

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03148

研究課題名（和文）糖化ストレスによる運動トレーニング効果の抑制作用の検証 - 糖化研究基盤確立に向けて

研究課題名（英文）The effect of glycative stress on exercise-induced skeletal muscle adaptation

研究代表者

江川 達郎 (Egawa, Tatsuro)

京都大学・人間・環境学研究科・助教

研究者番号：00722331

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、糖化ストレスが運動トレーニング効果に与える影響を明らかにすることを目的とした。マウスを用いた検討により、糖化ストレス負荷（メチルグリオキサールまたはグリセルアルデヒド由来の終末糖化産物AGEsの経口または腹腔投与）は、自発走運動に伴う骨格筋代謝適応や代償性筋肥大処置に伴う筋肥大を抑制することが明らかになった。また若年男性を対象にした解析により、体内の糖化ストレス状態は筋力を低下させる要因であることが明らかになった。以上の結果は、糖化ストレスが運動トレーニング効果を抑制する運動抵抗性因子であ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

骨格筋の量や機能を向上させる手段として運動トレーニングが有効であることは広く知られている。しかし、運動の効果を最大限に得られるトレーニング手法を構築するためにも、運動トレーニング効果に影響をおよぼす因子の機能解析は欠かせない。本研究の成果により、糖化ストレスが運動トレーニング効果を妨げる運動抵抗性因子であることが明らかになった。この成果をもとに臨床研究に発展させることで、糖化ストレスに着眼したより効果的な運動トレーニング手法の構築に貢献できる。これにより、スポーツ科学分野のみならず、運動トレーニング実施が必要なりハビリテーション分野や介護予防分野、宇宙科学分野などへ成果が応用できる。

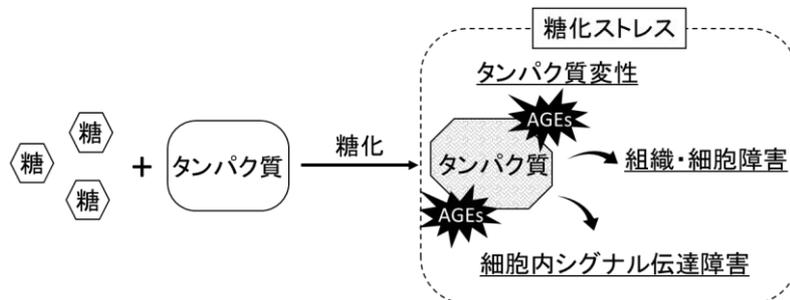
研究成果の概要（英文）：The present study aimed to investigate the effect of glycation stress (glycative stress) on exercise adaptation in skeletal muscle. The glycation stress load such as methylglyoxal or glyceraldehyde-derived AGEs administration impaired voluntary exercise training-induced promotion of skeletal muscle metabolic adaptation and functional overloading-induced skeletal muscle hypertrophy in mice. In addition, there was a negative association between glycation stress condition and muscle power in young men. These findings suggest that glycation stress is an exercise resistance factor that suppresses the exercise training adaptation.

研究分野：運動生物学

キーワード：糖化ストレス 運動抵抗性 骨格筋 終末糖化産物 骨格筋適応

1. 研究開始当初の背景

生体内のタンパク質は、グルコースなどの糖と結合することにより性質が変化する。この反応は「糖化」と呼ばれ、生体内で常に生じている化学反応である。糖化反応の進行により終末糖化産物 (advanced glycation end products: AGEs) の修飾を受けたタンパク質は、組織・細胞障害や細胞内シグナル伝達障害などの「糖化ストレス」を発生させ、身体機能を低下させる。糖化ストレスと骨格筋に関する研究では、体内への AGEs の蓄積が筋量や筋力、歩行速度の低下と相関することが明らかになっており、糖化ストレスは骨格筋の量や機能を低下させ、健康維持・増進に負の作用をもたらす因子であると考えられている。



