

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00574

研究課題名(和文) 骨格筋由来の生理活性因子による運動効果の機序究明とバイオマーカーの開発

研究課題名(英文) Investigation of exercise effects by bioactive factors secreted by skeletal muscle and biomarker development

研究代表者

鈴木 克彦 (Suzuki, Katsuhiko)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・教授

研究者番号：80344597

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,800,000円

研究成果の概要(和文)：運動に伴い骨格筋から分泌されるエクソソームの質的変動とその役割についての検証を進めた。マウス骨格筋に対する電気刺激負荷による筋収縮モデルを用いて、血液中のエクソソームに含まれるmiRNAおよびmRNAの発現量の変化を網羅的に解析した結果、筋収縮によりmiR-1やmiR-133などの筋特異的microRNAの発現量が増加することを明らかにした。また、マウス胎児脳海馬由来初代神経細胞にエクソソームを添加することによるmRNAの差次的発現解析を実施した結果として、筋収縮を負荷したマウスの血液中エクソソームは132種類のmRNAの発現を変化させ、細胞増殖などの機能活性があることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨格筋や腸由来のエクソソームは神経や免疫応答の細胞増殖に機能することや、カテキンの一つであるEGCGは腸由来のエクソソームの粒子数の減少だけでなく、炎症応答を抑制することが示された。特徴的な変化として、EGCG処理によってエクソソーム中の炎症性サイトカインの減少が確認された。肥満においては、炎症性サイトカインの血中濃度が上昇し、食事・運動療法で減少することが報告されている。これらの結果は、これまで緑茶、とりわけEGCGの機能性として報告されてきた抗炎症作用や抗肥満効果を支持すると考えられる。緑茶と運動の併用によって、抗肥満を含めた有益な健康作用が今後の研究によって示されることが期待される。

研究成果の概要(英文)： This study investigated the role of exosomes derived from skeletal muscle and characterize the quality following exercise. Skeletal muscles of mice were stimulated electronically or by exercise to release exosomes into blood and culture medium, and microRNA and mRNA expression levels were analyzed using a next generation sequencer. It was demonstrated that muscle contraction induced muscle specific microRNA such as miR-1 and miR-133. Also, these exosomes were added to primary culture cells from mouse brain hippocampus, and 132 kinds of mRNA associated with functional activity of cell growth were induced. Based on these findings, promising biomarker development is under investigation.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：運動 骨格筋 分子生物学的解析

1. 研究開始当初の背景

近年、エクソソームとよばれる顆粒がさまざまな生理作用を有することが明らかにされた。申請者らの過去の基盤研究(A)の成果として、エクソソームに内包されるマイクロRNA(miRNA)が細胞外へ分泌され、周辺に存在する細胞や血流を介して遠隔の細胞に移動し、標的細胞の遺伝子発現を制御することが分かった。すなわち、miRNAはホルモンやサイトカインと同様に細胞間情報伝達を担い、特定の組織において転写されたmiRNAが、組織液あるいは血液を介して他の組織において遺伝子発現を制御している可能性が考えられた。

運動や身体活動を担う骨格筋は総重量が生体の約50%にも達し、骨格筋で転写されるmiRNAを総量としてみた場合、骨格筋由来の分子は他の組織由来の分子に比べ多量に存在すると考えられる。実際に、血中分泌型miRNAのプロファイリングをレジスタンス運動前後で比較したところ、骨格筋において発現している複数のmiRNAが検出された。また、運動誘発性炎症モデルをマウスに適用したところ、いくつかのmiRNAの発現動態が血中、骨格筋、肝臓等の実質臓器で異なっていた。以上より、特定の組織で転写されたmiRNAが、単なる拡散によって組織液あるいは血液に移動するのではなく、何らかの選択的な調節機序により複数の臓器がmiRNAネットワークを形成していると想定される。

そこで本研究では、血液や骨格筋の培養液などからエクソソームを単離・回収し、細胞内代謝環境の変化や筋収縮刺激に伴うエクソソームの量的・質的変動を明らかにし、運動に伴う骨格筋由来の生理活性因子による生体調節機構に新たな知見を得る。また、運動に伴うエクソソームの変動を検証し、運動やストレスを反映する新規バイオマーカーとしての妥当性を検討する。

