

運動の強度・時間と脂質代謝との関係

中 本 哲

はじめに

高血圧や動脈硬化・高脂血症・等のいわゆる成人病の原因は多々あるが、肥満がその原因となることが多い^{5) 15)}。そのため健康の保持・増進を考えたとき肥満の予防・改善は重要な課題であると考えられる。

この点、規則的な有酸素性運動は体蛋白質の損失を少なく、体脂肪の減少を促す手段として極めて有効であるとされている¹⁶⁾。しかし、肥満の予防・改善には脂質の効率的な利用を考慮し、適切な運動の強度・時間・頻度を決定しなければならない。佐藤は¹⁵⁾「貯蔵脂肪の利用率を高めることを目的とした糖尿病の運動療法において、最大酸素摂取量の50%前後を1回10~30分、週3~5日行わせる」よう指導している。佐野は¹³⁾「糖尿病・脂質代謝異常・肥満の改善には運動の期間・頻度より強度が最も影響するが、その運動強度は最大酸素摂取量の40~70%の強度に保つことが重要である」としている。その他の研究報告を合わせ考えると^{1) 4) 5) 9) 14) 17)}、運動の強度は中等度（最大酸素摂取量の40~60%）、時間は10~60分以上、頻度は週3日以上であった。

しかし、これらの研究のほとんどは肥満者あるいは肥満の合併症としての有疾患者を対象としたものが多く、健康成人あるいは運動実践者についての報告は少ない¹⁹⁾。

そこで本研究では、異なった強度の走運動中のエネルギー消費量・脂質消費量・脂質消費比率を比較することにより、脂質代謝に効率的な運動強度・運動時間を検討することを目的とした。

なお、運動中の脂質を捉えるには血中脂質（中性

脂肪・遊離脂肪酸・コレステロール・等）を測定する方法（観血的方法）と、呼気ガスを採取し酸素摂取量と炭酸ガス排出量の比で表される呼吸商から算出する方法（非観血的方法）がある。本研究では後者の呼吸商から検討した。

方法

1. 対象

体育専攻女子大学生5名を被検者とし、その特性は表1に示した。

被検者の有酸素性能力を「大学女子運動選手の持久力評価基準（5段階評価）」¹⁰⁾でみると、被検者Aは4点（やや優れている）、被検者B・C・Dは3点（普通）、被検者Eは1点（劣る）に属していた。また、BMI（Body Mass Index）からみて肥満あるいは瘦身に該当する被検者はいなかった。

エネルギーに関する研究では食事内容が大きく関係するため⁷⁾、被検者には測定前4時間以上は食事をしないことを条件づけた。

表1. 被検者の特性

被検者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI*	最大酸素摂取量 (ml/min)(ml/kg·min)	
A	21	161.5	53.0	20.3	2772	52.3
B	20	157.5	50.0	20.2	2499	50.0
C	20	167.0	55.5	20.0	2739	49.4
D	22	151.0	49.0	21.5	2249	45.9
E	21	162.2	65.0	24.7	2593	39.3
平均値	20.8	159.8	54.5	21.3	2570.4	47.4
S.D.	0.84	5.98	6.40	1.97	210.94	5.07

* BMI : Body Mass Index

2. 運動強度の設定

運動は最大酸素摂取量の40%と60%の強度を初期速度として、それぞれ60分間のトレッドミル走を課した。

最大酸素摂取量は、トレッドミル（西川鉄工所製 NT-13型）を用いて、速度漸増法によりExhaustionに至るまで走運動を実施し、その間、心拍数（日本光電製ライフスコープ6使用）を記録するとともに、酸素摂取量・炭酸ガス排出量・等の呼気ガスを採取分析（日本電気三栄製エアロビクスプロセッサ391使用）することにより求めた。その判定に際しては、「① 酸素摂取量のlevelling offがみられること、② 心拍数が毎分180拍以上となること、③ 呼吸商（炭酸ガス排出量／酸素摂取量）が1.05以上であること」¹⁾の3つの生理的条件のうち2つ以上を満たすこととした。

