

身体活動のタイプの違いはどのように気分に影響するのか？

高橋 信二¹⁾ 坂入 洋右²⁾ 吉田 雄大²⁾ 木塚 朝博²⁾

Shinji Takahashi¹, Yosuke Sakairi², Yudai Yoshida² and Tomohiro Kizuka²: How do different types of physical activity affect mood?. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 57: 261-273, June, 2012

Abstract : Generally, typical physical activities (e.g. walking and cycling) increase positive affect and decrease negative affect. However, few studies have investigated the effects on mood of activities that are frequently pursued during leisure time (e.g. dynamic stretching and video games). The purpose of the present study was to investigate the influences of different types of physical activity on mood. We selected 16 activities (*kendama*, active video games [“Wii Sports” tennis, baseball, boxing], static and dynamic stretching, jumping rope, step exercise, table tennis, darts, ball juggling, cycling, balance ball exercise, golf putting, walking, and dumbbell exercise) for investigation and divided them into 4 protocols. The duration of each activity was 10 min, except for dynamic stretching and step exercise (3 min). Fifteen young adults (8 males and 7 females) participated in at least 2 protocols (8 activities). Before and after each activity, levels of arousal and pleasure were measured using a two-dimensional mood scale. Metabolic equivalent (MET) as an index of exercise intensity was monitored throughout all activities using a portable indirect calorimeter (MetaMax 3B). The changes in arousal and pleasure levels were tested by paired *t* test. The influence of activity type on changes in arousal and pleasure levels was analyzed by ANCOVA (factor: activity type 16 levels; covariate: METs) using a Mixed model. In ANCOVA models, the influence of each activity was evaluated in comparison with walking. All activities except static stretching ($p=0.199$) significantly increased the arousal level ($p<0.010$). The pleasure level was significantly increased after 3 sessions of active video games, static stretching, table tennis, and balance ball exercise ($p<0.044$). The results of the ANCOVA models revealed that the main effect of activity type on changes in arousal and pleasure levels was significant ($p\leq 0.007$), while MET showed no significant regression coefficient ($p\geq 0.075$). Increases in pleasure level during an active video game (baseball) and table tennis were significantly higher than during walking ($p\leq 0.025$), whereas the influence of step exercise was significantly lower than during walking. These findings suggest that physical activity generally increases arousal level independently of exercise intensity, and that performing activities with another person such as conducting active video games or table tennis, significantly increases pleasure level in comparison to walking.

Key words : leisure activity, exercise, two dimension mood scale, MET

キーワード : 遊び, 運動, 二次元気分尺度, MET

1) 東北学院大学教養学部
〒981-3193 宮城県仙台市泉区天神沢 2-1-1
2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科
〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1
連絡先 高橋信二

1. Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University
2-1-1 Tenjinzawa, Izumi-ku, Sendai, Miyagi 981-3193
2. Graduate School of Comprehensive Human Science,
University of Tsukuba
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577
Corresponding author shinji@izcc.tohoku-gakuin.ac.jp

1. 緒 言

多くの疫学のおよび介入的研究の成果として、身体活動は身体的健康の維持に対して良好な効果を有することが知られている (Pate et al., 1995; Berlin and Colditz, 1990; Fujita et al., 2004; Jacobsen et al., 2002; Lakka and Laaksonen, 2007; Manson et al., 1992; Paffenbarger et al., 1983; Swain and Franklin, 2006). また、身体活動は自己効力感や生活の質 (Quality of life: QOL) などの心理的あるいは精神的健康に対しても好ましい効果を有すると考えられている (Ekkekakis and Petruzzello, 1999; Fox, 1999; Paluska and Schwenk, 2000). 一過性の身体活動は抑うつ・不安症状 (North et al., 1990; Paluska and Schwenk, 2000) や不快気分 (Boutcher et al., 1997) を減少させること、短期間の定期的な運動トレーニングは緊張と情緒混乱を減少させること (Steptoe and Bolton, 1988), が報告されており、身体活動は心理的状态に対して直接的な効果を有する。また、中村ほか (2008) は、高齢者において体力水準と QOL 間に中程度の相関関係があることを報告している。定期的な身体活動 (運動) と体力水準間に因果関係があることを考慮すると、定期的な身体活動は心理的健康に対して間接的な効果も有すると考えられる。一方で、高強度運動による体力の向上よりも身体活動自体が抑うつ症状の軽減に効果的であるという報告 (Thirlaway and Benton, 1992) もあることから、身体活動の心理状態に対する直接的効果は間接的効果よりも強いものと推察される。

Steptoe and Cox (1988) は、一過性の運動において、体力水準と環境条件 (音楽) と独立して、低強度活動は活気や爽快感などの肯定的感情を増加させ、高強度の活動は緊張や疲労などの否定的感情を増加させることを報告した。Petruzzello et al. (1991) は、有酸素運動と不安低下の関係において活動強度よりも活動時間が重要な要因となり、21分以上の活動時間が不安症状の低下に必要であることをメタ分析により明らかにしてい

る。また、Ekkekakis and Petruzzello (1999) は、一過性の有酸素運動と感情・気分に関するレビューを行い、活動強度の増加と活動時間の延長に伴い、肯定的感情は減少する傾向にあることを示唆している。近年では、運動条件も気分に影響することが示唆されている。北ほか (2010) は、ラットにおける脳の機能・構造 (セロトニン神経活動とコルチコトロピン放出因子神経活動) と運動条件 (自発運動と強制運動) の関連をレビューし、自発運動では抗うつ・抗不安効果をもつセロトニン神経活動は高くなり、うつ症状の要因となるコルチコトロピン放出因子神経活動は強制運動時にのみ高くなることを報告している。

以上のように、心理状態・気分改善に対する身体活動・運動の効果および効果を得るための強度、時間および条件も明らかになってきつつある。その一方で、これらの研究成果を実践的に利用するためには更なる研究が必要であると考えられる。運動と心理状態に関する実験的研究あるいは介入的研究の多くは、運動そのものの心理状態に与える影響を検討することを目的としている。そのため、対象となる活動種目は、実験条件の統制が容易な自転車ペダリング運動、歩行、走行あるいはウェイトトレーニングなどの比較的単調な活動であることが多い。ライフスタイルが多様化している現実社会への研究結果の還元を考慮すると、より多様な活動、特に余暇活動で行われる活動での身体活動と心理状態の関係を定量化することは有用であろう。そこで、本研究は、運動トレーニングや余暇活動として行われるいくつかの身体活動を対象とし、身体活動と心理状態、特に活動種目、強度および気分の変化の関係性を分析し、活動種目別に気分がどのように変化したのかを検討した。

