

水中運動を実施している中高年女性の体力，血液および骨密度

上田，毅

Fukuoka Prefectural University Faculty of Integrated Human Studies and Social Sciences

乙木，幸道

Kyushu Institute of Information Sciences

清水，富弘

Joetsu University of Education Department of Health and Physical Education

高杉，紳一郎

Kyushu University Faculty of Medicine Department of Orthopedic Surgery

他

<https://doi.org/10.15017/681>

出版情報：健康科学. 21, pp.15-20, 1999-03-15. Institute of Health Science, Kyushu University
バージョン：
権利関係：

水中運動を実施している中高年女性の体力, 血液および骨密度

上 田 毅 乙 木 幸 道* 清 水 富 弘**
 高 杉 紳一郎*** 堀 田 昇**** 大 柿 哲 朗****
 金 谷 庄 藏**** 永 田 早智江* 藤 島 和 孝****

Interrelationships of Physical Fitness, Blood Profiles and Bone Density in Elderly Women Performing Regularly Water Exercises

Takeshi UEDA, Kodo OTOKI*, Tomihiro SHIMIZU**,
 Shinichiro TAKASUGI***, Noboru HOTTA****, Tetsuro OGAKI****,
 Shozo KANAYA****, Sachie NAGATA* and Kazutaka FUJISHIMA****

Abstract

The purpose of this study was to investigate the interrelationships of physical fitness, blood profiles and bone density in elderly women performing regularly water exercise. Subjects were 61 elderly women aged from 43 to 78 performing regularly water exercises for 1.5 ± 0.7 hours, 3.9 ± 1.9 days per week and measured including anthropometric measures, physical fitness levels, blood profiles and bone density. One-way analysis of variance (ANOVA) was used for statistical treatment. As results, the age correlated significantly with height in the anthropometric measures, knee extension strength, one leg balance with eyes closed and sit and reach in physical fitness tests, blood glucose, bone density and the ratio of bone density to young adult mean in bone density. In conclusion, regular water exercise in elderly women might provide the benefit to physical fitness including knee extension strength, sit and reach and estimated $\dot{V}O_{2max}$, but not to bone density.

Key words: elderly women, water exercises, physical fitness, blood profiles, bone density

(Journal of Health Science, Kyushu University, 21: 15-20, 1999)

研究目的

一般に, 成人の呼吸循環機能, 腎機能および心係数などの身体的機能は加齢とともに低下する。それに伴い中年期以降は, 血圧の上昇, 血中脂質の増加と動脈硬化, 骨密度の減少, 精神神経の異常や種々の悪性腫

瘍の発症などが著しくなる。特に, 女性では閉経期以降に, 血圧上昇や高コレステロール血症の増加, 骨密度の減少が著しい⁹⁾。それらの生活習慣病の要因の一つに, 現代生活における運動不足があげられている。このような健康を阻害する危機的な状況下では, 健康生活を支える基盤としての体力が重要な意味を持つと

Faculty of Integrated Human Studies and Social Sciences, Fukuoka Prefectural University, Tagawa 825-8585, Japan

* Kyushu Institute of Information Sciences, Dazaifu 818-0117, Japan

** Department of Health and Physical Education, Joetsu University of Education, Joetsu 943-8512, Japan

*** Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Kyushu University, Fukuoka 812-8582, Japan

**** Institute of Health Science, Kyushu University 11, Kasuga 816-8580, Japan

考えられる。健康に関わる体力要素 (Health related fitness) には、全身持久力、筋力・筋持久力、柔軟性、身体組成が考えられる¹⁶⁾が、これらの体力要素は加齢とともに低下するので、日常生活の運動習慣は、これらの低下予防に有効であると考えられる^{6), 7), 10), 24)}。

ところで、水中での運動は、水の浮力、粘性、熱伝導性など陸上での運動と異なる特性があるため、低体力者や有疾患者のレクリエーション、治療、リハビリテーションプログラムに適している。水中での運動に対する生理応答も、運動様式、運動強度、水深、水温といった条件が関与するが、質的には陸上での運動とほぼ等しいと考えられる。しかし、水中運動の習慣が体力要素そのものや、関連する血液性状および骨密度の低下防止に有効であるかどうかは明らかでない。そこで本研究は、水中運動を実施している中高年女性を対象に、体力、血液生化学的指標および骨密度を検討した。

