加はほとんどみられない。中学3年生でほぼ日本人成人女性の平均値に達している。おそらく女子の場合には、小学校高学年から中学生にかけての時期が骨量獲得に重要と考えられる。また、この時期は初経発来の時期にあたる。

骨量の増加と運動、牛乳摂取、朝食摂取状況の関係を検討したところ、男子では4年以上の運動実施が骨量をより高めるために有効であった。女子の場合には運動の実施年数に応じて骨量増加が多い傾向にあった。牛乳摂取は男女ともに摂取量が多いほど、骨量増加は多い傾向にあった。女子の場合には、朝食欠食者は、欠食なしの生徒に比べ、骨量増加量が有意に少なかった。男子でも有意差はみられなかったが同様の傾向にあった。

骨量を多くするためには、中学生、高校生の時期の食生活、運動が重要であることが縦断的な検討により確認できた。

キーワード

中学生、高校生、最大骨量、体脂肪率、牛乳摂取、運動、朝食欠食、ライフスタイル

【目 的】

骨粗鬆症は中高年以降に多く見られる疾患であるが、その予防のためには若年期に最大骨量ができるだけ多くしておくことが重要とされている。中学生・高校生の時期はそのためにも非常に重要な時期となる。中学生・高校生の時期に骨量を増加させるためには、適切な運動とカルシウムをはじめとする多くの栄養素の摂取が重要であるということが広く認識されている。しかし、同一個人を長期間継続して調査した報告は決して多くはない。

我々は2000年から東京都内の私立中高一貫校において「成長期のライフスタイルと身体状況に関する検討」というテーマで調査を行ってきた。この調査では、現在及び過去の牛乳・乳製品の摂取、朝食の摂取状況をはじめとする食生活、運動実施状況、睡眠などのライフスタイルと、骨量、体脂肪率、体調などの身体状況の関係を調査・検討している。

今年度は2000年から実施している調査対象中学校・高校の生徒について、これまでと同様、牛乳摂取と身体状況について横断的な調査を行い、学年ごとに牛乳摂取と体脂肪率の関係について検討することとした。成長期の肥満すなわち体脂肪の過剰な蓄積は、成人期以降の肥満につながるともいわれ、メタボリックシンドロームへの影響も懸念される。

また、これまでの骨量調査結果を同一個人について中学1年生から高校3年生までの5年間（6回）、縦断的にまとめ、骨量の経年変化と牛乳飲用状況との関係について検討することにした。

【方 法】

対象校

対象校は東京都杉並区内にある私立の中高一貫校で男女共学である。中央線沿線にあり、生徒は電車、バス、自転車などさまざまな方法で通学している。最寄り駅から学校までの間にはコンビニエンスストア、ファストフードショップもあり、帰宅時に利用する生徒も見受けられる。中学校は1学年約240名で、ほぼ全員がそのまま高校へ進学する。さらに、高校1年次に約200名の新規入学者が加わる。

中学校、高校ともにクラブ活動では、運動部に所属する生徒が多く、活発な活動を行っている。

高校から大学への進学率は高く、例年ほぼ100%の生徒が大学へ進学している。

中学生の時から学校給食は実施されておらず、給食での牛乳飲用の習慣はない。

横断的検討

今年度の横断的検討の対象者は在学生（中学生720名、高校生1,300名）とし、運動や睡眠、食

事摂取状況、骨折歴など日常生活に関するアンケートと食物摂取頻度調査は全員に依頼、骨量および体脂肪率の測定、採血は希望者のみとした。なお、縦断的な検討を行うために身体計測と採血は中学1年生、高校1年生、高校3年生にはより多くの生徒の参加を呼びかけた。

アンケート調査、身体測定、採血は2007年4月に実施した。

表1に調査参加者の人数を示した。

表1 参加者一覧（2007年横断的検討）

(人)

学年	性別	人数	骨量測定者	体脂肪率測定者
中学1年生	男子	120	113	106
	女子	120	118	113
中学2年生	男子	120	72	69
	女子	120	67	51
中学3年生	男子	120	58	70
	女子	120	51	19
高校1年生	男子	223	208	208
	女子	220	204	194
高校2年生	男子	229	188	169
	女子	224	171	188
高校3年生	男子	237	179	189
	女子	210	169	150