2. 方 法

2.1 実験プロトコル

体育スポーツ科学あるいは体育指導の専門家数名と協議し、実験対象となる活動種目を検討した。活動種目の選定にあたり以下の観点を考慮し

た：1)運動トレーニングとして行われる活動，2)余暇活動として頻繁に行われる活動，3)オリジナリティが高い活動，4)課題の遂行に必要な運動技術・難易度にバラツキがある活動．最終的に本研究では，運動トレーニングとして行われる活動8種類（静的ストレッチ，動的ストレッチ，縄跳び，踏み台昇降，自転車ペダリング，バランスボール，歩行，ダンベル体操）を含む，全16種類の身体活動種目を実験対象とした．実験開始に先立ち，4回の予備実験を行った．予備実験において，活動種目が5つ以上になると1実験で

の被験者の実質的な拘束時間が2時間以上になり，被験者から負担が大きいという指摘を受けた．そのため，1実験当たり4つの活動種目を含むように計画した．全活動種目は4つのプロトコルに分けられた．プロトコルへの各活動種目の配置では，以下の点を考慮した：1)各プロトコルにおいて低強度と予想される活動種目と高強度と予想される活動が混在すること，2)運動課題遂行の難易度が低い活動と高い活動が混在すること，3)同一のプロトコルにおいて類似する活動がないこと．最終的な各実験プロトコルの概要は

表1 プロトコル別の活動実施順序，活動種目，時間，内容

プロトコル	実施順と種目	時間	内 容
1	1. けん玉	10分	NPO 法人けん玉協会認定のけん玉（大空）を使用．被験者は立位で，同協会の級位・段位認定表にある種目を行う．
	2. アクティブビデオゲーム（テニス）	10分	任天堂社製 Wii および Wii Sports を使用．立位姿勢で，同ソフトにあるテニスゲームで Computer と複数回対戦．
	3. 動的ストレッチ（ラジオ体操）	約3分	NHK ラジオ体操第1と2を実施．第1と第2の間に，若干の休憩有り．
	4. 縄跳び	10分	ビニール製縄跳び（2.9 m）を使用．10分間一定のリズムで行うように指示し，跳び方は対象者の自由．数秒間の休憩を許可した．
2	1. 静的ストレッチ	10分	マット上で，様々なタイプの静的ストレッチを実施．ストレッチの種類は被験者の自由（立位，座位，臥位，いずれでも可）．
	2. アクティブビデオゲーム（野球）	10分	任天堂社製 Wii および Wii Sports を使用．立位姿勢で，10分間で，同ソフトにある野球ゲームで Computer と複数回対戦．
	3. 踏み台昇降	3分	踏み台（男性：40 cm；女性35 cm）を使用．テンポは男女とも毎分30回．
	4. 卓球（ラリー）	10分	2名（うち1名は験者）で実施．対戦形式ではなく，ラリーの継続を目標に実施．
3	1. ダーツ	10分	ハードダーツとボード（直径約40 cm）を使用．高さ（中心が173 cm），距離（273 cm）にボードを設置．高得点を目標に実施．1回に3投．投じたダーツは被験者自身が回収．
	2. お手玉（ジャグリング）	10分	ショートテニス用のスポンジボールを使用．立位姿勢で，ボール2個のから開始し，被験者の能力に応じてボールを追加．ボールが手元を離れた場合は被験者自身が回収．
	3. アクティブビデオゲーム（ボクシング）	10分	任天堂社製 Wii および Wii Sports を使用．立位姿勢で，10分間，同ソフトにあるボクシングゲームで Computer と複数回対戦．
	4. 自転車ペダリング	10分	自転車エルゴメータを使用．男性100 W，女性80 W（60 rpm）から開始し，その後自覚的強度（ややきつい）に応じて負荷の変更を許可した．
4	1. バランスボール	10分	バランスボール（直径：65 cm）を使用．バウンド，バランス，体幹などの6メニューを行った．各メニューは10回程度．
	2. パターゴルフ	10分	パッティング練習用マットを使用．ホールまでの距離は約200 cm．パッティング後のボールは験者が回収．被験者は，数秒間の休憩を挟み，パッティングを繰り返した．
	3. 歩行	10分	トレッドミルを使用．男女とも，100 m/min から開始し，その後自覚的運動強度（ややきつい）に応じて負荷の変更を許可した．
	4. ダンベル体操	10分	ダンベル（男性：3 kg；女性：1 kg）を使用．立位姿勢で，プルオーバー，ベントオーバー・ラテラル・レイズ，フロントプレスなどの6メニューを行った．各メニューは10回程度．

以下の通りである。

プロトコル1:

けん玉, アクティブビデオゲーム (テニス), 動的ストレッチ (ラジオ体操), 縄跳び。

プロトコル2:

静的ストレッチ, アクティブビデオゲーム (野球), 踏み台昇降, 卓球 (ラリー)。

プロトコル3:

ダーツ, お手玉 (ジャグリング), アクティブビデオゲーム (ボクシング), 自転車ペダリング。

プロトコル4:

バランスボール, パターゴルフ, 歩行, ダンベル体操。

表1は, 各プロトコルに含まれる活動種目, 実施順序, 活動時間および活動内容を示している。プロトコル1の動的ストレッチ (ラジオ体操) (約3分間) とプロトコル2の踏み台昇降 (3分間) を除く, 全ての種目の活動時間は10分間であった。活動時間を10分間に設定した理由は, 1) より多くの活動種目を測定すること, 2) 活動強度の測定項目である代謝当量 (metabolic equivalent: MET) が定常状態になっていること, 3) 代表的な質問紙による身体活動量評価法の1

つである国際標準化身体活動質問票 (International Physical Activity Questionnaire: IPAQ) における活動時間の最小単位が10分間であること, である。

図1は, 各プロトコルのタイムスケジュールを模式化したものである。すべてのプロトコルは, 15分間の座位安静状態からテストを開始し, 各種目間に5分間の休憩 (座位安静) を含めた。アンケート (二次元気分尺度, 後述) による気分測定は座位安静状態および各活動種目前後に行った。また, 携帯式呼気ガス分析器 (Cortex社製 MetaMax 3B) により, プロトコル開始から終了まで連続的にMETを測定した。なお, 活動種目の強度 (MET) が違うことが予想されたため, 活動強度の持ち越し効果を最小限に留めるよう, 低強度から高強度へ移行するように各プロトコル内の活動種目順序は固定された。

