早稲田大学人間科学学術院
竹中 晃二

Long term psychological and cardiovascular reactivity to acute exercise

Hisashi Mitsuishi^{*1}, Yuichiro Nagano^{*2} and Koji Takenaka^{*3}

(*1 Graduate School of Human Sciences, Waseda University.

*2 Graduate School of Human Sciences, Bunkyo Gakuin University.

*³ Faculty of Human Sciences, Waseda University)

Psychological and cardiovascular reactivity to acute, moderate-intensity exercise were investigated in student participants ($n = 20$). Psychological indices showed a significant increase in “positive engagement,” whereas the Waseda Affect Scale of Exercise and Durable Activity (WASEDA) indicated a reduction in “tranquility.” Moreover, “Negative affect” showed a maximum increase during exercise and a decreased after exercise. Physiological indices, such as systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR), and cardiac output (CO) showed a significant increase, whereas levels of total peripheral resistance (TPR) and baroreceptor reflex sensitivity (BRS) decreased during exercise, which is a typical physiological reaction during aerobic exercise. BRS, an indicator of cardiac vagal activity reached a minimal level during exercise and increased after exercise. Relationship between psychological and physiological indices indicated that there was a significant negative correlation between “positive engagement” and SBP, DBP, and TPR, as well as between “tranquility” and CO, whereas there was a significant positive correlation between “tranquility” and TPR, as well as between “negative affect” and SBP, DBP, and TPR.

Key words: acute moderate-intensity exercise, positive engagement, tranquility, negative affect, cardiovascular reactivity.

問題と目的

現在、生活習慣病の蔓延とともに健康の維持・増進を目的とした運動やスポーツの実践が推奨されている。

る。しかし、定期的実践者の数は必ずしも増加していない。一方で、従来から奨励されてきた比較的強度の高い運動・スポーツの実践とは別に、短時間で簡便に実施できる一過性運動の効果が注目されている。たとえば最近の研究では、エアロバイクを用いた中等度強

度の一過性運動が禁煙に伴う離脱症状を軽減することから (Daniel, Cropley, Fife-Schaw, 2006)、中等度強度の一過性有酸素運動は幅広い分野で取り入れられている。このように、エアロバイクなどを用いた簡便な運動が推奨されている背景として、実施可能性の高さが挙げられ、一般家庭においても使用可能になっているトレッドミルやエアロバイクといった健康器具の出現は、個人の簡便な一過性運動実施の可能性をますます高めている。運動経験の少ない個人にとって、高強度の運動開始、継続はいずれも困難であり、さらに安全な高強度運動が担保される施設はスポーツジムなどに限定され、場所および時間帯に大きな制約がある。それに比べてウォーキングや家庭用の健康器具を用いた簡便かつ中等度強度の運動は、日常生活において場所や時間帯の制約が少ないため有効である。

トレッドミルやエアロバイク、ウォーキングを用いた中等度強度の一過性運動は、メンタルヘル스에肯定的な影響を与えることが多くの研究によって報告されている。例えば、トレッドミルを用いた運動を30分実施することは、高揚感や活気を増加させ、その増加は座位によるテレビ鑑賞よりも大きい (Bryan, Hutchison, Seals, & Allen, 2007)。また、エアロバイクやウォーキングを用いた一過性運動は、高揚感や落ち着き感を増加させることに加えて、否定的感情を減少させる (荒井・竹中・岡, 2003)。以上の研究はいずれも中等度強度であり、有酸素性の一過性運動が感情の変化を媒介として精神的健康状態を改善する可能性を示しており、実施の容易さと相俟って普及啓発の重要性が増している。

有酸素運動や筋力トレーニングを用いた中等度強度の一過性運動がメンタルヘル스에及ぼす肯定的な効果は生理的指標から見るができる。特に、心臓血管反応の指標は、1) 刺激に対する反応潜時が短く、2) 連続して測定でき、3) 測定および分析のコストが低いことから、運動を用いた研究においても多くの報告がある。例えば、エアロバイクなどの中等度強度の運動を実施することは、一時的な心理的ストレス負荷 (計算課題など) を受けた際の血圧や心拍の増加を抑制することが確認されている (Forcier, Stroud, Papandonatos, Hitsman, Reiches, Krishnamoorthy, &

