

中高年肥満女性に対する監視型運動療法・食事療法プログラム終了1年後における療法効果の残存性

大阪市立大学	田中喜代次
(共同研究者) 同	前田 如矢
大阪府立看護短期大学	中塘二三生
大阪学院大学	角田 聡
大阪市立大学	喜多尾浩代 渡辺 一志
同	奥田 豊子
大阪ガス健康開発センター	脇田 正道 岡田 邦夫
馬場記念病院	吉村 隆喜
愛媛大学	福田 隆
大阪体育大学	井関 敏之

Effects of Self-controlled Training Following a Supervised Conditioning Intervention Program on Physiologic Status in Obese Women

by

Kiyoji Tanaka, Kazuya Maeda
Osaka City University

Fumio Nakadomo
Osaka Prefectural College of Nursing

Satoshi Sumida
Osaka Gakuin University

Hiroyo Kitao, Hitoshi Watanabe, Toyoko Okuda
Osaka City University

Masamichi Wakita, Kunio Okada
Osaka Gas Health Fitness Center

Takayoshi Yoshimura
Baba Memorial Hospital
 Takashi Fukuda
Ehime University
 Toshiyuki Iseki
Osaka College of Physical Education

ABSTRACT

A follow-up study was conducted to re-evaluate a group of obese middle-aged women ($n=13$), eight of whom had completed an 18-wk supervised (3 d/wk) plus unsupervised (2.2 d/wk) conditioning intervention program (at least 90 min per day). Each session had included a 25- to 45-min jog-run between the heart rate (HR) corresponding to lactate threshold (LT) and 30 b/min above the HR@LT.

During 1 year following the conditioning program, the women participated in a selfcontrolled training program such as running, aerobic dance, or jazz dance 2.6 d/wk. Dietary intake averaged approximately 1729 kcal (or 27.0 kcal/kg/d) at the pre-treatment, 1393 kcal/d (or 25.2 kcal/kg/d) at the posttreatment, and 1624 kcal/d (or 28.4 kcal/kg/d) 1 year after the post-test. Almost all physiological variables ($\dot{V}O_2@LT$, $\dot{V}O_2max$, weight, fat-free weight, fat weight, systolic blood pressure, HDL-C/TC, LDL-C, TG, etc.) remained essentially unchanged; yet the first seven of these variables were still significantly different from the original pre-treatment values.

It is concluded that physiologic status of obese middle-aged women engaged in a conditioning intervention program may not regress to pre-treatment status for at least one year after completion; provided they continue to participate in a 3-d/wk self-controlled training program with dietary intake of 1500–1600 kcal/d. In addition, improved self-concept and/or increased feelings of self-control associated with participation in an unsupervised conditioning program may also be important for successful maintenance of enhanced physiologic status.

要 旨

18週間の運動+食事療法プログラムによってもたらされた顕著な肥満改善への効果が、その後の

自己管理トレーニングの継続（1年間）によって維持されるか否かについて検討した。療法プログラム中に比べて、運動量が半減した一方で推定摂取熱量が約150~200 kcal/日増加したにもかかわらず

らず、体重・体脂肪量・有酸素性能力・血清脂質などに認められた顕著な療法効果はほぼ維持された。肥満の発生原因を熱量出納の不均衡とするならば、今回のわれわれの観察結果はそれに矛盾することを指摘し、その矛盾に対する私見（産熱効果の促進、トレーニング以外での生活行動の改善）を述べた。いずれにせよ、われわれの指導方針とそれに関する対象各自の理解・認識が一体となって3日/週のトレーニングが継続されれば、一旦獲得した肥満改善の効果は少なくとも1年間ほぼ残存することを確認した。

緒 言

われわれは中高年肥満女性に対して18週間の運動+摂取エネルギー制限を処方し、体重・体脂肪量・血圧・トリグリセライドなどの顕著な低下とともに、最大酸素摂取量・乳酸性閾値・心機能・高比重リポ蛋白コレステロール/総コレステロール比などの有意な向上を観察した。その後、われわれは身体トレーニングと日常生活(とくに食事)のあり方に関する留意点の指導を月に1~2回行い、平均3日/週のトレーニング(aerobic中心)を自己管理的に行うよう推奨するにとどめている。今日まで肥満改善を狙いとした科学的アプローチがさまざまに展開されているが、療法プログラム終了後の経過についての検討は限られている。

本研究では、われわれの指導した療法プログラムが終了して1年経過した時点において、同プログラム終了時に認められた著明な療法効果が残存するか否かについて検討し、その成績より肥満者各自による自己管理的療法の意義を考察したい。

研究方法

1. 対象 18週間の運動+食事療法プログラムを完了し、その後1年間継続的に自己管理運動療法(ジョギング主体の運動と摂取エネルギー

制限)を行い得た肥満傾向の中高年女性8名(43.7±5.2歳)を療法群、療法プログラムに参加しなかった女性5名(43.0±8.7歳)をコントロール群とした。

2. 療法プログラム中のトレーニング 療法群は週3日の監視型トレーニングに参加したほか、平均2.2日/週非監視型トレーニングを行った。詳細は先行研究¹⁸⁾に紹介した。

3. 療法プログラム終了後の自己管理的トレーニング 療法群はジョギングを主たるトレーニング内容としたが、その他にエアロビックダンス・水泳などの運動を行った。運動強度(テレミータ方式により心電図をモニタ)は、療法プログラム中の後半における強度とほぼ同じで100~170拍/分(平均140拍/分)となった。運動時間も療法プログラム中にほぼ等しい1.5~2時間/日(1日の合計時間)となった。一方、運動頻度は平均2.6日/週へと半減した。

4. 食事療法 負のエネルギー出納を維持するために、療法プログラム終了後の1年間も目安として1日の平均摂取熱量を約25kcal/kg(体脂肪分解の円滑化)、摂取蛋白量を1~1.5g/kg(310kcal、窒素出納の平衡化)、糖質カロリー比を約50%(750kcal)、そして脂質カロリー比を約20~30%(375kcal)に保つよう栄養指導教室を開催して詳細に指導した。その他、Levitz and Stunkard¹⁴⁾の減食を支える条件についても口答・文書を通して繰り返し説明した。