縦断的検討

縦断的検討の対象者は、2000年、2001年、2002年に中学に入学した生徒合計720名で、骨量測定、各種アンケートに回答した生徒とする。2005年、2006年、2007年までの6回分（5年間）のデータを用いて検討した。6回の測定、アンケートに欠損のない生徒は男子272名（75.5%）、女子263名（73.1%）であった。

各年度ともアンケート調査、身体測定、採血は4月に実施した。

測定項目、方法

身体計測の項目は、超音波式骨量測定装置（アキレスA-1000 InSight、GE横河メディカルシステム社）を用いた踵の骨量、多周波インピーダンス法（InBody バイオスペース社）による体脂肪率である。骨量はSOS（超音波伝播速度）とBUA（超音波減衰率）から計算されるステフネス値を解析に用いた。身長は通常の身長計により測定した。体重はInBodyによる体脂肪率測定

際の値を用いた。血液検査は白血球、赤血球、ヘモグロビン、ヘマトクリット、中性脂肪、HDL-コレステロール、LDL-コレステロール、血糖、フェリチン、トランスフェリンである。なお、採血は空腹時採血の条件で実施することが困難であり、随時採血とした。血液検査はSRLに依頼した。

合わせて、食物摂取頻度調査法によるエネルギーおよび栄養素摂取状況、アンケートによる牛乳や乳製品の摂取頻度、運動実施状況、骨折歴などを調査した。これらのアンケートは生徒自身が記入した。

以上の結果から、牛乳摂取と身体状況について検討した。

本報告書では牛乳摂取と体脂肪率の関係についての横断的な検討結果を示す。さらに、縦断的検討における、骨量の変化、運動実施状況と骨量の増加、牛乳摂取と骨量の増加、朝食摂取状況と骨量の増加、牛乳摂取と身長増加について報告する。

本研究は香川栄養学園医学倫理委員会の承認、対象学校長の了解を得て実施した。身体計測については本人の同意の上で実施し、採血については生徒本人および保護者の同意のうえで実施した。

統計処理

結果は平均値±標準偏差で表示した。統計処理はSPSS 15.0J for Windowsを用い、グループ間の平均値の比較は一元配置分散分析を行い、有意差の見られた場合にボンフェローニの多重比較を行った。有意水準は5%とし、これ以下の場合を有意差ありと判断した。

【結 果】

(1) 2007年度実施の横断的検討

牛乳摂取と体脂肪率

各学年別の牛乳摂取量と体脂肪率の関係を図1に示した。牛乳摂取量は、アンケートの結果をもとに、1日平均400ml以上摂取するグループ、200～400ml摂取するグループ、100～200ml摂取するグループ、100ml未満の摂取グループ、ほとんど飲まないグループの5つに分類した。前述したとおり対象校では学校給食は行われておらず、給食時の牛乳の飲用は無い。また、学内の自動販売機での牛乳の販売も現在は行われていない。なお、男子では各グループとも有意な差はみられなかったため、ここでは女子の結果のみを示す。

中学1年生時の測定・アンケートは入学直後の4月に実施するため、その時点のライフスタイルよりも入学前のライフスタイルの影響を受けていると考えられる。高校1年生時の調査も約半数の生徒は新しく入学した生徒であり、やはり入学前のライフスタイルの影響を受けていると考えられる。そこで、中学1年生から高校3年生までの6学年に分けてそれぞれで検討した。一元配置の分散分析の結果、中学2年生、中学3年生、高校3年生において牛乳摂取と体脂肪率の間には有意な違いがあり、牛乳摂取量が多くなるに従い、体脂肪率は低い傾向がみられた。また、高校2年生でも同様の傾向が見られた。なお、標準偏差が大きいため、多重比較による各グループ間の差はみられなかった。