Niaura, 2006)。また、Niemela et al. (2008) は、エアロバイク運動および筋力トレーニングを用いた一過性運動は心臓血管反応および自律神経機能にも影響を与えることを明らかにした。低強度の運動の方が高強度の運動に比して運動後の回復期における心臓迷走神経活動のベースラインへの回復が速やかであるという結果は、運動に伴う心臓血管反応を指標として用いる研究において回復期を設け、時系列的に詳細な検討を行う必要があることをも示しているといえる。

従来の一過性の有酸素性運動がメンタルヘル스에及ぼす影響に注目した研究では、質問紙を用いて心理的变化に注目した研究か、あるいは単に心臓血管反応の変化を測定して間接的に心理的效果に言及した研究がほとんどである。心理的および心臓血管反応の両面から一過性の有酸素性運動の効果を検討した数少ない研究として Khan, Marlow, & Head (2008) の研究がある。しかし、Khan (2008) は、実験場面において心理的および心臓血管反応の詳細な時系列的变化を評価および測定し、両反応の変化の関係を統計的に分析するという手続きをとっていない。つまり従来の研究でトレッドミルやエアロバイク、ウォーキングなどを用いた一過性運動が心理および生理的反應に及ぼす効果を包括的に検討しているものは事実上極めて少ない。したがって、心理および生理的反應の両方を運動前後だけでなく運動開始前 (ベースライン) から運動後 (回復過程) にかけて時系列的に検討するとともに、両反應の関係性についても統計的手法を用いて詳細に検討することが重要である。

そこで本研究では、短時間で一過性の中等度強度の運動が、運動前、運動中、運動終了直後および運動後 (回復過程) の心理的反應 (質問紙調査) および生理的反應の時系列的变化に及ぼす影響、および両反應の変化の関係を明らかにすることを目的とする。具体的には、エアロバイクを用いた中等度強度の運動の実施による心理的反應を質問紙を用いて評価するとともに、心臓血管反應を連続血圧計を用いて測定する。さらに心臓血管反應の賦活量と心理的反應の時系列的变化の関係性について検討する。

方 法

1. 被験者

被験者は、20歳から26歳の大学生・大学院生20名（男性10名、女性10名；平均年齢 21.40 ± 1.30 歳）であった。

2. 運動負荷

運動負荷は、エアロバイク（コンビ社製：Cardio Exercise Cycle SYSTEM 5 RH）の一定負荷プログラムを用い、短時間の中等度強度の有酸素運動を行わせた。その強度は、アメリカスポーツ医学会の運動処方ガイドライン（ACSM, 2006）を参考に男性80ワット、女性60ワットに設定した。この運動強度は、予備実験において被験者の心拍数が110～120拍／分になることを確認し、中等度強度の有酸素運動であった。また、本研究で用いる運動強度は、アメリカスポーツ医学会の運動処方ガイドラインによる中等度強度の有酸素運動にも値する。運動時間は、短時間の運動実施による感情の肯定的な効果を明らかにした Rudolph & Butki (1998) の研究を参考にし、9分間に設定して運動を行わせた。

3. 心理指標

心理指標の評価には、1) 一過性運動時の独特の刺激に対する反応、つまり運動固有の感情を測定できる、2) 項目数が少ないため運動中の評価において被験者の負担を軽減することができる、3) 運動時の心理学的効果をより明確にするためには、高揚感、落ち着き感、否定的感情の3因子で評価を行う必要がある、4) 尺度の信頼性および妥当性が高いことから、一過性運動感情評定尺度 WASEDA (荒井ら, 2003) を用いた。この尺度は、高揚感、落ち着き感、否定的感情の3つの因子（各因子につきそれぞれ4項目、計12項目）で構成されている。本研究では、運動前、運動中、運動直後、回復期（2回）に「全く感じない（1）」、「あまり感じない（2）」、「どちらでもない（3）」、「少し感じる（4）」、「かなり感じる（5）」の5件法で、口頭によって回答させた。

設定した運動強度が主観的にも中等度強度の運動であったかを確認するため、主観的運動強度（rating of

perceived exertion: RPE）日本語版 RPE（小野寺・宮下, 1976）を用いて運動強度の主観的な評価を行った。RPE は、運動中の「きつさ」を6～20の15段階で評価する尺度であった。本実験では、運動中の「きつさ」の数値を口頭で答えるよう求めた。

