

長時間運動における感情の変化に及ぼす運動強度の影響

齊藤, 篤司
Institute of Health Science Kyushu University

鈴木, 正敏
School of Business Administration Meiji University

後藤, 真二
Department of Health and Sport Sciences Faculty of Education Gunma University

橋本, 公雄
Institute of Health Science Kyushu University

<https://doi.org/10.15017/616>

出版情報 : 健康科学. 16, pp.109-118, 1994-03-15. 九州大学健康科学センター
バージョン :
権利関係 :

長時間運動における感情の変化に及ぼす運動強度の影響

齊藤篤司 鈴木正敏* 後藤真二**
橋本公雄

Effects of Exercise Intensity on Mood Changes in Prolonged Running Exercise

Atsushi SAITO, Masatoshi SUZUI*, Shinji GOTO**,
Kimio HASHIMOTO

Summary

To examine the effects of the intensity of exercise on mood changes, five healthy male subjects, aged 22 ± 1 years, were participated in marathon running. The subjects have not been training for marathon running especially. They chose the Honolulu marathon in Hawaii for this study, because they could ran at their own pace in speed, so that there was not time limits during the running.

Heart rate was recorded continuously during running, and the mood states were measured at every 10km from the start, immediately after the finish and 30min after the finish point. The mood states during the running were measured for the evaluation of "Pleasantness", "Relaxation" and "Anxiety", respectively.

All subjects were ran in this marathon completely with in the time of 4hrs 35min-5hrs 44min. The mean heart rates were 159 ± 6 beats/min, and its values were equivalent to $80 \pm 3\%$ of their maximal heart rates. The "pleasantness" increased during the running in two subjects who ran at the heart rate at anaerobic threshold (AT-HR) as exercise intensity. On the other hand, such a mood changes were not found in other subjects who ran at higher own their AT-HR. In addition, their "pleasantness" decreased during the running and had not been recovered after the finish point. Moreover, the mood states did not change significantly in the subject who ran at the lower AT-HR.

These results suggest that the mood changes were influenced by anaerobic threshold as a criterion of exercise intensity in the prolonged running exercise.

Key words : Mood change, Marathon, Herat rate, Anaerobic threshold

(Journal of Health Science, Kyushu University 16 : 109-118, 1994)

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

* School of Business Administration, Meiji University 1-6-8, Eifuku, Suginami, Tokyo 168, Japan.

** Department of Health and Sport Sciences, Faculty of Education, Gunma University 4-2, Aramaki, Maebashi, Gunma, 371, Japan.

目 的

身体活動の低下などの生活習慣に伴う、いわゆる成人病と呼ばれる心血管疾患や代謝疾患など生理的因子と疾患の関わりについて数多く報告されており、最近ではこれに加え、心理的・社会的因子としてのいわゆるストレスの増加とこれら疾患との関係を示す報告³⁾¹⁰⁾¹³⁾や仮説²⁾が示されている。運動がこのようなストレスを低減することは経験的に知られており¹⁵⁾、種々の仮説が示されている¹⁾²⁰⁾²¹⁾が、その機序は明確にされていない。

身体活動に伴う感情の変化には、活動時の運動強度が大きく関与していることが報告されており¹⁶⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²²⁾、特に、中等度以上の比較的高い強度でストレスや不安低減に対する効果の発現が見られるとされている¹⁹⁾。また、これらの研究の多くが、比較的短時間のしかも運動前後の感情の変化から運動の影響を述べていることから、運動自体の影響ではなく運動ストレスからの解放や注意力の分散によるものであるという仮説も述べられている¹⁾⁵⁾¹⁴⁾。しかし、このような効果も比較的短時間の一時的である可能性が示唆されている¹⁷⁾ことから、成人病の運動処方同様、長期的な継続が必要と思われる。

これに対し、我々はこのネガティブな感情であるストレスを低減させるためには、第一に自分にとって快適と感じる強度での運動が良いのではないかという前提のもと、快適自己ペース走とストレス低減効果について検討してきた⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

その結果、15分間という比較的短時間の運動でも、運動中・後を通じ「快感情」「リラックス感」「満足感」といったポジティブな感情の増加と、ネガティブな感情である「不安感」の低下により、ストレスの低減効果の可能性が示唆された。