2.2 被験者

日常的に運動トレーニングを行っていない男性8名 (20.8 ± 0.4歳, 身長169.0 ± 4.9 cm, 体重62.3 kg), 女性7名 (20.6 ± 0.6歳, 身長162.9 ± 7.6 cm, 56.5 ± 6.4 kg) が本研究へ参加した。被験者15名のうち, 4つ全てのプロトコルに参加し

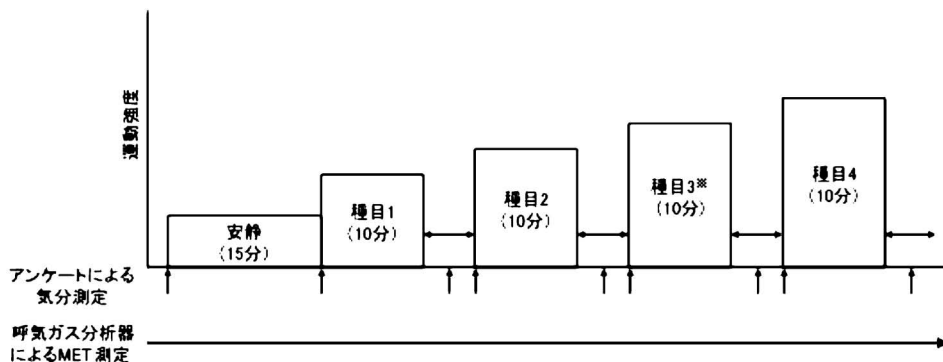


図1 プロトコルのタイムスケジュール。双方向矢印は各種目間の休憩5分を示し, 上向きの一方向矢印はアンケート (二次元気分尺度) による気分測定のタイミングを示している。全てのプロトコルにおいて, 開始から終了まで携帯式呼気ガス分析器 (MetaMax 3B) によりMETは連続的に測定された。活動種目の実施順は, 活動強度の持ち越し効果を最小限に留めるよう, 低強度から高強度へ移行するように固定された。

*プロトコル1および2において3番目に実施された種目 (ラジオ体操と踏み台昇降) の活動時間は3分。

た者は7名(女性3名), 3つのプロトコルに参加した者は5名(女性2名), 2つのプロトコルに参加した者は3名(女性2名)であった。被験者は, 1日1プロトコルの頻度で研究に参加した。プロトコルによる順序効果は無効とするように, プロトコルの実施順は無作為化された。

なお, 実験参加に際して, 被験者の人権への倫理的配慮に基づき, 対象者一人ひとりに対してインフォームド・コンセントを実施した。インフォームド・コンセントは, 被験者に対して, 研究代表者が口頭および書面によって個別に説明を行い, 十分な理解が得られた者に対して書面での同意を得た。

2.3 測定項目

2.3.1 気分(二次元気分尺度)

各活動における気分の変化を二次元気分尺度(坂入・征矢, 2003)の改訂版(坂入ほか, 2003)により測定した。身体活動における感情・気分の測定尺度には, POMSやMood Check List(橋本ほか, 1991), Waseda Affect Scale of Exercise and Durable Activity(荒井ほか, 2004)などがあるが, 本研究で二次元気分尺度を用いた理由は, 1)信頼性, 妥当性が確認されていること^{注)}, 2)質問項目が少数(8項目)であり被験者に掛かる負担が少ないこと, また, 3)開発者以外の研究者により研究(野田と佐久間, 2009)に用いられていること, である。二次元気分尺度は, 項目1)「落ち着いた」, 項目2)「イライラした」, 項目3)「無気力な」, 項目4)「活気にあふれた」, 項目5)「リラックスした」, 項目6)「ピリピリした」, 項目7)「だらけた」, 項目8)「イキイキした」により構成され, それぞれの項目について「全くそうではない」(0点), 「少しはそう」(1点), 「ややそう」(2点), 「ある程度そう」(3点), 「かなりそう」(4点), 「非常にそう」(5点)の6段階で回答するアンケートである。二次元気分尺度は, 「ポジティブ覚醒」(項目3, 項目4, 項目7と項目8)と「ネガティブ覚醒」(項目1, 項目2, 項目5と項目6)の領域を測定しており, 以下の方法により, 快適度, 覚醒度を測定すること

が出来る。

$$\begin{aligned} \text{快適度} &= \text{項目1} + \text{項目4} + \text{項目5} + \text{項目8} \\ &\quad - \text{項目2} - \text{項目3} - \text{項目6} - \text{項目7} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\begin{aligned} \text{覚醒度} &= \text{項目2} + \text{項目4} + \text{項目6} + \text{項目8} \\ &\quad - \text{項目1} - \text{項目3} - \text{項目5} - \text{項目7} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 2})$$

快適度と覚醒度は-20から+20の範囲を取る値である。二次元気分尺度による気分の測定を各活動種目前後(活動直前と活動終了2, 3分後)で行い, 各活動種目による快適度と覚醒度の変化(活動後-活動前)を算出した。

2.3.2 活動強度(MET)

全ての活動中の換気量と呼気ガス諸量はフェイスマスクを通してMetaMax 3Bによりbreath-by-breath法により測定された。MetaMax 3Bは専用のハーネスにより被験者の体幹に固定された。MetaMax 3Bはテスト前にキャリブレーションされた。タービン式流量計(測定範囲: 0.05-2.00 L/秒)のキャリブレーションには3.0 Lのシリンジが使用され, 酸素センサおよび二酸化炭素センサのキャリブレーションには校正ガス(酸素15.94%, 二酸化炭素3.97%)が使用された。テスト終了後, 専用のソフトウェアによりbreath-by-breathデータは, 30秒に平均化され, CSV形式でダウンロードされた。各活動の定常状態を確保するために, 動的ストレッチ(ラジオ体操)と踏み台昇降を除く, 各活動の最終7分間の酸素摂取量を平均化し, 1.0 MET=酸素摂取量3.5 ml/kg/minとしてMETを算出した。動的ストレッチ(ラジオ体操)と踏み台昇降では, 最終1分間のデータからMETを算出した。

2.4 統計解析

各活動種目において, 活動前と活動後の快適度と覚醒度の変化を対応のあるt検定により分析した。また, 各種目の効果の大きさ(effect size: ES)を各活動前後の快適度の差と覚醒度の差(活動後の値-活動前の値)の平均と標準偏差の