4. 生理指標

有酸素性の運動は、特に心臓血管系が刺激され、血圧や心拍数の上昇や交感神経活動の賦活に影響を及ぼす。このことから、運動の効果を明示するために有酸素性の運動に対しては心臓血管系の反応を評価することが有効である。さらに、心臓血管系の反応は、連続的な測定が可能である容積補償式指血圧計 Finometer (FMS 製) を用い、心拍（heart rate: HR）、収縮期血圧（systolic blood pressure: SBP）、拡張期血圧（diastolic blood pressure: DBP）、心拍出量（cardiac output: CO）、全末梢抵抗（total peripheral resistance: TPR）を計測した。また、心臓迷走神経活動の指標として、測定した血圧波形に基づき圧反射感度（baroreceptor reflex sensitivity: BRS）を算出した。一般的に多くの研究で用いられている心臓迷走神経活動の推定技法は心拍変動（heart rate variability: HRV）であるが、呼吸という変数を統制しないと誤差が大きくなる。そこで、呼吸統制が不可能となる運動中の心臓迷走神経活動をより正確に推定するために BRS を用いた（Bristow, Brown, Cunningham, Howson, Strange, Petersen, Pickering, and Sleight, 1971; 長野, 2002; 田中・澤田, 1994）。BRS は、リラックスした状態（心臓迷走神経活動が亢進している状態）では、より高い値を示すとされている。

5. 手続き

実験の主な流れを Figure 1 に示す。最初に、被験者に対して実験の流れの説明を行い、その後同意を得て実験を開始した。被験者は、計測器を取り付けられ、安静状態を3分間計測し運動を9分間行った。運動後は回復過程を15分間計測した。心理指標は、運動前、運動中（実験開始から8分後）、運動直後（12分後）、回復期①（19.5分後）、回復期②（27分後）において WASEDA を使用して感情評価を行い、さらに、ウォーミングアップ中、本運動中、クールダウン中に RPE のレベルを評価した。各種生体情報の計測に関して

Figure 1 実験の流れ

は、実験期間を通して連続的に行った。なお、WASEDA・RPE に関しては、ボードに貼られた質問項目に対し、エアロバイクに座ったまま数字で答えるよう求めた。

6. 分析方法

心理指標である主観的運動強度は、ウォーミングアップ中、本運動中、クールダウン中における平均得点をそれぞれ算出した。また、WASEDA は、因子（高揚感・落ち着き感・否定的感情）ごとに平均値を算出した。生理指標は、安静期、運動中、運動直後、回復期①、回復期②に分けて分析を行った。特に、BRS は Bertinieri グループのシーケンス検索法 (Bertinieri et al., 1985) を基に算出した。具体的には、SBP の上昇（または下降）が 3 心拍以上連続し、SBP と同じ心周期で拍動間隔 (interbeat interval: IBI) が 3 拍以上延長（または短縮）するような特別なシーケンスをコンピューターで検索した。検索した各シーケンス内の SBP と IBI の回帰直線の傾き (ms / mmHg) を計算し BRS の値とした。

心理指標である WASEDA および生理指標は平均値を算出した後、安静時から各区分（運動中、運動直後、回復期①、回復期②）の変化率をそれぞれ算出した $\{(\text{運動中の値} - \text{安静時の値}) / \text{安静時の値}\}$ 。分析は、算出した変化率を従属変数として 1 要因の分散分析を行った。また、同指標は、心理指標および生理指標の双方の関係を明らかにするために、運動中から回復期②への変化率を算出し $\{(\text{回復期②} - \text{運動中}) / \text{運動中}\}$ 、それぞれの相関係数を求めた。

結果

1. 心理指標の変化

主観的運動強度の平均得点は、ウォーミングアップ中では 9.66 ($SD = 1.67$)、本運動中では 12.42 ($SD = 2.11$)、クールダウン中では 9.50 ($SD = 2.58$) であった。この数値は、ウォーミングアップおよびクールダウン中においては主観的に「かなり楽である」から「ややきつい」の間に相当する運動強度であった。また、運動中においては、主観的に「楽である」から「きつい」の間に相当する運動強度であった。このことから、本研究の運動中の運動強度が、主観的にも中等度強度に相当することが確認された。

