

原 著

軽運動及び軽作業の実施が認知機能及び主観的疲労度・気分・自律神経に及ぼす影響に関する研究 —適切な休憩手段の検討—

家近和明^{*1} 脇本敏裕^{*2} 森祥之介^{*2} 依田健志^{*2}

要 約

認知とは、生体が外界の情報を基に情報を処理し、新たな情報を生成・蓄積・伝達する活動を指し、その中でも実行機能は特に重要な役割を果たす。実行機能は前頭葉の活動に依存し、目標設定、計画立案、計画実行、効果的遂行の4段階から成り立つ。実行機能が正常に働かないと、社会生活や日常生活に支障を来すため、休憩を取り入れることが推奨される。本研究は、短時間で行える休憩手段の違いが認知機能、気分、自律神経に与える影響を比較検討する。対象は健康な成人男性9名（平均年齢20.8歳）。参加者は食事やカフェイン、激しい運動を研究開始2時間前から制限した。ストループテストや Visual Analog Scale, Temporary Mood Scale, TAS 9 VIEW を用いて、座位安静、低強度運動、中強度運動、携帯電話使用の4条件で20分間の条件を実施し、認知機能、気分、自律神経を測定した。データ分析には2要因の繰り返しのある分散分析を実施し、有意な主効果もしくは交互作用が認められた場合、post-hoc テストによる事後検定を実施した。ストループテストの単純課題①では、座位安静条件で条件後に回答時間が遅延する一方、低強度運動条件では誤回答数が有意に減少した。逆に、ストループ課題や逆ストループ課題では、いずれの条件でも有意な交互作用は認められなかった。低強度運動は認知機能にプラスの影響を与え、誤回答数の減少をもたらした可能性がある一方で、座位安静では回答時間の遅延が見られ、効果が限定的であることが示唆された。携帯電話使用など他の休憩手段と比較しても、低強度運動が最も効果的であることが確認された。休憩手段による認知機能の回復効果は異なり、低強度運動が認知機能の改善に寄与する可能性が高いことが示された。

1. 緒言

認知について、「心理学事典」¹⁾では「知覚、判断、決定、記憶、推論、課題の発見と解決、言語理解と言語使用のように生体が自らの生得的または経験的に獲得している既存の情報に基づいて、外界の物事に関する情報を選択的に取り入れ、それによって物事の相互関係、一貫性、真実性などに関する新しい情報を生体内に生成・蓄積したり、外部へ伝達したり、あるいはこのような情報を用いて適切な行為選択を行ったり適切な技能を行使するための生体の能動的な情報収集・処理活動を総称するという言葉である」と定義しており、認知機能は「認知」を行うた

めの知的機能を総称した概念である。

認知機能の中でも、ある目的を達成するために、感覚情報処理機能、運動抑制機能、記憶などの認知機能など、複数の機能系を統合し、協調して働かせる仕組みは実行機能（executive function）と呼ばれている^{2,3)}。実行機能は認知機能の中でも上位に位置すると考えられている。実行機能の発現や制御には大脳皮質が関わっていると考えられており、なかでも前頭連合の関与がよく知られている^{2,4,5)}。歯磨きや服の着替え、食事を摂る、時間内にどのような行動を行うかなど、考え行動に移す際に活動する機能であり、具体的に実行機能は、1) 目標設定（goal

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学研究科 健康体育学専攻 修士課程

*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

（連絡先）家近和明 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail : wd223001@kwmw.jp

formation), 2) 計画立案 (planning), 3) 計画実行 (carrying out goal-directed plans), 4) 効果的遂行 (effective performance) の4段階により成り立っている⁶⁾。換言すると, 1) 目標設定: 動機と意図を持って先読的に構想を立て, 行き着くべきゴールを設定し, 2) 計画立案: 採るべき手順を考案・評価・選択し, 3) 計画実行: 方向性を維持しながら目標達成に必要な作業を開始, 維持しながら, 経過を鑑みて計画・方法を柔軟に修正し, 4) 効果的遂行: 目標を常に念頭に置きながら行為の到達度を推定して, より効率的な戦略を選択する, である (福井)⁷⁾。よって実行機能は日常生活中で常に働いている機能である。

実行機能が加齢や認知症など何らかの要因により正常に働かなくなると, 並行作業能力の低下や, 自発的な行動が困難になることにより, 社会生活や日常生活に支障が生じる。勉強や労働, 人間関係などの急性的, 慢性的ストレスに曝されることによって思考力, 判断力が低下することで業務効率の低下や作業ミスの増加を誘発させる。また運転による事故や作業中の事故など生命に関わる事故に繋がる恐れがあるため, 休憩を入れることは必要不可欠である。なお, 実行機能の測定にストループ課題が用いられ, 認知症の検査のために使用されることもあり, ストループ課題の成績が低下すると脳機能全般の低下につながると報告されている⁸⁾。

現在の学校などの教育現場では一般的に45~60分の授業時間で5~10分程度の小休憩や30分程度の昼休憩が各学校の校則で, 労働現場では6時間~8時間の労働時間で最低45分の休憩時間が労働基準法第34条で定められている。本学では90分の講義で10分と昼に45分の休憩時間が設けられている。