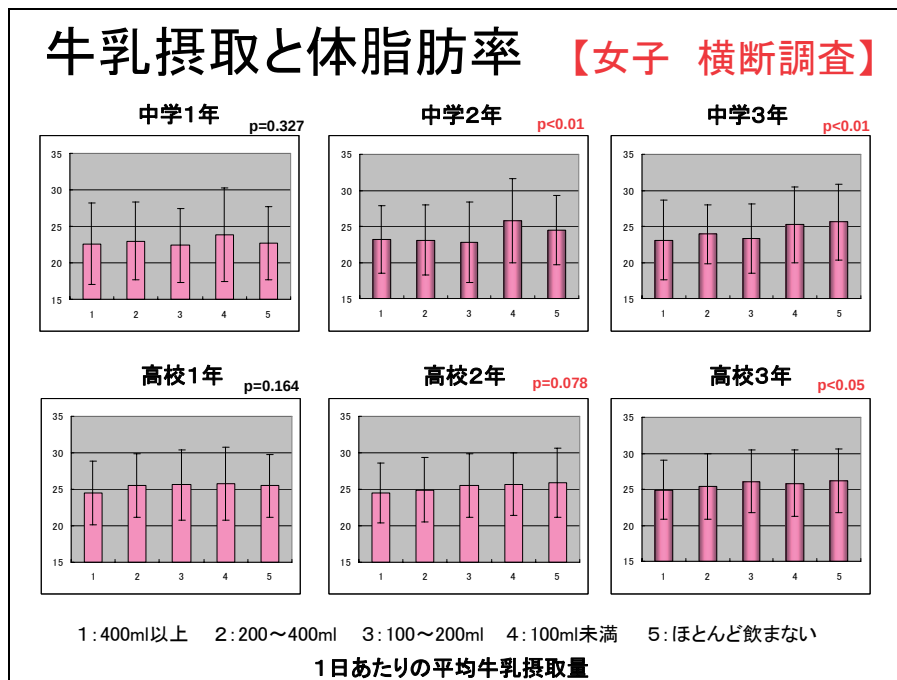


図1 一元配置分散分析による牛乳摂取と体脂肪率の関係

牛乳摂取状況は自記式のアンケート結果による1日あたりの摂取量。
体脂肪率はインピーダンス法（InBody バイオスペース社製）による。

(2) 5年間、3学年分の縦断的検討

骨量の経時変化

5年間の踵骨骨量の平均値の推移を男女別に図2に示した。なお、ステフネス値を骨量とした。男子では中学1年生から高校2年生にかけて直線的に増加しており、高校2年生で日本人の成人男性の平均値を上回っていた。骨量の増加は特に中学生時に大きいといえる。一方、女子では中学1年生から中学3年生時にかけて増加しているが、その後はほとんど増加は見られない。中学3年生で成人女性の平均値に達している。