5. 形態と身体組成の測定 長育・量育・周育を代表する6つの人体計測項目や水中体重秤量法¹⁸⁾による身体密度・体脂肪率³⁾の測定はつねに同一検査者が行った。

6. 心形態と心機能の測定 電子扇形走査型超音波断層心エコー装置(東芝製SSH40A)を用い、拡張終期と収縮終期における左室内径などを計測し、左室拡張終期容量²²⁾(EDV)・一回拍出量(SV)・左室駆出率(LVEF)・左室重量(LVM)²⁴⁾

などを求めた。

7. **トレッドミル負荷試験** 傾斜角を0%とし、疲労困憊にいたるまで1分ごとに5 m/min ずつ速度を連続的に高める多段階負荷漸増法^{18,20)}を採用した。運動負荷中は心電図を連続監視し、臨床医学的にみて異常のないことを確めた。

8. **自転車エルゴメータ負荷試験** 運動開始時の負荷強度は0W(4分間)とし、その後105~150 Wにいたるまで1分ごとに15W ずつ連続して負荷強度を高めた^{18,20)}。ペダル回転数は60rpm一定とした。

9. **乳酸性閾値(LT)・最大酸素摂取量($\dot{V}O_2$ max)の決定** トレッドミル負荷試験におけるLTは、CO₂換気当量の非上昇状態でのO₂換気当量の増加開始点として非観血的に求めた^{4,5)}。 $\dot{V}O_2$ maxは、運動中に観察した $\dot{V}O_2$ の最大値とした。呼気分析はMijnhardt製のOxycon System(OX-4)により行った¹⁹⁾。

自転車エルゴメータ負荷試験におけるLTは、運動中に血中乳酸濃度が負荷前の安静水準より急上昇し始める点と定義して、log-log transformation法¹⁾より決定した。乳酸濃度は血液標本(1ml)を毎分1~3個真空採血管に採取したあと、直ちにOmron-Toyobo製Lactate Analyzerを利用して、酵素電極法¹⁵⁾により分析した。

10. **血清脂質の測定** 血清脂質の定量のための採血は13~15時間の絶食状態で、午前9~10時に行った。総コレステロール(TC)・トリグリセライド(TG)は酵素法にて、高比重リポ蛋白コレステロール(HDL-C)は沈殿法にて分析した。低比重リポ蛋白コレステロール(LDL-C)はFriedewaldらの式⁹⁾より推定した。

11. **体力測定** 筋力・柔軟性・敏捷性・瞬発力・全身持久性などが評価できるとされている一般的なテスト(計7項目)を行った¹⁸⁾。

研究結果

以下、療法プログラム開始前をpre, 同終了時をpost, 同終了後1年経過時をpost 1年と略すことにする(Appendix A 参照)。

1. **形態・身体組成** Post 1年における体重・胸囲・大腿囲・下腿囲・体脂肪率・体脂肪量・除脂肪体重・皮下脂肪厚(上腕背部と大腿部)は、依然としてpre値を有意に下回り、post値に比べて統計的に差異がなかった。一方、腹囲は療法プログラム中に8.1cmも減少し、その後の1年間で僅か1.7cmの増大にとどまったが、いずれの変化も有意であった。

2. **心電図・血圧・呼吸機能・尿** 入室後約30分の安静を保たせた後、標準12誘導心電図・収縮期血圧・拡張期血圧・呼吸機能の測定および採尿を行った。Post 1年における収縮期血圧と平均血圧は、有意に低下したpost値とほぼ同値を示した。心拍数・拡張期血圧・脈圧・Double Productはpost値と比べて有意な差にはたいらなかったが、pre値と比べてもその差は有意でなく、pre値とpost値のほぼ中央値に近似した。一方、努力性肺活量・1秒量・1秒率などは全期間を通じてほぼ一定であった。尿においては、蛋白・糖・ウロビリノーゲン・潜血・沈査についてスクリーニングを行った結果、対象全員が全期間を通じて正常であることを認めた。

3. **心形態・心機能** 左室拡張期内径(LVDd)・EDV・SV・平均収縮期駆出率(MSER)がpostに比べてpost 1年で有意に減少した。Appendix AにはMSERを除くおのおのの体表面積(BSA=体重^{0.444}×身長^{0.663}×0.008883)当りの相対値を掲げた。拡張期中隔厚(IVSTd)・収縮期中隔厚(IVSTs)・拡張期左室後壁厚(LVPWTd)・収縮期左室後壁厚(LVPWTs)・大動脈径・(AoR)左房径・(LAD)左室短縮率・(FS)・平均左室内周収縮速度(mVcr)・等容性収縮時間(ICT)などその他の変量については有意な変化はみられなかった。

4. **有酸素性能力** トレッドミル負荷試験での

表 1 Representative weekly physical activity during one year after the completion of a conditioning intervention program (M. K.).

Sun.	Mon.	Tues.	Wed.	Thurs.	Fri.	Sat.
	walking as a part-time job (180 min)	jogging (30 min) walking as a part-time job (180 min) aerobic dance (60 min)	jogging (30 min) walking as a part-time job (180 min) aerobic dance (60 min)		jogging (30 min) walking as a part-time job (180 min)	jogging (30 min) walking as a part-time job (180 min) jazz dance (60 min) running* (60 min)

*a supervised conditioning program (once or twice a month)

