

令和 4 年 10 月 18 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11520

研究課題名(和文) 筋収縮によって即時的に活性化される骨格筋糖輸送を増強・減弱する因子とその分子機構

研究課題名(英文) Identification and molecular characterization of augmentation/attenuation factors of contraction-stimulated glucose transport in skeletal muscle

研究代表者

林 達也 (Hayashi, Tatsuya)

京都大学・人間・環境学研究科・教授

研究者番号：00314211

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、筋収縮によって急性的に活性化される糖代謝を増強あるいは減弱する因子を新規に明らかにし、その現象が生じる分子メカニズムを解明することを目的として実施した。その結果、長時間の絶食が、筋収縮によって即時的に惹起される5'-AMP-activated protein kinase (AMPK) を介した糖代謝活性化の増強因子として作用するとともに、筋収縮後に生じるインスリン感受性亢進の増強因子としても作用する可能性が明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

骨格筋糖代謝は筋収縮によって即時的(数分以内)に活性化され、骨格筋が継続的に収縮するためのエネルギー基質を供給する重要な意義を持っている。しかし、筋収縮による糖代謝活性化がどのような因子によって修飾されるかは十分に明らかではない。長時間の絶食が代謝活性化の増強因子として作用する可能性を示した本研究の成果は、運動時の糖代謝を効果的に活性化する手段を検討する基礎的知見となる成果であり、ヒトにおける運動トレーニングや糖尿病の運動療法への実装につながる事が期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to newly identify the factors that enhance or reduce the acute contraction-stimulated glucose metabolism and elucidate the underlying molecular mechanisms in skeletal muscle. Our results suggest that prolonged fasting is an enhancing factor of 5'-AMP-activated protein kinase (AMPK)-mediated glucose metabolism that is rapidly elicited by contraction, and is also a promoting factor of post-contraction increase in insulin sensitivity in skeletal muscle.

研究分野：健康科学、運動医科学、糖尿病学

キーワード：骨格筋 筋収縮 糖代謝 糖輸送 細胞内情報伝達 AMPキナーゼ Akt インスリン感受性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

骨格筋において糖輸送は糖代謝の重要な律速過程の一つであり、筋収縮によって急性的に活性化され、骨格筋が継続的に収縮するためのエネルギー基質を供給する重要な意義を持っている。しかし、筋収縮による糖輸送活性化がどのような因子によって増強あるいは減弱されるのかは十分に明らかではなかった。本研究では、食事やファイトケミカル、環境、薬剤など諸般の要因によって影響を受けるという仮説を立て、その検証のために、ラットないしはマウスにこれらの因子を負荷し、筋収縮実験を行って、糖輸送活性の変化やその主要調節因子の寄与を解析することを計画した。

2. 研究の目的

本研究は、筋収縮によって急性的に活性化される糖輸送を増強あるいは減弱する因子を新規に明らかにし、その現象が生じる分子メカニズムを解明することを目的として実施した。分子メカニズムの解析については、運動中の骨格筋において急性的に活性化され、インスリン非依存的糖輸送やインスリン感受性(インスリン依存的糖輸送)の制御に關与する情報伝達分子である5'-AMP-activated protein kinase (AMPK) に着目した検討を行った。

以下、明確な成果が得られた「長時間の絶食」について報告する。ラット骨格筋(長趾伸筋)を用いた検討で、36時間の絶食によって、10分間の電氣的筋収縮によるAMPKの急性的活性化が有意に増強されるとともに、収縮3時間後においてインスリン依存的糖輸送が有意に増強されることを示した(引用文献として公表済み)。

3. 研究の方法

Wistarラットを36時間絶食させた絶食群と摂餌を続けた摂餌群とに分け、それぞれをさらに収縮群と安静群に分けた。収縮群では、総腓骨神経への電極装着によって後肢への電氣刺激を10分間行い、その直後または3時間後に長趾伸筋を摘出した。また、安静群では同様の処置をした後、電氣刺激を行わずに長指伸筋を摘出した。3時間後の摘出筋では単離骨格筋インキュベーションシステムを用いてインスリン刺激(100 μ U/mL、30分)を加え、2-deoxyglucose輸送活性を計測した。