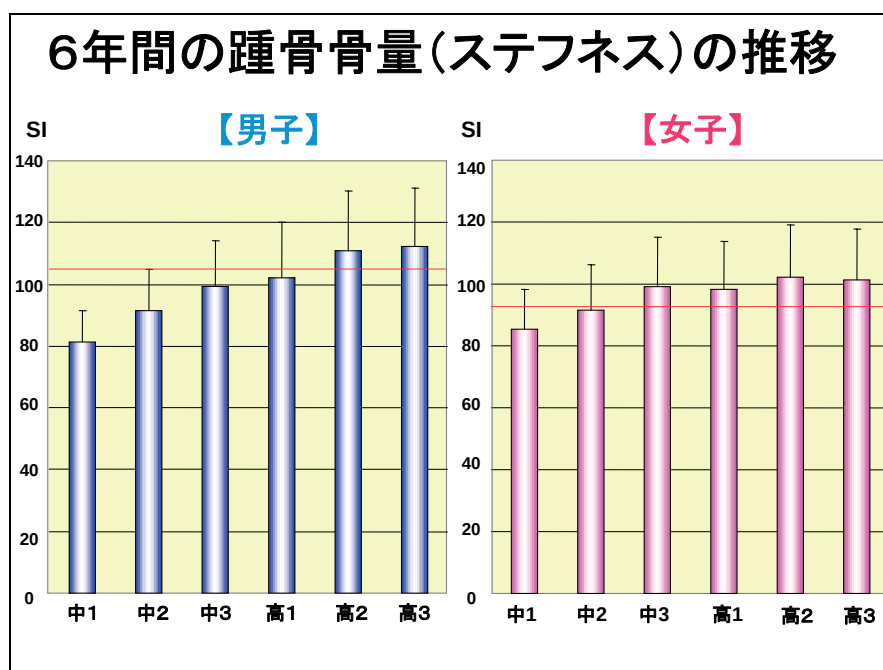


図2 中学1年生から高校3年生までの5年間の踵骨骨量（ステフネス）の推移（縦断的検討）

実線は日本人若年成人の平均値

SI：ステフネス値

運動実施状況と骨量増加

5年間の運動実施状況と骨量の増加量を男女別に図3に示した。運動実施状況は6回のアンケートの結果、「現在運動している」を1、「現在運動していない」を0とし、6回分を平均し、全く運動してしない「平均0：運動なし」から、6年間運動を継続していた「平均6：6年」まで7グループに分けて比較した。なお、ここでの運動とは体育の授業以外のクラブ活動や、地域でのスポーツチームなどでの活動などである。今回は6回のアンケート中、何回運動していると回答したかのみを検討し、中学生時、高校生時の運動についての区別は行っていない。また、運動の種類、頻度についても解析には加えていない。

その結果、男子では4年以上運動を行うことで、骨量の増加は大きくなっていった。女子では運動の実施年数に応じてほぼ直線的に増加量が多くなっていった。

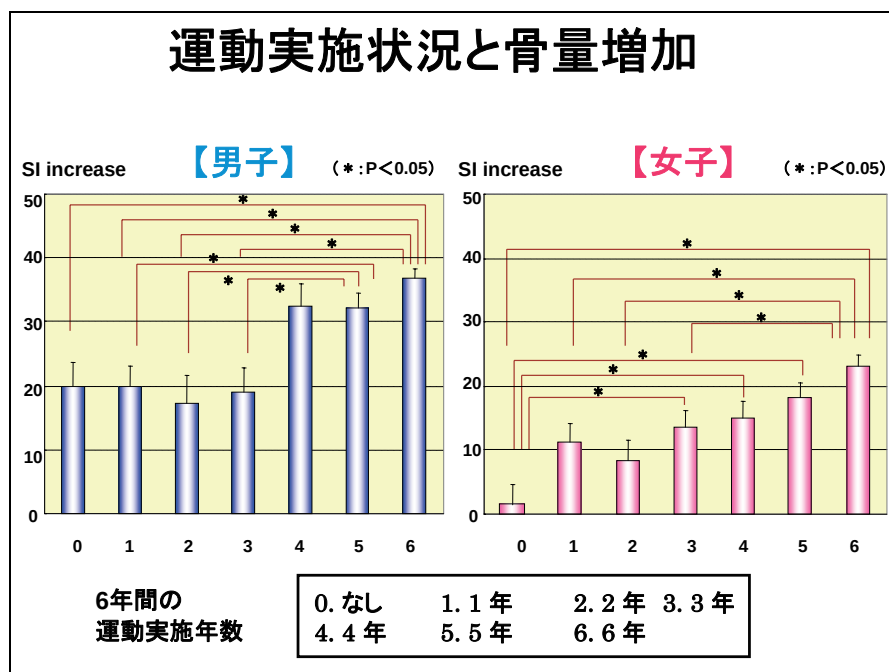


図3 中学高校6年間の運動実施状況と骨量増加

SI increase：ステフネス増加量

牛乳摂取と骨量増加

5年間の平均牛乳摂取状況と骨量増加の関係を図4に示した。運動状況のグループ分けと同様、6回のアンケートの結果を素に分類した。すなわち、現在の日常的な牛乳摂取量について「ほとんど飲まない」を0、「100ml未満」を1、「100～200ml」を2、「200～400ml」を3、「400ml以上」を4ポイントとし、6回の平均を算出し、グループ分けを行った。

その結果、男女ともに牛乳摂取量が増えるにともない、骨量増加量も増える傾向がみられた。男子では400ml以上摂取するグループはほとんど飲まないグループ、100～200ml摂取するグループよりも有意に増加量が多かった。女子では200～400ml摂取するグループがほとんど飲まないグループよりも有意に増加量が多かった。

