

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02182

研究課題名(和文)新規マイオカインを標的とした心血管疾患リスク改善のための運動・食事療法の開発

研究課題名(英文) Development of exercise and diet therapies for the improvement of risk of cardiovascular disease targeting novel myokine

研究代表者

家光 素行 (Iemitsu, Motoyuki)

立命館大学・スポーツ健康科学部・教授

研究者番号：90375460

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、中高齢肥満者の8週間の有酸素性運動により動脈硬化指標であるcfPWVが有意に低下し、血中NOxおよびirisin濃度が有意に増加し、血中irisinとNOx濃度の介入前後の変化率との間に有意な正の相関関係が認められた($r=0.732$)。さらに、肥満者モデルラットの8週間の有酸素性運動により、骨格筋FNDC5タンパク発現、血中irisin濃度、動脈血管AktおよびeNOSリン酸化が有意に増加していた。このように、中高齢肥満の有酸素性トレーニングによる骨格筋由来のirisin分泌促進はNO産生の増大を介して動脈硬化度の低下に關与する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、irisinを運動による動脈硬化改善効果の血液バイオマーカーとして用いて、動脈硬化の予防・改善に対する科学的根拠に基づく運動療法の提案が可能となる発展性の高い研究課題である。さらに有酸素性トレーニングによる動脈硬化改善効果のメカニズムを明らかにできれば、効果的な運動様式、運動量(強度・時間)、運動期間を明確化することができるための基礎資料となり、運動生理学・健康科学分野だけでなく、疾患の第2次予防に対しても有益な情報となりうるため、医科学分野に対しても新たな情報を提供するインパクトのある研究であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, regular aerobic exercise reduced carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV) and elevated circulating levels of nitrite/nitrate (NOx) and irisin in middle-aged and older adults with obesity. Furthermore, change in circulating irisin levels by regular exercise was positively correlated with circulating NOx levels and was negatively correlated with cfPWV. As a result of animal study, cfPWV was decreased, and arterial phosphorylation levels of AMPK, Akt, and endothelial NO synthase (eNOS), circulating levels of NOx and irisin, and muscle mRNA expression of fibronectin type III domain containing 5 (FnDC5) were increased in OLETF-EX group compared to OLETF-CON group. Thus, aerobic exercise training-induced increase in irisin secretion may be related to reduction of arterial stiffness achieved by NO production via activated arterial AMPK-Akt-eNOS signaling pathway in middle-aged and older adults with obesity.

研究分野：運動生理・生化学

キーワード：マイオカイン 動脈硬化 加齢 運動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

中高年齢から動脈硬化性疾患(虚血性心疾患, 脳血管疾患)などリスクは急増するが, その背景には加齢に伴い体内の脂肪の過剰な蓄積(肥満)が大きな原因である。習慣的な有酸素性運動は肥満により増大した動脈硬化度を低下させる。現在までに運動による動脈硬化改善効果の機序として, 血管の拡張作用のある一酸化窒素(nitric oxide: NO)が増大することで動脈硬化度の低下に貢献することが報告されている(Fujie S et al. PLoS One, 2014; Hasegawa N et al. Med Sci Sports Exerc, 2018)。近年, 骨格筋由来内分泌因子: マイオカインが複数同定され(Raschke S et al. Mediat Inflamm, 2013), 自己作用だけでなく, 他臓器にも作用する可能性が報告されている(Pedersen BK et al. Nat Rev Endocrinol, 2012)。最近, 骨格筋から分泌されるマイオカインの1つであるirisin(膜タンパク質FNDC5が切断されることにより生成される)は血管拡張物質であるNOの合成を増加させ, 血管拡張を促進させる可能性が報告されている(Deng X et al. Inflammation, 2018; Fu J et al. J Am Heart Assoc, 2016; Han F et al. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2015)。しかしながら, 中高年齢肥満者の習慣的な有酸素性運動による動脈硬化度の低下にirisin分泌が関与するかは明らかでない。

2. 研究の目的

中高年齢肥満者の習慣的な有酸素性運動による動脈硬化度の低下にマイオカイン: irisin分泌が関与するかどうかを検討することを目的とした。

3. 研究の方法

【実験1(ヒト実験)】

(1) 被験者:

非中高年齢肥満者15名(平均年齢: 64.5±1.3歳, 男性5名, 女性10名)と中高年齢肥満者15名(平均年齢: 66.5±2.1歳, 男性5名, 女性10名)を対象とした。すべての被験者は非喫煙者で, 運動を習慣的に行っておらず, 女性被験者は閉経しているものを対象とした。本研究は, 立命館大学の倫理審査委員会の承諾を受け, ヘルシンキ宣言の精神に則り行われた。被験者には, 研究の目的および測定方法の説明をした後に実験参加の承諾を得て, 測定を実施した。

(2) 実験手順:

中高年齢肥満者は, 有酸素性トレーニング前後に, 安静空腹状態にて採血, 安静時の血圧, 心拍数, 動脈硬化度を測定した。また, 最高酸素摂取量(VO₂peak)の測定を実施した。

(3) 有酸素性トレーニング介入:

有酸素性トレーニングには, 自転車エルゴメーター(828E: Monark社製)を用いて, 60-70% VO₂peakの運動負荷を1日45分, 週3回, 8週間, 監視下にて実施した。

(4) 測定項目:

体組成の測定

体脂肪率, 上肢および下肢脂肪量は, 二重エネルギーX線吸収測定法(DXA, Lunar iDXA, GEヘルスケアジャパン社製)により測定した。

VO₂peakの測定

VO₂peakの測定は, 自転車エルゴメーター(828E: Monark社製)を使用し, 多段階漸増負荷法で呼気ガスを採取し, 測定した。

動脈硬化指標の測定

すべての被験者は, 動脈硬化の指標として, 脈波伝播速度(PWV)測定をform PWV/ABI(オムロンコーリン社製)および頸動脈・大腿動脈トノメトリーセンサーを用いて, 頸動脈-大腿動脈間脈波伝播速度(cfPWV)および上腕血圧を測定した。

血漿NO_x濃度および血清irisin濃度の測定

血漿NO_x濃度は, Griess法によりマイクロプレートリーダー(Bio-Rad Laboratories社製)を用いて540nmの波長で測定し, 標準曲線から血漿NO_x濃度を算出した。血清irisin濃度は, ELISA法によりマイクロプレートリーダー(Bio-Rad Laboratories社製)を用いて450nmの波長で測定し, 標準曲線から血清irisin濃度を算出した(Phoenix Pharmaceuticals社製)。

【実験2(動物実験)】

(1) 動物:

6週齢の雄OLETF(Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty)ラット(日本エスエルシー株式会社製)16匹を, 20週齢まで飼育後, ランダムに肥満対照ラット(n=8)と肥満運動ラット(n=8)に分割した。本研究は「立命館大学びわこ・くさつキャンパス生命倫理審査委員会」の承諾を受け, 実施した。

(2) 実験手順：

運動ラットの最終トレーニングの 48 時間後かつ 12 時間の絶食後に、麻酔下にて頸動脈-大腿動脈間脈波伝播速度 (carotid-femoral pulse wave velocity; cfPWV) を測定した。その後、腹部動脈から採血し、安楽死後に、精巢上体脂肪、ヒラメ筋、大動脈血管を摘出した。

(3) 有酸素性トレーニング介入：

運動介入は、トレッドミルを用い、開始後 3 日間は、15-25m/分、その後、25m/分のスピードのトレッドミル運動を、1 日 60 分、週 5 日、8 週間実施した (Sato K et al., FASEB J, 2017)。

(4) 測定項目：

cfPWV, 血圧, 心拍数の測定

カテーテルを左総頸動脈から大動脈弓まで、大腿動脈から腹部大動脈の分岐部まで挿入し、各血圧波形から血圧、心拍数を計測し、さらに脈波解析ソフト (LabChart Reader; ADInstruments 社製) を使用して脈波間の時間差を計測し、大動脈弓から腹部大動脈分岐部までの伝播時間差を除することによって cfPWV を算出した (Hasegawa N et al. Med Sci Sports Exerc, 2018)。

Citrate Synthase (CS) 活性

ヒラメ筋サンプルを用いてホモジュナイズした後に、Sato K ら (FASEB J, 2017) の方法に従い、酵素活性反応を分光光度計 (BIO RAD 社製) にて測定し、その反応変化量から算出した。

