

減量に効果的な運動強度について

玉木 啓一

The optimal exercise intensity for weight control

Keiichi TAMAKI

Abstract

The purpose of present study was to examine the optimal exercise intensity for weight control.

Twenty female healthy students of physical education volunteered this study. They exercised on bicycle-ergo meter until all out. Vo_2 and respiratory exchange ratio were measured during exercise. From these data, optimal exercise intensity for weight control was calculated.

The optimal exercise intensity was 36.5% of Vo_{2max} and the respiratory exchange ratio was 0.78.

In conclusion, it suggests safety exercise intensity that consumes fat very much.

Key word : Exercise intensity, Weight control

キーワード：運動強度，減量

様々な成人病の引き金となる肥満の解消は、健康を求める現代人あるいはスタイルを気にする女性にとって大きな関心事である。肥満解消の方法としては、食事制限などによりエネルギー摂取量をコントロールする方法と、運動によりエネルギー消費量を増加させる方法の2種類が考えられ、これらをうまく組み合わせることが、安全で効果的な減量方法であると考えられている。¹⁰⁾ また、運動による消費カロリーは少なくとも、運動の効果は、多方面にわたり、生体の代謝パターンの改善が期待できる。³⁾

減量を長期的に見れば、エネルギー出納の収支に帰着するといつてよい。⁸⁾ しかし、先に述べたように、健康的な減量は、断食のように単にエネルギーの入力を断つだけでは達成されず、摂取カロリーの適切な抑制と、消費カロリーの適正な確保が必要となる。

肥満の解消には、身体の余分な脂肪を減らすことが重要である。幸いに、運動のエネルギー源と

して脂肪をヒトは用いることができる。運動中のエネルギー源の脂肪の動員は、実践する運動の強度に依存することが知られている。⁵⁾ 運動の強度が低いほど、エネルギー源としての脂肪の割合は増加する。しかしながら、運動強度が低くなると、運動により消費するエネルギー量も少なくなるので、運動強度が下がれば下がるほど脂肪が燃焼される量が増えるわけではない。つまり、運動中に脂肪をエネルギー源として消費する至適な運動強度が存在すると考えてよい。

肥満の解消に運動は重要な手段の一つであるが、運動を処方するには、運動の強度、持続時間および頻度を決定する必要がある。よく健康づくりや減量のための運動強度として「有酸素運動」である低強度の運動が推奨されている。低強度の運動は、エネルギー源として動員される脂肪の割合も高い。一方、減量に効果的な運動強度であっても、効果よりも安全面を優先させるべきである。⁴⁾ また、安全面でも危険が低いとされている低強度で、

脂肪の消費が多いというのは減量にとって朗報である。しかしながら、減量を目的とした時、運動中の脂肪の消費に着目した効果的な運動強度を示した研究は、少ない。

本研究は、運動中の脂肪の消費量から見た運動強度を検討することを目的とした。

表1 被験者の身体的特性 (n=20)

	体重 (kg)	最大酸素摂取量 (ml/分・kg ⁻¹)	最高心拍数 (拍/分)
平均値	50.5	38.5	189
標準偏差	4.5	4.9	8

方 法

本研究の被験者は、健康な体育専攻女子短大生20名であった。被験者には、本実験の内容および考える危険性を説明したのちに、実験に参加する同意を得た。彼女らは、表1に示したように、同世代の日本人女子(体重:50.8kg, 最大酸素摂取量:36.5ml/分・kg⁻¹)⁹⁾と比較して、活動的である傾向が見られた。

被験者には、自転車エルゴメータ上で負荷漸増運動を疲労困憊まで行わせた。負荷漸増のプロトコルは、40、90および140Wで各々2分間、これにひき続き毎分10Wずつ負荷を増加するものであった。

運動中のすべての期間にわたり、胸部双極導出法による心電図から心拍数を測定した。また、既知濃度のガスにより校正した自動呼気ガス分析機(ミナト医科学社製)により、酸素摂取量および呼吸商(本研究では呼吸交換比)を測定した。

運動中の脂肪の消費量が最大になる運動強度は、以下の手順により算出した。呼吸商と酸素1リットルあたりの運動中の脂肪の消費カロリーの間には、呼吸商が0.7~1.0の間で次のような関係がある。⁵⁾
 脂肪の消費kcal = -15.99 × 呼吸商 - 15.99... (1)

また、呼吸交換比(R)と酸素摂取量(リットル/分)の間には、図1に示したような関係がある。従って、図1のような関係式を被験者毎に求め、上記の(1)の式と辺々毎に積を求めれば、Rの

