

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：32607

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2023

課題番号：18K17804

研究課題名（和文）レジスタンス運動後の脳血流低下が認知課題中の脳血流の応答性に及ぼす影響

研究課題名（英文）Effect of resistance exercise on cerebral oxygenation during cognitive task

研究代表者

池村 司（Ikemura, Tsukasa）

北里大学・一般教育部・講師

研究者番号：00735433

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：レジスタンス運動は脳血流の低下を引き起こす。認知機能が低下しないように、この脳血流の低下を補償するような応答が生じるか否かは不明である。本研究では、レジスタンス運動が認知課題を負荷した際に生じる脳神経活動に対する脳血流や脳酸素動態の応答に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

本研究により、高強度のレジスタンス運動時に脳血流は低下するものの、認知機能は維持されることが示された。この時、脳の酸素動態は低下せずに維持された。このことから、脳の酸素動態を維持することでレジスタンス運動による脳血流の低下から認知機能の低下を防いでいることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの人々が健康維持・増進を目的にレジスタンス運動に取り組んでいる。レジスタンス運動は脳血流の低下を引き起こすが、果たして脳循環へ悪影響を及ぼすのみなのか？運動の効果を正しく理解するためにも、本研究では、レジスタンス運動が認知課題に対する血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

研究成果の概要（英文）：High intensity resistance exercise decreases the cerebral blood flow (CBF). We examined whether the decrease in CBF compromises the performance of a cognitive task through cerebral oxygenation after a high intensity resistance exercise.

The CBF decreased after resistance exercise. Cerebral oxygenation did not change from the rest after exercise nor recovery period. Cognitive performance did not decrease after exercise and recovery period compared to the rest. These findings suggest that cerebral oxygenation is maintained and cognitive function is not compromised during a cognitive task despite the decrease in CBF after a high intensity resistance exercise.

研究分野：運動生理学

キーワード：運動 脳循環 認知機能

### 1. 研究開始当初の背景

レジスタンス運動は筋力向上やサルコペニアによる身体機能障害の予防が見込め、様々な生活の問題を解決する有効な運動様式である。一方、高強度のレジスタンストレーニングによって血管機能の低下と、脳血流の低下を引き起こすことが報告されている。脳血流と認知機能は相関関係があるため、上述の先行研究の結果を踏まえると、レジスタンス運動による脳血流の低下は認知機能を維持する上で障害となることが予想される。ところが、中～高強度のレジスタンス運動トレーニングにより認知機能が向上することが報告され、運動により脳血流の絶対量が低下しても、認知機能が保たれることが示唆されている。レジスタンス運動による脳血流低下を補償するために、脳循環にてどのような変化が生じているかは明らかにされていない。そこで、認知課題(脳神経活動の賦活)に対する脳血流の応答性と脳酸素動態に着目した。先行研究では一過性の有酸素運動中に脳血流が増加しても視覚野での神経活動に対する血流応答は維持され、脳血流の変化に関わらず視覚野での神経活動は保たれることを示唆している。レジスタンス運動により脳の血管機能や血流量が低下しても、脳神経活動に対する脳血流の応答性や脳酸素動態は維持・向上すると仮説立てられ、すなわち、レジスタンス運動は脳循環に対して好影響を及ぼすと考えた。

### 2. 研究の目的

本研究は、レジスタンス運動が認知課題に対する脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、1)レジスタンス運動が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響、2)レジスタンス運動後の脳血流の変化が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響について検討した。

### 3. 研究の方法

「課題：レジスタンス運動が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響」を明らかにするために、以下の実験を行った。