商として算出した。

その後、快適度と覚醒度の変化量に対する活動種目と活動強度 (MET) の影響を検討するために、一般線形混合モデルを用いて共分散分析モデルを解析した。従来、本研究のように同一被験者から複数回測定データを収集する被験者内計画に適する解析方法として、反復測定の共分散分析が用いられる。しかしながら、この解析では、本来、変量効果として処理されるべき被験者効果を固定効果と見なして計算している。そのため、欠損値を含む被験者は分析から除外されてしまう。被験者効果などの変量効果を正確に計算する方法の1つが一般線形混合モデルである (千野, 2003; Twisk, 2004)。一般線形混合モデルでは、被験者効果を変量効果として計算するために、欠損値を含む被験者も分析に用いることができ、検定力に優れる分析方法である。分析に用いた共分散分析モデルは以下の通りである。

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta \cdot x + a_i + e_{ij} \quad (\text{Eq. 3})$$

ここでは、 y_{ij} は被験者 i の j 番目の気分 (快適度, 覚醒度) の変化、 μ は切片 (一般平均)、 α_i

は活動種目 (16水準) の主効果、 x は活動強度である MET (共変量)、 β は MET の回帰係数を示している。また、 a_i は被験者効果 (変量効果) を示し、 e_{ij} は誤差である。分析には SPSS 16.0 を使用し、制限付き最尤法によりパラメータ推定を行った。活動種目の気分の変化に対する影響は、一般的な活動である歩行 (プロトコル 4 の 3 番目の種目) を基準値に設定し相対的に解釈し、活動強度の影響は回帰係数から検討した。なお、分析に先立ち、平行性の検定を行い (活動種目と活動強度の交互作用の有無)、快適度と覚醒度の変化において有意な交互作用がないことを確認した (快適度: $F(15, 151.6) = 1.2, p = 0.303$; 覚醒度: $F(15, 151.2) = 0.9, p = 0.615$)。全ての解析において、有意水準は 5.0% とした。

3. 結 果

表 2 は、各活動種目の MET、快適度と覚醒度の変化を示している。対応のある t 検定の結果、快適度では、アクティブビデオゲーム (テニス) ($t(12) = -2.6, p = 0.024$)、静的ストレッチ (t

表 2 各活動種目の活動強度, 快適度, 覚醒度の変化の平均 ± 標準偏差

活動種目	N	活動強度 (MET)	快適度の変化 (点)	覚醒度の変化 (点)
けん玉	13	2.2 ± 0.4	1.2 ± 4.2	8.7 ± 8.3*
アクティブビデオゲーム (テニス)	13	2.3 ± 0.5	2.8 ± 3.9*	10.5 ± 9.4*
動的ストレッチ (ラジオ体操)	13	3.2 ± 0.7	1.2 ± 5.0	8.5 ± 8.0*
縄跳び	13	7.3 ± 1.9	0.6 ± 5.2	13.2 ± 8.2*
静的ストレッチ	12	2.4 ± 0.5	2.9 ± 3.8*	3.1 ± 7.8
アクティブビデオゲーム (野球)	12	2.3 ± 0.8	4.3 ± 3.8*	11.0 ± 7.3*
踏み台昇降	12	7.8 ± 1.2	-4.8 ± 8.4	10.8 ± 10.3*
卓球 (ラリー)	12	3.9 ± 0.8	4.8 ± 5.8*	8.3 ± 7.9*
ダーツ	13	2.7 ± 0.5	2.0 ± 7.2	9.1 ± 7.1*
お手玉	13	3.2 ± 0.9	-0.8 ± 4.5	7.4 ± 5.2*
アクティブビデオゲーム (ボクシング)	13	3.3 ± 1.0	3.0 ± 3.3*	11.5 ± 9.0*
自転車ペダリング	13	6.2 ± 1.1	-1.3 ± 6.7	9.6 ± 9.4*
バランスボール	11	3.3 ± 0.7	3.6 ± 5.1*	9.0 ± 7.5*
パターゴルフ	11	2.5 ± 0.4	-1.2 ± 5.8	7.9 ± 8.3*
歩行	11	5.2 ± 0.9	0.8 ± 2.8	8.6 ± 7.4*
ダンベル体操	11	3.2 ± 0.6	0.0 ± 4.0	8.0 ± 6.9*

*: 活動前と活動後での対応のある t 検定において有意差 ($p < 0.05$) が認められた変化。

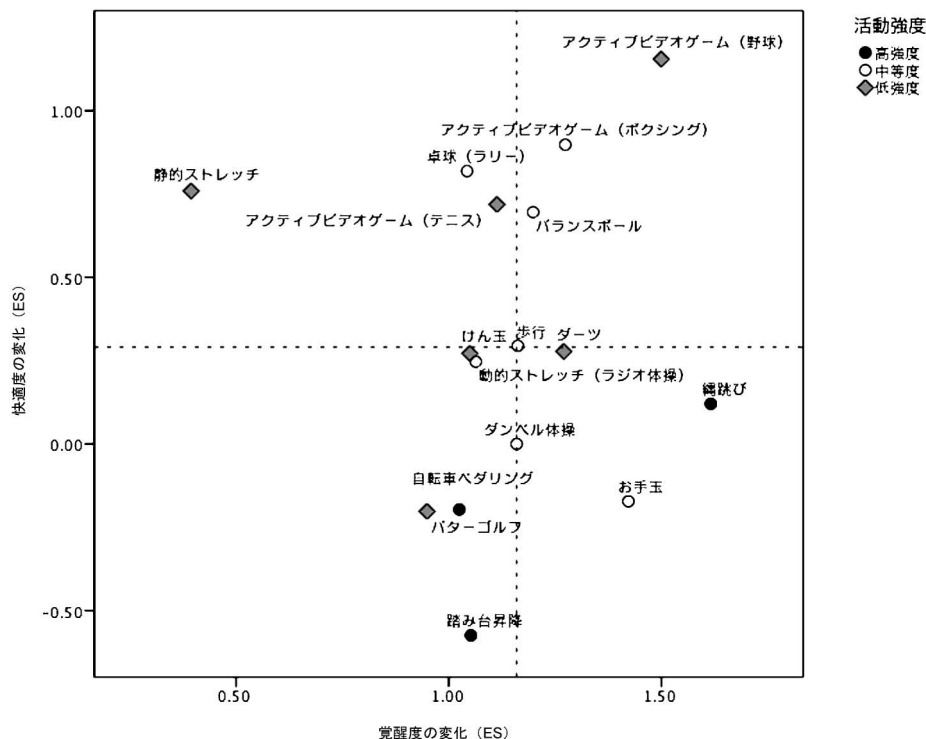


図2 各活動種目における快適度と覚醒度の変化の大きさ (effect size: ES) の散布図. ESは、各活動前後の快適度と覚醒度の差の平均と標準偏差より算出. 図中の◆は低強度 (平均METが3.0未満), ○は中等度 (平均METが3.0以上, 6.0未満), ●は高強度 (平均METが6.0以上)を示す. また, 図中の破線 (x軸に平行)は快適度の変化に対する歩行のES=0.29であり, 破線 (x軸に垂直)は覚醒度の変化に対する歩行のES=1.16である.