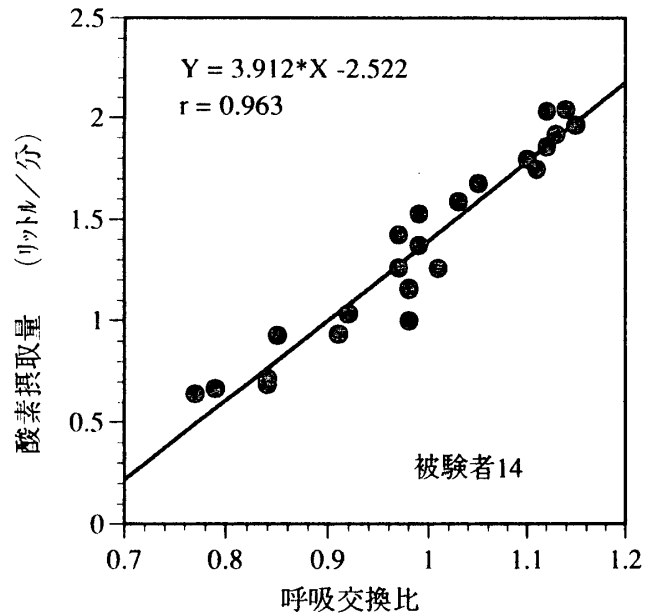


図1 呼吸交換比と酸素摂取量との関係

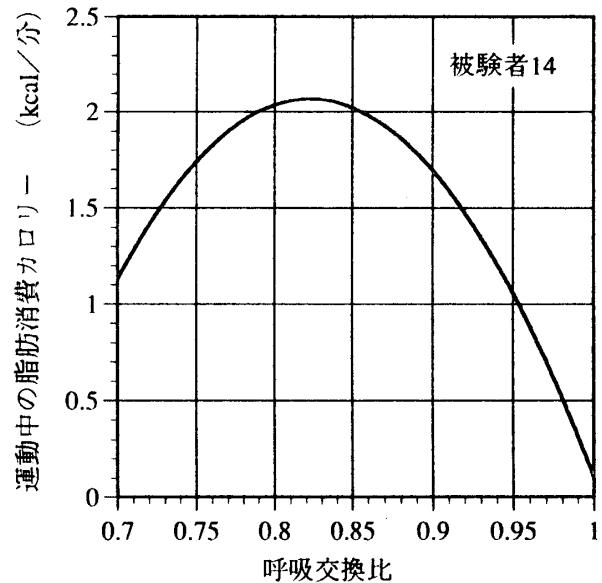


図2 呼吸交換比と運動中の脂肪消費カロリーとの関係

上に凸の2次式を求めることができる(図2)。この、二次式の頂点の座標を、運動中の脂肪の消費量が最も高まる点として用いた。

結 果

呼吸交換比(R)と酸素摂取量との間には、平均で0.958(範囲:0.928~0.992)の高い相関が認められた。

運動中の脂肪消費カロリー(kcal/分)を求め

表2 呼吸交換比(X)と運動中の脂肪消費カロリー(Y)の2次式
 $Y = aX^2 + bX + c$ の各係数

	a	b	c	ピークのX	ピークのY (kcal/分)
被験者1	-39.694	61.226	-21.531	0.771	2.078
被験者2	-39.940	54.886	-14.945	0.687	3.911
被験者3	-73.477	117.980	-44.502	0.803	2.857
被験者4	-32.198	45.039	-12.841	0.699	2.910
被験者5	-76.933	126.944	-50.010	0.825	2.356
被験者6	-67.026	107.017	-39.990	0.798	2.726
被験者7	-74.311	115.841	-41.531	0.779	3.615
被験者8	-41.648	61.101	-19.452	0.734	2.957
被験者9	-77.895	133.251	-55.356	0.855	1.631
被験者10	-64.013	101.843	-37.830	0.795	2.678
被験者11	-51.708	81.545	-29.836	0.789	2.313
被験者12	-60.074	98.001	-37.927	0.816	2.041
被験者13	-43.796	63.174	-19.377	0.721	3.404
被験者14	-62.564	102.898	-40.334	0.822	1.975
被験者15	-56.632	88.108	-31.476	0.778	2.794
被験者16	-44.033	67.775	-23.742	0.770	2.338
被験者17	-100.529	173.141	-72.611	0.861	1.939
被験者18	-56.136	87.313	-31.177	0.778	2.775
被験者19	-44.465	63.414	-18.948	0.713	3.661
被験者20	-70.324	112.481	-42.157	0.800	2.821
平均値	-58.870	93.149	-34.279	0.780	2.689