4. 研究成果

(1) 筋収縮によるグリコーゲン含有量及びAMPKとその関連分子の変化

筋のグリコーゲン含有量は、絶食群において筋収縮の有無に関わらず摂餌群より有意に低値を示した(Fig. 1A)。電氣刺激直後の摘出筋においては、筋収縮によって惹起されるAMPKのリン酸化やその下流分子、具体的にはacetyl-CoA carboxylase (ACC)及びTBC1 domain family member 1 (TBC1D1)のリン酸が、絶食群において摂餌群に比し有意に増強された(Fig. 1, B-E)。

(2) 筋収縮3時間後におけるインスリン依存的糖輸送

電氣刺激3時間後の摘出筋において、インスリンによって惹起される2-deoxyglucose輸送が、絶食群において摂餌群に比して有意に増強されるとともに(Fig. 2, A, B) インスリン受容体の下流分子(Akt, TBC1D4)のリン酸化も同様に絶食群において有意に増強された(Fig. 3, D-G, Fig. 4, D, E)。また、Aktの不活性因子であるtribbles homolog 3 (TRB3)のタンパク質発現が、摂餌群に比して絶食群において有意に減少した(Fig. 5, A, C)。一方、活性化因子であるadaptor protein-containing pleckstrin homology domain, phosphotyrosine binding domain, leucine zipper motif 1 (APPL1)は変化しなかった(Fig. 5, A, B)。

以上より、36時間の絶食が、筋収縮によって急性的に惹起されるAMPKを介した糖代謝活性化の増強因子として作用するとともに、筋収縮後に生じるインスリン感受性亢進の増強因子としても作用する可能性が明らかになった。長時間の絶食が骨格筋代謝の増強因子として作用する可能性を示した本研究の成果は、運動時の糖代謝を効果的に活性化する方法を検討する基礎的知見となる成果であり、今後のさらなる検討を通じて、ヒトにおける運動トレーニングや糖尿病の運動療法への実装につながる事が期待される。

<引用文献>

Kido K, Egawa T, Watanabe S, Kawanaka K, Treebak J, Hayashi T. Fasting potentiates insulin-mediated glucose uptake in rested and prior-contracted rat skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 322(5), E425-E435, 2022.