運動強度はトレッドミル速度と酸素摂取量の回帰式を作成した後、最大酸素摂取量の40%と60%の速度を運動強度として設定した。なお、回帰式の使用に際して両項目間の相関係数を求めたが、すべての被検者において0.1%水準で有意な相関が認められた。

以上の手続きで60分間のトレッドミル走を実施したが、60分間全体の運動強度を再計算したところ、初期設定で40%とした強度は実質 $52.2 \pm 7.55\%$ （以下、50%強度とする）であり、同様に60%強度は $69.6 \pm 7.92\%$ （以下、70%強度とする）であった。

3. エネルギー消費量および脂質の消費

60分間のトレッドミル走行中1分毎に呼気ガスを採取し酸素摂取量および炭酸ガス排出量を求めたが、エネルギー消費量・脂質消費量・脂質消費比率はZuntzの換算表⁷⁾に呼吸商を対応させることにより求めた。

4. データの処理

項目間の関係にはPearsonの相関係数を、差の検

定にはStudentのt検定を用い、5%水準で有意性を検討した。なお、データの処理には「Windows対応版ロータス1-2-3 R4J」を使用した。

結果

1. エネルギー消費量と脂質消費量

1分間毎に加算した体重当たり累積エネルギー消費量および体重当たり累積脂質消費量の経時的变化を図1に示した。また、被検者個々人の体重当たり累積脂質消費量の経時的变化を図2と図3に示した。

1) エネルギー消費量

体重当たり累積エネルギー消費量を経時的にみると、50%強度の運動は運動開始5分で 0.6 ± 0.03 Kcal, 10分で 1.2 ± 0.07 Kcal, 15分で 1.9 ± 0.12 Kcal, 20分で 2.5 ± 0.18 Kcal, 25分で 3.2 ± 0.25 Kcal, 30分で 3.9 ± 0.32 Kcal, 35分で 4.5 ± 0.40 Kcal, 40分で 5.2 ± 0.48 Kcal, 45分で 5.8 ± 0.55 Kcal, 50分で 6.5 ± 0.63 Kcal, 55分で 7.1 ± 0.71 Kcal, 60分で 7.8 ± 0.80 Kcalであった。同様に70%強度の運動は運動開始5分で 0.7 ± 0.08 Kcal, 10分で 1.5 ± 0.19 Kcal, 15分で 2.3 ± 0.30 Kcal, 20分で 3.2 ± 0.42 Kcal, 25分で 4.0 ± 0.53 Kcal, 30分で 4.8 ± 0.65 Kcal, 35分で 5.7 ± 0.76 Kcal, 40分で 6.5 ± 0.87 Kcal, 45分で $7.4 \pm$

