

男子高校生の骨密度と運動習慣との関係

— 運動経歴, 運動有能感の視点から —

羅 平

(2006年10月5日受理)

Relationship between Exercise Style and Bone Mineral Density in Male High School Students:
From a viewpoint of Exercise History and Competence

Ping Luo

The bone quality values (OSI) of 119 male high school students were evaluated by acoustic osteo screener. The questionnaire survey on the exercise experience and competence was made from the term of elementary to high school. The relationship between exercise experience and bone mineral density was researched.

Result showed that the students who made regular exercise had higher OSI values than that who had not exercise customs. The values of OSI produced higher value within the participants who had longer exercise history and the higher intensity level of exercise.

It showed the very important period for the high school students that accumulate bone mineral density from a regular physical exercises and high-level exercise competence.

Key words : Bone Mineral Density, High School Students, Exercise Experience, Exercise Competence, Exercise History

キーワード : 骨密度, 高校生, 運動習慣, 運動有能感, 運動経歴

はじめに

社会の高齢化に伴う、骨粗鬆症の増加は臨床医学及び公衆衛生学上の大きな問題になっている。骨粗鬆症の予防には骨量の維持・増加のために、若年期に最大骨量 (Peak Bone Mass) をできる限り高めておくことと高齢期に骨塩量の減少を最大限に抑制することが基本的な予防対策として提唱される。しかし、高齢者の骨塩量は中年期までの最大蓄積量により決定され、カルシウムなどの摂取により骨塩量の減少を防止することが難しいことがいくつかの報告で指摘されている^{1), 2)}。また、退行性疾患の一つである骨粗鬆症は、一旦罹患

すると回復が困難である。そのため、骨粗鬆症を「一次予防」の観点からみると、若年期にその最大骨量を高めておくことがもっとも重要であると言われる^{3), 4)}。

一方、骨粗鬆症を引き起こす要因の中で、遺伝的素因や加齢などの内部因子の他に、外部因子として生活習慣に留意することで予防が可能なのがある。すなわち栄養、運動、嗜好などである。そこで、骨量とこれらの影響因子の関連性を明らかにし、とくに成長期に行う習慣的なスポーツ活動と骨量との関連について検討し、骨量を増加させる方策を講じることが大切である、ここに体育教育学の指導内容上における重要性がある。岡野は超音波法により男女高校生を対象にした研究により運動部活動の参加者は未参加者より、踵骨の骨強度が有意に高いことを報告した⁵⁾。国友による男女大学生を対象とした研究⁶⁾では、高校時代における運動部で活動頻度が週5日以上の方は、それ以下のものより骨密度が有意に高いことを示した。また、

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員 : 渡部和彦 (主任指導教官), 木原成一郎, 黒川隆志

女子高校生を対象とした秋坂らの研究では、骨密度を高めるために、ある一定頻度、一定時間以上の運動が必要であるという報告がある⁷⁾。これらの報告はいずれも、成長期にある若者の健康教育に対して、重要な知見であると言える。しかしながら、これらの研究はスポーツ活動への参加の有無や活動頻度などと骨密度との関連性をみるにとどまっている。さらに、スポーツ活動の参加内容についても検討すべきであると考えられる。

たとえば、運動有能感が低いために、運動部から退部あるいは参加率の低下につながる事が報告されている。つまり子供における運動歴及び運動有能感の変化による子供自身のスポーツ活動における質的变化が認められる。これらのことが成長期にある生徒の骨密度に影響があるかどうかについての研究は、興味深いテーマである。しかしながら、この問題についてはこれまでほとんど言及されてこなかった。

また、成長期の骨の健康的な発育は、男女別に関わらず、将来の骨粗鬆症の予防だけでなく、成長期の骨傷害予防のためにも重要である。そこで本研究では、男子高校生を対象として、スポーツ活動歴及び運動有能感の視点から、成長期における男子生徒の骨密度と運動習慣との関連について検討を行い、骨の健康教育に関わる基礎資料を得ることを目的とする。