休憩は精神的・肉体的な疲労を回復させることを目的としている。休憩の手段として, 友人と会話する, 飴を舐める, 軽い運動を行う, 読書を行う, 携帯ゲームを行うなど様々である。先行研究においてガムを噛む, せんべいを食べるなどの咀嚼行為によって短期記憶の向上が20分以上持続した, 脳のリラックス効果による作業効率の向上がみられたとの報告がある^{9,10)}。ブドウ糖などの糖分の摂取により短期記憶の向上, リラックス効果による情報処理速度や認知的柔軟性が向上したとの報告もある¹¹⁾。また低強度, 中強度の有酸素運動を短時間, 習慣的に行うことで脳血流の増加, 前頭葉への刺激により認知機能の低下の抑制, 向上したとの報告もある¹²⁻¹⁴⁾。しかし, 授業間や労働間の短時間でできる休憩手段を比較した研究は少なく, また運動と運動以外を比較した研究も少ない。

本研究は, 本大学健康体育学科に所属する認知機能を低下させる疾患などに罹患していない健康な成人男性9名を対象に Stroop Color Word Test や Visual Analog Scale, Temporary Mood Scale, TAS9 VIEW を用いて4種類の休憩を目的とした条件遂行によって認知機能, 気分, 自律神経に差が起きるのかを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 対象

本大学健康体育学科に所属する認知機能を低下させる疾患に罹患していない健康な成人男性9名 (平均年齢 20.8 ± 0.6 歳, 平均心拍数 64.8 ± 8.3 拍) を対象として実施した。研究開始2時間前までに食事やカフェイン, 糖類を含む飲料の摂取, 身体強度の高い運動を制限した。

2.2 調査項目

2.2.1 認知機能の測定...Stroop Color Word Test

認知機能の測定には Stroop Color Word Test (以下, ストループテスト) を用いた。ストループテストはパソコンを用いて実施し, それぞれの条件が認知機能に及ぼす影響を比較した。ストループ課題は, ストループ専用マルチパス (PH-1190) を使用して測定した。ストループ専用マルチパス (PH-1190) に (赤, 青, 黄, 緑) の順にボタンを設置して行った。課題は毎回ランダム化し, 単純課題①10問, 単純課題②10問, ストループ課題 (複雑課題) 10問, 逆ストループ課題10問を行い, 回答に要した時間, 誤回答数を評価した。単純課題①②は画面に表示された文字と色が一致しており, 単純課題①は色を, 単純課題②は文字を答え, ストループ課題, 逆ストループ課題は表示された文字と色が一致しておらず, ストループ課題は色を, 逆ストループ課題は文字を答える。条件提示前後でストループテストへの慣れを無くすため, 事前にストループテストの練習を10回程度行った。さらに条件提示前に1度ストループテストの練習を実施した (練習は記録しない)。練習後もう一度ストループテストを行い, 認知機能の測定をした。開始の教示は「できるだけ早く, 2度押しはやめてください。」とした。

ストループ効果とは, 課題における自動的な言語処理が, 意図的な色認識の処理を妨害する現象を指し¹⁵⁾, 逆ストループ効果は, 色の情報が単語の意味処理に干渉する現象である。この効果は通常のストループ効果よりも弱く, 回答時間の増加は限定的である¹⁶⁾。なお, ストループ効果は, ストループ課題 (複雑課題) の回答時間から単純課題①の回答時間を引

いた時間で求め、逆ストループ効果は逆ストループ課題の回答時間から単純課題②の回答時間を引いた時間で求める。

2.2.2 主観的疲労度の測定…Visual Analog Scale

Visual Analog Scale を用いて条件前後の主観的な疲労度を測定した。10cm の直線に左端を「まったく疲れていない」、右端を「とても疲れている」と示した。「今感じている身体的な疲労感を、直線の左右両端に示した間隔を参考に、直線上に線で示してください」と各被験者に鉛筆又はボールペンで縦の線を引くように指示をした。左端を0として縦の線が引かれた箇所を測定値とした。また被験者の疲労感の種類を把握するため、「身体用」と「精神用」の2種類を用いた。

2.2.3 一時的気分の測定…Temporary Mood Scale

Temporary Mood Scale を用いて一時的気分の測定を行った。徳田¹⁷⁾が日本版 Profile of mood States¹⁸⁾の項目を参考にして作成した質問紙である。Profile of mood Statesと同様に「緊張」「抑鬱」「怒り」「混乱」「疲労」「活気」の6つの下位尺度からなり各下位尺度は3項目ずつである。Profile of mood Statesは過去1週間の気分について問うのに対し、Temporary Mood Scaleは今現在の気分について問う形式となっている。回答形式は「非常にあてはまる」「あてはまる」「ややあてはまる」「ややあてはまらない」「まったくあてはまらない」の5件法で、「非常にあてはまる」に5、「あてはまる」に4、「ややあてはまる」に3、「ややあてはまらない」に2、「まったくあてはまらない」に1を与え、統計処理を行った。

2.2.4 自律神経の測定…TAS 9 VIEW

自律神経の測定に自律神経バランス分析器「TAS 9 VIEW」を使用した。末梢血管の容積の変化を脈拍と捉え、加速度脈拍波に変換し、末梢血液循環分析（血管老化度）を、また脈拍の波高の間隔のピークから脈拍を抽出し、その変化を分析することにより自律神経分析（心拍変動 HRV: Heart Rate Variability）ができる装置である。

TAS 9VIEW は周波数成分を分離する方式として高速フーリエ変換を利用し0.04～0.15Hz の低周波数成分「Low Frequency」（交感神経活動の指標）、0.15～0.4Hz の高周波成分を「High Frequency」（副交感神経活動の指標）、Low Frequency/High Frequency（交感神経と副交感神経のバランス）とした。