骨格筋の量や機能を向上させる手段として運動トレーニングが有効であることは広く知られている。しかし、運動の効果を最大限に得られるトレーニング手法を構築するためにも、運動トレーニング効果に影響をおよぼす因子の機能解析は欠かせない。これまでに、運動、特にレジスタンス運動による筋肥大にはホルモン (マイオカイン) 動態やカルシウムイオン動態などの多様な内的因子が関与することが明らかにされてきた。しかし、糖化ストレスに関しては運動トレーニング効果への影響を検証するまでに至っていない。これに対し研究代表者は、骨格筋を対象にした糖化ストレス研究を進める過程で、成長期マウスへの長期の糖化ストレス負荷が筋成長を抑制するという成果を得ている。この成果をもとに、糖化ストレスが運動トレーニングによる骨格筋適応を妨げる抵抗因子として働くのではないかと仮説を立てるに至った。

2. 研究の目的

本研究では、糖化ストレスが運動トレーニング効果、特に骨格筋への影響およびその分子機序の解明を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 持久性トレーニング効果に対する影響

5 週齢雄性 C57BL/6Ncr マウスを通常飼育群 (Sed)、自発走運動群 (Ex)、糖化ストレス負荷群 (MGO)、糖化ストレス負荷+自発運動群 (MGO+Ex) の 4 群 (各群 n = 6) に分類し 4 週間飼育した。糖化ストレス負荷群には糖化産物前駆体である methylglyoxal (MGO, 0.1% w/w) を添加した飲料水を自由摂取させた。Ex 群には、回転ケージによる自発走運動を行わせた。解析は遅筋のヒラメ筋および速筋の足底筋を対象とした。

(2) 筋力トレーニング効果に対する影響

9 週齢雄性 C57BL/6Ncr マウスをコントロール群と糖化ストレス (AGEs) 負荷群 (各群 n = 8) に分類し、糖化ストレス負荷群には牛血清アルブミン (BSA) を用いて作成した AGEs (0.5 mg/g body weight) を 1 日 1 回、2 週間腹腔内投与した。対照群には BSA (0.5mg/g body weight) を投与した。AGEs または BSA の投与 1 週間後に、全てのマウスの右脚 (筋肥大) から腓腹筋およびヒラメ筋を切除し、協働筋である足底筋の代償性筋肥大を誘導した。左脚は非処置群とした。協働筋切除 1 週間後に足底筋を摘出して解析に用いた。

(3) 身体の糖化状態が筋力トレーニングにおよぼす影響

健全な男子大学生 20 名 (19.1 ± 1.1 歳) を被験者とし、皮下の糖化状態を AGEs センサ (Sharp 社製) にて測定後、低値群 (L) と高値群 (H) の 2 群に分類した。その後、両群には最大挙上量の 80% の負荷で 3 セット (10 回/セット) の両脚膝関節伸展運動を週 3 回、12 週間実施した。トレーニング前後に糖化状態および最大挙上重量を測定し比較検討した。

4. 研究成果

(1) 持久性トレーニング効果に対する影響

4 週間の実験期間終了後の体重および精巣上体脂肪量は、自発走運動実施により低下したが、Ex 群と MGO+EX 群で差異は認められなかった。ヒラメ筋重量は自発走運動により増加したが、Ex

群と MGO+Ex 群で差異は認められなかった。足底筋重量に対しては自発走運動および MGO 摂取ともに影響をおよぼさなかった。

ミトコンドリア生合成に関わる peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PGC1 α) タンパク質発現は、足底筋において Sed 群と比べて Ex 群で増加したが、MGO+Ex 群ではその増加は抑制された。ヒラメ筋でも同様の傾向を示したが、有意な変化ではなかった。糖輸送に関わる glucose transporter 4 (GLUT4) タンパク質発現はヒラメ筋および足底筋の両方において Sed 群と比べて Ex 群で増加し、MGO+Ex 群ではその増加は抑制された (図 1)。細胞保護に関わる heat shock protein 72 (HSP72) タンパク質発現はヒラメ筋および足底筋の両方において Sed 群と比べて Ex 群で増加し、MGO+Ex 群ではその増加は抑制された。