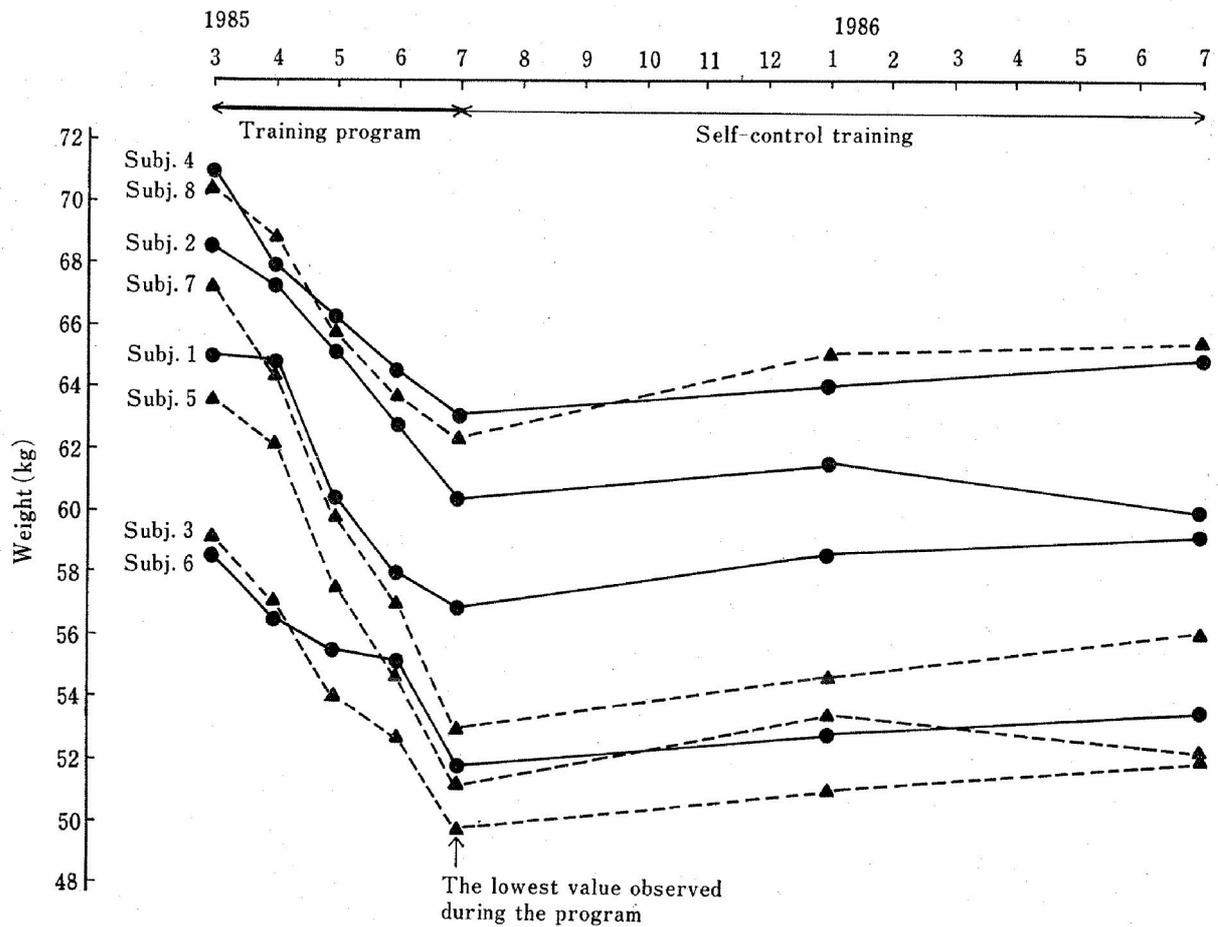


图 1 Body weight change in obese women.

LT 出現時の酸素摂取量 ($\dot{V}O_2@LT_t$)・換気量・走速度や $\dot{V}O_{2max}$ ・最大換気量・最高走速度などは, post と post 1 年の間で有意差は認められず, 療法プログラム効果が残存した。

5. 血清脂質 Pre から post にかけて TC・LDL-C は低下傾向を, HDL-C は上昇傾向を示したが, post 1 年の値は post 値とほとんど同じでそれ以上の変化は認められなかった。HDL-C/TC は post・post 1 年ともに約 0.33 と高値を, また動脈硬化指数 (AI) もともに約 2.0 と低値を示し, いずれも pre 値に比べて有意な差となった。

6. フィールドパフォーマンス (体力)

Post 1 年におけるステップテスト得点・反復横とび・垂直とびについては療法プログラム効果が残存したが, 立位体前屈は post 値を有意に下回り pre 値に近づいた。一方, 背筋力は post から post 1 年にかけて有意に増大した。握力 (左右) は全期間を通じてほぼ一定であった。

7. 栄養素摂取量 1 日の平均摂取熱量 (7 名) は pre で 1729kcal (27.0kcal/kg), post で 1393kcal (25.2kcal/kg), post 1 年で 1624kcal (28.4kcal/kg), 蛋白質摂取量は pre で 1.2g/kg, post で 1.1g/kg, post 1 年で 1.2g/kg となった。また, 脂質カロリー比は pre で 24.3%, post で 28.5%, post 1 年で 22.9% となった。これらの成績は概ねわれわれの指導内容に一致した。ビタミン (A・B₁・B₂ ナイアシン・C) の所要量はつねに標準値に達していたが, カルシウムと鉄のミネラル所要量は post (320mg, 8.1mg) および post 1 年 (430mg, 8.5mg) で若干標準値を下回った。

8. 健康自覚症状 健康状況アンケートについても縦断的に分析した。その結果, 胸痛・動悸・息切れ・脈の乱れなどの特記すべき愁訴は, post と同じく post 1 年においても皆無であった。しかし, “頭が重たい感じがする” と “集中力に欠ける” の当初の訴えが同一被検者 (計 2 名) にみられるようになった。

考 察

身長・除脂肪体重を除くすべての形態・身体組成, 血圧, HDL-C/TC, 有酸素性能力, その他の体力要素が 18 週間の療法プログラム終了時に有意に改善したことから, われわれの指導する療法内容の妥当性が確認された。

Post 1 年においては post に比べて腹囲 (+1.7 cm)・肩甲骨下部皮脂厚 (+2.5mm)・腹部皮脂厚 (+4.7mm) が有意に増大し, 立位前屈 (-2.2 cm) が有意に低下したにとどまった。Pre から post にかけての約 4 ヶ月間における絶対変化量が腹囲で -8.1cm, 肩甲骨下部皮脂厚で -5.8mm, 腹部皮脂厚で -8.6mm であったことを考慮に入れると, post から post 1 年へのこれらの変化の程度は, 腹部皮脂厚を除けば, 相対的に小さく, 療法効果がほぼ残存したと言えよう。

