

低強度筋力トレーニングが若年女子の内臓脂肪および
身体組成に及ぼす影響について
—有酸素運動との比較検討—

愛知学院大学 梶岡多恵子
(共同研究者) ハーバード大学 都竹茂樹
公衆衛生大学院 長崎大
愛知学院大学 同 佐藤祐造

**Effects of Low-Intensity Resistance Training on Visceral Fat
and Body Composition in Young Women**
— Compare with Aerobic Exercise —

by

Taeko Kajioka, Masaru Nagasaki, Yuzo Sato
Aichigakuin University
Shigeki Tsuzuku
Harvard School of Public Health

ABSTRACT

To assess the effects of resistance training using body weight as a load (RT) on visceral fat and body composition in young women (Mean age 20.8 year, N=24). Subjects were divided into RT group (N=8), Walk group (N=8) and Control group (N=8). The RT group trained six times per week and Walk group walked briskly over 10,000 steps/day four times per week for six weeks. We evaluated body composition and visceral fat using anthropometry, dual energy x-ray absorptiometry and ultrasonography, at baseline and after 6 weeks of training. RT group showed significant changes in the following measurements; fat mass, waist and hip circumferences, and preperitoneal fat thickness as indicator of visceral fat accumulation, abdominal, thigh and upper arm muscle thickness. Walk group showed significant changes only in abdominal and thigh

subcutaneous fat thickness. Control group did not show significant changes in all measurements. Relatively short-term resistance training using body weight as a load was effective to improve body composition and fat distribution, and RT indicated different change from walking exercise.

要 旨

若年女子（平均年齢20.8歳, n=24）を対象に自身の体重（自重）を負荷とした低強度の筋力トレーニングと歩行運動を実施し、身体組成および内臓脂肪に及ぼす影響について比較検討した。対象者を筋力トレーニング群（n=8）、歩行群（n=8）、コントロール群（n=8）の3群に分け、筋力トレーニング群は週6日、3種目（スクワット、腹筋、腕立て）を各15回×2セット実施し、歩行群は週4日、1日1万歩以上の歩行数を確保した。トレーニング前後に周囲径、DXA法による身体組成、超音波による腹部と上肢・下肢の筋厚・皮脂厚および内臓脂肪蓄積状態の指標となる肝臓前面腹膜前脂肪厚を測定した。6週間のトレーニング実施後、筋力トレーニング群の体脂肪量、ウエストおよびヒップ周囲径、肝臓前面腹膜前脂肪厚は、歩行群およびコントロール群に比して有意に（ $p < 0.05$ ）減少した。また、腹部、大腿部、上腕部においては有意な（ $p < 0.05$ ）筋厚の増加と皮下脂肪厚の減少を認めた。一方、歩行群の腹部および大腿部の皮下脂肪厚は、コントロール群に比して有意な（ $p < 0.05$ ）減少を示した。自重を利用した低強度で、かつ6週間という短期間の筋力トレーニングであっても身体組成や内臓脂肪の改善に有効であり、歩行運動とは異なる影響が認められた。

緒 言

国民栄養調査では若年女子の体格指数（BMI）が減少傾向にあることが指摘されているが¹⁾、われわれはこれまでの研究において、過体重を示さ

ずとも体脂肪率が高く、かつ内臓脂肪が多い、いわゆる“隠れ肥満者”が若年女子にも多く存在することや^{2,3)}、食事制限による減量を繰り返すことでウエイト・サイクリングを呈し、身体組成や代謝の悪化、Diet Hypertensionがもたらされることをすでに明らかにしてきた⁴⁾。内臓脂肪の蓄積増加は糖・脂質代謝異常をもたらし、糖尿病、高血圧症、高脂血症を合併するメタボリックシンドロームによって動脈硬化のリスクを高めることが問題とされている^{5,6)}。このような現状を踏まえると、健康づくりのための運動の効果を明らかにし、将来的な疾病予防を見据えた、若年層への早期介入を行うことは、非常に重要であると考えられる。

