

快適自己ペース走による感情の変化と運動強度

橋本, 公雄
Institute of Health Science, Kyushu University

齊藤, 篤司
Institute of Health Science, Kyushu University

徳永, 幹雄
Institute of Health Science, Kyushu University

高柳, 茂美
Institute of Health Science, Kyushu University

他

<https://doi.org/10.15017/638>

出版情報 : 健康科学. 17, pp.131-140, 1995-02-25. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :



快適自己ペース走による感情の変化と運動強度

橋本公雄 齊藤篤司 徳永幹雄
高柳茂美 磯貝浩久*

The Intensity of Comfortable Self-paced Running,
and Its Effect on Mood Alteration

Kimio HASHIMOTO, Atsushi SAITO, Mikio TOKUNAGA
Shigemi TAKAYANAGI, and Hirohisa ISOGAI*

Summary

The purpose of this study was to clarify the effects of comfortable self-paced running on mood states, and to accurately assess exercise intensity during exercise. Seventeen male students, who voluntarily participated in this study, were asked to perform treadmill running for 15 minutes at a self-established pace, and thereafter the changes in their mood states following exercise were investigated. In order to examine the mood states before exercise, immediately after exercise and during the recovery period (30 minutes post-exercise), a Mood Check List (MCL-3) consisting of "Pleasantness", "Relaxation" and "Satisfaction" subscales, developed by Hashimoto, et al. (1992), was used. Based on the Rating of Perceived Exertion (RPE), heart rate, $\% \dot{V}O_2$ max, blood lactate and plasma catecholamines, the exercise intensity of comfortable self-paced running was determined.

Regarding the exercise intensity of comfortable self-paced running, the mean score of the heart rate and the $\% \dot{V}O_2$ max for 10 minutes during the latter half of the exercise period indicated 155 beats/min and 60% $\dot{V}O_2$ max, respectively. The post-exercise blood lactate level increased about twofold, compared to the pre-exercise level, as well as the plasma epinephrine and plasma norepinephrine levels. On the other hand, the RPE during the exercise was 12.6 ± 1.58 , which indicated a level that was lower than the "somewhat hard" exertion level of RPE.

The "Pleasantness" and "Satisfaction" subscale scores on MCL-3 increased significantly immediately after exercise, and remained at a significantly higher level than measured before exercise during the recovery period. The "Relaxation" subscale score increased significantly immediately after exercise periods compared to that before exercise as well as the "Pleasantness" and "Satisfaction", and increased even more during the recovery period.

Institute of Health Science, Kyusyu University 11 Kasuga 816, Japan.

*Kyusyu Institute Technology, 680-4, Kawazu Iizuka, Fukuoka, Japan.

From the above data, the mood state was observed to increase positively and then remain for at least 30 minutes after completion of the exercise, it was thus suggested that the stress reduction following exercise was caused by suppressing such negative affects such as anxiety or depression because of the increasing positive affects such as pleasantness, satisfaction, relaxation and so on. In addition, it was also found that the exercise intensity of comfortable self-paced running was at a moderate level.

key words: Mood change, MCL-3 mood scale, Treadmill running, Comfortable self-paced running, Exercise intensity

(Journal of Health Science, Kyushu University, 17:131-140,1995)

緒 言

運動によるメンタルヘルスの改善・向上やストレス低減効果に関する研究はこれまで数多くなされ、運動の気分や感情に対する心理的影響が指摘されてきた¹⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²²⁾。そこでは、主に不安感や抑うつ感などのネガティブな感情が研究対象となり、それらを測定する尺度が用いられ、運動の影響が調べられている。そして、運動によってネガティブな感情が低減する理由を気分の高揚感に求め、Distraction Hypothesis、Monoamine Hypothesis、Endorphine Hypothesis、Thermogenic Hypothesis、さらには Opponent-Process Hypothesis などの仮説が提示されている¹⁵⁾²²⁾。これらの仮説はネガティブな感情とポジティブな感情は対応して(対となって)変化することが前提になっているが¹⁹⁾、気分の爽快感、活力、満足感といったポジティブな感情そのものを測定指標として分析し導き出されたものではなく、運動と気分の高揚感とのメカニズムは未だ明らかにされていない。

筆者らは運動によってもたらされる気分の高揚感や情緒の不安感がネガティブな感情を一時的あるいは慢性的に抑制し、ストレス低減効果をもたらすと仮説に立ち、これまでの研究と異なり「快感情」「満足感」「リラックス感」などのポジティブな感情を測定指標とし、運動に伴う感情の変化を明らかにしてきた⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾²⁴⁾。その結果、体力⁷⁾や運動の好き嫌い⁸⁾の影響はあるものの、概して快感情⁶⁾⁸⁾⁹⁾²⁴⁾、満足感⁸⁾⁹⁾²⁴⁾、リラックス感⁶⁾⁹⁾²⁴⁾などのポジティブな感情が増加することが認められている。

ところで、感情について、森田¹⁸⁾は「そのままに放任し、若しくはその自然発動のままに従えばその経過は山型の曲線をなし、一昇り一降りして、遂に消失する」と述べている。実際に、運動により生じた状態不安の低下は運動後2～4時間で運動前のレベルになることが報告されている¹⁵⁾¹⁶⁾²⁵⁾。したがって、運動後の「快感

