

非肥満女性の減量における栄養と運動に関する研究

川崎医療短期大学 栄養科 看護科* 福岡徳州会病院 栄養課**

松枝 秀二 小野 章史 武政 睦子 *姫井富貴子 **猪膝 武久

(平成3年8月26日受理)

Study of Exercise and Nutrition on Weight Reduction of Non Obese Women

Shuji MATSUEDA, Akifumi ONO, Mutsuko TAKEMASA,
Fukiko HIMEI* and Takehisa INOHIZA**

*Department of Nutrition, of *Nursing, Kawasaki College of Allied Health Professions
Kurashiki, Okayama 701-01, Japan*

***Department of Nutrition, Fukuoka Tokushukai Hospital, Fukuoka, Japan
(Received on Aug. 26, 1991)*

Key words : 栄養, 運動, 減量

概 要

非肥満女性の減量における、栄養と運動との関係について検討した。減食のみと運動負荷群を比較すると、体重の減少量、体脂肪の減少量に差がみられ、血中脂質成分の変動にも差がみられた。総じて、従来の報告と同様な結果であったが、個人差も多いので、さらに検討の必要な分野と考える。

序 論

近年、生活環境、食生活の変化に伴い、日本人の疾病構造、死因別死亡率にも変化がみられる。疾病構造の変化の中でも肥満に基づくものの増加がみられ、若年層の痩身願望とあいまって、減量に関する報告は数多い¹⁾²⁾。

肥満、体重増加は、摂取エネルギーが消費エネルギーを上回った際におこると考えられる。

即ち、体重を減少させるには摂取エネルギーを制限するか、消費エネルギーを増加させる必要がある。摂取エネルギーの制限だけでは、本来人体に必要な部分まで減少してしまう可能性もあり、運動のみでは、消費エネルギー量も少なく、その効果も少ない。しかし運動をすることによって、代謝面、体組成の変化面で、減量本来の目的である体脂肪の減少を期待しうる。

減量においては、摂取エネルギー制限と運動負荷が、最も効果的であるとして用いられる。そこで、非肥満者若年女性を対象にして、減食のみの場合と、減食と運動負荷併用の場合で減量を行った際の体構成成分、血中脂質、安静時代謝量に与える影響について検討した。

対象と方法

対象は、健康な当短期大学の女子学生9名で、痩身願望の強い者である。実験開始前に、実験の趣旨、期間中に起こりうることがらを十分に説明し、承諾を得た後、承諾書を提出してもらった。

9名の女子学生を3グループにわけ、グループ1は食事制限のみ、グループ2は食事制限と軽度運動、グループ3は食事制限と中等度運動とした。食事制限は摂取エネルギー制限のみと

し、基本的に1日1500kcal摂取になるようにした。グループ2とグループ3は、摂取エネルギー量を1600kcal, 1800kcalとし、運動によって、それぞれ、100kcal, 300kcalを消費させた。

運動は自転車エルゴメーター (MONARK社製) により、漸次増加法で最大酸素消費量を求め、その60%の強度の運動とした³⁾。グループ2, 3の対象者は1日のうち、いずれかの時間を選択し、コンビ社製エルゴメーターで、指定されたエネルギー消費量にもとずいて運動をおこなった。

実験前に食事調査を行い、栄養素摂取量を把握した。実験前と実験期間中に、体重測定 (YAMATO SCALE)、体脂肪、安静時代謝量を測定した。実験終了後に、アンケート調査を実施した。

体脂肪は、栄研式皮脂厚計で肩甲骨下部、上腕部の皮脂厚を計測し、長嶺⁴⁾、BROZEKの式⁵⁾に代入して体脂肪量を算出した。

安静時代謝量は、食後2時間経過したのち、ダグラスバッグ法で測定し⁶⁾、分析は、SANEI呼吸ガスモニター (1H-21A) によった。採血は原則として、空腹時に行い、実験前には、一般スクリーニング検査、実験中には、赤血球、ヘマトクリット値、ヘモグロビン濃度、コレステロール、中性脂肪、遊離脂肪酸、血糖値を岡山医学検査センターに依頼分析した。アンケート調査は項目を設定して行った。