Fndc5 mRNA 発現の測定

摘出したヒラメ筋組織から RNA を抽出し、Taqman probe を用いた real-time RT-PCR 法にて Fndc5 mRNA (Rn01519161_m1, Applied Biosystems 社製) と 18S rRNA mRNA (Rn03928990_g1, Applied Biosystems 社製) 発現量を測定した。

血漿 NOx 濃度および血清 irisin 濃度の測定

ヒト実験と同様の方法にて実施した。

タンパク発現の解析

摘出した大動脈組織をホモジェナイズし、抽出したたんぱく質を SDS-PAGE した後に、Western blotting 法により phospho-AMPK, total-AMPK, phospho-Akt, total-Akt, phospho-eNOS, total-eNOS タンパク発現量を測定した (Hasegawa N et al. Med Sci Sports Exerc, 2018)。

(5) 統計解析：

本研究で得られたデータはすべて平均値±標準誤差で表した。肥満対照ラットと肥満運動ラット、非肥満者とトレーニング介入前の肥満者の比較には対応のない t 検定、肥満者のトレーニング介入前後における比較には対応のある t 検定にて解析した。肥満対照ラットと肥満運動ラットにおける相関関係はピアソンの相関係数によって検討するとともに、単回帰により回帰直線を求めた。危険率 (P) は 5%未満を有意水準とした。すべての統計解析は StatView (SAS 社製。Berkeley, CA, USA) を使用した。

4. 研究成果

【実験 1 (ヒト実験)】

トレーニング介入前の中高齢肥満者の体重, BMI, 体脂肪率, 安静時心拍数, cfPWV, 血清 irisin 濃度は中高齢非肥満者と比較して有意に高値を示し (p<0.05), VO_{2peak}, 血漿 NOx 濃度は有意に低値を示した (p<0.05)。年齢, 身長, 収縮期, 拡張期血圧は, 中高齢非肥満者と中高齢肥満者との間に有意な差が認められなかった。また, 中高齢肥満者の有酸素性トレーニング介入後では, 体脂肪率が有意に低下し (p<0.05), VO_{2peak} が有意に増大した (p<0.05)。年齢, 身長, 体重, BMI, 安静時心拍数, 収縮期血圧, 拡張期血圧は有酸素トレーニング介入前後において有意な変化が認められなかった。

また, 有酸素性トレーニング介入後では cfPWV が有意に低下し

表 1. 有酸素性トレーニング前後の irisin 変化量における相関関係

	% change in serum irisin	
	r	P
% change in body weight	0.320	0.2448
% change in BMI	0.371	0.1736
% change in body fat	-0.072	0.7984
% change in HR	0.326	0.2353
% change in SBP	-0.004	0.9888
% change in DBP	-0.156	0.5791
% change in VO _{2peak}	0.494	0.0613
% change in cfPWV	-0.516	0.0490
% change in plasma NOx level	0.732	0.0019

BMI: Body mass index, HR: Heart rate, SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic Blood pressure, cfPWV: carotid-femoral pulse wave velocity

($p < 0.05$), 血清 irisin 濃度, 血漿 NOx 濃度が有意に増大した ($p < 0.05$). 有酸素性トレーニング介入前後の血清 irisin 濃度の変化率と血漿 NOx 濃度の変化率の間には有意な正の相関関係 ($p < 0.01$, $r = 0.732$, 表 1), 血清 irisin 濃度の変化率と cfPWV の変化率 ($p < 0.05$, $r = -0.516$, 表 1), 血漿 NOx 濃度の変化率と cfPWV の変化率 ($p < 0.01$, $r = -0.751$) との間には有意な負の相関関係が認められたが, 血清 irisin 濃度の変化率と体重, BMI, 体脂肪率, 安静時心拍数, 収縮期血圧, 拡張期血圧の変化率の間には有意な相関関係は認められなかった (表 1).

【実験 2 (動物実験)】

肥満運動ラットの体重, 空腹時血糖値, 精巣上体脂肪重量は, 肥満対照ラットと比較して有意に低値を示し ($p < 0.05$), ヒラメ筋重量, ヒラメ筋 CS 活性は有意に高値を示した ($p < 0.05$). 心拍数, 収縮期血圧, 拡張期血圧は両群間で有意な差が認められなかった.

