

男子大学生における形態・体脂肪率および 生活履歴と踵骨骨強度との関連性

岡野 亮介

Abstract

The purpose of this study is to clarify the relationship between anthropometric measures, percent body fat, life history, and calcaneal bone strength of the male university students. The 1st and 2nd grade Japanese male students (n=101) of university served as a subject.

There was no significant correlation between anthropometric measures, percent body fat, and calcaneal bone strength. The calcaneal bone strength of the students who have been participating in the regular exercise from the boyhood of junior high school was significantly higher than that of the students who have not participated in regular exercise. The calcaneal bone strength of the students had no close relationship with the fact if they underwent the fractures in the past. Of the students who have not participated in regular exercise, the calcaneal bone strength of the students with good dietary habits was significantly higher than that of the students with poor dietary habits. The calcaneal bone strength of the students who have participated in the regular exercise was significantly higher than that of the students who have not participated in regular exercise regardless of their dietary habits. The calcaneal bone strength of the students who did not smoke or drink was a little higher than that of the students who did.

From these results, it is suggested that a good lifestyle enhances the calcaneal bone strength of the university students.

キーワード：生活履歴、踵骨骨強度、男子大学生

life history, calcaneal bone strength, male university students

I. 研究目的

少子高齢化が進む近年、骨粗鬆症の急増が社会問題となっている。骨粗鬆症の発症には日常生活における活動レベル、運動習慣^{1, 2)}、食習慣^{3~5)}、形態(身長・体重)^{6, 7)}、体脂肪率・体脂肪量^{8, 9)}、月経状態^{10, 11)}、喫煙¹²⁾、飲酒¹²⁾、ストレス¹³⁾及び遺伝¹⁴⁾などが大きく影響を与える。その予防には早期発見・早期予防が重要な意義をもち、若年時において骨強度測定を行い自己の値を認識し、高いピークボーンマスを維持する努力を行うことが必要である^{1, 15, 16)}。ところで、大学生になればその多くの学生が親元から離れ、食習慣を代表としてそれまでの比較的規則正しい生活習慣に多少乱れが生じてくることが予測される。これらの生活習慣の変化が骨強度にある程度影響を与えることが推測されるが、男子大学生を対象としてこれらのことが総合的に十分に追究されているわけではない。これらの状況を背景として、本研究では男子大学生の踵骨骨強度と形態・体脂肪率および生活履歴との関連性を明らかにすることを目的としている。

II. 研究方法

A. 被検者

男子大学生1・2年生計101名 {1年生42名、2年生59名、19.2±0.6歳(平均値±標準偏差、以下同じ)}を対象とした。

B. 測定・調査項目

形態（身長、体重）、体脂肪率（TANITA社製体内脂肪計TBF-300使用）、踵骨骨強度（アロカ社製超音波骨評価装置AOS-100使用、右踵骨を測定）を測定し、問診票より生活状況（通学方法、過去・現在の運動習慣、骨折の有無、食習慣、喫煙習慣及びアルコール摂取状況等）を調査した。踵骨骨強度の評価は、踵骨部分を透過する超音波の速度（SOS）と透過指標（超音波が踵骨を透過するときの減衰の周波数特性に関連する指標：TI）より求められた音響的骨評価値（OSI： $TI \times SOS^2$ ）より行った。なお、食習慣については乳製品（牛乳・ヨーグルト）、魚、緑黄色野菜、納豆・豆腐、缶ジュース・甘い飲み物、甘いお菓子・菓子パン、インスタント食品（カップ麺等）、ファーストフード（ハンバーガー・フライドチキン）および朝食の摂取状況に関して週当たりの摂取回数を調査し、踵骨骨強度にとって良好な順に4段階に数量化しその合計点で評価した（合計9項目で満点は36点）。本文中のOSIの値はすべて 10^6 で除した値を用いた。

C. 統計処理

平均値の差については、対応のないt検定を行い、等分散性の保証されない時はWelchの検定を行った。相関係数についてはPearsonの積率相関係数を用いた。いずれの場合も危険率5%未満をもって有意とした。