以上の結果から、糖化ストレス負荷状態では持久性トレーニングによる骨格筋の代謝分子適応が妨げられることが示唆された。

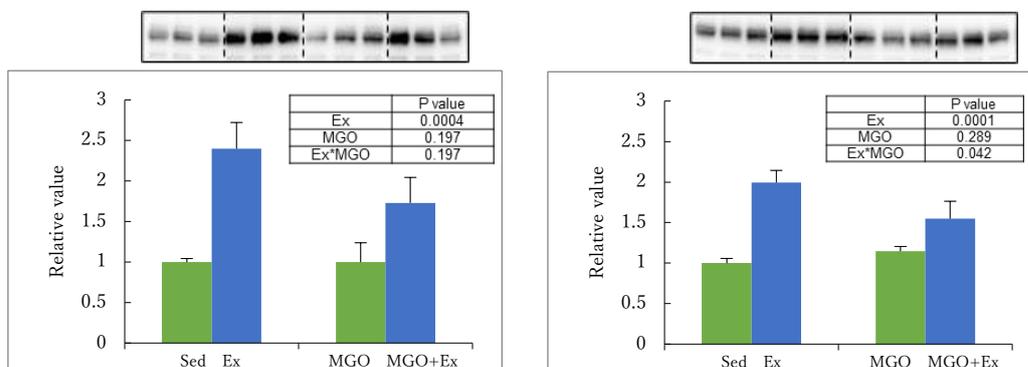


図 1. GLUT4 タンパク質発現

(2) 筋力トレーニング効果に対する影響

①筋肥大への影響

コントロール群では代償性筋肥大処置による筋重量と筋横断面積の増加が認められたが、AGEs 負荷群では筋重量と筋横断面積の増加は認められなかった (図 2)。筋線維ごとの筋核数についても同様に、コントロール群では代償性筋肥大処置によって増加したが、AGEs 負荷群では増加しなかった。

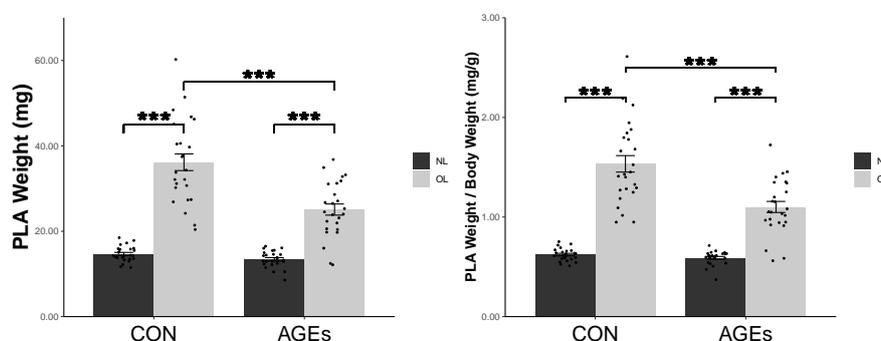


図 2. 足底筋 (PLA) 重量

CON: コントロール群 NL: 非処置群 OL: 筋肥大処置群 *** P<0.001

②プロテオームおよび RNA-seq 解析

LC-MS/MS を用いたプロテオーム解析により検出された 4659 個のタンパク質のうち、定量化できなかったものを除いた 4031 個のタンパク質に対して主成分分析を実施したところ、AGEs は肥大筋にのみ影響をおよぼしていることが明らかになった。筋肥大処置で増加し AGEs 負荷で抑制されたタンパク質が 527 種類、また筋肥大処置で減少し AGEs 負荷で増加したタンパク質が 480 種類確認された。これらの 2 つのタンパク質群に対して Enrichment 解析を実施したところ、ユビキチン・プロテアソームシステムや細胞接着に関与するタンパク質群が含まれることが明らかになった。また RNA-Seq 解析とプロテオーム解析の統合解析により、Ecsr, Tfpi, Rgmb, Ccdc167, Agtr2, Adamts12, Mrps16, Oxt1, Tsnax の 9 種類の遺伝子が運動トレーニング効果の抑制に関与している可能性が示唆された。

以上の結果から、糖化ストレス負荷状態では筋力トレーニングによる筋肥大および筋核増加が抑制されることが明らかになった。またこの分子機序として、ユビキチン・プロテアソームシ

