

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：31302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01563

研究課題名(和文) 一過性運動のタイプが心身の状態・認知機能に及ぼす影響

研究課題名(英文) Differences of exercise modes on changes of physiological and psychological conditions and cognitive functions

研究代表者

高橋 信二 (Takahashi, Shinji)

東北学院大学・教養学部・教授

研究者番号：50375482

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は運動タイプの違いが心身の状態と認知機能に与える影響について検討した。比較した条件は、歩行、レジスタンス運動、オープンスキル運動のバドミントン、座位安静(コントロール)であった。主要な結果は、1)バドミントンはレジスタンス運動よりも快気分を増加させる、2)心理的覚醒度と自律神経系活動はレジスタンス運動による影響を強く受ける、3)バドミントンは歩行とレジスタンスよりも認知機能を向上させる可能性がある、であった。これらの結果より、一過性の複雑なオープンスキル運動は、単純な運動タイプよりも、気分と認知機能に対して効果を有する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The present study investigated differences of exercise modes on changes of physiological and psychological conditions and cognitive functions. Walking, resistance exercise, badminton as an open skill exercise, and seated rest (control condition) were compared. Main findings are, 1) badminton increases pleasure mood than resistance exercise, 2) psychological arousal and autonomic nervous system are influenced by resistance exercise, 3) badminton enhances cognitive functions than walking and resistance exercise. These results suggest that effects of complex open skill exercises on mood and cognitive functions might be higher than those of simple exercise modes.

研究分野：体育測定評価, スポーツ心理学

キーワード：運動タイプ ストループ効果 心拍変動 被験者内計画 マルチレベルモデル

## 1. 研究開始当初の背景

精神疾患(うつ病、認知症など)の患者数急増を受け、厚生労働省は精神疾患を「医療計画に記載すべき疾病」に追加した。健康増進と社会保障費(医療費・介護保険)の高騰を抑制させるためには、生活習慣病の予防と同様に、精神疾患の予防・症状軽減にも努めなければならない。

継続的な運動実施が心身の健康状態の向上に効果を有することはよく知られている。また、近年では、中強度の一過性運動は、心理状態を良好にすること、さらに中強度以下の運動は、脳を活性化し、認知機能を向上させることなども報告されている。すなわち、継続的な運動はもちろん、一過性であっても運動は心身の健康に効果を有するものと考えられる。

しかしながら、一過性の運動の効果を検討する場合、さらなる検討が必要と考えられる。一過性の運動の効果を報告した研究成果の多くは、自転車ペダリングや歩行・走行などの比較的単調な運動に限られている。そのため、運動を特徴づける要素が運動強度(%VO<sub>2</sub>max など)のみとなっており、運動のタイプや環境などが十分に検討されていない。日常生活では多様な条件下での運動があることを考慮すると、運動強度ばかりではなく、多様な運動の条件に注目して、一過性運動の心身に対する効果を検討することは重要であろう。

## 2. 研究の目的

そこで本研究は、一過性運動のタイプを、歩行、レジスタンス運動、バドミントン(複雑なオープンスキル運動種目として)、コントロール(座位にてスマートフォンの操作)と設定し、各条件前後での気分、神経機能(自律神経系)、認知機能としてストループ効果と逆ストループ効果を測定し、運動タイプのご気分、自律神経系および認知機能に対する影響を検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) 被験者

本研究では、歩行、レジスタンス運動、バドミントンにコントロール条件として座位安静の計4つの実験条件を被験者内計画で比較した。検定力分析を行った結果、必要標本数は43人であった。被験者は東北学院大学で大学生および大学院生を対象に募集された。本研究の最終的な被験者は健康な48人(女性23人)であった。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、書面での同意を得た。

### (2) 実験計画

被験者は実験に参加するために、4.5±1.6日の間隔を空けて実験室へ計5回訪問した。実験は1日あたり1つであった。

(1日目)実験参加の初回に、インフォーム

ド・コンセントを行った後、被験者の形態測定を行った。その後、レジスタンス運動で使用する負荷重量の測定と有酸素性能力(VO<sub>2</sub>peak、HRmax)評価の漸増負荷テストを行った。

(2~5日目)2~5回目の実験室訪問では、1)歩行、2)レジスタンス運動、3)バドミントン、4)座位安静での測定であった。比較する条件は4つであり、実験の実施順はカウンターバランスにより完全に統制された。実験室に到着後、被験者は心拍変動(HRV)が記録できるHRモニター(RS800cx)を装着し、10分間の座位安静状態をとった。安静状態の後、被験者はアンケート(二次元気分尺度)による気分測定を行い、その後仰臥位にて5分間のHRV測定を行った。HRV測定の後、被験者は紙面(新ストループ検査II)により認知機能検査を行った。その後、被験者は3分間で携帯式間接熱量計(MetaMax-3B)を装着し、実験環境へ移動した。実験条件終了後、被験者は実験環境から戻り、携帯式間接熱量計を外した後、気分測定、HRV測定、認知機能検査を再度行った。被験者の心拍数(HR)は実験開始から終了まで記録され、実験条件中の酸素摂取量(VO<sub>2</sub>)は携帯式間接熱量計により測定された。

