

思春期女子の骨発育と影響因子

萩原 暢子¹⁾, 井上 辰樹¹⁾, 北村 映子¹⁾, 小石 秀夫²⁾
(¹⁾ 京都ノートルダム女子大学・生活福祉文化*, ²⁾ 元大阪市立大学)

Bone Growth in Adolescent Girls and Its Contributing Factors

Nobuko HAGIWARA¹⁾, Tatsuki INOUE¹⁾, Eiko KITAMURA¹⁾ and Hideo KOISHI²⁾

¹⁾ *Department of Life, Welfare and Culture, Notre Dame Women's College of Kyoto*

²⁾ *Osaka City University (former)*

In order to study bone growth and factors contributing to it, we measured broadband ultrasound attenuation (BUA), speed of sound (SOS) and stiffness index (SI) of 63 healthy girls in a junior high school by means of ultrasound bone densitometry. The following data were also obtained from all the girls: 1) physical characteristics – height, weight, body mass index (BMI), lean body mass (LBM), body fat percentage (%Fat); 2) physical fitness – grip strength, back strength, vertical jump; 3) bone metabolism – urinary deoxypyridinoline (D-Pyr); 4) others – frequency of sports activity, time of the menarche, dietary habits, intake of milk and milk products. We analyzed these data by using Student' t-test, simple regression analysis and ANOVA.

Results obtained were as follows. 1) Almost all physical characteristics except BMI, and BUA and SI showed significantly high values in group A, and D-Pyr in group C. 2) There were no significant correlations between SOS and physical characteristics or between SOS and physical fitness in groups A and B, but significantly positive correlations were found between SOS and BMI as well as between SOS and fat% in group C. 3) Significantly negative correlations were found between D-Pyr on one hand and BUA, SOS and SI on the other in groups A and C, and between D-Pyr and back strength in group C. 4) When the lifestyles during the elementary and junior high school days were compared across groups, there were no significant differences in their dietary habits, but they exercised significantly longer a day in groups A and B. 5) The amount of calcium intake from milk and milk products per a day were 213 mg in groups A and B, and 197 mg in group C respectively. It was shown that

*所在地：京都市左京区下鴨南野々神町1番地 (〒606-0847)

the amount of calcium intake is larger in the groups who have experienced their menarche.

In conclusion, the present results suggest that the acceleration of bone metabolism and the development of physique and physical fitness are closely related to the appearing of the menarche, and that menarche, in turn, might possibly change in the pattern of bone metabolism and growth.

骨粗鬆症は、生活習慣病の一つであり、正しい生活習慣により予防可能な疾患と考えられている。現在最も有効な予防法は、若年期に到達する最大骨量の増大といわれており、将来の骨量減少に備えて、成長期に骨量をできるだけ増やしておくことが重要である¹⁾。

著者らは、超音波法を用いて女子児童と女子大生の骨発育の実態を調査し、その影響因子について検討してきた^{2) - 6)}。今回は、中学1年時での骨発育や代謝と身体・体力発達を調査し、初経発来時期への影響やライフスタイルとの関係について検討した。

<対象および方法>

対象は、12～13歳の健常な女子中学1年生63名で、骨因子として超音波骨密度測定装置（A-1000, Lunar社製）を用い右踵骨の広帯域超音波減衰係数（BUA dB/MHz）、伝播速度（SOS m/sec）および骨ステッフネス（SI %）を測定した。身体的特徴は、身長、体重、BMI、除脂肪体重（LBM）、体脂肪率（%Fat）、体力的因子は握力、背筋力、垂直跳びをそれぞれ測定した。また骨代謝因子として、尿中デオキシピリジノリン（D-Pyr）の測定を行った。アンケートは、質問紙法を用い運動習慣、食習慣、牛乳・乳製品摂取状況、月経発来状況を調査した。

なお、統計処理は統計解析ソフト（Stat View II）によりStudent's t-test、単相関分析およびANOVA解析を行った。

<結果と考察>

被験者は初経発来時期により、小学6年測定時までの発来者34名（54.0%）をA群、中学1年時発来者15名（23.8%）をB群、未発来者14名（22.2%）をC群として3群間で比較した。

