

健康な女子大生の骨強度におよぼす血清カルシウムと 骨代謝に関する各種因子の影響

萩原 暢子¹⁾, 井上 辰樹¹⁾, 北村 映子¹⁾, 小石 秀夫²⁾
(¹⁾ノートルダム女子大学保健体育, ²⁾大阪経済法科大学)

Effects of serum calcium and several factors of bone metabolism on the bone stiffness of healthy female college students

Nobuko Hagiwara¹⁾, Tatsuki Inoue¹⁾, Eiko Kitamura¹⁾ and Hideo Koishi²⁾

¹⁾Department of Health Science & Physical Education, Notre Dame Women's College,

²⁾Osaka University of Economics and Law

Ultrasound bone densitometry of *os calcis* was performed on a sample of three-hundred and eighty-four healthy female students. From the results, they were separated into two groups from the original samples: Group 1 (62 subjects) having over the mean stiffness value 1SD+ and Group 2 (57 subjects) under the mean stiffness value 1SD-.

Next, we studied the following aspects of the two groups: 1) bone mineral density of the lumbar vertebrae (L₂-L₄) by dual energy X-ray absorptiometry method, 2) serum calcium and alkaliphosphatase (ALP), 3) physical characteristics (height, weight, lean body mass; LBM, %Fat), 4) calcium intake from the milk and the milk products per day.

Results were as follows: Positive correlations existed between height and the serum ALP ($r = 0.350$, $p < 0.05$), and the serum calcium and the ALP ($r = 0.353$, $p < 0.05$) in the Group 1. Moreover, in the group of mean stiffness value 2SD+, there was also a positive correlation between the serum calcium and the ALP ($r = 0.697$, $p < 0.05$). Each physical characteristic had a positive correlation to stiffness, and weight and LBM showed especially high correlation coefficients.

The above mentioned results may lead the following conclusions; Taller subjects show a higher rate of bone metabolism as do those with higher levels of serum calcium. However, this is only the case with students whose bones are well developed. Heavier subjects have a higher degree of stiffness and this increases with physical development.

“寝たきり状態”を引き起こす一因である骨粗鬆症への対策が、高齢化社会における重要課題の一つ

となっている。これまで、骨粗鬆症の疫学的な研究に関する多くの報告があり、生活習慣や閉経、特に女性におけるエストロゲン欠乏¹⁾など、発症を引き起こす危険因子が解明されてきている²⁾。また、最近になって予防という立場から、最大骨量に達する若年期の骨成長の調査が、盛んに行われるようになった³⁾。著者らも、平成7年度より健康な女子大生を対象に、超音波骨密度測定装置による骨強度の測定と、血中ホルモンレベルや生活習慣などとの関係を調べてきた⁴⁾⁵⁾。

今回は、特に血清カルシウムとアルカリフォスファターゼの骨強度に与える影響を中心に、骨への影響因子の実態について検討した。

対象および方法

18～21歳の健康な女子大生384名を対象に、超音波骨密度測定装置 (A-1000, Lunar 社製) を用い、右側踵骨で骨強度 (スティッフネス) を測定した。このスティッフネスが mean +1.5SD 以上と、mean -1.5SD 以下の者、および中間群の希望者も含めて、承諾の得られた52名を対象に、放射線を用いたDEXA法 (dual energy X-ray absorptiometry, XR-26, Norland 社製) により、第2～第4腰椎で骨密度を測定した。次に、スティッフネスが mean +1SD 以上の者 (62名) と、mean -1SD 以下の者 (57名) を対象に、1) 血清カルシウムレベルと骨代謝マーカーとしてアルカリフォスファターゼ (ALP) の測定、2) 身体的特徴として身長・体重・除脂肪体重 (lean body mass; LBM)・体脂肪率 (percentage body fat; %Fat) の測定、3) 牛乳・乳製品 (チーズ・ヨーグルト) の1週間の摂取状況を、思い出し法により聞き取り調査後、1日の乳製品からのカルシウム摂取量を算出、以上を施行した。

