

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：35315

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K17697

研究課題名（和文）運動器血管障害における終末糖化産物の役割解明と運動による新規治療メカニズムの探索

研究課題名（英文）Investigation of the role of advanced glycation end products in musculoskeletal vascular disease and exploration of novel therapeutic mechanisms induced by exercise

研究代表者

田中 雅侑（Tanaka, Masayuki）

岡山医療専門職大学・健康科学部 理学療法学科・助教

研究者番号：10780497

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）：本研究では、1）糖化ストレスが骨格筋の毛細血管網に与える影響、および2）糖化ストレスによる筋毛細血管障害に対する運動介入の効果を解明することを目的とした。本研究により、糖化ストレスが主に速筋における毛細血管網を退行させることを明らかとした。また、骨格筋の毛細血管は運動により増加することが知られているが、糖化ストレス負荷が運動による毛細血管の増加効果を減弱する可能性が示唆された。この背景には、運動による血管新生因子の増加反応が糖化ストレスにより低下することを確認した。以上の結果は、糖化ストレスが筋毛細血管構築の破綻に関与し、運動に対する毛細血管の適応性変化を障害することを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨格筋内の毛細血管は筋細胞に酸素や糖など筋の成長や代謝活動に必要な物質を送達する重要な役割を担っており、筋の量や持久力、糖代謝能などを規定している。加齢や慢性疾患により身体は糖化ストレスに曝されるが、これまで糖化ストレスが骨格筋内の血管構築に及ぼす影響は不明であった。本研究では糖化ストレスが骨格筋内の毛細血管構築を障害すること、および運動による筋内の毛細血管新生を減弱することが明らかとなり、骨格筋内の毛細血管の健康を維持するには糖化ストレスを制御することが重要であることを示唆できた。本研究成果は、骨格筋の健康維持を目的とした糖化ストレス制御に焦点を当てた介入戦略の構築に有益な情報となると考える。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to elucidate 1) the effects of glycation stress on the capillary network of skeletal muscle and 2) the effects of exercise intervention on muscle capillary rarefaction caused by glycation stress. Glycation stress mainly induced capillary rarefaction in fast-twitch skeletal muscle. In addition, glycation stress attenuated the effect of exercise intervention on capillary growth in fast-twitch skeletal muscle. This effect involved the fact that glycation stress attenuated the increase in angiogenic factors induced by exercise. These results suggest that glycation stress impairs muscle capillary capillary architecture and its adaptability to exercise.

研究分野：リハビリテーション科学、健康科学

キーワード：骨格筋 血管障害 運動 終末糖化産物 毛細血管 糖化ストレス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

糖がタンパク質や脂質と結びつく反応を糖化といい、この糖化反応による生体へのストレスは糖化ストレスと呼ばれる。糖化反応が進むと、糖化反応の最終生成物である終末糖化産物 (Advanced glycation end products: AGEs) が生成・蓄積され、細胞毒性を示すことがある。糖化ストレスは糖尿病性合併症や加齢性疾患の一要因と考えられており、糖尿病や加齢に伴う筋量減少・筋力低下 (サルコペニア) にも関与する。実際、AGEs の皮下蓄積量が多い者ほど骨格筋量や筋力が低下することが、糖尿病患者、透析患者、高齢者などで認められており、糖化ストレスはサルコペニアの要因の一つとして注目されている。しかし、糖化ストレスが筋萎縮や筋力低下を引き起こすメカニズムは依然として不明な点が多い。また、糖化ストレス及び AGEs が糖尿病性細小血管症の発症に関与することは指摘されてきたが、これまで糖化ストレスや AGEs が骨格筋内の血管障害をもたらすかは不明であった。筋内の毛細血管は酸素や栄養素の送達に必要不可欠であり、毛細血管の減少は、組織低酸素による筋の線維化や、アミノ酸の送達障害による同化抵抗性に関与することから、サルコペニア発症に関わる組織学的な決定要素である。したがって、糖化反応の亢進や AGEs の蓄積が骨格筋内の毛細血管障害を介して骨格筋の量や機能低下を招く可能性が考えられた。このことが明らかになれば、筋内毛細血管や筋そのものの健康維持を目的とした糖化ストレスや AGEs を治療標的とした新たな介入戦略の開発につながることを考えた。