Fig. 1は、3群間での身体的特徴の比較を示している。身長、体重、LBM、%FatではA群がC群に比し有意に高値を示した。特に、身長はA群が他の2群よりも有意に高値であり、LBMはC群が他の2群より有意に低値を示した。発育曲線は身長の年齢変化で表され、女子では平均9.6歳で発育スパートが出現し、11.8歳でピークとなることが報告されている⁷⁾。また中村らは、初経は身長発育のピーク後6カ月～2年で発来すると報告している⁸⁾。A群で示される初経の早い群は、身長発育のピークを経過していると考えられ、身体発育も有意に良好であることから、これらが初経発来の影響因子と思われる。次に3群間での体力的因子を比較したが、これらの間には有意差は見られなかった。

Fig. 2は、同様に3群間での骨因子とD-Pyrの比較を示している。骨因子のBUAは、A群が他の2群に比し、SIではA群がB群に比し有意に高値であったが、SOSには群間で有意差は見られなかった。

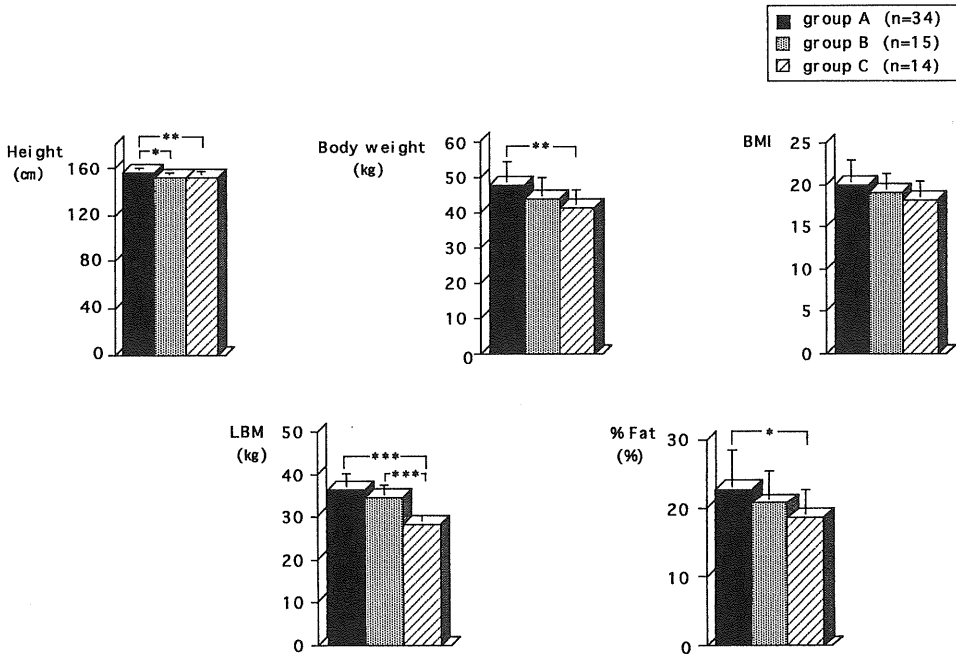


Fig. 1 Comparison among groups A, B and C in physical characteristics.

Girls of group A, had their menarche at grade 6 in the elementary school, group B at grade 1 in the junior high school, and those of group C have not yet had that.

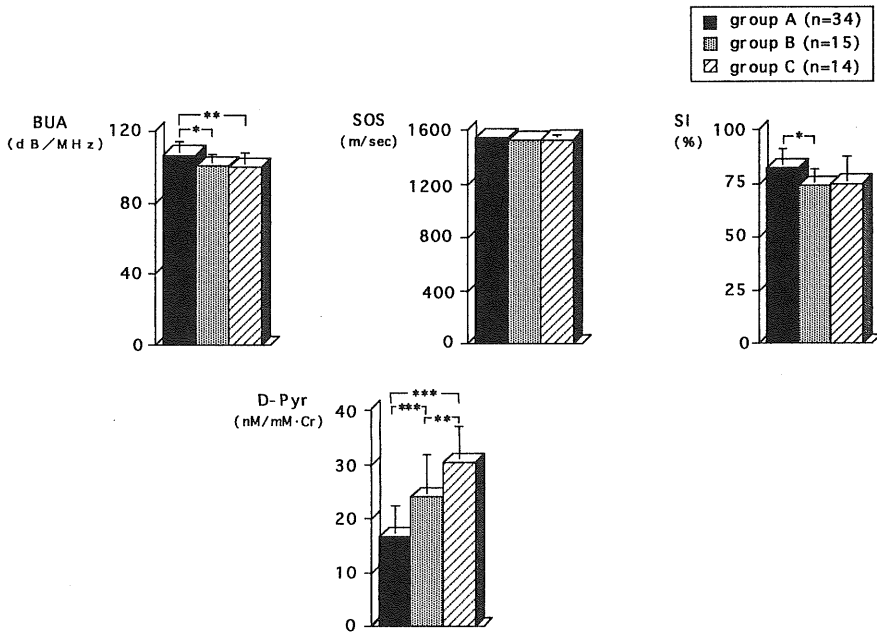


Fig. 2 Comparison among groups A, B and C in the bone factors : BUA, SOS, SI and D-Pyr.