III. 結果

1年生および2年生の順番で身長、体重および体脂肪率は、 169.6 ± 5.6 cm、 63.3 ± 11.6 kg、 $19.3 \pm 6.9\%$ および 169.2 ± 4.4 cm、 63.6 ± 10.2 kg、 $20.6 \pm 7.5\%$ であった。また、彼らのOSIは1年生、2年生の順でそれぞれ 3.321 ± 0.364 と 3.198 ± 0.362 であり、1年生の方がやや高い傾向であったがその差に有意な水準はなかった。形態・体脂肪率と踵骨骨強度との相関性は、大学1年生では、身長、体重、BMI、体脂肪率及び除脂肪体重の順で $r = -0.024$ 、 $r = -0.202$ 、 $r = -0.192$ 、 $r = -0.293$ 、 $r = 0.052$ でいずれも有意な水準はなかった。同様に大学2年生においても前記同順で $r = 0.034$ 、 $r = 0.099$ 、 $r = 0.103$ 、 $r = 0.064$ 、 $r = 0.104$ でいずれも有意な水準はなかった。

通学手段とOSIとの関連では、自動車・バス・バイクで通学する者より徒歩・自転車に通学するの方がやや高い値を示したが有意な水準はなかった（図1）。

運動習慣とOSIとの関連では、大学で運動部に所属して週4時間以上活動している者（運動部員）の方が、運動していない者+文化部に所属している者（非運動部員）よりやや高い傾向にあったが、有意な水準はなかった（図2）。しかし、運動部員の中で中学校時代から継続して運動を行っている者（継続運動者群）では、非運動部員より有意に高い値を示した（図3）。なお、運動種目は野球、サッカー、バスケットボール、バドミントン、水泳、卓球等であった。

過去における骨折の経験の有無でOSIを比較してみた場合、骨折経験者（ 3.295 ± 0.361 ）と骨折未経験者（ 3.221 ± 0.370 ）の間でほとんど差はなかった。

食習慣については、食習慣得点の平均点が20.1点であったため20点以下と21点以上に2分して比較した。OSIは21点以上の者の方が20点以下の者よりやや高い傾向にあったが有意な水準はなかった（図4）。しかし、運動習慣と関連させた場合、非運動部員では食習慣得点が21点以上の者の方が食習慣得点20点以下の者より有意に高い値を示した（図5）。また運動部員においても、食習慣得点が20点以下の者より21点以上の者の方がやや高い傾向を示したが有意な水準はなかった。しかし運動部員の両群とも非運動部員で食習慣得点20点以下の者より有意に高い値を示した（図5）。