肥満運動ラットの cfPWV は肥満対照ラットと比較して有意に低値を示し ($p < 0.05$), 血漿 NOx 濃度, 大動脈 AMPK, Akt, eNOS リン酸化活性 (図 1-A, B, C), 骨格筋 Fndc5 mRNA 発現 (図 1-D), 血漿 irisin 濃度は有意に高値を示した ($p < 0.05$).

肥満対照ラットと肥満運動ラットの血漿 irisin 濃度と eNOS リン酸化活性 ($p < 0.05$, $r = 0.756$), 血漿 irisin 濃度と血漿 NOx との間には正の相関関係 ($p < 0.05$, $r = 0.697$) が認められた. さらに, 血漿 NOx 濃度と cfPWV との間には負の相関関係が認められた ($p < 0.05$, $r = -0.695$).

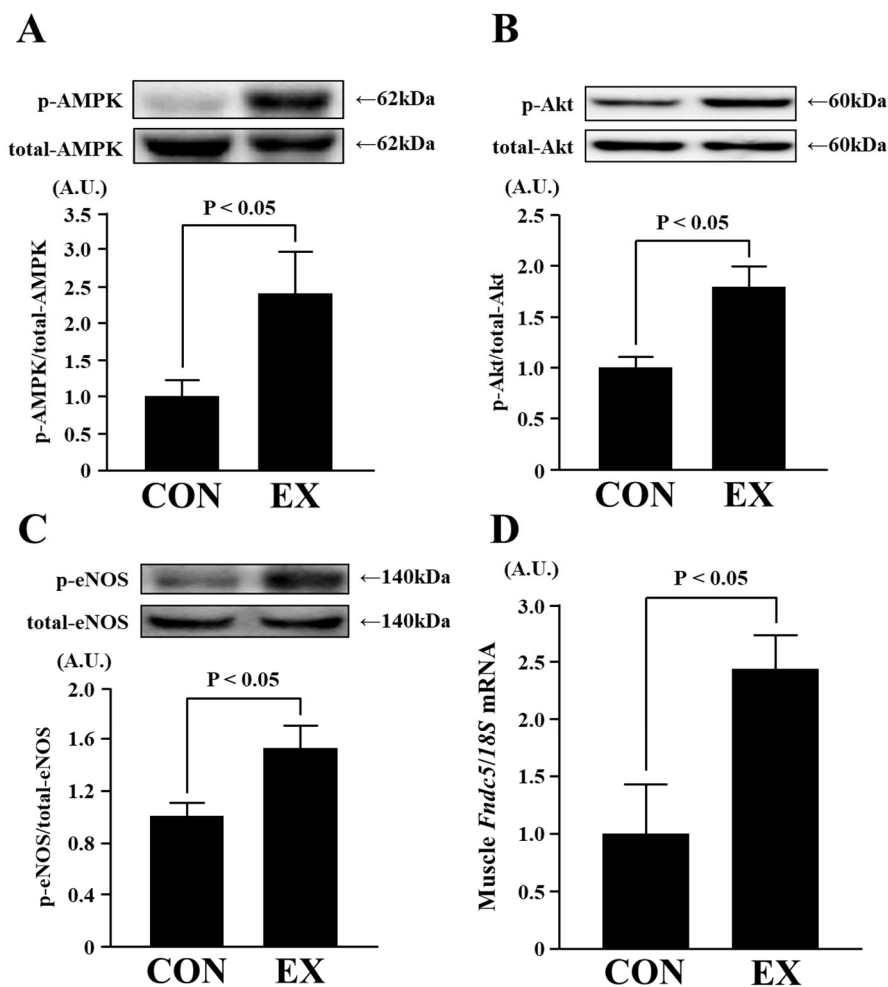


図 1. 有酸素性トレーニングによる動脈 NOS シグナル経路 (AMPK, Akt, eNOS) および骨格筋 FNDc5 mRNA 発現量の変化

これらの結果は, 中高齢肥満者の有酸素性トレーニングによる骨格筋由来の irisin 分泌の促進は, NO 産生の増大, さらに動脈硬化度の低下に關与する可能性が示唆された.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Maeda S, Padilla J, Martinez-Lemus LA, Iemitsu M.	4. 巻 12
2. 論文標題 Increased serum salusin- by aerobic exercise training correlates with improvements in arterial stiffness in middle-aged and older adults.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Aging	6. 最初と最後の頁 1201 ~ 1212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18632/aging.102678	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 該当する