研究方法

1. 被験者

被験者は、福岡市内のあるスイミングクラブに通う43歳~78歳の中高年女性61名であった。測定に先立って、被験者にはその内容を十分に説明し、同意を得たうえで、日常生活の運動習慣についてのアンケート調査を実施した。Table 1. には各年代の人数と身体的特徴を示した。本研究は九州大学健康科学センターの倫理委員会の承認を受けて行った。

2. 測定項目と測定方法

身長、体重、血圧、インピーダンス法と皮下脂肪厚法による体脂肪率を測定した。インピーダンス法では

4電極法によるインピーダンス測定器 (TP-93K, トーヨーフィジカル社製, 福岡) を用いて算出した¹²⁾。また皮下脂肪厚法では栄研式キャリバーを用いて上腕背部と肩甲骨下部を測定し、Nagamine と Suzuki の式¹⁵⁾, Boržek の式²⁾から算出した。

体力測定は、椅座位安静時と脚筋力測定時の筋硬度、脚筋力、閉眼片足立ち、長座体前屈、推定の最大酸素摂取量 (推定 $\dot{V}O_{2max}$) であった。推定 $\dot{V}O_{2max}$ の測定には、自転車エルゴメーター運動を用い、ペダリングを50回転/分に規定して被験者の心電図をモニターしながら1段階4分間で4段階の漸増負荷運動を実施した。推定 $\dot{V}O_{2max}$ は、Åstrand と Rhyning のノモグラム¹⁾をベースに、それに著者らの実験から求められた補正係数および年齢補正を掛けて求めるコンピュータプログラムによった。すなわち、4つの負荷強度の後半15秒間の心拍数を入力して4つの最大酸素摂取量を推定し、さらにそれらの値のうち大きくかけ離れた値を除外して、2~4つの値を平均して、推定 $\dot{V}O_{2max}$ を求めた。

体力測定の当日、被験者は朝食を摂らずに来訪し、体力測定に先がけて前肘静脈から採血を実施した。測定項目は、総蛋白 (Biuret 法)、GOT (紫外部吸光度分析)、GPT (紫外部吸光度分析)、総コレステロール (酵素法)、中性脂肪 (酵素法)、尿酸 (ペルオキシダーゼ法)、血清鉄 (直接比色法)、 γ -GTP (γ グルタミン酸 HNA 基質法)、遊離脂肪酸 (酵素法)、総脂質 (比色法)、グルコース (電極法)、血清アルブミン (プレムクレゾールグリーン法)、A/G 比 (プレムクレゾールグリーン法)、HDL コレステロール (化学修飾酵素法: 直接法) であった。

これらの測定とは別の日に希望者を対象に、骨密度

Table 1. Physical characteristics of subjects.

	4th decade	5th decade	6th decade	7th decade	F-value
number	11	20	29	5	
age(yrs)	47.4±1.9	54.2±2.7 A	63.6±2.3 A,B	74.0±2.9 A,B,C	215.008**
height(cm)	157.1±4.4	157.4±5.1	154.1±5.5 b	150.0±7.1 a,B	3.655*
weight(kg)	58.0±8.7	55.3±7.8	54.4±7.2	50.4±12.4	1.100
systolic blood pressure(mmHg)	119.5±14.1	125.2±15.9	128.1±16.6	140.4±18.7	2.075
diastolic blood pressure(mmHg)	76.5±10.9	79.0±10.9	79.6±9.2	81.2±8.0	0.338
body mass index(BMI)	23.5±3.7	22.3±3.1	23.0±3.1	22.2±4.0	0.410
percentages of fat mass by means of the bioelectrical impedance method(%)	38.7±7.1	36.8±5.3	37.3±4.2	33.2±6.2	1.284
percentages of fat mass by means of the skinfold thickness method(%)	22.0±5.6	22.4±6.2	22.6±3.2	22.6±3.2	0.401

** p<0.01, * p<0.05

a:p<0.01, A:p<0.05 Significant difference from the 4th decade.

b:p<0.01, B:p<0.05 Significant difference from the 5th decade.

c:p<0.01, C:p<0.05 Significant difference from the 6th decade.

