8週間の低強度有酸素運動が運動習慣のない若年女性の体組成と基礎代謝量に与える影響

松 枝 秀 二^{*1}, 小 野 章 史^{*1}, 松 本 義 信^{*1}, 平 川 文 江^{*2},
平 田 圭^{*3}, 守 田 哲 朗^{*1}, 長 尾 憲 樹^{*4}, 長 尾 光 城^{*4}

^{*1}川崎医療福祉大学医療技術学部臨床栄養学科, ^{*2}北里保健衛生専門学校臨床栄養科,

^{*3}川崎医療福祉大学医療技術学部臨床栄養学科・院, ^{*4}同・健康体育科

Effects of 8-weeks Low-intensity Aerobic Training on the Body Composition and Basal Metabolism in Untrained Young Females

Shuji Matsueda^{*1}, Akifumi Ono^{*1}, Yoshinobu Matsumoto^{*1}, Fumie Hirakawa^{*2}, Kei Hirata^{*3},
Tetsurou Morita^{*1}, Noriki Nagao^{*4} and Mitsushiro Nagao^{*4}

^{*1}Department of Clinical Nutrition, Faculty of Medical Professions, Kawasaki University of Medical Welfare ; ^{*2}Department of Clinical Nutrition, Kitasato Vocational School of Health and Hygiene ;

^{*3}Graduate School, Kawasaki School of Medicine and Welfare ; ^{*4}Department of Health and Sports Sciences, Faculty of Medical Professions, Kawasaki University of Medical Welfare

Effects of 8-weeks low-intensity aerobic training on the body composition and basal metabolism were evaluated in untrained young females. Twelve subjects randomly divided into two groups. One group was sedentary control. The other half exercised at an intensity of 50% of the maximal aerobic capacity for 30 minutes per day, 4 days a week for 8 weeks. Although maximal aerobic capacity was improved by training the body weight, percent of fat, and lean body mass were not different between before and after training. The basal metabolic rates (BMR), expressed by per day, per body weight, and per lean body mass, decreased significantly ($p < 0.05$) after training, -9%, -8%, -8%, respectively. The blood thyroid hormone, T₃, concentration was significantly reduced after training ($p < 0.001$), and T₄ and free T₄ concentrations also decreased significantly ($p < 0.05$). However, no significant correlation was observed between the decrease of the thyroid hormone level and that of BMR. There were no difference in the daily energy intake of the subjects between before and after training. Interestingly, the estimated daily energy expenditure was reduced after training. This might be related to an increase of sleep-time, and decrease of daily activity level. These results suggest that 8-weeks low-intensity aerobic training did not change body composition in untrained young females, because training resulted reducing the daily activity level, and consequently decreased of BMR and blood thyroid hormone concentrations.

Jpn. J. Nutr., 59 (5) 233～239 (2001)

緒 言

近年、生活環境の変化に伴い日常生活での活動量が減少していると言われる。活動量の減少は肥満、高血圧、高脂血症などの生活習慣病の危険因子を増大させるとも考えられ、活動量の増加はこれらの因子のコントロールに役立つことが示されている¹⁾。活動量を増加させるには生活の中に運動を取り入れることが推奨される。運動はそのこと自体でエネルギー消費量を増加させ、体組成を変化させるといわれるが、運動の頻度、期間、対象者の運動前の体脂肪率、消費エネルギーの多少によって、

体組成への効果の現れ方が違うと考えられている²⁾。一方で、運動はエネルギー消費量の基礎となる基礎代謝量を増加させ、1日のエネルギー消費量を増加させる効果を持つとも言われる³⁾。基礎代謝量に対しては、運動の中でもレジスタンス運動は筋肉量を増加させ基礎代謝量を高めることが示されており、よくトレーニングされた者は高い基礎代謝量を持つことが示されている⁴⁾。一方、持久性運動の基礎代謝に対する効果では、増加するという報告^{5,6)}と増加しないという報告⁷⁾に分かれる。我々も横断的調査研究から、長期間持久性トレーニングを行

