

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：14201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500780

研究課題名(和文)筋細胞内・外脂肪量の蓄積関連因子の解明

研究課題名(英文)Study on factors for accumulation of intra- and extra-myocellular lipids

研究代表者

江崎 和希 (ESAKI, Kazuki)

滋賀大学・教育学部・特任准教授

研究者番号：90375478

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は運動の主要筋である大腿部の筋細胞内脂肪(IMCL)と筋細胞外脂肪(EMCL)含有量の違いについて、性別、年齢、体力レベルとの関係について検討した。その結果、体力レベルと年齢は、IMCLおよびEMCL含有量との間に相関関係がみられた。また、それらの関係には、性差があることが示された。さらに、一過性運動と長期間の運動トレーニングに伴うIMCLとEMCL含有量の変化について検討したが、有意な変化に至らなかった。以上のことから、筋細胞内・外脂肪量の蓄積は、体力、年齢および性別が関連していると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the present study was to investigate the relationships between skeletal muscle lipid contents and age, sex, or physical fitness or exercise. We determined intramyocellular lipids (IMCL) and extramyocellular lipids (EMCL) by proton magnetic resonance spectroscopy (1H-MRS) of quadriceps muscle. The results suggest that IMCL correlated with age and Vo2peak in women, but did not in men. The EMCL and age or Vo2peak showed positive relationship in women, but negative relationship in men. We did not observe any significant effects of acute exercise or exercise training on skeletal muscle lipid contents.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：筋細胞内・外脂肪量 1H-MRS エネルギー代謝 最高酸素摂取量 性差 ローイングエルゴメーター 運動トレーニング メタボリックシンドローム

1. 研究開始当初の背景

長距離選手など持久的スポーツ選手は、脂肪を運動エネルギーとして有効に活用するため、筋細胞内に脂肪を豊富に蓄積し、さらに肥満者においては、筋細胞内・外脂肪の両方とも増加し、筋細胞内脂肪はインスリン感受性との間に負の相関関係があるとの報告がある。しかしながら、この両研究の被験筋は下腿筋群であり、運動の主要筋である大腿筋群の筋細胞内・外脂肪量の蓄積の違いについては不明である。よって、被験筋を大腿筋群に着目し、筋細胞内・外脂肪量の蓄積と性別、年齢、体力、血中脂質、運動トレーニング等との関連について検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、筋細胞内・外脂肪量の蓄積関連因子の解明を目指し、横断的に 20 歳代から 60 歳代までの被験者 100 名ほどの大腿筋群の筋細胞内・外脂肪量を測定し、年齢、運動習慣、性別、体脂肪量、日常活動量、血中脂質との関連性について検討する。次に一過性運動に伴う、筋細胞内・外脂肪量の減少や運動終了後の再蓄積について検討する。さらに筋細胞内・外脂肪量の多い被験者を対象として 12 週間の運動トレーニングの影響について包括的に検討を行う。

3. 研究の方法

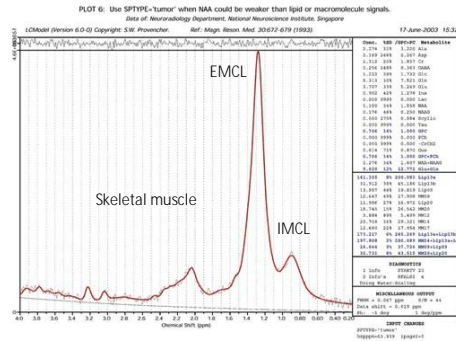
(1)筋細胞内・外脂肪量の蓄積関連因子の解明を目的とした横断的研究

対象者は、健康な男性および女性 18 歳から 81 歳代までの合計 167 名とした。調査項目は、身体計測、安静時血圧、運動機能検査(最高酸素摂取量(VO_{2peak})、他)を行った。

磁気共鳴画像装置(MRI 1.5T)(GEヘルスケア社製)を用いて臍部および大腿部の断層画像の撮影を行った。MRI画像データは、画像解析 sliceomatic(Tomovision社製)を用いて筋、脂肪をトレース後、個々の横断面積を算出した。外側広筋の筋細胞内・外脂肪は、プロトン磁気共鳴分光法(1H-MRS)を用いて測定した。筋細胞内・外脂肪量は、解析ソフト LCModel(エーエルシステム社製)を用い、脂肪、血管、神経などを避け、関心領域($VOI:2.0cm^3$)を設定し、得られたスペクトルから定量化した。