情」や「リラックス感」「満足感」などのポジティブな感情の増加も経時的に消失することが推測される。

そこで、本研究では運動に伴うポジティブな感情の増加が運動後にどのような変化をするのか、また感情の成分によって異なるのかどうかを検討することを目的とした。また、快適自己ペース走の再現性は認められているが⁹⁾、その運動強度についての検討は十分されていなかったため、主観的・生理生化学的指標を用いて検討した。

方 法

1. 被験者

被験者は実験に伴うリスクについて説明を受け、実験参加を承諾した男子学生17名である。陸上部(中距離)、卓球部、ヨット部の運動部員が3名含まれていたが、他は運動部に所属していない一般学生である。被験者の身体的特性と最大酸素摂取量(以下、 $\dot{V}O_{2max}$ と略す)の平均値と標準偏差をTable 1.に示した。実験を行う前に、被験者の健康状態(風邪や体調)を調査した結果、実験に支障のある者はいなかった。

Table 1. Physical characteristics of the subjects.

	Mean	SD
Age(years)	19.4	0.86
Height(cm)	171.1	4.63
Weight(kg)	59.8	4.47
% Fat(%)	12.4	1.96
$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	49.8	3.68

2. 測定項目および方法

1) 感情尺度

感情の測定は橋本⁷⁾が作成した感情尺度(Mood Check List-3、以下、MCL-3尺度と略す)を用い、運動前後および回復期(運動終了後30分)の3回測定した。MCL-3尺度は、「快感情」「リラックス感」

「満足感」の3つの下位尺度、23項目の形容詞対で構成されている。回答カテゴリーは7段階評定尺度法であり、最もポジティブな感情を3点、中間回答を0点、最もネガティブな感情を-3点としてリッカート法で得点化し、各尺度ごとに尺度得点を算出した。したがって、尺度得点は正の値がポジティブな感情状態を示し、負の値がネガティブな感情状態を示す。

2) 心理的特性

心理的特性として、性格検査と行動特性検査を用いて調査した。性格検査にはY-G性格検査を用いたが、情緒安定性、社会適応性、活動性をみることができ、「抑うつ性」「回帰性傾向」「劣等感」「神経質」「客観性」「協調性」「攻撃性」「一般的活動性」「のんきさ」「思考的外向」「支配性」「社会的外向」などの12の下位尺度から構成されている。

また、行動特性の測定には前田¹⁰⁾が作成した12項目、3段階判定尺度からなる「A型傾向判定表」を用いた。タイプA行動パターンは虚血性心疾患のリスクファクターの1つとして挙げられるものであり、時間切迫感、強い競争心、過度の目的達成努力、極度の攻撃性と敵意などの強い特性を有しているといわれ⁴⁾²³⁾、タイプB行動パターンはタイプA行動パターンの特性を有しないものをいう。「A型傾向判定表」の信頼性と妥当性は認められている¹⁰⁾。配点基準は前田¹⁰⁾に準拠し、17ポイント以上がタイプA行動パターンと判定され、16ポイント以下がタイプB行動パターンと判定される。

3) 運動強度

走行時の運動強度を調べるため、主観的指標と生理生化学的指標を用いた。主観的指標はRPE (Rating of Perceived Exertion、以下RPEと略す)²³⁾を用い、運動開始後5分から運動終了まで2分間隔で合計6回測定した。

生理生化学的指標は心拍数、走行時の酸素摂取量の最大酸素摂取量に対する割合(以下、 $\dot{V}O_2 \max$ と略す)、血中乳酸値および血漿カテコルアミン値(血漿エピネフリン値と血漿ノルエピネフリン値)を用いた。心拍数はテレメーター(フクダ電子 Dyna Scorp 510)により、運動開始から終了まで連続的に測定した。 $\dot{V}O_2 \max$ は、快適自己ペース走と同一のスピードで走行した際の酸素摂取量と負荷漸増法により推定した $\dot{V}O_2 \max$ から算出した。

血液は採血後、7 ml を EDTA 2K により抗凝固処理した後、ただちに冷却遠心分離したものを血漿カテ

コルアミン値(HPLC法)の測定に供した。また、1 ml を 1 N の過塩素酸 1 ml で除蛋白し、遠心分離した後、濾液を血中乳酸値(酵素法)の測定に供した。

3. 実験手順

被験者は早朝実験室に来室し、30分間以上の座位安静の後、運動前の感情の測定および採血を行った。

運動は室温22~23°C、湿度40%の環境下で、斜度0%のトレッドミル(SAKAI/WOODWAY製ELG-2)による15分間のランニングとした。運動強度は被験者が快適と感じるスピードとし、走行前に「最も快適と感じるペースで走行すること」という言語教示を与えた。最初の5分間で被験者にスピードを調節させながら快適と感じるペースをつかませ、そのときの速さでトレッドミルスピードを一定にし、その後10分間走行させた。

運動中の測定は被験者に不快感を与えないよう、心拍数と口頭によるRPEのみとした。運動終了直後に肘静脈より採血を行い、その後運動直後と回復期(30分後)の感情を測定した。