Key words : untrained young females, aerobic exercise, body composition, basal metabolism, thyroid hormones
運動習慣のない若年女性, 有酸素運動, 体組成, 基礎代謝量, 甲状腺ホルモン

(連絡先: 松枝秀二^{*1} 〒701-0193 倉敷市松島288 電話 086-462-1111 内線 4513)

っている女性の基礎代謝量は基準値程度であることを確認した⁴⁾。

今回は運動習慣のない若年女性、即ち一般にダイエットをよく行うような人を対象に、低強度有酸素運動を負荷した前後の体組成、基礎代謝量の影響を検討した。

対 象 と 方 法

対象は非運動群 (Control, 以下C群) として運動習慣のない若年女性6名 (年齢20～22歳, 身長 159.6 ± 4.2 cm, 体重 53.0 ± 5.6 kg), 運動群 (Exercise, 以下E群) として健康な運動習慣のない若年女性6名 (年齢19～22歳, 身長 159.9 ± 3.0 cm, 体重 53.9 ± 5.8 kg) を用いた。身体的特徴を表1に示した。対象者には実験における利益, 不利益を説明し, 自発的に被験者になること, 本人の意志で実験参加のとりやめが可能であることを確認後, 本人の同意を得て行った。実験は10月から11月にかけて行った。図1に実験プロトコルを示した。8週間の運動トレーニングを開始する前を実験前, 8週間の運動トレーニング終了後を実験後とした。実験前, 中及び実験後には以下の測定を行った。

(1) 測定項目

身体組成, 最大酸素摂取量, 基礎代謝量, 血中甲状腺ホルモン濃度, 1日のエネルギー消費量, 運動時の消費エネルギー, 栄養素等摂取量であった。

(2) 身体組成

実験の開始前と終了後に, 身長は身長計 (日本医療機器研究所), 体重は体重計 (YAMATO社, 最小目盛り200g) を用いて排便, 排尿後に測定した。体脂肪率は, 水中体重秤量法により求めた体密度値をBrozekの式⁸⁾に代入して求めた。水中体重は水温36度前後の水槽の中で最大呼吸位で数秒間潜水し, 水中体重計 (共和電業荷重変換機及びデジタル表示器) を用いて測定した。残気量はヘリウム希釈法によって求めた⁹⁾。測定はすべて水着を着用して行った。

(3) 最大酸素摂取量

自転車エルゴメーター (モナーク社製) を用いて負荷漸増法によって実験開始前, 4週目, 実験終了後に実測した。負荷は1分ごとに0.25kpずつの割合で増加させた。自転車の回転数は毎分60回転とした。心拍数は心電図計 (Aero Cardio Mini ML-1120, フクダ電子) で

表1 対象者の身体的特徴と実験前後での体組成の変化

	C群 (n=6)		E群 (n=6)	
	実験前	実験後	実験前	実験後
年齢 (歳)	20.9 $\pm$ 0.9	20.9 $\pm$ 0.9	21.3 $\pm$ 1.0	21.3 $\pm$ 1.0
身長 (cm)	159.6 $\pm$ 4.2	159.6 $\pm$ 4.5*	159.9 $\pm$ 3.0	159.8 $\pm$ 3.0*
体重 (kg)	53.0 $\pm$ 5.6	53.7 $\pm$ 3.6*	53.9 $\pm$ 5.8	53.1 $\pm$ 6.4*
体脂肪率 (%)	20.9 $\pm$ 3.1	20.9 $\pm$ 4.3*	23.0 $\pm$ 5.6	22.3 $\pm$ 4.9*
LBM (kg)	42.5 $\pm$ 6.4	42.6 $\pm$ 5.3*	41.5 $\pm$ 5.6	41.3 $\pm$ 5.7*
VO ₂ max (ml/kg/min)			31.5 $\pm$ 6.8	40.5 $\pm$ 7.7

* E群の実験前の値に対して有意差なし。

(M $\pm$ SD)

