

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：32675

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2018～2021

課題番号：17KK0073

研究課題名（和文）遺伝的要因が伸張性運動前後の筋・関節機能に及ぼす影響

研究課題名（英文）The effects of genetic factors on skeletal muscle and joint functions before and after eccentric contractions

研究代表者

越智 英輔 (Ochi, Eisuke)

法政大学・生命科学部・准教授

研究者番号：90468778

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 9,700,000円

渡航期間：24ヶ月

研究成果の概要（和文）：本研究ではヒトを対象としてACTN3遺伝子R577X多型と伸張性収縮運動前後の筋・関節機能に関する研究を行った。具体的には、伸張性収縮運動前後の剪断波エラストグラフィによる筋スティフネスとACTN3遺伝子R577X多型との関係を検討した(実験1)。さらに、大学野球選手における、肩関節および肘関節の関節可動域とACTN3遺伝子R577X多型との関係(実験2)を検討した。その結果、伸張性収縮運動後の筋スティフネスの変化については、ACTN3遺伝子R577X多型との関連性は示されなかった。また、アスリートにおける肩、肘関節柔軟性についてもACTN3遺伝子R577X多型との関連性はみられなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ACTN3遺伝子R577X多型RRが他のグループよりも等尺性筋力が有意に高いことはわかっているが、ACTN3遺伝子R577X多型と関節柔軟性・筋硬度の変化との関連性を明らかにした論文は少なかった。検討の結果、ACTN3遺伝子R577X多型と関節柔軟性・筋硬度とは関連しないことが明らかになった。この結果は、ACTN3遺伝子R577X多型は筋力発揮に関与するものの、関節や筋の硬さには影響しないことを示すデータであった。

研究成果の概要（英文）：We investigated the effect of ACTN3 R577X SNPs on the muscle and joint functions before and after eccentric exercise in human. As the results, both untrained subjects and athletes showed no change in joint flexibility and muscle stiffness.

研究分野：運動生理学

キーワード：遺伝子多型 アクチニン3 筋損傷 伸張性収縮 関節柔軟性 筋硬度 筋スティフネス

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 F - 19 - 2

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 適切な強度でトレーニングを実施すると骨格筋は肥大し筋力は増強し、さらに関節可動域などの関節機能は向上する。これらの適応には、トレーニングの強度・頻度・期間などの環境及び遺伝的要素が影響する。我々は、過去に実験動物及びヒトを対象として適度の伸張性筋力発揮を与えることで筋肥大及び筋・関節機能の向上を観察した。一方、過度では筋力低下や関節機能の低下を導くことを明らかにしている。一過性の過度な伸張性収縮による筋損傷の原因は、サルコメアや筋内膜の形態変化、筋線維や結合組織における炎症反応によるものであると考えられている。しかしながら、伸張性収縮が他の収縮様式に比べてより大きな筋損傷を引き起こす原因は未だ不明な点が多い。

(2) 筋力やパワーなどに関連する遺伝子多型はこれまで約 20 種類が報告されている。具体的には、ACTN3、ACE、IGF-1、MSTN などが候補としてあがっている。主にパワーやスピードを必要とするアスリートでは、ACTN3 遺伝子 R577 多型の RR もしくは RX の頻度が高くなることが数多く報告されている(Yang et al., 2003)。実際に、我々のグループでは ACTN3 遺伝子 R577X 多型 RR が他のグループよりも等尺性筋力が有意に高いことを確認した。この結果から、少なくとも ACTN3 遺伝子 R577X 多型が筋力発揮に関与することは間違いがないが、伸張性収縮に伴う筋力低下との関連性については我々のデータを含めて否定的な報告が多い。さらに、我々は ACTN3 遺伝子 R577X 多型 RR の関節柔軟性が低いことを初めて報告した。関節の柔軟性は、特に損傷予防や新体操やフィギュアスケートなどの審美系スポーツにおいてその意義は大きいものの、科学的知見の集積は不十分である。これまでのところ結合組織関連遺伝子多型と関節可動域の検討が進んでいる。しかし、ACTN3 遺伝子 R577X 多型と関節柔軟性・筋硬度の変化との関連性を明らかにした論文は少ない。