結 果

表1に対象者の身体的特徴を示す。BMI (Body Mass Index) でみると、対象者が肥満症でなく、非肥満あるいは過体重者であることがわかる。

表2に対象者の実験前の栄養素摂取量をエネルギー、蛋白質、脂質、糖質について示した。

栄養素摂取量は、平均で、エネルギー-2114kcal, 蛋白質, 70.5g, 脂質, 69.6g, 糖質, 288.6gであった。同時に、実験終了後2週間以内の栄養素摂取量も示した。対象者のうち8名の平均値でみると、エネルギー, 1889kcal, 蛋白質, 61.9g, 脂質, 53.5g, 糖質, 281.1gであり、エネルギー-225kcal, 蛋白質, 8.6g, 脂質, 16.1g, 糖質, 7.5gほど少なくなっていた。図1、

表1 対象者の身体的特徴

| 対象者番号 | 身長 (cm) | 体重 (kg) | BMI ¹⁾ (kg/cm ² ×10 ⁴) |
|-------|---------|---------|--|
| 1 | 156 | 56.0 | 23.0 |
| 2 | 160 | 50.0 | 19.5 |
| 3 | 168 | 59.0 | 20.9 |
| 4 | 153 | 59.0 | 25.2 |
| 5 | 148 | 44.0 | 20.1 |
| 6 | 152 | 55.6 | 24.1 |
| 7 | 153 | 49.5 | 21.1 |
| 8 | 159 | 57.7 | 22.8 |
| 9 | 166 | 54.5 | 19.8 |
| 平均 | 157.2 | 53.9 | 21.8 |
| ±SD | ± 6.6 | ± 5.1 | ± 2.0 |

1) Body Mass Index

表2 対象者の栄養素摂取量

| 対象者数 (人) | 前 | | 後 | |
|--------------|-------|-------|---|--|
| | 9 | | 8 | |
| エネルギー (kcal) | 2114 | 1889 | | |
| 蛋白質 (g) | 70.5 | 61.9 | | |
| 脂質 (g) | 69.6 | 53.5 | | |
| 糖質 (g) | 288.6 | 281.1 | | |

数値は1日当たりを平均値で示す。

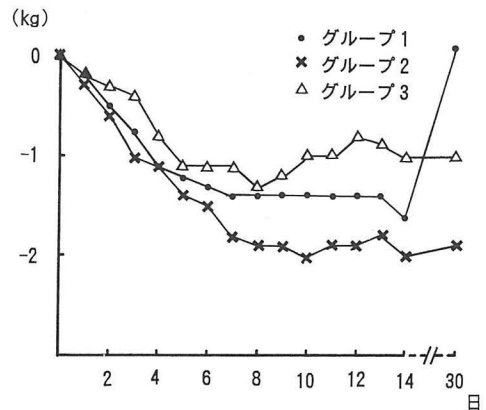


図1 対象者体重経日の変化 (実験前値を0としての減少量で示す。)

3に各グループの体重変化を示す。例数の関係から、今回はすべての結果を平均値で示した。2週間の期間中の体重減少 (kg) は、グループ1で1.6, グループ2で2.0, グループ3で1.0でグループ2の減少量が最大であった。実験後、約1ヶ月の体重は、グループ1では、ほぼ開始前に戻り、グループ2, グループ3では、ほぼ

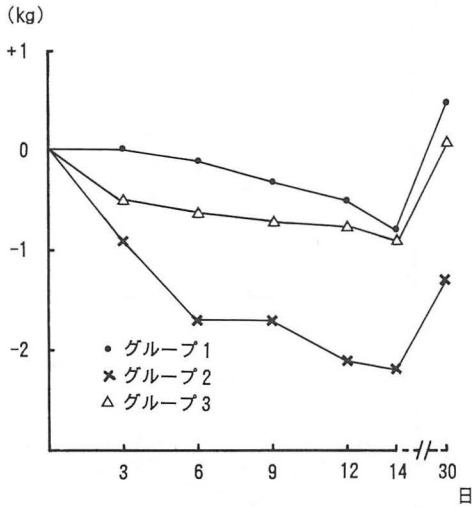


図2 対象者体脂肪量の変化 (実験前値を0としての変化量)

実験終了時の体重であった。図2、3は、体脂肪量の変化(kg)をみたもので、グループ1は、0.8、グループ2は2.4、グループ3は、0.9の体脂肪の減少がみられた。図4は除脂肪体重を示したもので、グループ1では、期間中に減少を示すが、終了時には、ほぼ、開始時と同等の値となった。グループ2では期間中の変動は少なく、除脂肪体重はほとんど変化しなかった。グループ3では、グループ2と同傾向を示したが、終了時には、開始時の0.3kg減であった。