利き手ではない人差し指に赤外線 Light Emitting Diode とフォトダイオードを用いた反射型光源静脈

センサーをはさみ、2分30秒間、座位での心拍（脈拍）の変動（揺らぎ）の測定を行った。

2.2.5 条件

条件は①座位安静、②低強度運動（40%Heart Rate Reserve 運動強度の自転車エルゴメーター駆動）、③中強度運動（70%Heart Rate Reserve 運動強度の自転車エルゴメーター駆動）④携帯電話（スマートフォン）の使用（日常生活の使用を想定）の4条件をランダムに20分間実施した。

①座位安静条件…座面高40cm の背もたれのある椅子を使用した。「何もせず、静かに休んでください。」と教示し、開眼・閉眼は被験者の自由とした。

②低強度運動条件…運動強度の設定は心拍数を指標とした予備心拍数（Heart Rate Reserve）を採用し、運動強度は40%Heart Rate Reserve とし、目標心拍数 118.6 ± 4.8 拍とした。なお、安静時心拍数は、座位安静条件で使用する椅子と同種類の椅子を使用し、座位5分後と6分後の心拍数を平均した心拍数とした。実験開始前にサドル高は被験者の脚長にあわせて調節し、ペダルが最下部に達したときに膝関節が大きく曲がらないよう設定した。自転車エルゴメーターは、AEROBIKE 75XL III（株式会社コナミスポーツクラブ & ライフ販）を使用した。

③中強度運動条件…低強度運動条件と同様にサドル高を設定し、運動強度は70%Heart Rate Reserve とし、目標心拍数 158.9 ± 2.2 拍とした。

④携帯電話（スマートフォン）使用条件（以下、携帯条件）…Social Networking Service（SNS）の使用や動画の視聴、ソーシャルゲームなど各被験者が日常的に行っている操作とした。「普段通りに携帯電話を使用して休憩してください。」と教示した。

2.3 調査手順

調査手順を図1に示した。

①座位安静5分

②ストループテスト 練習

③ストループテスト・Visual Analog Scale・Temporary Mood Scale・TAS 9 VIEW

④条件 ランダム条件 4種目 20分

⑤ストループテスト・Visual Analog Scale・Temporary Mood Scale・TAS 9 VIEW

2.4 統計解析

すべてのデータは平均値±標準偏差で示した。データはIBM SPSS Statistics 23を用いて分析をした。4群のストループテスト、Visual Analog Scale により評価した主観的疲労感、Temporary Mood Scale により評価した一時的気分、TAS 9 VIEW に

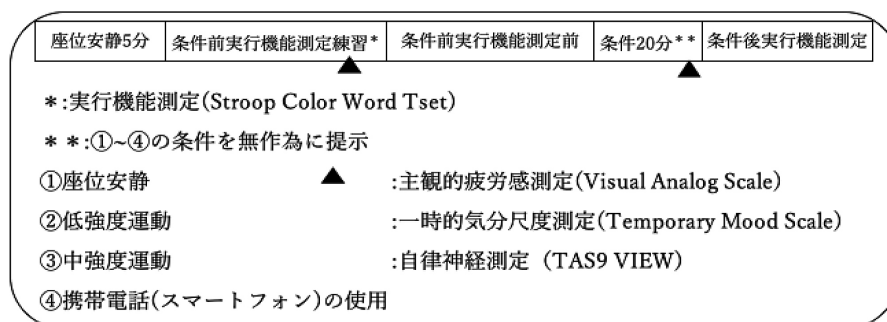


図1 調査手順

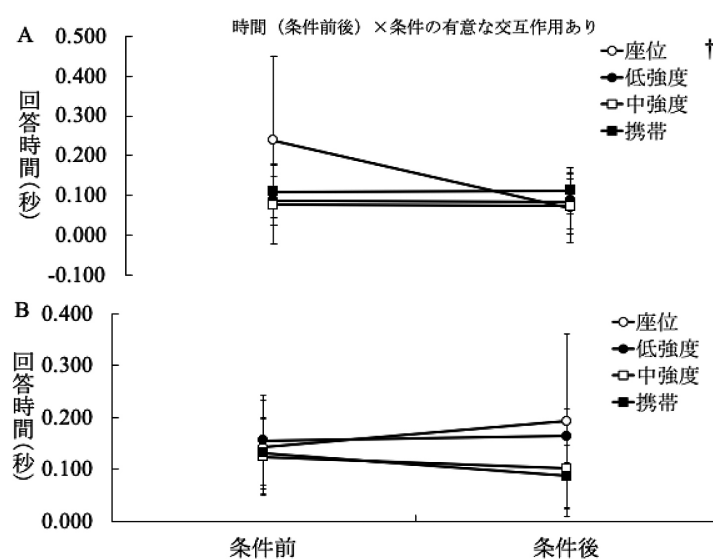


図2 各条件のストループ効果・逆ストループ効果の結果

A: ストループテストにおけるストループ効果

B: ストループテストにおける逆ストループ効果

事後検定 (Bonferroni 法) †: $p < 0.1$

より評価した自律神経のバランスの平均値の差の比較には、2要因の繰り返しのある分散分析を実施した。2要因の繰り返しのある分散分析により有意な主効果もしくは交互作用が認められた場合、Post-hoc 法による事後検定を実施した。統計的検定における有意水準は5%とした。

