

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：32511

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K17764

研究課題名（和文）筋電気刺激トレーニングは加齢による骨格筋異所性脂肪の蓄積を抑制できるのか？

研究課題名（英文）Effect of electromyostimulation training on intramuscular fat index in the older adults

研究代表者

日置 麻也（HIOKI, Maya）

帝京平成大学・健康医療スポーツ学部・准教授

研究者番号：60769058

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）：本研究の目的は、加齢に伴い蓄積された筋細胞外異所性脂肪に対する継続的な筋電気刺激トレーニングの効果を検証することであった。高齢男女の大腿四頭筋に30分間の電気刺激を与えるトレーニングを12週間（3回/週）実施した。外側広筋および大腿直筋の細胞外異所性脂肪指標は超音波画像法によるエコー強度で評価し、採血により血液成分（遊離脂肪酸、血糖）を検査した。筋細胞外異所性脂肪指標、血液成分にはトレーニングの主効果は認められなかった。以上の結果から、12週間の筋電気刺激トレーニングは、加齢に伴い蓄積された筋細胞外異所性脂肪に影響しないことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

加齢に伴い過度に蓄積された筋細胞外異所性脂肪は、生活習慣病の発症リスク要因になる。筋細胞外異所性脂肪量に対する筋電気刺激法の有効性は、生活習慣病罹患者を減らすための重要な検討課題である。本研究は、高齢者に12週間の筋電気刺激法トレーニングを実施し、その効果を検証したが、筋細胞外異所性脂肪量に対するトレーニング効果は得られなかった。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to examine whether intramuscular fat index changes by electromyostimulation (EMS) training of the quadriceps femoris for 12 weeks (3 times/week) in older adults. Intramuscular fat index was evaluated by echo intensity of vastus lateralis and rectus femoris before and after EMS training. Blood samples were collected before and after EMS training for the plasma glucose and free fatty acid (FFA). EMS training did not significant change intramuscular fat index and plasma glucose or FFA. EMS training for 12 weeks may not change intramuscular fat index and blood biochemistry.

研究分野：リハビリテーション科学関連

キーワード：筋電気刺激トレーニング 骨格筋異所性脂肪 サルコペニア肥満 加齢 筋萎縮

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

加齢に伴う筋萎縮や身体機能低下(サルコペニア)と肥満が合併した病態が注目されている。このような病態の骨格筋では、筋細胞外異所性脂肪の蓄積が認められ、生活習慣病を引き起こす要因と言われている。高齢者の筋萎縮とそれに伴う筋細胞外異所性脂肪の蓄積が、先行研究結果からも観察されており(Hioki et al. Exp Gerontol 2020)、筋細胞外異所性脂肪を減らすための対策が必要であると考えられる。これまで、筋萎縮(筋肉量の減少)や筋細胞外異所性脂肪蓄積の対策として、有酸素運動やレジスタンストレーニングが行われてきた。しかし、肥満、あるいは身体機能の障害により運動が困難な高齢者も多く、これらの人々に対する介入法は確立されていない。

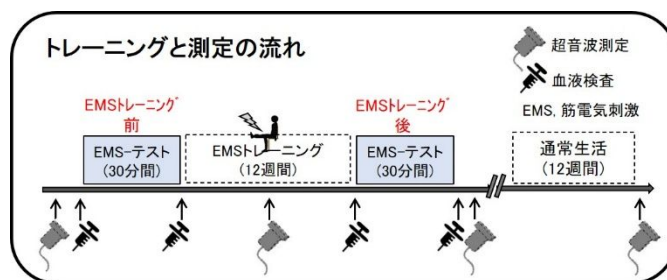
我々は、運動が困難な人々を想定し、座った状態でも行える筋電気刺激を用いたトレーニング法を確立させるため研究に取り組んできた。筋電気刺激法は、脊髄損傷や心疾患、慢性閉塞性肺疾患を伴う患者らに対するリハビリテーションとして臨床現場で利用されている。我々は、一定期間継続的に筋電気刺激トレーニングを行えば、加齢に伴う筋細胞外異所性脂肪を減らすことが可能であると仮説を立てた。本研究において、筋細胞外異所性脂肪を減らすための新たな運動処方として運動が困難な高齢者の人々に提案できるものと考えた。