一方、内臓脂肪の減少には、ウォーキングを始めとする有酸素運動が効果的であるとされているが^{7,8)}、近年、筋力トレーニングも筋・骨格系のみならず、糖・脂質代謝の改善に有効であることが報告されている。しかし、その多くはマシンやダンベル等の器具を利用した中～高強度のものが主である^{9,10)}。そこで本研究では若年女子に体重（自重）を負荷とした低強度の筋力トレーニングを実施し、身体組成や内臓脂肪に及ぼす影響について歩行運動を行った場合と比較検討することを目的とした。

1. 研究方法

1.1 対 象

BMI25未満の非肥満・若年女子（平均年齢20.8歳）24名を筋力トレーニング群（8名）、歩行運動群（8名）、コントロール群（8名）の3群に分けた（表1）。

表1 Characteristics of subjects at baseline

	Group		
	RT	Walk	Cont
Number of subjects	8	8	8
Age (year)	21 ± 1	20 ± 1	21 ± 1
Height (cm)	157.3 ± 2.9	155.7 ± 4.0	158.7 ± 4.2
Body Weight (kg)	54.6 ± 7.5	52.9 ± 2.7	49.9 ± 3.8
BMI (kg/m ²)	22.0 ± 2.5	21.1 ± 1.0	19.8 ± 1.1
Percent Body Fat (%)	26.4 ± 3.8	26.6 ± 2.0	25.5 ± 2.4
Lean Body Mass (kg)	40.3 ± 6.4	39.0 ± 1.8	37.2 ± 3.1
Fat Mass (kg)	14.3 ± 2.5	14.6 ± 1.6	12.7 ± 1.5
Waist Circumference (cm)	69.1 ± 4.4	67.5 ± 2.9	64.3 ± 2.4
Hip Circumference (cm)	92.8 ± 5.6	90.1 ± 2.3	89.7 ± 2.5
Thigh Circumference (cm)	53.5 ± 5.3	52.8 ± 1.7	51.1 ± 2.6
Upper Arm Circumference (cm)	26.1 ± 3.0	24.9 ± 1.4	23.7 ± 1.9
Abdominal Muscle Thickness (mm)	10.9 ± 1.1	11.1 ± 1.8	10.3 ± 1.6
Thigh Muscle Thickness (mm)	38.3 ± 7.7	40.0 ± 3.5	37.6 ± 5.0
Upper Arm Muscle Thickness (mm)	16.7 ± 5.6	13.6 ± 1.8	14.7 ± 2.3
Abdominal Fat Thickness (mm)	17.1 ± 7.0	19.4 ± 5.7	14.8 ± 3.9
Thigh Fat Thickness (mm)	13.7 ± 1.6	12.5 ± 1.4	12.3 ± 2.3
Upper Arm Fat Thickness (mm)	9.9 ± 2.1	9.0 ± 0.8	8.7 ± 1.2
Preperitoneal Fat Thickness (mm)	12.3 ± 1.0	11.2 ± 1.8	10.7 ± 2.2

Data presented by mean ± SD, RT : Resistance Training group, Walk: Walking Exercise group, Cont: Control group. At baseline, there were no significant differences in all parameters.

本研究の実施にあたっては、対象者に研究目的およびトレーニングプログラム、測定方法について十分な説明を行い、同意書による承諾を得た。

1. 2 トレーニングプロトコール

トレーニング実施期間は、筋力トレーニング群（以下、筋トレ群）、歩行運動群（以下、歩行群）とも6週間とした。筋トレ群は、スクワット、シットアップ、プッシュアップ（図1）の3種目を各15回×2セット、週6日の頻度とした。また、トレーニング開始に先立ち講習会を実施し、適切なフォームを維持するために必要な（1）スタートポジション（2）動作とリズム（3）呼吸方法に

