

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11311

研究課題名(和文)複合運動トレーニングは高齢者における抵抗性運動時の過度な血圧上昇を抑制するか

研究課題名(英文) Does combined aerobic and resistance exercise training decrease excessive blood pressure elevation during resistance exercise in older adults?

研究代表者

大槻 毅 (Takeshi, Otsuki)

流通経済大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：20375372

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：地域在住の中高齢男女を運動群と対照群に分け、運動群には有酸素性運動(30分間、週3回)と低強度抵抗性運動(自体重およびゴムチューブによる下肢の筋力トレーニング4種目、週3回)による6週間の複合トレーニングを行わせて、その前後に抵抗性運動時(アームカール、20%および40%最大挙上重量)の血圧測定等を行った。対照群には生活習慣を変えないように指示した。運動群では有酸素性能力および筋力・筋持久力が増大し、動脈スティフネスおよび抵抗性運動時血圧は低下した。これらの結果から、有酸素性運動と低強度抵抗性運動による複合トレーニングは抵抗性運動時の血圧上昇を抑制すると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は複合運動トレーニングにより抵抗性運動時の血圧が低下することを示した初めての研究である。抵抗性運動時血圧は比較的簡便に測定でき、安静時血圧よりもトレーニング効果に鋭敏なので、トレーニング効果の新たな指標に発展する可能性がある。抵抗性運動時の血圧は仮面性高血圧症および将来の高血圧発症との関連が指摘されており、また、抵抗性運動は日常生活動作に多く含まれている。本研究は、運動トレーニングの新しい価値を示したものであるとも言える。

研究成果の概要(英文)：Community-dwelling older adults participated in a program as a part of the training group (30-minutes aerobic exercise and lower-limb resistance exercises using one's body weight, 3 times/week, 6 weeks) or the control group (asked not to modify their lifestyle). Systolic blood pressure (SBP) during a one-hand arm curl exercise at 20% and 40% one-repetition maximum was lower after versus before the intervention in the training group. Additionally, aerobic capacity, muscular strength and endurance, and arterial stiffness improved with the exercise training in the training group. These results suggest that combined aerobic and low-intensity resistance exercise training decreases SBP during resistance exercise in older adults.

研究分野：運動生理学

キーワード：運動時血圧 抵抗性運動 複合トレーニング 高齢者

1. 研究開始当初の背景

脳卒中および心疾患による死者は年間1,520万人に上るとされており（WHO, 2018）, それらの強力な危険因子である血圧の管理は健康の維持増進において重要である。わが国では健康増進施設および一般家庭に自動血圧計が普及しており, 健康づくり運動を実施する際, 定期的に血圧が測定される例は多い。しかし, メタ解析を行った先行研究（Cornelissen et al., 2013）では, 有酸素性トレーニングによる収縮期血圧（systolic blood pressure, SBP）および拡張期血圧の低下は比較的小さかった（それぞれ-3.5 および-2.2 mmHg）。特に正常血圧者においては, トレーニングにより血圧は改善しなかったとする先行研究は多く, 著者らの先行研究でも, 6週間の有酸素性トレーニング（Otsuki et al., Am J Physiol Heart Circ Physiol 2016; Front Physiol 2019）および有酸素性運動と抵抗性運動の複合トレーニング（Otsuki et al., J Clin Biochem Nutr 2020）において中高齢者の安静時血圧に改善は認められなかった。従って, 安静時血圧の測定は, トレーニング効果を見逃してしまう可能性が高く, トレーニングにおけるPDCAサイクルの運用およびモチベーションの維持に有用では無い。脳卒中および心疾患の危険因子である動脈ステイフネスは, 前述の様に安静時血圧が低下しない場合でも改善するが（Otsuki et al., 2016, 2019, 2020）, 一般の健康増進施設で動脈ステイフネスを日常的に測定することは困難である。従って, 脳卒中・心疾患の予防におけるトレーニング効果の簡便かつ鋭敏な指標が必要である。

申請者らの先行研究では, 正常血圧の中高齢者において, 日常生活における身体活動量および最大酸素摂取量は, 安静時のSBPとは関連しなかったが, 抵抗性運動時のSBPとの間には相関関係が認められた（Otsuki et al., 2016）。また, 6週間の有酸素性トレーニングにより安静時血圧は低下しなかったが, 抵抗性運動時のSBPは低下した（Otsuki et al., 2016, 2019）。これらの研究では, 家庭用血圧計と同じ方式（オシロメトリー）の血圧計で低強度（20%および40%最大挙上重量）の抵抗性運動時の血圧を測定しており, 運動時血圧は実践への導入が比較的容易である。従って, 脳卒中・心疾患の予防におけるトレーニング効果の指標として, 抵抗性運動時の血圧は有用である可能性が考えられる。

健康づくり運動の現場では, 持久性能力を高める有酸素性運動と筋力を高める抵抗性運動の複合トレーニングが多く行われているが, 有酸素性トレーニングは動脈ステイフネスを低下させたり心臓左心室を遠心性に肥大させたりする一方で, 抵抗性トレーニングは前者を増大させ, 後者を求心性に肥大させるなど, 両者は心血管系に異なる影響を及ぼす。しかし, () 有酸素性運動と抵抗性運動の複合トレーニングが抵抗性運動時の血圧を低下させるか否かは不明であり, 仮に低下するとしても, () そのメカニズム, および, () 抵抗性運動時血圧の低下に必要なトレーニング期間は不明である。さらに, 先行研究で用いた抵抗性運動負荷試験（アームカール, 20%および40%最大挙上重量）では, 運動器機（ダンベル, アームカールベンチ等）および最大筋力の測定が必要なので, () より簡便な抵抗性運動時血圧の測定方法を確立することが望ましい。