MRI 装置



外側広筋の筋内・外脂肪スペクトル

(2)一過性の運動が筋細胞内・外脂肪量に及ぼす影響

被験者は、比較的体脂肪が多い持久性運動者女性 8 名を対象とした。ローイングエルゴメーターを用いて 2000mローイングテストを行い、最高酸素摂取量を求めた。最高酸素摂取量の測定は、呼吸ガス分析器(ミナト医科学社製エアロモニタ AE-280S)にて測定した。改良型脚筋力測定装置を用い、膝伸展筋力を測定した。実験プロトコールは、まず 1H-MRI にて大腿外側広筋と内転筋群の筋細胞内・外脂肪を測定し、その後 2000mローイングテストを行う。運動終了後、再度、1H-MRI にて筋細胞内・外脂肪量の測定を行った。

(3)運動トレーニングが筋細胞内・外脂肪へ及ぼす影響

被験者は、メタボ傾向にある男女 7 名を対象とした。運動トレーニングは、週 1 回のウォーキングと週 1 回の体操教室の合計週 2 回を 12 週間行った。また、トレーニング期間は、セルフモニタリングなどを含んだ行動療法を併用した。トレーニング前後に行動変容ステージ調査、体重、体脂肪率、血圧、血糖値、血中脂質、レプチン、IL-6 を測定した。同様に MRI を用いて腹部の皮下脂肪面積、内臓脂肪面積を測定した。さらに 1H-MRS を用いて、外側広筋の筋細胞内・外脂肪を測定した。

4. 研究成果

(1)筋細胞内・外脂肪量の蓄積関連因子の解明を目的とした横断的研究

女性において年齢と IMCL との間に負の相関関係($r=-0.399, P<0.001$)が認められたが、男性には見られなかった。また、女性において年齢と EMCL との間には、正の相関関係($r=0.675, P<0.001$)が見られ、男性においては、負の相関関係($r=-0.601, P<0.001$)が見られた。さらに、女性において VO_{2peak} と IMCL との間に正の相関関係($r=0.377, P<0.001$)が認められたが、男性には見られなかった。一方、 VO_{2peak} と EMCL との間には、女性では、正の相関関係($r=0.632, P<0.001$)が見られ、男性においては、負の相関関係($r=-0.559, P<0.001$)が見られた。これらの結

果より、大腿部の筋細胞内・外脂肪量と体力レベル(VO_{2peak})あるいは加齢との関係には、性差があることが示された。

(2)一過性の運動が筋細胞内・外脂肪量に及ぼす影響

運動前後に筋細胞内・外脂肪量に有意な変化は見られなかった。しかし、外側広筋の筋細胞内脂肪量の平均値は、減少傾向を示しており、さらに検討する必要が考えられた。

(3)運動トレーニングが筋細胞内・外脂肪へ及ぼす影響

行動変容ステージは、熟考期から準備期へ改善された。また、体重、収縮期血圧、中性脂肪、総コレステロール、レプチンが有意な低下を示した。しかし、体脂肪率、内臓脂肪面積の改善には至らなかった。更に筋細胞内・外脂肪には、変化は見られなかった。以上の結果より、行動変容ステージの低いメタボ対象者に行動療法と併用し週2回の軽度な運動トレーニングを行うことによって、体重、血圧、血中脂質プロファイルの改善することが示唆された。また、運動トレーニング前後における男性女性被験者の筋細胞内・外脂肪の変化傾向は、異なり、今後更なる検討が必要と考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計19件)

Morishima T, Hasegawa Y, Sasaki H, Kurihara T, Hamaoka T, Goto K.: Effects of different periods of hypoxic training on glucose metabolism and insulin sensitivity. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 査読有, 2014, DOI: 10.1111/cpf.12133

Morishima T, Kurihara T, Hamaoka T, Goto K.: Whole body, regional fat accumulation, and appetite-related hormonal response after hypoxic training, *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 査読有, 2013, DOI: 10.1111/cpf.12069

江崎和希: 行動療法を用いたメタボリックシンドロームの予防・改善, *滋賀大学環境総合センター研究年報*, 査読無, 9, 2012, 19-24, <http://ci.nii.ac.jp/naid/40019428497>

高橋弘幸, 栗原俊之: 「骨格筋の画像評価最前線」MRスペクトロスコピー(MRS)がもたらす情報-1H-MRSによる筋内脂肪量の半定量的評価を中心に-, *月間インナービジョン*, 査読無, 3, 2012, 34-36, http://www.innervision.co.jp/01inner/2012/pdf/iv201203_034.pdf

江崎和希: 大学教職員の健康意識と体力の現状について, *滋賀大学環境総合センター研究報告*, 査読無, 8, 2011, 83-88,

<http://ci.nii.ac.jp/naid/40019042776>

[学会発表](計43件)

長谷川夏輝, 栗原俊之, 佐藤幸治, 藤田聡, 真田樹義, 家光素行: 体力レベルおよび加齢、性別と筋細胞内・外脂肪含有量の関係, 第64回日本体育学会, 2013年8月30日, 立命館大学・滋賀