1. 著者名 Inoue K, Fujie S, Hasegawa N, Horii N, Uchida M, Iemitsu K, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Aerobic exercise training-induced irisin secretion is associated with the reduction of arterial stiffness via nitric oxide production in adults with obesity.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Appl Physiol Nutr Metab	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1139/apnm-2019-0602	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 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Toyama Y, Inoue K, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.	4. 巻 124
2. 論文標題 Aging-induced elevation in circulating complement C1q level is associated with arterial stiffness.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Exp Gerontol	6. 最初と最後の頁 110650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.exger.2019.110650	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 Miyamoto-Mikami Eri, Tsuji Katsunori, Horii Naoki, Hasegawa Natsuki, Fujie Shumpei, Homma Toshiyuki, Uchida Masataka, Hamaoka Takafumi, Kanehisa Hiroaki, Tabata Izumi, Iemitsu Motoyuki	4. 巻 8
2. 論文標題 Gene expression profile of muscle adaptation to high-intensity intermittent exercise training in young men	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-35115-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 -

1. 著者名 井上健一郎, 藤江隼平, 長谷川夏輝, 堀居直希, 内田昌孝, 佐藤幸治, 家光素行.	4. 巻 34
2. 論文標題 肥満ラットの有酸素性トレーニングによる動脈血管のapelin産生の増加は内皮型一酸化窒素合成酵素の活性に影響する	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都滋養体育学研究	6. 最初と最後の頁 20 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Sato Koji, Iemitsu Motoyuki	4. 巻 108
2. 論文標題 The Role of Dehydroepiandrosterone (DHEA) in Skeletal Muscle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Vitamins and Hormone	6. 最初と最後の頁 205 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/bs.vh.2018.03.002	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 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Miyamoto-Mikami E, Tsuji K, Uchida M, Hamaoka T, Tabata I, Iemitsu M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of different exercise modes on arterial stiffness and nitric oxide synthesis.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Med Sci Sports Exerc	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000001567	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 Horii N, Uchida M, Hasegawa N, Fujie S, Oyanagi E, Yano H, Hashimoto T, Iemitsu M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Resistance training prevents muscle fibrosis and atrophy via down-regulation of C1q-induced Wnt signaling in senescent mice.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 FASEB J	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.20170072RRR	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 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Kurihara T, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.	4. 巻 314
2. 論文標題 Aerobic exercise training-induced changes in serum C1q/TNF-related protein levels are associated with reduced arterial stiffness in middle-aged and older adults	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol	6. 最初と最後の頁 R94 ~ R101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpregu.00212.2017	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 Matsuo K, Sato K, Suemoto K, Miyamoto-Mikami E, Fuku N, Higashida K, Tsuji K, Xu Y, Liu X, Iemitsu M, Hamaoka T, Tabata I.	4. 巻 49
2. 論文標題 A mechanism underlying preventive effect of high-intensity training on colon cancer.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Med Sci Sports Exerc	6. 最初と最後の頁 1805 ~ 1816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000001312	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60件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 37件)