喫煙状況とOSIとの関連では、非喫煙者の方が喫煙者よりやや高い値を示したが、有意な水準はなかった（図

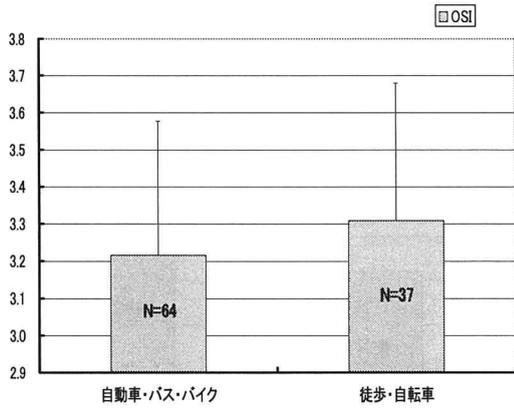


図1 通学手段に基づくOSIの比較

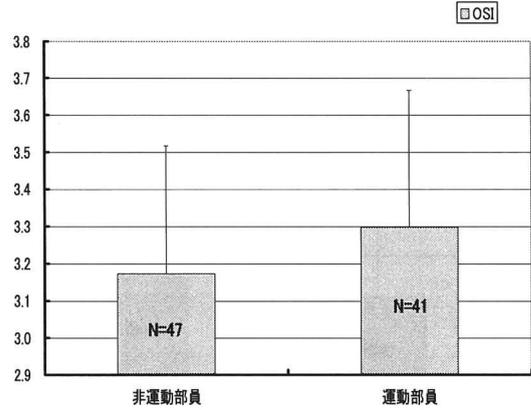


図2 非運動部員と運動部員のOSIの比較

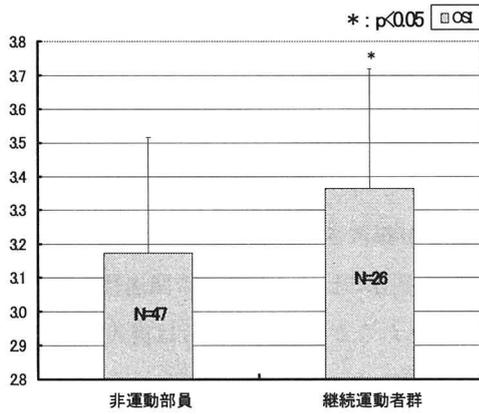


図3 非運動部員と継続運動者群のOSIの比較

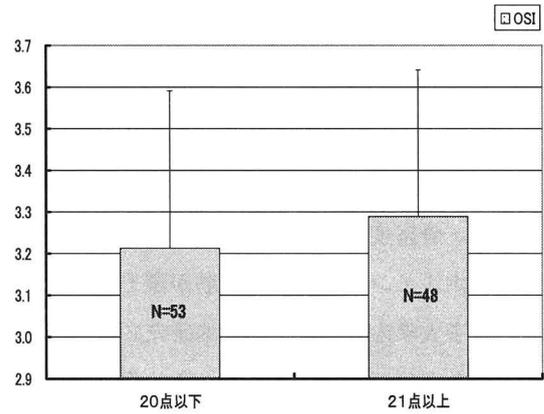


図4 食習慣得点に基づくOSIの比較

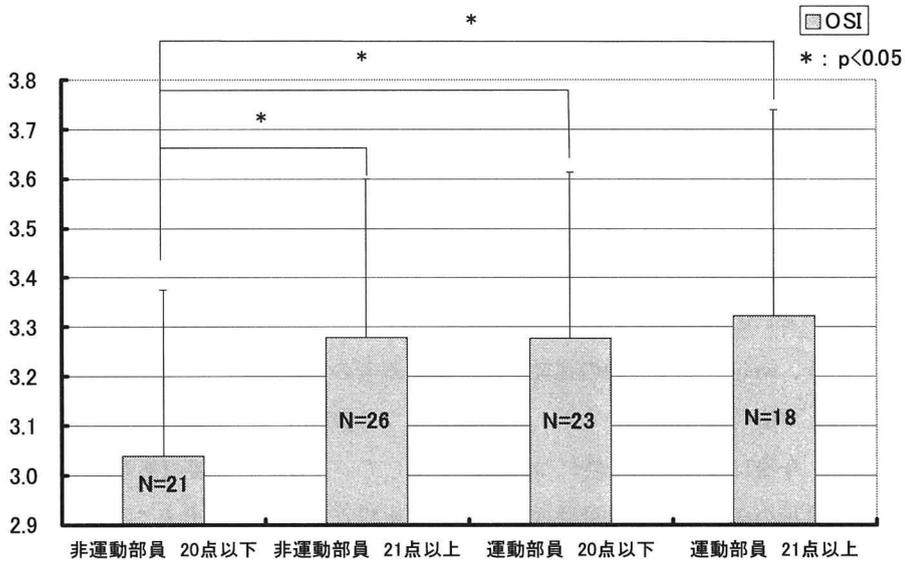


図5 食習慣と運動習慣を合同させてのOSIの比較

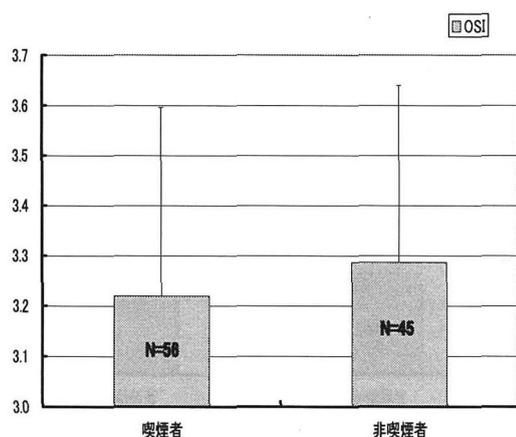


図6 喫煙状況に基づくOSIの比較

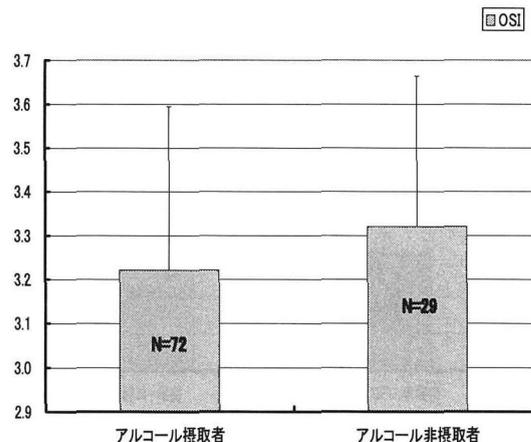


図7 アルコール摂取状況によるOSIの比較

6)。アルコール摂取状況とOSIとの関連では、非摂取者の方が摂取者よりやや高い値を示したが、有意な水準はなかった（図7）。

IV. 考察

骨強度・骨密度と形態・体脂肪率との間には密接な関係があることが報告されている^{6, 7, 17)}。特に女性においては女性ホルモンの生産に体脂肪が深く関わっている¹⁸⁾ことから、体脂肪率と骨強度の間の関連性は高い¹⁷⁾。しかし、男子大学生を対象とした本研究においては有意な相関性は認められなかった。これらは後述する運動習慣や食習慣など後天的要因がより大きく作用したことと、肥満（脂肪細胞）によって血中testosteroneといった骨形成に関わる男性ホルモンの分泌が少ないこと¹⁹⁾、などによって影響されたものと推察される。

身体運動やトレーニングが骨強度を増加させることは数多く報告されてきている^{1, 2, 10, 20~23)}。これは、身体運動によって荷重骨に圧電位が発生しここにカルシウムイオンが定着すること、荷重負荷に伴って骨内に生じる微小骨折（マイクロクラック）に対して治癒的機序が働くことおよび骨内血流量の増加に伴い骨代謝が活性化することなどの理由によるものと考えられている。

