

原 著

バランスボールを用いた複雑な動作の有酸素運動が 実行機能に及ぼす影響

脇本敏裕^{*1,2} 山形高司^{*1} 門利知美^{*1,2} 矢島大樹^{*2}

要 約

運動が認知機能に与える影響は近年多くの研究で注目されており、一過性の有酸素運動が実行機能の向上に寄与することが報告されている。本研究では、バランスボールを用いた複雑な動作を伴う有酸素運動が実行機能に及ぼす影響を自転車エルゴメーターを用いた同等の運動強度の有酸素運動のときと比較した。実験1では、健康な若年男女10名を対象に、バランスボールを用いた30分間の有酸素運動、自転車エルゴメーターを用いた同強度の運動、座位安静の3条件を実施し、ストループテストにより実行機能を評価した。実験2では、健康な若年男性12名を対象に、バランスボールおよび椅子を用いた15分間の有酸素運動と、自転車エルゴメーターを用いた同強度の運動の比較を行った。その結果、実験1ではストループ課題の回答時間において時間×条件の有意な交互作用が認められ、バランスボールを用いた運動が実行機能に影響を与える可能性が示唆された。一方、運動時間を15分に短縮した実験2では、運動様式の影響は認められなかった。運動強度は両実験とも極めて低強度であり、従来の研究で認知機能の向上が報告されている運動強度よりも低い範囲に収まっていた。本研究の結果から、動作の複雑性が実行機能に影響を及ぼす可能性があるものの、その効果は運動時間や強度に依存する可能性が示唆された。運動による認知機能向上のメカニズムとしては、前頭前野の活性化だけでなく、カテコールアミンや神経栄養因子の関与が指摘されており、動作の複雑性が脳機能の効率化に寄与する可能性も考えられる。

1. 緒言

運動と認知機能に関する研究は近年、脳の健康維持や認知症予防の観点から注目を集めている。特に高齢化社会が進む現代において、加齢に伴う認知機能の低下は深刻な問題となっており、その対策として運動が重要視されている。運動は、身体を健康を保つだけでなく、脳の構造や機能にも良好な影響を及ぼすことが示されている。多くの研究において、定期的な運動が認知機能に与える影響が示唆されている。たとえば、有酸素運動が海馬の体積を維持し、記憶力の向上や認知症リスクの低減につながるものが報告されている¹⁾。また、運動は神経の可塑性を促進し、神経伝達物質の分泌を活性化することで、脳内の情報処理能力を向上させることが明らかとされている²⁾。さらに、運動によるストレス軽減や血

流の改善が注意力や意思決定能力などの高次の認知機能に寄与することも報告されている³⁾。

一過性の運動が脳機能に与える影響に注目すると、特に集中力や記憶力などの認知機能に対する効果が近年の研究によって明らかにされている。短時間の運動が脳内の血流量を増加させ、神経伝達物質の分泌を促進し、それが認知機能に影響を与えるメカニズムが徐々に明らかにされつつある。一過性の運動が脳機能に与える影響について、有酸素運動の効果が盛んに研究されており、Hillman et al.⁴⁾の研究では、20分間のウォーキングを行った被験者が、運動後に認知課題の成績が向上したことが示された。また15分程度の低・中強度の一過性の有酸素運動により前頭前野が賦活化され、ストループ課題により評価された実行機能が向上することも報告

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

*2 川崎医科大学附属病院 健康診断センター

(連絡先) 脇本敏裕 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail : wakimoto@med.kawasaki-m.ac.jp

されている^{5,6)}。Chang et al.⁵⁾は10分程度の中程度の運動が注意機能や反応時間を改善することを明らかにしている。これらから、低強度の運動や短時間の運動でも脳に即時的な影響を与え、特に前頭前野の活動を活発化させることが示唆されている。Lambourne & Tomporowski⁸⁾のレビューでは、低強度から中強度の運動が認知機能を向上させる一方で、高強度の運動は一時的に注意力を低下させる可能性があることを報告されている。