研究方法

1. 対象及び期間

調査は、広島市内のA高等学校に在籍する男子生徒で、調査の目的を説明した後、同意の得られた119名を検討対象とした。対象者の内訳は1年生75人、2年生44人である。調査は2006年2月に実施した。

2. 調査項目と方法

調査項目：身長、体重、BMI (Body Mass Index)、骨密度 (Bone Mineral Density: BMD)、アンケート

調査：運動経歴と運動有能感等に関する調査。

骨密度の測定には超音波骨評価測定装置 AOS-100 (アロカ社製) を用いた。対象者の右踵骨の透過指標 (Transmission Index: TI) と音速 (Speed of Sound: SOS) を測定し、 $TI \times SOS^2$ の式により音響的骨評価値 (Osteo Sono-Assessment Index: OSI) を求めた。この値を骨密度の指標として用いた。

アンケート調査については、自記式質問調査表による調査を行った。調査表には対象者の身体的属性、運動習慣、小学校期、中学校期、高等学校期における運動部経験、活動種目、運動有能感等について質問項目を設けた。調査票は骨密度測定時に配布し、その場で回収した。なお、学年別の運動有能感の評価は、岡澤による運動有能感測尺度⁸⁾を使用して、それぞれ問題についての回答を5段階に数量化し、その合計点で評価した。

3. 統計処理

各項目の測定結果は、平均値と標準偏差で表した。2群間の平均値の比較にはT検定を用いた。3群以上の場合是一元配置の分散分析を用いた。相関係数についてはPearsonの積率相関係数を用いた。運動部経験と骨密度との関係については、骨密度を従属変数、学期別運動経験の年数を独立変数として重回帰分析を行った。有意水準は5%とした。統計解析にはSPSS11.5を用いた。

結果

1. 対象者の身体特性と骨密度

対象者の年齢、身長、体重、BMI、BMD及び同年齢比 (% Age matched) の学年別の平均値、標準偏差を Table 1 に示した。

全体的にみると、対象者の身体特性を身長、体重、BMIの平均値と標準偏差で見るとそれぞれ170.2±5.62、61.39±9.14、21.19±3.03であり、骨密度指標

Table 1 Physical statistics of the subject and bone mineral density Mean (±S.D)

Variables	High school					
	1st.grader (n=75)		2nd.grader(n=44)			
Age(years)	16.2	(±0.62)	16.9	(±0.32)	16.4	(±0.63)
Standing Height(cm)	170.1	(±5.62)	170.5	(±5.64)	170.2	(±5.62)
Body Weight(kg)	62.0	(±9.26)	60.3	(±8.89)	61.4	(±9.14)
Body Mass Index(kg/m ²)	21.5	(±3.16)	20.7	(±2.76)	21.2	(±3.03)
BMD at right foot(g/cm ²)	3.08	(±0.29)	3.12	(±0.33)	3.09	(±0.30)
%Age matched(%)	100.6	(±10.80)	101.9	(±9.40)	101.4	(±9.92)

Table 2 Comparisons of bone mineral density and sports activity (n=119)

Sports activity	Items	Number	OSI	p-value
Club activities after school	①Yes	(102)	3.11(±0.31)	p(①,②)<0.05
	②No	(17)	2.99(±0.24)	
Exercise days per Week	①<1day or equal	(21)	2.94(±0.29)	p(①,③)<0.05
	②2-3days	(30)	3.09(±0.38)	
	③More or equal 4days	(68)	3.14(±0.25)	
Type of exercise	①High-impact sports	(14)	3.17(±0.31)	p(①,③)<0.05
	②Common-sports	(88)	3.11(±0.21)	
	③Non-sports	(17)	2.92(±0.27)	
Fracture	①Yes	(42)	3.15(±0.31)	p(①,③)<0.05
	②No	(77)	3.07(±0.29)	
History of exercise	①< 1year	(22)	2.94(±0.27)	p(①,②)<0.05
	②1-4years	(44)	3.13(±0.28)	
	③More or equal 5year	(53)	3.14(±0.32)	

