

早稲田大学審査学位論文

博士（スポーツ科学）

概要書

レジスタンストレーニングに伴う

動脈機能の適応が脳血流動態に及ぼす影響

The effects of adaptation of arterial function with
resistance training on cerebrohemodynamics

2019年1月

早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科

中村 宣博

NAKAMURA, Nobuhiro

研究指導教員：村岡 功 教授

概要書

博士後期課程 3 年 中村 宣博

研究指導教員 村岡 功 教授

レジスタンストレーニング (RT) は筋量および筋力の増大をはじめとした様々な有効性を有し、広く推奨されている。一方、RT が中心動脈スティフネスの増加およびコンプライアンスの低下を引き起こすことが数多く報告されている。このような RT に対する中心動脈の適応が報告されてから約 20 年が経ち、その間に多くの研究グループがそのメカニズムや予防改善策を明らかにしてきた。しかし、この RT に伴う中心動脈の適応が加齢や疾患に伴う中心動脈の適応と同様にその機能を減弱させ、様々な負の影響を及ぼすのか否かという本質的な検討はほとんどなされていない。中心動脈には血液を運搬する「導管としての機能」および血流の拍動性成分を減弱させる「拍動緩衝としての機能」を有している。脳はこれらの中心動脈機能の恩恵を大きく受けている臓器の 1 つであり、我々が日々の生活を正常に送るために最も重要な臓器である。そこで、本研究では脳血流動態に着目し、RT に伴う中心動脈の適応がどのような影響を及ぼしているのかという点を検討した。

実験 1 において一過性の RT による中心動脈スティフネスの増加が脳血流量に及ぼす影響を検討した。その結果、一過性の RT が脳血流量を低下させることを明らかにした。また、運動後の脳血流量と動脈スティフネスの間には有意な負の相関関係が認められた。これらの結果は、一過性の全身性高強度レジスタンス運動により脳血流量は低下し、動脈スティフネスの増加が要因となることを示唆した。

Nakamura N, Ikemura T, Muraoka I. Acute effect of increased arterial stiffness by high-intensity resistance exercise on cerebral blood flow. *Gazz Med Ital.* 2018. (印刷中)

実験 2 では RT に伴う中心動脈スティフネスの増加およびコンプライアンスの低下が脳血流動態に及ぼす影響を検討することを目的とした。8 週間の RT は中心動脈スティフネスの増加および動脈コンプライアンスの低下を引き起こすが、末梢での血流拍動緩衝能を向上させることにより脳血流拍動性を増大させないことを明らかにした。また、 $\Delta \beta$ -stiffness index と Δ DF in cerebral artery との間には正の、 Δ 動脈コンプライアンスと Δ DF in cerebral artery の間には負の相関関係が認められた。このことから、RT に伴う中心動脈機能の低下に対して末梢動脈が代償的に機能適応していることが示唆された。本研究は末梢動脈における拍動緩衝能の向上による生理学的役割を明らかにした初めての研究である。

Nakamura N, Kubo T, Muraoka I. Nakamura N, Kubo T, Muraoka I. The effects of large and small arterial buffer functions with resistance training on cerebral blood flow pulsatility in young healthy males. (査読中)

実験 3 では RT 鍛錬者と非鍛錬者の中心動脈スティフネスおよびコンプライアンスの違いが脳血流動態に及ぼす影響を検討した。その結果、RT 鍛錬者では非鍛錬者よりも中心動脈スティフネスおよび脳血流拍動性が増加しており、対照的に、動脈コンプライアンスは RT 鍛錬者で非鍛錬者よりも低下していた。また、中心動脈スティフネスと脳血流拍動性の間には正の、動脈コンプライアンスと脳血流拍動性の間には負の相関関係がそれぞれ認められた。本結果は、RT に伴う中心動脈スティフネスの増加およびコンプライアンスの低下が、脳血流拍動性を増加させていることを示唆するものである。

Nakamura N, Muraoka I. Resistance training augments cerebral blood flow pulsatility: cross-sectional study. *Am J Hypertens*. 31 (7) : 811-817. 2018.

実験 2 と 3 では、脳血流拍動性に関して異なる結果となった。これには、トレーニングの強度、頻度および期間の違いが影響していた可能性が考えられる。

先行研究において、短期間の RT 介入は末梢動脈の拍動緩衝能を向上させることが報告されているが、高強度 RT を高頻度でかつ長期間実施している鍛錬者では、同様の結果は報告されていない。これらの結果は、RT の強度、頻度および期間によっては、末梢動脈における拍動緩衝能の向上が消失し、中心動脈における拍動緩衝能の低下を補うことができなくなることを示唆している。つまり、過度な RT の実施は末梢動脈の拍動緩衝能の向上という benefit を損なわせ、その結果、脳血流動態に負の影響を与える可能性が考えられる。

興味深いことに、先行研究では、1 週間の間に 142 分以上 RT を実施している者は心血管疾患による死亡率が高いことを報告している。実験 3 では 142 分/週を遥かに上回る時間を RT に費やしている者を対象とし、実験 2 では 90~120 分/週程度であった。これらのことは RT の実施時間および頻度によっては負の影響が生じることを示唆しているものと思われる。しかし、RT の頻度および期間が動脈の拍動緩衝能に及ぼす影響についてはほとんど明らかになっておらず、今後はこのことに関する詳細な検討を行い、実験 2 と 3 で異なる結果となったメカニズムを解明することが必要である。