このように一過性の運動が脳機能に与える影響について、運動の時間や強度について詳細に検討され、脳機能にポジティブな影響を与えるための条件設定が明らかにされつつある。一方で、運動の種類に着目すると、Barha et al.⁹⁾は筋力トレーニングにおいて実行機能の改善が顕著であり、有酸素運動と筋力トレーニングを組み合わせることでその効果が顕著に表れることを報告している。このほかにも、Gohte et al.¹⁰⁾の研究によると、20分間のヨガのセッションは、認知課題の遂行速度を向上させ、特にストレスを軽減する効果が認知機能の改善に結びついていることが報告されている。Hyodo et al.¹¹⁾は高齢者を対象に、音楽に合わせて行う低強度のダンスが気分の改善を通してストループテストにより評価した認知機能を改善することを報告している。また、Kimura & Hozumi¹²⁾は様々な動作をダンスのように振り付けて行った場合と自由に行った場合を比較し、ダンス形式で行った条件において認知機能が有意に改善することを報告している。このように、一過性に行う運動の種類が認知機能に及ぼす影響についても検討されているが、同一運動強度における動作の違いが認知機能に及ぼす影響は十分に検討されていない。すなわち、有酸素運動には歩行や自転車駆動のように単一の簡単な動作を繰り返す循環運動とエアロビクスやダンスのように複雑な動作を組み合わせる方法があるが、動作の複雑さが認知機能に及ぼす影響は十分に検討されていない。

我々はこれまでにバランスボールを使用した有酸素運動（ボールエクササイズ）について、動員する身体部位の違いや運動のリズムの違いで運動強度を調整できることや、ボールエクササイズ中の指示内容で運動強度が異なることを報告している^{13,14)}。バランスボールや椅子に座った状態で行う運動は、用いる用具（椅子・バランスボール）や動作の調整により、運動強度の調整が容易で、椅子を使用した場合には転倒の可能性も低い。また、バランスボールや椅子に座ることで、膝や股関節等の関節への荷重が軽減されるため、高齢者など機能が低下した対象者において安全かつ効果的な運動の手段であると言

える。今回、バランスボールおよび椅子を使用して複雑な動作を用いた有酸素運動を行った場合と、自転車エルゴメーターを用いて同等の運動強度で運動を行った場合で認知機能に及ぼす影響を検討し、一定の知見が得られたため報告する。

2. 方法

本研究では、バランスボールへの座位、および椅子座位で行う複雑な動作による有酸素運動がストループテストにより評価した実行機能に及ぼす影響を、自転車エルゴメーターを使用した同強度の運動と比較した。実験1ではバランスボールを使用した30分間の運動を行い、自転車エルゴメーターを使用した同強度の運動との比較を行った。実験2ではバランスボールおよび椅子を使用した15分間の運動と自転車エルゴメーターを使用した有酸素運動との比較を行った。

2.1 実験1

2.1.1 対象者

健康な若年男女10名（男性5名、女性5名：年齢 21.4 ± 0.4 歳、身長 164.5 ± 6.8 cm、体重 59.1 ± 8.2 kg）を対象とした。

2.1.2 実験プロトコール

ボールエクササイズの運動強度の確認のため、実験前にボールエクササイズの練習を15分間、2回実施した。その後、座位安静条件、自転車エルゴメーターを用いた自転車条件、ボールエクササイズ条件を、無作為に各30分間提示した。自転車条件の運動強度はボールエクササイズの練習試行の際の心拍数を目標心拍数として設定した。ボールエクササイズの動作は、上下肢の動作を組み合わせたプログラムとし、上下肢の動作の組み合わせや上下肢の運動のリズムをずらすなどし、複雑な動作を組み込んだプログラムを作成した。なおボールエクササイズはプログラムの収録された動画を視聴しながら動画に合わせて運動を行った。各条件開始前、各条件終了の10分後にそれぞれ実行機能を測定した。条件提示後の実行機能測定タイミングについて、先行研究において運動実践からおおむね5分から15分後に実行機能の向上が認められているため^{7,15)}、本研究では条件提示から10分後に実行機能を測定した。

各条件提示前および各条件提示中の呼吸代謝応答、心拍数、主観的運動強度を測定した。

2.1.3 測定項目

呼吸代謝応答はダグラスバッグ法により実施した。各条件提示前に座位安静状態で3分間、および各条件提示の最終3分間それぞれ採気を行った。ガス濃度の分析には呼気ガス分析装置（AE-310：ミ

ナト医科学社製)を用いた。ガス量の分析には乾式ガスメーター (DC-5: シナガワ社製)を用いた。心拍数はハートレートモニター (M400: Polar 社製)を用いて条件提示前および条件提示中に連続して測定した。主観的運動強度の測定には Borg スケールを用い、各条件提示前および終了時に主観的運動強度を聴取した。実行機能の測定はストループテストを用いて行った。ストループテストはストループ専用マルチパス装置 (PH-1190: DKH-Q'sfix 社製)を用い、各条件提示前、各条件提示10分後にそれぞれ行った。課題は、風間ら¹⁵⁾の方法を参考に「赤」、「黄」、「緑」、「青」の語句を設定し、課題と対応するボタンをできる限り早く正確に押して答えるよう指示した。本実験では、黒インクで書かれている文字の色名を選択する単純課題 (12問)と、インクの色と色名が一致していない不一致語のインクの色名を選択する複雑課題 (ストループ課題) (12問)における誤答数 (回) および平均回答時間 (msec) を測定し比較した。なお、ストループテストへの慣れの影響を排除するため、実験開始前に10回程度ストループテストの練習の機会を設け、実験当日も実験開始前にストループテストの練習を行ったうえで測定を行った。