統計学的な有意差検定およびその他の統計処理は、パーソナルコンピュータ用の統計ソフト (Stat View II) によって行った。

結 果

Fig. 1 は、今回測定した384名のスティッフネスのヒストグラムであり、最大値は126、最小値は58で、平均値 (mean ± SD) は 88.5 ± 12.2 であった。また、mean +1SD 以上が16.1%、mean -1SD 以下が14.8%、さらに、+2SD 以上は13名 (3.4%)、-2SD 以下は5名 (1.3%) 見られた。骨密度とスティッフネスの関係は Fig. 2 に示したが、両者の間には、有意な正相関 (相関係数 $r = 0.628$, $p < 0.001$) が見られた。次に、スティッフネスの mean +1SD 以上のグループと、-1SD 以下のグループで、各種因子の有意差検定を行ったところ、血清カルシウムと ALP は、両者間に有意差は見られなかったが、身体的特徴は、すべてに有意差が見られた (身長; $p < 0.05$, 体重・LBM・%Fat; $p < 0.001$)。同様に、mean +2SD 以上と -2SD 以下のグループの有意差検定では、血清カルシウム、ALP、身長では両者間に有意差はなかったが、体重・LBM・%Fat で、すべてに有意差が見られた ($p < 0.001$)。

Fig. 3 は、スティッフネスがそれぞれ、mean +1SD 以上と -1SD 以下のグループでの身長と ALP の関係を表したものである。前者のグループでは、両者間に有意な正相関 ($r = 0.350$, $p < 0.05$) が見られたが (Fig. 3A)、後者のグループでは、両者間には、有意な相関は見られなかった (Fig. 3B)。Fig. 4 は、血清カルシウムと ALP の関係を示している。mean +1SD 以上のグループ (Fig. 4A) と、mean

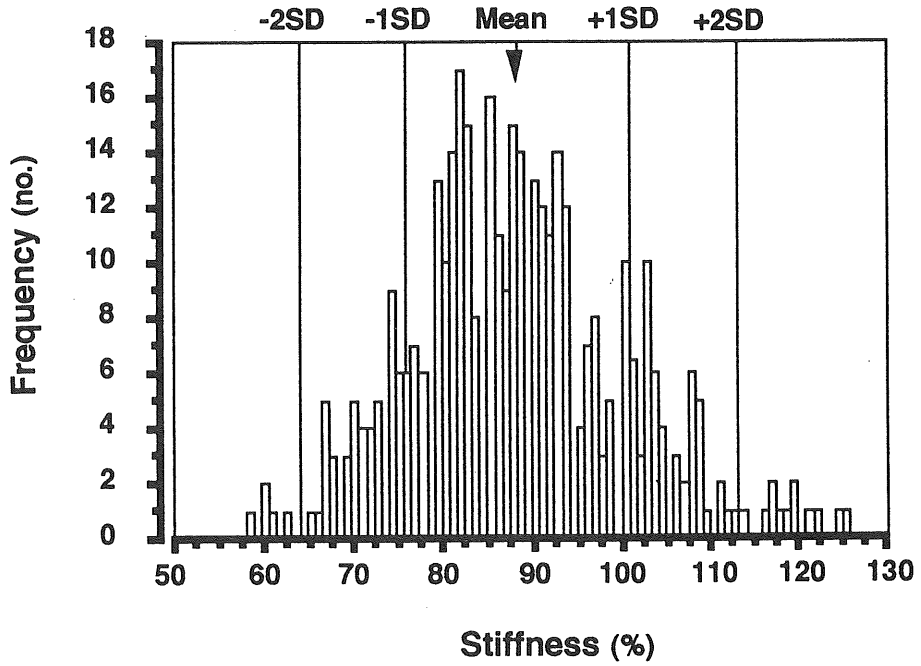


Fig.1 Histogram of the bone stiffness distribution in three-hundred and eighty-four female college students