Figure 2 は、高揚感 (a)、落ち着き感 (b)、否定的感情 (c) の各区分における運動前からの変化率を示している。高揚感が運動中に最も増加し、運動直後から回復期②にかけて減少を示した。一方、落ち着き感は運動中に最も減少し、運動直後、回復期②にかけて増加を示した。さらに、否定的感情は、運動中に最も増加し、運動直後から回復期②にかけて減少を示した。高揚感、落ち着き感、否定的感情の変化率をそれぞれ従属変数として、運動区分（運動中／運動直後／回復期①／回復期②）の効果について 1 要因の分散分析（被験者内計画）を行ったところ、運動区分の主効果が有意であった。高揚感 ($F(3, 57) = 29.50, p < .01$)、落ち着き感 ($F(3, 57) = 38.19, p < .01$)、否定的感情 ($F(3, 57) = 5.53, p < .01$) において多重比較を行ったところ、高揚感は、運動中から運動直後、回復期①から回復期②の間以外全ての区間で有意な差が認められた ($p < .01$)。落ち着き感は、回復期①と回復期②の間以外全ての区間で有意な差が認められた ($p < .01$)。

Figure 2 各区間における高揚感、落ち着き感、否定的感情の変化率（運動前を0とする）

否定的感情は、運動中と各回復期に有意な差が認められた ($p < .01$)。

2. 生理指標の変化

Figure 3 に心臓血管系反応 (SBP (a)、DBP (b)、HR (c)、CO (d)、TPR (e)、BRS (f)) の各区間における運動前からの変化率を示した。SBP、DBP、HR、CO が運動中に最も増加し、TPR は最も減少を示した。また、心臓迷走神経活動の指標である BRS は、運動中に最も減少を示した。SBP、DBP、HR、CO、TPR の変化率を従属変数として運動区間（運動中／運動直後／回復期①／回復期②）の効果について 1 要因の分散分析（被験者内計画）を行ったところ、運動区間の主効果が有意であった。SBP ($F(3, 57) =$

92.28, $p < .01$)、DBP ($F(3, 57) = 29.01$, $p < .01$)、HR ($F(3, 57) = 187.30$, $p < .01$)、CO ($F(3, 57) = 252.74$, $p < .01$)、TPR ($F(3, 57) = 83.62$, $p < .01$) において多重比較を行ったところ、回復期①と回復期②の間以外全ての区間には有意な差が認められた ($p < .05$)。BRS ($F(3, 57) = 29.92$, $p < .01$) は、運動直後と回復期①の間、回復期①と回復期②の間以外全ての区間では有意な差が認められた ($p < .05$)。

3. 心理指標と生理指標における変化率の相関関係

心理指標（高揚感・落ち着き感・否定的感情）と生理指標（SBP・DBP・HR・CO・TPR・BRS）の運動中から回復期②における変化率についてそれぞれの間で相関係数を算出した。それぞれの相関関係を Table

Figure 3 各区間におけるSBP、DBP、HR、CO、TPR、BRSの変化率（運動前を0とする）

1に示した。その結果、高揚感では、SBP、DBP、TPRの各指標との間に中程度の負の相関が認められた。落ち着き感では、TPRとの間に中程度の正の相関、

COとの間に中等度の負の相関が認められた。否定的感情では、SBP、DBP、TPRの各指標との間に中等度の正の相関が認められた。

Table 1 運動中から回復期②における各心理指標と生理指標の変化率との相関関係

	高揚感	落ち着き感	否定的感情
SEP	-.52*	.32	.40†
DBP	-.51*	.32	.42†
HR	.28	-.30	.08
CO	.31	-.56*	-.25
TPR	-.45*	.50*	.42†
BRS	-.04	-.17	-.18

† $p < .10$, * $p < .05$

考 察

本研究では、エアロバイクによる中等度強度の一過性運動を用いて、運動前、運動中、運動終了直後および運動後（回復過程）における心理的反応（質問紙調査）および生理的反応の時系列的変化およびその関係性について検討した。

心理的反応の結果から、運動中においては高揚感が増加し、落ち着き感は減少するという相対関係が見られた。また回復期における落ち着き感は運動の実施によって安静期よりも増加した。否定的感情は、運動中に最も増加し、回復期②では運動前や運動中と比べて減少した。先行研究においては、中等度強度の運動を実施することで高揚感や落ち着き感が増加し、否定的感情が減少することが報告されており（荒井ら, 2003）、本研究の結果はこれと一致するものであった。