### 2. 研究の目的

以上の背景から、本研究ではヒトを対象として ACTN3 遺伝子 R577X 多型と伸張性収縮運動前後の筋・関節機能に関する研究を行った。具体的には、伸張性収縮運動前後の剪断波エラストグラフィーによる筋スティフネスと ACTN3 遺伝子 R577X 多型との関係を検討した(実験 1)。さらに、大学野球選手における、肩関節および肘関節の関節可動域と ACTN3 遺伝子 R577X 多型との関係(実験 2)を検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 被験者

実験 1 の被験者は、日頃からトレーニングを実施していない健康な男性 36 名とした。実験 2 の被験者は、大学の野球部に所属する選手 50 名であった。いずれの実験においても、被験者には、薬やサプリメントを日常的に服用している者、肝臓、腎臓、心臓、呼吸器、内分泌、代謝疾患を有している者は含まれていなかった。全ての被験者に本研究に伴う危険性を口頭および書面にて説明し、書面にて同意を得た。

#### (2) 実験プロトコール

実験 1 では、全ての被験者に対して肘関節屈曲による伸張性収縮運動を実施した。筋スティフネスの評価は運動前、運動直後、運動 1、2、5 日後に実施した。実験後に唾液サンプルを採取し、ACTN3 遺伝子 R577X 多型で被験者を分類した。

実験 2 では、全ての被験者に対して肩関節および肘関節の関節可動域を測定した後、唾液サンプルを採取し、ACTN3 遺伝子 R577X 多型で被験者を分類した。

#### (3) 伸張性収縮運動

被験者の非利き手の上腕屈筋群へ伸張性収縮運動を負荷した。伸張性収縮運動には等尺性最大筋力(MVC)の 100%に相当する重量のダンベルを用いて負荷した。1 回の伸張性収縮運動は、肘関節 90 度から 180 度の 90 度の範囲を 3 秒間かけて負荷し、10 回を 6 セット合計 60 回実施した。

#### (4) 筋スティフネス

剪断波エラストグラフィーを使用して、70°、110°、150°の肘の角度で筋スティフネスを測定した。電子リニアアレイプローブ(SL15-4, Supersonic Imagine)を上腕二頭筋に縦方向に配置した。筋スティフネスの尺度である剪断弾性率( $\mu$ )は、次の式を使用して計算した。

$$\mu = \frac{Vs2}{\rho}; \quad \rho = \text{筋の密度 (1,000 kg / m}^3\text{)}, \quad Vs2 = \text{剪断波伝播速度}$$

#### (5) 関節可動域 (ROM)

肘関節 ROM を定量化するために、ゴニオメーター(Takase Medical, Tokyo, Japan)を用いて、2 つの肘関節角度(伸展および屈曲関節角度)を測定した。伸展関節角度は被験者が肘関節を完全に伸展した時、屈曲関節角度は被験者が完全に屈曲したときの角度とした。ROM は伸展関節角度から屈曲関節角度を差し引くことで算出した。

#### (6) 肩関節可動域 (ROM)

肩関節 ROM を定量化するために、ゴニオメーター (Takase Medical, Tokyo, Japan) を用いて、2つの肩関節角度 (外旋および内旋角度) を測定した。肩を外転 90°、肘を 90° 屈曲させた仰臥位の姿勢で実施し、完全外旋位から完全内旋位を引いた値を肩関節可動域とした。

#### (7) ACTN3 遺伝子 R577X 多型

DNA 採取キット (オラジーン ディスカバー, OGR-600) を使用して、被験者の唾液サンプルから DNA を採取した。ACTN3 遺伝子 R577X 多型は、TaqMan® SNP Genotyping Assay およびリアルタイム PCR システム (Bio-Red, CA) を使用してジェノタイプングした。