体重は post から post 1 年にかけて僅か 1.4kg 増大するにとどまり, しかもそのうち除脂肪体重の増大が 0.5kg を占めることを認めた。このことは, 摂取熱量の制限をある程度維持していても, 蛋白質の必要摂取量を確保しながら運動を継続していれば (トレーニング頻度が半減した場合でも), 除脂肪体重のそれ以上の低下は防止されることを示唆する。すなわち, 蛋白質摂取量が 1.2g/kg に, そして運動による骨格筋への刺激頻度が約 3 日/週 (本研究では 2.6 日/週) に維持されれば正の窒素バランスが保たれるものと推察できる。

心臓の収縮性指標である $mV_{CF} \cdot EF \cdot FS$ や ICT は pre から post にかけて有意に変化したが, その後 post 1 年にかけては有意ではないが心収縮性が低下する成績を得た。また, EDV・EDVI・SV・SI は post から post 1 年にかけて有意に減少し, pre の状態にもどった。これらの変化にはとくに Dd の減少による影響が大きい, ICT の再延長化も関与していると考えられる。これはトレーニング量の減少に伴って, 安静時の心収縮能が pre

の状態にもどる傾向のあることを示すものと解釈できる。また、心機能が Dd の変化として表現されることより、心の拡張能が低下する可能性も示唆される。

今回の成績はあくまで安静時において観察したものであり、運動中の心機能の反応はさらに検討を要する問題であるが、Dd はトレーニング量の変化に鋭敏に反応するものと言えよう。

Post 1 年における $\dot{V}O_2@LT$ と $\dot{V}O_2max$ は、 l/min , $ml/kg/min$, $ml/kgFFW/min$ のいずれで表しても、大幅な向上の認められた post 値とほとんど変わらなかったことから、有酸素性能力に関する療法効果の残存性は著明であると言える。とくに、 $\dot{V}O_2@LT$ は健常中高年男性の値 ($17.5 \pm 1.9 ml/kg/min$)²⁰⁾ を上回ったこと、 $\dot{V}O_2max$ は 4~5 年の浪人経験を有する男子大学生の入学時の値 ($39.8 \pm 5.7 ml/kg/min$)²¹⁾ の 90% 近くに相当したことから、本対象の post および post 1 年における有酸素性能力は極めて優れていることが指摘されよう。

Henritze ら¹¹⁾ は成人女性の $\dot{V}O_2@LT$ が LT 以上の強度でのトレーニングにより有意に向上したが、 $\dot{V}O_2max$ には顕著な変化がみられなかったことを報告している。われわれは、LT に相当する強度から % $\dot{V}O_2max$ でみれば LT を約 20% 上回る強度までの範囲のトレーニングにより、LT の増大とともに運動中における脂質代謝の改善を観察したが¹⁸⁾、先行研究^{6,11)} の成績とは異なり、 $\dot{V}O_2max$ についても $\dot{V}O_2@LT$ と同様な増大を認めたことは注目に値する。さらに、post から post 1 年にかけてトレーニング頻度が 5.2 日/週から 2.6 日/週へと半減したにもかかわらず、 $\dot{V}O_2@LT$ や $\dot{V}O_2max$ に療法効果が残存したことは非常に興味深い。これは肥満者（とくに中高年肥満女性）あるいは本対象に特有の現象かもしれず、今後その原因の究明が大いに期待される。

表 1 は最も顕著な療法効果が多項目にわたって

認められた一人の被検者の post 後における日常生活行動調査の結果である。この被検者の体重は pre で 68.5kg, mid (2 ヶ月後) で 65.3kg, post で 62.0kg となり、post 3・6・9 ヶ月でそれぞれ 62.2kg・61.7kg・61.2kg, そして post 1 年で 60.5 kg となった。また、体脂肪率は漸次低下し、高い有酸素性能力と正常な血清脂質 (HDL-C は高値) は post から post 1 年の間でほぼ一定値を保った。定期的に行った個人観察・個人面接や生活行動調査結果より、この被検者は体重を維持あるいは若干低下させる手段として、主観的判断ではあるが、摂取熱量 (1500kcal/日) と身体活動量 (消費熱量) とのバランスを一定あるいは負に保つことに徹していたことが明らかになった。また、全期間を通じて精神的な重圧をまったく受けず、まさに快適な気分以自己統制的トレーニングを継続していた点が特徴的である。

次に、療法プログラム中に比べて post 以後の 1 年間に平均トレーニング量が半減 ($\Delta = -2.6$; $-1.0 \sim -4.0$ 日/週) したことから、それに伴って形態・血清脂質・有酸素性能力などがどのように変化したかについて検討を加えた (図 2)。図 2-a および 図 2-b に示したごとく、トレーニング頻度の減少と体重や体脂肪量の変化量との間に有意な負の相関が認められた。また、トレーニング頻度の減少度が大きい者ほど $\dot{V}O_2max$ や $\dot{V}O_2@LT$ の低下量も大きいことが明らかとなった (図 2-c, 図 2-d)。HDL-C/TC についてもこれらと同様の傾向がみられた (図 2-e)。ここで注目すべきことは、図 2-a と 図 2-b の第 3 象限および 図 2-c から 図 2-e の第 2 象限にプロットされた者は療法プログラムの期間中 4.5~5.5 日/週のトレーニングを行っていたことから、トレーニング頻度が 2.5~3.5 日/週に減少しても体重・体脂肪量・有酸素性能力・リポ蛋白コレステロールなどは pre 値へリバウンドしないという結果が得られたことである。この点に関しては、次項においてさらに詳細