本研究においても、徒歩・自転車で通学する者の方が自動車・バス・バイクで通学する者よりやや高い傾向がみられ、そして中学校時代から運動部に入り現在も運動を継続している者の方では非運動部員より有意に高い値を示した。これらのことは思春期からの継続した身体運動が骨強度に非常に重要な影響を及ぼすことを示すものである。またこれらの結果は、キャンパス内でエレベーターが設置されている大学ではなるべくそれは使わず歩いて目的場所まで移動すること等を大学生に勧める根拠となるであろう。なお、行う運動種目によっても骨強度に及ぼす影響に差があり、weight-bearing型の運動を行っている者の方が非weight-bearing型の運動を行っている者より骨強度は高い²⁴⁾ことが裏付けられているが、今回はサンプル数が少なく運動の種目特性による差異まで確認するには至らなかった。今後は運動種目特性についても追究していくことが必要であろう。

また、過去における骨折の経験の有無と骨強度との間には密接な関連性を見出すことはできなかった。骨折と骨強度との間に深い関連性があるという報告^{25~27)}がある一方で、それに相反した報告も散見される²⁸⁾。骨折が生じる原因には、骨強度の問題だけでなく、その時の活動状況（無理な運動であったか否かあるいは活動のレベルが高すぎたのではないかなど）や本人の注意力等も大きく関与していることが考えられ、今後骨折発生時の活動状況も踏まえてさらに詳細に検討していく必要があると思われる。

食習慣と骨強度との関連性については、蛋白質、カルシウム、マグネシウム、リン、ビタミンC、ビタミンD、ビタミンK、糖分の摂取量、カルシウムとリンの摂取比率（1：1～1：2が理想的）、カルシウムとマグネシウムの摂取比率（2：1が理想的）および朝食摂取の有無などと骨強度との間に密接な関係があると考えられている^{3-5, 29, 30)}。本研究において対象となったほとんどの学生が親元から離れて下宿しており、食習慣は高等学校時代よりも不安定なことが予測された。従って前述のことに関連して食習慣調査を行った本研究結果においては、果たして踵骨骨強度は食習慣得点の高い者の方が低い者よりやや高い傾向を示した。一方、食習慣と運動習慣とを組み合わせ比較した場合、運動習慣がない学生において良好な食習慣が踵骨骨強度へ効果をもたらすこと、食習慣は同程度である学生において運動習慣が踵骨骨強度への効果をもたらすこと、および良好な食習慣と運動習慣が最も顕著に学生の踵骨骨強度へ効果をもたらす傾向にあることが示された。これらのことは、食習慣と運動習慣の踵骨骨強度に対する単独の効果を示すと同時に、両習慣の良好さが相乗した場合により大きな効果として顕在化することを示唆するものである。