運動は骨格筋の毛細血管を増加させる有用な手段である。持久運動やレジスタンストレーニングは、骨格筋中の毛細血管新生因子の発現増加を通じて骨格筋の血管新生を促す。また、低活動や慢性疾患は血管新生を抑制する因子の発現を増加させ、筋内毛細血管の退行を招くが、これらの変化に対しても運動は治療的な効果を発揮する。しかしながら、糖化ストレスに曝された骨格筋における毛細血管構造の変化に対して、運動が治療的な効果を発揮するかどうか、さらにその作用メカニズムは不明である。そこで、本研究では糖化ストレスを負荷した動物モデルを作製し、糖化ストレスが筋毛細血管に及ぼす影響、および運動による治療効果とそのメカニズムを解明することを目的とした。

2. 研究の目的

本研究では、1) 糖化ストレスが骨格筋の毛細血管網に与える影響、2) 糖化ストレスによる筋毛細血管障害に対する運動介入の効果を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では3つの動物実験を行った。本研究における動物実験は、動物実験に関する規程に従い、動物実験委員会の審査・承認を経て実施された。

(実験1) 糖化ストレスが骨格筋の毛細血管網に与える影響

8週齢の雄性SDラットを、AGEsの前駆体であるメチルグリオキサール (Methylglyoxal: MGO) 0.5%を含む飲料水を自由摂取させる群 (MGO群) と対照群 (Con群) の2群に区分した。10週間経過後、遅筋であるヒラメ筋と速筋である長趾伸筋を摘出し、解析を行った。

(実験2) 終末糖化産物を負荷した動物に対する持久運動の効果

雄性ICRマウスを通常飼料を摂取させた群 (Con群)、通常飼料を摂取させトレッドミルによる運動介入を行った群 (Ex群)、加熱処理によりAGEsを多く含んだ飼料を摂取させた群 (AGE群)、AGEs高含有飼料を摂取させ運動介入を行った群 (AGE+Ex群) の4群に区分した。実験期間は16週間とし、運動介入群には実験開始12週目からトレッドミルによる強制走行運動介入を4週間実施した。運動プロトコールは速度15~25 m/min、1回当たり60分間、週5回とした。解析は足底筋を対象とした。

(実験3) 終末糖化産物前駆体を負荷した動物に対するレジスタンス運動の効果

8週齢の雄性SDラットを、終末糖化産物の前駆体であるMGOを0.5%含む飲料水を自由摂取させる群 (MGO群) と対照群 (Con群) の2群に区分した。10週間経過後、麻酔下で左側の前脛骨筋に対して経皮的電気刺激による等尺性の超最大収縮を施し、レジスタンス運動を行わせた (RE側)。電気刺激条件は、刺激周波数100 Hz、刺激電流値40~50 mAとして、1セット当たり3秒オン7秒オフを10回繰り返し、3分間の休憩を挟み5セット行った。一方、右側は刺激を行わない非RE側とした。最後の刺激から6時間後に両側の前脛骨筋を採取した。また、SUnSET法により筋タンパク質合成速度を測定するため、前脛骨筋を採取する15分前にPuromycin溶液 (0.04 μ M) を腹腔内投与した。採取した筋試料から骨格筋の肥大と血管新生に関わるタンパク質発現量をウエスタンブロッティング法で測定した。

4. 研究成果

(実験1) 糖化ストレスが骨格筋の毛細血管網に与える影響

10週間後のヒラメ筋および長趾伸筋の重量は両群間に差を認めなかった。それぞれの筋の薄切切片を作製しヘマトキシリンエオジン染色を施し、筋細胞を観察したところ、長趾伸筋においてのみ単位面積当たりの筋線維数がCon群に比べてMGO群で増加しており、筋細胞径の縮小(萎縮)が認められた。さらに、アルカリフォスファターゼ染色を施し筋線維数に対する毛細血管数の比率を算出したところ、速筋である長趾伸筋においてのみMGO摂取による毛細血管数の減少が認められた(図1)。このメカニズムを明らかにすべく、血管構造の制御に関わる因子の発現量をウエスタンブロッティング法にて解析したところ、血管新生抑制因子(Thrombospondin-1)の発現量ではCon群とMGO群との差は認められなかった。一方で、血管新生促進因子(Vascular Endothelial Growth Factor: VEGF)の発現量がCon群に対してMGO群で低値を示した。以上の結果から、終末糖化産物前駆体であるMGOの摂取による糖化ストレスは速筋における毛細血管を退行させ、その背景に血管新生因子の発現量低下が関与していることが示唆された。さらに、速筋における毛細血管退行は筋線維径の萎縮に関与している可能性が考えられる。今後はこれらの現象の詳細なメカニズムを解明することが課題である。