2.2 実験2

2.2.1 対象者

健康な若年男性12名 (年齢 21.1 ± 0.4 歳, 身長 170.5 ± 2.8 cm, 体重 65.3 ± 2.2 kg) を対象とした。

2.2.2 実験プロトコル

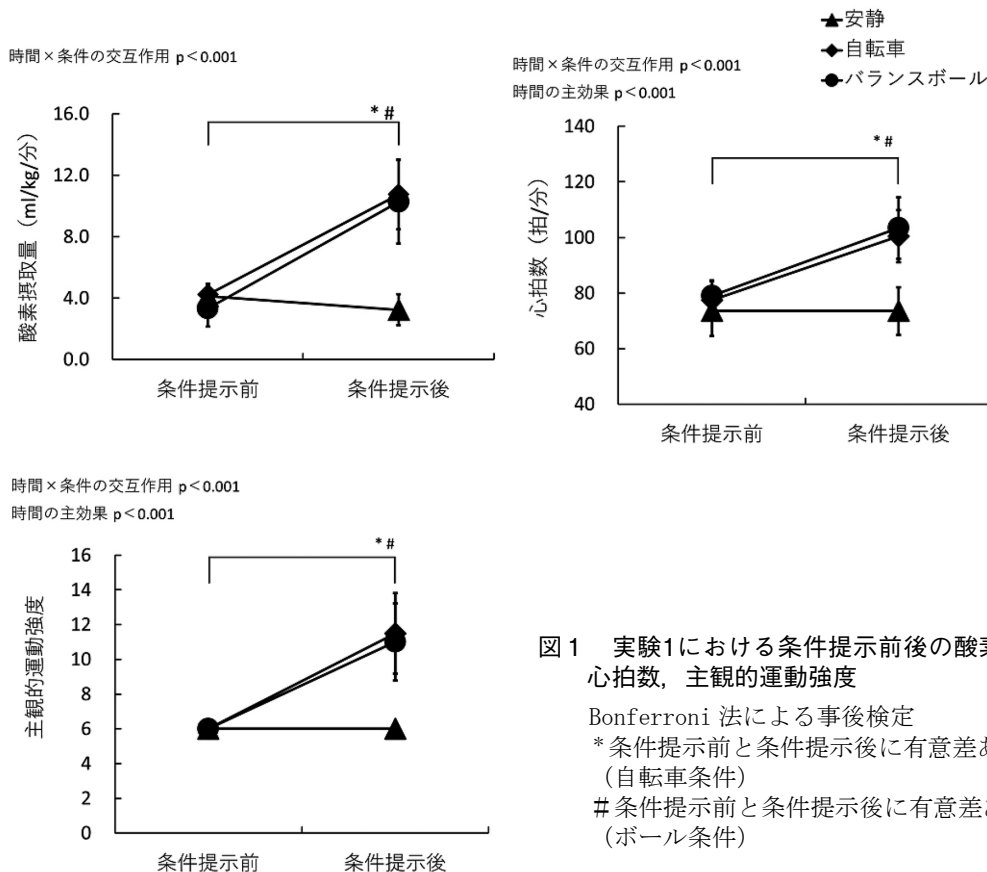
実験プロトコルは実験1と同様とし、各条件の提示時間を15分間とした。各条件提示前、および各条件提示中の心拍数、主観的運動強度を測定した。

2.2.3 測定項目

心拍数、主観的運動強度の測定は実験1と同様の方法で実施した。実行機能の測定は実験1と同様の装置を用い、本実験では、黒インクで書かれている文字の色名を選択する文字回答単純課題 (12問)、インクの色と色名が一致している一致語のインクの色を回答する色回答単純課題 (12問)、インクの色と色名が一致していない不一致語のインクの色名を選択する複雑課題 (ストループ課題) (12問)、インクの色と色名が一致していない不一致語の文字の色名を選択する複雑課題 (逆ストループ課題)、それぞれにおける誤答数 (回) および平均回答時間 (msec) を測定し比較した。