しかし、実際の運動場面ではより長時間にわたり運動が行われる可能性があり、運動強度だけではなく運動時間も感情に及ぼす影響は大きいものと思われる。

そこで、本研究では長時間に亘り、感情と運動強度が互いに関連しながら運動が行なわれるマラソンを運動種目として取り上げ、感情が運動強度や時間との関わりでどう変化するかについて検討した。

方 法

1. 被検者

被検者の身体特性および日常行っている主な身体活動を表1に示した。被検者は自主的に参加した一般男

子大学生5名(21.8±0.8才)で、1名を除き他の4名は日常なんらかのスポーツ活動に参加していた。また、被検者は事前に最大酸素摂取量とATの測定を行った(表2)。

Table 1. Physical Characteristics and Activities of Subjects

Subject	Sex	Age (yrs)	Hight (cm)	Weight (kg)	Activities
1	M	23	169.0	49.0	Soft tennis
2	M	21	168.0	63.0	Body building
3	M	21	170.0	58.0	Basketball
4	M	22	170.0	62.0	Swimming
5	M	23	163.0	53.0	—

Table 2. Physiological Characteristics of Subjects

Subject	$\dot{V}O_2$ max/Wt (ml/kg/min)	$\dot{V}O_2$ max (ml/min)	AT· $\dot{V}O_2$ (ml/min)	AT (% $\dot{V}O_{2max}$)	AT-HR (beats/min)
1	59.5	2914	2019	69.3	163
2	54.4	3427	2093	61.1	162
3	61.8	3584	2285	63.8	151
4	56.0	3468	2123	61.2	148
5	53.2	2819	1625	57.6	153

2. マラソンへの参加と当日の環境

参加したマラソンは第20回ホノルルマラソン(アメリカ合衆国ハワイ州ホノルル市,1992年12月13日開催,完走者23515人)であった。このマラソンは国民の健康の維持・向上を目的として始められたもので、最大の特徴は走行時間に制限がないということにある。したがって、小学生から高齢者まで広い年齢層の参加者があり、時間にとらわれることなくあくまで自分のペースで走ることができることから、本研究の目的に適していると思われる。

被検者は大会3日前に現地に着し、体調を整え参加した。当日は午前3時に起床し、朝食をとり、午前5時30分にスタートした。当日の天候は晴れ、スタート時の気温は19°Cとやや肌寒だったが、被検者がゴールした午前10時過ぎには30°C近くまで達した。

3. 測定方法

1) 最大酸素摂取量および無酸素性作業閾値(AT) 最大酸素摂取量は自転車エルゴメーターを用いた負

荷増法により測定した。ペダルの回転数は毎分60回転とし、疲労困憊に至るまで、毎分0.5kpづつ漸増した。また、運動中の呼吸はミナト社製呼吸代謝監視システム(RM-300)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15秒毎に分析、算出した。最大酸素摂取量の判定基準は酸素摂取量のlevelling off、呼吸交換比1.15以上、および最高心拍数(220-年齢)に達することとした。

また、負荷の漸増にともなう酸素摂取量の増加に対し、換気量が急激に増加する変移点をATとした。

2) マラソン中の心拍数の測定

心拍数は腕時計型の心拍数記録装置(日本光電社製パルスウォッチMRC-1200)を用いて、スタートからゴールまで連続的に記録し、1分単位で出力した。また、被検者には感情測定に伴い、走行中10km、20km、30km、40kmの各地点の時間を記録装置に入力させた。

3) 感情および心理特性の測定

感情の測定は感情記録用紙を携帯させ、被検者個々にスタート前5分、ランニング中の10km、20km、30km、40km、ゴール直後、ゴール後30分の計7回記録させた。

感情尺度は橋本らのMCL-3²⁹⁾から選択した「快感情」「リラックス感」とSpielberger²⁴⁾のSTAI不安尺度から選択した「不安感」のそれぞれ4項目からなる簡便法⁹⁾を用いた。回答は7段階評定尺度法であり、最も肯定的な回答に3点、否定的な回答に-3点を付与し、得点化し、尺度得点を算出した。「快感情」「リラックス感」の得点は高いほど感情が良いことを意味する。「不安感」は尺度得点の0を基準に、正の増加は不安感が高くなることを意味し、負の増加は自信が増大することを意味する。