実験1：一過性のレジスタンス運動が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響

#### (1) 実験参加者

健康な若年男性18名が実験に参加した。その内9名にEX条件を行わせ、残りの9名にCon条件を行わせた。

#### (2) 方法

実験参加者は入室後、座位安静を10分間保った後、baselineの測定を行った。その後、認知課題として1分間のストループカラーワードテスト(CWT)を4回行わせた(REST)。CWTの反応時間と正答率より認知機能を評価し、近赤外分光法によってCWT中の前頭前野の組織酸素飽和度を測定した。baselineおよびRESTの測定を終えた後、EX条件では1RM65%強度でのベンチプレス、バーベルロウ、スクワットを各10回4セット行わせた。Con条件ではEX条件での運動時間と合わせて30分間の座位安静を保たせた。各条件介入後、回復期15分および30分時点にてRESTと同様のCWTを行わせ、CWT中の組織酸素飽和度を測定した。各条件の介入前後で脳血流の指標として中大脳動脈の血流速度(MCAv)を測定した。

#### (3) 測定・評価項目

前頭前野の組織酸素飽和度、呼気ガス、MCAvおよびCWTの反応時間と正答率を測定した。脳の組織酸素飽和度はbaselineからの変化率にて評価した。

実験2：慢性のレジスタンス運動が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響

#### (1) 実験参加者

健康な若年成人でレジスタンス運動を習慣的行う9名(鍛錬群)と、レジスタンス運動の経験がない9名(対照群)が参加した。

#### (2) 方法

各群の実験参加者は入室後、座位安静を10分間保った後にbaselineの測定をした。その後、1分間のCWTを4回行った(REST)。近赤外分光法によってCWT中の前頭前野の酸素飽和度を測定した。CWTの反応時間と正答率より認知機能を評価した。

#### (3) 測定・評価項目

前頭前野の組織酸素飽和度、前額部の皮膚血流速度、呼気ガスおよびCWTの反応時間と正答率を測定した。

「課題：レジスタンス運動後の脳血流動態が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響」を明らかにするために、以下の実験を行った。

### (1) 被験者

レジスタンス運動を習慣的に行う健康な若年成人 18 名が参加した。その内 9 名に EX 条件を行わせ、残りの 9 名に Con 条件を行わせた。

### (2) 方法

実験参加者は入室後、座位安静を 10 分間保った後に baseline の測定を行った。その後、認知課題として 1 分間の CWT を 4 回行わせた (REST)。CWT の反応時間と正答率より認知機能を評価し、近赤外分光法によって CWT 中の前頭前野の酸素飽和度を測定した。baseline および REST の測定を終えた後、両条件共に 1RM65% 強度でのベンチプレス、バーベルロウ、スクワットを各 10 回 4 セット行った。運動後、CO<sub>2</sub> 条件ではダグラスバッグに入った高 CO<sub>2</sub> ガス (2% CO<sub>2</sub> + 21% O<sub>2</sub> + N<sub>2</sub> バランス) を吸入させ、高 CO<sub>2</sub> 負荷中に CWT を 4 回行わせた。Con 条件では高 CO<sub>2</sub> ガスを負荷せずに CWT を行わせた。

### (3) 測定・評価項目

前頭前野の組織酸素飽和度、呼気ガス、前額部の皮膚血流速度、MCAv および CWT の反応時間と正答率を測定した。脳の組織酸素飽和度は baseline からの変化率にて評価した。

## 4. 研究成果

「課題：レジスタンス運動が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響」を明らかにするために実施した実験 1 および実験 2 の結果をそれぞれ以下に示す。

実験 1：一過性のレジスタンス運動が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響

Con 条件の介入前後にて MCAv の変化は認めず、一方で EX 条件では MCAv の有意な低下を引き起こした。認知機能の指標として測定した反応時間および正答率において、条件間に有意差を認めず、レジスタンス運動による認知機能の変化は見られなかった。運動後の前頭前野の組織酸素飽和度は、両条件ともに運動前からの有意な変化を認めず、条件間の有意差も認めなかった (図 1)。

レジスタンス運動後に中大脳動脈の血流は低下するものの、前頭前野の組織酸素飽和度は維持されることが示唆された。また、運動後に認知機能が保たれたことから、レジスタンス運動後の脳血流低下は、認知機能を妨げないことが示唆された。