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Maeda S, Iemitsu M.
2. 発表標題 Time course of improvement in secretory unbalance of asymmetric dimethylarginine and nitric oxide productions in response to exercise training in middle-aged and older adults.
3. 学会等名 ESC Asia with APSC & AFC 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue K, Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Iemitsu M.
2. 発表標題 Aerobic training-induced increase in follistatin-like 1 secretion is associated with eNOS phosphorylation in diabetic rats.
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 66th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toyama Y, Hasegawa N, Horii N, Inoue K, Iemitsu K, Fujie S, Uchida M, Iemitsu M.
2. 発表標題 Effect of musclin on aerobic training-induced reduction of arterial stiffness in obese rats.
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 66th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川夏輝, 藤江隼平, 堀居直希, 内田昌孝, 家光恵子, 外山雄大, 井上健一郎, 浜岡隆文, 家光素行.
2. 発表標題 有酸素性トレーニングによる局所の脂肪組織からのアディポネクチン分泌の亢進が動脈機能に及ぼす影響.
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 家光素行
2. 発表標題 骨格筋由来の性ステロイドホルモンの新たな役割
3. 学会等名 第10回テストステロン研究会/Men ' s Health医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue K, Fujie S, Hasegawa N, Horii N, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Increased serum irisin level by aerobic training is involved in NO production in obese rats.
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 65th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Miyamoto-Mikami E, Tsuji K, Uchida M, Hamaoka T, Tabata I, Iemitsu M.
2. 発表標題 Different responses of arterial stiffness and nitric oxide bioavailability to different exercise training programs.
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 65th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Horii N, Oshiden M, Tsuji K, Xu Y, Mizoguchi T, Okumura E, Tabata I, Iemitsu M.
2. 発表標題 Chlorella intake further enhances anaerobic and aerobic capacities increased by high intensity intermittent training.
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 65th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Horii N, Uchida M, Hasegawa N, Fujie S, Oyanagi E, Yano H, Hashimoto T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Resistance training-induced decrease in circulating C1q is associated with attenuated muscle degradation in senescent mice.
3. 学会等名 American College of Sports Medicine 65th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Effect of aerobic training-induced acceleration of adiponectin secretion from local fat cells on arterial stiffness in elderly.
3. 学会等名 23rd annual congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toyama Y, Hasegawa N, Horii N, Inoue K, Iemitsu K, Fujie S, Uchida M, Iemitsu M.
2. 発表標題 Attenuation of NPR-C binding with muscle-derived musclin is related to reduced cardiovascular disease risks by aerobic exercise training in type 2 diabetic rats.
3. 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Iemitsu K, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Aerobic exercise training-induced changes in anti-inflammatory adipokines secretion from local source are related to reduction of arterial stiffness in elderly.
3. 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Horii N, Uchida M, Maeda S, Iemitsu M.
2. 発表標題 Elevation of arterial adropin secretion by aerobic exercise training is related to vasodilation via increase in nitric oxide production in aged mice.
3. 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inoue K, Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Iemitsu M.
2. 発表標題 Aerobic exercise training-induced increase in muscle-derived Follistatin-like 1 (FSTL1) secretion is associated with nitric oxide production in type 2 diabetic rats.
3. 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hasegawa N, Horii N, Fujie S, Uchida M, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Serum C1q level is a novel biomarker of cardiovascular diseases risk.
3. 学会等名 11th international SCWD conference on cachexia, sarcopenia and muscle wasting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Horii N, Uchida M, Hasegawa N, Fujie S, Mizoguchi T, Okumura E, Sanada K, Iemitsu M.
2. 発表標題 Chlorella intake prevents aging-induced muscle atrophy and fibrosis in senescent mice.
3. 学会等名 11th international SCWD conference on cachexia, sarcopenia and muscle wasting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hasegawa N, Horii N, Fujie S, Uchida M, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Habitual aerobic exercise-induced decrease in circulating C1q level is associated with reduction of cardiovascular diseases risks in the elderly.