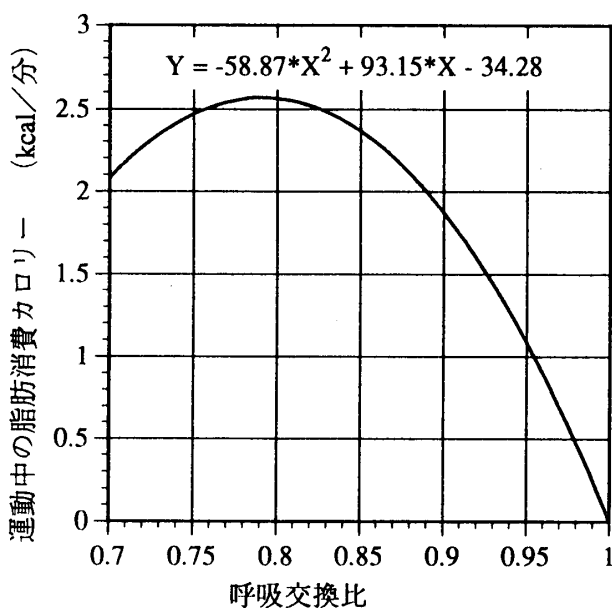


図3 呼吸交換比と運動中の脂肪消費カロリーとの関係

るための2次式 $aX^2 + bX + c$ の係数 a, b, c の値を表2に示した。また、この2次式のピークの値は、平均で、Rが0.78のときであり、このときの1分間当たりの脂肪の消費カロリーは、2.7 kcalであった。20名の被験者の平均的な2次曲線を図3に示した。また、この時の運動強度は、最大酸素摂取量の割合で、 $36.5 \pm 3.2\%$ であった。この図で、運動中の脂肪の消費カロリーが2.5kcal/分を越えていたのは、呼吸交換比がおよそ0.76~0.83の範囲であった。

考 察

本研究において、呼吸交換比(R)と酸素摂取量との間には高い相関が見られた。身体のエネルギー代謝の状態が、安静状態や定常状態の時に測定された二酸化炭素排泄量を酸素摂取量で除したものを呼吸商と呼び、強度が変化する運動中に測定された同様の計算結果を呼吸交換比と通常呼ん

でいるが、本研究での被験者の何名かで測定した、定常状態での呼吸商もこの関係式から大きくはずれることはなかった。このことから、本研究で求めた2次式は妥当なものであったと思われる。呼吸交換比は、運動中の非蛋白代謝のエネルギー源の割合を表すものと考えられる。この2次式の結果からの脂肪を最も消費できる運動強度は、最大酸素摂取量の割合で、36.5%であった。この強度は、非常に低強度であり、運動による事故の危険性も少ないと思われる。しかしながら、トレーニング強度と効果についての先行研究の結果をまとめると、効果を得るためには心拍数で140拍/分以上の運動強度が必要であるとする研究が多い。^{2,6,7)} このことは、今回得られた運動強度が、トレーニング効果が少ないことを示唆するものである。しかしながら、これらの研究は、その効果を持続的な能力の改善から見た結果であり、減量や健康増進の観点からその効果を検証したものではない。一方、低い強度の運動でも、身体を良好な状態に改善するという報告もあり、³⁾一概に今回のような低強度の運動が効果がないと決まったわけではない。

減量のためのエネルギー出納を考えた場合、食物から摂取したカロリーを1時的な運動によってのみ消費することは、非常に困難である。長期的な運動による身体の変化が、肥満になりにくい体質をつくることができるのであろう。肥満になりにくい身体を生理学的に考えると、高い基礎代謝の身体を第一に思い浮かべることができる。基礎代謝が高い身体とは、除脂肪体重の多い身体である。減量をするとき、食事の制限だけではなく、運動も必要であると良くいわれる。¹⁰⁾ 運動をせずに食事だけを制限すると、どうしてもその活動量も減少してしまいがちで、体重も減少するかもしれないが、除脂肪体重の減少も同時に引き起こしてしてしまう。除脂肪体重が減少してしまうことは、基礎代謝も減少し、以前と同じだけ、食物からカロリーを摂取してもエネルギー出納がプラスの方へ傾いてしまう。このことは、減量や体重維持をより困難にしてしまう危険性を含んでいる。減量を考えるには、除脂肪体重を最低でも維持、あるいは増加させるような方法が望ましい。

