

週1回の運動・食事指導が短大生の 骨量に及ぼす影響について

西村 千尋
上濱 龍也
中田 健次郎

I. 目 的

平均寿命の延長による人口の高齢化に伴い、骨粗鬆症患者が近年増加傾向にあり、高齢期における重要な疾患のひとつとして注目されている。骨粗鬆症予防、すなわち骨量低下の予防策としては、青年期に最大骨量(peak bone mass)を増加させることと中・高年以降の骨量の減少を軽減すること⁹⁾があげられる。これまでは主として後者の加齢に伴う骨量の減少を最小限に留めることに重点が置かれていた。しかし、近年では前者の青年期までにできるだけ多くの骨量を獲得することも重要であるとの考えから、若年者を対象とした積極的な予防法にも焦点が当てられるようになった^{5,6,7,8,10)}。特に女性は青年期までに最大骨量(peak bone mass)を高める努力が必要であり、そのためには、不必要なダイエットを戒め、バランスのとれた食事をとり、十分なカルシウムとビタミンDを摂取し⁴⁾、運動を継続して行うこと³⁾が重要である。

若年女性を対象にしたこれまでの報告では、骨量とライフスタイルの関連を検討した横断的研究^{1,5)}に加え、骨量の縦断的变化やその変化に対するライフスタイルの影響を検討した研究⁶⁾が多く、特に大学入学1年後に骨

量が減少したとする女子大学生が多いことが指摘されている⁵⁾。その原因として、極端な痩身願望によるダイエットや運動不足がマイナス要因として影響していると考えられる。このような若年女性を対象に、ライフスタイルの改善を行い、骨量減少の軽減もしくは骨量増加を試みた報告はまだ少ない。

そこで本研究では、骨粗鬆症予防の重要な鍵である最大骨量(peak bone mass)の形成に密接に関与する青年期、特に19・20歳の骨量減少が観察された31名の女子短大生に対し、運動・食事指導を行い、骨量に及ぼす影響について検討したので、それらの知見について報告する。

II. 方 法

1. 対象及び測定時期

本研究の対象は、1996年10月に行った第1回の測定から1997年4月に行った第2回目の測定までに、骨量の低下を示した女子短大生31名であった。被検者を運動・食事指導群8名、運動指導群7名、食事指導群8名、対照群8名に分けた。対象者の身体的特性を Tabel 1 に示した。なお、第3回目の測定は1997年10月に行った。

2. 運動・食事指導

運動指導は1997年4月から約4ヶ月間週1回90分で行った。その後2ヶ月間の夏期休暇中は1週間のうち3日以上を自主的に運動量を確保するように指示した。運動指導の内容は、骨へのメカニカルストレスの強い種目が効果的とするこれまでの報告^{7,10)}をもとに、バスケットボール、バレーボールなど比較的強度の高い種目を採用した。また、夏期休暇中はできるだけ屋外での実施を勧めた。

食事指導は、牛乳、乳製品、小魚をはじめとするカルシウムの豊富な食品を紹介するとともに、対象者のカルシウム摂取量を中心として食生活の

Table 1. Physical characteristics of subjects.

Group	N	Age (years old)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)	% Body Fat (%)
Exercise & Dietary	8	18.9±0.4	158.8±4.5	50.4±5.1	20.0±1.8	25.6±5.4
Exercise	7	18.6±0.5	158.3±4.7	53.1±7.8	21.1±2.3	26.9±4.1
Dietary	8	18.8±0.5	158.0±4.1	50.6±6.8	20.3±2.6	26.0±6.6
Control	8	18.8±0.5	160.1±6.2	52.4±7.9	20.5±3.7	25.3±6.6

改善を促す指導を行った。カルシウムの1日の所要量である600mgを摂取できなくても、少なくともこれまでの摂取量よりも多く摂ることを心がけるよう指示した。また、キノコ類などからのビタミンD摂取も心懸け、逆に過剰摂取が骨形成を阻害するリン酸化合物を多く含むインスタント食品や炭酸飲料の摂取を控えるよう指示した。