生理的反応においては、SBP、DBP、HR、CO が運動中に最も増加し、TPR は最も減少を示した。このような TPR の減少に特徴づけられる反応は運動時特有のものであると考えられる（Sherwood, Allen, Obrist, & Langer, 1986）。また、心臓迷走神経活動の指標である BRS は、運動中に最も減少を示した。これは、運動中の BRS の低下を報告した先行研究（Bristow et al., 1971）の結果と一致する結果であり、一時的なホメオスタシスからの逸脱を示唆する運動時の典型的な反応である。さらに BRS は運動後の回復期において運動前より増加した。これは短時間の中等度強度の運動を実施したことが心臓迷走神経活動を賦活さ

せた可能性を示唆する。

さらに中等度強度の運動の実施が心理および生理的反応の時系列変化の関係性に及ぼす影響について考察する。本研究では高揚感、SBP、DBP に関して、運動中から回復期にかけての変化率の相関係数を算出した。その結果、高揚感では、SBP、DBP の各指標との間に負の相関が認められた。血圧は、1）心拍出量（CO）、2）動脈から流れ込む部分の全末梢抵抗（TPR）、3）循環する血液量の3つの因子から決定される（猪飼・石河, 1963；本郷・廣重, 2002）。これらは、 $\text{血圧} = \text{心拍出量} \times \text{全末梢抵抗}$ で表すことができる（石河・杉浦, 1989）。特に運動中は、運動時の骨格筋の血管拡張によって血管抵抗が減少し、全末梢抵抗が低下する（Sherwood et al., 1986）。本研究の結果は、高揚感の変化率が大きい者ほど、血圧の変化率が小さいことを意味している。つまり、一過性運動を実施するにあたり、高揚感をより伴う方が全抹消抵抗はより低下するため、血圧の上昇が心拍数の上昇の割には低く抑えられることから、より安全に運動することが可能になると考えられる。

また高揚感と CO の変化率との間には相関が見られなかったが、高揚感と TPR の変化率は負の相関を示した。これは、高揚感という主観的指標と血管抵抗値（全末梢抵抗：TPR）という生理的指標において、相対的に逆方向の変化の落差に相関関係があることを示すものである。分かりやすく言い換えれば、運動中から回復期にかけて高揚感の変化率が大きい者ほど、血管抵抗の変化率が大きい、と解釈できるだろう。落ち着き感は、運動中から回復期にかけての変化率におい

てCOとの間に負の相関、TPRとの間に正の相関を示した。つまり、運動中から回復期にかけて落ち着き感の変化率が大きい者ほど、心拍出量および血管抵抗の変化率が大きいことを意味している。これらのことから、一過性運動による高揚感および落ち着き感、TPRの運動中から回復期にかけての変化が運動時特有のものであったと考えられる。

否定的感情の変化率とSBP、DBP、TPRの変化率の間の相関は有意傾向を示した。いくつかの研究では、否定的感情と心臓血管反応の減少との関係を報告している (Earle, Linden, & Weingberg, 1999; Glynn, Christenfeld, & Gerin, 2002)。本研究で扱った指標はあくまで各指標の変化率であるため、従来の研究と本結果を直接比較することは困難である。すなわち、本結果が示すことは、否定的感情の変化率が大きい者ほど、心臓血管系の各指標の変化率が大きい傾向を示すものであり、両指標の変化に有意な相関があることを示すものではないからである。

本研究は運動中から回復期にかけての心理的反応および心臓血管反応の時系列的変化の動態を明らかにした。同時に、運動中から回復期にかけての高揚感、落ち着き感、否定的感情および血圧、血管抵抗の変化率との間に有意な関係があることを示した。本研究の結果は、血管抵抗に特徴づけられる反応が運動時特有のものであると考えられ (Sherwood et al., 1986)、さらに、荒井ら (2003) の示す一過性運動時の心理的反応の結果とも一致する。以上のことから、中等度強度の運動の有用性、および同運動の実行にあたり心理的指標の変化の動態に基づいた運動プログラムの導入が必要であることが示唆された。

一方、本研究には課題も残されている。リラックス状態を表すと考えられる生理的反応である心臓迷走神経活動の運動中から回復期にかけての変化率と、落ち着き感の変化率との間には有意な相関は見られなかった。つまり、運動後の回復期における落ち着き感および心臓迷走神経活動の増加の程度に変化が見られなかったことを意味している。したがって、この要因としては、落ち着き感および心臓迷走神経活動の増加が以下の要因によって阻害されていた可能性が考えられる。本研究において、参加者は運動後の回復期の間エ