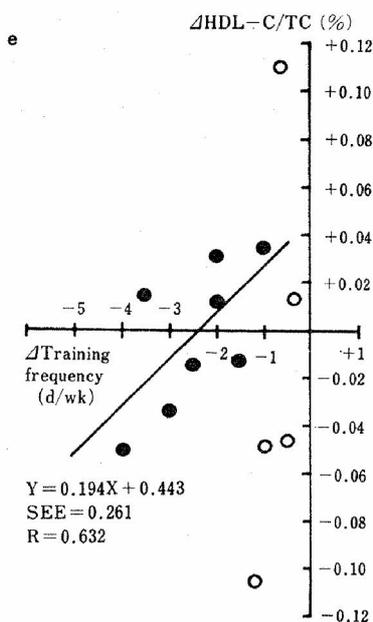
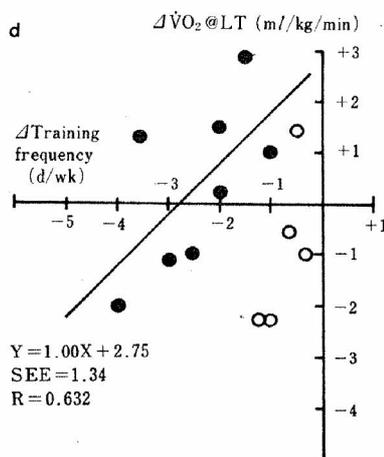
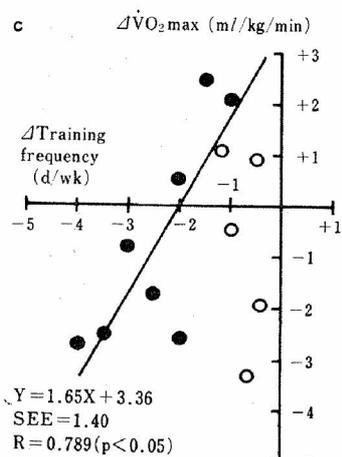
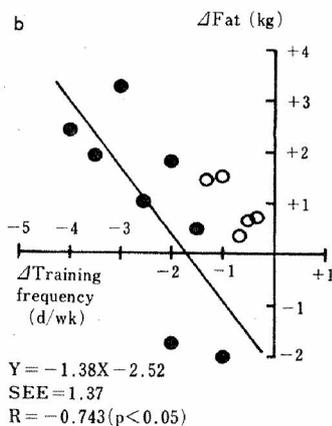
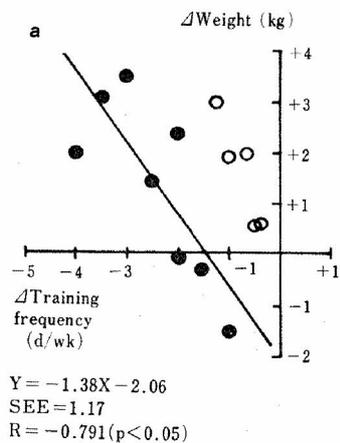


图 2 Relationships of Δ Training frequency with Δ weight, Δ fat, $\Delta \dot{V}O_2 \text{ max}$, $\Delta \dot{V}O_2 @ \text{LT}$, and $\Delta \text{HDL-C/TC}$.

に触れることにする。

持久性トレーニングを積んでいる者では、非鍛練者に比べて $\dot{V}O_2\max$ や $\dot{V}O_2@LT$ のみならず HDL-C や HDL-C/TC も有意に高値であることが認められているが^{7,12,26,27}、一般のジョガー^{10,16} や肥満者¹³ でもトレーニングによりこれらが有意に増高することが報告されている。一方、摂取エネルギーの制限により、HDL-C や HDL-C/TC (あるいは HDL-C/LDL-C) が有意に低下することも指摘されている^{23,25}。本対象の HDL-C には一貫して有意な変化がみられなかったが、これは持久性トレーニングと食事制限を併用していたことによる相反的效果の現われと解釈できよう。

ちなみに、Weltman ら²⁵ も caloric restriction + mild exercise により HDL-C/TC と HDL-C/LDL-C は有意に増高したが、これには TC や LDL-C の変化による影響が大きく、HDL-C それ自体は

不変であったことを報告しており、われわれの成績と一致する。

図3-aから図3-cには、post から post 1年にかけての体重の絶対変化量と摂取エネルギーや脂質カロリー比の変化量との関係を示した。これらの図および HDL-C/TC の変化量と脂質カロリー比の変化量との関係を示した図3-dにおける破線は、その傾きや切片は別として、本来予想される回帰であるが、意外なことにすべての回帰は有意でなく、相関係数は0に近似した。

最近の研究^{2,10,17}においても、脂質やリポ蛋白の血清レベルには食事内容の変化よりもむしろトレーニング(走運動)の絶対量やその量的変化による関与の方が強いことが報告されており、本成績と概ね一致する。