BUAは、骨の大きさと骨密度を同様に反映していると考えられ⁹⁾、SOSは骨密度と強く正相関すると報告されている¹⁰⁾。著者らは、BUAが身体発育と強い関係を示すことを報告しており^{4) - 6)}、A群でBUAが有意に高値であったことを裏付けている。また、著者らは、BUAとSIが小学4年から中学1年まで毎年有意に増加する一方、SOSが小学5年以降有意な増加が見られなかったことを報告した⁶⁾。これより、SOSで測定できる要素が、早期に一定値に達していることが考えられ、中学1年でのSOSは、初経の有無には影響を受けないことが推測された。

次に、骨吸収マーカーのD-Pyrについては、C群が他の2群に比し有意に高値であり、A群が有意に低値を示した (Fig. 2)。D-Pyrはおもに骨に分布すると考えられ、コラーゲン線維間に形成された架橋部分の分解に由来する物質である。Fujimotoら¹¹⁾は男女とも3~5歳では成人の10倍の高値を示すが、女兒では13歳頃より急激に低下することを報告している。今回の結果で、3群の平均値 (nM/mM・Cr) はそれぞれA群 16.7, B群 23.9, C群 30.4であり、これらは20代前半女性の基準値 (3.1~8.1 nM/mM・Cr)¹²⁾の2~10倍高値であることが分かる。その中でC群が有意に高値であったのは、骨吸収と骨形成が共に亢進していることが考えられ、また、A群で見られた有意な低下は、骨吸収のピークが終了したことが推測される。飛梅ら¹³⁾は、女兒ではむしろ思春期には骨吸収がやや抑制気味であり、骨形成が一方向的に優位に行われていると報告しており、今回の結果からも骨形成の亢進が考えられる。

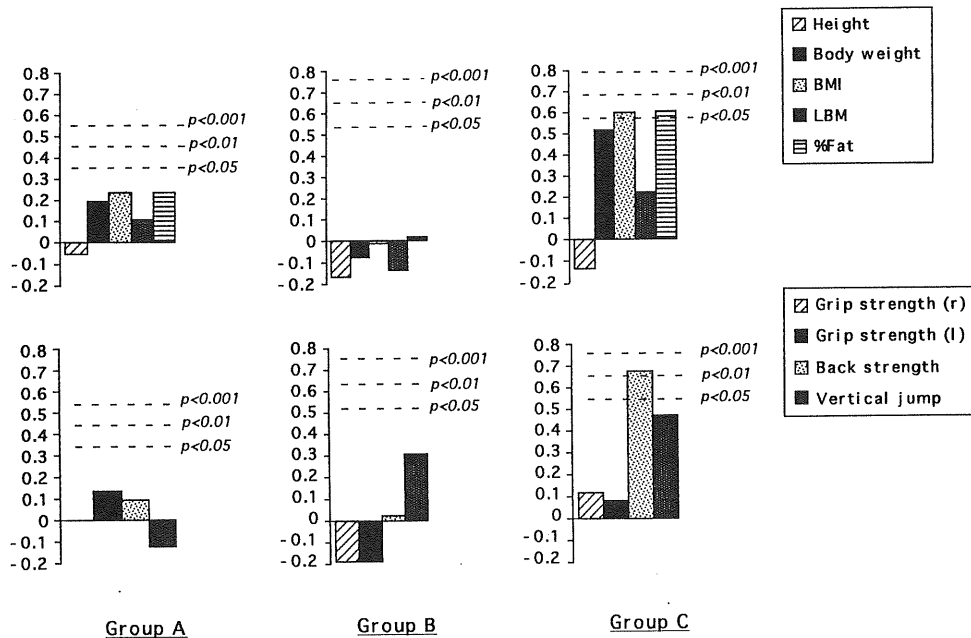


Fig. 3 Comparison among 3 groups in correlation coefficients between SOS on one hand and physical characteristics and fitness on the other: the top graphs on the physical characteristics and the bottom on the physical fitness.