4. 統計処理

マラソン時の走行距離に伴う感情の変化は繰り返しのある一要因分散分析(ANOVA)を用い、95%以上の信頼性を持って有意とした。各距離間の変化はFisherの検定を用いて、多重比較を行い、5%以下を有意とした。

結 果

1. マラソン時の運動強度

被検者は全員完走した。個々の完走時間は図1に示した。走行時間は4時間35分から5時間44分と約1時間10分の差があった。

図1に被検者のマラソン時の運動強度の指標として、

走行中の心拍数の変化を各被検者のATレベルの心拍数との関係で示した。

被検者の走行中の平均心拍数は、平均159±6拍/分で、最高心拍数の80±3%に相当した。

しかし、被検者の体力レベルを考慮し、ATに相当する心拍数との関係で見ると、平均心拍数がATレベル相当で走行した被検者2・3、これよりも低い強度で走行していた被検者1、かなり高い強度で走行していた被検者4・5と大きく3つに分けられた。

また、完走時間には差があるものの、被検者1・3・4に明確に示されるように、いずれの強度で走行した被検者も25km地点付近までは心拍数の変動が小さいまま変化し、これを越えると心拍数は急激に低下し、同時に変動が非常に大きくなる傾向を示した。

2. 感情の変化

繰り返しのある一要因分散分析(ANOVA)の結果、いずれの感情も距離要因に1%水準で有意性が認められ、感情は変化した。図2にマラソンに伴う、被検者個々の感情の変化とその平均値の変化を示した。

1) 快感情の変化

スタート前の快レベルには個人差があり、その結果10kmにおける応答は、快感情が増加した者2名、やや低下した者2名、変わらなかった者1名と一定の傾向は認められなかった。しかし、マラソンの10km地点という長時間の運動中においても快というポジティブな感情が増加しうることが認められた。

20km以後は被検者1を除き被検者の快感情は低下する傾向を示し、30kmでは全被検者が低下し、10kmに対し、有意な低値を示した。

しかし、40km地点では被検者1を除き、快感情が再び増加する傾向を示し、ゴール直後においてはすべての被検者が回復し、最も快レベルの低かった30km地点に対し、有意な高値を示した。そして、マラソン終了後30分においても増加し、ゴール直後よりもさらに高値を示す傾向が認められたが、スタート前値に対しては有意な差は認められなかった。

2) リラックス感の変化

リラックス感も快感情同様、30km地点において最低値を示し、再び上昇するという動態を示すが、快感情とは異なり、走行中は被検者3と4のように大きくかつ対照的な変化を示した者と、その他の被検者のように大きな変化を示さない者とに分かれ、一定の傾向は認められなかった。