次に、対象者の安静時代謝量をみたのが、図5である。グループ1では、実験開始後10日目まで約12%の低下がみられたが、14日目には、ほぼ開始前の値になった。グループ2では、実験開始後5日目、17%減少したが、そのち回復し、10日目には開始前を上回る値になった。グループ3では、期間中に低下はみられなかった。

同時に算出したRQ(呼吸商)をみると、(図6)グループ1では、実験開始後14日で0.9まで低下した。一方、グループ2では、10日目、0.78まで低下し、14日目でも0.80であった。グループ3では、グループ2と同傾向を示し、10日目、0.78、14日目0.77であった。図7に貧血の指標として測定した血液成分の変化を示す。各群とも、実験開始後5日目までは、ヘモグロビン、ヘマトクリット、赤血球数とも低下

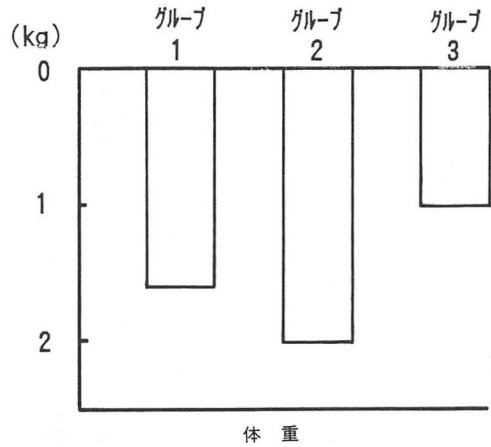


図3 期間中の体重と体脂肪減少量

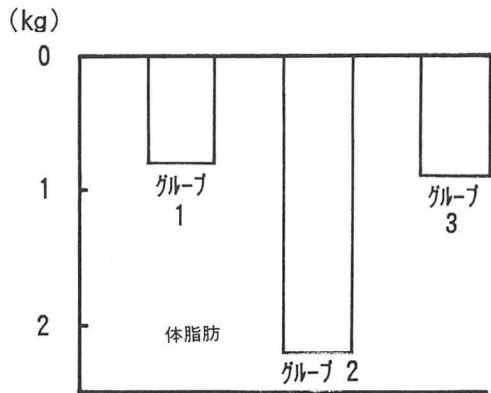
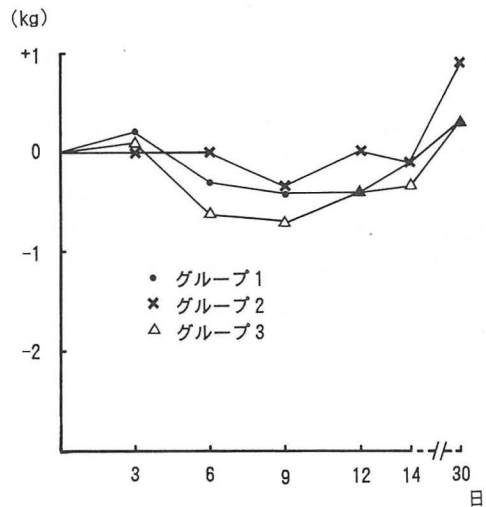


図4 対象者除脂肪体重量変化 (実験前値を0としての変化量)



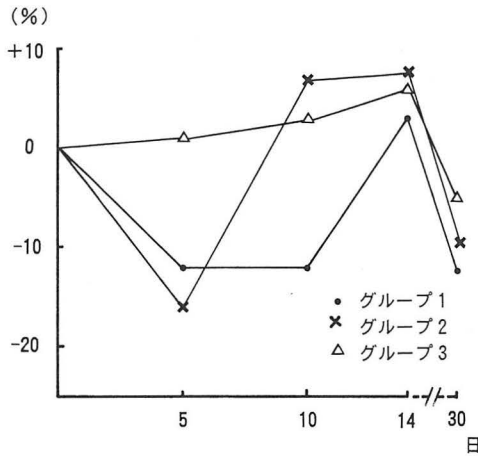


図5 安静時代謝量の変化 (実験前値に対する増減%)