2. 研究の目的

本研究は、12週間の筋電気刺激トレーニングが高齢者の筋細胞外異所性脂肪と血液成分に与える影響を明らかにすることを目的に実験を行った。

3. 研究の方法

高齢男女19名(内訳 男性10名、女性9名;平均71.5歳)の大腿四頭筋に電気刺激を与えるトレーニングを12週間(30分/回;3回/週)行った。対象者は、トレーニングが開始される前に、3~4回(1回/週)、筋電気刺激法(ESPURGE®伊藤超短波)の操作方法を練習した。その後、自宅で12週間筋電気刺激トレーニングを実行した。トレーニングと測定の流れは下記の図に示す。トレーニング開始前、開始6週間後、12週間後、さらにトレーニング終了から12週間後に、超音波による大腿四頭筋の筋細胞外異所性脂肪指標、筋厚、皮下脂肪厚を、身体特性(身長、体重、ウエストヒップ周径)をそれぞれ測定した。大腿四頭筋(外側広筋と大腿直筋)の筋細胞外異所性脂肪は超音波画像法によるエコー強度で評価し、筋厚と皮下脂肪厚においても超音波により評価した。筋電気刺激が血液成分に与える一過性の影響を確認するため、トレーニング開始前と12週間後にトレーニングと同様の筋電気刺激テスト(30分間)を実施し、その前後で血液成分(遊離脂肪酸、血糖、インスリン、中性脂肪、インターロイキン-6[IL-6])を検査した。最大膝伸展筋力は、12週間の筋電気刺激トレーニング前と12週間後に実施した。



4. 研究成果

筋電気刺激による血液成分の急性効果

遊離脂肪酸と血糖では、筋電気刺激テスト前後間で有意な増加を認めた(図1)。一方、インスリン、中性脂肪、IL-6では有意な変化を認めなかった。

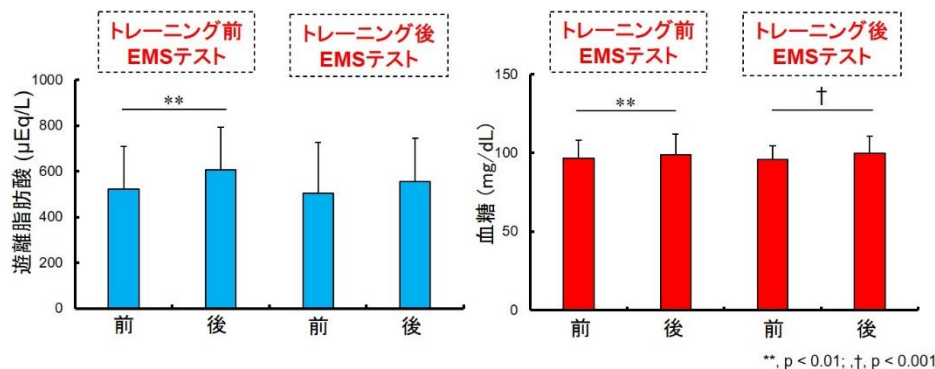


図1 12週間の筋電気刺激トレーニング前後に実施した筋電気刺激(EMS)テストによる血液成分の変化

筋電気刺激トレーニングによる血液成分と筋細胞外異所性脂肪に対する効果

筋電気刺激トレーニングにより、血液成分（遊離脂肪酸、血糖、インスリン、中性脂肪、IL-6）は変化しなかった（図2は急性効果のあった遊離脂肪酸と血糖を示す）。

外側広筋と大腿直筋の筋細胞外異所性脂肪指標においては、筋電気刺激トレーニングによる主効果は認められず、トレーニング終了から12週間後も有意な変化を認めなかった（図3）。

筋厚、皮下脂肪厚においても、筋電気刺激トレーニングによる主効果およびトレーニング終了から12週間後も有意な変化が認められなかった。また、最大膝伸展筋力では、電気刺激トレーニング前後間で有意な変化は認められなかった。