3. 学会等名 Epidemiology and Prevention and Lifestyle and Cardiometabolic Health 2019 Scientific Sessions (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Maeda S, Padilla J, Martinez-Lemus LA, Iemitsu M.
2. 発表標題 Salusin- is a novel biomarker of cardiovascular disease risk in aging and exercise lifestyle: Cross-Sectional and Intervention Study.
3. 学会等名 Epidemiology and Prevention and Lifestyle and Cardiometabolic Health 2019 Scientific Sessions (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 家光素行.
2. 発表標題 運動による骨格筋由来生理活性因子(マイオカイン)の分泌と抗加齢効果.
3. 学会等名 第18回日本抗加齢医学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 家光素行.
2. 発表標題 サルコペニアに関わる新規マイオカイン.
3. 学会等名 日本スポーツ栄養学会第5回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 家光素行.
2. 発表標題 運動と栄養による動脈硬化の改善効果と分子機序.
3. 学会等名 第9回ILSI Japanライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川夏輝, 藤江隼平, 堀居直希, 王子田萌, 家光素行.
2. 発表標題 若年者におけるトゲドコロの長期摂取が心血管疾患リスクに及ぼす影響.
3. 学会等名 第71回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤江隼平, 長谷川夏輝, 堀居直希, 溝口亨, 大西真人, 内田昌孝, 家光素行.
2. 発表標題 2型糖尿病ラットの長期クロレラ摂取は血管内皮由来拡張物質の産生増大を介して動脈硬化度を低下させる.
3. 学会等名 第71回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀居直希, 内田昌孝, 長谷川夏輝, 家光素行.
2. 発表標題 習慣的なレジスタンス運動による血中C1q濃度の低下は筋損傷後の再生能力の回復に關与する.
3. 学会等名 第25回日本運動生理学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長谷川夏輝, 藤江隼平, 堀居直希, 内田昌孝, 田畑泉, 家光素行.
2. 発表標題 異なる運動様式のトレーニングが動脈血管拡張因子に及ぼす影響.
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井上健一郎, 藤江隼平, 長谷川夏輝, 堀居直希, 真田樹義, 浜岡隆文, 家光素行.
2. 発表標題 肥満者の有酸素性トレーニングによる血中irisin濃度の増大は動脈硬化度の低下に關与する.
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤江隼平, 長谷川夏輝, 真田樹義, 浜岡隆文, 家光素行.
2. 発表標題 降圧ペプチドホルモンsalusin- の分泌変化は中高齢者の習慣的な有酸素性運動による血圧低下に關与する.
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 家原蒼一朗, 堀居直希, 藤江隼平, 長谷川夏輝, 内田昌孝, 家光素行.
2. 発表標題 2型糖尿病ラットの異なる運動様式に対する筋内のFstI1発現の変動.
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 堀居直希, 内田昌孝, 長谷川夏輝, 藤江隼平, 橋本健志, 小柳えり, 矢野博己, 家光素行.
2. 発表標題 習慣的なレジスタンス運動は血中C1q濃度の低下を介して加齢に伴う筋の線維化を抑制する.
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Uchida M, Horii N, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Serum salusin- level is associated with exercise training-induced reduction of arterial stiffness in the elderly.
3. 学会等名 64nd American College of Sports Medicine Annual Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Hasegawa N, Fujie S, Uchida M, Horii N, Kurihara T, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2 . 発表標題 Serum CTRPs levels are associated with exercise training-induced reduction of arterial stiffness in the elderly.
3 . 学会等名 64nd American College of Sports Medicine Annual Meeting 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Horii N, Uchida M, Hasegawa N, Fujie S, Oyanagi E, Yano H, Hashimoto T, Iemitsu M.
2 . 発表標題 Reduced serum C1q by resistance training is related to the prevention of sarcopenia.
3 . 学会等名 ACFS 2017 3rd Asian Conference for Frailty and Sarcopenia (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Uchida M, Horii N, Hasegawa N, Fujie S, Oyanagi E, Yano H, Hashimoto T, Iemitsu M.
2 . 発表標題 Aerobic and resistance training-induced attenuation of chronic inflammation involves functional change of macrophages in various tissues of senescent mice.
3 . 学会等名 ACFS 2017 3rd Asian Conference for Frailty and Sarcopenia (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Miyamoto-Mikami E, Tsuji K, Uchida M, Hamaoka T, Tabata I, Iemitsu M.
2 . 発表標題 Short lasting exhaustive high-intensity intermittent exercise reduces arterial stiffness through enhancement of aortic NO bioavailability.
3 . 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2017 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Fujie S, Hasegawa N, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Change in salusin- is related to aerobic exercise training-induced blood pressure reduction in middle-aged and older adults.
3. 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Inoue K, Fujie S, Hasegawa N, Horii N, Sanada K, Hamaoka T, Iemitsu M.
2. 発表標題 Aerobic exercise training-induced increase in circulating irisin level is associated with reduced arterial stiffness in obesity.
3. 学会等名 American Heart Association scientific sessions 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究分担者	真田 樹義 (Sanada Kiyoshi) (50421227)	立命館大学・スポーツ健康科学部・教授 (34315)	
研究分担者	橋本 健志 (Hashimoto Takeshi) (70511608)	立命館大学・スポーツ健康科学部・教授 (34315)	
研究分担者	金森 雅夫 (Kanamori Masao) (90127019)	立命館大学・スポーツ健康科学部・教授 (34315)	