以上のことから、療法プログラム終了後、自己統制的に摂取熱量を約 1600kcal/日 (28kcal/kg/

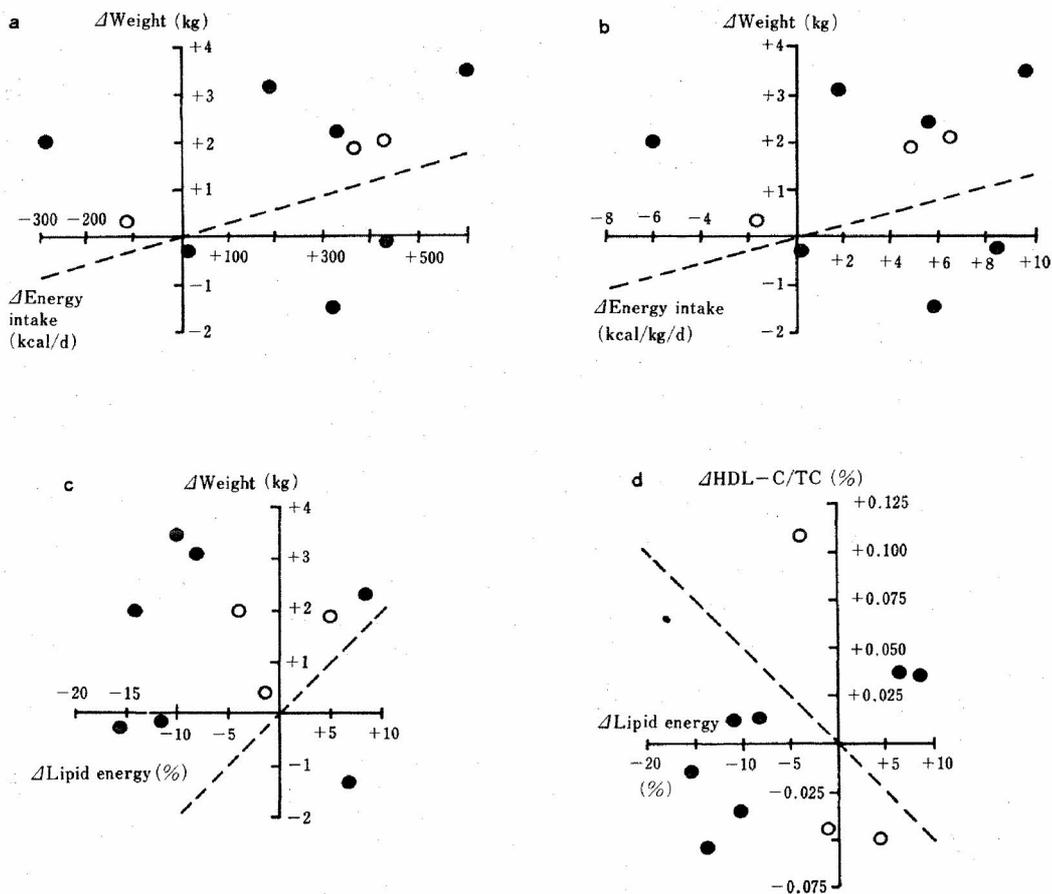


図 3 Relationships of Δ energy or Δ lipid energy intake with Δ weight or Δ HDL-C/TC.

日)に制限しながら、週3日の身体トレーニングを継続することにより、ほとんどの形態・身体組成・血圧・血中脂質・有酸素性能力・体力に関する諸因子のリバウンド化は防止できるものと考えられる。また、若干の摂取熱量や栄養素摂取量における変化は、これらの諸因子の変化に対して直接的な強い影響を及ぼさないことが示唆される。

肥満の発生原因を熱量出納の不均衡とするならば、今回のわれわれの観察結果(即ち、一度減量しても再びもとの体重に接近あるいは戻ってしまうというリバウンドあるいはリラプス現象⁹⁾がほとんどみられなかったこと)はそれに矛盾すると言えよう。計算上では、本対象の場合、少なくとも6kg程度の増量が予想されたが、結果は僅か1.4kgであった。

この背景には、トレーニングの継続と必要蛋白量の摂取に伴って除脂肪体重の低下が防止され、脂肪酸の動員・利用が高まったことが考えられる。その作用的機序としては、カテコラミン(アドレナリン・ノルアドレナリン・ドーパミン)や成長ホルモンなどの脂肪分解促進ホルモンの分泌増による活動中の脂肪分解能の高進や交感神経系の高進、さらには脂肪分解抑制ホルモンとしてのインスリンの関与(感受性の高進)や甲状腺ホルモン(トリヨードサイロニン・サイロキシン)の関与による休息中の脂肪合成能の高進が考えられ、これらを介して長期間にわたって運動代謝量のみならず基礎代謝量や specific dynamic action なる食後の熱産生を高めたことが体重・体脂肪量の維持につながったものと推察される。この点に関する今後の詳細な研究が期待される。

その他、誤まった摂食行動の認識・反省・修正により、ライフスタイルを抜本的に改善しようという本対象各自の積極的な自己管理やそれを支えるわれわれの運動・食事・肥満教育を支柱にした総合的指導も大いに好影響(トレーニング以外での生活行動における消費熱量の継続的増大)を及

ぼしたものである。

最後に、対象の多大な努力と指導のあり方いかんによっては、運動生理学的・栄養学的現時点ではなお未解明の好現象がみられることを付記したい。

総 括

われわれは18週間の運動療法と食事療法の併用による肥満改善の効果について検討し、体重・体脂肪量・血清脂質・血圧・有酸素性能力・体力・心機能など多岐の要因にわたる顕著な改善を観察した。また、療法プログラム開始時から同プログラムの中期までの間に認められた心室性期外収縮(1日1500回)などの心電図異常や境界域高血圧症・高脂血症などの疑いもほぼ完全に消失した。

その後の1年間は、肥満から標準体重域に移行した本対象に対して運動療法と食事療法の指導を1ヶ月に1~2度行うだけで、それ以外は完全に本人の自己管理療法に委ねてきた。

その結果、身体トレーニングの量は50%減少(強度・時間は不変で頻度のみが平均5.2日/週から2.6日/週へと半減)し、しかも平均摂取熱量が療法プログラム中の1467kcal/日に比べて6ヶ月経過時点で1658kcal/日そして1年経過時点で1624kcal/日へと約150~200kcal/日増大した。しかし、それにもかかわらず、18週間で平均8.2kgも減少させた体重をその6ヶ月後・1年後においても僅か1.1kg・1.4kg上回る程度に維持している。また、18週間で5.6%低下した体脂肪率は1年後で0.8%の僅少な増高(絶対値として)に、約30%もの向上を示した $\dot{V}O_2\max$ は2%の低下(相対値として)にとどまっている。

Appendix A. Descriptive statistics for selected variables in training and control groups.