LBM: 除脂肪体重

図1 実験プロトコル

モニターした。呼気ガスの採気は、ダグラスバッグにより心拍数が160を越えた時点から各負荷の後半30秒間で運動終了まで行った。最高心拍数と、呼吸商を最大酸素摂取量 (Maximal aerobic capacity, VO_{2max}) 測定の指標とした。測定の終了は自転車の回転数が毎分55回転以上を維持できなくなった時点とした。呼気ガスの分析は電極法 (マグナ88型呼吸代謝装置) で行い、呼気量は乾式ガスメーター (品川精機) で計測した。実験開始前の値はトレーニングで用いる運動負荷設定のために、4週目の値は運動負荷の変更のために実測した。C群は最大酸素摂取量は測定しなかった。

(4) 基礎代謝量 (Basal Metabolic Rate, 以下BMR)

実験開始前と終了後の2回にわたって測定した。即ち、前夜から大学内に宿泊し、測定前に排尿し、ベッド上で仰向け状態で30分間安静を保った後、ダグラスバッグ法を用いて測定した¹⁰⁾。採気時間は7分間を連続2回とし、最大酸素摂取量と同様の方法を用いて測定した。

得られたデータを基にエネルギー消費量を算出し¹¹⁾、基礎代謝量とした。体温、血圧、脈搏をベッド上安静状態で求めた。測定は実験前、後とも後述する予備実験の結果を基に、月経期間を避けて行った。トレーニング終了後の測定時に月経になった者はいなかった。実験期間中の月経の有無は把握できなかった。測定時の室温は20～25℃であった。

(5) 1日のエネルギー消費量

Time Study法により、各自の1日のエネルギー消費量を、実験開始前と実験終了直前に、それぞれ連続3日間の自己記入によって求めた。BMRの値は実測値を用い、RMR (相対強度) 値は成書から求めた¹¹⁾。

(6) 甲状腺ホルモン濃度

実験開始前と実験終了後に、BMR測定後安静座位にて採血を行い、検査センターに依頼し分析した。分析方法はRI法で行った。

(7) BMRに対する月経の影響

9名の健康な若年女性についてのBMRに対する月経の影響は、平均値で低温期が $1,302 \pm 150$ kcal/日、高温

期が $1,307 \pm 98$ kcal/日、月経期が $1,251 \pm 115$ kcal/日となり、低温期と高温期ではほとんど差がなく、月経期が最も低く、低温期、高温期に比べて約5%ほど低い値であった。この時の基礎体温は、低温期 36.25 ± 0.16 度、高温期 36.64 ± 0.13 度、月経期 36.25 ± 0.26 度であった。したがって、月経期をはずしてBMRの測定を行えば、低温期と高温期のいずれであれBMRの値に違いがないことがわかった。

(8) 栄養素等摂取量

実験開始前と終了後に、連続3日間の思い出し法によって求め、コンピューターソフト (エクセル栄養君, 建帛社) で解析した。いずれの調査時にも運動トレーニングは行っていなかった。

(9) 有酸素運動

運動の強度は、最大酸素摂取量の50%とし、1日30分間、1週間に4日、自転車エルゴメーター (システム5RH, コンビ社製) を用いて行った。4週目の最大酸素摂取量の値を用いて対象者の負荷設定を変更した。運動による消費エネルギー量はエルゴメーター (コンビ社) により算出された値を用いたが、この値は、エルゴメーターの運動効率を23.2%、1W : 860 cal/時間として算出したものである¹²⁾。

(10) 統計処理

平均値の差の検定は、Studentsのpaired *t*-testを使用し、有意差検定は5%水準とした。

結 果

表1に対象者の身体的特徴と実験前後での体組成の変化を示した。

体重は、C群では平均で実験前 53.0 ± 5.6 kgから 53.7 ± 3.6 kgへと0.7 kg増加したが、体脂肪率、除脂肪体重 (Lean Body Mass, 以下LBM) は不変であった。E群では、実験前 53.9 ± 5.8 kgから 53.1 ± 6.4 kgへと0.8 kg減少し、体脂肪率も平均では実験前 23.0 ± 5.6 %から 22.3 ± 4.9 %へと0.7%減少したが、有意な減少ではなかった。LBMは不変であった。