つぎに、実験当日の午後、改めて呼吸を採取しながら快適自己ペース走時と同一のスピードで走行させ、酸素摂取量を測定した。その後、さらに継続して走行速度を最大下で漸増した。 $\dot{V}O_2 \max$ は漸増負荷の心拍数と酸素摂取量から回帰式を求め、被験者の年齢から推定した最高心拍数(220-年齢)を用いて、推定した。運動中の呼吸はエアロモニタAE-10(ミナト医科学株式会社製)により、換気量、酸素摂取量、二酸化炭素排泄量、呼吸交換比を30秒毎に分析、算出した。

4. 統計処理

運動前後の血中化学成分値の変化は対応のあるt検定を用いて行った。また、運動前後および回復期の感情の変化、ならびに運動中のRPEと心拍数の変化は繰り返しのある1要因分散分析(ANOVA)を用い、時間に伴う感情の変化はScheffeによる多重比較検定を行った。なお、データの解析は九州大学大型計算機センターのSPSSプログラムパッケージとMacintoshの統計ソフトのstatviewを用いて行った。

結 果

1. 快適自己ペース走時の運動強度

運動中の心拍数とRPEの変化をFig. 1に示した。運動開始とともに心拍数は増加し、5分後には149.7±19.92拍/分に達し、運動前に比べ有意に増加した(F

(3.64)=203.660, $p < .01$)。それ以降の走行スピードはほぼ一定になるが、6分後から運動終了時までの10分間の心拍数間に有意差 ($F(9.160)=6.765, p < .01$) が認められ漸増した。しかし、時間的経過をみると、8

分以降ではいずれの時間要因間においても有意差は認められずほぼ定常状態となった。運動終了時の心拍数は 159.1 ± 22.07 拍/分を示したが、運動開始後6分以降の10分間の平均心拍数は 155.0 ± 20.45 拍/分であっ

Table 2. Means and standard deviations for the blood lactate, plasma epinephrine and plasma norepinephrine concentration both of pre- and post-exercise.

	Pre		Post		t-value
	Mean	SD	Mean	SD	
blood lactate(mg/dl)	9.4	3.71	19.2	10.60	3.77 **
plasma epinephrine(pg/ml)	54.3	32.38	118.9	83.13	3.25 **
plasma norepinephrine(pg/ml)	443.4	157.49	945.6	438.67	5.36 **

** $p < .01$

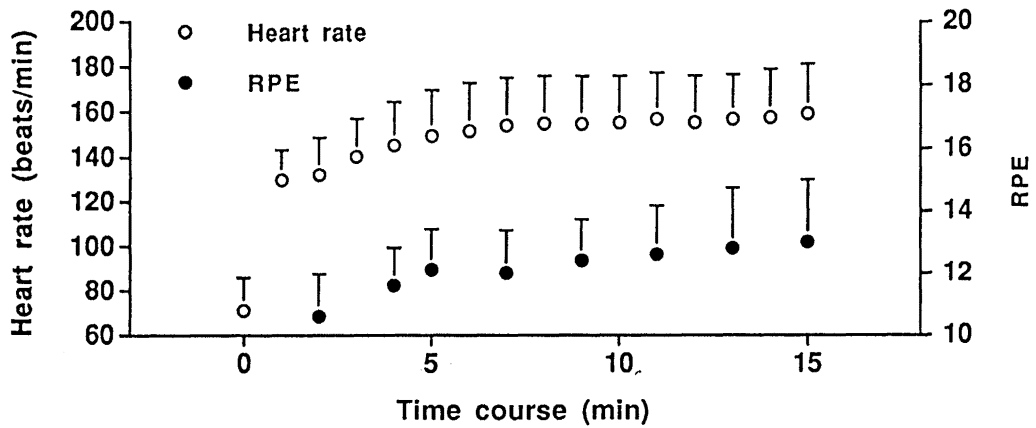


Fig 1. Heart rate and RPE during exercise.

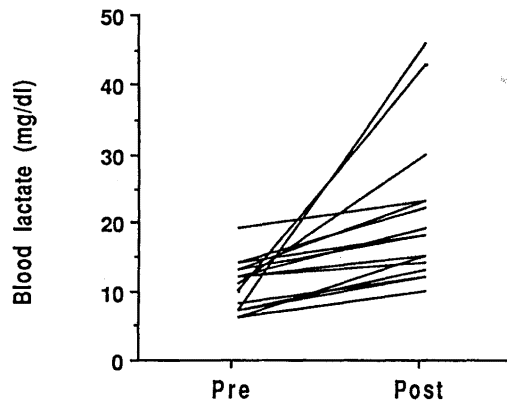


Fig 2. Change in blood lactate pre- and post-exercise.