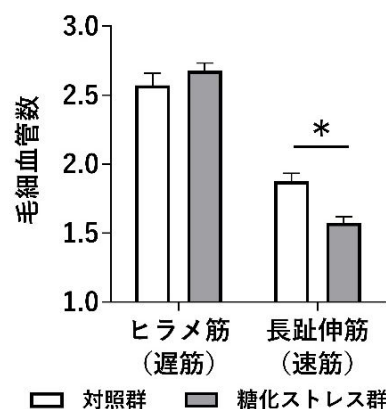


図1. 糖化ストレス曝露による遅筋及び速筋における毛細血管数の変化

*は対照群との有意差を示す($p < 0.05$)。

(実験2) 終末糖化産物を負荷した動物に対する持久運動の効果

16週間経過後、各群の足底筋の重量に差は認められなかった。運動介入を行ったEx群では、Con群と比べてVEGFの発現量増加とともに筋内毛細血管数の増加が認められた。一方で、AGEsを多く含んだ飼料を摂取したAGE+Ex群ではAGE群に比べて毛細血管数の増加が認められたものの、その増加幅は通常飼料を摂取したEx群に比べて小さかった。さらに、AGE+Ex群におけるVEGFの発現量増加は僅かであったことから、終末糖化産物の摂取に伴う糖化ストレスの負荷により、持久運動により得られる筋内毛細血管の増加反応が減弱したと考えられる。一方で、4週間の持久運動介入は、AGEsの除去に関わる受容体の発現量を上昇させたため、持久運動はAGEsの除去能力を高める可能性が示唆された。今後はこれらの現象の背景となる詳細なメカニズムを解明することが課題となる。

(実験3) 終末糖化産物前駆体を負荷した動物に対するレジスタンス運動の効果

10週間経過後、前脛骨筋の重量は2群間で差を認めなかった。筋タンパク質合成速度は、Con群において非RE側に比べてRE側で高値を示したが、MGO群では非RE側とRE側との間で差を認めなかった。また、筋タンパク質合成経路の主要なシグナル分子であるp70S6KとS6rpの活性化は、両群共に非RE側に対してRE側で高値を示したが、RE側の測定値はCon群に比べてMGO群で低値となった。さらに、血管新生に関与する因子VEGFの発現量は、Con群においてREにより増加したが、MGO群ではREによる増加を認めなかった(図2)。以上の結果から、レジスタンス運動による骨格筋の筋肥大シグナルおよび血管新生シグナルの分子応答は、糖化ストレスの負荷により減弱することが明らかとなった。これらの結果から、糖化ストレスはレジスタンス運動に伴う筋肥大反応や毛細血管の増加反応を減弱することが示唆された。今後の研究では、さらに詳細なメカニズムを解明することが必要と考えられる。