2.3 データ処理

結果は、平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。平均値の比



較には繰り返しの有る二元配置の分散分析を使用した。有意な交互作用が認められた項目に対して、Bonferroni 法による事後検定を実施した。全ての統計処理には SPSS 23（日本 IBM 社製）を用い、危険率5% 未満を有意とした。

3. 結果

3.1 実験1

条件提示前後における酸素摂取量、心拍数、および主観的運動強度を図1に示した。酸素摂取量、心拍数、主観的運動強度のいずれも時間の主効果(酸

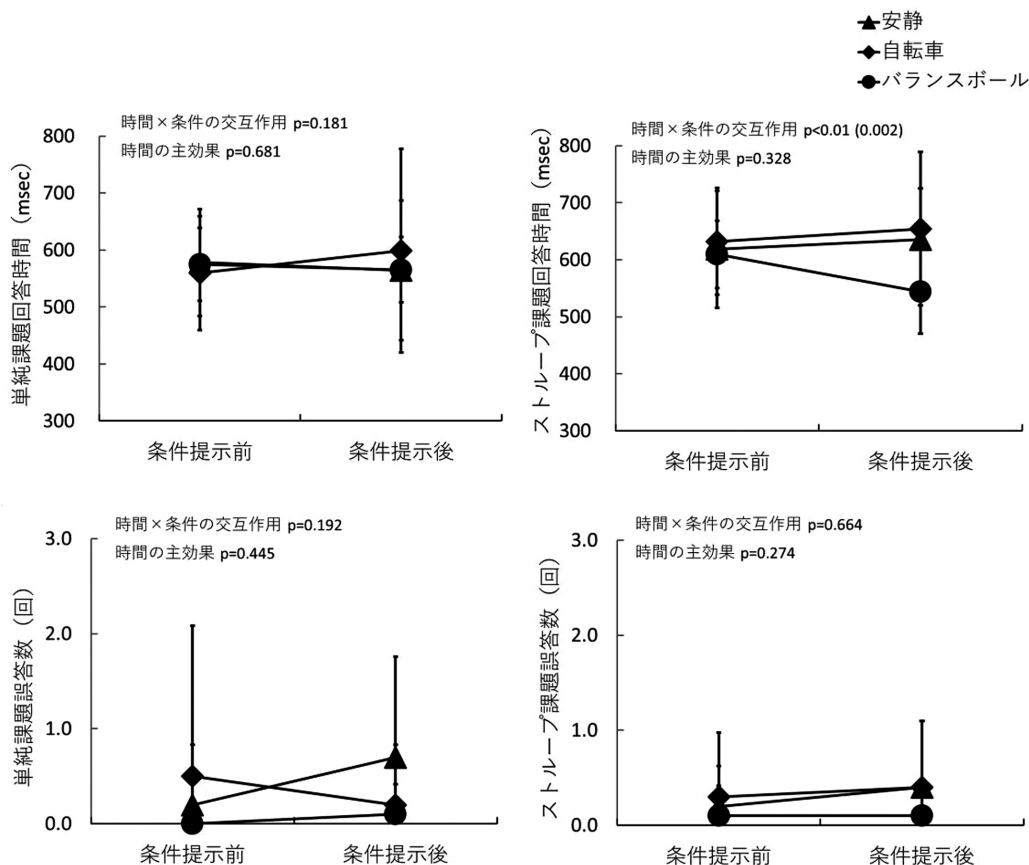


図2 条件提示前後のストロープテストにおける回答時間、誤答数
Bonferroni 法による事後検定において有意な差は認められず

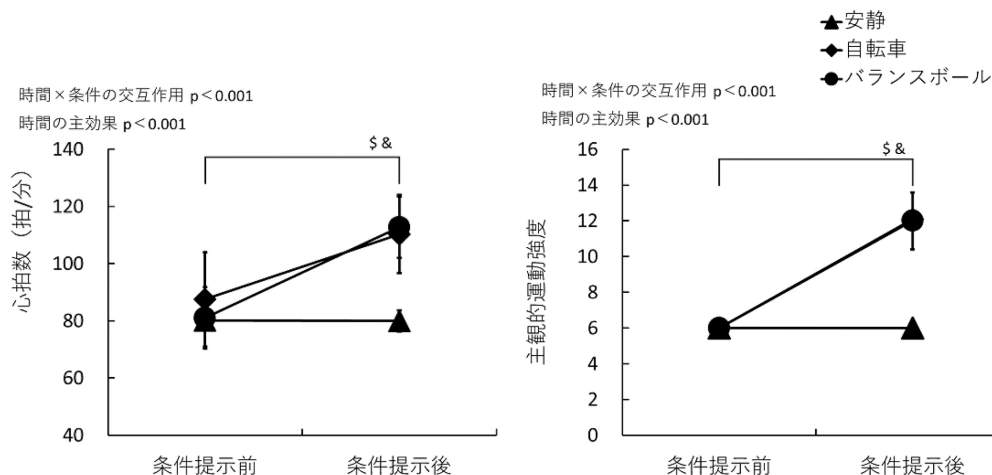


図3 実験2条件提示前後の心拍数、主観的運動強度

Bonferroni 法による事後検定

* 条件提示前と条件提示後に有意差あり (自転車条件)