Variable	training group			control group		
	Pre	Post	Post 1 yr	Pre	Post	Post 1 yr
Age, yr	42.4±5.3	42.7±5.2	43.7±5.2	41.6±8.7	42.0±8.7	43.0±8.7
Height, cm	155.8±3.7	155.8±3.7	155.9±3.7	151.5±4.0	151.5±4.0	151.3±4.0
Weight, kg	64.9±4.8	56.7±5.4*	58.1±5.5*	60.5±7.8	58.7±8.9	60.3±8.4
Chest C, cm	91.5±4.0	85.9±3.5*	87.0±3.7*	90.9±4.5	90.5±5.5	89.6±5.2
Abdominal C, cm	78.8±3.9	70.7±3.5*	72.4±3.6**	75.9±5.6	76.3±7.9	75.0±7.1
Thigh C, cm	51.9±2.5	49.3±3.3*	50.4±2.8*	50.7±4.0	50.9±4.9	50.9±5.0
Calf C, cm	37.0±1.9	35.3±2.7*	35.4±2.5*	36.7±3.9	36.8±3.8	36.9±4.4
Fat, %	36.1±3.4	30.5±2.3*	31.3±3.1*	34.1±2.7	33.4±2.5	34.0±2.3
Fat, kg	23.4±3.3	17.4±2.6*	18.2±2.9*	20.8±4.2	19.7±4.3	21.3±4.4
FFW, kg	41.5±2.7	39.4±3.3*	39.9±3.5*	39.7±3.8	39.0±4.8	39.0±4.6
Leg volume, l (R)	9.21±0.79	8.49±0.99*	8.56±1.01*	9.09±1.52	9.18±1.45	9.20±1.38
Leg volume, l (L)	9.28±0.97	8.48±0.96*	8.59±1.05*	9.08±1.49	9.10±1.15	9.10±1.21
TC, mg/dl	203.9±51.7	189.2±36.4	190.5±35.5	221.8±13.2	226.0±26.7	217.8±18.4
HDL-C, mg/dl	56.0±10.8	60.9± 9.0	60.1± 9.5	46.0± 8.2	49.6±15.3	51.3± 7.3
TG, mg/dl	83.8±38.7	55.6±23.7	61.5±16.0	142.0±74.3	131.0±56.8	118.3±35.2
HDL-C/TC	0.29±0.11	0.33±0.09*	0.33±0.09*	0.21±0.04	0.23±0.09	0.24±0.04
AI	2.45±1.18	1.99±0.77*	2.05±0.85*	3.23±0.91	3.11±1.02	2.89±0.74
LDL-C, mg/dl	131.1±55.9	117.2±38.6	118.1±36.2	147.4±15.9	150.2±28.9	143.2±13.6
LVDdI, mm/m ²	3.34±0.24	3.62±0.34*	3.41±0.31#		3.19±0.31	3.05±0.25
LVDsI, mm/m ²	2.01±0.21	2.11±0.25	2.07±0.21		2.13±0.14	2.07±0.10
LVEDVI, ml/m ²	86.1±13.3	96.3±18.9*	85.2±18.8#		75.8±12.9	69.5± 9.8
LVESVI, ml/m ²	26.1± 7.0	26.9± 7.6	26.2± 6.8		29.3± 6.3	27.8± 4.7
SI, ml/b/m ²	50.0± 8.9	69.3±13.0*	58.9±12.6#		46.5±19.2	41.7±14.4
CI, l/min/m ²	4.05±0.95	4.38±0.91	3.69±0.50		2.58±0.85	2.44±0.95
EF, %	69.9± 5.0	72.2± 4.1	69.3± 3.0		60.1±15.1	59.1±12.5
LVMl, g/m ²	92.4± 6.7	106.6±16.7	100.7±22.8		107.6± 2.8	96.0± 6.0
HR, b/min	73.1± 9.9	62.8± 4.2*	66.0± 5.2	67.7± 8.2	64.5±10.1	70.8±10.7
SBP, mmHg	125.8±12.6	117.3± 8.8*	116.0± 9.1*	129.5±14.5	124.8±16.2	127.8±15.5
DBP, mmHg	75.3± 9.2	68.8± 7.9*	71.6± 8.2	81.6±13.9	74.9±16.4	83.5±12.6
PP, mmHg	50.5± 9.7	48.5± 9.8	44.4± 7.9	47.9±10.8	49.9±11.3	44.3± 9.5
MP, mmHg	92.1± 9.4	84.9± 6.8*	86.4± 7.7*	97.6±13.5	91.5±15.4	98.3±13.8
DP, mmHg	9251±1932	7373± 764*	7675±1032	8587±1911	8152±2372	8906±2211
VC, l	3.09±0.38	3.04±0.36	3.11±0.37	2.90±0.39	2.91±0.41	2.87±0.44
FEV _{1.0} , l	2.60±0.44	2.57±0.34	2.70±0.33	2.14±0.31	2.30±0.23	2.12±0.32
%FEV _{1.0} , %	83.5±6.6	84.5±5.5	86.9±5.4	73.9±5.0	79.5±7.3	73.8±6.1
VO ₂ @ATt, ml/kg/min	14.6± 2.4	21.2± 4.2*	21.5± 4.1*	12.9± 2.3	13.7± 3.2	13.9± 2.9
VO ₂ max, ml/kg/min	27.3± 3.4	35.3± 3.7*	34.7± 3.3*	24.3± 4.1	26.5± 5.1	26.4± 4.6
V@ AT, m/min	90.6± 9.4	108.1±13.3*	108.8±10.9*	88.3± 7.3	93.7±14.4	90.0± 9.5
Vmax, m/min	143.1±17.7	175.6±10.8*	178.8±13.6*	138.5±18.3	141.3±20.5	141.3±20.5
VE@ ATt, l/min	25.2± 4.5	29.5± 6.6*	30.2± 5.2*	19.1± 6.5	20.1± 4.2	21.2± 3.8
VEmax, l/min	56.4±11.0	64.6± 9.3*	66.4± 9.7*	46.8±17.3	52.9± 9.9	50.5± 8.9
HR@ ATt, b/min	123.5±10.3	130.5±13.6	136.7±12.2*	115.2± 3.3	118.0± 5.4	121.5± 9.7
HRmax, b/min	171.8± 9.5	178.5± 3.9	180.9± 3.4*	170.2± 8.6	173.0± 6.3	174.0± 7.0
%VO ₂ max@ ATt, %	53.7± 6.5	59.7± 7.5	61.6± 6.4*	53.0± 5.4	51.3± 8.5	52.7± 6.3
VO ₂ @ ATb, ml/kg/min	14.0± 2.7	17.2± 2.9*	17.1± 2.4*	13.5± 2.1	14.4± 1.7	13.9± 2.0
Grip S, kg	31.7± 4.0	30.3± 5.1	31.1± 4.4	30.0± 5.1	31.1± 6.7	30.0± 7.0
Grip S, kg	30.6± 2.8	29.9± 5.1	30.9± 3.6	30.1± 7.8	29.5± 9.8	29.8±10.2
Back-lift S, kg	91.3±20.9	95.7±17.6	101.4±16.1*	82.7±26.3	83.0±23.7	79.5±25.3
Trunk F, cm	14.5± 4.1	17.7± 3.2*	15.5± 3.3#	15.0± 4.3	16.1± 3.2	15.3± 3.8
Trunk E, cm	41.9± 6.2	47.4± 6.0*	45.5± 6.5	38.7±11.0	36.5±10.7	37.1±12.2
Vertical J, cm	29.7± 4.2	35.7± 5.4*	34.0± 5.7*	30.0	30.4	29.5
Side step	34.1± 3.0	40.4± 3.1*	39.7± 3.2*	35.5	37.0	35.0
Step test score	4.43±1.62	7.57±1.27*	7.39±1.45*	5.5	6.0	5.0

*Significantly different from pre-value (p<0.05)

**Significantly different from both pre- and post-values (p<0.05)

#Significantly different from post-value (p<0.05)

C: circumference, AI: atherogenic index (= (TC-HDLc-TG)/HDLc), t: treadmill, b: bicycle ergometer,

V: velocity, S: strength, F: flexion, E: extension, J: jump

Values are means ± S.D.