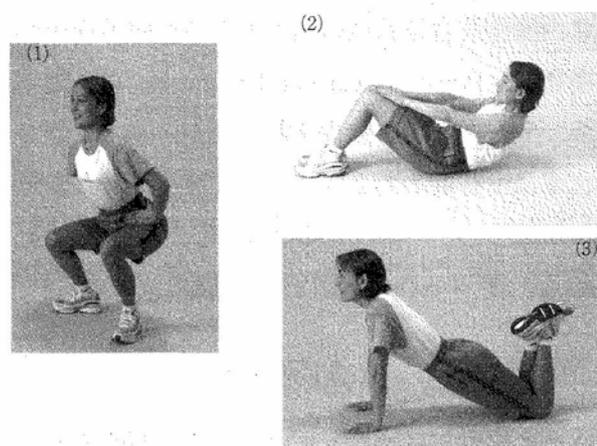


図1 Resistance Training 3types exercise: (1) Squat (2) Sit-up (3) Push-up

ついて説明し、実技指導を行った。特に動作とリズムに関しては自重による筋力トレーニングの効果を高めるために、反動を利用せず、最大可動域で各動作を行うとともに、筋の収縮・伸張のいずれのフェーズにおいても最低3秒以上の時間を費やしてゆっくりと行い、トップとボトムの位置では約1秒の静止を入れることとした。

一方、歩行群はトレーニング期間中、歩数計（Select2, ®Suzuken）を装着し、週4日、15分以上継続した歩行運動によって、1日あたり1万歩以上の歩数を確保した。

1. 3 測定項目

トレーニング前後において以下の測定を実施した。

1) 身体組成および形態

体重、体脂肪量、除脂肪量については、DXA法（Hologic QDR-4500A, USA）による測定を行った。形態指標としてはウエスト、ヒップ、大腿部、上腕部の4部位の周囲径を測定した。ウエストは呼気時の臍位周囲径を、ヒップは臀筋最大突出部位の水平周囲径とし、大腿部は腸骨から膝蓋骨上縁までの距離の50%位置、上腕部は肩峰点から肘窩までの距離の60%位置において周囲径

を測定した。

2) 筋厚・皮下脂肪厚および内臓脂肪

筋厚・皮下脂肪厚の測定は、超音波Bモード法 (ALOKA SSD-500, 5MHz) を用いて行った。測定部位は身体右側に統一し、腹部 (Abdomen) は臍横, 大腿前部 (Quadriceps) は腸骨から膝蓋骨上縁までの距離の50%位置, 上腕部 (Triceps) は肩峰点から肘窩までの距離の60%位置にプローブをあてて測定した。また内臓脂肪の蓄積状態については、鈴木ら¹¹⁾の方法を用いて、仰臥位での肝臓前面腹膜前脂肪厚 (Preperitoneal fat thickness) を測定した。(図2)

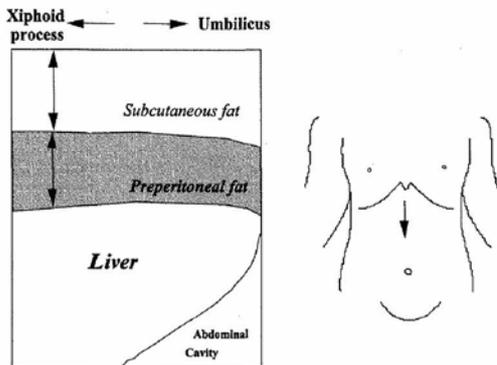


図2 Scheme for assessing abdominal fat distribution using ultrasonography

1. 4 分析方法

得られた測定データについては平均±標準偏差で示した。また、トレーニング効果の検討においては、トレーニング実施前後の変化率 [(6週間後-開始時) / 開始時 × 100] を求め、一元配置分散分析を行い、Post-hoc test には Tukey Kramer を用い、危険率5%未満を有意とした (SPSS Version5.1 for Windows)。