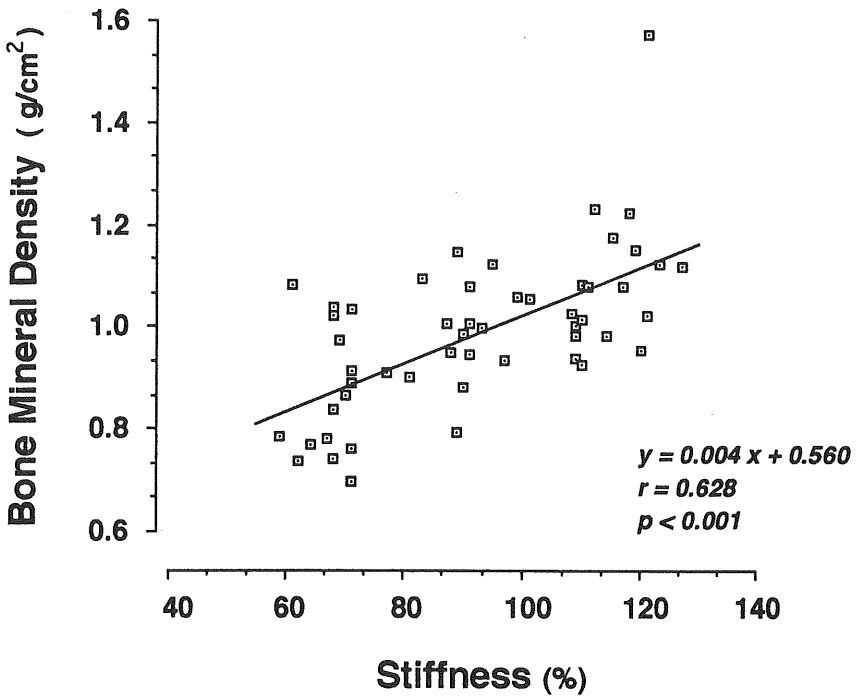


Fig.2 The correlation between bone mineral density (BMD) and stiffness

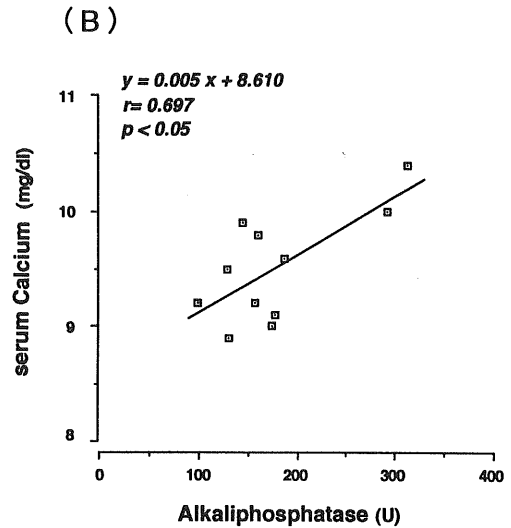
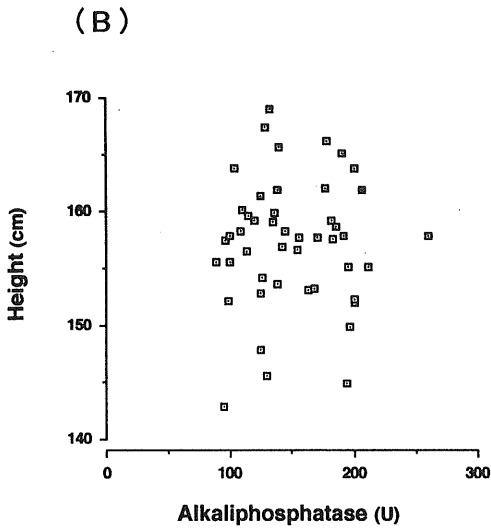
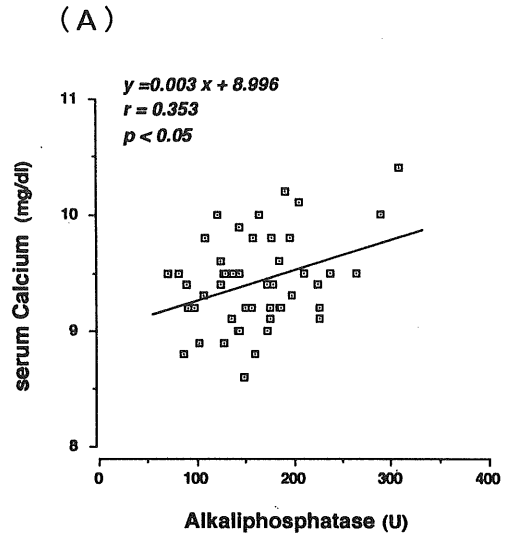
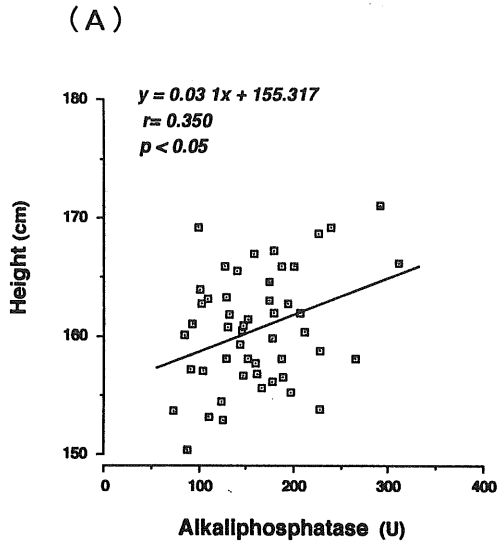


Fig. 3 The relationship between height and serum alkaliphosphatase. (A): in Group 1, which is over the mean stiffness value 1SD+, and (B): in Group 2, which is under the mean stiffness value 1SD-.