文 献

- 1) Beaver WL, Wasserman K, and Whipp BJ. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. *J. Appl. Physiol.*, **59** : 1936—1940 (1985)
- 2) Blair SN, Ellsworth NM, Haskell WL, Stern MP, Farquhar JW, and Wood PD. Comparison of nutrient intake in middle-aged men and women runners and controls. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **13** : 310—315 (1981)
- 3) Brozek J, Grande F, Anderson JT, and Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **110** : 113—140 (1963)
- 4) Davis JA, Frank MH, Whipp BJ, and Wasserman K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. *J. Appl. Physiol.*, **46** : 1039—1046 (1979)
- 5) Davis JA. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **17** : 6—18 (1985)
- 6) Denis C, Fouquet R, Poty P, Geysant A, and Lacour JR. Effect of 40 weeks of endurance training on the anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.*, **3** : 208—214 (1982)
- 7) Enger SC, Herbjornsen K, Erikssen J, and Fretland A. High density lipoproteins (HDL) and physical activity: the influence of physical exercise, age, and smoking on HDL-cholesterol and the HDL-/total cholesterol ratio. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, **37** : 251—255 (1977)
- 8) Friedewald WT, Levy RI, and Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.*, **18** : 499—502 (1972)
- 9) Gormally J, Rardin D, and Black S. Correlates of successful response to a behavioral weight control clinic. *J. Counseling Psychol.*, **27** : 179—191 (1980)
- 10) Hartung GH, Foreyt JP, Mitchell RE, Vlasek I, and Gotto AM. Relation of diet to high-density-lipoprotein cholesterol in middle-aged marathon runners, joggers, and inactive men. *N. Engl. J. Med.*, **302** : 357—361 (1980)
- 11) Henritze J, Weltman A, Schurrer RL, and Barlow K. Effects of training at and above the lactate threshold on the lactate threshold and maximal oxygen uptake. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **54** : 84—88 (1985)
- 12) Lehtonen A, Viikari J, and Ehnholm C. The effect of exercise on high density (HDL) lipoprotein apoproteins. *Acta Physiol. Scand.*, **106** : 487—488 (1979)
- 13) Leon AS, Conrad J, Hunninghake D, Jacobs D, and Serfass R. Exercise effects on body composition, work capacity and carbohydrate and lipid metabolism of young obese men. *Med. Sci. Sports*, **9** : 60 (1977) (Abstract)
- 14) Levitz LS, and Stunkard AJ. A therapeutic coalition for obesity: Behavior modification and patient self-help. *Am. J. Psychiat.*, **131** : 423—427 (1974)
- 15) 中塘二三生, 田中喜代次, 渡辺一志, 福田隆. 酵素電極法による血中乳酸濃度の測定. *J. J. Sports Sci.*, **4** : 980—982 (1985)
- 16) Peltonen P, Marniemi J, Hietanen E, Vuori I, and Ehnholm C. Changes in serum lipids, lipoproteins, and heparin releasable lipolytic enzymes during moderate physical training in man: a longitudinal study. *Metabolism*, **30** : 518—526, 1981.
- 17) Rotkis TC, Cote R, Coyle E, and Wilmore JH. Relationship between high density lipoprotein cholesterol and weekly running mileage. *J. Cardiac Rehab.*, **2** : 109—112 (1982)
- 18) 田中喜代次, 吉村隆喜, 奥田豊子, 小西洋太郎, 角田聡, 出村慎一, 岡田邦夫. AT水準以上の強度を基準とした完全監視型持久性運動療法および不完全監視型食事療法の併用が肥満者の健康・体力に及ぼす効果, 体力研究. **62** [Suppl] : 26—40 (1986)
- 19) Tanaka K, Yoshimura T, Sumida S, Mitsuzono R, Tanaka S, Konishi Y, Watanabe H, Yamada T, and Maeda K. Transient responses in cardiac function below, at, and above anaerobic threshold. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **55** : 356—361 (1986)
- 20) Tanaka K, Nakadomo F, Yoshimura T, Wakita M, Fukuda T, Sumida S, Watanabe H, Yamada T, and Maeda K. Specificity of training on

- the anaerobic threshold in middle-aged obese women. *Jpn. J. Appl. Physiol.*, **16** : 293—298 (1986)
- 21) 田中喜代次, 吉原一男, 遠藤儀男, 羽間鋭雄, 渡辺一志, 中塘二三生, 福田隆, 中川敬. 浪人生活
が健康・体力に及ぼす影響 (1)全身持久性について. *教育医学*, **32** : 6—10 (1986)
- 22) Teichholz LE, Kreulen TH, Herman MV, and Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am. J. Cardiol.*, **37** : 7—11 (1976)
- 23) Thompson PD, Jeffery RW, Wing RR, and Wood PD. Unexpected decrease in plasma high density lipoprotein cholesterol with weight loss. *Am. J. Clin. Nutr.*, **32** : 2016—2020 (1979)
- 24) Troy BL, Pombo J, and Rackley C. Measurement of left ventricular wall thickness and mass. *Circulation*, **45** : 602—611 (1972)
- 25) Weltman A, Matter S, and Stamford BA. Caloric restriction and/or mild exercise: effects of serum lipids and body composition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33** : 1002—1009 (1980)
- 26) Wood PD, Haskell W, Klein H, Lewis S, Stern MP, Farquhar JW. The distribution of plasma lipoproteins in middle-aged mald runners. *Metabolism*. **25** : 1249—1257 (1976)
- 27) Wood PD, and Haskell WL. The effect of exercise on plasma high density lipoproteins. *Lipids*, **14** : 417—427 (1979)
- 28) 山辺裕, 小林克也, 加堂哲治, 藤谷和大, 福崎恒. 代謝面よりみた運動負荷試験: 冠動脈疾患における anaerobic threshold (AT) の意義. *日本臨床生理学会雑誌*, **16** : 31—37 (1986)