(11) = -2.6, $p=0.024$), アクティブビデオゲーム (野球) ($t(11) = -4.00, p=0.002$), 卓球 (ラリー) ($t(11) = -2.8, p=0.016$), アクティブビデオゲーム (ボクシング) ($t(12) = -3.2, p=0.007$), バランスボール ($t(10) = -2.3, p=0.044$) が有意に増加していた. また, 快適度を有意に低下させた種目は認められなかった ($p>0.072$). 覚醒度では, 静的ストレッチ ($t(11) = -1.4, p=0.199$)を除く, 全ての種目で有意な増加が認められた ($p<0.010$).

図2は、各活動種目における快適度と覚醒度のESの散布図を示している. 快適度の変化が大きい活動種目は, アクティブビデオゲーム(野球) (ES=1.15), アクティブビデオゲーム (ボクシング) (ES=0.90), 卓球 (ES=0.82), 静的ストレッチ (ES=0.76), アクティブビデオゲーム

(テニス) (ES=0.72), バランスボール (ES=0.70)であった. また, 快適度の変化のESが負の値を示した活動は, パターゴルフ (ES=-0.20), 自転車ペダリング (ES=-0.20), 踏み台昇降 (ES=-0.57)であった. 覚醒度では, 静的ストレッチでの変化の大きさが最も小さく (ES=0.39), それ以外の活動での変化の大きさはES \geq 0.95を示した.

一般線形混合モデルの結果, 快適度と覚醒度の変化に対する活動種目の主効果に有意性が認められた (快適度の変化: $F(15, 169.4) = 2.65, p=0.001$; 覚醒度の変化: $F(15, 165.7) = 2.25, p=0.007$). 一方, 快適度と覚醒度の変化に対するMETの回帰係数に有意性は認められなかった (快適度の変化: $F(1, 168.2) = 3.21, p=0.075$; 覚醒度の変化: $F(1, 170.0) = 0.34, p=0.559$).

表3 気分(快適度と覚醒度)の変化における固定効果の推定パラメータ

活動種目/応答変数	快適度の変化			覚醒度の変化		
	係数	SE	<i>p</i>	係数	SE	<i>p</i>
μ : 切片 (一般平均)	-3.27	2.78	0.242	7.39	3.28	0.026
α_j : けん玉	2.58	2.43	0.290	0.32	2.44	0.896
アクティブビデオゲーム (テニス)	4.10	2.40	0.089	2.06	2.41	0.394
動的ストレッチ (ラジオ体操)	1.87	2.22	0.401	-0.18	2.21	0.934
縄跳び	-2.08	2.26	0.360	3.43	2.29	0.135
静的ストレッチ	4.23	2.41	0.082	-6.07	2.42	0.013
アクティブビデオゲーム (野球)	5.69	2.43	0.020	1.86	2.43	0.445
踏み台昇降	-7.83	2.39	0.001	0.19	2.44	0.938
卓球 (ラリー)	4.86	2.15	0.025	-1.32	2.14	0.538
ダーツ	3.09	2.32	0.185	0.85	2.33	0.714
お手玉	-0.06	2.23	0.980	-0.97	2.22	0.663
アクティブビデオゲーム (ボクシング)	3.57	2.19	0.106	3.06	2.18	0.163
自転車ペダリング	-3.05	2.08	0.145	0.41	2.06	0.841
バランスボール	4.23	2.27	0.064	0.88	2.26	0.697
パターゴルフ	0.16	2.43	0.948	0.02	2.44	0.994
歩行	0.00a	—	—	0.00a	—	—
ダンベル体操	0.75	2.28	0.745	-0.10	2.27	0.966
β : 活動強度 (MET)	0.80	0.45	0.075	0.28	0.47	0.559

SE: 標準誤差. a: 基準値として0.0に設定.

表3は、各気分尺度に対する活動種目の主効果とMETの回帰係数を示している。 μ は共分散モデルにおける切片であり、本研究の活動全体が気分を与える影響を示している。 α_j は歩行を基準値として係数0.0に設定した場合の他の活動種目の効果を示している。 β はMETの回帰係数を示している。快適度の変化において、 μ と β に有意性は認められなかった。 α_j では、アクティブビデオゲーム(野球)=5.69点($p=0.020$)、踏み台昇降=-7.83点($p=0.001$)、卓球(ラリー)=4.86点($p=0.025$)が歩行と比較して有意な値を示した。覚醒度の変化において、 $\mu=7.39$ 点($p=0.026$)に有意性が認められた。 α_j では、静的ストレッチ=-6.07点($p=0.013$)が歩行と比較して有意な値を示した。 β の係数に有意性は認められなかった。

4. 考 察

主要な結果. 本研究では、活動種目、活動強度

および気分の変化の関係性を検討した。本研究で測定された各活動種目のうち歩行やアクティブビデオゲームのMETは先行研究で報告されている値と同程度の値であり(Kozey et al., 2010; Miyachi et al., 2010)、適切に測定が行われたと判断できる。本研究の主要な結果は、静的ストレッチを除く全ての活動種目は覚醒度を向上させること、ES=0.50よりも快適度を大きく変化させる活動種目は3種類のアクティブビデオゲーム(野球、ボクシング、テニス)、卓球、静的ストレッチ、バランスボールであること、ES=-0.50よりも快適度を大きく低下させている種目は踏み台昇降であったこと、である。また、静的ストレッチは覚醒度を向上させないものの、快適度を高めることが示された。これらの結果より、身体活動全般は心理的覚醒水準を向上させること、活動による気分の変化には活動強度よりも活動種目が強く影響し、アクティブビデオゲームや卓球(ラリー)など他者(computer含む)と同時に行う活動や静的ストレッチなどのようにリラックス効