本研究で導き出した運動中の脂肪の消費カロ

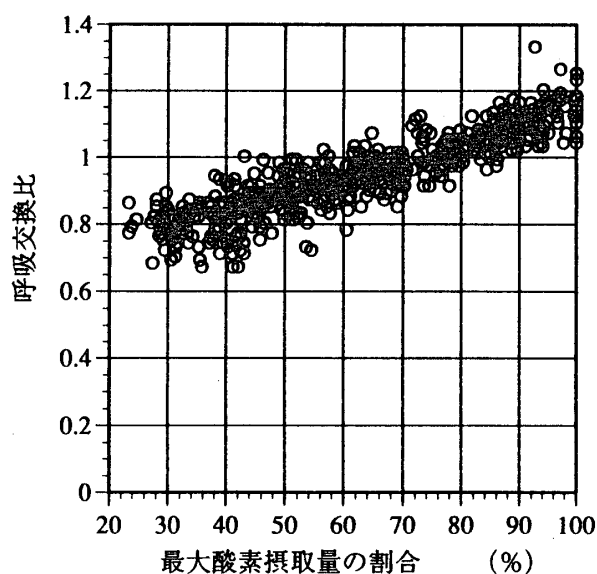


図4 運動強度と呼吸交換比との関係

リーを最大にする運動強度は、かなりの低い強度である。この運動強度では、除脂肪体重を増加させることはできないかもしれない。しかし、運動や減量の実践者の体力レベルや健康状態に合わせ、適切な運動を行うことは、可能であろう。今回明らかになった、呼吸交換比が0.8前後の運動強度は、最大酸素摂取量の40%弱であった。低強度で運動を行うことは、運動による様々な危険性を減少させることができるが、目標のエネルギーを消費するのに長時間を必要としてしまう。このことは、運動が、他の生活時間を圧迫することとなり、運動の習慣化を妨げてしまうかもしれない。しかし、運動強度と呼吸商の関係は、低い運動強度では、急激に上昇しないことが知られている。¹⁾ 本研究でも、最大酸素摂取量の50%位までの強度では、運動中のエネルギー源として脂肪を多く消費できることが明らかになった(図4)。

以上の結果から、運動中の脂肪の消費を最大にする運動強度は、呼吸交換比で0.78、最大酸素摂取量の割合で40%弱であり、安全に減量を行うための運動強度の基準が示唆された。

要 約

本研究は、脂肪の消費量を最大にする運動強度を検討することが目的であった。

健康な女子体育専攻短大生20名が、自転車エルゴメータ上で漸増負荷最大運動を行った。運動中に連続して呼気ガスデータを分析し、呼吸交換比と酸素摂取量の関係から、脂肪を最も消費できる運動強度を決定した。

その結果、運動中の脂肪の消費を最大にする運動強度は、呼吸交換比で0.78、最大酸素摂取量の割合で40%弱であり、安全に減量を行うための運動強度の基準が示唆された。

文 献

- 1) Astrand, P. O. and K. Rodahl: Text book of work physiology. 浅野勝巳, 朝比奈一男監訳: オストランド運動生理学. 第1版. pp. 344-348, 大修館書店: 東京, 1976
- 2) Faria, I. E.: Cardiovascular response to exercise as influenced by training of various intensities. Res. Quart. 41:44-50, 1970
- 3) 井川幸雄: 肥満の運動療法. 保健の科学 19:316-319, 1977
- 4) 金子公有: 運動処方 of の留意点、運動強度の簡便な処方. 体育の科学 28:678-682, 1978
- 5) Karpovich P. and W. Sinning: Physiology of muscular activity. 石河利寛訳: 新版・運動の生理学. 第1版. pp. 101-102, ベースボールマガジン社: 東京, 1976
- 6) Karvonen, M. J., E. Kentala and O. Mustala: The effects of training on heart rate. A longitudinal study. Ann. Med. Exp. Fenn.: 35:307-315, 1957
- 7) Sharkey, B. J. and J. P. Holleman: Cardiorespiratory adaptation to training at specified intensities. Res. Quart. 38: 698-704, 1967
- 8) 鈴木慎次郎: 肥満と運動. 保健の科学 22:624-629, 1980
- 9) 東京都立大学身体適正学研究室編: 日本人の体力標準値 第三版 不昧堂出版 1985 pp66-69, pp272-284
- 10) 山本久徳, 堀田 昇, 青木純一郎: 食事提供方式による肥満成人の減量に及ぼす運動の効果. 体育学研究 33:193-199, 1988