対照群は比較のための群であり、運動・食事指導を行わず、測定後の結果説明にとどめ、これまで通りの生活を行うよう指示した。

夏期休暇中のこれらの実施状況は、静岡県総合健康センター骨密度測定問診票を用いて評価した。

3. 測 定

骨量測定には、A-1000 (LUNAR 社製) を用い、超音波法により右踵骨骨量 (Stiffness) を測定した。本装置は、踵骨部を透過する超音波信号を解析し、骨の弾力性と骨密度を表す指標である超音波伝播速度 (SOS, speed of sound) と骨の硬度などの指標となる超音波減衰係数 (BUA, broadband ultrasound attenuation) を測定し、これら2つの計測値から骨強度を総合的に評価するもので、stiffness 指標で示される。本研究ではこの stiffness を骨量として採用した。

体脂肪率は、Bioelectrical Impedance Analysis 法を用いた体脂肪計 TBF-501 (タニタ社製) により測定した。さらに、得られたデータから Body Mass Index (BMI) 及び Lean Body Mass (LBM) を算出した。

4. 統計処理

統計解析には SPSS 7.5J for Windows を用い、有意水準は 5% とした。なお、得られた骨量のデータは運動・食事指導前と運動・食事指導開始後の相対変化率で比較した。すなわち、運動・食事指導前は、

$$\text{相対変化率 (\%)} = \frac{1997\text{年}4\text{月の値} - 1996\text{年}10\text{月の値}}{1996\text{年}10\text{月の値}} \times 100$$

により求め、さらに運動・食事指導開始後は、

$$\text{相対変化率 (\%)} = \frac{1997\text{年}10\text{月の値} - 1997\text{年}4\text{月の値}}{1997\text{年}4\text{月の値}} \times 100$$

で求めた。

III. 結果及び考察

6ヶ月の間に骨量が低下した女子短大生31人を運動・食事指導群、運動群、食事指導群、対照群の4群に分け、運動・食事指導の影響について検討した。運動・食事指導終了後の各群の夏期休暇中における運動実施状況と食生活はほぼ指導の通りに実施されていた (Fig. 2)。その結果、Fig. 1 及び Fig. 3 に示すように、運動・食事指導群は骨量の相対変化率が運動・食事指導により減少から増加に転じた ($P=0.002$)。運動群は有意ではないもののやはり骨量の相対変化率が運動指導により減少から増加に転じた。食事指導群では骨量の相対変化率が依然として低下しているもののそれを半減させることができた。しかし、対照群では骨量の低下率に変化はなかった。

骨量の維持・増加に運動が有効であるという報告では、主に骨密度として報告されているが、被検者が男性の場合は意見がほぼ一致したものである。すなわち、すべての年代の男性において運動は骨密度の増加と維持に有効に作用しているが、女性においては必ずしも成績は一定していない。また、運動種目によってもかなりのばらつきが認められる。例えば、中高

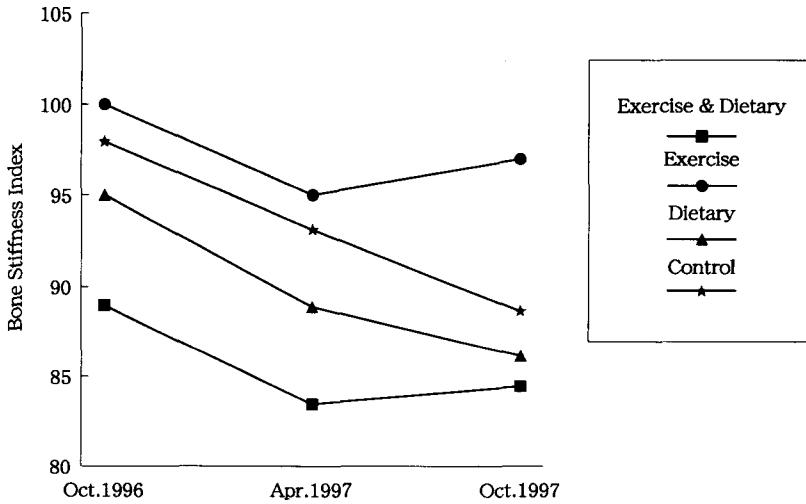


Fig. 1 Changes of bone stiffness index in each group.