果を高める活動では肯定的感情の増加が大きく、踏み台昇降のように高強度かつリズムが規定された活動では、一般的な活動種目と比較すると肯定的感情が減少することが示唆された。

覚醒度と活動の種類. 本研究の活動種目には、けん玉やお手玉（ジャグリング）などのように難易度が高いと考えられる種目と歩行や踏み台昇降のように難易度が低いと考えられる種目が含まれている。野田・佐久間（2009）は、手指の活動である「あやとり」に注目し、「あやとり」の難易度は心理的覚醒水準の向上に影響することを示唆している。また、難易度が高い活動中の生理的覚醒水準（脳波の周波数帯域13-30 Hz： β 波）の動態は難易度が低い活動中の生理的活動水準のそれと異なり、高い値を示すことが報告されている。野田・佐久間（2009）の報告を考慮すると、心理的あるいは生理的覚醒水準は活動種目の影響を受けることが考えられる。しかしながら、本研究の結果では、活動による全般的な覚醒度の変化を示す一般平均が有意であったものの、静的ストレッチを除く全ての活動の心理的覚醒水準に対する影響に活動種目の統計的差異は認められなかった。また、心理的覚醒水準の変化に対するMETの影響に有意性は認められなかった。これらの結果は、身体活動全般は心理的覚醒水準を増加させる固有の効果があり、その影響は活動種目や活動強度の差異よりも大きいことを示唆している。ただし、同一の活動種目において活動実施の難易度あるいは運動強度を変化させた場合、心理的覚醒水準は変化する可能性がある。そのため、難易度あるいは活動強度の心理的覚醒水準に対する影響については、本研究とは異なる実験計画での検討が必要だろう。

快適度と活動の種類. 不安と身体活動の関連をレビューした先行研究では（Petruzzello et al., 1991）、有酸素運動はレジスタンストレーニングなどの非有酸素運動よりも状態不安の軽減に効果が大きいことが報告されている。また、有酸素運動による状態不安軽減の効果はES=0.24と大きな効果ではなく、リラクゼーションなどの不安軽減処置の効果と同程度であることも示されてい

る。本研究において、一般的な有酸素運動と考えられる歩行の快適度の変化はES=0.29であり、先行研究と同程度の効果の大きさが得られていると考えられる。歩行を基準に各活動種目の気分には及ぼす影響を検討すると、単純なESの比較では、先述の通り、3種類のアクティブビデオゲーム、卓球（ラリー）、静的ストレッチ、バランスボールが歩行よりも大きな効果を示し、パターゴルフ、自転車ペダリング、踏み台昇降は快気分を低下させていた。また、一般線形混合モデルの結果は、アクティブビデオゲーム（野球）、卓球（ラリー）による快気分の向上は歩行による向上よりも大きく、踏み台昇降により快気分は低下していた。また、快適度の変化に対する一般平均とMETの影響には有意性は認められなかった。これらの結果は、快気分の変化は、活動強度と独立して、活動種目により影響されることを示している。一般線形混合モデルの結果に注目すると、歩行よりもゲーム性のある活動が快気分を大きく向上させていたことが分かる。

多くの先行研究（Steptoe and Cox., 1988; Ekekekakis and Petruzzello, 1999; 北ほか, 2010）では、活動強度と肯定的感情間には負の相関関係があることが示されている。本研究においても各活動の平均METが6.0 MET以上（高強度）となった踏み台昇降と自転車ペダリングにおける快適度の変化（ES）は負の値になっている。運動強度と肯定的感情間の相関関係をより明確にするために、各活動種目の平均METと快適度の変化（ES）の散布図を一般的な運動トレーニング種目と余暇活動での種目に別で示した（図3）。活動種目全体（ $N=16$ ）で快適度の変化のESと平均MET間には $r=-0.540$ （ $p=0.031$ ）の負の相関が成立し、運動トレーニングに用いられる種目（動的ストレッチ、縄跳び、静的ストレッチ、踏み台昇降、自転車ペダリング、歩行、ダンベル体操）のみに限定すると、その関係はより強化されていた（ $r=-0.756$, $p=0.015$ ）。一方、余暇活動の種目（けん玉、アクティブビデオゲーム [テニス、野球、ボクシング]、卓球 [ラリー]、ダーツ、お手玉 [ジャグリング]、パターゴルフ）（ N