Fig. 4 The correlation between serum calcium and alkaliphosphatase. (A): in Group 1, which is over the mean stiffness value 1SD+, and (B): in which is over the mean stiffness value 2SD+.

+2SD以上のグループ (Fig. 4B) では、共に両者の間に、有意な正相関 (A : $r = 0.353$, $p < 0.05$, B : $r = 0.697$, $p < 0.05$) が見られた。Fig. 5は、スティッフネスが $\text{mean} + 1\text{SD}$ 以上と、 $\text{mean} - 1\text{SD}$ 以下のグループを統合して、身体的特徴とスティッフネスの関係を示したものである。身体的特徴はすべて、有意な正相関 (身長 : $r = 0.305$, $p < 0.001$, 体重 : $r = 0.563$, $p < 0.001$, LBM : $r = 0.526$, $p < 0.001$, %Fat : $r = 0.452$, $p < 0.001$) が見られ、特に、体重とLBMが、強い相関を示した。

算出した牛乳と乳製品からのカルシウム1日摂取量は、各グループ間での有意差は見られず平均摂取

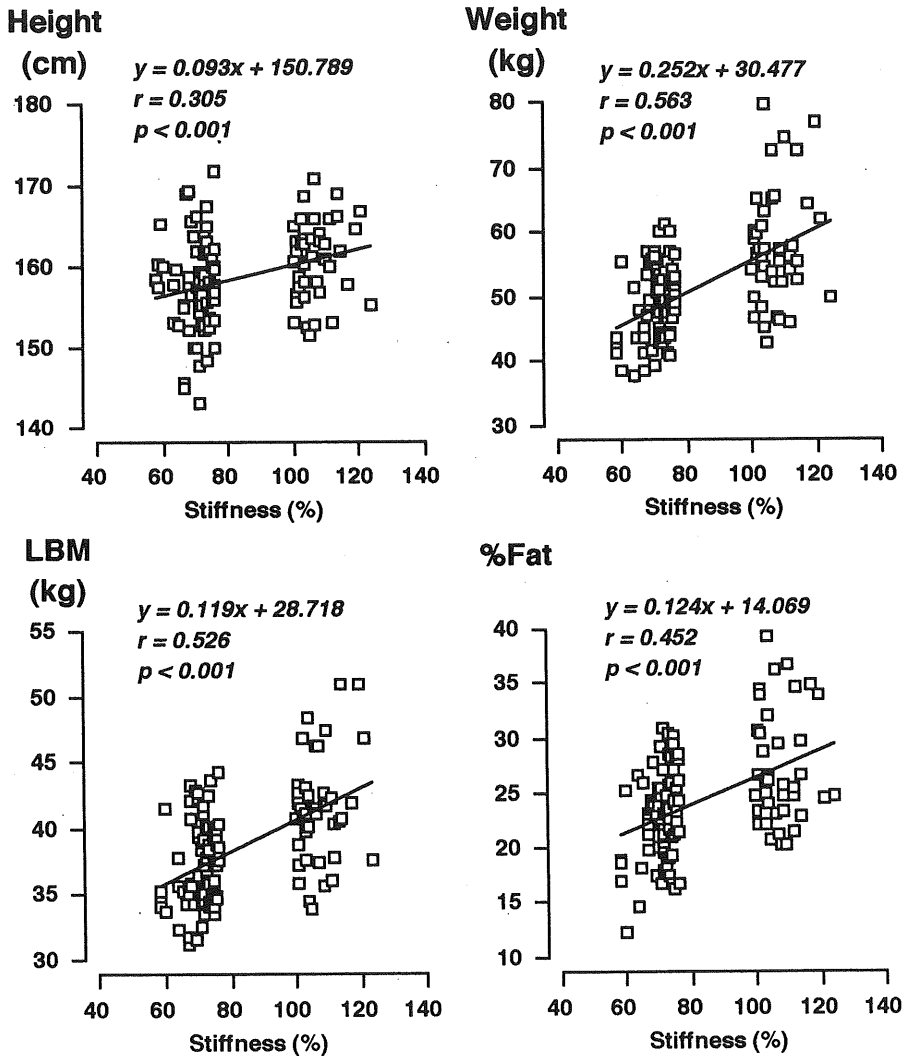


Fig. 5 The correlation between four physical characteristics (height, weight, lean body mass; LBM, percentage body fat; %Fat) and stiffness in combining with these two groups, the over the mean stiffness value $1SD+$ and under the mean stiffness value $1SD-$.