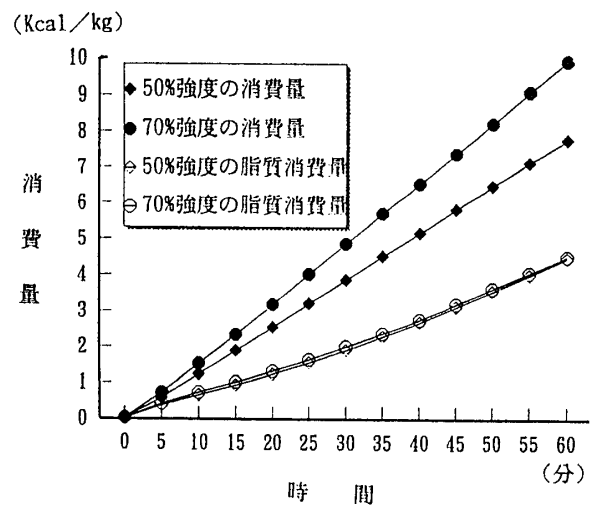


図1. 運動強度別体重当たり累積エネルギー消費量と体重当たり累積脂質消費量

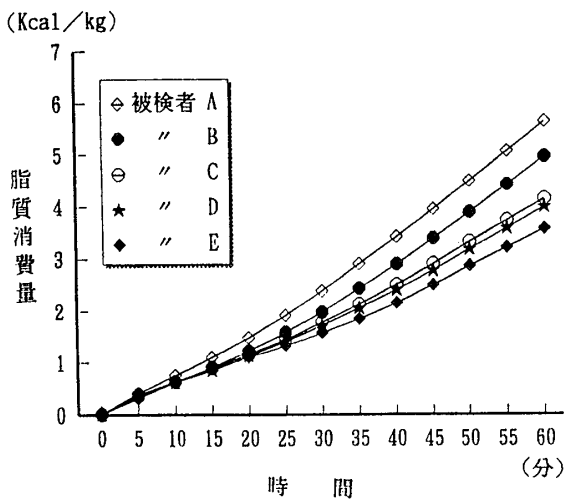


図2. 個人別体重当たり累積脂質消費量の経時的変化 (50%強度)

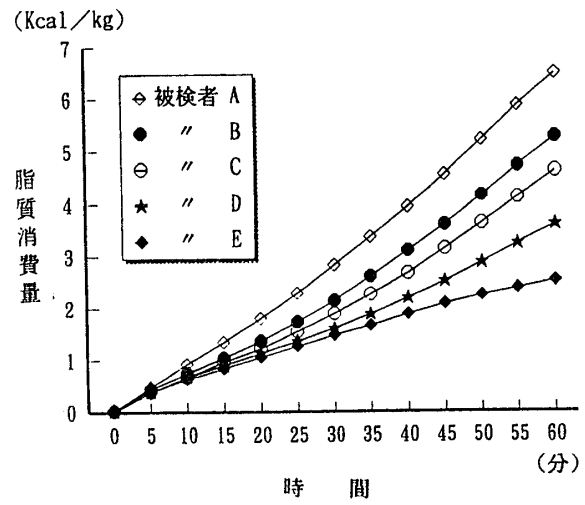


図3. 個人別体重当たり累積脂質消費量の経時的変化 (70%強度)

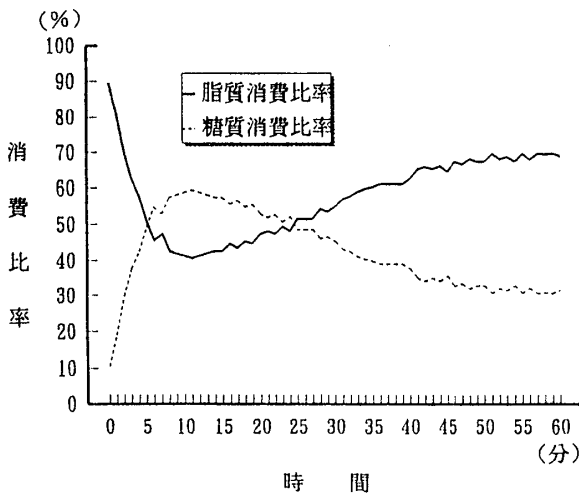


図4. 脂質消費比率の経時的変化 (50%強度)

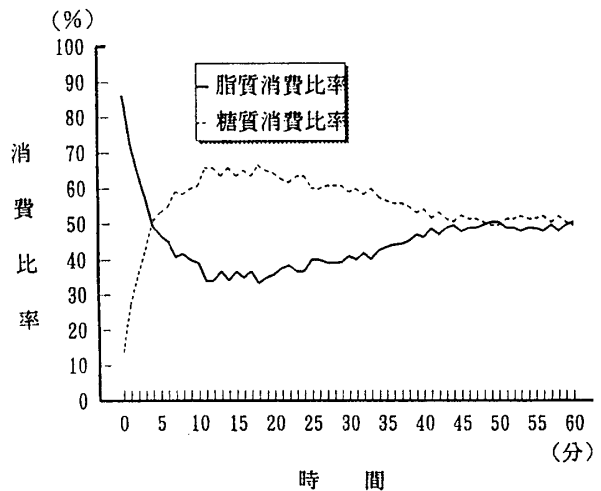


図5. 脂質消費比率の経時的変化 (70%強度)