アロバイクの上に座り続けることを要求された。これにより臀部を中心とする不快感が負担となり、その結果心臓迷走神経活動の増加が一様に現れにくかったと考えられる。日常生活における運動場面において、本研究で用いたようなエアロバイクの上に運動後も座り続けるという機会は現実的には考えにくい。よって今後の研究においては、運動後の回復過程における姿勢の負担や環境設定などに配慮する必要がある。これらの改善は、短時間の中等度強度の運動の回復期における落ち着き感および心臓迷走神経活動の増加に寄与し、両指標の変化率の有意な相関の検出に寄与する可能性がある。さらに、短時間の中等度強度の運動の実施の効果を客観的に示すためにも、心理および生理的反応の関係性の観点から同効果を詳細に検討する必要がある。

引用文献

- 日本体力医学会体力科学編集委員会 (2006). 運動処方
の指針—運動負荷試験と運動プログラム— 南江
堂.
- 荒井弘和・竹中晃二・岡浩一郎 (2003). 一過性運動
に用いる感情尺度 —尺度の開発と運動時における
感情の検討— 健康心理学研究, **16**, 1-10.
- Bristow, D. J., Brown, B. E., Cunningham, C. J. D. Jr.,
Howson, G. M., Petersen, S. E., Pickering, G. T., &
Sleight, P. (1971). Effect of bicycling on the barore-
flex regulation of pulse interval. *Circulation*
Research, **38**, 582-592.
- Bertinieri, G., Rienzo, M., Cavallazzi, A., Ferrari, A. U.,
Pedotti, A., & Mancina, G. (1985). A new approach to
analysis of the arterial baroreflex. *Journal of hyper-*
tension. Supplement, **3**, S79-81.
- Bryan, A., Hutchison, K. E., Seals, D. R., & Allen, D. L.
(2007). A transdisciplinary model integrating
genetic, psychological, and psychological correlates
of voluntary exercise. *Health Psychology*, **26**, 30-39.
- Daniel, J. Z., Cropley, M., Fife-Schaw, C. (2008). The
Effect of exercise in reducing desire to smoke and
cigarette withdrawal symptoms is not caused by

- distraction. *Addiction*, **101**, 1187-1192.
- Earle, T. L., Linden, W., & Weinberg, J. (1999). Differential effect of harassment on cardiovascular and salivary cortisol stress reactivity and recovery in women and men. *Journal of Psychosomatic research*, **46**, 125-141.
- Forcier, K., Stroud, R. L., Papandonatos, D. G., Hitsman, B., Reiches, M., Krishnamoorthy, J., & Niaura, R. (2006). Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A meta-analysis. *Health Psychology*, **25**, 723-739.
- Glynn, L. M., Christenfeld, N., & Gerin, W. (2002). The role of rumination in recovery from reactivity: Cardiovascular consequences of emotional states. *Psychosomatic Medicine*, **64**, 714-726.
- 猪飼道夫・石河利寛 (1963). 運動の生理学 ベースボール・マガジン社, 224-237.
- 石河利寛・杉浦正輝 (1998). 運動生理学 建帛社, 165-182.
- Khan, S. R., Marlow, C., Head, A. (2008). Physiological and psychological responses to a 12-week body balance training programme. *Journal of Science & Medicine in Sports*, **11**, 299-307.
- 長野祐一郎 (2002). 鏡映描写時における圧反射感度の変化：課題難易度の影響 生理心理学と精神生理学, **20**, 233-239.
- Niemela, H. T., Kiviniemi, M. A., Hautala, J. A., Salmi, A. J., Linnamo, V., & Tulppo, P. M. (2008). Recovery pattern of baroreflex sensitivity after exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercised*, **40**, 864-870.
- 小野寺孝一・宮下充 (1976). 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性—Rating of perceived exertion の観点から— 体育学研究, **21**, 191-202.
- Rudolph, D. L., & Butki, B. D. (1998). Self-efficacy and affective responses to short bouts of exercise. *Journal of Applied Sport Psychology*, **10**, 268-280.
- Sherwood, A., Allen, M. T., Obrist, P. A., & Langer, A. W. (1986). Evaluation of beta-adrenergic influences on cardiovascular and metabolic adjustments to physical and psychological stress. *Psychophysiology*, **23**, 89-104.
- 田中豪一・澤田幸展 (1994). 呼吸の影響からみた呼吸性洞性不整脈と圧受容体反射感受性の比較 心身医学, **34**, 473-479.
- (2009. 1. 9 受稿, 2010. 7. 6 受理)