2. 研究の目的

食品成分の吸収を担う器官である腸の微小環境が、身体や脳の機能維持に強く関連することが多く報告されている。その腸から他器官へのコミュニケーションの仲介役の一つとして、細胞外の小胞であるエクソソームが近年注目されている。エクソソームは、生理的条件下に反応してさまざまな細胞から分泌される脂質二重膜の細胞外小胞である。エクソソーム内部には、miRNAやmRNAなどの核酸やタンパク質等の細胞内成分が含まれており、細胞間の情報伝達を担うとされている。腸においてもエクソソームの放出が確認されているものの、食品成分により制御される腸由来のエクソソームについては研究の発展途上である。また、肌表面へのストレス刺激は、表皮下層にある真皮層の生理機能へ影響を与えることが報告されており、エクソソームの介在が示唆されている。そこで本研究では、腸や肌由来のエクソソーム内包物のプロファイリング解析から、食品成分やストレスが影響するエクソソームの機能性変化について、包括的に解析することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、電気刺激による筋収縮および持久的運動の負荷により分泌されるエクソソームの機能解析を行った。具体的には、安静マウスおよび電気刺激負荷マウス、持久的運動負荷マウスから精製した血清エクソソームを骨格筋細胞および脳神経細胞に添加して、細胞の増殖能や分化能の違いを検証した。さらに、持久的運動後に採取した血液および骨格筋の培養上清からエクソソームを精製して、大規模並列シーケンサーを用いた各種RNAの網羅的発現解析を行い、運動ストレスを反映する新規バイオマーカーを探索した。

また、腸由来のエクソソームの想定として、腸管上皮モデルである分化Caco-2細胞を用い、緑茶の成分の一つであるEpigallocatechin gallate(EGCG)が与えるエクソソームの機能性変化を解析した。培養上清中のエクソソームはPSビーズによって精製し、ナノ粒子解析システムによって粒子数や粒径を測定した。エクソソーム中のタンパク質発現はnanoLC-MS/MSにて分析し、遺伝子発現はRNA-seqを用いて網羅的に解析した。また、肌由来のエクソソームの想定としてヒト表皮角化細胞HaCaT細胞を用い、ストレスホルモンの一種であるコルチゾールが与えるエクソソームの機能性変化を解析した。さらに、表皮角化細胞由来のエクソソームを精製した後、ヒト皮膚線維芽細胞NB1RGBへ投与し、遺伝子発現の変化をRNA-seqを用いて網羅的に解析した。

4. 研究成果

運動に伴い骨格筋から分泌されるエクソソームの質的な変動とその役割についての検証を進めるために、マウス骨格筋に対する電気刺激負荷による筋収縮モデルを用いて、血液中のエクソソームに含まれるmiRNAおよびmRNAの発現量の変化を網羅的に解析した結果、筋

収縮により miR-1 や miR-133 などの筋特異的 miRNA の発現量が増加することを明らかにした。また、マウス胎児脳海馬由来初代神経細胞にエクソソームを添加することによる mRNA の差次的発現解析を実施した結果として、筋収縮を負荷したマウスの血液中エクソソームは 132 種類の mRNA の発現を変化させることを見出した。Gene Ontology 解析により発現変動した mRNA は細胞増殖などの機能活性があることが示された。

さらに、マウスから摘出した骨格筋を培養して、培養液中に分泌されるエクソソームの変動について検証した。高脂肪食負荷による肥満モデルマウスに持続的走行運動トレーニングを負荷することで、miR-486b などの複数の miRNA の発現量が骨格筋分泌エクソソームで変化することを明らかにした。また、異なる時間帯での運動トレーニングの影響を検討した結果、明期と暗期の運動トレーニングでは miR-434 などの複数の miRNA の発現量に違いが認められた。