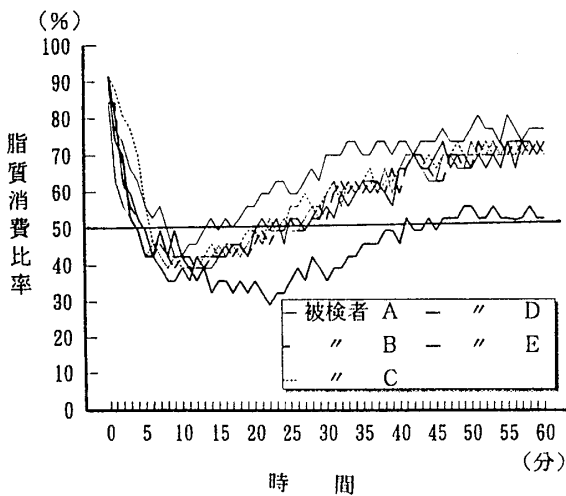


図6. 個人別脂質消費比率の経時的変化 (50%強度)

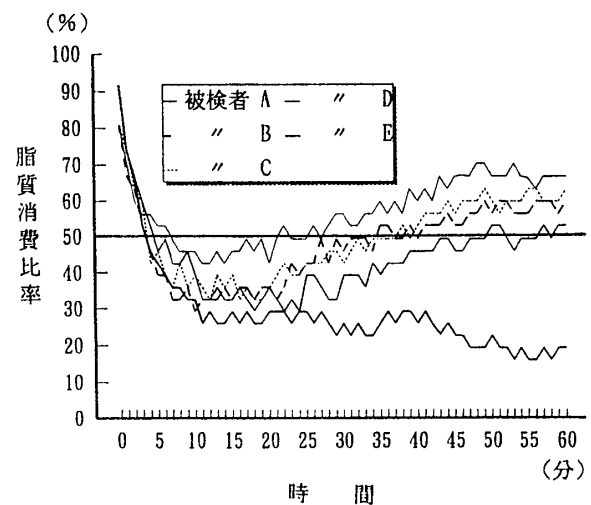


図7. 個人別脂質消費比率の経時的変化 (70%強度)

0.98Kcal, 50分で 8.2 ± 1.10 Kcal, 55分で 9.1 ± 1.20 Kcal, 60分で 9.9 ± 1.30 Kcalであった。50%強度と70%強度の運動の相対応する時間について消費量の差を検討したが有意な差は認められなかった。

また、時間毎に消費量と体重当たり最大酸素摂取量との関係をみたところ、50%強度 ($r=0.114 \sim 0.267$), 70%強度 ($r=0.616 \sim 0.689$) のいずれの運動においても有意な相関は認められなかった。

2) 脂質消費量

体重当たり累積脂質消費量を経時的にみると、50%強度の運動は運動開始 5分で 0.4 ± 0.03 Kcal, 10分で 0.7 ± 0.05 Kcal, 15分で 0.9 ± 0.10 Kcal, 20分で 1.2 ± 0.15 Kcal, 25分で 1.5 ± 0.23 Kcal, 30分で 1.9 ± 0.31 Kcal, 35分で 2.3 ± 0.40 Kcal, 40分で 2.7 ± 0.49 Kcal, 45分で 3.1 ± 0.56 Kcal, 50分で 3.5 ± 0.64 Kcal, 55分で 4.0 ± 0.73 Kcal, 60分で 4.5 ± 0.82 Kcalであった。同様に70%強度の運動は運動開始 5分で 0.4 ± 0.04 Kcal, 10分で 0.7 ± 0.11 Kcal, 15分で 1.0 ± 0.19 Kcal, 20分で 1.3 ± 0.29 Kcal, 25分で 1.6 ± 0.40 Kcal, 30分で 2.0 ± 0.53 Kcal, 35分で 2.4 ± 0.66 Kcal, 40分で 2.8 ± 0.80 Kcal, 45分で 3.2 ± 0.95 Kcal, 50分で 3.6 ± 1.14 Kcal, 55分で 4.1 ± 1.33 Kcal, 60分で 4.5 ± 1.51 Kcalであった。50%強度と70%強度の運動の相対応する時間について消費量の差を検討したが有意な差は認められなかった。