(----) : each P-value

次に、3群間で骨因子と身体的特徴、体力的因子との相関について検討したところ、SOSで群間に一定の傾向が見られたので、相関係数を比較した (Fig. 3)。破線は有意水準を示しており、破線のレベルを超えると有意性が認められる。身体的特徴では、A群とB群では有意な相関は見られなかったが、C群でBMIと%Fatとの間に有意な正相関が見られた (BMI $r=+0.598$, %Fat $r=+0.603$, $p<0.05$)。同様に体力的因子もC群で背筋力との間に有意な正相関が見られた ($r=+0.674$, $p<0.01$)。著者らは、小学4年時では、全ての因子との間に有意な相関関係は見られなかったが、1年後には%Fatを除く身体的特徴と握力との間に有意な正相関が出現したことを報告している⁵⁾。今回の結果と併せると、SOSが反映する骨密度が初経発来まで身体および体力的因子に関連していることが考えられる。その他の骨因子では、BUAと測定項目との間に3群で有意な正相関が見られたが、群間で一定の傾向は見られなかった。

次に、3群間でのD-Pyrと骨因子および体力的因子との相関係数の比較を示した (Fig. 4)。骨因子との相関は、A群でSOSとSIに有意な負相関が見られ (SOS $r=-0.433$, $p<0.05$, SI $r=-0.443$, $p<0.01$)、C群ですべての骨因子との間に有意な負相関が見られた (BUA $r=-0.570$, SOS $r=-0.562$, SI $r=-0.562$, $p<0.05$)。一方体力的因子との間には、C群で背筋力との間に有意な負相関が見られた ($r=-0.632$, $p<0.05$)。骨因子については、特にC群で強い負の相関が見られ、他の2群より高値であったことより、思春期における骨形成優位への推移が考えられる。また、体力的因子についてはC群の背筋力から、未発来群では筋力と骨吸収の低下との関連性が考えられた。

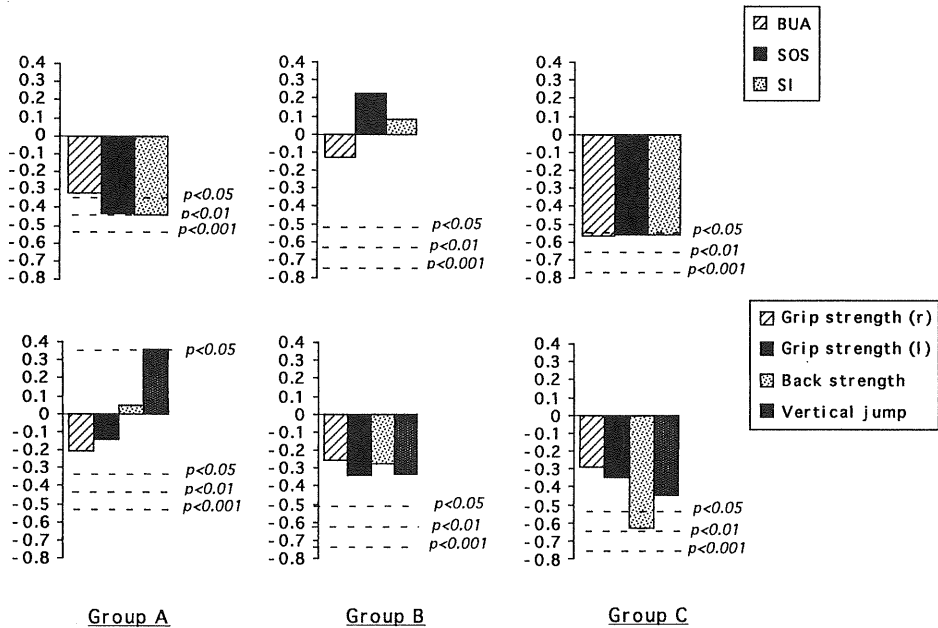


Fig. 4 Comparison among 3 groups in correlation coefficients between D-Pyr and bone factors/ physical fitness.

The top graphs show correlation between D-Pyr and bone factors, and the bottom show that between D-Pyr and physical fitness.