OSIの平均値と標準偏差は、 3.09 ± 0.30 であった。各学年における OSI は学年とともに順に高くなるが（1年生： 3.08 ± 0.29 ，2年生： 3.12 ± 0.33 ）学年間には有意差が見られなかった。

また、同一年齢の平均値に対する相対値（ここでは全対象者を20歳の平均値と比較した）で示される同年齢比（% Age Matched）でみると、平均値と標準偏差は $101.4\% \pm 9.92$ であった。つまり今回の調査対象の男子高校生の踵骨骨密度は、20歳における骨密度の標準平均値より若干高いことが示された。

OSIと身長、体重及びBMIとの関係を見ると、身長を除いた項目との間に有意な相関（Weight: $r = 0.243$, $p < 0.05$, BMI: $r = 0.286$, $p < 0.05$ ）が認められた。

2. 運動習慣と骨密度との関係

2-1 骨密度と運動参加について

被検者の運動クラブ活動の参加、週内の運動頻度、運動種類、骨折経験及び運動経歴に関してみた OSI 値の比較を Table 2 に示した。

体育授業以外の運動クラブ活動への参加について、参加の「ある」群と「ない」群を比べると、参加の「ある」群の OSI は有意に高かった ($p < 0.05$)。運動への参加頻度別の OSI をみると、週に1回以下、週に2~3回及び週に4回以上運動している者の順に OSI は高くなった。「週に4回以上」の群と「週に1回以下」の群の OSI を比べると、有意差が見られた。

Dock らの運動種目についての分類⁹⁾を参考に、被検者全体について跳躍運動を主体とした High-Impact Sports 群（バスケットボール、バレーボール、空手）、跳躍運動以外の運動を Common-Sports 群（水泳、テ

ニス、ソフトボール、卓球など）、運動習慣なしの Non-Sports 群の3群に分けて、三群間の OSI を見た。その結果、平均値と標準偏差はそれぞれ 3.17 ± 0.31 , 3.11 ± 0.21 , 2.92 ± 0.27 であり、順に低い値を示したが、有意差はなかった。また、骨折経験について、「ある」と答えた群は、男子は42名であり、全体の35.3%を占めた。骨折経験者は骨折未経験者より OSI が高いことを示したが、両群間に有意差はなかった。

2-2 運動経歴と骨密度との関係

運動経歴と骨密度との関係については、Table 2 に示したように、運動経歴を見ると、「一年以下」の群、「一年から3年以内」の群と「4年以上」の群間における、OSIの平均値と標準偏差は、それぞれ 2.94 ± 0.27 , 3.13 ± 0.28 , 3.14 ± 0.32 であった。多重比較の結果から、「一年以下」の群と「一年から3年以内」及び「4年以上」の経験ある群間に有意差が見られた。さらに、各学齢期に運動経験年数と骨密度との単相関及び重回帰分析の結果をみると、小学校から高校までの運動経歴、中高時代の運動経歴と骨密度の間に有意な相関が見られた (Table 3)。重回帰分析の結果は、「高校」と「小+中+高校」という二つの変数が選択され、骨密度との間にはそれぞれ有意な偏相関が認められた。二つの変数と骨密度との間に有意な重相関 ($r = 0.339$, $p < 0.05$) が認められた。

2-3 運動有能感と骨密度との関係

学年別の運動有能感及びその構造因子の平均得点を比較したものを、Fig.1 に示した。一年生の身体的有能感 (Physical Self-Perception: (PSP), 統制感 (Physical Self-Control: (PSC), 受容感 (Physical Self-Acceptance: (PSA), 運動有能感 (Exercise Competence: (EC) に