3. 結果

ストループテストの単純課題①における各条件間に有意な交互作用が認められた ($p=0.002$)。事後検定の結果、座位安静条件の単純課題①において課題後に有意な回答時間の遅延が認められた ($p=0.007$)。ストループテストの単純課題②における各条件間に有意な交互作用は認められなかった。ストループテストのストループ課題における各条件間に有意な交互作用は認められなかった。ストループテストの逆ストループ課題における各条件間に有意な交互作用

は認められなかった。ストループテストの単純課題①誤回答数における各条件間に有意な交互作用が認められた ($p=0.047$)。事後検定の結果、低強度運動条件の単純課題①誤回答数において課題後に有意な誤回答の減少が認められた ($p=0.035$)。ストループテストの単純課題②誤回答数における各条件間に有意な交互作用は認められなかった。ストループテストのストループ課題誤回答数における各条件間に有意な交互作用は認められなかった。ストループテストの逆ストループ誤回答数における各条件間に有意な交互作用は認められなかった。ストループテストのストループ効果における各条件間に有意な交互作用が認められた ($p=0.019$)。事後検定の結果、座位安静条件のストループ効果において条件後に有意な回答時間の短縮の傾向が認められた ($p=0.054$) (図2A)。ストループテストの逆ストループ効果における各条件間に有意な交互作用は認められなかった。

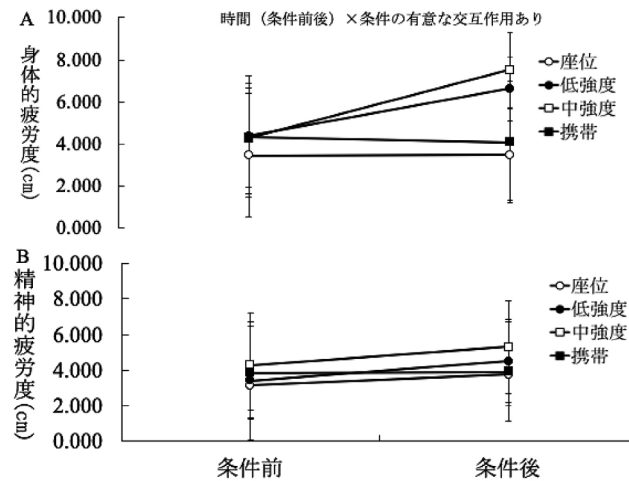


図3 各条件の主観的身体・精神疲労度

A: Visual Analog Scale における主観的身体疲労度

B: Visual Analog Scale における主観的精神疲労度

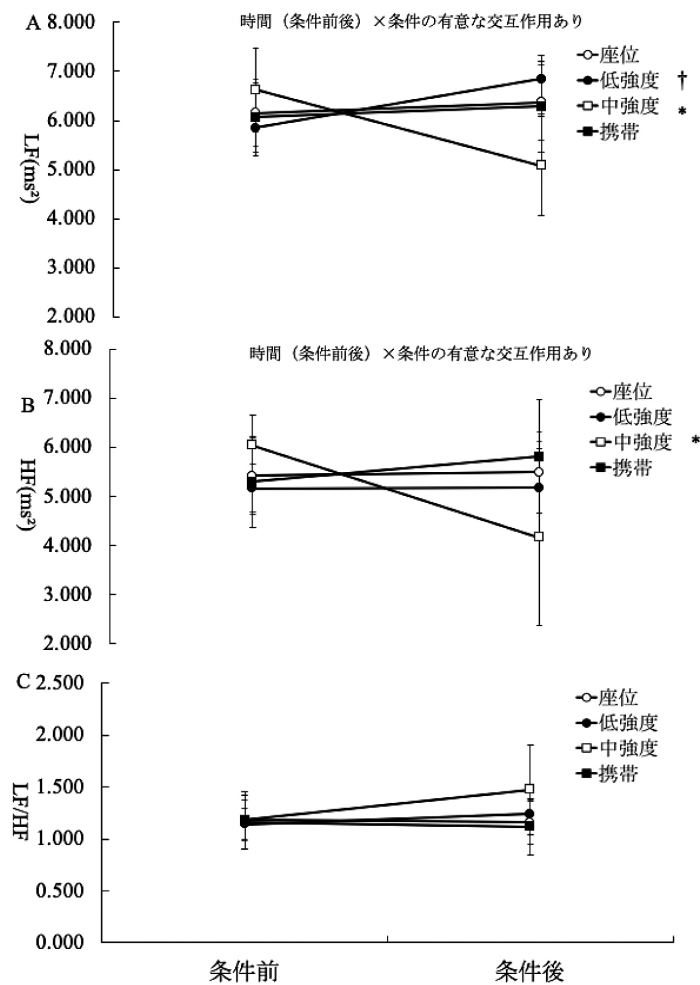
事後検定 (Bonferroni 法) *: $p < 0.05$ 

図4 各条件の自律神経活動

A: TAS 9 VIEW における Low Frequency : LF

B: TAS 9 VIEW における High Frequency : HF

C: TAS 9 VIEW における Low Frequency/High Frequency : LF/HF

事後検定 (Bonferroni 法) †: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$

(図2B)。

Visual Analog Scale の身体疲労における各条件間に有意な交互作用が認められた ($p<0.001$)。事後検定の結果、低強度運動条件・中強度運動条件の身体疲労において条件後に有意な主観的疲労の増加が認められた ($p=0.015$, $p=0.002$) (図3A)。Visual Analog Scale の精神疲労における各条件間に有意な交互作用は認められなかった (図3B)。