また、時間毎に消費量と体重当たり最大酸素摂取量との関係をみたところ、50%強度の運動では運動開始から25分まで有意な相関は認められなかった ($r=0.561 \sim 0.794$) のもの、以後は $r=0.826 \sim 0.855$ の範囲にあり5%水準で有意な相関が認められた。同様に70%強度の運動では運動開始から20分まで有意な相関は認められなかった ($r=0.682 \sim 0.792$) が、以後は $r=0.812 \sim 0.950$ の範囲にあり5%水準で有意な相関が認められ、いずれの運動においても有酸素性能能力の高いほど脂質消費量が多いという結果が得られた。

被検者個人についてみると、被検者A・B・C・Dは70%強度の運動の方が50%強度の運動より消費量が大きかったが、有酸素性能能力に劣る被検者Eでは逆に50%強度の運動の方が70%強度の運動よ

り消費量が大きかった。

2. 脂質および糖質の消費比率

脂質と糖質の消費比率の経時的变化を図4と図5に示した。また、個々人の脂質消費比率の経時的变化を図6と図7に示した。

脂質消費比率を経時的にみると、50%強度の運動では安静時 $89.4 \pm 3.21\%$ 、運動開始 5分で $50.7 \pm 5.73\%$ 、10分で $41.2 \pm 1.80\%$ 、15分で $42.5 \pm 4.77\%$ 、20分で $47.3 \pm 7.44\%$ 、25分で $51.5 \pm 9.20\%$ 、30分で $54.9 \pm 12.51\%$ 、35分で $60.4 \pm 8.93\%$ 、40分で $62.5 \pm 10.51\%$ 、45分で $64.6 \pm 9.39\%$ 、50分で $67.3 \pm 7.58\%$ 、55分で $69.5 \pm 10.30\%$ 、60分で $68.8 \pm 9.40\%$ であった。同様に70%強度の運動では安静時 $86.2 \pm 5.91\%$ 、運動開始 5分で $46.8 \pm 5.05\%$ 、10分で $39.2 \pm 6.51\%$ 、15分で $36.7 \pm 6.68\%$ 、20分で $35.8 \pm 4.70\%$ 、25分で $40.1 \pm 7.32\%$ 、30分で $41.0 \pm 11.00\%$ 、35分で $43.5 \pm 13.16\%$ 、40分で $46.1 \pm 12.71\%$ 、45分で $47.8 \pm 16.45\%$ 、50分で $50.4 \pm 16.98\%$ 、55分で $48.6 \pm 20.15\%$ 、60分で $50.5 \pm 19.13\%$ であった。2種類の運動のいずれも運動開始直後から減少し、時間は異なるもののその後徐々に増加の傾向を示した。

そこで増加に転じた後、脂質消費率が50%を超え、以後50%以上を示す時間について個々人の経時的变化からみると、50%強度の運動では被検者A16分、B28分、C25分、D28分、E46分であった。70%強度の運動では被検者A23分、B41分、C40分、D59分であったが、Eは60分経過した時点でも50%を超えることはなかった。

この50%を超えた時間と体重当たり最大酸素摂取量との関係をみたところ、50%強度の運動では相関係数が -0.953 となり、5%水準で有意な相関が認められた。同様に70%強度の運動では被検者Eの時間が得られなかったため4名の被検者について相関を求めた。その結果、相関係数は -0.986 であり、5%水準で有意な相関が認められた。

これらのことから70%強度よりも50%強度の運動の方が、そして有酸素性能能力の低い者より高い者の方が早い時間から脂質をエネルギー源として利用し

ている、という結果が得られた。

考察

最大酸素摂取量の50%と70%の強度の走運動をそれぞれ60分間実施し、エネルギー消費量および脂質の消費量・消費比率を比較することにより、脂質代謝に効率的な運動強度・運動時間について検討した。特に消費量については体格に影響される⁷⁾ことから体重当たりの消費量で比較検討した。