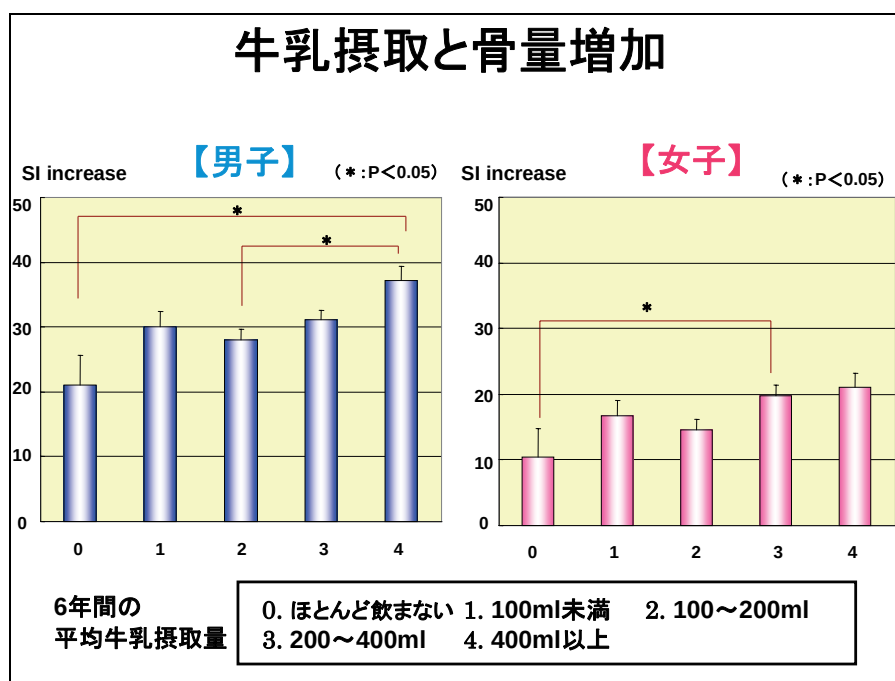


図4 中学高校の平均牛乳摂取量と骨量増加

SI increase：ステフネス増加量

朝食摂取状況と骨量増加

近年、朝食欠食が問題となっている。このことは成長期の子供たちにおいても同様である。欠食については、ほとんど毎日食べる、週に2～3日食べない、週に4～5日食べない、ほとんど食べない、の4つの選択肢への回答を求めた。6回のアンケートにおける5年間の平均朝食摂取状況で、週に2回以上欠食のあるグループと欠食が全くないグループの骨量増加量を比較したところ、女子では欠食のあるグループは欠食のないグループよりも有意に骨量増加量が少なくなっていた。男子でも有意差はみられないが同様の傾向がみられた（図5）。