### (3) 実験条件

歩行条件では、被験者は実験室内にあるトレッドミルエルゴメータ上で60%HRmaxを目安に「早歩き」をするように要求された。レジスタンス運動条件では、実験室に隣接するジムに移動して、トレーニングマシンを用いて、各3種類(chest press, seated row, legs press)の運動を1セット10-12回挙上として最低2セット行った(計6セット以上)。バドミントン条件では、被験者は実験室に隣接した体育館アリーナに移動し、バドミントンの指導経験があるスタッフと対戦形式(シングルス)でプレーした。スタッフは対戦相手の能力に応じてプレーし、プレー中より良くプレーできるよう被験者にアドバイスを与えた。バドミントンは対戦形式で行われたが、点数は付けず、勝敗を決定しなかった。コントロール条件である座位安静では、被験者はリクライニングのある椅子に座り、日常的に行うスマートフォン操作(e.g. ネットサーフィン、ゲーム、動画視聴)を行った。

### (4) 測定項目

・気分：二次元気分尺度により快適度、覚醒度(範囲:-20~20点)を測定した。

・活動強度：各実験条件中のVO<sub>2</sub>とHRを記録し、定常状態に達したと思われる最終7分間の値を平均化した。

・心拍変動：自律神経系の指標としてHRVを測定した。被験者は実験室内のベッド上に5分間仰臥位で安静にし、HRモニターによりR-R間隔を記録した。記録されたR-R間隔は、その後、周波数解析を行い、低周波領域(LF

成分)と高周波領域(HF 成分)のパワー値を算出した。標準化された HF 成分を副交感神経の指標とし、LF/HF を交感神経の指標とした。

#### (5) 統計解析

各実験条件の活動強度(%VO<sub>2</sub>peakと%HRmax)は一要因分散分析モデルをマルチレベルモデルで分析した。気分(快適度と覚醒度)、HRV(HF 成分と LF/HF)および認知機能(ストループ効果と逆ストループ効果)は、時間(前後)×実験条件(4 水準)の二要因分散分析モデルをマルチレベルモデルで分析した。有意な交互作用が認められた場合、各測定値の変化量(後測定 - 前測定)を算出し、一要因分散分析モデルをマルチレベルモデルにより分析した。マルチレベルモデルでは、共分散構造を無構造に設定した。一要因分散分析モデルにおいて、有意な主効果が認められた場合、Bonferroni の多重比較検定を行った。

### 4. 研究成果

#### (1) 運動強度

表 1 は各実験条件の運動強度を示している。%VO<sub>2</sub>peak と %HRmax のいずれにおいても、バドミントンは他の条件より有意に高い強度を示し( $p < .05$ )、座位安静は他の条件より有意に低い強度であった。歩行とレジスタンス運動間に有意な差は認められなかった。

表 1. 実験条件別の運動強度。

測定項目	実験条件	平均±標準誤差
%VO <sub>2</sub> peak	歩行	45.2 ± 1.4 <sup>a,b</sup>
	レジスタンス運動	41.3 ± 1.0 <sup>a,b</sup>
	バドミントン	74.3 ± 1.6 <sup>a,b,c</sup>
	座位安静	9.9 ± 0.3 <sup>b,c,d</sup>
%HRmax	歩行	60.2 ± 1.3 <sup>a,b</sup>
	レジスタンス運動	64.3 ± 1.4 <sup>a,b</sup>
	バドミントン	79.2 ± 1.3 <sup>a,b,c</sup>
	座位安静	35.4 ± 0.6 <sup>b,c,d</sup>

a 座位安静と有意差あり, b 歩行と有意差あり, c レジスタンス運動と有意差あり, d バドミントンと有意差あり。

#### (2) 気分

快適度と覚醒度を分析した結果、両変数で有意な交互作用が認められた( $p < .05$ )。交互作用が有意だったため、各変数で変化量を算出し、実験条件の比較を行った。表 2 は各実験条件の快適度と覚醒度の変化量を示している。バドミントンはレジスタンス運動よりも有意に大きく快適度を増加させた。また、覚醒度については、バドミントンとレジスタンス運動が歩行と座位安静よりも有意に大きく覚醒度を増加させた。また、歩行も安静時よりも有意に大きく覚醒度を増加させた。

これらの結果より、オープンスキル運動であるバドミントンはレジスタンス運動よりも大きく快適度を増加させることが示された。また、レジスタンス運動とバドミントンは歩行よりも覚醒度を増加させた。バドミン