表2に実験前後での基礎代謝量の変化を示した。C群

表2 実験前後での基礎代謝量の変化

	C群 (n = 6)		E群 (n = 6)	
	実験前	実験後	実験前	実験後
kcal/日	$1,175 \pm 169$	$1,220 \pm 183$	$1,299 \pm 113$	$1,182 \pm 138^*$
kcal/B.W. (kg) /日	21.3 ± 2.1	22.7 ± 2.4	24.1 ± 1.1	$22.3 \pm 1.6^*$
kcal/LBM (kg) /日	27.7 ± 1.2	28.6 ± 1.6	31.4 ± 1.7	$28.8 \pm 2.7^*$

* E群の実験前の値に対して5%の危険率で有意差あり。

(M ± SD)

LBM : 除脂肪体重

では、BMRは実験前1日当たり平均 $1,175 \pm 169$ kcalであったが、実験終了後は $1,220 \pm 183$ kcalと実験前の値とほぼ同じであった。体重当たりでは、 21.3 ± 2.1 kcalが 22.7 ± 2.4 kcalとなり変化はなかった。LBM当たりでは、運動前 27.7 ± 1.2 kcalが 28.6 ± 1.6 kcalとなった。一方、E群では1日当たりで平均 $1,299 \pm 113$ kcalが $1,182 \pm 138$ kcalと実験前に対して約9%の有意な低下を示した($p < 0.05$)。体重当たりでは、 24.1 ± 1.1 kcalが実験後では 22.3 ± 1.6 kcalとなり、実験前に比較して有意な低下を示し($p < 0.05$)、約8%低下した。LBM当たりでは、実験前 31.4 ± 1.7 kcalが 28.8 ± 2.7 kcalとなり、実験前と比較して有意に低下し($p < 0.05$)、低下率は約8%であった。

表3に実験前後での生活活動パターンの変化を示した。1日のエネルギー消費量は、C群は実験開始前 $2,087 \pm 553$ kcalが終了後には $2,026 \pm 383$ kcalとなった。E群では実験開始前が $2,006 \pm 309$ kcalで終了後には $1,845 \pm 339$ kcalとなり約8%減少した。今回の有酸素運動による1回のエネルギー消費量の平均は150～180kcalであった。1日の行動の内訳をみると、C群では、起きている時間が $1,022 \pm 69$ 分から $1,012 \pm 96$ 分に、寝ている時間が 438 ± 69 分から 428 ± 96 分となり、ほとんど変化はなかった。労作によるエネルギー消費量も 699 ± 140 kcalが 726 ± 217 kcalとなりほとんど変化がな

かった。一方、E群では起きている時間が実験開始前で $1,022 \pm 82$ 分に対して実験終了後には 951 ± 51 分と約70分減少し、寝ている時間は実験開始前が 417 ± 82 分から実験終了後には 468 ± 42 分へと約50分増加した。さらに、労作に伴うエネルギー消費量は、実験開始前が 654 ± 377 kcalから実験終了後には 480 ± 146 kcalへと約170kcal減少した。この値はほぼトレーニングに用いた運動によるエネルギー消費量に等しいものであった。