測定装置(600-EX, アロカ社, 福岡)を用いて非利き手の橈骨の骨密度, 対同年齢比, 対YAM (Young Adult Mean)比をDEXA(Dual Energy Xray Absorptiometry)法により測定した。

3. 統計処理

すべての測定値は, 平均値±標準偏差で示した。年代別の比較は一元配置の分散分析を実施した。有意なF値が得られた場合には, さらにFisherのpost hocテストを実施した。すべての統計処理で有意水準は5%未満を採用した。

研究結果

本研究の被験者は, スイミングクラブに1週間に3.9±1.9回(1-7回)通い, 2.0±0.9種目(1-4種目)の水中運動を1回当たり1.5±0.7時間(0.5-3.5時間), 4.6±3.3年間(0.1-12.0年間)実施していた。表1に示した形態では, 年齢と身長間に有意な関連が認められた($F(3, 61)=3.655, p<0.05$)。40歳代の身長は, 70歳代より有意に高く, 50歳代は60歳代と70歳代より有意に高かった。BMI (Body Mass Index) は日本肥満学会による肥満の判定基準に当てはめると「やせ」は11人(16.9%), 「普通」は35人(53.8%), 「過体重」は10人(15.4%), 「肥満」は9人(13.8%)であった。体脂肪率は, インピーダンス法では適性が6人(9.4%)だけであったが, 皮下脂肪厚法では57人(89.1%)が適性であった。

Table 2.には年代別の体力測定の結果を示した。脚筋力, 閉眼片足立ち, 長座体前屈は, 年齢との間に有意な関連が認められた(脚筋力: $p<0.05$, 閉眼片足

立ち: $p<0.01$, 長座体前屈: $p<0.05$)。脚筋力は50歳代を境に減少し, 40歳代と50歳代は, それぞれ60歳代と70歳代より有意に高かった。閉眼片足立ちは, 40歳代, 50歳代, 60歳代, 70歳代の順に有意に減少したが, 60歳代と70歳代の間には有意差はみられなかった。長座体前屈も50歳代を境に減少し, 40歳代と50歳代は, ともに70歳代より有意に大きかった。

Table 3.には年代別の血液生化学測定の結果を示した。グルコースは年齢との間に有意な関連が認められた($p<0.01$)。70歳代のグルコースは, 40歳代, 50歳代, 60歳代のそれより有意に高かった。

Table 4.には年代別の骨密度を示した。骨密度と対YAM比は年齢との間に有意な関連が認められた(骨密度: $p<0.01$, 対YAM比: $p<0.01$)。骨密度および対YAM比は, 50歳代を境に, それ以降で有意に低下した。

考 察

本研究の被験者の身長と体重は, 同年齢の標準値²¹⁾より高く, 血圧は低かったが, 同年代で報告されている値⁸⁾とほぼ同等であった。また皮下脂肪厚法による体脂肪率は同年代で報告されている値⁹⁾より1.8~9.7%低かった。本被験者は, 日常習慣としての水中運動は3.9±1.9回/週, 1.5±0.7時間/回を実施していた。肥満と判定された者は, BMI(9人/13.8%)と皮下脂肪厚法(7人/10.9%)で同年代で報告されている値⁸⁾とほぼ同等であったが, 日常的に水中運動を実施している本被験者の身体的特徴は良好であると考えられた。

本被験者の脚筋力, 長座体前屈および推定 $\dot{V}O_{2max}$

Table 2. Physical fitness levels in elderly women performing regular water exercises.

	4th decade	5th decade	6th decade	7th decade	F-value
hardness of quadriceps muscle of the left thigh while resting(kg)	55.1±3.4	55.0±2.8	55.7±2.8	57.6±2.2	1.171
hardness of quadriceps muscle of the right thigh while resting(kg)	55.2±4.3	55.8±3.3	56.4±2.3	56.6±2.9	0.503
hardness of quadriceps muscle of the left thigh while measuring knee extension strength(kg)	65.5±4.6	66.6±4.6	65.5±4.4	66.2±4.7	0.272
hardness of quadriceps muscle of the right thigh while measuring knee extension strength(kg)	64.6±4.9	66.4±3.8	65.6±4.5	67.6±5.1	0.659
knee extension strength(kg)	28.3±5.9	29.0±5.2	24.2±6.3 a,B	21.9±3.9 a,b	4.095*
one leg balance with eyes closed(sec.)	53.5±45.0	34.7±23.9 a	13.1±8.9 A,B	7.2±4.1 A,b	9.694**
sit and reach(cm)	15.5±7.3	15.3±7.3	11.6±6.9 a	6.0±6.0 a	3.195*
estimated $\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	37.6±11.7	33.1±8.1	33.0±9.9	29.0±7.3	1.002

** $p<0.01$, * $p<0.05$

a: $p<0.01$, A: $p<0.05$ Significant difference from the 4th decade.

b: $p<0.01$, B: $p<0.05$ Significant difference from the 5th decade.

Table 3. Blood profiles in elderly women performing regular water exercises.