Temporary Mood Scale においてはすべての下位尺度で交互作用は認められなかった。

TAS 9 VIEW の Low Frequency における各条件間に有意な交互作用が認められた ($p=0.011$)。事後検定の結果、中強度運動条件の Low Frequency において条件後に有意な交感神経活動の低下が認められた ($p=0.013$)。また、低強度運動条件の Low Frequency において条件後に有意な交感神経活動の低下の傾向が認められた ($p=0.093$) (図4A)。TAS 9 VIEW の High Frequency における各条件間に有意な交互作用が認められた ($p=0.002$)。事後検定の結果、中強度運動条件の High Frequency において条件後に有意な副交感神経活動の低下が認められた ($p=0.015$) (図4B)。TAS 9 VIEW の Low Frequency / High Frequency における各条件間に有意な交互作用は認められなかった (図4C)。

4. 考察

本研究は、ストループテスト、Visual Analog Scale、Temporary Mood Scale、TAS 9 VIEW を用いて4種類の条件遂行によって認知機能、気分、自律神経に差が起きるのかを明らかにすることを目的とした。低強度運動は認知機能にプラスの影響を与え、誤回答数の減少をもたらした可能性がある一方で、座位安静では回答時間の遅延が見られ、効果が限定的であることが示唆された。携帯使用条件など他の休憩手段と比較しても、低強度運動が最も効果的であることが確認された。

ここから各条件別に考察していく。

4.1 座位安静条件

20分座位安静によって色を答える単純課題①において回答時間の遅延がみられた。また、ストループ効果において、条件後の回答時間の短縮傾向が認められた。Lim & Kwok¹⁹⁾の研究では1, 5, 10分の3種類の座位休憩を比較した結果、10分の休憩は1, 5分の休憩より顕著に注意力の改善がみられたと報告している。また、自然環境で10分間安静にすることで回答時間が向上したとの報告もある²⁰⁾。しかし、座位姿勢が認知機能を低下させるだけでなく、健康リスクを高める要因になるとされている^{21,22)}。以上

のことから、座位での休憩は認知機能に好影響を与えることが示唆されているが、その効果を最大化するためには、休憩時間や環境の詳細な検討が必要である。

また長時間の座位行動が認知機能へ悪影響を与えることが示唆されているが、短時間の座位行動が認知機能へ与える影響についての研究では、結果が確立していない。しかしながら、30分以上の座位行動が認知機能に悪影響を与え、軽度の身体活動を取り入れることで認知機能の低下を妨げるとの報告もある²³⁾。

また主観的疲労度、気分、自律神経において交互作用は認められなかった。本研究では、「何もせず、静かに休んでください。」と教示し、開眼・閉眼は被験者の自由としたが、7人の被験者は閉眼し背もたれに体を預けた姿勢となり、2名の被験者において、眼の開閉および下肢の姿勢変更といった身体動作の頻度が高かった。Awad et al.²⁴⁾の前傾と直立の座位姿勢による認知機能と気分を比較した研究では、直立姿勢は前傾姿勢と比較して気分が高く、認知的処理速度が早かったと報告している。また、ポジティブな気分はネガティブな気分と比較してより早く、より迅速な情報処理アプローチと関連していることを示唆している^{25,27)}。

しかしながら、本研究では前述の結果と一致しない要因として座位行動にストレスを感じていると考える。有意な差は認められないが、Visual Analog Scale による身体的・精神的疲労では課題後に疲労の増加が確認できた。現代は休憩時間にスマートフォンの使用など、なもししない時間を取ることが少なく座って時間を待つことに苦痛を感じた可能性が考えられる。

以上のことから、座位での休憩は認知機能に好影響を与えることが示唆されている一方、悪影響を与えるとの報告もある。その効果を最大化するためには、休憩時間や環境の詳細な検討が必要である。

4.2 低強度・中強度有酸素運動条件

適度な運動には認知能力を改善する可能性があるとの報告がある^{28,31)}。認知機能を改善する要因として、有酸素運動を定期的 to 実施することにより脳血流の増加、特に前頭葉への血液量が増加し前頭皮質の活動を高め、認知機能を向上させる³²⁾。Smiley et al.³³⁾は、週に3回、1回30分間、10か月間指導の下で運動を行い、10か月の運動後の介入後分析では、有酸素運動者のみにおいて、干渉条件での反応速度と正確性が大幅に改善されたと報告している。また、有酸素運動の短時間実施でも安静時と比較して認知機能が向上したとの報告もある³⁴⁾。低強度有酸素運

動と中強度有酸素運動を比較した場合、中強度有酸素運動が前頭前野の活性化が高く実行機能に良い影響を与える可能性があるとされている^{35,36)}。このことから低、中強度運動の短時間実施によって認知機能を向上することができる。