表4には実験前後の甲状腺ホルモン濃度変化を示した。C群の血中甲状腺ホルモン濃度は、 T_3 (ng/dl) が実験開始前 93 ± 8 が実験終了後 90 ± 12 、 T_4 (μ g/dl) は実験開始前 6.0 ± 0.5 が実験終了後に 5.7 ± 0.7 、遊離 T_3 (pg/ml) は実験開始前 2.5 ± 0.3 が実験終了後 2.7 ± 0.5 、遊離 T_4 (ng/dl) は実験開始前 1.2 ± 0.1 が実験終了後 1.1 ± 0.1 と変化は見られなかった。一方、E群では T_3 (ng/dl) が実験開始前 124 ± 6 から実験終了後 89 ± 7 ($p < 0.001$) へと有意に減少し、 T_4 (μ g/dl) は実験開始前 7.2 ± 1.4 が実験終了後で 6.3 ± 1.0 へと有意に減少した ($p < 0.05$)。遊離 T_3 (pg/ml) は実験開始前 2.9 ± 0.3 が実験終了後 2.5 ± 0.5 ($p < 0.01$) と有意に低下した。遊離 T_4 (ng/dl) は実験開始前 1.3 ± 0.2 が実験終了後 1.1 ± 0.1 へと有意に減少した ($p < 0.01$)。対象者の栄養素等摂取量を表5に示した。エネルギー摂取量はC群で、実験前 $1,680 \pm 200$ kcalが実験後 $1,687 \pm 223$ kcalと変化は

表3 実験前後での生活活動パターンの変化

	C 群 (n = 6)		E 群 (n = 6)	
	実験前	実験後	実験前	実験後
覚醒時間(分)	$1,002 \pm 69$	$1,012 \pm 96^*$	$1,022 \pm 82$	$951 \pm 51^*$
睡眠時間(分)	438 ± 69	$428 \pm 96^*$	417 ± 82	$468 \pm 42^*$
エネルギー消費量(kcal) ^a	699 ± 140	$726 \pm 217^*$	654 ± 377	$480 \pm 146^*$
総消費量(kcal) ^b	$2,087 \pm 553$	$2,026 \pm 383^*$	$2,006 \pm 309$	$1,845 \pm 339^*$

^a 1日の労作による消費量、^b 1日の総エネルギー消費量。

(M $\pm$ SD)

* 実験前の値に対して有意差なし。

表4 実験前後の甲状腺ホルモン濃度変化

	C 群 (n = 6)		E 群 (n = 6)	
	実験前	実験後	実験前	実験後
TSH (μ g/dl) ^a	1.8 ± 0.6	1.8 ± 1.3	2.0 ± 1.2	2.0 ± 1.0
T_3 (ng/dl)	93 ± 8	90 ± 12	124 ± 6	$89 \pm 7^{***}$
T_4 (μ g/dl)	6.0 ± 0.5	5.7 ± 0.7	7.2 ± 1.4	$6.3 \pm 1.0^*$
F- T_3 (pg/ml) ^b	2.5 ± 0.3	2.7 ± 0.5	2.9 ± 0.3	$2.5 \pm 0.5^{**}$
F- T_4 (ng/dl) ^c	1.2 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.3 ± 0.2	$1.1 \pm 0.1^{**}$

^a 甲状腺刺激ホルモン、^b 遊離の T_3 、^c 遊離の T_4

(M $\pm$ SD)

*, **, *** E群の実験前の値に対して5%, 1%, 0.1%の危険率で有意差あり。

表5 対象者の栄養素摂取量の変化

	C群 (n = 6)		E群 (n = 6)	
	実験前	実験後	実験前	実験後
エネルギー (kcal)	1,680 ± 200	1,687 ± 223	1,699 ± 298	1,618 ± 318
たんぱく質 (g)	57.0 ± 4.6	56.4 ± 7.0	58.0 ± 5.6	47.0 ± 10.9 **
脂質 (g)	46.5 ± 11.0	46.7 ± 8.8	56.5 ± 11.6	53.2 ± 15.4
糖質 (g)	240.0 ± 40.0	247 ± 33	235.0 ± 51.0	230.3 ± 45.7
カルシウム (mg)	440 ± 200	424 ± 126	453 ± 213	445 ± 242
鉄 (mg)	7.0 ± 0.8	6.9 ± 1.0	7.9 ± 1.2	5.5 ± 1.5 *
食塩 (g)	8.9 ± 2.1	9.9 ± 3.5	7.1 ± 1.1	6.2 ± 1.9

*** E群の実験前の値に対して危険率5%, 1%で有意差あり。(M ± SD)

表6 実験期間前後の最大酸素摂取量

(ml/kg/min)