しかし、40km地点では快感情同様、回復する傾向を

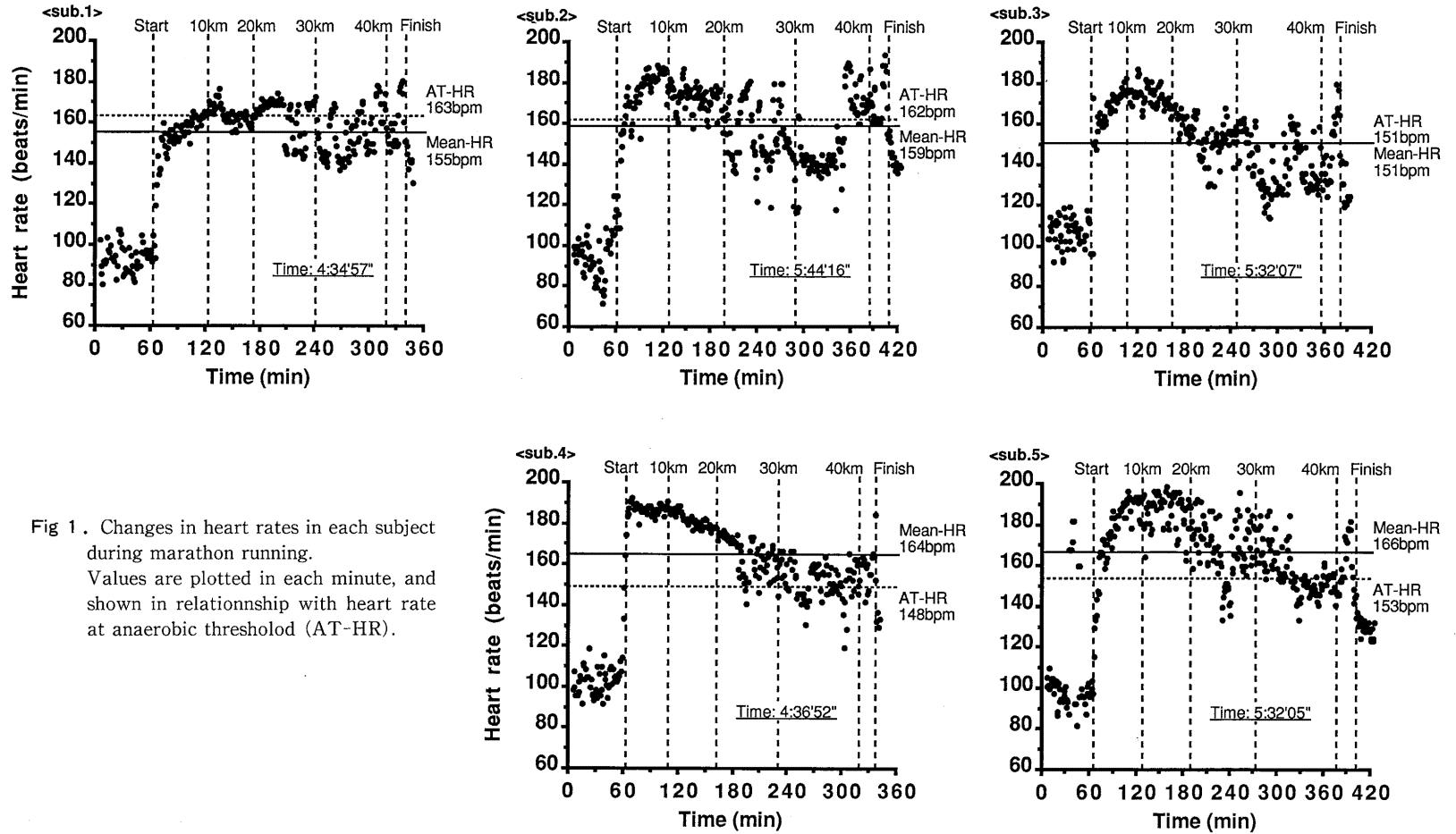


Fig 1. Changes in heart rates in each subject during marathon running. Values are plotted in each minute, and shown in relationship with heart rate at anaerobic threshold (AT-HR).