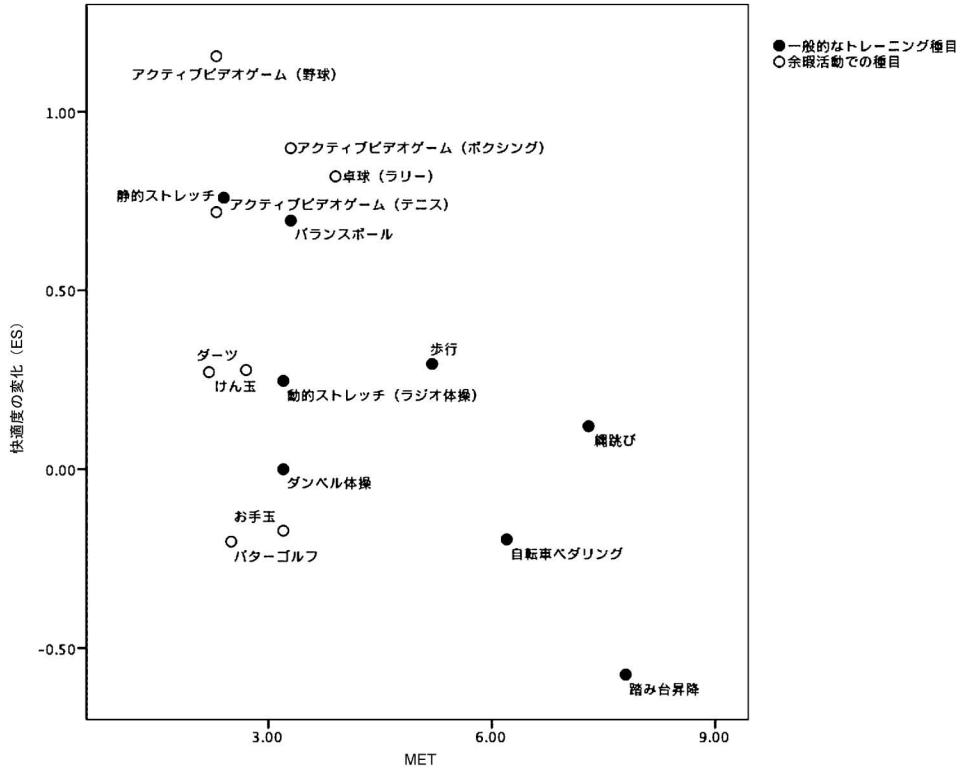


図3 各活動種目における快適度の変化の大きさ (ES) と平均 MET の散布図。図中の●は運動トレーニングに用いられる種目 (動的ストレッチ, 縄跳び, 静的ストレッチ, 踏み台昇降, 自転車ペダリング, 歩行, ダンベル体操), ○は余暇活動として行われる種目 (けん玉, アクティブビデオゲーム [テニス, 野球, ボクシング], 卓球 [ラリー], ダーツ, お手玉 [ジャグリング], パターゴルフ) を示す。種目全体 ($N=16$) で快適度の変化の ES と平均 MET 間の相関係数は $r=-0.540$ ($p=0.031$) であった。運動トレーニングの種目のみ ($N=8$) では, 快適度の変化の ES と平均 MET 間の相関係数は $r=-0.756$ ($p=0.015$) であり, 余暇活動の種目 ($N=8$) のみでは, $r=0.100$ ($p=0.407$) であった。

=8) のみに限定すると, 快適度の変化の ES と平均 MET 間の相関係数は $r=0.100$ ($p=0.407$) であり, 明確な関係は認められない。パターゴルフ (平均 MET=2.5) のように低強度の活動でありながら, 快適度を低下させる (ES=-0.20) 種目もあれば, 卓球 (ラリー) (平均 MET=3.9) やアクティブビデオゲーム (ボクシング) (平均 MET=3.3) のように中等度の活動で, 快適度を大きく向上させる (それぞれ, ES=0.82とES=0.90) 種目もあった。このように, 本研究においても, 活動種目全体では活動強度と肯定的感情間には負の相関関係が成立しており, 先行研究 (Ekkekakis and Petruzzello, 1999) で報告されて

いるような活動種目にのみ言及するとその関係はより強調される。一方, 余暇活動の種目では, 活動強度のバラツキが小さいが, 肯定的感情の変化には大きなバラツキが見られる。肯定的感情の向上が大きい種目は3種類のアクティブビデオゲームと卓球 (ラリー) であり, 肯定的感情の向上が小さいあるいは肯定的感情が低下した種目はダーツ, けん玉, お手玉, パターゴルフであった。これらの種目の違いを検討すると, 対戦相手 (アクティブビデオゲーム) あるいは協力者 (卓球でのラリーを継続するため) などの他者と同時に行う種目では肯定的感情の向上が大きく, 1人で行う種目では肯定的感情の増加は小さい, ある

いは肯定的感情は低下すると推察される。

運動トレーニング種目における肯定的感情と活動強度間の負の相関関係と余暇活動種目にみられる他者と同時に行う種目での肯定的感情の向上は、運動処方の実践場面に対して重要な示唆を提供するものかもしれない。歩行、自転車ペダリング、ステップエクササイズ、レジスタンストレーニングは健康の維持増進のための運動として頻繁に登場する種目である。これらの種目の肯定的感情の向上に対する効果は小さいあるいは負の効果であった。高い心理的覚醒水準に伴う肯定的感情は、身体的活動の動機付けとなる「楽しさ (enjoyment)」と関連する可能性があるため (ビドル・ムツリ, 2005), 踏み台昇降時にみられた肯定的感情の減少は運動の習慣化の阻害因子の一つとなるだろう。本研究の結果は、このような種目に対して、他者と同時に運動する環境を準備することにより、肯定的感情が増加する可能性を示唆している。今後は、同一の活動種目において、他者と同時に運動することが気分を与える影響を検討する必要がある。

5. 限 界

本研究では、活動種目、活動強度および気分の変化の関係を4つのプロトコル・16の活動種目を用いて検討した。本研究の成果を一般化する上で、考慮しなければならない限界がある。

1) 実験手続きによる限界：本研究の実験手続きでは、MET に対する持ち越し効果を最小限に留めるため、活動種目の実施順を低強度から高強度となるように固定化した。そのため、各測定値 (MET, 覚醒度, 快適度) には活動種目の順序効果があるかもしれない。先行研究 (Kozey et al., 2010; Miyachi et al., 2010) との比較により、MET の測定は適切に行われていると判断できるが、覚醒度と快適度に対する順序効果の影響については検討できていない。活動種目と気分の関連を検討するために、今後は活動の実施順を統制した実験計画でデータを収集する必要がある。また、本研究の各種目の活動時間は10分間以下と

比較的短かった。活動時間を10分間以下に設定した理由は、「2.1実験プロトコル」で記述した通り、多くの身体活動について測定するため、安定した活動強度 (MET) を測定するためであった。感情変化は活動時間にも影響されるため (Petruzzello et al., 1991), 今後は活動時間を延長した実験計画でのデータ収集も必要となる。

2) 身体活動強度の定義による問題：本研究では、MET により身体活動強度を定義・測定した。MET は、安静時のエネルギー消費量を基準にした身体活動強度の指標であるが、体力の個人差を考慮した指標ではない。運動生理学分野において、運動強度の判別には最大酸素摂取量の相対値 ($\% \dot{V}O_2\max$), 乳酸性代謝閾値の相対値 ($\%LT$) などの個人差を考慮した指標が用いられる。気分の変化に対して体力水準が影響するという報告 (橋本ほか, 1992) もあることから、今後は体力の個人差を考慮した指標を用いて、身体活動のタイプと気分の関連を検討する必要がある。

注

二次元気分尺度の信頼性を確認した先行研究 (坂入・征矢, 2003) において、覚醒度の信頼性を検討したところ、クロンバックの α 係数では十分な値が得られなかった ($\alpha=0.50$), という記述がある。しかしながら、我々はこの先行研究の信頼性を確認する手続きは適切ではないと考える。二次元気分尺度が測定する因子は、ポジティブ覚醒とネガティブ覚醒の2つであり、これらの因子の折半法による信頼性係数は0.85以上、またクロンバックの α 係数は $\alpha \geq 0.78$ の値を示している。この結果より、二次元気分尺度の信頼性は保証される。一方、快適度と覚醒度は、直接推定される因子ではなく、ポジティブ覚醒とネガティブ覚醒の相対的な関係を示す値であり、2つの因子から算術的に定義される値である。2つの因子の相対的關係を表す変数に対して、クロンバックの α 係数により信頼性を評価することは適切な統計処理ではない。以上の理由により、本研究では、二次元気分尺度は信頼性を満たす尺度であると判断した。