対象者	実験前	実験中	実験後
1	25.6	32.9	37.5
2	28.3	36.5	38.8
3	38.1	41.6	36.8
4	40	44.9	53.5
5	33.8	45.9	44.9
6	23.4	31.3	31.3
平均 ± 標準偏差	31.5 ± 6.8	38.9 ± 6.2 *	40.5 ± 7.7 *

* 実験前の値に対して1%の危険率で有意差あり。

なく、E群でも実験開始前が1,699 ± 298kcalが実験終了後には1,618 ± 318kcalで変化はなかった。E群ではたんぱく質摂取量が実験開始前が58.0 ± 5.6gから実験終了後47.0 ± 10.9gへと有意に減少し ($p < 0.01$), 鉄摂取量は実験開始前7.9 ± 1.2mgが実験終了後5.5 ± 1.5mgへと有意に減少した ($p < 0.05$)。

表6には実験期間前後の最大酸素摂取量を示した。E群の最大酸素摂取量は、実験開始前31.5 ± 6.8ml/kg/minが40.5 ± 7.7ml/kg/min ($p < 0.01$) となり、実験開始前に対して有意に増加した。

考 察

運動習慣のない若年女性6名を対象にして、若年女性における有酸素運動が体組成と基礎代謝量に与える影響について検討した。その結果、体重が平均で0.8kg減少し、体脂肪率も0.7%減少したが、有意な減少ではなかった。体脂肪率の減少は今回の測定方法では測定誤差範囲と考えられるので、今回の低強度有酸素運動により体重、体脂肪の変動はなかったと考えた。除脂肪体重も運動トレーニング前後で変化はなかった。

運動によって体脂肪を減少させるには、最大酸素摂取量の60%までの強度で週最低3回、1日20分間以上、エネルギー消費量として1回300kcal程度、期間はでき

るだけ長めが必要とされている¹³⁾。今回の運動条件の中では1回の運動によるエネルギー消費量が約半分であったこと、実施期間が2か月と短かったこと、さらには運動を生活の中に取り入れたにもかかわらず、運動トレーニング終了直前3日間で求めた1日の平均総エネルギー消費量が増加していなかったことが体脂肪率に有意な変動をもたらさなかったと考えた。

BMRは実験前に比して実験終了後に有意に低下した。Dolezalら¹⁴⁾は、若年男性に持久性トレーニングを負荷したところBMRの低下を報告し、その原因を尿中尿素窒素の排泄量の増加から値としては差が得られなかったLBMの減少に求めている。本研究では、尿中成分の分析は行っていないので明白ではないが、LBMの量的変化はないので、今回のBMR減少の要因とは考えなかった。一方、BMRと体組成とは非依存性で、最大酸素摂取量が高い者は基礎代謝量が高いと述べている報告もある^{15,16)}。即ち、定期的に運動を行っている者は安静時においても、運動を行っていない者より多くのエネルギー消費があることがすでに示されている。今回の対象者の最大酸素摂取量も運動後に運動前の値に対して有意に増加したが、BMRは増加しなかった。これは、対象者のトレーニング開始前の有酸素能力が低く、トレーニング終了後でも20歳代一般女性の普通から優れている程度にしかならなかったためと考えた。トレーニングを負荷することによって甲状腺ホルモン濃度が変化するか否かについては相反する結果が報告されているが、多くは運動中もしくは運動前後での比較である¹⁷⁻¹⁹⁾。Shinkaiら²⁰⁾は、12週間のエアロビック運動の前後でResting Metabolic Rate (RMR)は増加したが、甲状腺ホルモン濃度は対照と比較して変化はなかったと報告し、また、Woodyらは、ラットにおける水泳実験でRMRの増加を見出しているが、甲状腺機能活性と関連していないと述べている²¹⁾。今回のように運動によってBMRと甲状腺ホルモン濃度が同様に減少もしくは低下する報告はみられない。これは、運動習慣を持たない若年女性が運動を