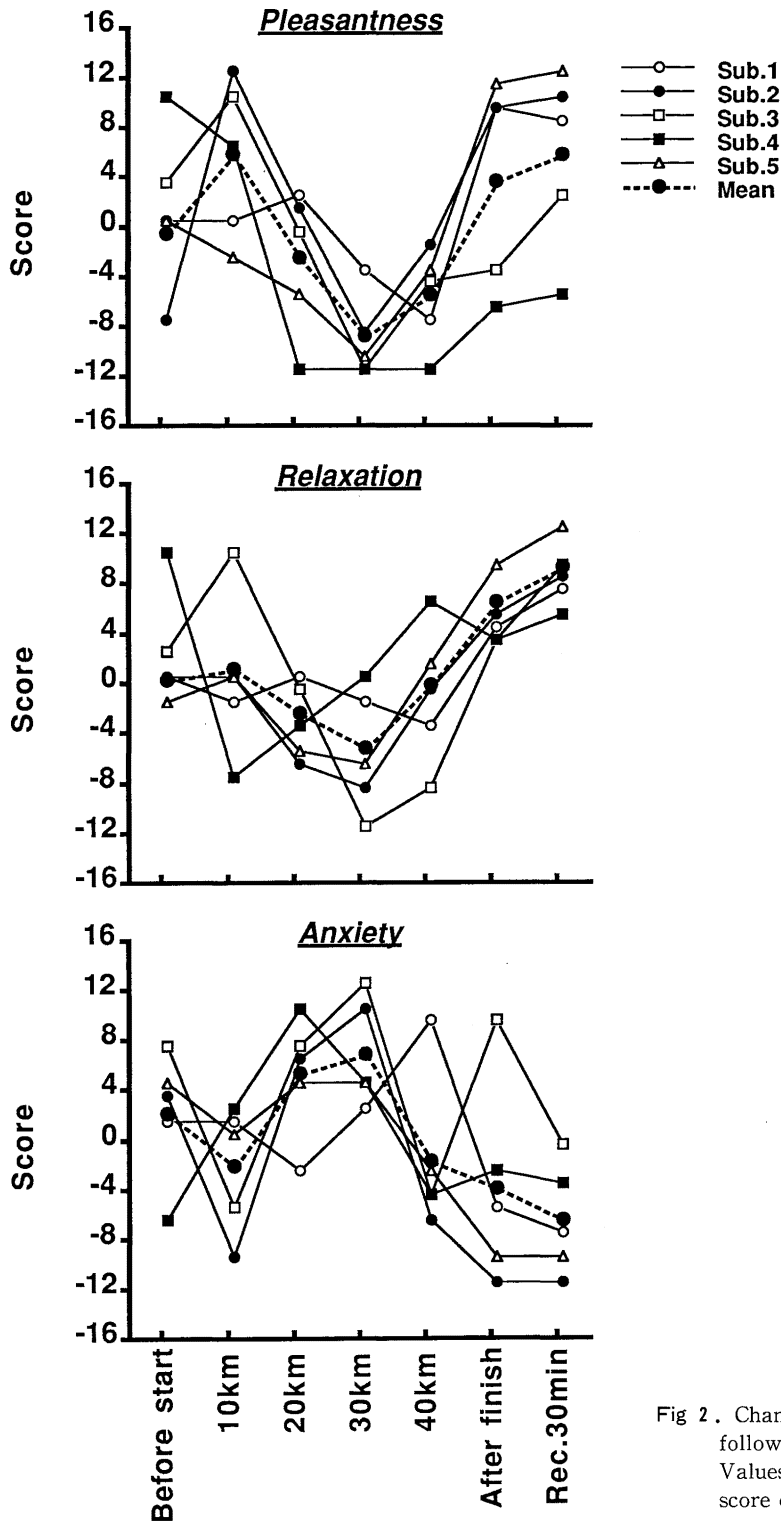


Fig 2. Changes in mood states following marathon running. Values are shown in raw score of MCL short-form

示し、ゴール直後およびゴール後30分ではスタート前値に対しても有意な高値を示した。

3) 不安感の変化

被検者の走行前の不安感は被検者4を除きやや不安傾向を示した。被検者4は不安得点が負の値を示したことから、不安はなく自信に満ちていることが認められた。

走行中10km地点の不安感は被検者4を除き、低下する傾向を示した。また、不安感が増加した被検者4の不安得点も、他の被検者のスタート前値まで増加したにすぎなかった。20km以降は、快感情やリラックス感とは逆に不安感が高まり、30km地点では10kmおよび20km地点に対し、有意な高値を示し、不安感の増大が認められた。しかし、40km地点では、快感情とは逆に急激に低下し、30km地点に対し、有意な低値を示した。また、40km地点では1名を除き負の値を示したことから、不安感が消失する傾向が示された。

ゴール後は被検者3を除き、さらに低下する傾向を示し、ゴール直後、ゴール後30分では不安得点がピーク値を示した30km地点に対し、いずれも有意な低値を示した。また、ゴール後30分ではスタート前値に対しても有意な低値を示した。

考 察

身体活動に伴う感情の変化には、活動時の運動強度が大きく関与していることは明らかである。しかし、種々の生理的応答と異なり、心理的応答では運動強度の強弱の基準が明確にされておらず、時間との関わりで検討された報告もみられない。

そこで、本研究では走行中の心拍数と被検者の長時間の運動遂行に影響すると思われる乳酸産生に関与するATを運動強度の基準とし、走行中の平均心拍数がATレベルの心拍数よりも高値を示した者、低値を示した者、同一であった者の3タイプに分け、走行中の感情の変化について検討した。