Figure 1

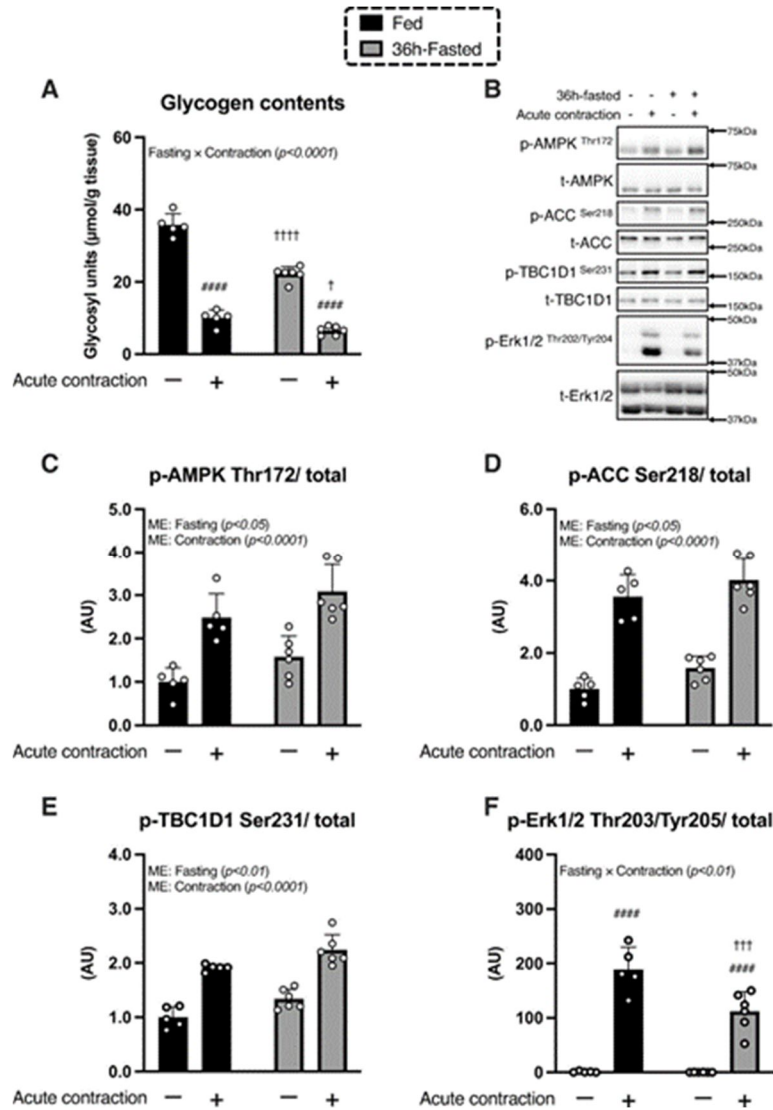


Fig. 1. 36 時間絶食が急性筋収縮によるグリコーゲン含有量と AMPK シグナリングに及ぼす影響. A: グリコーゲン含有量. B: イムノブロットの代表図. C: AMPK Thr172 リン酸化, D: ACC Ser218 リン酸化, E: TBC1D1 Ser231 リン酸化, F: Erk1/2 Thr203/Tyr205 リン酸化. $n = 5-8/\text{グループ}$. 平均 \pm 標準偏差. #### $P < 0.0001$ vs. noncontracted muscle within each group; †††† $P < 0.0001$, ††† $P < 0.001$, and † $P < 0.05$ vs. fed rats for each condition. ME, main effect. 引用文献 より引用改変.

Figure 2

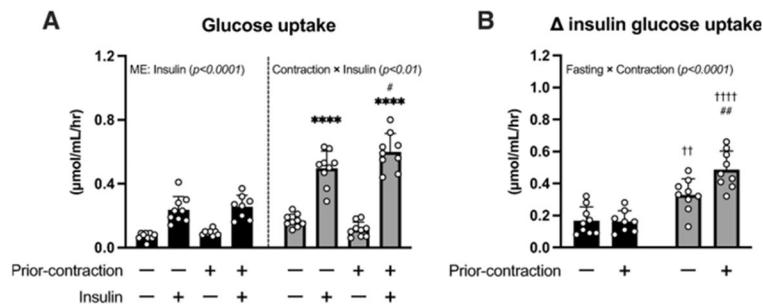


Fig. 2. 36 時間絶食が筋収縮 3 時間後の糖輸送活性に及ぼす影響. A: 糖取り込み速度. B: 糖取り込み速度の変化量. $n = 5-9/\text{グループ}$. 平均 \pm 標準偏差. #### $P < 0.0001$ vs. noninsulin-stimulated muscle for each condition; ## $P < 0.01$, and # $P < 0.05$ vs. nonprior-contracted muscle for each condition; †††† $P < 0.0001$, and †† $P < 0.01$ vs. fed rats for each condition. ME, main effect. 引用文献 より引用改変.