実験 2：慢性のレジスタンス運動が認知課題中の脳血流や脳酸素動態の応答性に及ぼす影響

レジスタンス運動を習慣的に行う者 (鍛錬群) と行わない者 (対照群) の前頭前野の組織酸素飽和度を比較検討した結果、群間に有意差を認めなかった (図 2)。これらの結果から、慢性のレジスタンス運動は、前頭前野の組織酸素飽和度に影響を及ぼさないことが示唆された。認知課題の反応時間および正答率にも群間の有意差を認めず、認知機能もまた慢性のレジスタンス運動の影響を認めなかった。

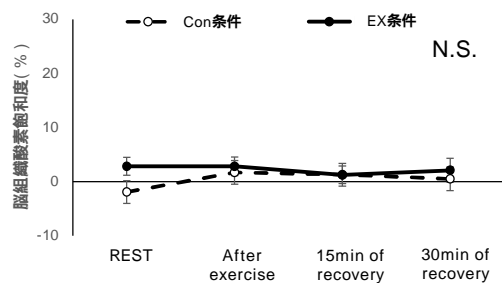


図 1 両条件における前頭前野の組織酸素飽和度の、baselineからの変化率

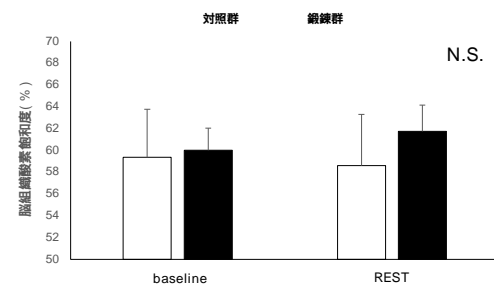


図 2 両群における前頭前野の組織酸素飽和度

「課題：レジスタンス運動後の脳血流動態が認知課題中の脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響」を明らかにするために実施した実験結果を以下に示す。

運動後の MCAv は Con 条件で有意に低下し、CO<sub>2</sub> 条件で有意に増加した。両条件の実施により、運動後の脳血流量を増減させたが、運動前後において組織酸素飽和度に有意な変化は見られず、また、条件間に有意な差を認めなかった (図 3)。

レジスタンス運動後の CO<sub>2</sub> ガス吸入に伴う中大脳動脈の血流が増加した一方で、組織組織飽和度保たれた。このことから、レジスタンス運動後の脳血流の変化は、認知課題中の前頭前野の組織酸素飽和度に影響を及ぼさないことが示唆された。

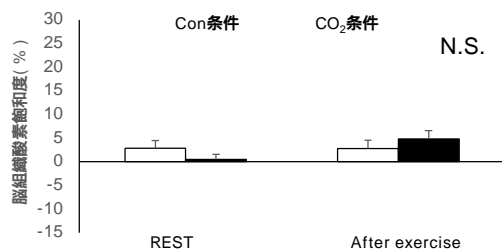


図 3 両条件における前頭前野の組織酸素飽和度の、baselineからの変化率

### まとめ

本研究は、レジスタンス運動が認知課題に対する脳血流の応答性や脳酸素動態に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、計 3 実験を実施した。本研究により、レジスタンス運動は脳血流の低下を引き起こすものの、認知課題に対する脳酸素飽和度や認知機能を低下させないこと

が示唆された。また、レジスタンス運動後の脳血流の変化に対し、脳酸素動態は保たれたことから、レジスタンス運動後の脳血流の変化は認知課題に対する前頭前野の脳酸素動態に影響を及ぼさないことが示唆された。国内外を見てもレジスタンス運動に対する脳酸素動態に関する研究や運動後の脳酸素動態に着目した研究は数少なく、不明な点が多く残る。本研究を通して健康・スポーツ科学分野の発展に寄与する知見を積み上げることが出来た。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 池村司, 中村宣博, 林直亨
2. 発表標題 レジスタンス運動が認知課題中の脳酸素動態に及ぼす影響
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池村司, 林直亨
2. 発表標題 運動が脳神経活動に伴う脳循環反応に及ぼす影響
3. 学会等名 計測自動制御学会ライフエンジニアリング部門シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------