第1に、走行中の平均心拍数がATレベル相当で走行した被検者についてみると、スタートから10kmまでは心拍数はATレベルよりも高値を示すが、心拍数のばらつきが小さいことから自分のペースで積極的に走っていると思われる。したがって、やや高い心拍数のためリラックス感は被検者3では増加し、被検者2では変わらないというように差はあるが、両被検者とも快感情は高まり、不安感は逆に低下した。このことは、ATレベルを越えるような強度の運動であっても、時間が1時間程度の運動で、しかも自分のペースで行うよ

うな運動であれば運動中もポジティブな感情が高まることを示唆しており、これまで比較的短時間で行われてきた研究の結果を裏付けるものと思われる。

しかし、10kmを過ぎると心拍数は依然ATレベルよりも高値を示すが漸次低下した。被検者2では心拍数に約20拍のばらつきが生じ、一定のペースが維持できていないことが示された。その結果、快感情やリラックス感は急激に低下し、不安感が増加したものと思われる。そして、20kmを過ぎると、心拍数の平均値はATレベルを維持しているが、心拍数のばらつきが大きくなり、30km地点では快感情やリラックス感といったポジティブな感情は最低値を示し、不安感がピーク値を示した。30km以降はATレベルの心拍数さえ維持できなくなり、運動強度自体は低下しているにも関わらずネガティブな感情が高まっていることから時間や運動量が影響しているものと思われる。

しかし、ゴールまでの距離が少ない40km地点になると、疲労はピークに達していると思われるにも関わらず、被検者2に見られるように再び走行ペースが早くなり、ポジティブな感情も回復しつつあることから、このような長時間に亘る走行では、走行距離に対する認知も感情に影響するものと思われる。そして、マラソン終了後は不安感は消失し、完走したことによる自信が生じ、これが相乗効果となり、快感情やリラックス感は急激に増加したものと思われる。

以上の結果より、運動と感情の変化を検討する際、単に運動前後の感情の変化だけではなく、運動中の感情の影響を考慮する必要が示唆された。事実、4時間以上に亘るランニングにおいても、10km地点や40km地点において、不安感に示されるネガティブな感情の消失やポジティブな感情の増加が認められている。さらに、このことは運動によるストレス低減効果が単なる気晴らし効果¹⁴⁾¹⁵⁾であることを否定するかもしれない。

次に走行中の平均心拍数がATレベルよりも高いレベルで走行した被検者4・5についてみると、スタートと同時にATレベルよりもかなり高い心拍数で走行した被検者4では、心拍数のばらつきが少ないことから一定のペースは維持しているが、高すぎる強度のため、リラックス感や快感情も急激に低下し、不安感も急激の増加したものと思われる。被検者5は徐々にペースを上げているせいも、急激な快やリラックスの低下は見られないが、最高心拍数に達するような高い強度で走行しているため、ポジティブな感情の増加は認められなかった。また、被検者4では10km以降徐々にペー

スが落ちていることから、リラックス感は回復する傾向を示すが、快感情はマラソン終了まで最低値を示したままであった。

40km 以後も AT レベルで走行した被検者 2 と異なり、再びペースが上がることはなく、運動終了後の感情も回復の傾向は示すが、被検者 4 ではいずれの感情もスタート前値まで回復しなかった。

以上のように高すぎる運動強度での走行は不安感を増加させるだけでなく、快感情をも低下させることが認められ、その際の運動強度の基準として AT が関係する可能性が示唆された。