	4th decade	5th decade	6th decade	7th decade	F-value
total protein(g/dl)	7.4±0.3	7.5±0.4	7.5±0.4	7.5±0.3	0.204
GOT(IU/l)	22.2±5.6	23.1±6.8	23.0±7.2	19.0±6.1	0.351
GPT(IU/l)	17.2±12.5	14.9±6.9	15.1±8.3	12.0±3.0	0.315
total cholesterol(mg/dl)	213.8±44.1	239.2±40.1	213.2±27.9	247.0±29.5	2.623
neutral fat(mg/dl)	84.3±46.7	101.6±44.1	106.8±47.6	128.0±64.6	0.811
uric acid(mg/dl)	4.2±1.4	4.9±0.9	4.7±1.0	4.1±0.8	1.065
serum iron(μ g/dl)	108.4±32.0	114.6±30.8	115.8±22.0	107.0±34.5	0.229
γ -GTP(IU/l)	17.9±9.5	21.5±22.0	25.0±19.1	18.3±4.0	0.400
free fatty acid(mEq/dl)	0.52±0.19	0.66±0.33	0.74±0.30	0.82±0.17	1.567
total lipid(mg/dl)	530.2±88.2	584.5±73.4	558.5±68.0	632.0±95.3	1.941
glucose(mg/dl)	81.3±5.0	88.4±9.2	92.0±18.5	127.0±52.8 A,B,C	5.349**
serum albumin(g/dl)	4.38±0.18	4.49±0.17	4.50±0.20	4.43±0.06	1.093
A/G ratio	1.46±0.19	1.50±0.11	1.53±0.15	1.47±0.12	0.731
HDL cholesterol(mg/dl)	62.3±18.1	69.4±20.2	59.8±13.4	65.3±10.2	1.207

** p<0.01

A:p<0.05 Significant difference from the 4th decade.

B:p<0.05 Significant difference from the 5th decade.

C:p<0.05 Significant difference from the 6th decade.

Table 4. Bone density in elderly women performing regular water exercises.

	4th decade	5th decade	6th decade	7th decade	F-value
bone density(g/cm ²)	0.633±0.033	0.593±0.061	0.508±0.067 A,B	0.441±0.095 A,B	15.570**
ratio of bone density to equivalent age (%)	102.9±5.1	102.4±9.6	99.2±12.0	100.8±23.2	0.373
ratio of bone density to YAM (young adult mean)(%)	97.9±5.2	91.9±9.3	78.7±10.4 A,B	68.3±15.0 A,B	15.370**

** p<0.01

A:p<0.05 Significant difference from the 4th decade.

B:p<0.05 Significant difference from the 5th decade.

は、同年齢の標準値や、20歳代から70歳代の人を対象に各種の体力項目の年代による推移を検討した堀田らの結果⁸⁾に比較してすべての年代で高かった。脚筋力や長座体前屈からみると、日常習慣としての水中運動は、加齢による脚筋力や柔軟性の低下を抑制し、これは高齢者の転倒予防に有効だと考えられた。一般的に、 $\dot{V}O_{2max}$ は、加齢とともに低下することが知られている^{4),8)}が、本被験者の推定 $\dot{V}O_{2max}$ は、年齢との間に有意な相関関係は得られなかった ($r=0.197$)。したがって、水中運動の習慣は、加齢による $\dot{V}O_{2max}$ の低下を抑制する可能性を示唆する。

一方、本研究の閉眼片足立ちは、60歳代以降で同年齢の標準値²¹⁾や堀田らの結果⁸⁾に比べて低かった。閉眼片足立ちの能力には、平衡能をつかさどる小脳の働き、体重を支持する脚筋力、前庭迷路機能などが関与する。本被験者の脚筋力は、閉眼片足立ち ($r=0.296$, $p<0.05$) との間に有意な相関関係を示したが、年齢 ($r=-0.436$, $p<0.01$) との間にも有意な負の相関を示した。このように、水中運動の習慣は、脚筋力、柔軟

性および $\dot{V}O_{2max}$ の維持には有用であるが、その影響は、60歳以上の者では、加齢による低下を抑制できるほどには大きくないと考えられた。

50歳代と70歳代の総コレステロール値と、70歳代のグルコースは正常値の上限を越え、先行研究と一致した^{7),8)}。正常値範囲外の発生率を年代別でみると、40歳代(4項目6人/3.9%)が最も頻度が低く、70歳代(4項目6人/8.6%)が最も高かった。ただし、異常値が発生した項目数は50歳代(5項目)と60歳代(8項目)で多く、この時期の血液性状は閉経期とも重なり大きく変動すると考えられた。