### 4. 研究成果

#### (1) ヒト実験 1

実験 1 における ACTN3 遺伝子 R577X 多型は、RR が 3 名 (年齢  $21.7 \pm 3.1$  歳、身長  $179.3 \pm 8.4$  cm、体重  $77.6 \pm 12.3$  kg、BMI  $24.3 \pm 4.8$ )、RX が 21 名 (年齢  $20.6 \pm 1.0$  歳、身長  $174.3 \pm 5.2$  cm、体重  $66.5 \pm 10.5$  kg、BMI  $21.9 \pm 3.1$ )、XX が 12 名 (年齢  $20.8 \pm 1.3$  歳、身長  $172.0 \pm 5.1$  cm、体重  $69.1 \pm 8.2$  kg、BMI  $23.3 \pm 2.2$ ) であった。

伸張性収縮による筋スティフネスの変化は ACTN3 遺伝子 R577X 多型による違いはみられなかった (図 1)。

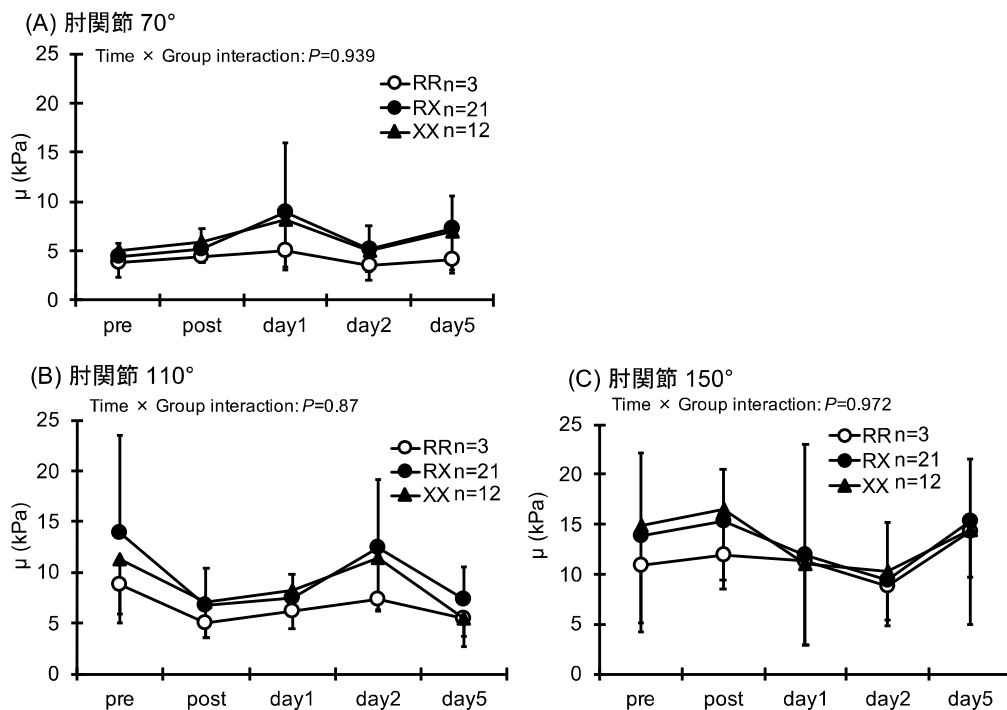


図1. 伸張性収縮運動前後の筋スティフネスの変化

#### (2) ヒト実験 2

実験 2 における ACTN3 遺伝子 R577X 多型は、RR が 12 名 (身長  $179.6 \pm 7.4$  cm、体重  $80.0 \pm 7.6$  kg、BMI  $24.8 \pm 2.3$ )、RX が 25 名 (身長  $178.2 \pm 5.2$  cm、体重  $78.0 \pm 7.8$  kg、BMI  $24.5 \pm 1.8$ )、XX が 13 名 (身長  $177.7 \pm 6.3$  cm、体重  $78.8 \pm 7.2$  kg、BMI  $24.9 \pm 1.1$ ) であった。

