審査様式２－１

氏　　名	兵頭　和樹
学位の種類	博士（体育科学）
学位記番号	博甲第　7589　号
学位授与年月	平成　27 年　12 月　31 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
審査研究科	人間総合科学研究科
学位論文題目	運動が健常高齢者の実行機能を高める脳内機構：前頭前野代償機能に着目して

主　　査	筑波大学教授	医学博士	征矢　英昭
副　　査	筑波大学教授	医学博士	大森　肇
副　　査	筑波大学教授	教育学博士	西保　岳
副　　査	筑波大学講師	博士（医学）	根本　清貴

論文の内容の要旨

（目的）

本研究は、中強度の有酸素運動が健常高齢者の実行機能に与える効果を説明する脳内機構として前頭前野代償機能の関与を明らかにすることを目的とした。

（対象と方法）

健常な高齢者を対象に、実行機能を評価する課題であるストループテストならびに前頭前野の詳細な脳活動を測定可能な機能的近赤外線分光装置(fNIRS)を用い、一過性の中強度運動（換気性作業閾値強度）が実行機能を高める脳内機構として、前頭前野代償機能の関与を検討した（研究課題１）。次に、有酸素能力の高い高齢者が高い実行機能を有する脳内機構における前頭前野代償機能の関与を横断的に検討し（研究課題２）、最後に３ヶ月間の中強度有酸素運動トレーニングが実行機能を高める脳内機構における前頭前野代償機能の関与を検討した（研究課題３）。

（結果）

研究課題１では、健常な高齢者において 10 分間の一過性中強度運動が実行機能の指標であるストループ干渉時間を短縮させ、それには右前頭極の活動増加が関連することを明らかにした。このことから、一過性の中強度運動は健常高齢者の代償機能を高めることで実行機能を高めることが示唆された。

研究課題２では、最大下の有酸素能力である換気性作業閾値の高い高齢者がなぜストループ干渉時間が短いかを説明する脳機構として、前頭前野背外側部の活動が左半球優位であることが明らかとなり、

有酸素能力が高い高齢者は、代償機能を必要としない若者型の脳活動を保っていることで高い実行機能を有していることが示唆された。

研究課題３では、３ヶ月間の中強度の運動トレーニングにより、換気性作業閾値が高まった高齢者ほどストループ干渉時間が短縮した。また、トレーニング後はすべての脳部位でストループ干渉による脳活動が減少し、その中でも右前頭前野背外側部の活動が低下している高齢者ほど換気性作業閾値が向上し、ストループ干渉時間が短縮していた。この結果から、有酸素能力を高める運動トレーニングは、神経活動を効率化させ、前頭前野代償機能を必要としない脳活動に変化させることで、実行機能を高める可能性が示唆された。

（考察）

本研究により、中強度運動が健常高齢者の実行機能に与える効果の脳内機構は一過性の運動と長期的な運動トレーニングで異なり、一過性の中強度運動は前頭前野の代償的な脳活動を一時的に高めることで実行機能を向上させるが、トレーニングにより有酸素能力を高めることは、前頭前野代償機能を必要としない効率的な脳活動を促して実行機能を向上させることが明らかとなった。本結果は、有酸素能力を維持・向上させる運動トレーニングが老化した前頭前野の機能を若返らせる有効な手段であることを示唆しており、実行機能を向上させる運動処方確立に貢献する知見である。

審査の結果の要旨

（批評）

本論文は、左前頭前野が主にその課題遂行を担う実行機能評価課題であるストループテストと、前頭前野の詳細な脳活動を測定可能な fNIRS を用いて、運動が健常高齢者の実行機能を高める脳内機構に関して、高齢者の実行機能を支える認知予備力、その中でも前頭前野代償機能の関与を明らかにすることを目的としたニューロイメージング研究である。

高齢者では、もともとの実行機能を担う前頭前野の優位半球の機能低下（神経効率の低下など）を補うために非優位半球が代償的に活動することで両側性の活動となる。本研究は、これまで不明な点が多くあった運動による健常高齢者の実行機能向上効果の脳内機構に関して、前頭前野代償機能から検討した初めての研究である。本研究の結果、一過性の運動による実行機能向上には代償機能の一過的な向上が関与するが、有酸素運動と関連する体力指標である有酸素能力が高い高齢者は代償機能を必要としない課題特異的な半球の活動が優位である若者型の脳活動をしており、さらにトレーニングにより有酸素能力を高めることは、優位半球の神経効率を高めることで代償機能の必要としない脳活動へと変化させて実行機能を高めることが明らかとなった。

高齢期において有酸素能力を維持・向上させることは、若者型の脳活動を促して実行機能向上につながるという知見は、前頭前野機能を高めるための運動処方のターゲットとして心血管機能の有用性を提案するものであり、認知症予防のための運動処方の確立に寄与する重要な知見として高く評価できる。

平成２７年１１月６日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を

求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

　よって、著者は博士（　体育科学　）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。