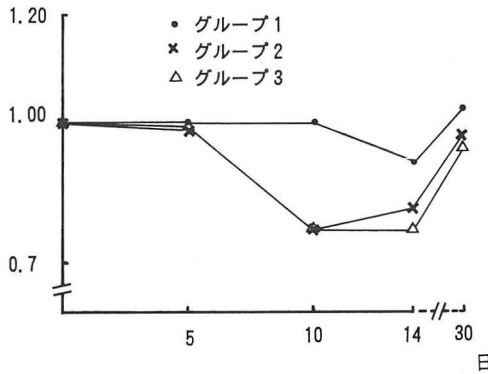


図6 期間中の呼吸商の変動

傾向にあり、ヘモグロビン濃度は、実験開始とともに低下し、その後、増加したが、実験前の値までは回復しなかった。ヘマトクリット値はグループ1で低い値を示した。赤血球数はほとんど変化はみられていない。図8、9、10に血中脂質と血糖値の変動を示した。血糖値はグループ3で低下がみられ、実験開始後14日で、実験前の値の約27%低下した。

コレステロールは、各群とも同程度の低下がみられ、約30mg程度減少した。コレステロール分画により HDL コレステロールの変動をみると、グループ1、3では、HDL コレステロールは減少しているが、グループ2においては、HDL コレステロールの増加がみられている。中性脂肪は、グループ1では低下の割合は大きかった

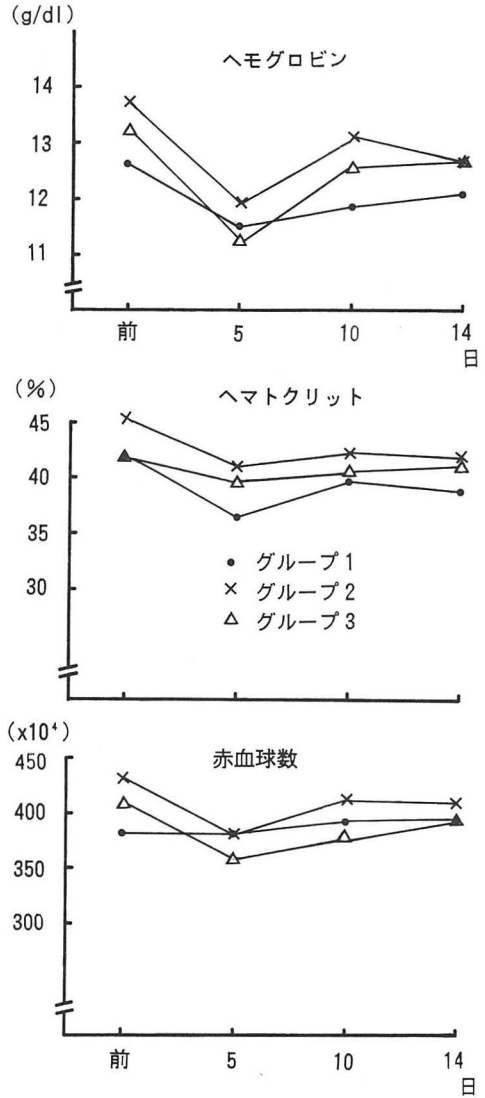


図7 対象者の血液性状変化

が、グループ3では、低下の割合は小さかった。遊離脂肪酸は、グループ1、2は、実験前の値もしくは、それよりもやや高値を10日目までは示すが、14日目では実験前の値より低い値であった。グループ3は、期間中高値を示し、実験終了時にも、実験前の値より高い値であった。表3に食欲、睡眠、などの7項目について実験後アンケート調査した結果を示す。まったく改善の見られなかったのは、期間中に運動を负荷したグループでの運動意欲の項目であり、逆に改善がみられたのは、グループ1、2の食欲、