肩関節および肘関節の関節可動域は、利き腕、非利き腕ともに ACTN3 遺伝子 R577X 多型による違いはみられなかった (図 2)。

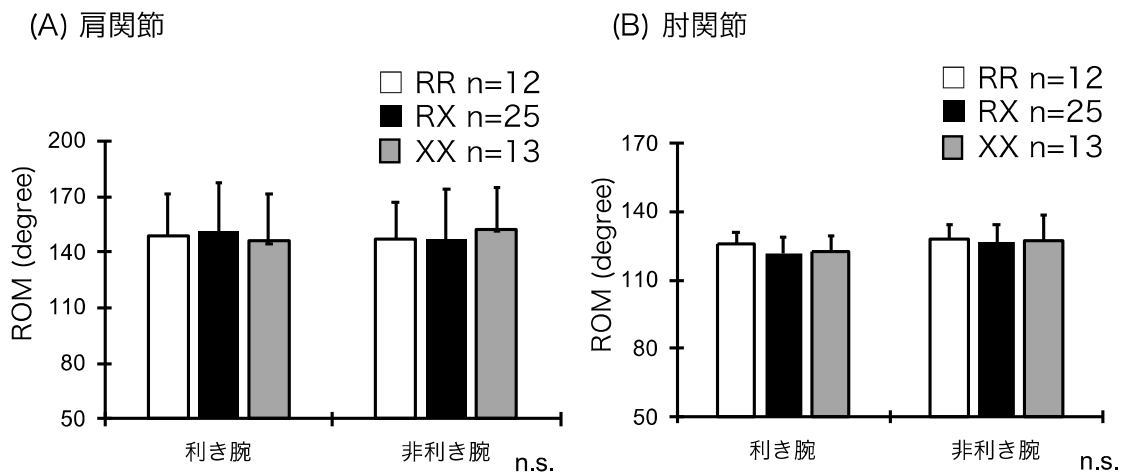


図2. ACTN3遺伝子R577X多型による利き腕および非利き腕の肩関節(A)と肘関節(B)の関節可動域の違い

本研究の結果から、伸張性収縮運動後の筋スティフネスの変化については、ACTN3 遺伝子 R577X 多型との関連性は示されなかった。また、アスリートにおける肩、肘関節柔軟性についても ACTN3 遺伝子 R577X 多型との関連性はみられなかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Tsuchiya Yosuke, Ueda Hisashi, Sugita Naoki, Ochi Eisuke	4. 巻 40
2. 論文標題 Low Dose of $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate (HMB) Alleviates Muscle Strength Loss and Limited Joint Flexibility following Eccentric Contractions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the American College of Nutrition	6. 最初と最後の頁 211 ~ 218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07315724.2020.1752330	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 Hirano Tomonobu, Motohashi Tomomitsu, Okumura Kosuke, Takajo Kentaro, Kuroki Taiyo, Ichikawa Daisuke, Matsuoka Yutaka, Ochi Eisuke, Ueno Taro	4. 巻 22
2. 論文標題 Data Validation and Verification Using Blockchain in a Clinical Trial for Breast Cancer: Regulatory Sandbox	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Medical Internet Research	6. 最初と最後の頁 e18938 ~ e18938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2196/18938	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 MORISHIMA TAKUMA, TSUCHIYA YOSUKE, UEDA HISASHI, TSUJI KATSUNORI, OCHI EISUKE	4. 巻 52
2. 論文標題 Sitting-induced Endothelial Dysfunction Is Prevented in Endurance-trained Individuals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 1770 ~ 1775
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002302	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 Morishima Takuma, Tsuchiya Yosuke, Ueda Hisashi, Ochi Eisuke	4. 巻 8
2. 論文標題 Muscular endurance and muscle metabolic responses to 8 weeks of omega 3 polyunsaturated fatty acids supplementation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physiological Reports	6. 最初と最後の頁 e14546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14814/phy2.14546	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 Morishima Takuma, Padilla Jaume, Tsuchiya Yosuke, Ochi Eisuke	4. 巻 129
2. 論文標題 Maintenance of endothelial function following acute resistance exercise in females is associated with a tempered blood pressure response	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 792 ~ 799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00378.2020	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 Ueda Hisashi, Tsuchiya Yosuke, Ochi Eisuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Fast-Velocity Eccentric Cycling Exercise Causes Greater Muscle Damage Than Slow Eccentric Cycling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 596640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2020.596640	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 Tidball James G., Flores Ivan, Welc Steven S., Wehling-Henricks Michelle, Ochi Eisuke	4. 巻 145
2. 論文標題 Aging of the immune system and impaired muscle regeneration: A failure of immunomodulation of adult myogenesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Experimental Gerontology	6. 最初と最後の頁 111200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.exger.2020.111200	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 Ochi Eisuke, Yanagimoto Kenichi, Tsuchiya Yosuke	4. 巻 9
2. 論文標題 Plasma Eicosapentaenoic Acid Is Associated with Muscle Strength and Muscle Damage after Strenuous Exercise	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sports	6. 最初と最後の頁 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sports9010011	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 Tsuji Katsunori, Matsuoka Yutaka J., Ochi Eisuke	4. 巻 21
2. 論文標題 High-intensity interval training in breast cancer survivors: a systematic review	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Cancer	6. 最初と最後の頁 184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12885-021-07804-w	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 Tsuchiya Yosuke, Ueda Hisashi, Yanagimoto Kenichi, Kato Ayaka, Ochi Eisuke	4. 巻 18