継続することで負担となって、その結果、甲状腺ホルモン濃度が低下したのではないかと考えた。さらにこのことが、基礎代謝量を低下させたと考えたが、BMRの低下量と甲状腺ホルモン濃度の低下量との間には有意な関係は見られなかった。有意な関係がみられなかった理由は、個人個人でトレーニングに対する反応に差があることによるものと考えた。次に、摂取エネルギー量と消費エネルギー量を見ると、E群では摂取エネルギー量はトレーニング開始前後ではほとんど変化はなかったが、運動トレーニング終了直前の消費エネルギー量はトレーニング開始前より減少していた。これは、運動習慣を持たない若年女性に生活の中に約200kcal弱を消費する運動を負荷すると、1日の消費エネルギー量の増加要因となるのではなく、就寝時間を増大させ、活動時間を減少させる、即ち、1日の中で運動以外での動く量が減少する結果となったことを示しており、この結果からも、運動が負担となっている可能性が示唆される。運動トレーニングの効果は、活動量を増加させる方法によって効果の現れ方が異なると報告されているが^{22, 23)}、今回と同様な報告は、中高年者の持続的トレーニングについて報告されていて²⁴⁾、期間は8週間と同じであったが、運動強度が中高年者にとっては高かったために疲労が生じたとしている。より若年者については、5か月間のトレーニングで、非運動日における活動エネルギー量に影響はなかったが、異なる方法でエネルギー消費を見ると女性では非運動時での活動量の増加はなかったと報告されている²⁵⁾。

今回の研究のような、若年女性で、短期間低強度の運動トレーニングでの報告はみられないので、一般若年女性で運動トレーニングの効果を得るためには、それまでの生活活動を変化させないような運動を選ぶことなどに配慮することが必要であることが示唆された。

結 語

運動習慣のない若年女性を対象にして、最大酸素摂取量の50%の強度で1日30分、週4日、8週間にわたる運動トレーニングを負荷した。その結果、最大酸素摂取量は有意に増加したが、体組成には変化がなく、基礎代謝量はトレーニング前に比して有意に低下した。血中甲状腺ホルモン濃度はトレーニング前に比べて有意に低下した。エネルギー摂取量はトレーニング前後で変化はなかったが、生活活動での就寝時間の増加と活動量の減少が見られ、1日のエネルギー消費量は減少した。これらのことから、運動習慣のない若年女性に運動トレーニングを負荷した場合、トレーニングが負担となり、運動効果が出ないことが明らかとなった。

文 献

- 1) 相川りゑ子, 宮本幸世, 橋本 勲, 八倉巻和子: 女子大生における身体活動が身体構成と栄養摂取量に及ぼす影響について, *栄養学雑誌*, **53**, 295-300 (1995)
- 2) Ballor, D.L. and Keeseey, R.E.: A meta-analysis of the factors affecting exercise-induced changes in body mass, fat-free mass in male and females, *Inter. J. Obesi.*, **15**, 717-726 (1991)
- 3) Anders, M.S., Anders, H.F., Klass, R.W., Agneta, B.A., Jeanette, M.F. and Leif, M.H.: The influence of physical activity on BMR, *Med. Sci. Sports Exerc.*, **28**, 85-91 (1996)
- 4) 武政睦子, 松枝秀二, 松本義信, 小野章史, 平川文江, 守田哲朗, 長尾憲樹, 長尾光城: トレーニング習慣のある男女の体組成と安静時基礎代謝量, *川崎医療福祉学会誌*, **8**, 187-191 (1998)
- 5) Ballor, D.L. and Poehlman, E.T.: Resting metabolic rate and coronary-heart-disease risk factors in aerobically and resistance-trained women, *Am. J. Clin. Nutr.*, **56**, 968-974 (1992)
- 6) Broeder, C.E., Burrhus, K.A., Svanevik, L.S. and Wilmore, J.H.: The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate, *Am. J. Clin. Nutr.*, **55**, 802-810 (1992)
- 7) Thompson, J.L., Manore, M.M. and Thomas, J.R.: Effects of diet and diet-plus-exercise programs on resting metabolic rate: meta-analysis, *Int. J. Sport Nutr.*, **6**, 41-61 (1996)
- 8) Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T. and Keys, A.: Densitometric analysis of body composition revision of some quantitative assumption, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110**, 113-140 (1963)
- 9) 大久保隆男: He メーターと He 閉鎖回路法による残気量の測定, *検査と技術*, **15**, 598-601 (1987)
- 10) 大中政治: 栄養状態の把握と検査 (9) 呼気ガス分析, *医学のあゆみ*, **120**, 381-386 (1982)
- 11) 川村一男, 宮川豊美: 栄養生理学病理学実験指針, pp.151-178 (1981) 相川書房, 東京
- 12) コンビ株式会社ウェルネス事業部: コンビエアロバイク Q&A, p.13 (1995) コンビ, 東京
- 13) アメリカスポーツ医学協会編: 運動処方指針, pp.112-118 (1995) 南江堂, 東京
- 14) Dolezal, A. and Potteiger, A.: Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals, *J. Apply. Physiol.*, **85**, 695-700 (1998)