量は 140mg で、すべてのグループが 200mg に達していなかった。

考 察

骨粗鬆症は現在根本的な治療法がなく、その予防が重視されている。それには、骨減少の早期発見およびその経過観察が肝要である⁶⁾。著者らは、放射線被曝の無い超音波骨密度測定装置を用いて、健康な女子大生の骨強度を測定し、身体状況や血中カルシウム、ALP などの関係を調べた。

今回測定した女子大生 (18~21歳) のスティッフネスの平均値 (88.5) は、20歳の日本人女性の平均値 (92) と比較して、約 4% 低値であった。このことは、これらの女子大生が、骨の成長段階であるこ

とが示されているが、 $-2SD$ 以下のものが1.3%見られ、骨密度も低値であったことから、骨粗鬆症予備軍である可能性が強いと考えられた。

スティッフネスが高いグループでは、身長が高いものほどALPレベルが高く、骨代謝が盛んであることが示された (Fig. 3A)。ALPには、臓器由来の異なるアイソザイムが存在し、成長期に高値を示すものは骨性ALP (ALP₃) で、骨の新生に伴って増加する⁷⁾。スティッフネス高値者は、骨性ALPが高いと推測され、骨成長が現在も進行中であると思われた。スティッフネス低値者は、骨の発育が未発達と思われ、身長と骨代謝の活性度が必ずしも伴っているとは限らず (Fig. 3B)、骨の成長が早期に停止している可能性も考えられた。

血中のカルシウムは、体内量の約0.1%にすぎないが、PTHや活性型ビタミンDなどにより、厳格に血清濃度が制御されている⁸⁾。今回の測定結果は、すべて正常範囲であったが、中でも骨発育が良好なグループでは、血清カルシウムレベルが高いほど、骨代謝が盛んであることが示された (Fig. 4)。

スティッフネスと身体的特徴には、有意な正相関が見られ、18~21歳齢の女子において、身体の発育に伴った骨成長が示された。特に、体重と除脂肪体重に強い相関が見られたが、これは骨への体重負荷により骨塩量が増加するという報告⁹⁾と一致しており、今回測定した女子大生においても、体重負荷が骨質を増強していることが示された。

今回の調査で、スティッフネスに関わらず牛乳や乳製品の摂取量が極端に少なかったことは、最近の女子大生の不規則な食生活や、牛乳や乳製品を好まない風潮を示していると思われた。

骨粗鬆症の最大の予防は、若年期に達する最大骨量の増大である¹⁰⁾。そのためには、骨強度測定により自己の骨の状態を把握し、運動負荷・栄養バランス (十分なカルシウム摂取)・ホルモンバランスなどの健康教育を徹底することで、各自が骨粗鬆症の予防に対する自覚を持ち、自主的な健康管理をすることが、最重要であると思われた。

文 献

- 1) Satoh Y., Soeda Y. and Dokou S. (1995) *Calcif Tissue Int* 57 : 258-266
- 2) 宮村季浩, 山縣然太郎, 飯島純夫, 浅香昭雄 (1994) *日本公衛誌* 41 : 1122-1130
- 3) 清野佳紀 (1995) *母子保健情報* 32 : 23-29
- 4) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 高橋秀幸, 小石秀夫 (1995) *体力科学* 44 : 711
- 5) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 小石秀夫 (1996) *日衛誌* 51 : 279
- 6) 游 逸明, 山本逸雄, 高田政彦, 大中恭夫, 森田陸司 (1992) *Therapeutic Research* 13 : 3899-3907
- 7) 飯野四郎 (1995) *日本臨牀* 53 : 276-279
- 8) 赤津拓彦 (1995) *日本臨牀* 53 : 769-771
- 9) 鈴木政登, 清水桃子, 河辺典子, 高尾 匡, 町田勝彦, 川上憲司 (1996) *体力科学* 45 : 329-344
- 10) 黒川 清, 松本俊夫 (1995) *骨粗鬆症正しい知識と予防法*, 日本メディカルセンター : pp.73-96