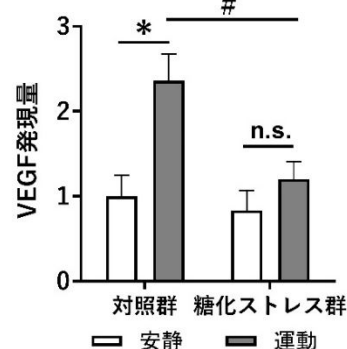


図2. 糖化ストレスによるVEGF発現への影響

*は安静群との有意差、#はCon群との有意差を示す($p < 0.05$)。

骨格筋内の毛細血管は筋細胞に酸素や糖など筋の成長や代謝活動に必要な物質を送達する重要な役割を担っており、筋の持久力や糖代謝能を規定している。加齢や慢性疾患により身体は糖化ストレスに曝されるが、これまで糖化ストレスが骨格筋内の血管構築に及ぼす影響は不明であった。本研究では、糖化ストレスが特に速筋の毛細血管構造を退行させること、および運動による筋内の毛細血管新生を減弱することが明らかとなり、骨格筋内の毛細血管の健康を維持するには糖化ストレスを制御することが重要であることを示唆できた。本研究成果は、骨格筋の健康維持を目的とした糖化ストレス制御に焦点を当てた介入戦略の構築に有益な情報となると考える。また、糖化ストレスがどのように筋内毛細血管を退行させるのか、あるいはどのようなメカニズムで運動による血管適応を抑制するのか詳細なメカニズム解明も今後必要と考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kanazashi Miho, Iida Tadayuki, Nakanishi Ryosuke, Tanaka Masayuki, Ikeda Hiromi, Takamiya Naomi, Maeshige Noriaki, Kondo Hiroyo, Nishigami Tomohiko, Harada Toshihide, Fujino Hidemi	4. 巻 15
2. 論文標題 Brazilian Propolis Intake Decreases Body Fat Mass and Oxidative Stress in Community-Dwelling Elderly Females: A Randomized Placebo-Controlled Trial	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 364 ~ 364
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu15020364	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 Nakanishi Ryosuke, Kanazashi Miho, Tanaka Masayuki, Tanaka Minoru, Fujino Hidemi	4. 巻 19
2. 論文標題 Impacts of Astaxanthin Supplementation on Walking Capacity by Reducing Oxidative Stress in Nursing Home Residents	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 13492 ~ 13492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph192013492	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 前重 伯壮, 吉川 義之, 植村 弥希子, 平沢 良和, 田中 雅侑, 河辺 信秀, 藤井 美樹, 寺師 浩人, 藤野 英己	4. 巻 3
2. 論文標題 糖尿病患者の足部・足関節周囲筋に対するストレッチングの効果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本フットケア・足病医学会誌	6. 最初と最後の頁 71 ~ 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34466/jjsfcpm.3.2_71	査読の有無 無
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 Yoshikawa Yoshiyuki, Maeshige Noriaki, Uemura Mikiko, Tanaka Masayuki, Kawabe Nobuhide, Yamaguchi Atomu, Fujino Hidemi, Terashi Hiroto	4. 巻 10
2. 論文標題 Prediction of callus and ulcer development in patients with diabetic peripheral neuropathy by isosceles triangle-forming tuning fork	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SAGE Open Medicine	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) 10.1177/20503121221085097	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 Tanaka Masayuki、Kanazashi Miho、Kondo Hiroyo、Fujino Hidemi	4. 巻 65
2. 論文標題 Time course of capillary regression and an expression balance between vascular endothelial growth <sc>factor A</sc> and thrombospondin 1 in the soleus muscle of hindlimb unloaded rats	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Muscle & Nerve	6. 最初と最後の頁 350 ~ 360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mus.27478	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 Yoshikawa Yoshiyuki、Maeshige Noriaki、Tanaka Masayuki、Uemura Mikiko、Hiramatsu Terutaka、Fujino Hidemi、Sugimoto Masaharu、Terashi Hiroto	4. 巻 in press
2. 論文標題 Relationship between the cleaning frequency and healing time of pressure ulcers in elderly receiving home care: An observational pilot study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Wound Care	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) 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 TANAKA Masayuki、KANAZASHI Miho、MATSUMOTO Tomohiro、KONDO Hiroyo、ISHIHARA Akihiko、FUJINO Hidemi	4. 巻 42
2. 論文標題 Mild hyperbaric oxygen exposure attenuates rarefaction of capillary vessels in streptozotocin-induced diabetic soleus muscle in rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2220/biomedres.42.1	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 Kanazashi Miho、Tanaka Masayuki、Maezawa Toshiyuki、Fujino Hidemi	4. 巻 122
2. 論文標題 Effects of reloading after chronic neuromuscular inactivity on the three-dimensional capillary architecture in rat soleus muscle	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Histochemica	6. 最初と最後の頁 151617 ~ 151617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.acthis.2020.151617	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 TANAKA Masayuki、KANAZASHI Miho、KONDO Hiroyo、ISHIHARA Akihiko、FUJINO Hidemi	4. 巻 61
2. 論文標題 Licorice flavonoid oil supplementation promotes a reduction of visceral fat in exercised rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	6. 最初と最後の頁 480 ~ 488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23736/S0022-4707.20.11260-X	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 Miho Kanazashi, Masayuki Tanaka, Ryosuke Nakanishi, Noriaki Maeshige, Hidemi Fujino	4. 巻 69