システムの活性化や細胞接着に関わる分子の発現低下が関与する可能性が示唆された。

(3) 身体の糖化状態が筋力トレーニングにおよぼす影響

トレーニング実施前の最大挙上重量はL群がH群より有意に高値であった（図3、L群：64.9 kg, H群：50.8 kg）。実施後の最大挙上重量は両群で有意な差はなかった（図3、L群：99.5 kg, H群：108.3 kg）。糖化状態はトレーニングにより両群とも有意に低下した（L群：0.44→0.36 a. u. ; H群：0.53→0.40 a. u.）。

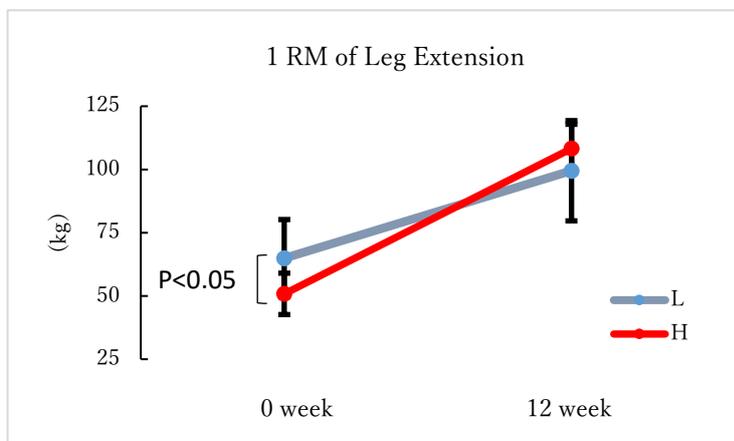


図3. 最大挙上重量変化

以上の結果から、若年男性において、筋力トレーニングは身体の糖化状態を改善することが示された。一方、筋力トレーニング非実施時の身体の糖化状態と筋力との間に負の関係性が見られたものの、身体の糖化状態は筋力トレーニングによる筋力増強効果には影響を与えないことが明らかになった。

本研究により、糖化ストレスは持久性トレーニングによる骨格筋適応、特に GLUT4 や PGC1 α 、HSP72 発現の増加を抑制することが明らかになった。これは、糖化ストレスが高い状態では持久性トレーニングによる糖代謝能や酸化的代謝能の亢進効果が得られにくいことを意味している。したがって、疾病改善を目的とした運動療法や健康増進を目指した運動トレーニングにおいても、糖化ストレスに着眼を置いた運動トレーニング処方必要性が求められるであろう。