2. 研究の目的

本研究では, 脳卒中・心疾患の予防において, 抵抗性運動時血圧を運動トレーニング効果の指標として確立することを目指し, 複合トレーニングが中高齢者における抵抗性運動時の血圧を低下させるか否か（課題1）, そのメカニズムに酸化ストレスが関与するか否か（課題2）, 抵抗性運動時血圧の低下に必要なトレーニング期間（課題3）, を明らかにすること, および, 抵抗性運動時血圧の簡便な測定方法を確立すること（課題4）を目的とした。

3. 研究の方法と成果

実験（課題1）

地域在住の中高齢男女を運動群と対照群に分け, 運動群には有酸素性運動（ウォーキング, 70%最大心拍数, 30分間, 週3回）と低強度抵抗性運動（自体重およびゴムチューブによる下肢の筋力トレーニング [スクワット, ランジ, カーフレイズ, ヒップエクステンション], 各8~10回, 各2~3セット, 週3回）による6週間の複合トレーニングを行わせて, その前後に抵抗性運動時（アームカール, 20%および40%最大挙上重量）の血圧測定, 血圧脈波検査（動脈ステイフネスの評価）, 最大酸素摂取量測定（有酸素性能力の評価）, 10回椅子座り立ちテスト（筋力・筋持久力の評価）等を行った。対照群には, 研究実施期間に生活習慣を変えないように指示したうえで, 運動群と同じタイミングで各種の測定を行った。その結果, 運動群では有酸素性能力および筋力・筋持久力が増大し, 動脈ステイフネスおよび抵抗性運動時血圧は低下した。対照群には, これらの変動は認められなかった。これらの結果から, 有酸素性運動と低強度抵抗性運動による複合トレーニングは抵抗性運動時の血圧上昇を抑制すると考えられ

た。

実験（課題2）

実験で取得した血清を対象に、酸化ストレスの指標である活性酸素代謝産物（derivatives of reactive oxygen metabolites, d-ROMs, Free Crrrio Duo, WismerII）および抗酸化能の指標である潜在的抗酸化能（biological antioxidant potential, BAP, Free Crrrio Duo, WismerII）を測定した。しかしながら、d-ROMs, BAP, BAP/d-ROMsのいずれにおいても、研究期間前後の有意差は認められなかった。すなわち、本研究の結果は、複合トレーニングが抵抗性運動時の血圧上昇を抑制するメカニズムに酸化ストレスまたは抗酸化能が関与するという仮説を支持するものではなかった。

実験（課題3，課題4）

地域在住中高齢者に有酸素性運動（ウォーキング：普段の歩行よりやや速く、主観的に「ややきつい」と感じる速度，30分間，週3回）と低強度抵抗性運動（自体重およびゴムチューブによる下肢の筋力トレーニング〔スクワット，ランジ，カーフレイズ，ヒップエクステンション〕，各8～10回，各2～3セット，週3回）による6週間の複合トレーニングを行わせて，一週間毎に安静時および椅子座り立ち運動時（1回/8秒，5～10回）の血圧測定を行った。また，トレーニング期間の前後に，各種の体力測定等を行った。その結果，トレーニング期間前に比べ期間後に，10回椅子座り立ちテスト，6分間歩行テスト，10M歩行テストの成績は高く，有酸素性運動と低強度抵抗性運動による複合トレーニングは筋力・筋持久力，有酸素性能力，歩行能力を改善すると考えられた。その一方，実験は，抵抗性運動時血圧の低下に必要なトレーニング期間を明らかにするには至らなかった。実験には対照群を設定することができなかったという問題があり，また，実験で言及するように抵抗性運動時血圧の測定方法に問題があるとも考えることもできる。

実験（課題4）

地域在住中高齢者を対象に安静時および椅子座り立ち運動時（1回/8秒，5～10回）の血圧測定，身体活動量計またはアンケート票による運動習慣調査，体力測定（5M歩行，開眼片足立ち，10回椅子座り立ちテスト，握力など），血圧脈波検査（動脈スティフネス測定）を行った。しかしながら，椅子座り立ち運動時の血圧と運動習慣および体力との間に相関関係は認められなかった。すなわち，本研究の結果は，椅子座り立ち運動時の血圧は抵抗性運動時血圧の簡便な測定方法として有用であり，運動習慣と関連するという仮説を支持するものではなかった。

4．結論

有酸素性運動と低強度抵抗性運動による複合トレーニングは抵抗性運動時の血圧上昇を抑制すると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Takeshi Otsuki	4. 巻 17
2. 論文標題 Lifestyle modifications to attenuate the exaggerated blood pressure response to exercise in men	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Men's Health	6. 最初と最後の頁 4~6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.31083/jomh.2021.043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 吉川 徹, 膳法（宮木） 亜沙子, 大槻 毅	4. 巻 70
2. 論文標題 スポーツ・ツーリズムを用いた中高齢者の運動継続支援： 動脈スティフネスと有酸素性運動能力に着目した非ランダム化比較試験	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 体力科学	6. 最初と最後の頁 337~345
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7600/jspfsm.70.337	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Hayashi Suguru, Otsuki Takeshi	4. 巻 41
2. 論文標題 Acute increase in arterial stiffness after swimming in cooler water	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Physiology and Functional Imaging	6. 最初と最後の頁 426~433
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/cpf.12717	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------