Table 3 Correlation between bone mineral density and current exercise
History of Exercise

History of Exercise	Correlation	Regression	
School Period (Year)		Coefficient	
Esp	3.0	0.146	
Jhsp	2.6	-0.08	0.006
Hsp	1.3	0.09	0.126*
Esp+Jhsp	5.5	-0.35	
Jhsp+Hsp	4.4	0.473*	
Esp+Jhsp+Hsp	6.8	0.434*	0.026*
Multiple correlation coefficient		0.339*	

Esp: Elementary school period. Jhsp: Junior high school period.
Hsp: High school period.
*p<0.05

ついでに、運動部に所属する対象者の運動経歴と運動有能感の交互作用についての分散分析の結果をみると (Table 4), 運動有能感の違いによる, OSI に有意差が見られた (F=3.32, p<0.05)。すなわち, 単純に運動経歴さえあれば, OSI 値は高くなるとは言えないこと, 一定の運動経歴を持つ一方で, 運動有能感が高い者は OSI も高いことが認められた。また, 運動参加者においては, 運動有能感の得点においては有意差が認められた (F=5.03, p<0.05)。

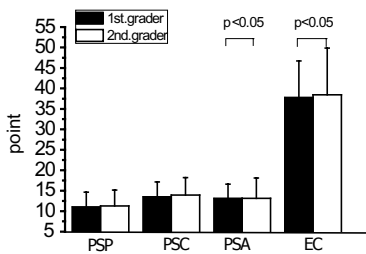


Fig.1 Comparison of point classified by grades

また, 運動有能感得点の平均値に基づいて全対象者を High 群と Low 群に分けて OSI を比較すると, 全体には運動有能感の平均得点は学年別でも全体でも High 群は Low 群より OSI は高いが, 有意差は見られなかった (Fig.2)。

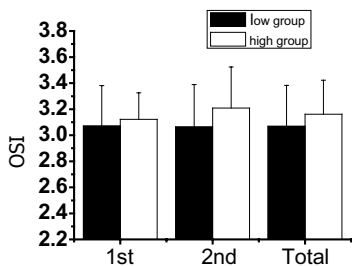


Fig.2 Comparison of OSI classified by grades

Table 4 Covariance of bone mineral density (n=102)

Source	D F	M S	F-value
History of exercise (HE)	2	0.155	F=1.81
			p>0.05
Exercise competence (EC)	1	0.431	F=5.03
			p<0.05
HE * EC	2	0.284	F=3.32
			p<0.05
Error	96	0.086	

さらに, 運動部に所属する対象者の運動経歴と運動有能感の交互作用についての分散分析の結果をみると (Table 4), 運動有能感の違いによる, OSI に有意差が見られた (F=3.32, p<0.05)。すなわち, 単純に運動経歴さえあれば, OSI 値は高くなるとは言えないこと, 一定の運動経歴を持つ一方で, 運動有能感が高い者は OSI も高いことが認められた。また, 運動参加者においては, 運動有能感の得点においては有意差が認められた (F=5.03, p<0.05)。

考 察

思春期は骨の成長が急速に変化する時期である。この時期に適度な運動刺激によって増加した骨密度は, 生涯にわたり比較的長期間継続することがいくつかの報告で指摘されている。そのために, より高い骨量を獲得するために骨密度とスポーツ活動, スポーツ習慣との関連について詳細に検討することが必要であると考えられる。

1. 男子高校生の骨密度について

男子高校生の骨密度について, 小沢による男子中学生を対象とした研究¹⁰⁾では, 特に中学生の時期に骨強度の漸増が示された。Theintz らによると, 男子では13-17歳頃, 骨密度の増加率が高いことが報告されている¹²⁾。また, 岡野は男子における骨密度の発育のピークは20歳までとの結論を報告している¹¹⁾。このように, 男子の骨密度の発達は, 高校生期ではさらに増加する傾向が示された。