トンの運動強度が高いこと、および歩行とレジスタンス運動で運動強度の差がないことを考慮すると、無酸素的な運動は心理的覚醒度を増加させるものと考えられる。

表 2. 実験条件別の気分の変化量。

測定項目	実験条件	平均±標準誤差
快適度の変化量(点)	歩行	1.5 ± 0.8
	レジスタンス運動	0.5 ± 0.9
	バドミントン	3.0 ± 0.8 <sup>a</sup>
覚醒度の変化量(点)	歩行	5.5 ± 0.7 <sup>a</sup>
	レジスタンス運動	8.0 ± 0.8 <sup>a,b</sup>
	バドミントン	8.7 ± 0.8 <sup>a,b</sup>
	座位安静	-0.9 ± 0.9 <sup>b,c,d</sup>

a 座位安静と有意差あり, b 歩行と有意差あり, c レジスタンス運動と有意差あり, d バドミントンと有意差あり。

#### (3) 心拍変動

HF 成分と LF/HF を分析した結果、両変数で有意な交互作用が認められた( $p < .05$ )。交互作用が有意だったため、各変数で変化量を算出し、各実験条件の比較を行った。表 3 は各実験条件の HF 成分と LF/HF の変化量を示している。HF 成分と LF/HF の変化量とも、バドミントンが歩行と座位安静よりも有意に HF 成分を減少させ、LF/HF を増加させた。また、レジスタンス運動も座位安静よりも有意に HF 成分を減少させ、LF/HF を増加させた。

各実験条件の運動強度を考慮し、これらの結果を解釈すると、無酸素的な運動は副交感神経活動を抑制し、交感神経優位な状態にさせることが示された。

表 3. 実験条件別の心拍変動の変化量。

測定項目	実験条件	平均±標準誤差
HF 成分の変化量	歩行	-0.03 ± .02
	レジスタンス運動	-1.10 ± 0.3 <sup>a</sup>
	バドミントン	-1.17 ± 0.3 <sup>a,b</sup>
	座位安静	.00 ± 0.2 <sup>c,d</sup>
LF/HF の変化量	歩行	0.31 ± 0.13
	レジスタンス運動	1.21 ± 0.31 <sup>a</sup>
	バドミントン	2.04 ± 0.46 <sup>a,b</sup>
	座位安静	0.03 ± 0.11 <sup>c,d</sup>

a 座位安静と有意差あり, b 歩行と有意差あり, c レジスタンス運動と有意差あり, d バドミントンと有意差あり。

#### (4) ストループ課題と逆ストループ課題

ストループ課題と逆ストループ課題を分析した結果、ストループ課題において有意な交互作用が認められた( $p < .05$ )。一方、逆ストループ課題では、時間の主効果に有意性は認められたものの( $p < .05$ )、交互作用および実験条件の主効果に有意性は認められなかった( $p \geq .14$ )。

ストループ課題で有意な交互作用が認められたため、ストループ課題の変化量を算出し、実験条件の比較を行った。表 4 は、実験

条件別のストループ課題と逆ストループ課題の変化量を示している。ストループ課題の成績は、バドミントンは他の条件よりも有意に大きくストループ課題を向上させていた( $p < .05$ )。

表 4. 実験条件別のストループ課題および逆ストループ課題の変化量。

測定項目	実験条件	平均±標準誤差
ストループ課題の変化量(点)	歩行	2.1 ± 0.5 <sup>a</sup>
	レジスタンス運動	2.2 ± 0.6 <sup>a</sup>
	バドミントン	4.5 ± 0.5
逆ストループ課題の変化量(点)	座位安静	1.7 ± 0.5 <sup>a</sup>
	歩行	1.0 ± 0.8
	レジスタンス運動	3.0 ± 1.1
	バドミントン	2.7 ± 0.9
	座位安静	1.7 ± 0.8

a バドミントンと有意差あり。

これらの結果より、オープンスキル運動はクローズドスキル運動よりも高次の認知機能(実行機能)を増加させる可能性が示された。しかし、その効果は逆ストループ課題では認められていなかった。ストループ課題と比較すると逆ストループ課題は、未だ未解明な部分が多く(刺激提示の方法により逆ストループ効果は発生しないなど)、不明な部分もあるが、認知機能に対する運動タイプの影響は認知課題により変化する可能性があると考えられる。

#### (5) まとめ

本研究の主要な結果は、以下の通りであった。1) オープンスキル運動はクローズドスキル運動よりも快気分を増加させる、2) 心理的覚醒度と自律神経系活動は無酸素性運動による影響を強く受ける、3) オープンスキル運動はシンプルなクローズドスキル運動よりも認知機能を向上させる可能性がある。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計7件)

高橋信二，経時データに対する線形モデルと混合モデルの比較-個人差のモデリング-，日本体育測定評価学会第17回大会，2018年。

高橋信二，ストループおよび逆ストループ効果に対する運動の影響，日本体育学会第68回大会，2017年。

Takahashi, S., Acute Effect of Exercise on Cognitive Function Changes by Exercise Mode, ACSM's 64th Annual Meeting, 2017. (Denver, US)

高橋信二，気分・心拍変動・実行機能の

日間変動と信頼性，日本体育測定評価学会第16回大会，2017。

高橋信二，運動タイプによる気分変化の個人差，日本体育測定評価学会第15回大会，2016。

高橋信二，一過性運動のタイプが気分および心拍変動に及ぼす影響，第66回大会，2015年。

高橋信二，体育・スポーツ科学における「個人差」の統計解析(シンポジウム)，第66回大会，2015年。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

高橋 信二 (SHINJI TAKAHASHI)

東北学院大学・教養学部・教授

研究者番号：50375482

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

##### (4) 研究協力者

( )