2. 論文標題 4-week eicosapentaenoic acid-rich fish oil supplementation partially protects muscular damage following eccentric contractions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the International Society of Sports Nutrition	6. 最初と最後の頁 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12970-021-00411-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 Tsuchiya Yosuke, Yanagimoto Kenichi, Ueda Hisashi, Ochi Eisuke	4. 巻 16
2. 論文標題 Supplementation of eicosapentaenoic acid-rich fish oil attenuates muscle stiffness after eccentric contractions of human elbow flexors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the International Society of Sports Nutrition	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12970-019-0283-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 Tsuchiya Yosuke, Hirayama Kinjiro, Ueda Hisashi, Ochi Eisuke	4. 巻 38
2. 論文標題 Two and four weeks of -Hydroxy- -Methylbutyrate (HMB) supplementations reduce muscle damage following eccentric contractions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the American College of Nutrition	6. 最初と最後の頁 373 ~ 379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/07315724.2018.1528905	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 Tsuchiya Yosuke, Ueda Hisashi, Ochi Eisuke	4. 巻 59
2. 論文標題 Muscular recruitment is associated with muscular function and swelling following eccentric contractions of human elbow flexors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	6. 最初と最後の頁 1097 ~ 1101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23736/S0022-4707.18.09102-8	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 Morishima Takuma, Toyoda Masahira, Ochi Eisuke	4. 巻 119
2. 論文標題 Prior cycling exercise does not prevent endothelial dysfunction after resistance exercise	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 1663 ~ 1669
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-019-04154-1	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 Morishima Takuma, Iemitsu Motoyuki, Ochi Eisuke	4. 巻 29
2. 論文標題 Short term cycling restores endothelial dysfunction after resistance exercise	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports	6. 最初と最後の頁 1115 ~ 1120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/sms.13434	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 Tsuji Katsunori, Ochi Eisuke, Okubo Ryo, Shimizu Yoichi, Kuchiba Aya, Ueno Taro, Shimazu Taichi, Kinoshita Takayuki, Sakurai Naomi, Matsuoka Yutaka	4. 巻 9
2. 論文標題 Effect of home-based high-intensity interval training and behavioural modification using information and communication technology on cardiorespiratory fitness and exercise habits among sedentary breast cancer survivors: habit-B study protocol for a randomised controlled trial	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMJ Open	6. 最初と最後の頁 e030911 ~ e030911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bmjopen-2019-030911	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 Ochi Eisuke, Tsuchiya Yosuke	4. 巻 28
2. 論文標題 Eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in endurance performance and cardiovascular function	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Exercise Science	6. 最初と最後の頁 317 ~ 323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15857/ksep.2019.28.4.317	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 Morishima Takuma, Tsuchiya Yosuke, Padilla Jaume, Ochi Eisuke	4. 巻 45
2. 論文標題 Eight weeks of fish oil supplementation does not prevent sitting-induced leg endothelial dysfunction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism	6. 最初と最後の頁 55 ~ 60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1139/apnm-2019-0138	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 Shimizu Yoichi, Tsuji Katsunori, Ochi Eisuke, Arai Hirokazu, Okubo Ryo, Kuchiba Aya, Shimazu Taichi, Sakurai Naomi, Narisawa Tomomi, Ueno Taro, Iwata Hiroji, Matsuoka Yutaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Study protocol for a nationwide questionnaire survey of physical activity among breast cancer survivors in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMJ Open	6. 最初と最後の頁 e032871 ~ e032871