しかしながら、本研究の結果は先行研究に反する。その要因として運動条件実施後からストループテストによる認知機能の測定までが3分程度と短く運動終了後、認知機能に影響を与える時間としては不適切であった可能性である。Basso & Suzuki³⁷⁾は研究目的や認知機能の測定法によって異なるが、多くの研究では運動条件終了後15分～30分以内に測定を行っていると報告している。また、Chang et al.³⁸⁾のメタ分析では運動後11～20分に測定を実施した場合に、最も大きな効果を得られたとある。その要因として、運動中は運動制御に関する脳領域(運動野、小脳など)に血流が集中する。その結果、前頭葉への血流が相対的に減少し、活動が一時的に抑制される。この抑制効果が運動直後の認知機能(特に実行機能)を一時的に低下させる^{39,40)}。またLambourne & Tomporowski⁴¹⁾は有酸素運動中や直後は上記の要因によって認知機能が低下する傾向にあるが、運動終了後20分以上経過すると、運動前より認知機能が向上する可能性があると報告している。これらから本研究においてストループテストによる認知機能の測定までの時間が不適切であったとされる。しかし、運動中、運動直後に認知機能が向上したとの報告^{12,42)}もある。Kamijo et al.⁴³⁾は若年成人と高齢者を対象とした研究で、低強度有酸素運動、中強度有酸素運動ともに認知機能の向上が確認されたが、低強度運動では認知機能の向上が軽度であり、高齢者群は認知機能への影響が限定的だったとしている。

また、TAS 9 VIEWで評価した自律神経は低強度有酸素運動では有意な差は認められなかった。中強度有酸素運動では条件後、有意に、Low Frequency, High Frequencyの低下が認められた。有酸素運動の急性効果として運動後は交感神経の活動が低下し、副交感神経の活動が活性化される⁴⁴⁾。しかし、本研究ではLow Frequency, High Frequencyともに低下している。この要因として個人の体力や運動強度が挙げられ、中枢性疲労⁴⁵⁾を引き起こし自律神経のバランスを崩し、交感神経と副交感神経の両活動が低下する可能性がある^{46,47)}。

以上を踏まえ、被験者の年齢、個人の生理的状态や運動特性、測定項目の種類によって認知機能への影響が大きく異なる可能性が示唆される。

4.3 携帯条件

Kang & Kurtzberg⁴⁸⁾は携帯電話を使用した休

憩はパソコン、紙、休憩を行わない条件と比較して、休憩を行わずそのまま仕事をする事と同じパフォーマンスとなると報告している。これは携帯画面のサイズが関係するとされ、携帯の画面を通して見る、なじみの大きさのものを画面越しに見ると、認知機能が低下するとされている⁴⁹⁾。また、通知を受けたことを確認しただけで認知的負荷が増加し、注意力が分散⁵⁰⁾、通話やアプリケーションゲーム、SNSの使用など多くの選択肢があることから実行機能や注意力が低下することが示唆されている^{51,52)}。一方、本研究の被験者は大学生で携帯電話(スマートフォン)が身近である世代であることや、一部の人は様々な情報にアクセスすることがリラックスとなる可能性があり、そのリラクゼーションは認知機能の回復には重要なこととされている⁵³⁾。また、「普段通りに携帯電話(スマートフォン)を使用してください」の指示で、本研究の被験者全員が途中でSNSの使用など別の作業をしたものの、アクションやパズルを解くアプリケーションゲームを行っていた。アクションゲームやパズルゲームを行うと一部ではあるが注意力や作業記憶の向上に貢献したと示し⁵⁴⁾、ゲーム内の素早い意思決定や反応が求められるため回答時間を短縮させる効果があると報告している⁵⁵⁾。したがって、携帯電話の利用による負の影響と正の影響が相殺され、ストループテストの結果に影響を及ぼしたと推測される。

主観的疲労度、気分、自律神経においては変化が認められなかった。これらも上記のように携帯電話の利用による負の影響と正の影響が相殺され、ストループテストの結果に影響を及ぼしたと推測される。個体差の存在を考慮する必要があるものの、本研究の対象集団において、携帯電話の使用を伴う休息は、本来の休息の目的を十分に達成していないことが示唆された。

4.4 今後の展望

本研究には以下の限界点が存在する。まず、被験者が大学生の男性のみであるため、性差や年齢による認知機能や自律神経系への影響を考慮できていない点が挙げられる。また、本研究における条件の時間設定が20分に限定されており、条件後の直後にのみ測定を行っている点も制約となる。先行研究においては^{19,37)}、休憩として適切な時間は条件の種類によって異なることが示唆されており、有酸素運動が認知機能や自律神経に及ぼす影響は運動直後と20～30分後で異なることも報告されている。これらの点を踏まえ、より多様な条件での検討が求められる。

5. 結論

本研究は、ストループテスト, Visual Analog Scale, Temporary Mood Scale, TAS 9 VIEW を用いて4種類の条件遂行によって認知機能, 気分, 自律神経に差が起きるのかを明らかにすることを目的とした。低強度運動は認知機能にプラスの影響を与え, 誤回答数の減少をもたらした可能性がある。一方で, 座位安静では回答時間の遅延が見られ, 効果が限定的であることが示唆された。携帯電話使用など他の

休憩手段と比較しても, 低強度運動が最も効果的であることが確認され, 認知機能の改善に寄与する可能性が高いことが示された。

さらに, 本研究の被験者においては, 70%Heart Rate Reserve 運動強度での有酸素運動が高強度に該当し, 認知機能の回復手段としては不適切であることが示された。また, 携帯電話を使用した休憩は, 休憩としての効果を十分に発揮しないことが明らかとなった。

倫理的配慮

被験者一人ひとりに対して, 口頭と書類による説明を実施し書面によって同意を得た。本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会の承認(承認番号: 23-034)を得て実施した。