2. 結果

トレーニング前後の測定値より、各測定項目の変化率を3群間で比較したところ、筋トレ群においては、体脂肪量、ウエストおよびヒップ周囲径が歩行群、コントロール群に比して有意な (p<0.05) 減少を示した。一方、これらの項目に

ついては、歩行群とコントロール群との間に有意差を認めなかった。また、大腿部の周囲径は筋トレ群・歩行群はコントロール群との間に有意な差 (p<0.05) が見られたが、上腕周囲径においては、筋トレ群とコントロール群との間にのみ有意差を認めた (表2)。

表2 Percent change in body composition and circumferences (%)

	Group		
	RT	Walk	Cont
Number of subjects	8	8	8
Body Weight	-2.2	-0.6	1.2
Fat Mass	-6.3 *	0.7	1.5
Lean Body Mass	-0.9	-0.5	1.3
Waist Circumference	-4.5 *	-1.5	0.2
Hip Circumference	-2.5 *	-0.4	-0.1
Thigh Circumference	-2.8 #	-2.5 †	-0.4
Upper arm Circumferenc	-2.7#	-1.6	0

Percent change between baseline and 6 weeks. *p<0.05 Significant difference between RT and Walk, and RT and Cont. #p<0.05 Significant difference between RT and Cont. †p<0.05 Significant difference between Walk and Cont

次に超音波法による筋厚・皮下脂肪厚の測定において、筋トレ群の腹部、大腿前部および上腕部の筋厚は歩行群、コントロール群に比して有意な (p<0.05) を増加を示したが、歩行群とコントロール群の間には有意差を認めなかった (図3)。また、腹部皮下脂肪厚および大腿前部皮下脂肪厚においては筋トレ群、歩行群ともにコントロール群に比して有意な (p<0.05) 減少を示し、上腕部皮下脂肪厚においては、筋トレ群とコントロール群との間に有意差 (p<0.05) を認めた (図4)。さらに内臓脂肪蓄積状態の指標となる肝臓前面腹膜前脂肪厚 (Preperitoneal Fat Thickness) は、筋トレ群、歩行群ともに減少を示したが、筋トレ群の変化率は歩行群の約2倍となり、筋トレ群と歩行群およびコントロール群との間には有意な差 (p<0.05) が示された (図5)。

3. 考察

自重を利用した筋力トレーニングと有酸素運動である歩行運動の実施が身体組成および内臓脂肪

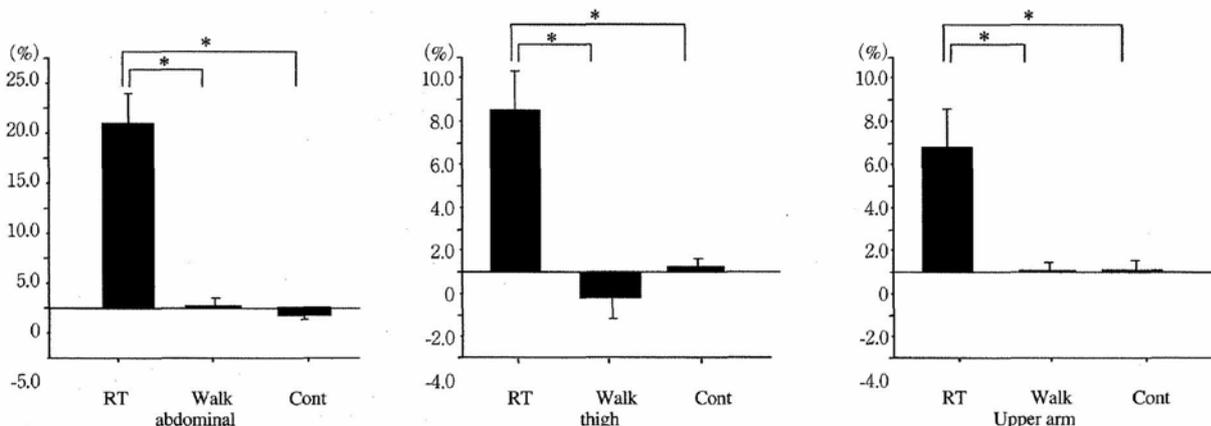


図3 Percent change in muscle thickness.