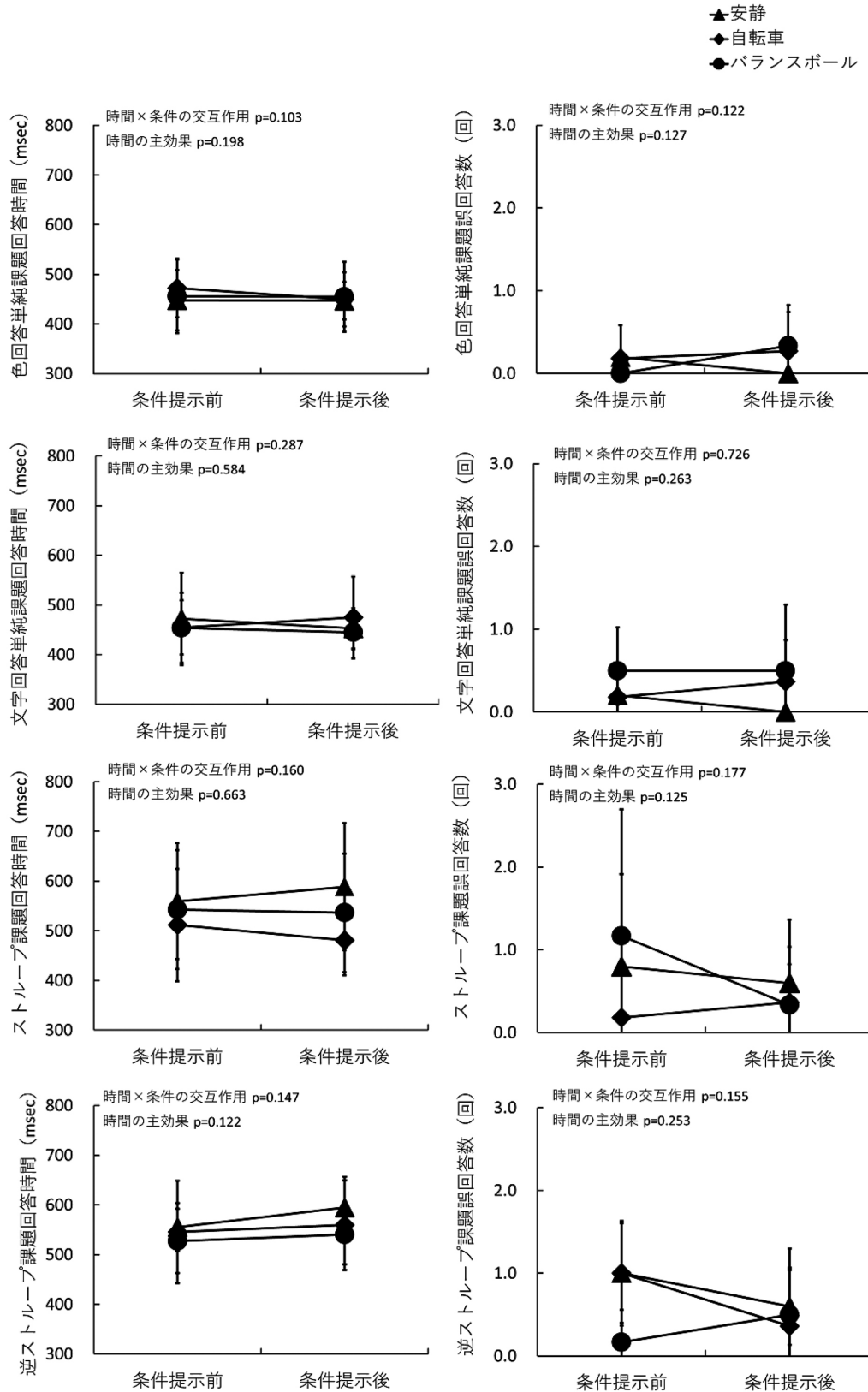


図4 実験2条件提示前後のストロープテストにおける回答時間, 誤答数

Bonferroni 法による事後検定において有意な差は認められず

素摂取量： $F(1, 27)=157.074, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.853$, 心拍数： $F(1, 27)=68.012, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.716$, 主観的運動強度： $F(1, 27)=183.750, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.799$) および時間×条件の有意な交互作用 (酸素摂取量： $F(2, 27)=58.892, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.814$, 心拍数： $F(2, 27)=24.594, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.646$, 主観的運動強度： $F(2, 27)=27.000, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.667$) が認められた。Bonferroni 法による事後検定の結果、自転車条件およびバランスボール条件において条件提示後に有意な増加が認められた (酸素摂取量： $p<0.001$, 心拍数： $p<0.01$, 主観的運動強度： $p<0.001$)。条件提示前後におけるストループテストの結果を図2に示した。単純課題回答時間、単純課題誤答数、ストループ課題誤答数には有意な主効果および有意な交互作用は認められなかった。一方でストループ課題回答時間には時間×条件の有意な交互作用 ($F(2, 27)=58.892, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.814$) が認められた。ストループ課題回答時間における事後検定では有意な差は認められなかった。

3.2 実験2

条件提示前後における心拍数、および主観的運動強度を図3に示した。酸素摂取量、心拍数、主観的運動強度のいずれも時間の主効果 (心拍数： $F(1, 33)=160.956, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.830$, 主観的運動強度： $F(1, 33)=339.429, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.911$) および時間×条件の有意な交互作用 (心拍数： $F(2, 33)=44.661, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.730$, 主観的運動強度： $F(2, 33)=84.857, p<0.001, \text{partial } \eta^2=0.837$) が認められた。