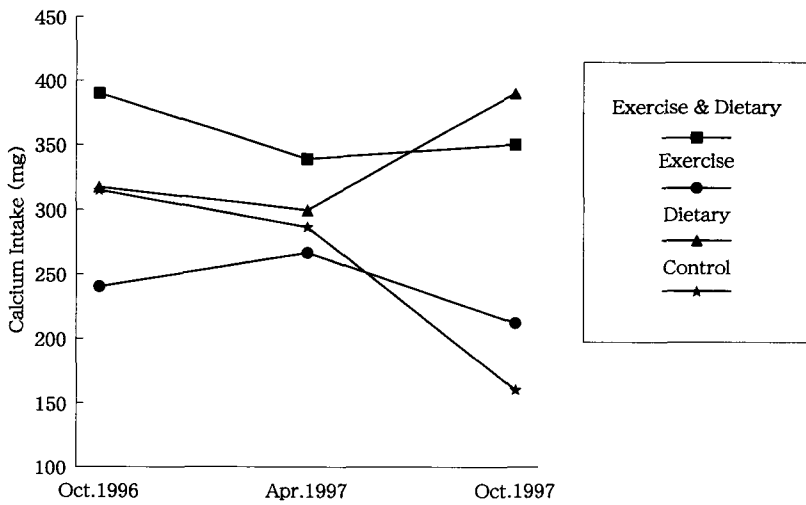


Fig. 2 Changes of calcium intake in each group.

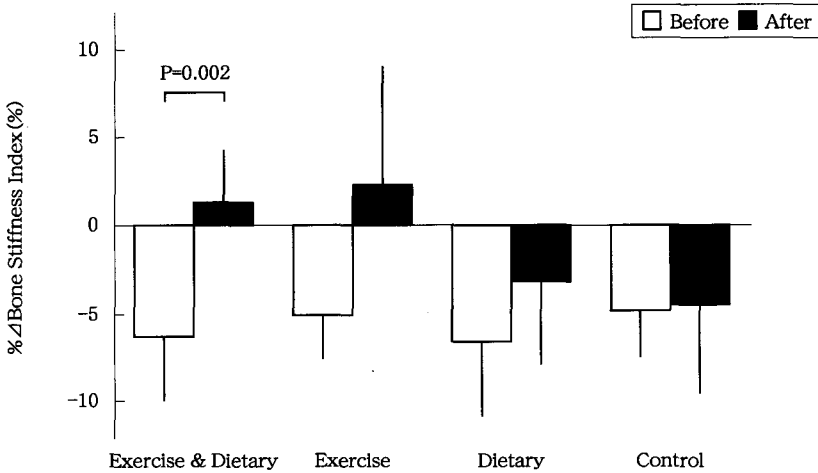


Fig. 3 Changes of %Δ bone stiffness index in each group.

年女性を対象としたフィットネスエクササイズ、ウェイトトレーニングやランニングでは、腰椎や前腕などの骨密度が増加したとする報告^{11,13)}がある一方、むしろ減少傾向を示したとする報告¹²⁾がある。そこで現在の段階では女性の骨密度に対する運動の効果を厳密に論ずるには測定手段や方法及び条件を明確にした上で行う必要がある。つまり、女性においては運動の骨密度に対する効果は女性ホルモンの影響により大きく左右され、複雑になることがひとつの理由とされているからである。運動強度や頻度が高すぎると閉経前の女性では月経不順、あるいは月経停止を引き起こす。このような状況では卵巣からのホルモンであるエストロゲンの分泌が低下し、骨密度にネガティブな影響を与えると考えられるべきであろう。このことは、若年女性の長距離ランナーのうち正常月経群ではわずかに骨密度の増加を示したが、無月経群では逆に骨密度の減少を示したとする縦断的報告³⁾によっても明らかである。

今回の我々の結果は、指導後各自に自主的に週3日以上の運動を行わせ

たため内容と条件に多少のばらつきはあるが、骨形成におけるこれらの運動効果を強く裏付けているものと思われる。すなわち、運動による骨への刺激により、骨格筋の収縮による筋ポンプ作用が促進され、骨の中の血流が増加することによって骨芽細胞が活発に働き、カルシウムイオンが骨に結合しやすくなると言われている⁷⁾。また、ジョギングやジャンプ等の運動で骨に衝撃が加わると、その部位に微細骨折 (micro fracture) が生じるが、その際それを修復しようとする自然の防御機構が働いてカルシウムの沈着を促進するとも言われている⁷⁾。今回の我々の結果は運動内容と条件が必ずしも明確でないものの骨形成におけるこれらの運動効果を強く裏付けているものと思われる。