Figure 3

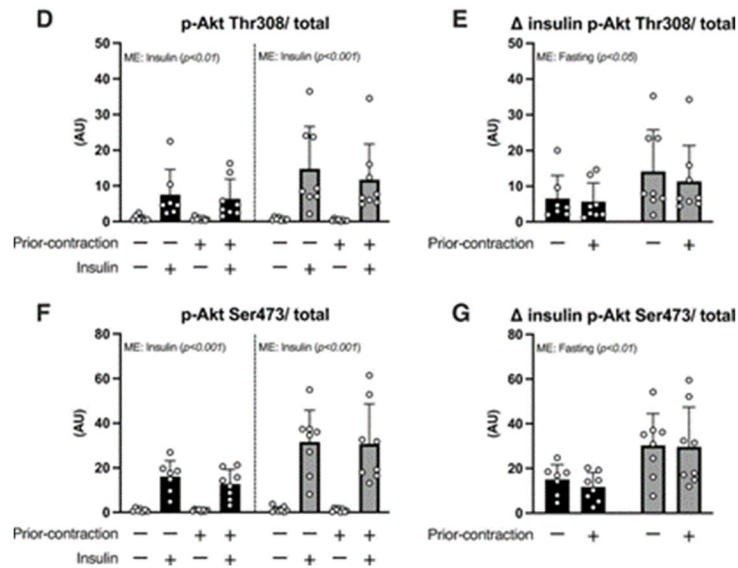


Fig. 3. 36 時間絶食が筋収縮 3 時間後の Akt リン酸化に及ぼす影響. D: Akt Thr308 リン酸化. E: Akt Thr308 リン酸化の変化量. F: Akt Ser473 リン酸化. G: Akt Ser473 リン酸化の変化量. n = 7-8/グループ. 平均 ± 標準偏差. ME, main effect. 引用文献 より引用改変.

Figure 4

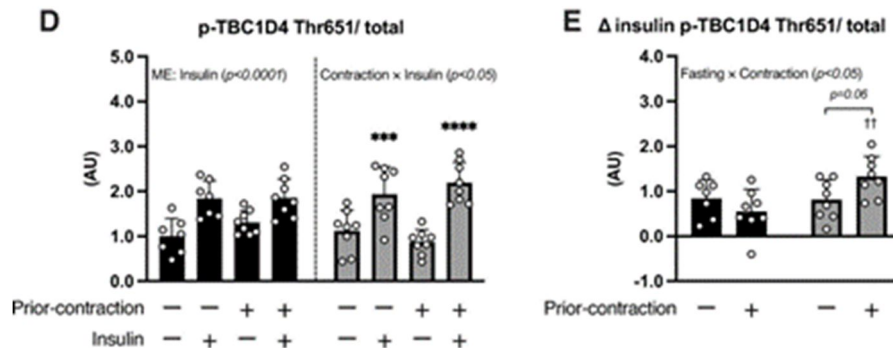


Fig. 4. 36 時間絶食が筋収縮 3 時間後の TBC1D4 リン酸化に及ぼす影響. D: TBC1D4 Thr651 リン酸化. E: TBC1D4 Thr651 リン酸化の変化量. n = 7-8/グループ. 平均 ± 標準偏差. **** P < 0.0001 and *** P < 0.001 vs. noninsulin-stimulated muscle within each condition; †† P < 0.01 vs. fed rats for each condition. ME, main effect. 引用文献 より引用改変.