- 15) Poehlman, T. and Horton, S. : The impact of food intake and exercise on energy expenditure, *Nutr. Rev.*, **47**, 129-137 (1989)
 - 16) Poehlman, T., Melby, L., Badylak, F. and Calles, J. : Aerobic fitness and resting energy expenditure in young adult males, *Metabolism*, **38**, 85-90 (1989)
 - 17) Fisher, A. : Physiological variations in thyroid hormones : physiological and pathophysiological considerations, *Clini. Chem.*, **42**, 135-139 (1996)
 - 18) Oconnell, M., Robbins, C., Horton, S., Sims, E.A.H. and Danforth, Jr.E. : Changes in serum concentrations of 3,3,5-Triiodothyronine and 3,5,3-Triiodothyronine during prolonged moderate exercise, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **49**, 242-246 (1979)
 - 19) Hensse, V., Vilser, C., Schetbe, J., Jahreis, G. and Foley, T. : Thyroid hormone metabolism under extreme body exercises, *Exp. Clin. Endocrino.*, **94**, 82-88 (1989)
 - 20) Shinkai, S., Watanabe, S., Kurokawa, Y., Torii, J., Asai, H. and Shephard, R.J. : Effects of 12 weeks of aerobic exercise plus dietary restriction on body composition, resting energy expenditure and aerobic fitness in mildly obese middle-aged women, *Eur. J. Physiol.*, **68**, 258-265 (1994)
 - 21) Woody, C.J., Weber, S.L., Laubach, H.E., Ingram, W.V., Amini, A.P. and Sturbaum, B.A. : The effects of chronic exercise on metabolic and reproductive functions in male rats, *Life-Sci.*, **62**, 327-332 (1998)
 - 22) Dunn, A.L., Marcus, B.H., Kamper, J.B., Garcia, M.E., Kohl, H.W. and Blair, S.N. : Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness, *J.M.A.A.*, **281**, 327-334 (1999)
 - 23) Anderson, R.E., Wadden, T.A., Bartlent, S.J., Zemel, B., Verde, T. J. and Francekowiak, S.C. : Effect of lifestyle activity vs structured aerobic exercise in obese women, *J.M.A.A.*, **281**, 335-340 (1999)
 - 24) Goran, M.I. and Poehlman, E.T. : Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons, *Am. J. Physiol.*, **263**, E950-957 (1992)
 - 25) Meijjer, G.A.L., Janseen, G.M.E., Wester-terp, K.R., Verhoeven, F., Saris, W.H.M. and Ten Hoor, F. : The effect of a 5-month endurance-training program on physical activity : evidence for a sex difference in the metabolic response to exercise, *Eur. J. Appl. Physiol.*, **62**, 11-17 (1991)
- (受付：平成12年9月1日，受理：平成13年6月16日)