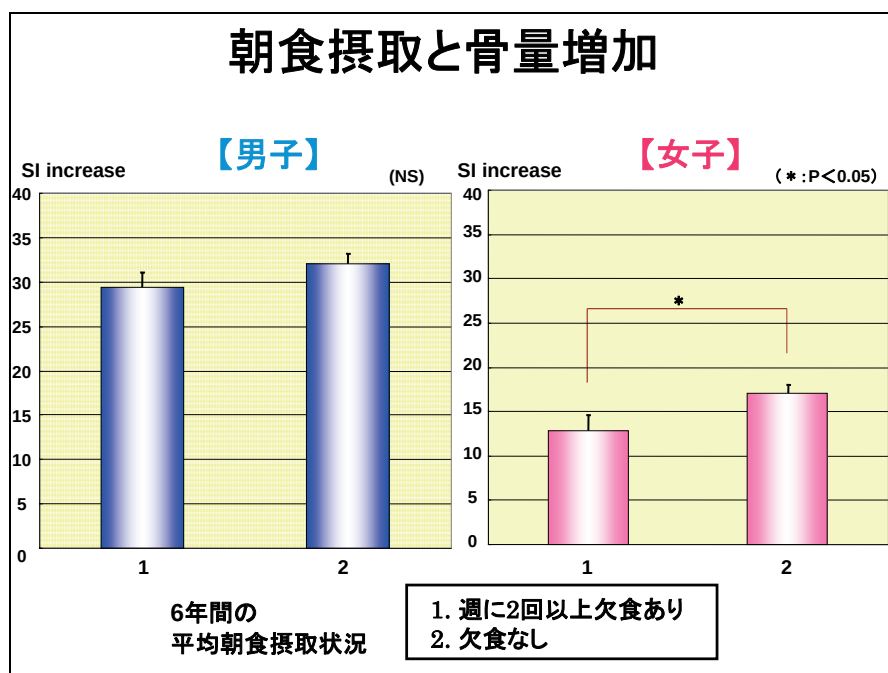


図5 中学高校の平均朝食摂取状況と骨量増加

SI increase：ステフネス増加量

牛乳摂取と身長増加

5年間の平均牛乳摂取量と身長の結果を図6に示す。牛乳摂取量は200ml以上、100～200ml、100ml未満の3グループに分けて検討した。男子では違いは見られないが、女子では牛乳を1日に200ml以上摂取していたグループは100ml未満しか摂取しないグループよりも身長の増加が多かった。

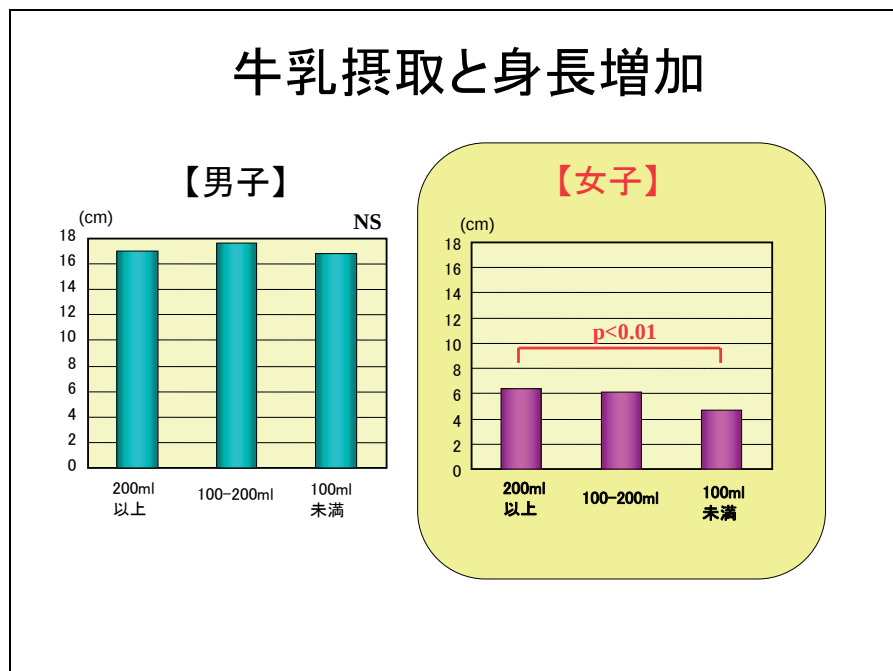


図6 牛乳摂取と身長増加

【考 察】

横断的検討

牛乳摂取状況と体脂肪率

近年、牛乳・乳製品あるいはカルシウム摂取と体重、体脂肪率の関係が注目され、牛乳・乳製品摂取による体脂肪抑制効果、抗肥満効果に関する研究が報告されている。しかし報告のほとんどは成人期以降の対象者のものであり、中学生、高校生の成長期を対象者で検討したものはほとんどない。我々が以前に行った解析では中学生、高校生の女子を合わせて、日常摂取している平均牛乳摂取量と体脂肪率の関係を検討したところ、牛乳摂取量の多いグループほど体脂肪率が低値であった。このときの身長、体重にはグループ間の差は見られていない。

中学1年生時の測定・アンケートは入学直後の4月に実施するため、その時点のライフスタイルよりも入学前のライフスタイルの影響を受けていると考えられる。高校1年生時の調査も約半数の生徒は新しく入学した生徒であり、やはり入学前のライフスタイルの影響を受けていると考えられる。そこで、今回は、中学1年生から高校3年生までの6学年に分けてそれぞれで検討した。一元配置の分散分析の結果、中学2年生、中学3年生、高校3年生において牛乳摂取と体脂肪率の間には有意な違いがあり、牛乳摂取量が多くなるに従い、体脂肪率は低い傾向がみられた。また、高校2年生でも同様の傾向が見られた。