Bonferroni 法による事後検定の結果、自転車条件およびバランスボール条件において条件提示後に有意な増加が認められた (心拍数： $p<0.01$, 主観的運動強度： $p<0.001$)。条件提示前後におけるストループテストの結果を図4に示した。ストループテストにおける回答時間、誤答数にはいずれのテスト条件においても有意な主効果および有意な交互作用は認められなかった。

4. 考察

本研究では複雑な動作のバランスボールを用いた有酸素運動が実行機能に及ぼす影響を検討した。実験1では運動時間を30分間とし、座位安静、バランスボールを用いた有酸素運動、自転車エルゴメーターを用いた有酸素運動がストループテストで評価した実行機能に及ぼす影響を評価した。実験2では実験1と同様の実験プロトコルを用い、運動時間を15分間とした。その結果、運動時間を30分間とした実験1ではストループ課題への回答時間に時間×

条件の交互作用が認められた。一方で、運動時間を15分とした実験2ではいずれの条件においても主効果や交互作用は認められず、運動様式の影響は認められなかった。実験1の酸素摂取量、心拍数、主観的運動強度、実験2の心拍数、主観的運動強度はいずれも自転車条件、バランスボール条件で差は認められず、両運動の条件は同一運動負荷であった。このことから、運動時間を30分間とした実験1においてのみ、運動前後の実行機能に運動様式の影響が認められ、有酸素運動時の動作の複雑さが運動前後の実行機能の変化に影響を及ぼすことが示唆された。

Tsukamoto et al.¹⁷⁾の研究では60% $\dot{V}O_{2peak}$ の中強度有酸素運動と30% $\dot{V}O_{2peak}$ の低強度有酸素運動を行った際の運動時間がストループテストにより評価した実行機能に及ぼす影響を検討している。同一運動量では低強度運動を40分間行うよりも中強度運動を20分間行った場合で実行機能の改善が顕著であったことを報告している。また、低強度運動では20分間の運動よりも40分間の運動で実行機能の改善が顕著であったことを報告している。このことから、同一運動量であれば、低強度よりも中強度のほうが、運動強度が低強度の同一運動強度であれば運動時間が長いほうが、それぞれ実行機能をより改善するといえる。本研究で実施したバランスボールを用いた有酸素運動の運動強度は実験1では $24 \pm 10\%$ HRreserveであり、実験2では $27 \pm 6\%$ HRreserveであった。自転車条件の運動強度はそれぞれ実験1が $23 \pm 6\%$ HRreserveであり、実験2では $26 \pm 12\%$ HRreserveであった。一過性の運動と実行機能などの認知機能に関する研究のほとんどで低強度運動の運動強度の下限は30%であり^{5,17)}、本研究で実施したバランスボールを用いた有酸素運動、並びに自転車エルゴメーター運動の運動強度は極めて低強度であったと言える。