文 献

荒井弘和・松本裕史・竹中晃二 (2004) Waseda Affect Scale of Exercise and Durable Activity (WASEDA) における構成概念妥当性および因子妥当性の検討。

- 体育測定評価研究, 4: 7-11.
- Berlin, J.A. and Colditz G.A. (1990) A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *Am. J. Epidemiol.*, 132: 612-628.
- ビドル・ムツリ：荒井弘和訳 (2005) 第8章 気持ち良くなる要因：身体活動と心理的安寧．竹中晃二・橋本公雄監訳 身体活動の健康心理学-決定因・安寧・介入．大修館書店：東京，pp. 159-161.
- Boutcher, S.H., McAuley, E., and Courneya, K.S. (1997) Positive and negative affective response of trained and untrained subjects during and after aerobic exercise. *Aust. J. Psychol.*, 49(1): 28-32.
- 千野直仁 (2003) 反復測定データの分析とその周辺 (測定・評価部門) (わが国の最近1年間における教育心理学の研究動向と展望)．*教育心理学年報*, 42: 107-118.
- Ekkekakis, P. and Petruzzello, S.J. (1999) Acute aerobic exercise and affect: current status, problems and prospects regarding dose-response. *Sports Med.*, 28 (5): 337-374.
- Fox, K.R. (1999) The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr.*, 2: 411-418.
- Fujita, K., Takahashi, H., Miura, C., Ohkubo, T., Sato, Y., Ugajin, T., Kurashima, K., Tsubono, Y., Tsuji, I., Fukao, A., and Hisamichi, S. (2004) Walking and mortality in Japan: the Miyagi Cohort Study. *J. Epidemiol.*, 14(Suppl 1): S26-32.
- 橋本公雄・斎藤篤司・徳永幹雄・磯谷浩久・高柳茂美 (1991) 運動によるストレス低減効果に関する研究 (2)：一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.
- 橋本公雄・高柳茂美・徳永幹雄・斎藤篤司・磯谷浩久 (1992) 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.
- Jacobsen, B.K., Bonna, K.H., and Njolstad, I. (2002) Cardiovascular risk factors, change in risk factors over 7 years, and the risk of clinical diabetes mellitus type 2. The Tromso study. *J. Clin. Epidemiol.*, 55(7): 647-653.
- 北 一郎・大塚友実・西島 壮 (2010) うつ・不安にかかわる脳内神経活動と運動による抗うつ・抗不安効果．*スポーツ心理学研究*, 37: 133-140.
- Kozey, S.L., Lyden, K., Howe, C.A., Staudenmayer, J.W., and Freedson, P.S. (2010) Accelerometer output and MET values of common physical activities. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 42(9): 1776-1784.
- Lakka, T.A. and Laaksonen, D.E. (2007) Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 32: 76-88.
- Manson, J.E., Nathan, D.M., Krolewski, A.S., Stampfer, M.J., Willett, W.C., and Hennekens, C.H. (1992) A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA.*, 268: 63-67.
- Miyachi, M., Yamamoto, K., Ohkawara, K., and Tanaka, S. (2010) METs in adults while playing active video games: a metabolic chamber study. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 42(6): 1149-1153.
- 中村容一・田中喜代次・藪下典子・松尾知明・中田由夫・室武由香子 (2008) 健康関連 QOL の維持・改善を目指した地域における健康づくりのあり方：高齢者の体力水準に着目して．*体育学研究*, 53: 137-145.
- 野田さとみ・佐久間春夫 (2009) 手指の運動を伴う遊びにおける脳波および覚醒度・快感度の変化について．*バイオフィードバック研究*, 36(1): 41-46.
- North, T.C., McCullagh, P., and Tran, Z.V. (1990) Effect of exercise on depression. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 18: 379-415.
- Paffenbarger, R.S., Jr., Wing, A.L., Hyde, R.T., and Jung, D.L. (1983) Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am. J. Epidemiol.*, 117(3): 245-257.
- Paluska, S.A. and Schwenk, T.L. (2000) Physical activity and mental health: current concepts. *Sports Med.*, 29(3): 167-180.
- Pate, R.R., Pratt, M., Blair, S.N., Haskell, W.L., Macera, C.A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G.W., King, A.C., Kriska, A., Leon, A.S., Marcus, B.H., Morris, J., Paffenbarger, R.S.J., Patrick, K., Pollock, M.L., Rippe, J.M., Sallis, J., and Wilmore J.H. (1995) Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA.*, 273: 402-407.
- Petruzzello, S.J., Landers, D.M., Hatfield, B.D., Kubitz, K.A., and Salazar, W. (1991) A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. Outcomes and mechanisms. *Sports Med.*, 11(3): 143-182.
- 坂入洋右・征矢英昭 (2003) 新しい感性指標～運動時の気分測定～(特集 脳の健康と運動)．*体育の科学*, 53(11): 845-850.
- 坂入洋右・徳田英次・川原正人・谷木龍男・征矢英昭

- (2003) 心理的覚醒度・快適度を測定する二次元気分尺度の開発. 筑波大学体育科学系紀要, 26: 27-36.
- Stephoe, A. and Bolton, J. (1988) The short-term influence of high and low intensity physical exercise on mood. *Psychology & Health*, 2(2): 91-106.
- Stephoe, A. and Cox, S. (1988) Acute effects of aerobic exercise on mood. *Health Psychol.*, 7(4): 329-340.
- Swain, D.P. and Franklin, B.A. (2006) Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am. J. Cardiol.*, 97: 141-147.
- Thirlaway K. and Benton, D. (1992) Participation in physical activity and cardiovascular fitness have different effects on mental health and mood. *J Psychosom Res.*, 36(7): 657-665.
- Twisk, J.W.R. (2003) Continuous outcome variables—relationships with other variables. in *Applied Longitudinal Data Analysis for Epidemiology: A Practical Guide* (pp 77-88). New York: Cambridge University Press.

(平成23年5月6日受付)
(平成23年12月1日受理)

Advance Publication by J-STAGE
Published online 2012/2/3