本研究では, 調査対象として男子高校生の骨密度を各学年間で比較したところ, 二年生は一年生より高く, また, 年齢比 (対象者を20歳の平均値と比較した) では101.4±9.92%であった。つまり今回対象とした男子高校生の踵骨骨密度は, 同性の20歳における骨密度の標準平均値よりやや高い値であった。

また, 男子高校生の体格因子と骨密度との関係につ

いて、多くの研究では、体重、BMIと骨密度との間に有意な相関関係が示された^{5), 13), 14)}。本研究においても同様の傾向が見られた。男子における骨密度と体重、BMIの間では相関係数は有意な値を示した($p < 0.05$)。Ribotら¹⁵⁾の研究では、体重の重い人では骨への物理的刺激が大きく、骨に加えられた圧縮力よって生じるピエゾ効果により骨芽細胞の働きが活発になり、骨密度の増加が促進されるという。中らの私立高等学校の高校生を対象とした研究においても¹⁶⁾、男女とも体重は骨密度やその変化率に対して独立した正の影響を与えることが報告されている。このことから、この時期の適切な体重管理はPBMおよび運動経験との関係から重要であると考えられる。

2. 運動参加, 運動歴と骨密度との関連について

骨密度に影響を与える主な要因として身体運動が知られる。そのメカニズムは、運動には骨にメカニカルストレスを加え、骨の代謝を亢進させ、骨形成を促進する効果があると考えられている。しかし、運動様式、運動強度、運動時間等というスポーツ関連因子が骨密度に関わる程度にはまだ残された不明な点が多いため、両者間の関係が十分に理解できているわけではない。これまでの先行研究をみると、たとえば、朝井らの超音波骨評価装置での高校生における骨評価計測値に関する調査研究¹⁴⁾では、小学校から高等学校まで運動継続年数が多いほど各評価値は高いことが報告されている。猪木原の学童期から思春期の運動が青春期の骨密度に与える影響についての研究¹⁷⁾では、運動習慣を有する集団はそうでない集団と比較して、骨密度が高いことが確認されている。これらの研究はすべて成長期に定期的な運動をすることが骨量獲得に対して重要であることを示唆している。本研究においても、運動参加の視点から見ると、部活動参加者は未参加者より、あるいは週の運動頻度が多いほどOSIは高い値を示した。これらの結果はこれまでの先行研究を支持するものである。

また、運動様式と骨密度との関係について、柳の成人女性を対象とした研究¹⁸⁾では、高校時代のHigh-Impact Sports群($n = 29$)はCommon-Sports群($n = 18$)と比較して有意に骨密度評価値が高いことが示された。竹本らの研究¹⁹⁾にも、足部への衝撃が大きい種目のほうが骨量獲得には有効であることが報告されている。本研究では、運動種目を、柳が用いた方法に従って分析すると、High-Impact Sports群($n = 14$)、Common-Sports群($n = 88$)、Non-sports群($n = 17$)でOSI値が順に低い値を示したが、三群間には有意差が見られなかった。これは、男女差及び統計サン

プル数が違うためとも考えられる。今後、サンプル数を増やして、運動力学の視点など多角的に検討していきたい。

骨密度と運動経歴との関連について、これまでの研究では主に運動継続年数と骨密度の関連についての研究報告が多く、運動継続年数が多いほどOSIは高いとの結論が多い。しかし、学校の体育カリキュラム管理の立場から、各学齢期の運動継続年数と骨密度形成の関連に関する研究が必要と考えられる(小沢1998)。本研究ではこの考えに立って、両者の関連を分析した。その結果、各学齢期に(Table 3に順番に示したESPからESP+JHSP+HSPまで)運動経歴別男子では骨密度の測定値はそれぞれ 2.98 ± 0.15 , 3.15 ± 0.36 , 3.17 ± 0.23 , 2.96 ± 0.36 , 3.05 ± 0.27 , 3.12 ± 0.33 である。運動継続年数の長さは男子高校生の骨密度とは比例する傾向は見られなかったが(Fig.3)、中・高校時期の運動経験年数と骨密度の間には有意な関係が見られた(Table 3に)。つまり中・高校期は男子の骨密度を高めるのに効果的な時期であることが示唆された。保健体育教育において、この時期にどのような有効な運動内容が提供できるかが重要である。