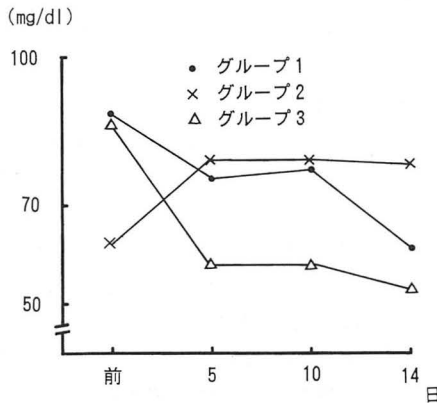


図8 実験期間中の血糖の変動

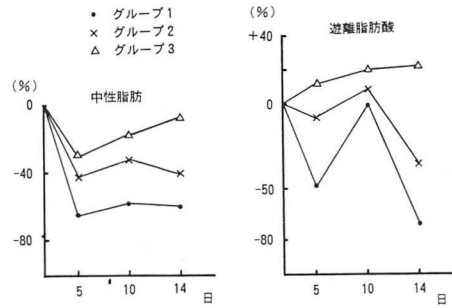


図10 対象者の血中脂質の変動 (実験前値に対する増減割合)

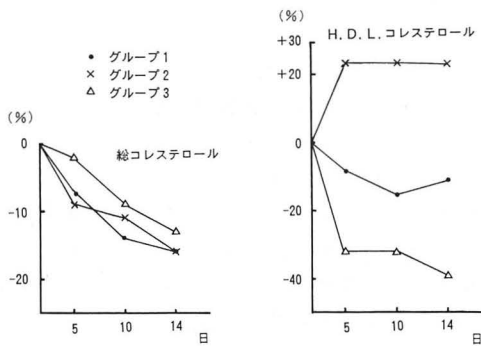


図9 期間中のコレステロールの変化 (実験前の値に対する増減の割合)

グループ3の睡眠であった。

考 察

過剰な体重を減少させることは、肥満症の者にとっては、種々の病気にかからないためにも重要なことであるが、若い女性にとっては病気への関心より、自分自身の生活をエンジョイするうえでの必須項目となりつつある。

減量を行うには、種々の方法があるが、基本はエネルギー出納を負にすることであり、それには、エネルギー摂取制限とエネルギー消費増大をはかる必要がある。そこで、我々は、肥満でない若年女性が減食のみで減量した場合と減食と運動負荷の併用で減量した場合にどのような差が生じるかを検討した。

表1に示すように、対象者の女性は、肥満者でなく標準の日本人に近い体格を持っている者

表3 減量後の自覚症状

| グループ | 1 | 2 | 3 |
|------|----|----|----|
| 食欲 | ++ | ++ | + |
| 睡眠 | + | ± | ++ |
| 易疲労性 | + | ± | ± |
| 便通 | ± | ± | ± |
| いらいら | - | ± | + |
| 運動意欲 | ± | - | - |

- : 改善なし ± : 変化なし
+ : やや改善 ++ : 改善

たちである。対象者の実験前の食事調査結果をみると、エネルギー、蛋白質、脂質、糖質の摂取量は、同年代の同性の者と比較しても特別な差はみられない⁷⁾。実験では摂取エネルギー量を1500kcalに設定したので、エネルギー摂取量は約500kcalの減となる。エネルギー摂取量の減量は、主として脂肪でおこなった。

期間中の体重減少量は、運動群と非運動群で差がみられ、減量内容にも差がみられた。このことは、従来から報告されていることである⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。単に食事制限をするだけでなく、食事制限に運動を負荷することによって、減量の本来の目的である体脂肪の減少をはかることができることを実証した。同時に、運動と言っても、種類、強度、頻度、期間によってその効果は異なるといわれ、逆に運動の効果を評価しない報告もある¹¹⁾。今回の報告では、運動負荷を2種類設けて、2週間の期間でその効果の差をみると、エネルギー出納は一定にしてあるにもかかわらず、日常とあまり変わらないエネルギー摂取を行って運動をした群は、エネルギーを日常の25%程度にして、運動を負荷した群に比較して、

体重減少量も少なく、体脂肪の減少量も少ない。このことは、エネルギー摂取量を低下させることなく、運動負荷のみで、体重減少をはかることの困難さを示唆し、減量を脂肪の減少を主目的において行う際には、ある程度のエネルギー制限と運動が必要であることを示唆する。グループ2では、体重減少量と体脂肪減少量が一致していない。これは、体脂肪の測定法の欠点であったものと考えられる。