*p<0.05 indicated the statistically significant difference from baseline to after 6weeks. Error bars are SE.

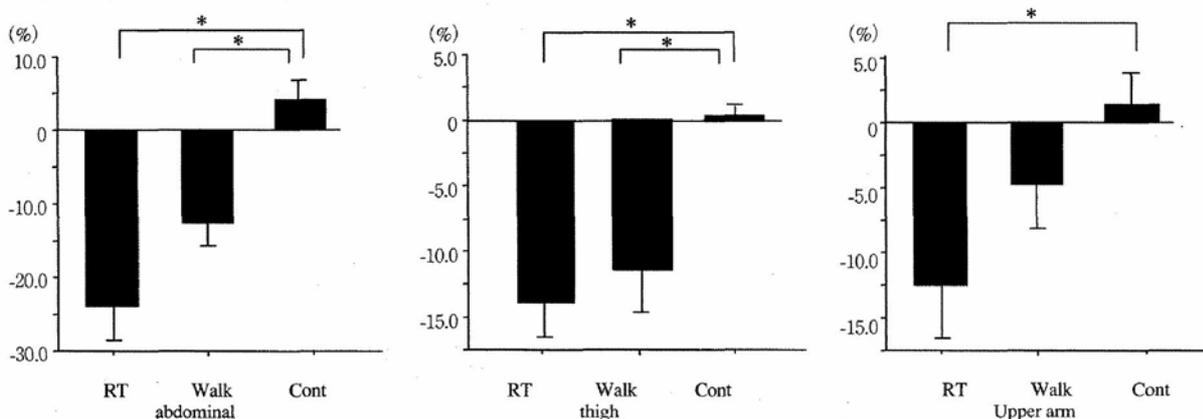


図4 Percent change in subcutaneous fat thickness.

*p<0.05 indicated the statistically significant difference from baseline to after 6weeks. Error bars are SE.

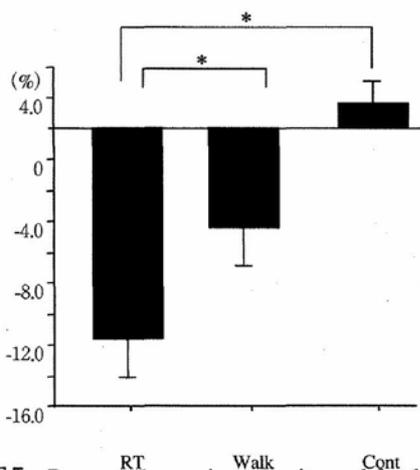


図5 Percent change in preperitoneal fat thickness.

*p<0.05 indicated the statistically significant difference from baseline to after 6weeks. Error bars are SE.

ないが、それぞれの種目において最も負荷がかかる部位、すなわちスクワットでは大腿部、シットアップでは腹部、プッシュアップでは上腕部において、有意な筋厚の増加が示されると同時に（図3）皮下脂肪厚も減少し（図4）、周囲径の減少がもたらされた。これは自重による筋力トレーニングの効果を上げるために最も重要な要素である、フォームの維持が厳守されていたことにより、目的とする部位に確実に負荷を加えることができたためだと考えられる。

さらに表2に示すように、筋トレ群の体脂肪量は歩行群、コントロール群に比して有意な減少を示した。一般に体脂肪の減少をねらいとした運動プログラムは、有酸素系の運動を中心に構成されていることが多いが¹²⁾、筋力トレーニングにおいては、実施時の消費エネルギーは少ないものの、安静時のエネルギー消費を増大させることが示さ