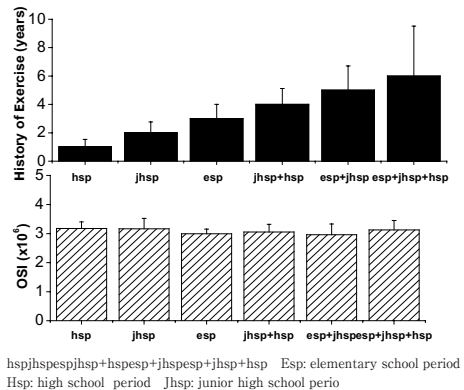


Fig.3 Comparison of history of exercise and OSI classified by school grades

3. 運動有能感と骨密度との関連について

運動有能感とは、生徒の自分の運動能力に対する認識能力である。身体的有能さの認知、統制感の認知及び受容感の認知という三つの部分から構成される。最近、運動の楽しさや運動の好き嫌いとの間に高い相関があることが報告されている。生涯スポーツを考える上で、ライフスタイルと運動有能感との間にいかなる関連があるかについての研究が注目されつつある。Weissの研究²⁰⁾には、運動有能感とスポーツへの参加の間には正の関係があることが報告されて

いる。また武田²¹⁾によれば運動有能感と体力との間に有意な関連が示され、スポーツ運動の質と運動有能感の間における緊密な関係が示唆された。

骨粗鬆症の防止はヒトの一生にわたって留意すべきものである。本研究では、運動部に所属する対象者の中でも、運動有能感のレベルが高い者は低い者より、より高いOSI値を示した。運動有能感が高いほど、運動中に骨密度に有効な運動負荷を高めることができるということが推察できる。このことから、骨密度を高めるために、定期的な運動習慣だけではなく、生徒自身における運動有能感を高めることも重要な視点であると考えられる。

まとめ

本研究は119名男子高校生を対象として、踵骨骨密度を測定し、運動経歴、運動有能感の視点に立って、骨密度と運動習慣との関連について検討した。その結果をまとめると、以下のとおりである。

1. 体格と骨密度の関係についてみると、男子高校生の体重、BMIは骨密度との間に有意な関係が見られた。
2. 運動部活動の参加者と非参加者では、参加者の方がOSI値が有意に高い値を示した。
3. 骨折経験がある者はない者より、高いOSI値を示したが、骨折経験と骨密度との間には有意な関係が見られなかった。
4. 運動頻度の面で、「週に4回以上」と答えた群は「週に2-3回」と答えた群と「週に1回以下」を答えた群に比べて、高いOSI値を示した。「週に4回以上」の群と「週に1回以下」の群のOSIを比べると、有意差を示した。
5. 骨密度と運動経験年数の関係について、「中+高校」、「小+中+高校」にそれぞれ有意な正の相関が認められた。
6. 運動有能感の得点が高い群は低い群より、OSIは高かった。また、運動部に所属する対象者の運動経歴と運動有能感の交互作用についての分散分析の結果をみると、運動有能感の違いによって、骨密度に影響を与えることが見られた。

以上の結果から、高校生の時期は骨密度を高めるために適切な時期であると考えられる。この時期において合理的な健康管理、適切な運動習慣及び高いレベルでの運動有能感を育成することが、骨密度を高めることに有効であると考えられる。

