

2008年1月9日

人間科学研究科長 殿

河野 寛氏 博士学位申請論文審査報告書

河野 寛氏の学位申請論文を下記の審査委員会は、人間科学研究科の委嘱を受け審査をしてきましたが、2007年11月27日に審査を終了しましたので、ここにその結果をご報告いたします。

記

1. 申請者氏名 河野 寛

2. 論文題名 レジスタンス運動に対する昇圧応答と中心動脈緩衝機能の適応

3. 本文

レジスタンス運動は、サルコペニアや骨粗鬆症予防を目的とした運動プログラムには必要不可欠な構成要素であり、広く認知されている運動様式の1つである(ACSMやAHAなどによって推奨)。

本博士論文では、1) 中年者におけるレジスタンス運動に対する血圧反応の観点からみた危険性、2) どのような筋力トレーニング様式が動脈の弾性機能を損なわずに遂行できるか、3) 頸動脈ステイフネスの増加を引き起こす筋力トレーニングが動脈ステイフネスの決定因子の1つである血管内皮機能に及ぼす影響について検討されている。

レジスタンス運動中の血圧上昇は著しく、危険を伴う可能性がある。しかしながら、中高齢者における大筋群を用いた動的なレジスタンス運動中の血圧応答に関する研究はほとんどない。したが

って、実験1では、若年および中年男性において、同一相対強度および絶対強度を用いて一過的な動的レジスタンス運動に対する血圧反応における年齢による影響が検討された。この実験は Hypertension Research (2008) に掲載が受理されている研究論文をまとめたものである。

その結果として、若年男性と比較して中年男性において、加齢によって動脈スティフネスが増加しているにもかかわらず、いずれの強度においてもレッグプレス運動中の血圧反応が低いことが明らかとされた (80%1RM : 中年 162 mmHg vs 197 mmHg, $P<0.05$)。

実験1の結果は、加齢に伴って動脈の硬化は進行するが、大筋群を用いた動的なレジスタンス運動中の血圧反応は減弱することを示しており、血圧の観点から、中年者におけるレジスタンス運動が比較的安全に遂行できることを示唆している。この研究はこれまで常識的に考えられていた中年者に対するレジスタンス運動の危険性の危惧が見直された画期的な研究であると言える。

しかしながら、実験1で実施したような筋肥大や筋力獲得が大きく期待できる高強度のレジスタンス運動を継続的に行うことで、循環器疾患リスクの増大を意味する動脈コンプライアンスの低下が生じることが報告されている。したがって、筋力トレーニングによる動脈コンプライアンスの低下を抑制するトレーニング様式を模索する必要があると考えられ、実験2が行われた。

実験2は Journal of Hypertension (2006) に掲載された研究論文をまとめたものである。実験2では、中強度の筋力トレーニングに加えて、高強度の筋力トレーニングと有酸素性トレーニングを組み合わせたコンバインドトレーニングが頸動脈コンプライアンスに及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、16週間の介入実験が実施された。

その結果として、中強度の筋力トレーニングが頸動脈コンプライアンスの低下を引き起こすが (0.20→0.16 mm²/mmHg, $P<0.05$)、高強度の筋力トレーニングに有酸素性トレーニングを組み合わせることで頸動脈コンプライアンスの低下は生じなかったことが明らかとなった (0.20→0.23 mm²/mmHg, $P=0.06$)。

実験2の結果は、筋力トレーニングによって引き起こされる頸動脈の硬化を抑制するために、筋

筋力トレーニングとともに有酸素性トレーニングを平行して行う必要があることを示唆している。筋力トレーニングのみを行う場合、動脈機能に好ましくない影響を与える可能性は排除できない。つまり、筋力トレーニングによる動脈コンプライアンスの低下が真に循環器疾患のリスクなのか、または生理的適応なのかは明らかでない。

したがって、筋力トレーニングによって引き起こされる動脈コンプライアンスの低下がどのようなメカニズムで引き起こされているかを明らかにする必要がある。加齢や循環器疾患の状態悪化による動脈スティフネスの増加やコンプライアンスの低下が内皮機能の減弱と関係することから、頸動脈スティフネスを増加させる筋力トレーニングが頸動脈の内皮機能低下と関係すると仮説を立て実験3が計画された。実験3は[Experimental Physiology\(2007\)](#)に掲載された研究をまとめたものである。実験3では、頸動脈スティフネスを増加させるような筋力トレーニングを行っている男性 (Trained group) と同一年齢層の非活動的で健康な男性 (Control group) において、局所的寒冷刺激 (CPT) に対する頸動脈の血管反応性によって評価された頸動脈内皮機能が比較検討されている。

その結果として、Trained groupはControl groupと比較して、頸動脈スティフネスが高いにもかかわらず (7.7 vs 6.0 AU, $P < 0.05$)、頸動脈の内皮機能に有意な差は認められなかった (CPTに対する頸動脈反応 : 0.32 vs 0.37 mm, NS)。実験3の結果は、筋力トレーニングによる動脈スティフネスの増加が加齢や循環器疾患によって引き起こされる不可逆性の変化とは異なる生理的適応である可能性を示唆しており、生理学的に意義のある研究論文といえる。

しかし、長期にわたる大規模な前向きコホート研究や無作為割り付け介入研究によって筋力トレーニングと循環器疾患の発症との関係を調査した研究はなく、筋力トレーニングによる動脈スティフネスの増加が循環器疾患のリスクである可能性を完全には否定できないので、今後の更なる研究が必要であるものと思われる。

以上、本博士申請論文は、中年者におけるレジスタンス運動に対する血圧反応、および筋力トレーニングと循環器疾患リスクとの関係や、そのメカニズムについて検討を加えたものであり、運動

生理学および予防医学的に意義があり、中高年者の健康増進、生活習慣病予防に関する一つの科学的エビデンスとして、筋力トレーニングの普及・啓発に役立つものと考えられ、博士（人間科学）の学位論文にふさわしいものと判定される。

4. 河野 寛氏 博士学位申請論文審査委員会

主任審査員 早稲田大学 教授 教育学博士（東京大学） 樋口 満 印

審査員 早稲田大学 教授 医学博士（聖マリアンナ医科大学）坂本静男

審査員 早稲田大学 教授 博士（医学）（東京医科大学）村岡 功

審査員 （独）国立健康・栄養研究所 運動パフォーマンスプロジェクトリーダー

博士（体育科学）（筑波大学）宮地元彦