ところで、健康に関する体力要素の中で全身持久力の指標となる $\dot{V}O_{2max}$ と体脂肪率は、虚血性心疾患や生活習慣病の発症と深い関連があることが知られている^{3),18)}。しかし、中高年女性の各種体力測定項目、体脂肪率と血液生化学的指標との関連は、有意な相関関係が認められる報告¹¹⁾と認められないとする報告^{6),8)}がある。そこで本研究では、体力測定項目、体脂肪率と血液生化学的指標との関連を検討した。その結果、

血液生化学的指標は体力測定項目との有意な相関関係は得られなかったが、インピーダンス法による体脂肪率とでは、総蛋白 ($r=0.313$, $p<0.05$), γ -GTP ($r=0.346$, $p<0.05$), A/G ($r=-0.272$, $p<0.05$), HDL コレステロール ($r=-0.327$, $p<0.05$) との間に、また皮下脂肪厚法による体脂肪率とでは、総蛋白 ($r=0.267$, $p<0.05$), GPT ($r=0.323$, $p<0.05$), 遊離脂肪酸 ($r=0.288$, $p<0.05$) との間に有意な相関が得られた。血液指標が体力測定項目との間に有意な相関が得られなかったのは、体力測定項目が形本らの報告¹¹⁾と異なっていたことが考えられたが、形本らと同じ測定項目である $\dot{V}O_{2max}$ との関連については、先述したように本研究の中高年女性にはかなりの運動習慣があり、年齢と推定 $\dot{V}O_{2max}$ に有意な相関も得られない単一の集団であったためであると考えられた。しかし、肝機能(4項目)と脂質代謝(2項目)に関与する血液指標と体脂肪率の有意な関連は、過食や身体活動不足に伴う身体組成の変化が生活習慣病の発症の危険性を増大させることを示唆し、身体組成は健康に関連した重要な体力要素であることを再認識させるものであった。

骨密度と対 YAM 比は年齢との間に有意な関連が認められ、50歳代を境に、それ以降で有意に低下した。また骨密度と対 YAM 比は年齢(骨密度: $r=-0.730$ $p<0.05$, 対 YAM 比: $r=-0.727$ $p<0.05$)との間に有意な負の相関関係が認められたが、対同年齢比は100%附近で推移していた。人の骨量は30~40歳代まで増加を続けた後、減少に転ずる。特に女性では、骨形成の促進や抑制に関係するエストロゲンの分泌量の低下による骨量の減少がもたらすカルシウム吸収の低下と身体活動量の低下によって、骨密度は閉経期附近から急激に減少することが知られている^{13), 19), 22)}。この時期、運動は骨密度の維持や増加にポジティブに働く。特に強い衝撃を伴う動作が要求されるバレーボールやバドミントン、アネロビックな運動は骨密度を上昇させるが、ウォーキングのようなエアロビックな運動でも骨密度は維持される^{14), 20)}。このように、重力に抗い、骨に対する衝撃や圧縮力を伴う運動ほど、骨密度の上昇や維持に寄与すると考えられる。すなわち、運動の衝撃や圧縮力は骨内部の微細な骨折(microcrack)を発生させ、それを修復する伝達機構(osteocyte net work)が働いてカルシウムの沈着が促進され、結果として骨密度が増加すると考えられている²³⁾が、これに照らすと、水中運動は重力負荷が乏しく、骨密度は高まりにくいことになる。実際、水泳

選手の骨密度は高くない⁵⁾。むしろ対照群より低いとする報告^{5), 17)}もあり、本研究の結果と一致する。このように、日常習慣としての水中運動では、中高年女性の骨密度の上昇は起こりにくく、また骨密度を維持するのに水中運動が十分な運動であるかどうかは明らかでない。