(----) : each P-value

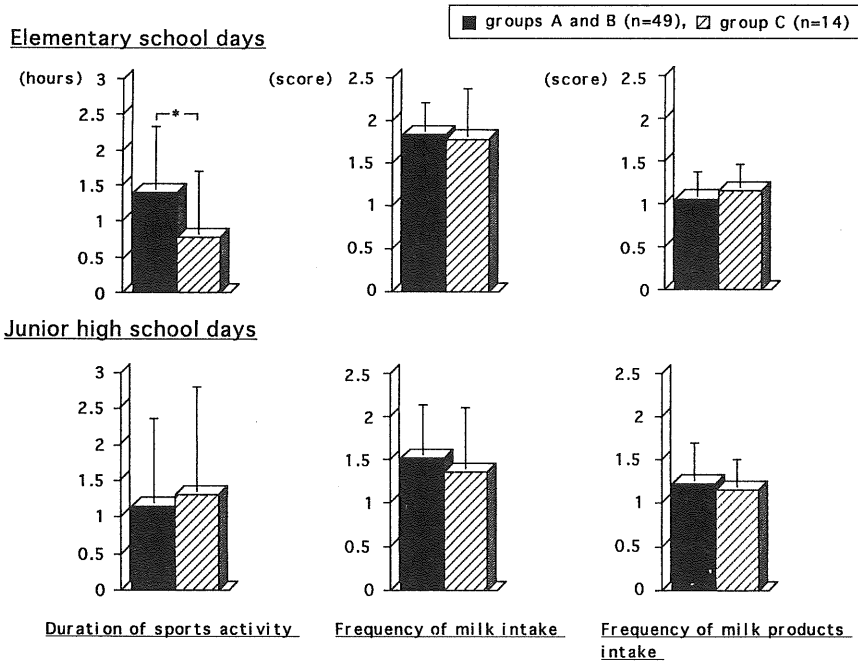


Fig. 5 Comparison between groups A, B and C in daily habits during the elementary school and junior high school days.

The top graphs show them during the elementary school days, and the bottom during the junior high school.

score : 0 never, 1 sometimes, 2 everyday

The score shows the sum of milk intake and cheeze and yogurut intake per day.

次に、A + B群とC群とに分けて、小学時代と中学時代のライフスタイルを比較した (Fig. 5)。運動習慣では、週の運動回数、一回の運動所要時間、週当たりの運動時間を調べた結果、小学時代の一回運動所要時間で、A + B群が有意に高値を示した。思春期女性の激しいスポーツ活動による運動性無月経が問題になっているが、今回の結果から初経の早い群では小学時代に適切な運動が行われていたことが考えられる。一方、食習慣での有意差は見られなかった。また、牛乳および乳製品の摂取状況については、乳製品としてチーズまたはヨーグルトと牛乳の1日の摂取頻度をそれぞれ調査しスコア化して検討した⁵⁾。これより、小学時代と中学時代で両群間に有意差は見られなかった。特に、牛乳・乳製品からの1日のCa摂取量は、A + B群 213mg, C群 197mgで、有経者に牛乳や乳製品の摂取が多い傾向が示された。最大骨量獲得のためには、カルシウムの吸収効率が高い牛乳や乳製品摂取の指導が必要と思われた。

思春期では、身体発育と骨代謝が初経発来と密接に関係しており、初経発来により骨代謝や骨成長のパターンが変化する可能性が示唆された。

<文 献>

- 1) 清野佳紀 (1995) 母子保健情報 32 : 23-29
- 2) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 小石秀夫 (1996) 微量栄養素研究 13 : 75-80
- 3) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 小石秀夫 (1997) 微量栄養素研究 14 : 51-57
- 4) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 小石秀夫 (1999) ノートルダム女子大学研究紀要 29 : 25-33
- 5) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 小石秀夫 (1999) 微量栄養素研究 16 : 87-92
- 6) 萩原暢子, 井上辰樹, 北村映子, 小石秀夫 (2000) 第54回日本栄養食糧学会大会講演要旨集 p175
- 7) 川越慎之助 (1994) 図説産婦人科 VIEW 7 : 10-19
- 8) 中村砂登美, 河野康志, 宮川勇生 (2000) 産婦人科治療 81 : 168-171
- 9) 浜中恭代, 山本逸雄, 今本喜久子, 高田政彦, 森田陸司 (1998) 日本医放会誌 58 : 9-13
- 10) 山本逸雄, 森田陸司 (1995) 病態生理 14 : 444-448
- 11) Fujimoto, S., T. Kubo, H. Tanaka, M. Miura and Y. Seino (1995) J. Clin. Endocrinol. Metab. 80 : 1922-1928
- 12) 岡崎 亮 (1999) 日本臨牀 57 : 201-205
- 13) 飛梅 斎, 清野佳紀 (1997) 医学のあゆみ 183 : 205-209