に対してどのような影響を与えるかについて比較検討を行ったが、両群の各測定項目の変化においては、それぞれ特徴的な変化パターンが認められた。

本研究で行った筋力トレーニングは、マシン等を用いていないため客観的な強度指標は求められ

れている^{13, 14)}。今回、エネルギー代謝については測定を実施していないが、筋トレ群の腹部、大腿部、上腕部の有意な筋厚増加、すなわち体組成の改善が安静時のエネルギー消費の増加をもたらした、体脂肪量の減少に寄与したのではないかと推察される。さらに筋トレ群の体重減少は3群の中で最も大きく(-1.3kg)、かつ全身の除脂肪量の変化率は-0.9% (トレーニング実施前 $40.3 \pm 6.4\text{kg}$ 、トレーニング実施後 $39.9 \pm 6.3\text{kg}$)と、ごく僅かであった。筋トレ群の局所における筋厚増加は、全身の除脂肪量を増加させるまでには至らなかったものの、除脂肪量をほぼ維持した状態で体重減少がもたらされたことは、筋力トレーニングの有用性の一つであると言える。しかしながら、さらなる除脂肪量の増加を期するためには、今回実施したスクワット、プッシュアップ、シットアップの3種目に加え、たとえば広背筋やハムストリングといった他の大筋群にも負荷を与える種目が必要ではないかと考える。

一方、歩行群の体重、体脂肪量は減少傾向を示しているものの(表2)、有意な変化は認めなかった。しかし、コントロール群に比較すると、大腿部の周囲径や腹部および大腿部の皮下脂肪厚が有意に減少し、有酸素運動である歩行運動の体脂肪減少効果を示唆する結果が得られている。これらのことから、歩行群においては1日1万歩以上の歩数を確保したものの、週4日という頻度、あるいは6週間という期間が、体重減少や身体組成の顕著な改善をのぞむには十分でなかったことが推察される。

また筋トレ群、歩行群ともにコントロール群に比して大腿部周囲径が有意な減少を示したが、筋トレ群では大腿部の筋厚増加と皮下脂肪厚の減少が、歩行群では大腿部の皮下脂肪厚の減少が周囲径の減少に反映されていた。筋トレ群と歩行群の大腿部周囲径の変化率には差がないことから、同程度の減少であっても、組成の観点からみた場合

には、運動形態の違いによる特徴的な変化パターンが示されたといえる。

最後に内臓脂肪の蓄積状態の指標となる肝臓前面腹膜前脂肪厚については、筋トレ群、歩行群ともに減少を示したが、筋トレ群の変化率が最も大きく、他の2群との間にも有意差($p < 0.05$)が示された(図5)。

われわれはすでに1日あたりの歩数の違いによって内臓脂肪の蓄積状態が異なることを明らかにしており⁴⁾、内臓脂肪蓄積増加を予防する手だてとして、7500歩/日以上確保するという目安を提示してきたが、本研究の歩行群は週4日の頻度で1日あたり1万歩以上の歩数数を確保していることから、先の研究で示した目安は到達できているものと考えられる。しかし、筋トレ群の方が内臓脂肪の減少が大きかったことに関しては、筋トレ群のみに見られた全身の体脂肪量の有意な減少が、内臓脂肪の減少にも寄与しているものと推察された。

ただし、本結果についても歩行群の運動頻度や実施期間を伸ばすことで、異なる結果が得られる可能性は否めず、また、食事については「従来通りのままで、意識して食事内容、量、摂取時間等を変化させないように」という注意を伝えたのみであり、6週間のエネルギー摂取量や食事内容については検討を加えていないため、食事における影響が関与している可能性も否定できない。

健康の維持増進においては、日常生活の中に定期的な運動習慣を確立させることが必要であるが、わが国においては、先の国民健康栄養調査¹⁾でも明らかなように、運動習慣のある者は20~50歳代の男性で24%未満、20~40歳代の女性では18%未満とされている。就業人口の多い年代に運動不足の人が多くことは、やはり運動時間の確保が困難であることが理由の一つとしてあげられる。本研究で行った筋力トレーニングは自分の体重を負荷とするため、道具も器具も必要なく、ま