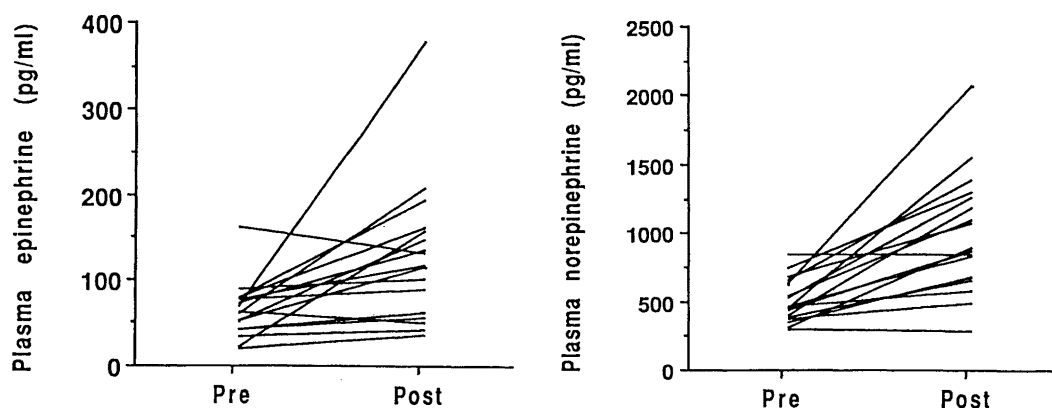


Fig 3. Change in plasma epinephrine and plasma norepinephrine pre- and post-exercise.

た。また、そのときの平均スピードは $140.3 \pm 31.10 \text{m}/\text{分}$ であった。

RPEの平均値と標準偏差は運動開始後5分に 12.2 ± 1.39 を示し、終了直前には 13.2 ± 2.04 を示した。分散分析の結果、時間要因に有意差 ($F(5.96) = 7.348$, $p < .01$) が認められ、RPEは漸増した。多重比較検定の結果、5分後と13分後との間に有意差 ($F(4.80) = 2.345$, $p < .01$) が認められ、RPEは終了間際の13分以降に高くなっていた。なお、5分後以降の10分間のRPEの平均値は、 12.6 ± 1.58 であった。また、走行時の $\dot{V}O_2 \text{max}$ は $60.7 \pm 9.60\%$ を示した。

血中乳酸値、血漿エピネフリン値および血漿ノルエピネフリン値の運動前後の平均値と標準偏差をTable 2. に示した。運動後はそれぞれ、 $19.2 \pm 10.60 \text{mg}/\text{dl}$ 、 $118.9 \pm 83.13 \text{pg}/\text{ml}$ 、 $945.6 \pm 438.67 \text{pg}/\text{ml}$ と運動前に比べ約2倍増加し、すべて1%水準の有意差が認められた。運動負荷漸増に伴う運動強度と血中乳酸および

毎分換気量との関係は、直線関係ではなく、血中乳酸値は第1の変移点 ($2 \text{mmol}/\text{l} : 18 \text{mg}/\text{dl}$) と第2の変移点 ($4 \text{mmol}/\text{l} : 36 \text{mg}/\text{dl}$) で急増し、これに伴い換気量も増大する。Fig. 2 に示すように、運動終了直後の血中乳酸値は、第2の変移点の $4 \text{mmol}/\text{l}$ ($36 \text{mg}/\text{dl}$) を超えた者が2名いたが、17名中14名 (82.4%) は第1の変移点の $2 \text{mmol}/\text{l}$ ($18 \text{mg}/\text{dl}$) 付近か、それ以下であった。また、運動後の血漿エピネフリン値と血漿ノルエピネフリン値は1名を除き、ほとんどの者 (94.1%) がそれぞれ $200 \text{pg}/\text{ml}$ 、 $1500 \text{pg}/\text{ml}$ 以下を示し、運動前値に比し、約2倍の有意な増加であった (Fig. 3)。

2. 感情の変化

運動前後ならびに回復期 (運動終了後30分) の感情得点の平均値と標準偏差および1要因分散分析による多重比較検定の結果をTable. 3 に示した。また、運動前の各尺度得点の平均値と標準偏差を基準としてT

Table 3. Means and standard deviations on the MCL-3 subscale scores for pre-, post and recovery exercise.

	Pre		Post		Recovery		F-value	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Post -Pre	Recovery -Pre
Pleasantness	3.8	8.75	15.6	6.70	12.4	10.30	12.105 **	6.387 **
Relaxation	2.2	3.96	4.5	2.21	6.1	3.21		8.802 **
Satisfaction	1.0	1.73	2.3	1.69	1.9	1.83	4.397 *	

* $p < .05$, ** $p < .01$

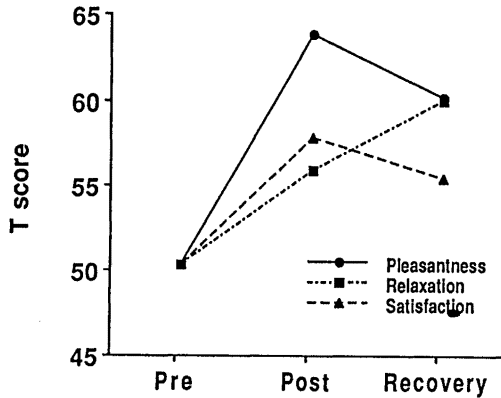


Fig 4. Mood state before, immediately after and 30 minutes following comfortable self-paced running.