一方、Caco-2 細胞由来のエクソソームを解析した結果、EGCG 処理によって、対照群と比べ粒子数が 1/6 にまで減少し、粒径も 16%程度減少することが示された。食品成分がエクソソームの性状に影響を与える可能性が示唆された。また、対照群と EGCG 処理群では、エクソソームの内包タンパク質の発現量に差異が認められた。分化 Caco-2 細胞由来のエクソソーム全体では免疫応答や細胞増殖に関与したタンパク質が特に濃縮されていることが示された。一方で、EGCG 処理のエクソソーム内包タンパク質では、肌の恒常性維持や炎症抑制作用などの機能が示唆された。以上の結果から、食品成分によって腸由来エクソソームの粒子数や粒径、内包タンパク質が変化することが明らかとなった。

HaCaT 細胞由来のエクソソームの解析では、粒径や粒子数は、対照群とコルチゾール処理群に顕著な差は見られなかった。一方で、エクソソーム内の miRNA およびタンパク質は、両群間で多くの発現変動が認められた。発現変動した miRNA の標的遺伝子には、血管新生やコラーゲン代謝、サイトカイン分泌など、皮膚の恒常性維持に関連する遺伝子が濃縮されていた。また、発現変動したタンパク質でも、上皮形成やサイトカインなどの皮膚に関連するタンパク質が濃縮されていた。表皮角化細胞のコルチゾール処理は、その分泌エクソソーム中の皮膚恒常性に関わる因子に影響を与えることが示唆された。さらに、HaCaT 細胞由来エクソソームを NB1RGB に投与したところ、サイトカインシグナルに関連する遺伝子の発現変動が示された。表皮角化細胞由来のエクソソーム中のコルチゾール処理による皮膚恒常性に関わる因子の成分変化は、特に、線維芽細胞のサイトカイン分泌の調節に影響を与える可能性が考えられた。

本研究において、腸由来エクソソーム自体は大きく免疫応答や細胞増殖に機能することや、茶カテキンの一つである EGCG は腸由来のエクソソームの粒子数の減少だけでなく、その含有タンパク質の変化によって炎症応答を抑制することが示唆された。特徴的な変化として、EGCG 処理によってエクソソーム中の炎症性サイトカインであるマクロファージ遊走阻止因子 (MIF) の減少が確認された。肥満においては、炎症性サイトカインであるマクロファージ遊走阻止因子 (MIF) の血中濃度が上昇し、食事・運動療法で減少することが報告されている。これらの結果は、これまで緑茶、とりわけ EGCG の機能性として報告されてきた抗炎症作用や抗肥満効果を支持すると考えられる。緑茶と運動との併用によって、抗肥満を含めた有益な健康作用が今後の研究によって示されることが期待される。

軽度の運動は、ストレスホルモンであるコルチゾールの分泌を減少させる一方で、過度な運動はコルチゾールの分泌を亢進することが分かっており、身体へのストレスシグナルとなると考えられている。本研究の結果から、コルチゾールの表皮への刺激は、エクソソームを介して肌の恒常性に影響を与えることが示唆されている。軽度の運動が、肌の健康維持に機能することの一端を示す結果になると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 17件）