喫煙が血中testosterone濃度を低下させ¹²⁾ 飲酒が血中cortisol濃度を高め¹²⁾、カルシウムやマグネシウムの尿中排泄量を増加させる¹²⁾ ことから喫煙習慣と飲酒の習慣についても骨強度にはマイナスの影響があることが考えられている（血中cortisol濃度の上昇は骨形成の低下と同時に骨吸収の亢進をもたらす³¹⁾）。20歳以下の学生を対象とした本研究結果では、法的な観点から照らし合わせてみても喫煙と飲酒に関して良好な習慣を有するほど若干ではあるが踵骨骨強度は高い傾向にあることが伺われた。

以上より、男子大学生においても運動習慣、食習慣、喫煙・飲酒習慣などのライフスタイルが良好であるほど踵骨骨強度に好影響を与えていることが示された。また、同時に高い骨強度を獲得する上で、大学生以前つまり思春期からの適正な運動習慣および食習慣の両者を確保することの重要性についても再認識された。

V. 結語

男子大学生1・2年生計101名を対象として、踵骨骨強度と形態・体脂肪率及び生活履歴との関係を追究した結果以下の点が明らかにされた。

- ①踵骨骨強度と身長、体重、BMI、体脂肪率及び除脂肪体重との間に有意な相関は認められなかった。
- ②踵骨骨強度と運動習慣との関連においては、現在運動部活動を行っていない学生と比較して、中学校時代から現在まで運動を行っている学生の方が有意に高い値を示した。
- ③踵骨骨強度と過去における骨折の経験の有無との間には密接な関連は認められなかった。
- ④食習慣と運動習慣を組み合わせ比較した場合、非運動部員では良好な食習慣である学生の方が食習慣が不良な学生より踵骨骨強度は有意に高かった。また運動部員では食習慣の良否に関わらず非運動部員で食習慣の不良な学生より踵骨骨強度は有意に高かった。
- ⑤踵骨骨強度は喫煙・飲酒習慣のない学生の方がある学生よりやや高い傾向であった。

以上より、男子大学生においてライフスタイルが良好であるほど踵骨骨強度に好影響を与えていることが示された。

参考文献

- 1) 佐藤哲也, 小池達也. 運動と骨粗鬆症, 診断と治療, (1995), **83**, 907-911.
- 2) 沢井史穂. 運動習慣と骨密度, 体育の科学, (1992), **42**, 851-856.
- 3) 宮尾益理子, 中村哲郎. 骨粗鬆症と栄養, 診断と治療, (1995), **83**, 912-915.