加えて、糖化ストレスは代償性肥大による筋肥大効果を抑制することが明らかになった。一方で、若年男性を対象に実施した検討では、糖化ストレス状態による筋肥大効果への影響は認められないため、この点はさらなる研究実施が必要である。しかし、身体の糖化ストレス状態は筋力に影響を及ぼすことが示されており、高齢者のみならず若年期から糖化ストレス状態を把握しておくことは、将来の筋機能低下、特にサルコペニア予防において重要な点であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Egawa T, Ohno Y, Yokoyama S, Yokokawa T, Tsuda S, Goto K, Hayashi T.	4. 巻 8
2. 論文標題 The protective effect of Brazilian propolis against glycation stress in mouse skeletal muscle.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Foods	6. 最初と最後の頁 439
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/foods8100439	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 Takemura A, Egawa T, Tanaka T, Kuramoto T, Hayashi T, Ishihara A.	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of exposure to mild hyperbaric oxygen on DSS-induced colonic inflammation and diarrhea in rats.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Inflammation Research	6. 最初と最後の頁 293-299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2147/JIR.S220586	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 Tsuda S, Hayashi T, Egawa T.	4. 巻 11
2. 論文標題 The effects of caffeine on metabolomic responses to muscle contraction in rat skeletal muscle.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu1108181	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 Ohno Y, Egawa T, Yokoyama S, Fujiya H, Sugiura T, Ohira Y, Yoshioka T, Goto K.	4. 巻 68
2. 論文標題 MENS-associated increase of muscular protein content via modulation of caveolin-3 and TRIM72	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physiol Research	6. 最初と最後の頁 265-273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.33549/physiolres.933992	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 Ohno Y, Ando K, Ito T, Suda Y, Matsui Y, Oyama A, Kaneko H, Yokoyama S, Egawa T, Goto.	4. 巻 11
2. 論文標題 Lactate stimulates a potential for hypertrophy and regeneration of mouse skeletal muscle.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 E869
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu11040869	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 Egawa Tatsuro, Ohno Yoshitaka, Yokoyama Shingo, Goto Ayumi, Ito Rika, Hayashi Tatsuya, Goto Katsumasa	4. 巻 7
2. 論文標題 The effect of advanced glycation end products on cellular signaling molecules in skeletal muscle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 229 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jpfsm.7.229	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 Egawa Tatsuro, Ohno Yoshitaka, Goto Ayumi, Yokoyama Shingo, Hayashi Tatsuya, Goto Katsumasa	4. 巻 19
2. 論文標題 AMPK Mediates Muscle Mass Change But Not the Transition of Myosin Heavy Chain Isoforms during Unloading and Reloading of Skeletal Muscles in Mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 2954
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms19102954	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 Ito Rika, Higa Masaki, Goto Ayumi, Aoshima Megumi, Ikuta Akihiro, Ohashi Kazuya, Yokoyama Shingo, Ohno Yoshitaka, Egawa Tatsuro, Miyata Hirofumi, Goto Katsumasa	4. 巻 13
2. 論文標題 Activation of adiponectin receptors has negative impact on muscle mass in C2C12 myotubes and fast-type mouse skeletal muscle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0205645
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0205645	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 Takemura Ai, Pajevic Paola Divieti, Egawa Tatsuro, Teshigawara Rika, Hayashi Tatsuya, Ishihara Akihiko	4. 巻 38
2. 論文標題 Effects of mild hyperbaric oxygen on osteoporosis induced by hindlimb unloading in rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Bone and Mineral Metabolism	6. 最初と最後の頁 631 ~ 638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00774-020-01100-6	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 Egawa Tatsuro, Kido Kohei, Yokokawa Takumi, Fujibayashi Mami, Goto Katsumasa, Hayashi Tatsuya	4. 巻 176
2. 論文標題 Involvement of receptor for advanced glycation end products in microgravity-induced skeletal muscle atrophy in mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Astronautica	6. 最初と最後の頁 332 ~ 340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actaastro.2020.07.002	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 Yokoyama Shingo, Ohno Yoshitaka, Egawa Tatsuro, Ohashi Kazuya, Ito Rika, Ortuste Quiroga Huascar Pedro, Yamashita Tomohiro, Goto Katsumasa	4. 巻 21