一過性の有酸素運動実施による実行機能の向上のメカニズムについて、多くの研究で前脳血流の増加による頭前前野の活性化の関与が報告されている^{6,18)}。一方で、前頭前野の活性化に起因しない、ノルエピネフリンなどのカテコールアミン¹⁹⁾や神経栄養因子²⁰⁾が運動後の実行機能向上に関与していることや、高強度運動による乳酸の産生が運動後の実行機能の向上に関与している可能性¹⁶⁾などが指摘されている。高橋²¹⁾の研究では複雑な運動であるバドミントンと単純な運動であるランニングの10分間の実施がストループ課題および脳血流動態に及ぼす影響を検討している。その結果、バドミントンの実施により実行機能が向上したが、脳血流により評価した前頭前野の活性にはバドミントンとランニングで

差がなかったことを報告し、複雑な運動により脳機能が効率化する可能性を指摘している。本研究の結果から運動様式の違いが実行機能に及ぼす影響の背景にあるメカニズムを詳細に検討することは困難であるが、運動強度がごく低強度であったことを考慮すると、脳血流の増加による前頭前野の活性化以外のメカニズムが関与している可能性が推察される。

5. 本研究の限界と今後の展望

本研究で行ったバランスボールを用いた有酸素運動は上下肢の運動の組み合わせや上下肢を異なったリズムで動かすなどすることで、容易には実施することのできない運動プログラムを構成した。しかしながら、“複雑な運動”の定義は曖昧であり、運動の複雑さを定量化することは困難である。先行研究においても自転車エルゴメーター運動や歩行、走行運動と比較し、複雑な運動として球技やバドミントンなどが用いられている。今後の研究で、運動の複雑さ、難しさの定量的な評価を行ったうえでプログ

ラムを構成する必要があると考える。

本研究では20代前半の若年者を対象とした。実験1、実験2ともに運動強度がごく低強度であり、実行機能に対して有酸素運動自体の効果は認められていない。本研究で用いた運動プログラムと同様に、バランスボールを用いた有酸素運動において若年者と中高齢者における運動強度の比較を行った我々の研究では、METsは若年者 (4.8 ± 0.5 Mets) と中高齢者 (5.1 ± 0.9 Mets) で差はないが、主観的運動強度 (若年者 10.6 ± 1.3 , 中高齢者 12.9 ± 1.9 $p < 0.001$) や %HRmax (若年者 $61 \pm 6\%$, 中高齢者 $81 \pm 10\%$ $P < 0.05$) は中高齢者において高値を示した²²⁾。実行機能に対する有酸素運動の影響は運動負荷に依存することが報告されており、中強度において最も実行機能が改善することが知られている¹⁶⁾。対象者を中高齢者とすることで相対的に運動強度が増加することになり、実行機能への有酸素運動の影響が顕著に現れ、より詳細に運動様式の違いを検討できる可能性が考えられる。

倫理的配慮

本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て行った (承認番号; 20-104)。

謝 辞

本研究は川崎医療福祉大学健康体育学科脳本研究室の皆様の協力により遂行しました。研究に協力いただいた脳本研究室の皆様へ心から感謝申し上げます。本研究は令和2年度川崎医療福祉大学の医療福祉研究費の助成を受けたものです。

文 献

- 1) Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, Kim JS, Heo S, Alves H, ...Kramer AF : Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022, 2011.
- 2) Voss MW, Nagamatsu LS, Liu-Ambrose T and Kramer AF : Exercise, brain, and cognition across the life span. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1505-1513, 2011.
- 3) Hillman CH, Erickson KI and Kramer AF : Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65, 2008.
- 4) Hillman CH, Snook EM and Jerome GJ : Acute cardiovascular exercise and executive control function. *International Journal of Psychophysiology*, 48(3), 307-314, 2003.
- 5) Chang YK, Labban JD, Gapin, JI and Etnier JL : The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101, 2012.
- 6) Lambourne K and Tomporowski P : The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. *Brain Research*, 1341, 12-24, 2010.
- 7) Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Ochi K, Sakairi Y, Kato M, Dan I and Soya H : Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: An fNIRS study. *Neuroimage*, 98, 336-345, 2014.
- 8) Yanagisawa H, Dan I, Tsuzuki D, Kato M, Okamoto M, Kyutoku Y and Soya H : Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, 50(4), 1702-1710, 2010.
- 9) Barha CK, Davis JC, Lalck RS, Nagamatsu LS and Liu-Ambrose T : Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in older humans.