Figure 5

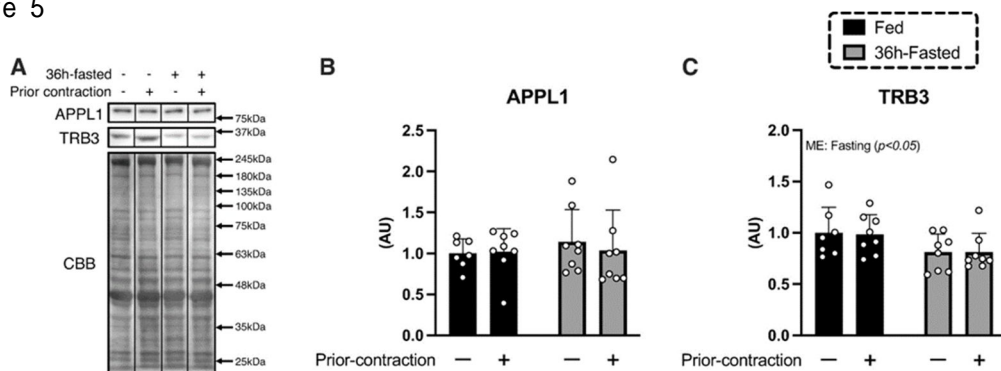


Fig. 5. 36 時間絶食が APPL1 と TRB3 の発現量に及ぼす影響. A: イムノプロットの代表図. B: APPL1 発現量. C: TRB3 発現量. n = 7-8/グループ. 平均 ± 標準偏差. ME, main effect. 引用文献 より引用改変.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 本田寛人、林 達也.	4. 巻 38
2. 論文標題 コロナ禍で改めて見直す身体活動の重要性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 糖尿病プラクティス	6. 最初と最後の頁 464 ~ 466
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 無
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 江川達郎、林 達也	4. 巻 38
2. 論文標題 糖化ストレスと運動機能	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 糖尿病プラクティス	6. 最初と最後の頁 587 ~ 589
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 無
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 本田寛人、高石鉄雄、林 達也	4. 巻 38
2. 論文標題 短時間の階段昇降運動による急性血糖降下	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 糖尿病プラクティス	6. 最初と最後の頁 709 ~ 712
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 無
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, Ogawa Takeshi, Yokokawa Takumi, Kido Kohei, Goto Katsumasa, Hayashi Tatsuya	4. 巻 132
2. 論文標題 Methylglyoxal reduces molecular responsiveness to 4 weeks of endurance exercise in mouse plantaris muscle	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 477 ~ 488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00539.2021	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 Fujiyoshi Haruna, Egawa Tatsuro, Kurogi Eriko, Yokokawa Takumi, Kido Kohei, Hayashi Tatsuya	4. 巻 23
2. 論文標題 TLR4-Mediated Inflammatory Responses Regulate Exercise-Induced Molecular Adaptations in Mouse Skeletal Muscle	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 1877 ~ 1877
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms23031877	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, Watanabe Shinya, Kawanaka Kentaro, Treebak Jonas T., Hayashi Tatsuya	4. 巻 322
2. 論文標題 Fasting potentiates insulin-mediated glucose uptake in rested and prior-contracted rat skeletal muscle	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism	6. 最初と最後の頁 E425 ~ E435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpendo.00412.2021	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, Hayashi Tatsuya	4. 巻 13
2. 論文標題 Association of Glycative Stress With Motor and Muscle Function	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 855358 (1 ~ 4)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2022.855358	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 木戸康平、川中健太郎、林 達也	4. 巻 40 (2)
2. 論文標題 骨格筋が担う糖代謝の新知見 運動がもたらす効果とその制御	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 実験医学増刊	6. 最初と最後の頁 18 ~ 23
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 無
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 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 Yokokawa Takumi, Mori Risako, Suga Tadashi, Isaka Tadao, Hayashi Tatsuya, Fujita Satoshi	4. 巻 527
2. 論文標題 Muscle denervation reduces mitochondrial biogenesis and mitochondrial translation factor expression in mice	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 146 ~ 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.04.062	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 Yokokawa Takumi, Sato Koji, Narusawa Ryoko, Kido Kohei, Mori Risako, Iwanaka Nobumasa, Hayashi Tatsuya, Hashimoto Takeshi	4. 巻 528
2. 論文標題 Dehydroepiandrosterone activates 5'-adenosine monophosphate-activated protein kinase and suppresses lipid accumulation and adipocyte differentiation in 3T3-L1 cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 612 ~ 619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.05.136	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, 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 Honda Hiroto, Igaki Makoto, Komatsu Motoaki, Tanaka Shin-ichiro, Takaishi Tetsuo, Hayashi Tatsuya	4. 巻 10
2. 論文標題 Stair climbing-descending exercise following meals improves 24-hour glucose excursions in people with type 2 diabetes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 51 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jpfsm.10.51	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
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 -