1. 運動強度

通常、同じ時間の運動であれば強度の高い方がエネルギー消費量が多いが、本研究の結果は統計的に有意な差には至らなかった。しかし、体重あたり累積エネルギー消費量は70%強度の運動の方が50%強度の運動より大きい傾向を示した。運動におけるエネルギー供給は運動の初期段階でアデノシン三リン酸とクレアチンリン酸(ATP-CP系)が、そしてその後糖質(グリコーゲン)の解糖過程・酸化過程、脂質(遊離脂肪酸)の順で使われる。エネルギー出力はATP-CP系が最も大きく、順次小さくなり、脂質が最も小さい。しかし、ATP-CP系および糖質の解糖過程のエネルギーは最大運動の場合約40~41秒で枯渇する⁶⁾ことから、長時間運動のエネルギーは糖質(酸化過程)と脂質であると考えられている。そこで、体重当たりの累積脂質消費量をみたが、70%強度と50%強度の運動は60分間ほぼ同値であり、統計的に有意な差は認められなかった。このことは、運動強度が強ければトータルとしての消費量は大きくても、脂質消費量は比例して増加するというものではない、ということを示唆するものであると考えられる。

佐藤¹⁵⁾は貯蔵脂肪の利用率を高めることを目的とした糖尿病の運動療法において、最大酸素摂取量の50%前後を指導している。佐野¹³⁾は糖尿病・脂質代謝異常・肥満の改善には同様に40~70%の強度としている。その他の研究報告^{1) 4) 5) 9) 14) 17)}を合わせ考えると、運動強度は中等度(最大酸素摂取量

の40~60%)のレベルに一致している。一般に肥満者および有患者は非肥満者・無患者に比して有酸素性能力が低い^{5) 18)}ことから一致した見解になったのではないかと考えられる。それに対してアメリカスポーツ医学協会(ACSM: American College of Sports Medicine)¹⁾は健康・体力づくりの指針として、運動強度は最大酸素摂取量の40~85%(最大心拍数の55~90%)を推奨し、健康な成人は最大酸素摂取量の60~70%、低運動能力者や有患者は40~60%の強度としている。また、肥満者に対する体脂肪減少の運動強度は最大心拍数の60%(最大酸素摂取量の約50%に相当する)あるいはそれ以下、つまり低運動能力者と同等としている。このことは運動能力、換言すれば有酸素性能力を考慮した運動強度を設定していることになる。同様に、中年男女を対象とした坂本たち¹²⁾はVT(Ventilatory Threshold)強度と脂質消費量に正の相関を認め、高齢者男女を対象とした本山たち⁹⁾はLT(Lactate Threshold)強度が脂質改善に有効な方法であることを報告している。他に田中たち¹⁷⁾も肥満者の減量にはLT強度をすすめている。VTとLTを総称してAT(Aerobic Threshold; 有酸素性作業閾値)と呼び、ATを換気量から求めた場合をVTと言い、血中乳酸濃度から求めた場合をLTと言う。ATレベルは有酸素性能力と正の相関があり¹⁸⁾、有酸素性能力に優れた人はATレベルが高い傾向を示す。このATレベルを最大酸素摂取量に対する比率で表すと、前述の本山たちの報告⁸⁾では50%前後、坂本たち¹²⁾によると約55%であり、一流女子マラソンランナーは80~86%²⁾である。

本研究においてはATの測定をしていないが、脂質消費量と有酸素性能力との関係をみたところ、50%強度の運動では30分以降、70%強度の運動では25分以降から有意な相関が認められ、有酸素性能力が高いほど脂質の消費量が多い結果が得られた。さらに被検者個人についてみたところ、被検者A・B・C・Dは70%強度の運動の方が50%強度の運動より消費量が大きかったが、有酸素性能力に劣る被検者E(体重あたり最大酸素摂取量39.3ml/kg・min)では逆に50%強度の運動の方が70%強度の運動より

