

氏名	秦 偉 翔		
学位の種類	博士 (保健学)		
学位記番号	甲第 79 号		
学位授与の日付	2022 年 3 月 17 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
学位論文題目	<b>Relationship between the Difference in Oxygenated Hemoglobin Concentration Changes in the Left and Right Prefrontal Cortex and Cognitive Function during Moderate-Intensity Aerobic Exercise</b> <b>中強度有酸素運動中の左右前頭前野における酸素化ヘモグロビン濃度変化の差異と認知機能との関係</b>		
論文審査員	主査	新潟医療福祉大学	教授 椿 淳 裕
	副査	新潟医療福祉大学	教授 大 西 秀 明
	副査	新潟医療福祉大学	教授 佐 藤 大 輔

## 論文内容の要旨

先行研究により、前頭前野 (PFC) における酸素化ヘモグロビン濃度 ( $O_2Hb$ ) の変化は認知機能の変化と関連していることが示唆されている。本研究では、運動後の認知機能に対する左右 PFC (L-PFC と R-PFC) の  $O_2Hb$  濃度差の影響を明らかにすることを目的とした。12 人の男子大学生を対象とした。4 分間の休息とウォーミングアップの後、20 分間の中強度有酸素運動と 20 分間の運動後安静になった。参加者は 2-back 認知課題を行い (前運動、運動直後、20 分間の運動後休息後)、反応時間を記録した。近赤外線分光法を用いて PFC の  $O_2Hb$  濃度をモニターした。運動後の反応時間の変化とピーク  $O_2Hb$  (L-PFC-R-PFC)、 $O_2Hb$  変化の曲線下面積 (AUC)、運動中の  $O_2Hb$  傾きの変化との関連性を解析した。ピーク  $O_2Hb$ 、(AUC)、及び運動中の  $O_2Hb$  傾きの増加は反応時間の変化と有意に相関した。これらの結果は、左右 PFC の  $O_2Hb$  濃度差が認知機能に影響するメカニズムを示唆された。

キーワード：有酸素運動、前頭前野、酸素化、認知機能、近赤外線分光法

## 論文審査結果の要旨

本論文は、健常大学生を対象として 20 分間の有酸素運動を実施し、認知課題の成績変化を観察することで、有酸素運動が認知課題成績に与える影響を評価し、またその変化と運動中の酸素化ヘモグロビンとの関連を示した。世界的に認知症患者の増加やそれに伴う社会的な課題が山積する中、運動療法が効果をもたらす可能性を示すことに繋がることを示した、社会的にも意義のある研究である。なお有酸素運動は各個人の最大酸素摂取量の 50%とし、認知課題は作業記憶を評価する課題として 2-back 課題を用い、運動前後および運動後に 20 分間の安静を設けた後に評価した。

運動によって身体には様々な変化が生じることは多くの研究で明らかになっており、脳機能に対してもプラスの効果があることが報告されている。本研究では、非侵襲的に脳内の変化を評価できる近赤外線分光法により、酸素化ヘモグロビン、脱酸素化ヘモグロビン、総ヘモグロビンを計測し、特に神経活動との関連が示されている酸素化ヘモグロビンに着目している点、運動前後の認知課題成績の変化ではなく、運動後の 20 分間の安静前後の認知課題成績の変化に注目している点は、独自の視点を有する。

本研究で評価できる点は、第 1 に近赤外線分光法による計測で問題となる、運動に伴う生理学的変化が信号に与える影響を除外するために、酸素化ヘモグロビンの左右差を求めている点である。運動によって頭皮血流や血圧の変動が近赤外線分光法で計測した酸素化へのグロビン信号に含まれていることが複数の研究で指摘されている。これは左右等しく影響することから、左右の差を求めることでこの影響を除外することができる。また求めた左右差が、実際に計測した頭皮血流および血圧変動と相関していないことも確認できており、非侵襲的な計測における課題を解決する方法の提案にも繋がった。第 2 に、被験者である健常大学生の認知機能を考慮して、認知課題を選択したことである。これまでの有酸素運動と認知機能、特に作業記憶との関連を示すいくつかの研究では、比較的単純な課題が用いられている。これでは難易度が低く、運動の効果を適切に評価できていないとも言えない。この点をクリアするため、難易度の高い 2-back 課題を採用している点である。これにより対象者の属性にマッチした検証を行うことができた。第 3 に、被験者を男性のみとしている点である。我々の研究室のこれまでの取り組みにより、運動時の酸素化ヘモグロビンの変動には性差があることを明らかにした。また女性の認知機能は性周期により変動することが報告されてもいる。これらの影響を除外するために男性のみを対象とした点で、研究の再現性を高めることに繋がった。

審査会においては、実験環境や研究デザイン、結果の解釈に関する重要な指摘をいただいた。具体的には、エルゴメータ上で認知課題をどのように実施したのか、運動をしない条件を設けなかった理由、運動に伴う変化の個体差やその原因として考えられること、運動により酸素化ヘモグロビンが上昇する生理学的メカニズム、本研究で採用した認知課題と左右差に関する先行研究、運動後の 20 分間の安静前後に着目した理由などである。審査会においては、回答可能な範囲で説明が行われた。また審査会後には文

書で回答がなされ、新たに解析を行い、現有データでは説明が難しい内容については過去の報告に基づくなど、根拠に基づいた説明が行われ、その内容も概ね妥当であった。

以上のことから、審査委員会は本論文を博士論文に相応しいと認める。