得点を算出し、Fig. 4 に示した。

運動前の感情状態は「快感情」「リラックス感」「満足感」ともに正の値を示し、感情はポジティブであったことを示している (Table. 3)。Fig. 4 に示されるように、「快感情」と「満足感」の変化は類似しており、運動終了直後に増加し、回復期でわずかに減少した。分散分析の結果、「快感情」では、時間要因に有意差が認められ ($F(2, 48) = 12.933, p < .01$)、感情の変化がみられた。多重比較検定の結果、「快感情」は運動前に比べ、運動終了直後に有意な増加がみられ ($F(1, 32) = 12.105, p < .01$)、回復期において減少するが、なお運動前に比べ有意な高値を示した ($F(2, 48) = 6.387, p < .01$)。

「満足感」では、分散分析の結果、時間要因に有意差が認められ ($F(2, 48) = 4.590, p < .05$)、感情の変化がみられた。多重比較検定の結果、運動前と運動終了直後との間に有意差 ($F(1, 32) = 4.397, p < .05$) が認められ、運動終了直後に「満足感」の有意な増加がみられた。しかし、回復期では感情得点は減少し、運動前との間の有意差は消失した。個人別にみると、「快感情」は17名中16名 (94.4%)、「満足感」は17名中14名 (82.4%) の者が運動終了直後にそれぞれ増加しており、とくに「快感情」が増加した者が多かった。

一方、「リラックス感」は運動終了後さらに回復期で増加し、「快感情」や「満足感」とは異なった変化を示した。分散分析の結果、時間要因に有意差 ($F(2, 48) = 8.886, p < .01$) が認められ、感情の変化がみられた。多重比較検定の結果、運動終了直後では運動前に比べ

有意な増加ではないが、回復期で有意な増加 ($F(2, 48) = 8.802, p < .01$) が認められた。

考 察

走行時の運動強度

「最も快適と感じるペースで走行すること」という言語指示を与え、ランニングを行わせると、走るスピードは個々人で異なってくるのが考えられる。筆者ら⁹⁾はフィールド実験において、同様の自己ペース走を行ったところ、運動終了時の被験者の心拍数は極めて高値 (171~175拍/分) であったことを報告した。しかし、それは6月下旬の蒸し暑い日におけるフィールドでの実験であり、コントロールされた環境下ではなかった。したがって、気温などの他の要因の介在が考えられる。

そこで、本研究ではさらに詳細に自己ペース走行中の運動強度を調べるため、実験室において心拍数のみならず、走行スピード、酸素摂取量、血中生化学成分、そしてRPEなどの観点から検討した。

運動後半10分間の平均心拍数は155拍/分であり、先行研究⁹⁾のフィールド実験に比べやや低値を示した。これはフィールド実験の場合、6月下旬の雨上がりで気温が30°C前後の中で行ったのに対し、本実験は23~24°Cの恒温の環境下で行ったこと、また個々人の走行スピードを5分後に一定にしたことなどが関係しているものと思われる。フィールドの場合は快適と感じる自己ペースといっても、運動中一定のスピードが保たれるとは限らず、気温による心拍数への影響が考えられ、本研究における実験室でのランニングがより自己ペースの運動強度を反映しているものと推察される。しかし、今回の結果は実験室で同様の実験を行った先行研究²⁴⁾の平均心拍数141拍/分に比較すると、やや高値であった。このように、自己ペース走時の心拍数は被験者や環境の影響を受け、一定した値は得られにくいように思われる。

また、走行時の $\dot{V}O_2 \max$ を推定したところ、およそ60% $\dot{V}O_2 \max$ であった。先行研究²⁴⁾の56% $\dot{V}O_2 \max$ に比較してやや高値を示したが、この50~60% $\dot{V}O_2 \max$ 強度の有酸素運動は成人病に対し、予防、軽減効果をもたらすとされ、主観的に快適と感じる自己ペースと成人病予防のための運動処方と用いられるときの運動強度と一致することは興味深い。また、運動処方としてランニングを用いるとき、無理なくかつ安全な運動強度の言語指示として、「快適自己ペース」という言葉が役立つことを示唆している。

ところで、我々²⁴⁾は自己ペース走時の運動強度が何によって規定されているかを調べたところ、無酸素性作業域値 (AT: Anaerobic Threshold) と関係していることが認められ、快適とを感じる自己ペースの運動強度の規定要因の1つとして、被験者のATが影響しているものと考えている。このATは「血中乳酸濃度が継続的に上昇することなく行いうる最高の運動強度といわれ²⁸⁾、ATを超えると急激に血中乳酸濃度が増加し、換気量が増し、不快感が生じることが推察される。今回のRPEが12.6(11:楽である、13:ややきつい)というレベルであったことを考えると、被験者らはAT強度前後で走行していたことが推測される。