た天候に左右されることなく、自宅でも容易に行え、3種目を15回×2セット実施するのに必要な時間は10分～15分程度である。適切な方法で継続して行うことで身体組成のみならず、生活習慣病の発症にも深く関与する内臓脂肪の蓄積増加予防や改善にも有効である可能性が示唆されたことから、運動時間の確保が難しい人やこれまで運動習慣のなかった人が運動を始める際の導入としては、有用な運動形態であると思われる。

4. まとめ

自重を利用した低強度かつ6週間という短期間の筋力トレーニングであっても、適切な方法で実施することで、身体組成の改善や内臓脂肪の減少に有効であり、歩行運動とは異なる変化パターンが認められた。

自分の体重を負荷として行う本トレーニングは低コストであると同時に、日常生活の中の短い時間を利用して行える、取り組みやすい運動形態であることから、健康づくりのための運動方法として、普及させていくことは有用であると思われる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、研究助成を賜りました財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に心より感謝申し上げます。また、トレーニングおよび測定にご参加頂きました愛知教育大学の学生の皆様と終始ご助言とご協力賜りました吉田正教授に深く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 厚生労働省：平成15年国民健康・栄養調査結果の概要，健康局総務課生活習慣病対策室（2005）
- 2) 梶岡多恵子，大沢功，吉田正，佐藤祐造：女子高校生における正常体重肥満者に関する研究—いわゆる“隠れ肥満者”の身体的特徴とライフスタイルについて—，学校保健研究，38，263-269（1999）
- 3) 梶岡多恵子，大沢功：過体重を示さない肥満者の

身体組成と代謝に関する個別研究，小野スポーツ科学，4，51-62（1996）

- 4) Kajioka T., Tsuzuku S., Shimokata H., Sato Y. : Effects of intentional weight cycling on non-obese young women, *Mebabolism*, 51, 149-154 (2002)
- 5) Kawamoto R., Tomita H., Oka Y., Kodama A. et al. : Metabolic syndrome amplifies the LDL-cholesterol associated increases in carotid atherosclerosis, *Intern. Med.*, 44, 1232-1238 (2005)
- 6) Hafidh S., Senkottaiyan N., Villarreal D., Alpert M.A. : Management of the metabolic syndrome, *Am J. Med. Sci.*, 330, 343-351 (2005)
- 7) Ross R., Janssen I., Dawson J., Kungl A.M. et al. : Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial, *Obes. Res.*, 12, 789-798 (2004)
- 8) Slentz C.A., Aiken L.B., Houmard J.A., Bales C.W. et al. : Inactivity, exercise, and visceral fat. STRRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount, *J. Appl. Physiol.*, 99, 1613-1618 (2005)
- 9) Elliott K.J., Sale C., Cable N.T. : Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women, *Br. J. Sports Med.*, 36, 340-344 (2002)
- 10) Dunstan D.W., Daly R.M., Owen N., Jolley D. et al. : High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes, *Diabetes Care*, 25, 1729-1736 (2002)
- 11) Suzuki R., Watanabe S., Hirai Y., Akiyama K. et al. : Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen, *Am. J. Med.*, 95, 309-314 (1993)
- 12) Okura T., Nakata Y., Lee D.J., Ohkawara K. et al. : Effects of aerobic exercise and obesity phenotype on abdominal fat reduction in response to weight loss, *Int. J. Obes.*, 29, 1259-1266 (2005)
- 13) Ryan A.S., Pratley R.E., Elahi D. et al. : Resistive training increases fat-free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women, *J. Appl. Physiol.* 79, 818-823 (1995)
- 14) Pratley R., Nicklas B., Rubin M. et al. : Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men, *J. Appl. Physiol.*, 76, 133-137 (1994)