長谷川夏輝, 栗原俊之, 佐藤幸治, 藤田聡, 真田樹義, 大塚光雄, 浜岡隆文, 家光素行: 筋細胞内脂肪含有量と動脈硬化指数の関係, 第68回日本体力医学会大会, 2013年9月22日, 日本教育会館, 学術総合センター, 共立講堂・東京都

栗原俊之, 本間俊之, 浜岡隆文: 骨格筋機能評価におけるT2値計測に筋細胞内脂肪のもたらす影響, 第41回日本磁気共鳴医学会大会, 2013年9月20日, アスティ徳島・徳島県

江崎和希: ボート競技の冬季トレーニングに伴う筋代謝および筋形態の変化, 第5回健康科学研究会, 2013年3月23日, 京都女子大学・京都府

戸田遥子, 栗原俊之, 江崎和希, 家光素行, 浜岡隆文, 真田樹義: ボート競技選手における大腿部の筋の形態特性と筋力発揮の特性, 第25回日本トレーニング科学学会大会, 2012年12月1日~2日, 立命館大学BKCキャンパス・滋賀県

Esaki K, Yamakawa K, Kurihara T, Hamaoka T: The effect of preparation period training on aerobic power and muscle oxygenation in rowers. 57th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, 2012年5月29日~6月2日, サンフランシスコ・アメリカ

Kurihara T, Kurosawa Y, Isaka T, Hamaoka T: Relationship between intramuscular lipid and muscle size within human vastus lateralis muscle, *Societe Francaise de resonance magnetique en biologie and Medecine*, 2012年3月22日~23日, マルセイユ・フランス

Kurihara T, Isaka T, Fujita S, Hamaoka T: Intramyosellular and extramyocellular lipids quantifications of human vastus lateralis muscle: effect of age, whole body adiposity, and muscle size, *The Biomedical Basis of Elite Performance*, 2012年3月21日, ロンドン・イギリス

山川晃太郎, 江崎和希, 栗原俊之, 浜岡隆文: ボート競技のトレーニングに伴う局所筋有酸素能力の変化, *日本体力医学会第26回近畿地方会*, 2012年1月28日, 畿央大学・奈良県

山川晃太郎, 江崎和希, 栗原俊之, 浜岡隆文: ボート競技における全身性有酸素能力及び局所筋有酸素能力について, 第66回日本体力医学会大会, 2011年9月16日, 海峡メッセ下関・山口県

江崎和希, 山川晃太郎, 栗原俊之, 浜岡隆文: ボート競技における冬期トレーニングが全身持久力と筋横断面積に及ぼす影響, 第 66 回日本体力医学会大会, 2011 年 9 月 18 日, 海峡メッセ下関・山口県

栗原俊之, 山川晃太郎, 江崎和希, 浜岡隆文: ボート競技における持久力的トレーニングに伴う筋内外脂肪の変化, 第 66 回日本体力医学会大会, 2011 年 9 月 18 日, 海峡メッセ下関・山口県

江崎和希, 山川晃太郎, 栗原俊之, 浜岡隆文: ボート競技における冬期トレーニングが全身および局所筋有酸素能に及ぼす影響, 第 18 回医用近赤外線分光法研究会, 2011 年 10 月 22 日, 長良川国際会議場・岐阜県

Goto K: Intramyocellular Lipid Content Following Normobaric Hypoxia Training in Sedentary Men, 58th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, 2011 年 6 月 3 日, デンバー・アメリカ

Kurihara T, Goto K, Morishima T, Isaka T, Hamaoka T: Relationship between whole body adiposity and intramyocellular and extramyocellular lipid contents in sedentary healthy men, 58th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, 2011 年 6 月 1 日, デンバー・アメリカ

Kurihara T, Isaka T, Hamaoka T: Inter- and intraday variability and repeatability of intramyocellular lipid measurement by proton magnetic resonance spectroscopy (1H-MRS), 日本生体生理工学シンポジウム, 2011 年 9 月 20 日, 立命館大学 BKC キャンパス・滋賀県

栗原俊之: 1H-MRS を用いた筋内脂肪量の評価, 日本磁気共鳴医学会(招待講演), 2011 年 9 月 20 日, リーガロイヤルホテル小倉・福岡県

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江崎 和希 (ESAKI, Kazuki)
滋賀大学・教育学部・特任准教授
研究者番号: 90375478

(2) 研究分担者

浜岡 隆文 (HAMAOKA, Takafumi)
立命館大学・スポーツ健康科学部・教授
研究者番号: 70266518

後藤 一茂 (GOTO, Kazushige)
立命館大学・スポーツ健康科学部・准教授
研究者番号: 60508258

栗原 俊之 (KURIHARA, Toshiyuki)
立命館大学・スポーツ健康科学部・助教
研究者番号: 10454076