2. 論文標題 MBNL1-Associated Mitochondrial Dysfunction and Apoptosis in C2C12 Myotubes and Mouse Skeletal Muscle	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 6376 ~ 6376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21176376	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 Kido Kohei, Egawa Tatsuro, Fujiyoshi Haruna, Suzuki Hikari, Kawanaka Kentaro, Hayashi Tatsuya	4. 巻 35
2. 論文標題 AMPK is indispensable for overload induced muscle glucose uptake and glycogenesis but dispensable for inducing hypertrophy in mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The FASEB Journal	6. 最初と最後の頁 e21459, 2021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.202002164R	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17件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 江川達郎、横川拓海、木戸康平、後藤勝正、林達也
2. 発表標題 廃用性筋萎縮進行におけるRAGEシグナルの関与
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 江川達郎、藤林真美、伊藤理香、後藤勝正、林達也
2. 発表標題 若年男性における身体の糖化状態が筋力トレーニング効果におよぼす効果
3. 学会等名 第75回日本体力医学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kido K, Egawa T, Suzuki H, Hayashi T
2. 発表標題 Skeletal muscle AMPK is indispensable for overload-induced muscle glucose uptake and glycogenesis but dispensable for inducing hypertrophy in mice
3. 学会等名 APS Integrative Physiology of Exercise (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Egawa T, Fujibayashi M, Ito R, Goto K, Hayashi T
2. 発表標題 The effect of glycation stress on strength-enhancing effect of resistance training in young male
3. 学会等名 APS Integrative Physiology of Exercise (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 江川達郎、木戸康平、横川拓海、後藤勝正、林達也
2. 発表標題 微小重力および老化による骨格筋萎縮における糖化ストレス応答の差異
3. 学会等名 第66回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大野善隆、須田陽平、安藤孝輝、松井佑樹、伊藤貴史、金子陽加里、大山明子、横山 真吾、江川達郎、後藤 勝正 .
2. 発表標題 乳酸受容体刺激が骨格筋量に及ぼす影響
3. 学会等名 第24回日本体力医学会東海地方会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川岳史、江川達郎、林達也 .
2. 発表標題 骨格筋肥大に対する糖化ストレスの影響
3. 学会等名 第34回日本体力医学会近畿地方会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 江川達郎、横川拓海、木戸康平、後藤勝正、林達也 .
2. 発表標題 後肢懸垂時に発生する糖化ストレスによるマウスヒラメ筋萎縮への影響
3. 学会等名 第65回日本宇宙航空環境医学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江川達郎、大野善隆、横山真吾、小川岳史、後藤勝正、林達也。
2. 発表標題 自発走運動によるマウス骨格筋適応に対する糖化ストレスの影響
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 江川達郎
2. 発表標題 The effect of advanced glycation end products on cellular signaling molecules in skeletal muscle
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江川達郎、王昱媛、岩元麻祐、芳賀浩太郎、後藤亜由美、林達也
2. 発表標題 日本食および欧米食摂取によるラット骨格筋の脂質プロファイルの比較検討
3. 学会等名 第73回日本体力医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹村藍、江川達郎、田中卓二、庫本高志、林達也、石原昭彦
2. 発表標題 軽度高気圧酸素への滞在が大腸炎症に及ぼす影響
3. 学会等名 第73回日本体力医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 江川達郎、後藤勝正、林達也
2. 発表標題 糖化ストレス応答と骨格筋量制御
3. 学会等名 第64回日本宇宙航空環境医学会大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yokoyama S, Ohno Y, Egawa T, Nakamura A, Goto K
2. 発表標題 MBNL1-associated mitochondrial dysfunction and apoptosis in C2C12 myotubes and mouse skeletal muscle
3. 学会等名 International Conference on Frailty & Sarcopenia Research (ICFSR) 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江川達郎、大野善隆、横山真吾、津田諭志、後藤亜由美、伊藤理香、後藤勝正、林達也
2. 発表標題 糖化ストレスによる筋肥大と筋収縮機能およびシグナル伝達分子への影響解明
3. 学会等名 第33回日本体力医学会大会近畿地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹村藍、江川達郎、勅使河原利香、林達也、石原昭彦
2. 発表標題 軽度高気圧酸素の環境を利用した骨粗鬆症に対する抑制効果
3. 学会等名 第33回日本体力医学会大会近畿地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Egawa T, Ohno Y, Yokoyama S, Goto A, Tsuda S, Goto K, Hayashi T
2. 発表標題 Glycative stress influences skeletal muscle growth and cell growth signaling in mice
3. 学会等名 The 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (FAOPS2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 江川達郎、林達也 他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス(NTS)	5. 総ページ数 342 (153-161)
3. 書名 筋肉研究最前線：代謝メカニズム、栄養、老化・疾病予防、科学的トレーニング法	

1. 著者名 江川達郎、林達也(嶺重慎、広瀬浩二郎、村田淳 編)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 岩波書店	5. 総ページ数 288
3. 書名 障害者におけるスポーツの現状と課題．In: 知のスイッチ 「障害」からはじまるリベラルアーツ	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>京都大学大学院人間・環境学研究科健康運動学研究室 https://sites.google.com/site/tatsuroegawa/</p>
--

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	藤林 真美 (Fujibayashi Mami) (40599396)	摂南大学・農学部・教授 (34428)	

	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
研究協力者	小川 岳史 (Ogawa Takeshi)		
研究協力者	木戸 康平 (Kido Kohei) (50822730)	福岡大学・スポーツ科学部・助教 (37111)	
研究協力者	横川 拓海 (Yokokawa Takumi) (80844323)	立命館大学・食マネジメント学部・助手 (34315)	
研究協力者	後藤 勝正 (Goto Katsumasa) (70239961)	豊橋創造大学・保健医療学部・教授 (33930)	
研究協力者	林 達也 (Hayashi Tatsuya) (00314211)	京都大学・人間・環境学研究科・教授 (14301)	

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