1. 著者名 Seki Yasuhiro, Aczel Dora, Torma Ferenc, Jokai Matyas, Boros Anita, Suzuki Katsuhiko, Higuchi Mitsuru, Tanisawa Kumpei, Boldogh Istvan, Horvath Steve, Radak Zsolt	4. 巻 24
2. 論文標題 Association among epigenetic modifications by DNA methylation, telomere length, and physical fitness in biological aging	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biogerontology	6. 最初と最後の頁 245 ~ 255
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-2151782/v1	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 該当する
1. 著者名 Suzuki Katsuhiko, Hekmatikar Amir Hossein Ahmadi, Jalalian Shadi, Abbasi Shaghayegh, Ahmadi Elmira, Kazemi Abdolreza, Ruhee Ruheea Taskin, Khoramipour Kayvan	4. 巻 19
2. 論文標題 The Potential of Exerkines in Women's COVID-19: A New Idea for a Better and More Accurate Understanding of the Mechanisms behind Physical Exercise	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 15645 ~ 15645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph192315645	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 該当する
1. 著者名 Yano Satoshi, Suzuki Katsuhiko, Hara Taichi	4. 巻 49
2. 論文標題 Proteomic profiling of intestinal epithelial like cell derived exosomes regulated by epigallocatechin gallate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BioFactors	6. 最初と最後の頁 390 ~ 404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/biof.1918	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 MIZOKAMI TSUBASA, SUZUKI KATSUHIKO	4. 巻 55
2. 論文標題 Neutrophil Depletion Attenuates Acute Liver Stress after Exhaustive Exercise in Mice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 670 ~ 679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000003094	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 Kawanishi Noriaki, Tominaga Takaki, Suzuki Katsuhiko	4. 巻 in press
2. 論文標題 Electrical pulse stimulation-induced muscle contraction alters the microRNA and mRNA profiles of circulating extracellular vesicles in mice	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpregu.00121.2022	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 Hirata Michiko, Tominari Tsukasa, Ichimaru Ryota, Takiguchi Naruhiko, Tanaka Yuki, Takatoya Masaru, Arai Daichi, Yoshinouchi Shosei, Miyaura Chisato, Matsumoto Chiho, Ma Sihui, Suzuki Katsuhiko, Grundler Florian M. W., Inada Masaki	4. 巻 15
2. 論文標題 Effects of 4-Demethylnobiletin and 4-Demethyltangeretin on Osteoclast Differentiation In Vitro and in a Mouse Model of Estrogen-Deficient Bone Resorption	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1403 ~ 1403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu15061403	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 Yoshinouchi Shosei, Karouji Kento, Tominari Tsukasa, Sugasaki Moe, Matsumoto Chiho, Miyaura Chisato, Hirata Michiko, Itoh Yoshifumi, Inada Masaki	4. 巻 644
2. 論文標題 Prostate cancer expressing membrane-bound TGF- α induces bone formation mediated by the autocrine effect of prostaglandin E2 in osteoblasts	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 40 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2022.11.050	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 Yamamoto Hiroto, Uchida Yutaro, Kurimoto Ryota, Chiba Tomoki, Matsushima Takahide, Ito Yoshiaki, Inotsume Maiko, Miyata Kohei, Watanabe Kenta, Inada Masaki, Goshima Naoki, Uchida Tokujiro, Asahara Hiroshi	4. 巻 299
2. 論文標題 RNA-binding protein LIN28A upregulates transcription factor HIF1 α by posttranscriptional regulation via direct binding to UGAU motifs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 102791 ~ 102791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2022.102791	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 Tanaka Ryo, Yoshinouchi Shosei, Karouji Kento, Tanaka Yuki, Tominari Tsukasa, Hirata Michiko, Matsumoto Chiho, Itoh Yoshifumi, Miyaura Chisato, Inada Masaki	4. 巻 13
2. 論文標題 A mouse model of lung cancer induced via intranasal injection for anticancer drug screening and evaluation of pathology	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 FEBS Open Bio	6. 最初と最後の頁 51 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.13486	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 Matsunobe Michio, Motohashi Norio, Aoki Eito, Tominari Tsukasa, Inada Masaki, Aoki Yoshitsugu	4. 巻 323