消費量が大きかった。これらの結果はACSM¹⁾、坂本たち¹²⁾、本山たち⁹⁾、田中たち¹⁷⁾の見解と同様に、効率的な脂質消費には有酸素性能力に応じた強度を設定すべきであることを示唆するものと考えられる。さらに多くのデータを必要とするが、ACSMでいう低運動能力者とは本研究の被検者Eにみられるように体重当たり最大酸素摂取量 $40\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ 以下に相当することになる。そして、 $40\sim 45\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ が効率的な脂質消費のための運動強度境界域であり、この値以上の有酸素性能力者は70%前後の方が、この値以下では50%前後の方が、そしてこの値相当では60%前後の強度が良いのではないかと推察される。本研究の被検者と同年齢の一般成人女子の体重当たり最大酸素摂取量は $36.5\pm 5.2\sim 35.7\pm 5.4\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ ³⁾であり、被検者Eよりも値は小さく、さらに加齢と共にこの値は減少を示すことから^{3) 18)}、一般成人の場合は肥満に関係なく、体脂肪減少には50%前後の強度を設定するのが妥当ではないかと考えられる。

2. 運動時間

本研究の50%強度と70%強度のいずれの運動においても、安静時は脂質消費比率が総エネルギー消費量の80~90%を占める。しかし、運動開始直後から脂質の比率は低下し、約5分で50%を下回ることになった。その後比率は上昇し、70%強度の運動では約45~60分で50%くらいの比率となったが、50%強度の運動では約25分の時点で50%以上の比率となった。また、脂質消費比率が50%を超えた時間と有酸素性能力との関係をみたところ、いずれの運動においても有酸素性能力の高いほどその時間は早いという傾向を示していた。

効率的な脂質消費のための運動時間は強度と関連するが、この結果からみると運動中の脂質消費比率が低下から上昇に転じ、50%を超えた時点以上の時間運動を継続することが効率的な脂質消費時間と考えることができる。しかし、運動強度を中等度とした場合、佐藤は1回10~30分¹⁵⁾、伊藤たちは60分以上⁵⁾と、本研究の結果と比較して時間の違いがみ

られる。それは被検者の有酸素性能力の差が関与しているためと考えられる。

また、被検者個人について脂質消費比率が50%を超えた時間をみたところ、全員が50%強度の方が70%強度より早い結果となった。このような傾向は前述のエネルギー出力と関連するものと考えられるが、70%強度の場合には50%強度よりも大きな出力のエネルギーに依存することになるため、その力を持続させるために糖質を主なエネルギー源とする必要がある。一方、50%強度の運動ではそれほど大きな力を要さないことから時間的に早い時期から脂質をエネルギー源としているものと推察される。

以上のように、脂質代謝に効率的な運動の強度と時間について検討したが、いずれも有酸素性能力に大きく依存することが示唆された。

また、脂質代謝は運動の強度と時間以外にも環境温度が影響するという報告⁸⁾もあり、更なる検討が必要であると考えられる。

まとめ

体育専攻女子大学生5名を対象として、最大酸素摂取量の50%と70%の強度の走運動をそれぞれ60分間実施した。その間、呼気ガスを採取・分析し、エネルギー消費量および脂質の消費を求め、脂質代謝に効率的な運動強度・時間について検討した。その結果以下の知見が得られた。

1. 60分間の体重当たり累積エネルギー消費量は、50%強度の運動が $7.8\pm 0.80\text{Kcal}$ 、70%強度の運動が $9.9\pm 1.30\text{Kcal}$ であった。
2. 60分間の体重当たり累積脂質消費量は、50%強度の運動が $4.5\pm 0.82\text{Kcal}$ 、70%強度の運動が $4.5\pm 1.51\text{Kcal}$ であった。また、体重当たり累積脂質消費量を被検者個人についてみたところ、有酸素性能力に劣る被検者Eは50%強度の運動の方が70%強度の運動より大きかった。しかし、他の4人はその逆であった。さらに、脂質消費量と体重当たり最大酸素摂取量との関係をみたところ、50%強度の運動では運動開始30分以降 ($r=0.826$

～0.855), 70%強度の運動では25分以降 ($r=0.812$ ～0.950) から5%水準で有意な正の相関が認められた。

3. 脂質消費比率は運動開始直後から減少するが、その後上昇に転じ50%以上の比率を示す。その時の時間をみたところ、50%強度の運動は20～25分、70%強度の運動は45～60分であった。また50%以上に転じた時間は、被検者全員50%強度の運動の方が70%強度の運動より早かった。さらに、その時間と体重当たり最大酸素摂取量との関係をみたところ、50%強度の運動 ($r=-0.953$) と70%強度の運動 ($r=-0.986$) のいずれも5%水準で有意な負の相関が認められた。