謝 辞

本研究の遂行にあたり, ご協力いただいた被験者の皆様に感謝いたします。

文 献

- 1) 梅津八三, 相良守次, 宮城音弥, 依田新: 心理学事典. 第11版, 平凡社. 東京, 1981.
- 2) Funahashi S: Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research*, 39(2), 147-165, 2001.
- 3) Roberts AC, Robbins TW and Weiskrantz L: *The prefrontal cortex: executive and cognitive functions*. Oxford University Press, Oxford, 1998.
- 4) Fuster JM: *The prefrontal cortex*. 4th ed, Academic Press, Cambridge MA, 2008.
- 5) Stuss DT and Benson DF: *The frontal lobes*. Raven Press, Philadelphia, 1986.
- 6) Lezak MD: The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281-297, 1982.
- 7) 福井俊哉: 遂行(実行)機能をめぐって. 脳神経科学, 12(3, 4), 156-164, 2010.
- 8) 永原直子, 伊藤恵美, 岩原昭彦, 堀田千絵, 八田武志: 認知機能スクリーニング検査としてのストループ検査の有用性の検討. 人間環境学研究, 10(1), 29-33, 2012.
- 9) 佐々木晶世, 佐久間夕美子, 叶谷由香, 佐藤千史: ガム咀嚼が作業効率と疲労に与える影響に関する研究. 日本健康医学会誌, 18(1), 24-30, 2009.
- 10) 富田美穂子, 中村浩二, 福井克二: 咀嚼が短期記憶に及ぼす効果. 日本口腔科学会雑誌, 56(4), 350-355, 2007.
- 11) 高田明和: 砂糖は脳を活性化する. 農畜産業振興機構調査情報部編, 砂糖類・でん粉情報 = Sugar & starch information, 農畜産業振興機構調査情報部, 東京, 36-40, 2014.
- 12) Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Ochi G, 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.
- 13) Kashiwara K, Maruyama T, Murota M and Nakahara Y: Positive effects of acute and moderate physical exercise on cognitive function. *Journal of Physiological Anthropology*, 28(4), 155-164, 2009.
- 14) 中島早苗: 異なる強度の一過性有酸素運動が α 波の変動と認知機能に及ぼす影響. 共立女子大学・共立女子短期大学総合文化研究所紀要, 26, 75-82, 2020.
- 15) Stroop JR: Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662, 1935.
- 16) MacLeod CM: Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163-203, 1991.
- 17) 徳田完二: 一時的気分尺度(TMS)の妥当性. 立命館人間科学研究, 22, 1-6, 2011.
- 18) 横山和仁, 荒記俊一: 日本版 POMS 手引き. 金子書房, 東京, 1994.
- 19) Lim J and Kwok K: The effects of varying break length on attention and time on task. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 58(3), 472-481, 2016.

- 20) Bailey AW and Kang HK : Walking and sitting outdoors: Which is better for cognitive performance and mental states? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 1168, 2022, <https://doi.org/10.3390/ijerph192416638>.
- 21) Parry S and Straker L : The contribution of office work to sedentary behaviour associated risk. *BMC Public Health*, 13, 296, 2013, <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-296>.
- 22) Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, Khunti K, Yates T and Biddle SJ : Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: Systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*, 55, 2895-2905, 2012.
- 23) Li J, Herold F, Ludyga S, Yu Q, Zhang X and Zou L : The acute effects of physical exercise breaks on cognitive function during prolonged sitting: The first quantitative evidence. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 48, 101594, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2022.101594>.
- 24) Awad S, Debatin T and Ziegler A : Embodiment: I sat, I felt, I performed-Posture effects on mood and cognitive performance. *Acta Psychologica*, 218(1), 103353, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103353>.
- 25) Bless H, Bonher G, Schwarz N and Strack F : Mood and persuasion: A cognitive response analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 16(2), 331-345, 1990.
- 26) Gasper K and Clore GL : Attending to the big picture: Mood and global versus local processing of visual information. *Psychological Science*, 13(1), 34-40, 2002.
- 27) Park J and Banaji MR : Mood and heuristics: The influence of happy and sad states on sensitivity and bias in stereotyping. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(6), 1005-1023, 2000.
- 28) Davey CP : Physical exertion and mental performance. *Ergonomics*, 16, 595-599, 1973.
- 29) Chmura J, Nazar K and Kaciuba-Uściłko H : Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamine thresholds. *International Journal of Sports Medicine*, 15(4), 172-176, 1994.
- 30) McMorris T and Keen P : Effect of exercise on simple reaction times of recreational athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 123-130, 1994.
- 31) McMorris T, Myers S, MacGillivray WW, Sexsmith JR, Fallowfield J, Graydon J and Forster D : Exercise, plasma catecholamine concentrations and decision-making performance of soccer players on a soccer-specific test. *Journal of Sports Sciences*, 17, 667-676, 1999.
- 32) Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, McAuley E, Cohen NJ, Webb A, Jerome GJ, Marquez DX and Elavsky S : Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(9), 3316-3321, 2004.
- 33) Smiley-Oyen AL, Lowry KA, Francois SJ, Kohut ML and Ekkekakis P : Exercise, fitness, and neurocognitive function in older adults: The "selective improvement" and "cardiovascular fitness" hypotheses. *Annals of Behavioral Medicine*, 36(3), 280-291, 2008.
- 34) Hillman CH, Pontifex MB, Raine LB, Castelli DM, Hall EE and Kramer AF : The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054, 2009.
- 35) Tsukamoto H, Takenaka S, Suga T, Tanaka D, Takeuchi T, Hamaoka T, Isaka T and Hashimoto T : Impact of effect of exercise intensity and duration on postexercise executive function. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 49(4), 774-784, 2017.
- 36) Prakash RS, Voss MW, Erickson KI, Lewis JM, Chaddock L, Malkowski E, Alves H, Kim J, Szabo A, ...Kramer AF : Cardiorespiratory fitness and attentional control in the aging brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 1-12, 2011.
- 37) Basso JC and Suzuki WA : The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: A review. *Brain Plasticity*, 2(2), 127-152, 2017.
- 38) Chang YK, Labban JD, Gapin JL and Etnier JL : The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101, 2012.
- 39) Dietrich A and Sparling PB : Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain and Cognition*, 55(3), 516-524, 2004.
- 40) Dietrich A and Audiffren M : The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35, 1305-1325, 2011.