血中乳酸値、血漿エピネフリン値および血漿ノルエピネフリン値の変動から快適自己ペース走の運動強度を推定した。血中乳酸値をみると、運動終了直後の血中乳酸値が急激に高まるといわれる第2の変移点の4 mmol/l (36mg/dl) を超えたのは2名だけであり、ほとんどの者は2mmol/l (18mg/dl) 前後であり、無理なく走行したことが伺える。しかし、4 mmol/l の変移点を越えた者が2名いたが、この2名の平均心拍数は180拍/分を越え、 $\% \dot{V}O_{2max}$ は70%前後を示していたので、やや高い運動強度で走行したことになる。それにもかかわらず、この2人は快適自己ペース走の満足度については「満足している」と回答し、運動後の「快感情」「リラックス感」「満足感」の得点はすべて増加していた。2人のY-G性格特性をみると、1人はA型 (Average Type) を示し、“気分の変化”が大きく、“のんきさ (衝動性)” が大きく、他の1人はD型 (Director Type) で、情緒は安定しており、一般活動性と社会支配性が極めて大であった。また、両者がタイプA行動パターンを示していたことは興味深いことである。タイプA行動パターンは競争心、達成努力、攻撃性などの行動傾向を有するといわれるが、不安に対する防衛規制が働いている²¹⁾ともいわれている。このようなタイプA行動パターン者が快適自己ペース走を行うとき高い運動強度で「快」を感じているとするなら安全面の上から指導を要すると考えられる。

また、運動後の血漿エピネフリン値や血漿ノルエピネフリン値は運動前に比べ約2倍の増加にすぎず、先行研究²⁴⁾に比べやや高値を示したが、ほぼ同等のレベルと考えられる。

Morgan¹³⁾は80% $\dot{V}O_{2max}$ 強度で歩行とランニングを行わせ、不安の変化過程を検討し、運動中、運動終了直後に不安が増加したことを明らかにしている。このときの運動終了直後の血中乳酸値は90mg/dlで、

血漿エピネフリン値は運動前に比し4倍、ノルエピネフリン値は7倍を示したことを報告している。これらのことから推察すると、快適自己ペース走は血中乳酸値や血漿カテコールアミン値を多く分泌するような運動強度ではなかったことが指摘できる。

以上の結果から、総合して快適自己ペースの運動強度は中等度レベルであったことが推察される。

感情の変化

運動後に爽快な気分になったり、快い疲労感を感じたりするなど、いわゆる「気持ちのよい状態」になることはよく知られている。本研究でもわずか15分間のランニングを行っただけで、運動終了直後に「快感情」「満足感」「リラックス感」などのポジティブな感情の増加がみられ、運動終了後30分でも「快感情」や「リラックス感」は、運動前より有意にポジティブな感情状態を示した。筆者ら⁶⁾⁷⁾⁸⁾はすでに快適自己ペース走を用いたフィールド実験において、快感情、満足感、リラックス感などのポジティブな感情が増加することを報告している。したがって、本研究の結果はこれらの結果を支持するものであり、実験室実験で検証したことになる。

Morgan¹⁵⁾¹⁶⁾やSeeman²⁵⁾は運動後の不安レベルの低下時間を調べ、2~4時間は持続することを報告している。本研究の快やリラックスなどの感情の増加が2~4時間続くかどうかは分からないが、少なくとも運動後30分は持続しているといえる。よく運動後の「気持ちのよい状態」は、これらの「快感情」や「リラックス感」さらには「満足感」などが増加した複合的感情状態と推察される。

ところで、「リラックス感」については、これまでは運動終了後に増加した場合⁶⁾と増加しなかった場合⁸⁾があり、結果は一致していなかった。今回の結果はその不一致の原因の解明に役立つものと思われる。つまり、「リラックス感」は「快感情」や「満足感」と異なり、運動終了直後より回復期に増加する傾向があり、運動終了後のどの時点で測定するかで結果が大きく左右されるということである。

また、「快感情」や「満足感」が運動終了後30分に減少したのに対し、「リラックス感」は、回復期にさらに増加したが、NowlisとGreenberg¹⁹⁾が「リラックスは運動後の回復期に増加するかもしれない」と述べていることと一致した結果が得られた。運動によって生じた疲労感や緊張感は運動終了とともに元の状態に回復していくが、回復期における「リラックス感」の増加

は、この疲労や緊張が回復していく感覚と推察される。ところで、回復期の「リラックス感」の増加は、Opponent-Process Hypothesis (以下、反動処理仮説と称す) で説明できるかもしれない。この仮説は Solomon²⁶⁾²⁷⁾らのモデルにもとづくものであり、神経は強い刺激(葉やランニング)を受けると、行動的、主観的、生理的要素を含む感情反応が生起し、この過程が活性化されると、自動的に opponent process が起こるといえるものである。つまり、人などの有機体は運動などの刺激が加わると交感神経系の活動(A process)が活発となり、刺激に対応した心身の反応が生起するが、刺激がなくなると副交感神経系の働き(B process)によって元の状態に戻っていくのである¹⁹⁾。反動処理仮説はこのB processの処理過程を指しており、Petruzello^ら²²⁾は、例えば運動などの長期的刺激を受けると、運動に伴う不安などの感情が生じ、その一方で運動後にリラックスなどの感情が増加してくると説明している。

したがって、本研究における回復期の「リラックス感」の増加も、短時間の中等度の運動ではあるが、Petruzello^ら²²⁾や Nowlis と Greenberg¹⁹⁾の運動後のリラックス感の増加説を支持するものである。ここでは、運動中の「リラックス感」は測定しておらず、すでにリラックス感は運動中に増加していたのか、あるいは低下し緊張状態を呈しているのかは明らかではない。もし、運動中に緊張状態であれば「リラックス感」の変化はこの「反動処理仮説」で説明できるものと考えられる。そうでなくとも、回復期の「リラックス感」の増加は運動中の交感神経系の活動の低下と関係していると推察される。つまり、運動は交感神経系の活動を亢進し、筋は緊張し、血圧、呼吸数、心拍数などを増加させる。しかし、運動後は時間とともに生理的に変化したものは運動前の状態に回復していく。これらの生理的に亢進した状態が回復していく感覚が「リラックス感」として感じられ、回復期に増加するものと考えられる。