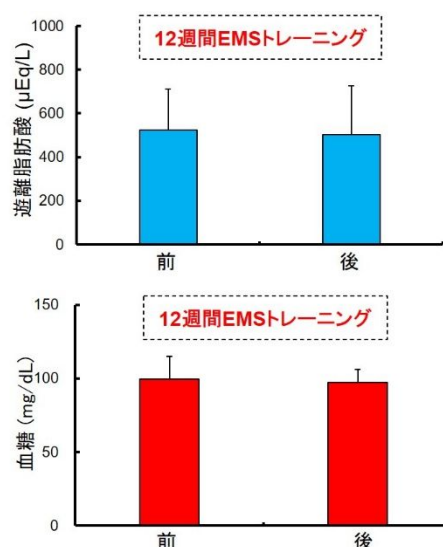


図2 12週間の筋電気刺激(EMS)トレーニングによる血液成分の変化

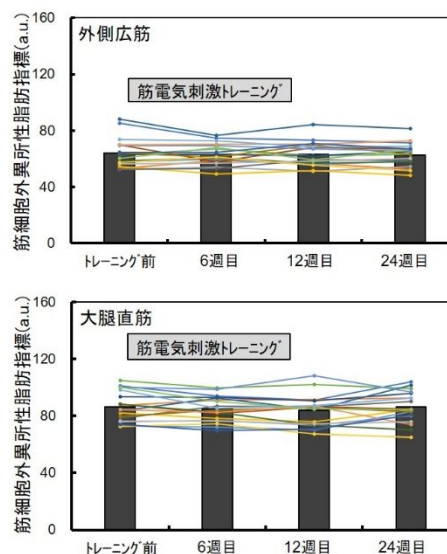


図3 12週間の筋電気刺激トレーニングによる筋細胞外異所性脂肪の経時的変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hioki Maya, Kanehira Nana, Koike Teruhiko, Saito Akira, Shimaoka Kiyoshi, Sakakibara Hisataka, Oshida Yoshiharu, Akima Hiroshi	4. 巻 17
2. 論文標題 Relationship between adiponectin and intramuscular fat content determined by ultrasonography in older adults	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0262271
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0262271	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 Hioki Maya, Kanehira Nana, Koike Teruhiko, Saito Akira, Takahashi Hideyuki, Shimaoka Kiyoshi, Sakakibara Hisataka, Oshida Yoshiharu, Akima Hiroshi	4. 巻 22
2. 論文標題 Effect of electromyostimulation on intramyocellular lipids of the vastus lateralis in older adults: a randomized controlled trial	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Musculoskeletal Disorders	6. 最初と最後の頁 569
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12891-021-04456-6	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 Hioki Maya, Kanehira Nana, Koike Teruhiko, Saito Akira, Shimaoka Kiyoshi, Sakakibara Hisataka, Oshida Yoshiharu, Akima Hiroshi	4. 巻 132
2. 論文標題 Age-related changes in muscle volume and intramuscular fat content in quadriceps femoris and hamstrings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Experimental Gerontology	6. 最初と最後の頁 110834 ~ 110834
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.exger.2020.110834	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 -
1. 著者名 Hioki Maya, Kanehira Nana, Koike Teruhiko, Saito Akira, Takahashi Hideyuki, Shimaoka Kiyoshi, Sakakibara Hisataka, Oshida Yoshiharu, Akima Hiroshi	4. 巻 119
2. 論文標題 Relationship between physical activity and intramyocellular lipid content is different between young and older adults	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 113 ~ 122
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00421-018-4005-x	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 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 日置麻也、高橋寛子、齋藤輝、今井瑞香、安田秀喜
2. 発表標題 12週間の筋電気刺激トレーニングが高齢者の筋内脂肪指標と血液成分に与える影響
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 Iitake Tsuyoshi、Hioki Maya、Takahashi Hitoshi、Nunome Hiroyuki
2. 発表標題 Differences in lower leg kinetic of soccer instep kicking between female and male players
3. 学会等名 39th International Society of Biomechanics in Sport Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯竹烈士、日置麻也、高橋仁、布目寛幸
2. 発表標題 サッカーインステップキック動作の動力学的性差
3. 学会等名 日本バイオメカニクス学会第26回大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日置麻也、兼平奈奈、小池晃彦、齋藤輝、高橋英幸、島岡清、榊原久孝、押田芳治、秋間広
2. 発表標題 加齢に伴い蓄積された骨格筋細胞内・外脂質の同定とその応用的研究
3. 学会等名 名古屋大学 脳とこころの研究センターシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 日置麻也、松島佳子、久米秀作
2. 発表標題 車いす競技選手における左右の大腿部・上腕部筋量とパフォーマンステストの評価
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hioki Maya, Kanehira Nana, Koike Teruhiko, Saito Akira, Takahashi Hideyuki, Shimaoka Kiyoshi, Sakakibara Hisataka, Oshida Yoshiharu, Akima Hiroshi
2. 発表標題 Electromyostimulation-induced changes in intramyocellular lipid of vastus lateralis in older adults
3. 学会等名 The 66th Annual Meeting of American College of Sports Medicine (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 日置麻也、兼平奈奈、小池晃彦、齋藤輝、高橋英幸、島岡清、榊原久孝、押田芳治、秋間広
2. 発表標題 中高年齢における筋電気刺激法による外側広筋のIMCLの早期変化
3. 学会等名 第73回日本体力医学会大会
4. 発表年 2018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
---------	---------