2. 論文標題 Caveolin-3 regulates the activity of Ca ²⁺ /calmodulin-dependent protein kinase II in C2C12 cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 C1137 ~ C1148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpcell.00077.2022	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 OG Chortane, R Hammami, S Amara, SG Chortane, K Suzuki et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 : Effects of multicomponent exercise training program on biochemical and motor functions in patients with Alzheimer 's dementia.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 4112
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 MM Shamsi, A Vahed, AHA Hekmatikar, K Suzuki.	4. 巻 9
2. 論文標題 Combined effects of exercise training and nutritional supplementation in cancer patients in the context of the COVID-19: A perspective study.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Nutrition	6. 最初と最後の頁 383
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 H Arazi, SS Dadvand, K Suzuki.	4. 巻 14
2. 論文標題 Effects of exercise training on depression and anxiety with changing neurotransmitters in methamphetamine long term abusers: A narrative review.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biomedical Human Kinetics	6. 最初と最後の頁 117-126
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Y Tanabe, N Fujii, K Suzuki.	4. 巻 14
2. 論文標題 Dietary supplementation for attenuating exercise-induced muscle damage and delayed-onset muscle soreness in humans	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 70
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 H Nobari, S Saedmocheshi, LH Chung K Suzuki et al.	4. 巻 19
2. 論文標題 An overview on how exercise with green tea consumption can prevent the production of reactive oxygen species and improve sports performance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 218
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 S Taherkhani, K Suzuki, L Castell.	4. 巻 9
2. 論文標題 A short overview of changes in inflammatory cytokines and oxidative stress in response to physical activity and antioxidant supplementation.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 886
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 K Suzuki, T Tominaga, RT Ruhee, S Ma.	4. 巻 9
2. 論文標題 Characterization and modulation of systemic inflammatory response to exhaustive exercise in relation to oxidative stress	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 401
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 川西範明、富永貴輝、鈴木克彦
2. 発表標題 加齢による骨格筋由来の分泌エクソソームのmicroRNA発現プロファイルの変動.
3. 学会等名 第77回日本体力医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲田 全規
2. 発表標題 筋骨格系の恒常性と機能性因子
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 磯村佳奈、富成司、平田美智子、稲田全規
2. 発表標題 骨髄芽球由来の好中球によるサイトカイン産生の検討
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 磯村佳奈、富成司、平田美智子、稲田全規
2. 発表標題 骨髄芽球より分化誘導された好中球によるサイトカイン産生の検討
3. 学会等名 第95回日本生化学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲田 全規
2. 発表標題 加重力および微小重力下の運動によるマウス筋骨格系への影響
3. 学会等名 日本未病学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青木 鋭人、松延 道生、本橋 紀夫、富成 司、稲田 全規、青木 吉嗣
2. 発表標題 Caveolin-3発現が骨格筋細胞に与える影響
3. 学会等名 第8回日本筋学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高戸谷 賢、富成 司、松本 千穂、宮浦 千里、平田 美智子、青木 吉嗣、稲田 全規
2. 発表標題 プロスタグランジンJ2による筋細胞増殖と分化の抑制作用
3. 学会等名 第8回日本筋学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富成司、松本千穂、平田美智子、田中優樹、高戸谷賢、稲田全規
2. 発表標題 細胞内活性酸素による破骨細胞の分化制御
3. 学会等名 第40回日本骨代謝学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芳之内翔成、唐牛健杜、菅崎萌、山崎徳道、富成司、平田美智子、丸山隆幸、稲田全規
2. 発表標題 乳癌エクソソームの膜型HB-EGFによるプロスタグランジンE2産生誘導と骨破壊の促進
3. 学会等名 第40回日本骨代謝学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中歩、富成司、田中彩映子、松本千穂、平田美智子、宮浦千里、稲田全規
2. 発表標題 プロスタグランジンD2による筋細胞分化制御の解析
3. 学会等名 第40回日本骨代謝学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富永貴輝、川西範明、荒谷真由、鈴木克彦.
2. 発表標題 高脂肪食餌摂取や運動トレーニングによって変化する骨格筋由来の分泌エクソソームのマイクロRNAの網羅的探索
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 K Suzuki
2. 発表標題 Involvement of Neutrophils in Exercise-induced Muscle Damage and its Prevention
3. 学会等名 The 6th Int'l Conference on Inflammation Research (CIR 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Hamid Arazi, Behzad Taati and Katsuhiko Suzuki.	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Recent Research Advances in Biology Vol. 5, 155-168, Book Publisher International, London, UK, 2021.	5. 総ページ数 14
3. 書名 HMB Supplementation and Resistance Training: Current Overview on Inflammation, Oxidative Stress and Cardiovascular Risk Factors.	

〔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	原 太一 (Hara Taichi) (00392374)	早稲田大学・人間科学学術院・教授 (32689)	
研究分担者	川西 範明 (Kawanishi Noriaki) (00706533)	千葉工業大学・先進工学部・教授 (32503)	
研究分担者	稲田 全規 (Inada Masaki) (80401454)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (12605)	

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
---------	---------