- 4) 広田孝子, 広田憲二. 小児・成長期の栄養・運動と骨粗鬆症, 臨床栄養, (1992), **81**, 768-774.
- 5) 美馬宏夫充. 骨粗鬆症は防げる治せる, 初版, 第2章 骨密度検査と骨粗鬆症予防の食事と運動, マキノ出版, 東京, (2000), 90-129.
- 6) 片山弦一郎, 稲垣慶正, 辻 正裕, 松井秀章, 酒井俊明. SXA法による健常日本人男女の踵骨々密度の検討—青少年期より老年期まで—, 日骨形態誌, (1995), **5**, 109-115.
- 7) Felson, D. T., Zhang, Y., Hannan, M. T., & Anderson, J. J. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women : the Framingham study. *J. Bone Miner. Res.*, (1993), **8**, 567-573.
- 8) Ravn, P., Cizza, G., Bjarnason, N. H., Thompson, D., Daley, M., Wasnich, R. D., Mcclung, M., Hosking, D., Yates, A. J., & Christiansen, C. Low body mass index is an important risk factor for low bone mass and increased bone loss in early postmenopausal women. *J. Bone Miner. Res.*, (1999), **14**, 1622-1627.
- 9) Reid, I. R., Plank, L. D., & Evans, M. C. Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, (1992), **75**, 779-782.
- 10) Dalsky, G. P. Effect of exercise on bone : permissive influence of estrogen and calcium. *Med. Sci. Sports Exerc.*, (1990), **22**, 281-285.
- 11) 岡野亮介, 勝木建一, 碓井外幸, 勝木道夫, 中田 勉, 山口昌夫. 女性における運動と骨密度—陸上中長距離選手と育児休業女性の場合—, 臨床スポーツ医学, (1994), **11**, 446-450.
- 12) 中村哲郎, 折茂 肇. 骨粗鬆症とカルシウム代謝, 臨床科学, (1988), **24**, 1268-1275.
- 13) 目崎 登, 佐々木純一. スポーツによる月経障害, 産婦人科の実際, (1990), **39**, 1007-1010.
- 14) Pocock, N. A., Eisman, J. A., Hopper, J. L., Yeates, M. G., Sambrook, P. N., & Eberl, S. Genetic determinants of bone mass in adults : a twin study. *J. Clin. Invest.*, (1987), **80**, 706-710.
- 15) Cooper, C., Cawley, M., Bhalla, A., Egger, P., Ring, F., Morton, L., & Barker, D. Childhood, growth, physical activity, and peak bone mass in women. *J. bone Miner. Res.*, (1995), **10**, 940-947.
- 16) Welten, D. C., Kemper, H. C. G., Post, G. B., Van Mechelen, W., Twisk, J., Lips, P., & Teule, G.J. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J. Bone Miner. Res.*, (1994), **9**, 1089-1096.
- 17) 岡野亮介. 踵骨強度の発育特性と男女差, 学校保健研究, (2004), **46**, 59-66.
- 18) 目崎 登, 佐々木純一, 庄司 誠, 岩崎寛和, 江田昌佑. 大学運動選手の月経現象, 日本産科婦人科学会雑誌, (1984), **36**, 247-254.
- 19) Vermeulen, A., Kaufman, J. M., Deslypere, J. P., & Thomas, G. Attenuated luteinizing hormone (LH) pulse amplitude but normal LH pulse frequency, and its relation to plasma androgens in hypogonadism of obese men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, (1993), **76**, 1140-1146.
- 20) 谷本廣道. 骨粗鬆症と運動, 体育の科学, (1992), **42**, 840-845.
- 21) Margulies, J. Y., Simkin, A., Leichter, I., Bivas, A., Steinberg, R., Giladi, M., Stein, M., Kashtan, H., Milgron, C. Effect of intense physical activity on the bone-mineral content in the lower limbs of young adults. *J. Bone and Joint Surg.*, (1986), **68-A**, 1090-1093.
- 22) Menkes, A., Mazel, S., Redmond, R. A., Koffler, K., Libanati, C. R., Gundberg, C. M., Zizic, T. M., Hagberg, J. M., Pratley, R. E., & Hurley, B. F. Strength training increases regional bone mineral density and bone remodeling in middle-aged and older men. *J. Appl. Physiol.*, (1993), **74**, 2478-2484.

- 23) Drinkwater, B. L. Does physical activity play a role in preventing osteoporosis? *Res. Quart.*, (1994), **65**, 197-206.
- 24) 岡野亮介, 中正二郎, 勝木建一, 勝木道夫. 男性スポーツ選手における踵骨骨強度の特徴および形態・基礎体力との関連性, *臨床スポーツ医学*, (2003), **15**, 591-597.
- 25) Chan, G. M., Hess, M., Hollis, J., & Book, L. S. Bone mineral status in childhood accidental fracture. *AJDC*, (1984), **138**, 569-570.
- 26) 井本岳秋, 西山宗六, 友枝新一, 中根惟武, 米満弘之, 松田一郎, 澤田芳男. 子どものスポーツ活動と骨折, 骨密度, *体育の科学*, (1993), **43**, 696-701.
- 27) 井本岳秋, 西山宗六, 中根惟武, 澤田芳男. 小児の骨折, 骨密度, *臨床スポーツ医学*, (1994), **11**, 1297-1302.
- 28) Cook, S. D., Harding, A. F., Horgan, E. L., Doucet, H. J., Bennet, J. T., O'Brien, M., & Thomas, K. A. Association of bone mineral density and pediatric fractures. *J. Pediatr. Orthop.*, (1987), **7**, 424-427.
- 29) 江澤郁子. 骨密度と食生活, *体育の科学*, (1992), **42**, 846-850.
- 30) 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.
- 31) 井上大輔. *プラクティカル内科シリーズ4 骨粗鬆症*, 初版, ステロイド骨粗鬆症の病態生理, 南江堂, 東京, (1998), 191-194.