牛乳摂取による抗肥満効果のメカニズムについては現在検討が行われているところであり、動物実験や細胞レベルでの実験からの仮説が提唱されつつあるが、ヒトでの検証はまだ行われていない。

ところで、体脂肪率は牛乳摂取だけで決まるものではない。エネルギー摂取量はもとより、運動なども強く影響する。今後はこれまでの縦断的なデータを学年ごとに合わせて解析するなど、対象者を増やして、牛乳以外の要因を含めたより詳しい解析を行う必要がある。

縦断的検討

成長期の子どもたちを対象とした横断的な検討は散見されるが、縦断的な検討は少ない。特に最大骨量を獲得する時期と考えられる中学生、高校生にわたって継続して調査した報告はほとんどない。その点からも本研究は非常に意義のあるものである。

中学校、高校の5年間の骨量（ステフネス）の変化をみると、男子では中学1年生から高校2年生にかけて直線的に増加しており、高校2年生時に日本人の成人男性の平均値を上回っていた。骨量の増加は中学1年生から3年生にかけて多く、この時期に骨量を増やすことが効果的ともいえる。

一方、女子では中学1年生から中学3年生にかけて増加しているが、その後の増加はほとんどみられない。中学3年生でほぼ日本人成人女性の平均値に達している。おそらく女子の場合には、小学校高学年から中学生にかけての時期が骨量獲得に重要と考えられる。また、この時期は初経

発来の時期にあたる。

骨量の獲得のためには運動、食生活などのライフスタイルの影響は大きい。今回は運動と牛乳摂取の2つについて検討した。さらに朝食欠食と骨量増加についても検討した。

まず、骨量の増加量と運動実施状況の関係について検討した。運動実施状況は6回のアンケート結果を平均し、運動を全くしていない；運動なしから6回とも運動している：6年間までの7グループに分類して骨量の増加量との関係を検討した。なお、ここでの運動とは体育の授業以外のクラブ活動や、地域でのスポーツチームなどでの活動などである。今回は6回のアンケート中、何回運動していると回答したかのみを検討し、中学生時、高校生時の運動についての区別は行っていない。また、運動の種類、頻度についても解析には加えていない。

その結果、男子では中学校、高校の6年間のうち、4年以上運動することにより骨量増加量は有意に多くなっていた。なお、前述したがこの4年間は必ずしも継続した4年間とは限らない。また、運動の種目や強度、頻度についても検討はしておらず、今後の課題といえる。

一方、女子では、運動の実施年数に応じてほぼ直線的に増加量が多くなっており、運動を行うことの重要性が男子よりも高いといえるかもしれない。

次に、骨量の増加量と牛乳摂取量の関係について検討した。牛乳摂取状況は中学1年生から高校3年生までの6回のアンケートの結果をもとに分類した。すなわち、現在の日常的な牛乳摂取量について「ほとんど飲まない」を0、「100ml未満」を1、「100～200ml」を2、「200～400ml」を3、「400ml以上」を4ポイントとし、6回の平均を算出し、グループ分けを行った。その結果、男子では400ml以上摂取するグループはほとんど飲まないグループ、100～200ml摂取するグループよりも有意に増加量が多かった（ボンフェローニの多重比較、 $p<0.05$ ）。女子では200～400ml摂取するグループがほとんど飲まないグループよりも有意に増加量が多かった（ボンフェローニの多重比較、 $p<0.05$ ）。その他、グループ間に有意差は見られないが全体的に男女とも日常的な牛乳摂取量が多くなるにともない、骨量の増加量も多くなる傾向にあった（一元配置分散分析、 $p<0.05$ ）。

現在の日本において朝食欠食は大きな健康問題のひとつといえる。平成17年の国民健康・栄養調査結果では小中学生の朝食を毎日食べる者の割合は約90%であり、昭和63年、平成5年とほぼ横ばい状態であると報告されている。小児期の朝食欠食の習慣は、成人期以降の朝食欠食へとつながる可能性もあり、できるだけ欠食しないように指導することが望ましい。今回の対象校の生徒の中には朝食欠食者の割合は約3%程度であり、それほど多いとはいえない。6回のアンケートにおける5年間の平均朝食摂取状況で、1週間に2回以上の朝食欠食があるグループと、欠食が全くないグループに分けて、骨量の増加量を比較したところ、女子では欠食のあるグループは欠食のないグループよりも骨量増加量が有意に少なくなっていた（t検定、 $p<0.05$ ）。男子でも