若年女性を対象にした縦断的研究⁷⁾としては、stiffness 値83以下の低骨密度者を対象に食事と運動指導を行い、3ヶ月後に再度踵骨骨量を測定した報告がある。その結果は、食事と運動の両面で実行できた群と食事の面だけ実行できた群では stiffness 値が有意に上昇したが、両方ともあまり実行できなかった群はほとんど変化がみられなかった。また、食事と運動の両面で実行できた群と食事の面だけ実行できた群とでは、両方を実行できた群の方がその効果が大きであったと報告している。この研究では、運動のみ実施できた群が設定されていないため、運動の効果を論ずることはできないが、食事の改善に加え運動習慣を有することが骨強化につながることを示唆するものである。本研究では、食事指導のみでは骨量低下を半減するにとどまったが、一方運動習慣を有することだけで骨量維持が可能であることが示唆された。したがって、骨量維持や増加において食事の改善よりも運動の実施が大きな因子になっていると考えられる。

ただし、これまでの報告にあるようにカルシウム摂取の重要性が指摘されているのは事実である⁴⁾。本研究では骨量低下を半減させるにとどまったが、カルシウム摂取量が十分でなかったことも考えられる。今後、所要量の600mgを摂取したグループを設け、再度検討する必要があるだろう。したがって、今回の我々の結果は、運動が骨量低下の軽減の重要な因子であるこ

とを結論付けるものであるが、今日の短大生の食生活の不完全さ、特にカルシウム摂取指導の重要性を指摘しておきたい。

本研究は、静岡県総合健康センターからの委託研究であることを付記する。

本研究の一部は第53回日本体力医学会大会 (1998年9月, 横浜) において、また本研究の要旨は第8回日・韓健康教育シンポジウム兼第47回日本教育医学会大会 (1999年8月, 岐阜) において発表した。

参考文献

- 1) 清野佳紀, 田中弘之, 西山宗六, 井本岳秋, 福永仁夫「日本人若年女子の最大骨塩量」『医学のあゆみ』170巻, 1994年, 1041-1042頁。
- 2) 浅野佳紀「子どもの骨を丈夫にするには一骨発育の重要性」『日本小児科雑誌』98巻, 1994年, 2093-2095頁。
- 3) 百武衆一, 後藤澄雄, 山縣正庸, 守屋秀繁「骨粗鬆症の予防としての運動効果の縦断的研究」『臨床スポーツ医学』11巻11号, 1994年, 1271-1277頁。
- 4) 小林 正「ビタミンDとカルシウム代謝」『栄養学雑誌』55巻, 1997年, 217-229頁。
- 5) 中田健次郎, 芹沢幹雄, 大石邦枝, 大津廣子, 西村千尋, 上濱龍也「大学生における骨密度の経年変化に関する調査・研究」静岡県若年者骨密度研究会・静岡県総合健康センター, 1998年。
- 6) 中田健次郎, 芹沢幹雄, 大石邦枝, 西村千尋, 上濱龍也「大学生の骨密度測定に関する調査・研究報告」静岡県若年者骨密度研究会・静岡県総合健康センター, 1997年。
- 7) 西岡茂子, 江藤義春「若年成人女性の踵骨骨密度と食事および運動による指導効果」『中京女子大学研究紀要』31巻, 1997年, 71-77頁。
- 8) 西田弘之, 竹本康史, 横山 強, 杉浦春雄, 中神 勝「女子看護学生の入学時から2年間の骨密度推移と生活習慣との関係について」『学校保健研究』41巻, 1999年, 12-20頁。
- 9) 折茂 肇「骨粗鬆症に関する最近の知見」『順天堂医学』42巻, 1996年, 2-12頁。
- 10) 時田章史, 叶野 篤, 三浦優子, 田和俊也, 石川明道, 山城雄一郎, 藪田敬次郎, 深間内一孝, 三橋直樹, 桑原慶紀, 鈴木勝彦, 南谷和利, 沢木啓祐「小児期・青年期からの骨粗鬆症の予防」『順天堂医学』42巻, 1996年, 45-54頁。

- 11) Aloia B, JF, Cohn SH, Ostuni JA, Cane R, Ellis K “Prevention of involuntal bone loss by exercise” *Ann Intern Med* 89, 1978, pp.356-358.
- 12) Cavanaugh DJ, Cann CE “Brisk walkings does not stop bone loss in post-menopausal women” *Bone* 9, 1998, pp.201-204.
- 13) Krolner B, Toft B, Pors Nielsen S, Tondevold E “Physical exercise as prophylaxis against involuntal vertebral bone loss: a controlled trial” *Clin Sci* 64, 1983, pp.541-546.