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1136/bmjopen-2019-032871	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 Ochi Eisuke, Ueda Hisashi, Tsuchiya Yosuke, Kouzaki Karina, Nakazato Koichi	4. 巻 30
2. 論文標題 Eccentric contraction-induced muscle damage in human flexor pollicis brevis is accompanied by impairment of motor nerve	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports	6. 最初と最後の頁 462 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/sms.13589	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 Morishima Takuma, Ito Mamoru, Tsuchiya Yosuke, Ueda Hisashi, Ochi Eisuke	4. 巻 179
2. 論文標題 Physical characteristics and fitness in elite collegiate baseball players in Japan: comparison of pitchers vs. fielders	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche	6. 最初と最後の頁 136 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23736/S0393-3660.19.04048-8	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 Ochi Eisuke, Tsuchiya Yosuke	4. 巻 10
2. 論文標題 Eicosapentaenoic Acid (EPA) and Docosahexaneic Acid (DHA) in Muscle Damage and Function	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 552 ~ 552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu10050552	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 Teruyuki, Sakuraba Keishoku, Tsuchiya Yosuke, Maruyama Shinya, Ochi Eisuke	4. 巻 32
2. 論文標題 Seasonal Variations of Bone Metabolism and Bone Mineral Density in Collegiate Alpine Skiers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Strength and Conditioning Research	6. 最初と最後の頁 1448 ~ 1454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1519/JSC.0000000000001987	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 Ochi Eisuke, Maruo Masataka, Tsuchiya Yosuke, Ishii Naokata, Miura Koji, Sasaki Kazushige	4. 巻 9
2. 論文標題 Higher Training Frequency Is Important for Gaining Muscular Strength Under Volume-Matched Training	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2018.00744	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 Tsuchiya Yosuke, Nakazato Koichi, Ochi Eisuke	4. 巻 118
2. 論文標題 Contralateral repeated bout effect after eccentric exercise on muscular activation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 1997 ~ 2005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-018-3933-9	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 Morishima Takuma, Tsuchiya Yosuke, Iemitsu Motoyuki, Ochi Eisuke	4. 巻 315
2. 論文標題 High-intensity resistance exercise with low repetitions maintains endothelial function	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology	6. 最初と最後の頁 H681 ~ H686
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpheart.00281.2018	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 Tsuchiya Yosuke, Yanagimoto Kenichi, Morishima Takuma, Ochi Eisuke.	4. 巻 38
2. 論文標題 Eicosapentaenoic Acid-Rich Fish Oil Supplementation Inhibits the Decrease in Concentric Work Output and Muscle Swelling of the Elbow Flexors.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the American College of Nutrition	6. 最初と最後の頁 125-131
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0件

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Sourya Datta, Debasis Bagchi, Ochi Eisuke, Tsuchiya Yosuke	4. 発行年 2019年
2. 出版社 CRC Press	5. 総ページ数 388
3. 書名 Extreme and Rare Sports: Performance Demands, Drivers, Functional Foods, and Nutrition (Chapter 18 Skeletal Muscle Damage and Recovery from Eccentric Contractions)	

1. 著者名 森谷 敏夫、越智 英輔	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
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(第7章1節 筋損傷を抑制するためのEPA・DHAの摂取について)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

大学教員業績 <a href="https://kenkyu-web.hosei.ac.jp/Profiles/101/0010066/profile.html">https://kenkyu-web.hosei.ac.jp/Profiles/101/0010066/profile.html</a>
---

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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ティッドボール ジェームズ  (Tidball James)	カリフォルニア大学ロサンゼルス校・統合生理生物学部・教授	

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

アメリカ合衆国	カリフォルニア大学ロサンゼルス校			
---------	------------------	--	--	--