一方、「快感」や「満足感」の増加は運動終了直後がピークであり、回復期の30分ではすでに減少傾向がみられた。したがって、「リラックス感」の変化とは明らかに異なり、回復期における「快感」や「満足感」の変化は反動処理仮説では説明できない。この感情レベルは運動直後に高揚した感情の回復過程であり、他の仮説で運動直後の感情の増加を説明する必要がある。

Bahrke と Morgan¹⁾は、歩行群、リラクセーション群はもとより、休憩だけをしていたコントロール群にも状態不安の有意な低減がみられたことから、運動に

よって不安が低減するのは、ストレスフルな状況から一時的に離れるからであると、Distraction Hypothesis (以下、気晴らし仮説と称す) を主張している。しかし、この運動によるポジティブな感情の増加を「気晴らし仮説」だけで説明するには無理があるように思われる。本研究では統制群(休憩群)を設定していないので分からないが、激しい運動を伴う不安の増加は運動後に急激に減少することが明かにされ¹³⁾、亢進した感情は元にもどる特性をもっている¹⁸⁾といわれるので、統制群の被験者が15分間の安静状態を維持しているだけで、運動後にみられたような「快感」「リラックス感」「満足感」などのポジティブな感情が増加するとは考えにくい。したがって、これまでの先行研究における運動後の「不安感」や「抑うつ感」などのネガティブな感情の低下¹¹⁾¹²⁾¹⁷⁾²²⁾も、単にストレスフルな状況を離れただけでなく、やはり運動の直接的影響と考えたほうが妥当であろう。本研究では、運動後のポジティブな感情の増加を直接説明する資料はなく、そのメカニズムを論ずることはできないが、少なくとも「気晴らし仮説」だけでは説明しえないと考えられる。「気晴らし仮説」はあくまで、不安・緊張などのネガティブな感情を呈しているときに適用される仮説と考えられる。

ところで、この「快感」と「満足感」の運動後の増加は Monoamine Hypothesis (以下、モノアミン仮説と称す) で説明できるかもしれない。「モノアミン仮説」は動物実験の研究による推測であり、脳内のエピネフリン、ノルエピネフリン、ドーパミン、セロトニンといった神経伝達物質が運動後に増加することによって抑うつ感といったネガティブな感情が改善されるという仮説である¹⁵⁾。これは、動物実験による抑うつ状態の低下がエピネフリンの低下と関係し、運動によりこのエピネフリンが増加することで、抑うつ状態が改善されるというところからきている¹⁹⁾が、人の抑うつ状態もノルエピネフリンかセロトニン、あるいはその両方の減少で生じると報告されている²⁹⁾。また、脳内における快感を伝達する神経はドーパミン作動が関係し、エピネフリンやノルエピネフリンも役割を果たしているといわれ⁹⁾、とくに、脳幹神経群の中A10神経核が関与していると推察されている²⁰⁾。身体運動に伴う抑うつ感の低下と快感や満足感の増加が対応して生じることがどうかは明らかではないが、Morgan¹⁵⁾は感情の変化をもたらす脳内のモノアミン、とくにノルエピネフリンとセロトニンの変化が運動と関連していると述べている。このように考えると、運動に伴う「快感」や「満足感」などのポジティブな感情の増加はこの「モ

ノアミン仮説」で説明可能と考えられる。

要 約

快適自己ペース走を遂行した後のポジティブな感情の変化を調べるとともに、走行時の運動強度を調べることを目的として、男子大学生を対象にトレッドミルを用いて15分間のランニングを行った。運動強度は、走行中のRPE、心拍数、 $\% \dot{V}O_2 \max$ 、さらには運動前後の血中化学的成分から推定し、感情の変化は筆者ら⁶⁾が作成したMCL-3尺度を用い、運動前後と回復期に測定した。

結果を要約すると次のとおりである。

1. 自己ペース走行時のスピードは毎分140mで、主観的運動強度(RPE)は「ややきつい」と感じる以下のレベルであった。運動終了時の心拍数は160拍/分に達したが、後半10分間の平均心拍数は155拍であり、走行時の $\% \dot{V}O_2 \max$ は60%レベルであった。

また、血中乳酸値、血漿カテコールアミン値の変動値は運動前に比べ約2倍の増加にすぎず、運動後の血中乳酸値は換気量が急激に高まる第1の変移点(2mmol/l)前後であった。

これらの主観的、生化学的分析結果から、快適自己ペース走の運動強度は中等度かそれよりやや高いレベルであることが推察された。

2. 運動に伴う「快感情」「満足感」などの感情の変化は類似しており、運動後に有意な増加がみられ回復期(30分後)に減少するが、運動前より高いレベルにあった。「リラックス感」は運動直後より回復期においてさらに増加し、ピークが「快感情」や「満足感」より遅く現れ、異なった変化過程をとることが分かった。これらのことから、運動後の気分の高揚感は少なくとも運動終了後30分間は持続していることが指摘された。

本研究から、快適自己ペース走は中等度の運動強度に相当し、運動に伴うポジティブな感情の増加は感情の成分によって変化過程は異なり、少なくとも運動後30分間は「気分のよい状態」が続くことが示唆された。

また、運動に伴うポジティブな感情の増加が、「反動処理仮説」「気晴らし仮説」「モノアミン仮説」などを用いて説明された。

文 献

1) Bahrke, M. S. and Morgan, W. P.: Anxiety reduction following exercise and meditation. *Cognitive Therapy and Research*,

2(4):323-333, 1978.