以上、脂質消費量は総エネルギー消費量の増加に比例して増加するものではなく、適切な運動の強度と時間が設定されるべきである。しかし、運動の強度と時間は有酸素性能力に大きく依存するものである、ということが示唆された。

参考文献

- 1) American College of Sports Medicine (1991) : Guidelines for exercise testing and prescription(4th Edition), Lea & Febiger, Philadelphia, 93-119.
- 2) 江橋 博・後藤芳雄・西嶋洋子・今泉哲雄 (1987) : 一流マラソンランナーのVentilatory threshold, 第42回日本体力医学会大会号, 133.
- 3) 日丸哲也・青山英康・永田 晟 (1991) : 健康体力評価・基準値事典, ぎょうせい, 東京, 163-165.
- 4) 井上 徹・乾 明夫 (1989) : 減量の具体的プログラム, 臨床スポーツ医学, 6(6), 639-643.
- 5) 伊藤 朗, 金刺喜美子, 井川幸雄 (1974) : 肥満症の作業能力向上及び高脂血症改善のための運動処方, 体育科学, 2, 245-258.
- 6) Margaria,R.,P.Cerretelli and F.Mangili (1964) : Balance and kinetics of anaerobic energy release during strenuous exercise in man, J. Appl. Physiol., 19(4), 623-628.
- 7) McArdle,W.D.,F.I.Katch and V.L. Katch (田口貞善・矢部京之助・宮村実晴・福永哲夫 監訳) (1992) : 運動生理学, 杏林書院, 東京, 85-150.
- 8) 森井秀樹・田口貞善・広田公一 (1992) : 環境温度および運動強度の違いが血清遊離脂肪酸 (FFA) 濃度に及ぼす影響, 体育の科学, 42(2), 135-139.
- 9) 本山 貢・角南良幸・木下藤寿・入江 尚・佐々木 淳・清永 明・田中宏暁・進藤宗洋 (1994) : 長期間に及ぶ軽運動の有酸素的トレーニングと運動中止が有病高齢者の血清脂質及び脂質蛋白質に及ぼす影響について, 体力科学, 43(5), 434-442.
- 10) 中本 哲 (1990) : 女子運動選手における持久力評価指標の検討, 東京女子体育大学紀要, 25, 48-56.
- 11) 大柿哲朗 (1977) : VO_2max の判定基準 (criteria), 体育の科学, 27(5), 360-364.
- 12) 坂本静男・平野清孝・村永信吾・鳥羽泰光 (1994) : 最大脂質燃焼量の運動処方および運動の効果判定への応用に関する検討, 臨床スポーツ医学, 11(8), 937-942.
- 13) 佐野忠弘 (1986) : 長期aerobic運動処方実践による糖・脂質代謝・肥満の改善と運動強度・頻度・期間との関係, 体力科学, 35(1), 47-52.
- 14) 佐藤祐造 (1990) : 肥満を解消するための運動, 体育の科学, 40(3), 199-203.
- 15) 佐藤祐造 (1993) : 糖尿病と運動, 体力科学, 42(2), 101-110.
- 16) 鈴木慎次郎・太田富貴雄・大島寿美子 (1976) : 肥満治療のための運動と栄養の処方に関する研究 第3報, 体育科学, 4, 31-38.
- 17) 田中宏暁・佐々木 淳・進藤宗洋 (1989) : 運動による減量とメディカルチェック, 臨床スポーツ医学, 6(6), 611-620.
- 18) 谷口興一・伊東春樹 (1989) : 心疾患の診断・治療とAT, 体育の科学, 39(5), 376-381.
- 19) 豊岡示朗・吉川 清・足立哲司 (1995) : 朝と夕方方のジョギングにおける血中基質の動態と代謝特性, 体力科学, 44(4), 419-430.