2. 論文標題 Effects of astaxanthin supplementation and electrical stimulation on muscle atrophy and decreased oxidative capacity in soleus muscle during hindlimb unloading in rats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 757 ~ 767
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-019-00692-7	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 Matsumoto T., Tanaka M., Nakanishi R., Takuwa M., Hirabayashi T., Ono K., Ikeji T., Maeshige N., Sakai Y., Akisue T., Kondo H., Ishihara A., Fujino H.	4. 巻 38
2. 論文標題 Transcutaneous carbon dioxide attenuates impaired oxidative capacity in skeletal muscle in hyperglycemia model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 General physiology and biophysics	6. 最初と最後の頁 237 ~ 244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4149/gpb_2018048	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 Matsumoto Tomohiro, Tanaka Masayuki, Ikeji Takuya, Maeshige Noriaki, Sakai Yoshitada, Akisue Toshihiro, Kondo Hiroyo, Ishihara Akihiko, Fujino Hidemi	4. 巻 69
2. 論文標題 Application of transcutaneous carbon dioxide improves capillary regression of skeletal muscle in hyperglycemia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 317 ~ 326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-018-0648-y	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 Tanaka Masayuki, Kanazashi Miho, Maeshige Noriaki, Kondo Hiroyo, Ishihara Akihiko, Fujino Hidemi	4. 巻 69
2. 論文標題 Protective effects of Brazilian propolis supplementation on capillary regression in the soleus muscle of hindlimb-unloaded rats	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 223 ~ 233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-018-0639-z	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 田中雅侑, 前重伯壮, 金指美帆, 中西亮介, 藤野英己	4. 巻 25
2. 論文標題 モノクロタリン誘発性肺高血圧症ラットのヒラメ筋におけるミトコンドリア機能障害と毛細血管退行に対する中周波電気刺激の介入効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 物理療法科学	6. 最初と最後の頁 42 ~ 49
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 上野瑞季, 田中雅侑, 平山佑介, 金指美帆, 松本智博, 前重伯壮, 藤野英己	4. 巻 25
2. 論文標題 心不全による骨格筋の毛細血管退行に対するレーザー照射の治療効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 物理療法科学	6. 最初と最後の頁 50 ~ 56
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 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 田中雅侑, 金指美帆, 近藤浩代, 藤野英己.
2. 発表標題 電気刺激が骨格筋肥大と血管新生の分子シグナルに及ぼす効果は糖化ストレスにより減弱する
3. 学会等名 日本物理療法合同学術大会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中雅侑, 金指美帆, 近藤浩代, 藤野英己.
2. 発表標題 糖化ストレスはラット前脛骨筋におけるレジスタンス運動誘発性の筋タンパク質合成を減弱する
3. 学会等名 第27回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中西亮介, 田中雅侑, 藤野英己.
2. 発表標題 高脂肪食摂取に起因する筋内脂肪蓄積に対する交流磁場刺激の予防効果
3. 学会等名 第87回日本温泉気候物理医学会総会・学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中雅侑, 金指美帆, 近藤浩代, 藤野英己.
2. 発表標題 終末糖化産物前駆体の摂取はレジスタンス運動による筋タンパク質合成を減弱させる
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 中西亮介, Badur un Nisa, 志水沙耶果, 田中雅侑, 平林卓己, 田中稔, 藤野英己.
2. 発表標題 高脂肪食由来の筋内脂肪蓄積に対する交流磁気刺激の効果
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 田中雅侑, 金指美帆, 藤野英己.
2. 発表標題 後肢非荷重期間がラットヒラメ筋における毛細血管と血管新生及び退行因子の発現動態に及ぼす経時的変化
3. 学会等名 第75回日本体力医学会 (web開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金指美帆, 田中雅侑, 奥村将太, 佐竹弘吉, 津森登志子.
2. 発表標題 後肢非荷重期間におけるプラゾシンの投与がラットヒラメ筋に与える影響
3. 学会等名 第75回日本体力医学会 (web開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 天野英紀, 藤澤秋子, Zeidan Hala, 田中雅侑, 近藤浩代, 石原昭彦, 藤野英己.
2. 発表標題 軽度高気圧高酸素曝露が糖尿病による速筋の筋量及び代謝機能障害に及ぼす影響
3. 学会等名 第75回日本体力医学会 (web開催)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Miho Kanazashi, Masayuki Tanaka, Noriaki Maeshige, Hidemi Fujino
2. 発表標題 Combinational effects of electrical stimulation and antioxidant astaxanthin supplementation on muscle atrophy and impaired oxidative capacity within unloaded skeletal muscle
3. 学会等名 World Confederation for Physical Therapy Conference, (Geneva)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中雅侑, 金指美帆, 中西亮介, 近藤浩代, 藤野英己
2. 発表標題 高血糖曝露に伴う骨格筋毛細血管退行に対する高気圧高酸素療法の介入効果
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会 (茨城県)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金指美帆, 飯田忠行, 池田ひろみ, 高宮尚美, 原田俊英, 中西亮介, 田中雅侑, 藤野英己
2. 発表標題 地域高齢者の運動器症候群に対するプロポリス摂取による酸化ストレスの抑制を介した予防効果
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会 (茨城県)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本智博, 田中雅侑, 池冶拓也, 前重伯壮, 藤野英己
2. 発表標題 高脂質食誘導性肥満の骨格筋における筋損傷治癒遅延に対するパルスモード超音波の効果
3. 学会等名 第26回日本物理療法学会学術大会
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
---------	---------