また、全ての被検者にほぼ共通して見られる特徴として、約 25km 地点を境に一定のペースが維持できなくなり、心拍数のばらつきが大きくなることが示された。特に高い心拍レベルで一定のペースを保持していた被検者 4 ではこのことが明確に現れており、被検者の多くが 25km 前後で快感情が最低値を示し、不安が最高値を示した。このことは走行中、一定のペースが保てなくなることと感情に何等かの関係があるものと思われる。一定のペースで行った 3 時間のトレッドミル走行中の筋グリコーゲン量と疲労感に関し、グリコーゲンの枯渇にともないランナーが重度の疲労感を感じたことも報告されており⁴⁾、グリコーゲンの消費と心理的疲労度に間に関係があることを示した。疲労感が不安感を惹起させるかどうかは明確ではないが、本研究のような長時間運動中の疲労感は運動継続に対する不安も生じ、その結果、快やリラックスといったポジティブな感情が低下した可能性が示唆された。そして、AT レベルを越えたランニングの結果、エネルギー産生においても解糖系の亢進を促し、筋グリコーゲンの消費亢進や血中乳酸レベルの上昇が疲労感を増加させ、これに伴う換気量の急激な増大が快感情の低下等に寄与しているものと思われる。したがって、マラソンの後半では、運動強度はほぼ AT レベルまで低下したものと思われる。一般に熟練されたランナーは AT 強度のスピードで走行することが報告されているが²²⁾²⁵⁾、乳酸産生亢進といったエネルギー代謝面からも妥当であろう。さらに、血中乳酸値が増加するような強度の運動では血漿カテコールアミン値も増加することが報告されており¹¹⁾、AT 強度前後を境にカテコールアミンの分泌が急激に高まることも認められている¹²⁾。これにともなう交感神経系の過剰な興奮はランナーに不安感の上昇や快感情の低下といった感情の変化を促すことにより、走行ペースを低下させ、心拍数や血圧の上昇を抑えるというフィードバック機構が働いているのかもし

れない。

最後に平均心拍数が AT レベルよりもやや低いレベルで走行した被検者についてみると、他の被検者同様、25km 地点付近を境に明らかに心拍数の変動が大きくなり、運動強度も低下するが、20km 地点までは AT レベルもしくはそれ以下のほぼ一定のペースで走行している。そして、その間の感情の変化は他の被検者に比し、非常に小さいという特徴を示した。25km 以後は他の被検者同様一定のペースが維持できず、30km 地点以降は快感情の低下や不安感の増大が認められるが、快感情の最低値や不安感の最高値の出現が 40km 地点に遅延するなど、他の被検者とは異なる動態を示した。このことは、長時間の運動においても運動強度が AT レベル以下であれば、不安感を伴うことなく運動を遂行することが可能であり、前述した AT レベルを越えることによる、血中乳酸値の増加やそれに伴う換気量の増大、交換神経系の過剰な興奮等の生理的変化が快や不安といった心理的因子に影響を及ぼしていることを示唆していると思われる。

また、このような運動中の感情の変化が小さい場合でも、運動後は他の被検者同様、快感情やリラックス感といったポジティブな感情は運動前値よりも高値を示し、不安感に示されるネガティブな感情は低値を示した。

しかし、このような AT レベルよりもやや低い強度の運動では運動中、快が得られないことがストレス低減効果を目的とした運動処方等において、その継続性にどう影響するかは検討する必要があると思われる。

以上のように、マラソンのような長時間の運動においても、特に運動中においても、快感情の増加に示されるポジティブな感情の増加が認められることから、ストレス低減効果は単なる気晴らし効果だけではないことが示唆された。そして、その際の運動の条件として、心拍数のばらつきがないような一定のペースが維持できること。同時にその強度が AT レベル付近であること示唆された。

ま と め

長時間に亘り、感情と運動強度が互いに関連しながら運動が行なわれるマラソンを運動種目として取り上げ、感情が運動強度や時間との関わりでどう変化するかについて検討した。特に、走行中の心拍数と長時間の運動遂行に影響すると思われる乳酸産生に関与する AT を運動強度の基準とし、走行中の平均心拍数と AT レベルとの関係から走行中の感情の変化について検討

した。

1. 走行中の平均心拍数が AT レベルと同一であった被検者では、長時間走行中においても走行前値より高い快感情を示したが、AT レベル以上、もしくはそれ以下で走行した被検者では認められなかった。
2. 走行中の平均心拍数が AT レベルよりも高い被検者では運動終了後も快感情および不安感が走行前値まで回復しない傾向が認められた。
3. 走行中の平均心拍数が AT レベルより低い被検者では、走行中の感情の変化が小さい傾向が認められた。