- 41) Lambourne K and Tomporowski P : The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. *Brain Research*, 1341, 23, 12-24, 2010.
- 42) Basso JC, Shang A, Elman M, Karmouta R and Suzuki WA : Acute exercise improves prefrontal cortex but not hippocampal function in healthy adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 21(10), 791-801, 2015.
- 43) Kamiyo K, Hayashi Y, Sakai T, Yahiro T, Tanaka K and Nishihira Y : Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *The Journals of Gerontology Series B*, 64(3), 356-363, 2009.
- 44) Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP : Individual responses to aerobic exercise: The role of the autonomic nervous system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(2), 107-115, 2009.
- 45) Meeusen R, Watson P, Hasegawa H, Roelands B and Piacentini MF : Central fatigue: The serotonin hypothesis and beyond. *Sports Medicine*, 36(10), 881-909, 2006.
- 46) Kreher JB and Schwartz JB : Overtraining syndrome: A practical guide. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(2), 128-138, 2012.
- 47) Raven PB, Fadel PJ and Ogoh S : Arterial baroreflex resetting during exercise: A current perspective. *Experimental Physiology*, 91, 37-49, 2006.
- 48) Kang S and Kurtzberg TR : Reach for your cell phone at your own risk: The cognitive costs of media choice for breaks. *Journal of Behavioral Addictions*, 8(3), 395-403, 2019.
- 49) Reeves B, Lang A, Kim E Y and Tatar D : The effects of screen size and message content on attention and arousal. *Media Psychology*, 1(1), 49-67, 1999.
- 50) Stothart C, Mitchum A and Yehnert C : The attentional cost of receiving a cell phone notification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41(4), 893-897, 2015.
- 51) Sanbonmatsu DM, Strayer DL, Medeiros-Ward N and Watson JM : Who multi-tasks and why? Multi-tasking ability, perceived multi-tasking ability, impulsivity, and sensation seeking. *PLoS ONE*, 8(1), e54402, 2013, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054402>.
- 52) Cain MS, Leonard JA, Gabrieli JD and Finn AS : Media multitasking in adolescence. *Psychonomic Bulletin and Review*, 23, 1932-1941, 2016.
- 53) Bosch C, Sonnentag S and Pinck AS : What makes for a good break? A diary study on recovery experiences during lunch break. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 91(1), 134-157, 2018.
- 54) Baniqued PL, Kranz MB, Voss MW, Lee H, Cosman JD, Severson J and Kramer AF : Cognitive training with casual video games: Points to consider. *Frontiers in Psychology*, 4, 1010, 2014, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.01010>.
- 55) Green CS and Bavelier D : Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423, 534-537, 2003.

(2024年11月27日受理)

Effects of Light Exercise and Light Work on Cognitive Function, Subjective Fatigue, Mood, and Autonomic Nervous System: A Study on Appropriate Rest Methods

Kazuaki IECHIKA, Toshihiro WAKIMOTO, Shuunosuke MORI and Takeshi YODA

(Accepted Nov. 27, 2024)

Key words : cognitive function, aerobic exercise, break time, Stroop Color Word Test, smartphone

Abstract

Cognition involves processing, generating, storing, and transmitting information based on external stimuli. Executive functions, dependent on the frontal lobes, are crucial for goal setting, planning, execution, and performance. Impairment in executive functions can affect social and daily life; hence, rest is recommended. This study compares the effects of different types of short-term rest on cognitive function recovery. Nine healthy adult males (mean age: 20.8) participated. They avoided food, caffeine, and intense exercise for two hours before the study. Cognitive function, mood, and autonomic nervous function were assessed under four 20-minute conditions: seated rest, low-intensity exercise, moderate-intensity exercise, and mobile phone use. The Stroop test, Visual Analog Scale, Temporary Mood Scale, and TAS 9 VIEW were used. A two-way repeated measures ANOVA was conducted for data analysis. When significant main effects or interactions were identified, Bonferroni-adjusted post-hoc tests were performed. For the simple Stroop task (Task ①), seated rest led to a delayed reaction time, while low-intensity exercise significantly reduced incorrect responses. No significant interactions were observed for the Stroop and reverse Stroop tasks under any conditions. Low-intensity exercise appears to positively affect cognitive function by reducing incorrect responses. In contrast, seated rest resulted in slower reaction times, suggesting limited effectiveness. Compared to other rest methods, including mobile phone use, low-intensity exercise proved most effective. The recovery of cognitive function varies with the type of rest, with low-intensity exercise being the most beneficial.

Correspondence to : Kazuaki IECHIKA

Graduate School of Health Science and Technology

Master's Program in Health and Sports Science

Kawasaki University of Medical Welfare

288 Matsushima, Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : wd223001@kwmw.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.34, No.2, 2025 255 – 265)