ま と め

本研究では、水中運動の習慣のある中高年女性を対象に、体力、血液指標および骨密度を検討することを目的とした。被験者は、福岡市内のあるスイミングクラブに通う43歳~78歳の中高年女性61名であり、クラブには1週間に 3.9 ± 1.9 回通い、 2.0 ± 0.9 種目の水中運動を1回当たり 1.5 ± 0.7 時間、 4.6 ± 3.3 年間実施していた。被験者は形態計測、体力測定、血液検査および骨密度を測定した。その結果、形態計測では、年齢と身長との間に有意な関連が認められた。BMIは日本肥満学会による肥満の判定基準に当てはめると「やせ」は16.9%、「普通」は53.8%、「過体重」は15.4%、「肥満」は13.8%であった。体脂肪率は、インピーダンス法では適正が9.4%だけであったが、皮下脂肪厚法では89.1%が適正であった。体力測定では、脚筋力、閉眼片足立ち、長座体前屈は、年齢との間に有意な関連が認められた。血液指標では、グルコースは年齢との間に有意な関連が認められた。骨密度の測定では、骨密度と対 YAM 比は年齢との間に有意な関連が認められた。

本研究の一部は、平成9年度文部省科学研究費補助金(基礎研究(C)課題番号09680095)によって行われた。

文 献

- 1) Åstrand, P. O. and Rhyning: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) for pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.*, 7:218-221, 1954.
- 2) Brožek, J., Grande, F., Anderson, J. T. and Keys, A.: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences.*, 110:113-140, 1963.
- 3) Cooper, K. H., Pollock, M. L., Martin, R. P., White, S. R., Linnerud, A. C. and Jackson, A.: Physical fitness vs. selected coronary risk factors. *J. A. M. A.*, 236:166-169, 1976.

- 4) Dehn, M. M. and Bruce, R. T.: Longitudinal variation in maximal oxygen intake with age and activity. *J. Appl. Physiol.*, 33:805-807, 1972.
- 5) 本田裕美, 沖汐美由紀, 高沢竜一, 井本岳秋, 澤田芳男, 中根惟武, 高橋修一朗: 腰椎骨密度(BMD)と体組成の関係について. *体力科学*, 39:462, 1990.
- 6) 堀田昇: 中年肥満女性に対する食事と運動による減量と血液性状. *体育科学*, 25:191-200, 1997.
- 7) 堀田昇: 高齢者の体力と血液生化学的指標. *体育科学*, 26:204-208, 1998.
- 8) 堀田昇, 大柿哲朗, 右田孝志: 中高年者の形態・体力と血液性状. *体育科学*, 24:189-195, 1996.
- 9) 古屋清英, 佐藤和雄: 閉経後の健康管理. *産婦人科治療*, 76:618-623, 1998.
- 10) 岩岡研典, 楠原慶子: 姿勢調節能力の加齢変化とその測定法—動的調節能力測定法の検討—. *体育科学*, 26:172-183, 1998.
- 11) 形本静夫, 石原啓示, 古川博巳, 青木純一郎: 中高年女性における健康に関連した体力要素と血液性状. *体育科学*, 26:184-190, 1998.
- 12) Komiya, S. and Masuda, T.: Estimation of human body composition by bioelectrical impedance measurements —equation for estimating total body water in Japanese subjects—. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.*, 39:53-59, 1990.
- 13) 串田一博, 町田晃: 骨の成長と老化. *体育の科学*, 42:832-839, 1992.
- 14) 百武衆一, 後藤澄雄, 山懸正庸, 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*, 11:1271-1277, 1994.
- 15) Nagamine, S. and Suzuki, S.: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum. Biol.*, 36:8-15, 1964.
- 16) Pate, R.R.: A new definition of young fitness. *Phys. Sportsmed.*, 11:77-83, 1983.
- 17) Risser, W.L., Lee, E.J., LeBlanc, A., Poindexter, H.B., Risser, J.M., Schneider, V.: Bone density in eumenorrheic female college athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22:570-574, 1990.
- 18) Sedgwick, A.W. and Davidson, A.H.: Relationship between physical fitness and risk factors for coronary heart disease in men and women. *Aust. NZ. J. Med.*, 14:208-214, 1984.
- 19) 七五三木聡: 骨の成長と運動. *体育の科学*, 44:590-598, 1994.
- 20) 田畑泉: 運動実践の骨密度に及ぼす影響. *Jpn. J. Sports Sci.*, 14:67-71, 1995.
- 21) 東京都立大学体育研究室: 日本人の体力標準値 第4版. 不昧堂: 東京, 1989.
- 22) 山村俊昭: 中高年女性の骨塩量と運動. *臨床スポーツ医学*, 11:1265-1269, 1994.
- 23) 山村俊昭, 石井清一: 骨粗鬆症と運動. *日経スポーツメディシン*, 92:20-25, 1992.
- 24) 吉武裕: 高齢者の日常生活における身体活動状況に関する研究. 平成5年度厚生省科学研究費補助金医療研究事業報告書, pp. 7-18, 1994.