1. 著者名 Tsuda Satoshi, Hayashi Tatsuya, Egawa Tatsuro	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 ~ 1819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu11081819	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, Egawa Tatsuro, Tanaka Takuji, Kuramoto Takashi, Hayashi Tatsuya, Ishihara Akihiko	4. 巻 Volume 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 Egawa Tatsuro, Ohno Yoshitaka, Yokoyama Shingo, Yokokawa Takumi, Tsuda Satoshi, Goto Katsumasa, Hayashi Tatsuya	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 ~ 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 黒瀬聖司、今井 優、中島友里、草葉怜奈、荻野沙矢加、七澤智子、石倉有香、髭 秀樹、中前恵一郎、東 信之、林 達也、榎田 出	4. 巻 37
2. 論文標題 2型糖尿病患者における食後の急性血糖変化に対する他動的乗馬運動の有効性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 糖尿病プラクティス	6. 最初と最後の頁 94 ~ 99
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 TSUJITA Natsuki, AKAMATSU Yasunori, NISHIDA Marcio Makoto, HAYASHI Tatsuya, MORITANI Toshio	4. 巻 65
2. 論文標題 Effect of Tryptophan, Vitamin B6, and Nicotinamide-Containing Supplement Loading between Meals on Mood and Autonomic Nervous System Activity in Young Adults with Subclinical Depression: A Randomized, Double-Blind, and Placebo-Controlled Study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Nutritional Science and Vitaminology	6. 最初と最後の頁 507 ~ 514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3177/jnsv.65.507	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 Tsujita Natsuki, Akamatsu Yasunori, Nishida Marcio Makoto, Hayashi Tatsuya, Moritani Toshio	4. 巻 12
2. 論文標題 Physical Activity, Nutritional Status, and Autonomic Nervous System Activity in Healthy Young Adults with Higher Levels of Depressive Symptoms and Matched Controls without Depressive Symptoms: A Cross-Sectional Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 690 ~ 690
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu12030690	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17件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 江川達郎、小川岳史、木戸康平、横川拓海、後藤勝正、林 達也
2. 発表標題 糖化ストレスによる運動抵抗性誘導 マウスにおける骨格筋肥大の抑制
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 藤吉春奈、江川達郎、横川拓海、林 達也
2. 発表標題 マウス骨格筋における運動適応に対する炎症応答の影響
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 木戸康平、江川達郎、藤吉春菜、鈴木ひかり、川中健太郎、林達也
2. 発表標題 慢性的な過負荷に対する骨格筋適応におけるAMPKの役割
3. 学会等名 第7回日本筋学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021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 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 Tatsuro Egawa, Masami Fujibayashi, Rika Ito, Kazumasa Goto, Tatsuya Hayashi
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 Kohei Kido, Tatsuro Egawa, Hikari Suzuki, Tatsuya Hayashi
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 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 Yokokawa Takumi、Hayashi Tatsuya、Fujita Satoshi
2. 発表標題 Time course effects of voluntary running exercise on protein products of immediate early genes in murine hippocampus
3. 学会等名 24th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林 達也
2. 発表標題 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果
3. 学会等名 第46回日本整形外科学会スポーツ医学研修会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横川拓海、木戸康平、森 理紗子、高坂和芳、田中秀和、林 達也、藤田 聡.
2. 発表標題 加齢マウスの脳および骨格筋におけるビタミンD受容体の発現量の検討
3. 学会等名 第5回 Neo Vitamin D Workshop学術集会
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 横川拓海、森理紗子、菅 唯志、伊坂忠夫、林 達也、藤田 聡
2. 発表標題 脱神経がマウス骨格筋におけるミトコンドリア翻訳因子の発現量に及ぼす影響
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 林 達也
2. 発表標題 内分泌・代謝系の運動生理とトレーニング効果
3. 学会等名 日本医師会第32回健康スポーツ医学講習会（招待講演）
4. 発表年 2019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 横川拓海、木戸康平、森理紗子、佐瀬晃平、増山律子、林 達也、藤田 聡
2. 発表標題 骨格筋特異的IGF-I欠損が骨格筋ならびに全身性の代謝に及ぼす影響 (Effects of skeletal muscle-specific IGF-I deletion on systemic and muscular metabolism)
3. 学会等名 第42回 日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019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

〔図書〕 計3件

1. 著者名 江川達郎、林 達也	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 276 (27-46)
3. 書名 シリーズ 栄養と疾病の科学 3 糖尿病と食	

1. 著者名 Egawa Tatsuro, Kido Kohei, Yokokawa Takumi, Fujibayashi Mami, Goto Katsumasa, Hayashi Tatsuya	4. 発行年 2021年
2. 出版社 IntechOpen	5. 総ページ数 272 (chapter 6, 1~20)
3. 書名 Psychology and Pathophysiological Outcomes of Eating	

1. 著者名 江川達郎、林 達也	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	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	

〔産業財産権〕

〔その他〕

林 達也研究室ウェブサイト
<http://www.hayashilab.org/>

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
研究協力者	木戸 康平 (Kido Kohei)		
研究協力者	江川 達郎 (Egawa Tatsuro)		
研究協力者	横川 拓海 (Yokokawa Takumi)		

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		
デンマーク	コペンハーゲン大学		