【引用文献】

- 1) Matkovic, V., Kostial, K., Simonovic, L., Buzina, R., and Nordin, B. E. C.: Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am. J. Clin. Nutr.*, (1979), **32**, 540-549.
- 2) 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*, (1994), **11**(11), 1271-1277.
- 3) 西岡茂子, 江藤義春, 若年成人女性の踵骨骨密度と食事及び運動による指導効果. *中京女子大学研究紀要*, (1997), **31**, 71-77.
- 4) 中田弥生, 徳川茂樹, 峰奈津子, 山形ひめ, 吉村紀子ら, 若年者の骨密度変化に関する検討. *学校保健研究*, (1998), **40**, 341-346.
- 5) 岡野亮介, 男女高校生における形態, 体脂肪率及び生活履歴と踵骨骨強度の関連性. *臨床スポーツ医学*, (2006), **23**(1), 73-80.
- 6) 国友広渉, 江上いすず, 男女大学生の骨密度と運動に関する研究. *名小屋文理大学紀要*, (2003), **3**, 127-132.
- 7) 秋坂真史, 尾尻義彦, 高倉実, スポーツ関連因子からみた女子高校生の骨密度に関する研究. *体力科学*, (1997), **46**(4), 375-382.
- 8) 岡澤祥訓, 諏訪桔一郎, 運動有能感の構造とその発達及び性差に関する研究. *スポーツ教育学研究*, (1996), **16**(2), 145-155.
- 9) Dook, J. E., James, C., Henderson, N., Price, R. L.: Exercise and Bone Mineral Density in mature female athletes. *medsci, Sports Exercise*, (1997), **29**, 291-296.
- 10) 小沢治夫, 野井真吾, 福永哲夫, 発育中, 高校生の骨密度変化-縦断研究-. *臨床スポーツ医学*, (1998), **15**(6), 713-717.
- 11) 岡野亮介, 踵骨骨強度の発育特性と男女差. *学校保健研究*, (2004), **46**, 59-66.
- 12) Theintz, G., Buchs, B., Rizzoli, R., Slosman, D., Clavien, H., Sizonenko, P. C., Bonjour-j-ph: Longitudinal monitoring of BMD accumulation in healthy adolescents: evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J. Clin. Endocrinol Metab.* (1992), **75**, 1060-1065.
- 13) 山崎正泰, 男子学生の骨密度に関わる諸要因の検討. *宮城農短大報*, (2001), **49**, 41-50.
- 14) 篠矢理恵, 朝井均, 北川真季子, 超音波骨評価装置で高校生における骨評価計測値に関する調査研

- 究. 大阪教育大学紀要, (2004), 53(1), 33-44.
- 15) Ribot, C. et, al: The effect of obesity on postmenopausal bone loss and the risk of osteoporosis. *Advances in Nutritional Research*. (1994), 9, 257-271.
- 16) 中比呂志, 伊木雅之, 森田明美, 玉置淳子, 池田行宏, 高校生における腰椎および大腿骨近位部骨密度とその決定要因の縦断的研究. *デサントスポーツ科学*, (2004年), 26(1), 85-93.
- 17) 猪木原孝二, 学童期から思春期の運動が青年期の骨密度に与えた影響. *倉敷芸術科学大学紀要*(2003), 7, 79-87.
- 18) 柳久子, 原修一, 平野千秋, 戸村成男, 天貝均, 若年期からの運動習慣は, 最大骨密度を効果的に増加させるか—健常成人女性における検討. *デサントスポーツ科学*, (2001), 21(1), 103-111.
- 19) 竹本康史, 西田弘之, 小野木満照, 三浦大志, 島澤津, 中神勝, 女子大学生の骨密度と体格, 体力及び生育歴との関係. *学校保健研究*, (1996), 38, 315-322.
- 20) Weiss, M. R., Wiese, D. M.: Self Esteem and causal attributions for children's physical and social competence in sport. *journal of sport and exercise psychology* (1990), 12, 21-36.
- 21) 武田正司, 児童における体力と運動有能感との関係. *盛岡大学紀要*, (2005), 22, 41-47.