有意差はみられないが同様の傾向がみられた。

我々の以前の検討では、朝食欠食者はエネルギーや三大栄養素は他の食事や間食で補うことができるものの、カルシウムや鉄の摂取量が少ないことがわかっており、骨の健康にも悪い影響を及ぼすといえる。

牛乳はエネルギーをはじめ、タンパク質、ミネラル、ビタミンなど多くの栄養素を含む食品である。したがって牛乳摂取は適切な身体の成長に有効と考えられる。一方、「牛乳を飲むと背が伸びる」ということがいわれるが、必ずしも多くのエビデンスがあるわけではない。そこで、牛乳摂取と身長増加の関係を検討してみた。その結果、女子では牛乳を1日に200ml以上摂取していたグループは100ml未満しか摂取しないグループよりも身長の増加が多かった（図6）。男子では違いはみられなかった。なお、身長増加に関しては、もともと身長が小さい者のほうが伸びが大きいということもあり、中学1年生時の身長さらには小学生時代の牛乳摂取などを含めた詳しい解析を行う必要がある。

【結 論】

結果をまとめると、以下のとおりである。

中高一貫校における5年間（6回）の縦断研究の結果、男女ともに牛乳摂取量が多い生徒ほど、骨量増加量が多かった。また、運動実施回数が多い生徒ほど骨量増加量は多かった。今後は、運動と牛乳摂取を合わせての解析を行う予定である。

女子の場合、週2回以上朝食欠食がある生徒は、欠食がない生徒と比較して、骨量増加量が少なかった。

さらに、女子では牛乳摂取量が多い生徒は、身長の増加量が大きく、横断的な検討では体脂肪率が低いことが示された。

現在、中学生高校生を含む若年女性では牛乳の摂取が少ない者が多い。これは「牛乳を飲むと太る」などの情報があることもその原因の一つであろう。今回の結果は、以前に我々が示した結果と同様、牛乳摂取が肥満につながることはなく、むしろ体脂肪率が低いことを示している。今後はさらに継続的に検討を続け、牛乳摂取と成長期の身体状況についてより広い観点から検討を続けていく予定である。

本研究の一部は2008年9月のアメリカ骨代謝学会（ASBMR）で発表した。以下にその要旨を示す。

ASBMR (The American Society for Bone and Mineral Research) 2008 Montreal, Canada September 12-16, 2008

Effects of Exercise and Milk Intake on Bone in Adolescents

Adolescence is an important period for achieving adequate bone mass. The study was aimed at assessing how exercise and milk intake effected bone status in adolescents longitudinal observations. We measured bone status at the os calcis using quantitative ultrasound (QUS, GE Healthcare Achilles Insight TM) and assessed diet and other lifestyle factors using questionnaires annually for 5 years. All subjects (aged 12.6 $\pm$ 0.6 years) attending the first years were recruited for this study and follow-up to the after five years. In total, 226 boys and 180 girls students were observed every year. In boys, mean stiffness index (SI) was 82.0 at the first years and 114.5 at the after five years (increased $40.3 \pm 19.8\%$). Multiple regression analyses revealed that SI increased in boys significant positive related with the mean frequency of exercise in a week and mean daily milk intake during the 5 years ($p < 0.05$); In girls, on the other hand, mean SI was 85.9 at the first year and 104.2 at the after 5 years (increased $22.6 \pm 18.9\%$). Multiple regression analyses revealed that the increase in SI in girls significant positive correlated with the mean frequency of exercise ($p < 0.05$), but no significant correlation with mean daily milk intake ($p > 0.05$). For the girls, analysis results revealed that, in those students who had SI below 78.0 (25 %) in the first year, their SI increased during following 5-year period had no significant relationship with the frequency of exercise, although there is a significant positive correlation with the frequency of milk intake. This longitudinal study indicate that frequent of exercise is important for bone growth in all adolescent boys and girls; Daily milk intake is important for adolescent boys and especially for low SI adolescent girls.