以上の結果、長時間の運動では AT レベルを基準とした運動強度が感情に影響を及ぼすことが示唆された。

参考文献

- 1) Bahrke, M. S., and Morgan, W. P.: Anxiety reduction following exercise and meditation. *Cognitive Ther. Res.*, 2: 323-334, 1978.
- 2) Bjorntorp, P.: Hypothesis Visceral fat accumulation: the missing link between psychosocial factors and cardiovascular disease? *J. Int. Med.*, 230: 195-201, 1991.
- 3) Clarkson, T. B., Kaplan, J. R., Adams, M. R. and Manuck, S. B.: Psychosocial influences on the pathogenesis of atherosclerosis among non-human primates. *Circulation*, 76(suppl. 1): 129-140, 1987.
- 4) デビッド・L・コストゥル (小林義雄訳): インサイド・ランニング. 同文書院, 1988. pp. 45-54. (Costill, D. L.: *Inside Running: Basics of Sports Physiology*. Benchmark Press, Inc., 1986)
- 5) deVries, H. A., Burke, R. K., Hopper, T. and Sloan, J. H.: Efficacy of EMG biofeedback in relaxation training. *Amer. J. Phys. Med.* 56: 75-81, 1977.
- 6) 橋本公雄, 高柳茂美, 徳永幹雄, 齊藤篤司, 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.
- 7) 橋本公雄, 徳永幹雄, 高柳茂美, 齊藤篤司, 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, 1993.
- 8) 橋本公雄, 齊藤篤司, 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.
- 9) 橋本公雄, 齊藤篤司, 高柳茂美, 徳永幹雄, 滝 豊樹: 快適自己ペース走の再現性の検討. *健康科学*, 16 (in printing).
- 10) Henry, J. and Grim, C. E.: Psychosocial mechanisms in primary hypertension. *J. Hypertens.*, 8: 783-793, 1990.
- 11) 伊藤 朗: 運動時の血漿 cAMP の動態. *日本生理学雑誌*, 46(7): 250-268, 1984.
- 12) 金谷庄藏, 藤野武彦, 小宮秀一, 大柿哲朗, 小室史恵, 鈴木 伸, 緒方道彦, 宅島 章, 増田卓二, 吉水 浩, 満園良一, 千綿俊機, 安永 誠, 町田弘幸: 段階的運動負荷中及び回復期における血中カテコールアミン, 血清カリウム, 脂質及び血糖の動態. *健康科学*, 7: 51-59, 1985.
- 13) Karasek, R. A., Russel, R. S., Theorell, T.: Physiology of stress and regeneration in job-related cardiovascular illness. *J. Hum. Stress*, 3: 29-42, 1982.
- 14) Michaels, R. R., Huber, M. J. and McCann, D. S.: Evaluation of transcendental meditation as a method of reducing stress. *Science*, 192: 1242-1244, 1976.
- 15) Morgan, W. P.: Exercise and mental disorders. In Ryan, A. J. and Allman, F. L., Jr. (eds.), *Sports Medicine*, New York: Academic Press, 1974.
- 16) Morgan, W. P. and Horstman, D. H.: Anxiety reduction following acute physical activity. *Med. Sci. Sports*, 8: 62, 1976.
- 17) Morgan, W. P.: Anxiety reduction following acute physical activity. *Psychiatric Annals*, 9: 141-147, 1979.
- 18) Morgan, W. P.: Exercise as a relaxation technique. *Primary Cardiology*, 6: 48-57, 1980.
- 19) Morgan, W. P.: Affective beneficence of vigorous physical activity. *Med. Sci. Sports*, 17(1): 94-100, 1985.
- 20) Pargman, D. and M. C. Baker.: Running high: enkephalin induced. *J. Drug Issues*, 10: 341-349, 1980.
- 21) Ransford, C. P.: Arole for amines in the antidepressant effect of exercise: a Review.

-
- Med. Sci. Sports Exer., 14 : 1-10, 1982.
- 22) Rhodes, E. C. and McKenzie, D. C. : Predicting marathon time from anaerobic threshold measurements. *Phys. Sports Med.*, 12 : 95-98, 1989.
- 23) Sime, W. E. : A comparison of of exercise and meditation in reducing physiological response to stress. *Med. Sci. Sports*, 9 : 55, 1997.
- 24) Spielberger, C. D., R. L. Gorsuch and R. E. Lushene : *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, CA : Consulting Psychologists Press, 1970.
- 25) Tanaka, K., Nakadomo, F., Fukuda, T., and Watanabe, H. : Metabolic and ventilatory responses during race pace at marathon. *Ann. Physiol. Anthropol.* 7 : 15-21, 1988.