2) Borg, G.: Perceived exertion as an indicator for somatic stress. *Scandinavia Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(3):92-98, 1970.

3) Borg, G.: Perceived exertion: A note on history and methods. *Medicine and Science in Sports*, 5:90-93, 1973.

4) Friedman, M.: Pathogenesis of coronary artery disease, New York: McGraw-Hill, 1969.

5) 福井康之:感情の心理学. 川島書店, pp.137-139, 1990.

6) 橋本公雄, 斉藤篤司, 徳永幹雄, 磯貝浩久, 高柳茂美:運動によるストレス低減効果に関する研究(2)——過性の快適自己ペース走による感情の変化——. *健康科学*, 13:1-7, 1991.

7) 橋本公雄, 高柳茂美, 徳永幹雄, 斉藤篤司, 磯貝浩久:一過性の運動による感情の変化と体力との関係. *健康科学*, 14:1-7, 1992.

8) 橋本公雄, 徳永幹雄, 高柳茂美, 斉藤篤司, 磯貝浩久:快適自己ペース走による感情の変化に影響する要因—ジョギングの好き嫌いについて—. *スポーツ心理学研究*, 20(1):5-12, 1993a.

9) 橋本公雄, 斉藤篤司, 徳永幹雄, 高柳茂美, 瀧豊樹:快適自己ペース走の再現性の検討. *健康科学*, 16:57-63, 1993b.

10) 前田 聡:行動パターン評価のための簡易質問紙法「A型傾向判別表」. *タイプA*, 2(1):33-40, 1991.

11) Martinsen, E. W.: Benefits of exercise for the treatment of depression. *Sports Medicine*, 9(6):380-389, 1990.

12) Mihevic, P. M.: Anxiety, depression, and exercise. *Quest*, 33(2):140-153, 1982.

13) Morgan, W. P.: Exercise as a technique. *Primary Cardiology*, 6:48-57, 1980.

14) Morgan, W. P.: Physical activity and mental health. In Eckhert & Montoye (Eds.) *Exercise and health*. Champaign, IL.: Kinetics Publishers, 1984.

15) Morgan, W. P.: Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(1):94-100, 1985.

16) Morgan, W. P.: Reduction of state anxiety

- following acute physical activity. In Morgan, W. P. and Goldston, S. E. (Eds.) Exercise and mental health. Washington, D. C.: Hemisphere Publishing, pp.105-109, 1987.
- 17) Morgan, W. P. and O'Conner, P. J.: Exercise and mental health. In: Dishman, R. K. (Ed) Exercise adherence: Its impact on public health. Champaign, IL: Human Kinetics, pp.91-121. 1988.
- 18) 森田正馬: 神経質の本態及び療法. 高良武久 (編) 森田正馬全集 2 巻, pp.345-347, 白揚社, 1974.
- 19) Nowlis, D. P. and Greenberg, N.: Empirical description of effects exercise on mood. *Perceptual and Motor Skills*, 49:1001-1002, 1979.
- 20) 大木幸介: 感情はいかにしてつくられるか. 講談社現代新書 680. 講談社、1983.
- 21) 大木桃代: Holtzman Inkblot Technique を用いた Type A 者人格特性の検討. *健康心理学研究*, 3(2):14-21, 1989.
- 22) Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubity, K. A. and Salazar, W.: A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine*, 11(3):143-182, 1992.
- 23) Rosenman, R. H.: The interview method of assessment of the coronary prone behavior as a moderate of graded exercise test performance. *Journal of Cardiac Rehabilitation*, 3:339-343, 1978.
- 24) 斉藤篤司, 橋本公雄, 高柳茂美: 運動による心理的「快」の生理的裏づけと運動処方への応用の検討. *体力研究*, 85:146-154, 1994.
- 25) Seeman, J. C.: Changes in state anxiety following vigorous exercise. Unpublished master's thesis University of Arizona, 1978.
- 26) Solomon, R. L. and Corbit, J. D.: An opponent-process theory of motivational temporal dynamics of affect. *Psychological Review*, 81:119-145, 1974.
- 27) Solomon, R. L.: The opponent-process theory of acquired motivation. *American Psychologist*, 35:691-712, 1980.
- 28) 山本義春, 宮下充正: これまでのATとこれからのAT. *体育の科学*, 39(5):348-363, 1989.
- 29) Weiss, J.M.: A model for neurochemical study of depression. Paper presented at the Annual Convention of the American Psychological Association, Washington, D. C., pp.3-4, 1982.