- Frontiers in Neuroendocrinology*, 46, 71-85, 2017.
- 10) Gothe N, Pontifex MB, Hillman C and McAuley E : The acute effects of yoga on executive function. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(4), 488-495, 2013.
 - 11) Hyodo K, Jindo T, Suwabe K, Soya H and Nagamatsu T : Acute effects of light-intensity, slow-tempo aerobic dance exercise on mood and executive function in older adults. *Bulletin of the Physical Fitness Research Institute*, 117, 8-16, 2019.
 - 12) Kimura K and Hozumi N : Investigating the acute effect of an aerobic dance exercise program on neuro-cognitive function in the elderly. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(5), 623-629, 2012.
 - 13) 脇本敏裕, 久米大祐, 赤星照護, 長尾憲樹: バランスボールを用いた有酸素運動では遅いテンポの運動でエネルギー消費が増加する. 川崎医療福祉学会誌, 22(1), 111-115, 2012.
 - 14) 脇本敏裕, 斎藤辰哉, 門利知美, 高尾俊弘: バランスボールを用いた有酸素運動時の指示の有無が呼吸代謝応答に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌, 27(2), 585-589, 2018.
 - 15) Tsukamoto H, Suga T, Takenaka S, Tanaka D, Takeuchi T, Hamaoka T, Isaka T and Hashimoto T : Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. *Physiology and Behavior*, 155, 224-230, 2016.
 - 16) 風間彬, 高津理美, 長谷川博: 体温上昇が持久的運動時における認知機能に及ぼす影響. 体力科学, 61(5): 459-467, 2012.
 - 17) Tsukamoto H, Takenaka S, Suga T, Tanaka D, Takeuchi T, Hamaoka T, Isaka T and Hashimoto T : Effect of exercise intensity and duration on postexercise executive function. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 49(4), 774-784, 2017.
 - 18) Damrongthai C, Kuwamizu R, Suwabe K, Ochi G, Yamazaki Y, Fukuie T, Adachi K, Yassa M, Churdchomjan W and Soya H : Benefit of human moderate running boosting mood and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation. *Scientific Reports*, 11(1), 22657, 2021, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01654-z>.
 - 19) Liane S Vargas, B Neves, R Roehrs, I Izquierdo and P Mello-Carpes : One-single physical exercise session after object recognition learning promotes memory persistence through hippocampal noradrenergic mechanisms. *Behavioral Brain Research*, 329, 120-126, 2017.
 - 20) Nilsson J, Ekblom Ö, Ekblom M, Lebedev A, Tarassova O, Moberg M and Lövdén M : Acute increases in brain-derived neurotrophic factor in plasma following physical exercise relates to subsequent learning in older adults. *Scientific Reports*, 10(1), 4395, 2020, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60124-0>.
 - 21) 高橋信二: 科学研究費助成事業研究成果報告書 一過性運動のタイプが認知機能と脳活性に及ぼす影響. <https://kaken.nii.ac.jp/file/KAKENHI-PROJECT-18K10855/18K10855seika.pdf>, [2021]. (2025.3.13 確認)
 - 22) Wakimoto T, Saito T, Monri T, Yamanaka Y, Fujimoto S and Takao T : Effects of aerobic exercise using swiss-ball or chair compared with walking. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 49(5S), 1053, 2017.

(2025年5月7日受理)

The Effects of Complex Movements in Aerobic Exercise Using a Balance Ball on Executive Function

Toshihiro WAKIMOTO, Takashi YAMAGATA, Tomomi MONRI and Hiroki YAJIMA

(Accepted May 7, 2025)

Key words : executive function, aerobic exercise, stroop test, balance ball exercise

Abstract

Recent studies suggest that acute aerobic exercise improves executive function. This study examined the effects of aerobic exercise with complex movements using a balance ball, comparing it to a cycle ergometer at the same intensity. In Experiment 1, ten healthy young adults performed three conditions: 30 minutes of balance ball exercise, cycle ergometer exercise, and seated rest. In Experiment 2, twelve healthy young males completed 15-minute sessions of either balance ball or cycle ergometer exercise. Executive function was assessed using the Stroop test before and after exercise, while oxygen consumption, heart rate, and perceived exertion were measured to control intensity. Experiment 1 showed a significant time $\times$ condition interaction in Stroop task reaction time, suggesting that balance ball exercise may influence executive function. However, Experiment 2 found no significant effects of exercise modality. Both experiments involved extremely low exercise intensity, below the threshold known to enhance cognition. These findings indicate that movement complexity may impact executive function, depending on exercise duration and intensity. Possible mechanisms include prefrontal cortex activation, catecholamine release, and neurotrophic factor involvement. Further research is needed to clarify how complex movements contribute to cognitive improvements.

Correspondence to : Toshihiro WAKIMOTO

Department of Health and Sports Science

Faculty of Health Science and Technology

Kawasaki University of Medical Welfare

288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : wakimoto@med.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.35, No.1, 2025 165 – 173)