人体はエネルギー摂取の減少に際して、基礎代謝量の減少、身体活動量の減少、いわゆるエネルギー消費量を少なくして対応する。

基礎代謝量の減少の原因は、種々あるが、体重減少に伴う、活性組織量の減少もひとつの原因である⁹⁾¹²⁾。今回、安静時エネルギー消費量を測定した結果、軽度運動群は、5日目で約17%の低下を示したが、その後回復し、終了時には実験前値を上回る値となった。中等度運動群は、安静時エネルギー消費量の低下はみられない。食事制限群では、5日、10日目まで、約12%の低下がみられたが、その後、実験終了時にはほぼ実験前の値まで回復した。このような、非運動群と運動群との差は、運動後のエネルギー消費亢進 (EPOC) や、除脂肪体重の変化の違い、摂取エネルギー量の差によるものと考えられる。

同時に測定した呼吸商 (RQ) をみると、5日目までは、どの群も不変で、ほぼ1.0に近い値を示したが、10日目、14日目になると、軽度運動群、中等運動群では、0.8もしくは、それ以下になった。一方、食事制限群では、14日目で、0.9になるにとどまった。これらのことは、運動することによって体脂肪の燃焼を高めることができることを示している。

減量を行うと、貧血がみられることがあり、一方、運動を行うと、運動性貧血が生じる可能性がある¹³⁾。このことは、減量によって、健康を損なう可能性を示唆するので、今回の実験においては、血液中の赤血球、ヘモグロビン濃度、ヘマトクリット値を測定し、貧血の指標とした。その結果、実験開始後、5日目で、どの群も、指標とした項目に低下、減少の傾向がみられたが、実験の推移とともに回復した。運動群において、特別に減少傾向が強いことは認められなかった。このことは、運動強度が大きく関係し

ていると思われるので、今回は、運動強度を変化させ、運動の強度、時間、頻度と貧血の発現についても検討したい。

人体内の脂質は、中性脂肪、リン脂質、コレステロールにわけられ、高脂血症、動脈硬化の観点からも注目されることが多く、これらに対する運動による影響についても関心がもたれている。しかし、運動と体内脂質との関係は必ずしも一定の見解が得られているわけではない¹⁴⁾。体内脂質は、栄養状態にも影響を受け、運動の種類、期間、頻度によっても異なった結果が得られる¹⁵⁾。中性脂肪は、身体活動時には、エネルギーとして利用されるが、同時に食事によっても大きく変動する。非運動群において、中性脂肪の低下率が高く、グループ3においては、低下率が低く、グループ2においては、丁度2群の中間に位置していた。このことは、中性脂肪の値に関しては、食事制限の影響が大きいことを示している。血中の総コレステロールについては、運動により効果についてはいまだ定説は得られていないが¹⁴⁾、3群とも期間中に実験前の値より減少していた。しかし、コレステロールの減少がどの分画の減少によるものなのかを検討することはより重要である。

いわゆる善玉コレステロールといわれる HDL コレステロールは、有酸素運動によって増加するといわれ、その理由は、LPL (リポタンパクリパーゼ) 活性、LCAT (レシチン コレステロールアシルトランスフェラーゼ) 活性と関係が深いと報告されている¹⁶⁾¹⁷⁾。今回の実験においても、食事制限と軽度運動併用群において HDL の増加がみられ、他の2群においては、逆に減少している。このことは、単に運動を負荷するだけでなく、ある程度の食事制限併用によりその効果出現が期待できることを示唆するが、グループ2とグループ3の結果の差のラインがどこにあるのかは明らかでない。ACSM の報告では¹⁸⁾ 身体組成に効果のある運動メニューは、頻度が週3回以上、強度50% $\dot{V}O_2\text{Max}$ 以上、時間20~30分となっている。HDL コレステロールの増減と減食の割合、運動の強度との関係を明らかにすることが、将来的な高脂血症、動脈硬化の予防に役立つものと考えられる。

血中遊離脂肪酸は、運動強度、持続時間、栄

養状態によっても影響を受け、強度とは逆相関の関係にあるといわれる。我々の結果からも、遊離脂肪酸の動態は、10日目までは運動群で増加傾向にあり、脂肪の燃焼を示唆するが、グループ3以外では、実験終了時には、実験前の値より低い値を示した。グループ3では、血糖値の低下と遊離脂肪酸の増加をあわせて考えると、中性脂肪の低下率は小さいが、体内で脂質の利用が高まっていることを示唆する。

減量終了後のもどりについても考察を加える必要がある。いくら、減量に成功しても、数週間もしない内に元の体重ないしは、それ以上になっては、全く意味のないものになる。対象者の体重で、実験後をみてみると、体重のもどりは、食事制限群がもっとも大きく、約1ヶ月後にはもとの体重にまでもどってしまっている。一方、運動群ではそのもどりも少ない。しかし、実験終了後におけるアンケート調査によると、実験終了後は、運動群の対象者は、運動意欲がみられなくなっている。このことは、平素、ほとんど運動しない対象者にたいして、2週間にわたって運動を负荷したことの逆効果の現れであろう。さらに、この現象は、病院にかかっている間は運動もし、上手く体重のコントロールのできる人でも病院にかかることがなくなると、運動もやめて、もとの状態に戻ってしまう、運動をいかにして習慣化するかの困難さを示すものであろう。

減量後のもどりに関しては、いわゆる長期トレーニング、運動後の血液成分の変化などについても研究される必要があるし、私自身も健康運動指導士資格を持つものとして、これらのことさらに積極的に関わっていきたいと思っている。今回の実験に協力いただいたみなさんに深く感謝いたします。

文 献

- 1) Janis S. Fisler : STARVATION AND SEMISTARVATION DIETS IN THE MANAGEMENT OF OBESITY. *Ann. Rev. Nutr.*, **7**, 265~284 (1987)
- 2) J. C. Waterlow : METABOLIC ADAPTATION TO LOW INTAKES OF ENERGY AND PROTEIN. *Ann. Rev. Nutr.*, **6**, 495~526 (1986)
- 3) 酒井哲雄, 金子 公, 池田 勝 : YMCA フィットネスプログラム, 日本 YMCA 同盟出版部 東京 (1985)
- 4) Nagamine S, Suzuki S. : Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. *Hum Biol.*, **36**, 8~15 (1964)
- 5) Brozek J, Grande F, Anderson J, et al : Densitometric analysis of body composition ; revision of some quantitative assumption. *Ann N Y Acad Sci.*, **110**, 113~140 (1963)
- 6) 大中政治 : 栄養状態の把握と検査(9) 呼吸ガス分析. *医学のあゆみ* **120**, 381~386 (1982)
- 7) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修 : 第四次改定 日本人の栄養所要量. 東京, 第一出版, (1989)
- 8) W. B. Zuti and L. A. Golding : EFFECTS OF DIET AND EXERCISE ON BODY COMPOSITION OF ADULT WOMEN DURING WEIGHT REDUCTION. *Med. Sci. Sports.*, **5**, 62 (1973)
- 9) Amy Z. BELKO, VANLOAN, Teresa F. BARBIERI and Patric MAYCLIN : DIET, EXERCISE, WEIGHT LOSS, AND ENERGY EXPENDITURE IN MODERATELY OVERWEIGHT WOMEN. *International Journal of Obesity*, **11**, 931~104 (1987)
- 10) 北川 薫 : 運動が身体組成にあたえる効果. *体育の科学*, **35**, 772~775 (1985)
- 11) D. VAN DALE, W. H. M. SARIS, P. F. M. SCHOFFELEN and F. TEN HOOR : DOES EXERCISE GIVEN ADITIONAL EFFECT IN WEIGHT REDUCTION REGIMENS? *Internal Journal of Obesity*, **11**, 367~375 (1987)
- 12) 鈴木慎次郎, 太田富貴雄, 大島寿美子 : 肥満治療のための運動と栄養の処方に関する研究. *体育科学*, **4**, 31~38 (1976)
- 13) Yoshimura, H : *Nutr Rev.*, **28**, 251 (1970)
- 14) 寺尾 保 : 運動と脂質代謝. *臨床栄養*, **65**, 503~507 (1984)
- 15) 水沼俊美, 岸野泰雄 : スポーツとたんぱく脂質代謝. *臨床栄養*, **78**, 33~40 (1991)
- 16) Glomset, J. A. : Physiological role of lecithincholesterol acyltransferase. *Amer J. Clin. Nutr.*, **23**, 1129 (1970)
- 17) Nikkila, E. A. et al. : Lipoprotein lipase activity in adipose tissue and skeletal muscle of runner relation to serum lipoproteins. *Metabolism*, **27**, 1661 (1978)
- 18) American College of Sports Medicine : Proper and improper weight loss programs. *Med Sci. Sports Exerc.* **15**(1) : ix~xiii (1983)

