

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19985

研究課題名(和文) 運動誘発性筋損傷に対する筋の硬さの影響とストレッチング効果の検討

研究課題名(英文) Influence of muscle stiffness and stretching effect on exercise-induced muscle damage

研究代表者

平田 浩祐 (Hirata, Kosuke)

早稲田大学・スポーツ科学学術院・助教

研究者番号：00835746

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)：膝関節屈曲筋群の伸張性筋力発揮を100回実施させた結果、膝関節屈曲筋力の低下、ハムストリングの筋痛の増大、半腱様筋の硬さの上昇が認められた。半腱様筋の硬さの変化と筋力の低下に相関関係が認められた。よって、ハムストリングの中で半腱様筋の損傷が顕著であると考えられる。運動前の筋の硬さは筋力や筋痛の変化と関連しなかった。運動前のストレッチングによる一過性の柔軟性向上は、運動誘発性筋損傷の軽減をもたらさなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

激しい運動による筋痛の発生は身近な現象であり、筋の損傷に由来する。本研究により、ハムストリングの中で半腱様筋が激しい運動により損傷しやすいことが示唆された。半腱様筋に対する運動後のケアの徹底により、運動誘発性筋損傷からの早期回復が期待される。また、半腱様筋に対する何らかのトレーニングにより運動誘発性筋損傷を低減させることができるかもしれない。スポーツ競技者のみならず、多くの人にとって有益な知見を獲得できた。

研究成果の概要(英文)：Twenty young males performed 100 eccentric knee flexions with maximal effort. After the exercise, decrease in isometric knee flexion torque, increase in muscle soreness, and increase in semitendinosus stiffness were observed. Increase in semitendinosus stiffness was significantly correlated with decrease in knee flexion torque. These results suggest that semitendinosus is the most susceptible muscle to exercise-induced muscle damage among hamstring. Hamstring stiffness measured before exercise was not significantly correlated with changes in knee flexion torque or muscle soreness. Acute improvement in joint flexibility by static stretching did not affect extent of exercise-induced muscle damage.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：運動誘発性筋損傷 筋痛 ハムストリング スティフネス 柔軟性 ストレッチング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 運動誘発性筋損傷

激しい身体運動、特に筋力を発揮しながら筋が伸ばされる運動(伸張性運動)を行うと、筋に損傷が生じる。このような筋の損傷は“運動誘発性筋損傷”と称される。運動誘発性筋損傷は、“筋肉痛”を伴い、筋機能を低下させる。すなわち、運動誘発性筋損傷は、その後の身体不活動や運動パフォーマンスの低下、傷害リスクの増大を招く。従来の運動誘発性筋損傷の指標は筋群(複数の筋)に対するものであり、筋毎に評価することは困難である。

(2) 運動誘発性筋損傷と関節柔軟性

運動誘発性筋損傷の程度には個人差があり、関節柔軟性が低いと運動誘発性筋損傷の程度が大きいことが報告されている(McHugh et al., 1999)。ストレッチングは関節柔軟性を高めるため、運動誘発性筋損傷の程度にも影響を及ぼすと考えられる。実際、8週間のストレッチング介入により運動誘発性筋損傷は軽減することが報告されている(Chen et al., 2011)。この一方で、運動直前の80秒間のストレッチングには運動誘発性筋損傷の軽減効果がないとする報告もある(Johansson et al., 1999)。すなわち、ストレッチングは運動誘発性筋損傷の軽減手法となるが、十分な期間が必要であると予想される。

(3) 運動誘発性筋損傷・関節柔軟性への影響・ストレッチング効果の筋間差

近年、超音波剪断波エラストグラフィ法が確立され、生体組織の局所的な剛性率(硬さの指標)を非侵襲的かつ定量的に測定することが可能となった。この手法により、関節柔軟性と筋の硬さの直接的な関係性が示され、同じ関節動作に作用する筋(協働筋)間で硬さが異なること、ストレッチングによる硬さの低下度合は筋間で異なること、さらに、ストレッチング方法により軟らかくなる筋が異なることが明らかとなった。また、超音波剪断波エラストグラフィ法は筋損傷の評価に応用できることが示されており、運動誘発性筋損傷の程度に筋間差があることも報告されている(Lacourpaille et al., 2017)。

以上の(1)~(3)より、現在示されている運動誘発性筋損傷と関節柔軟性の関係は、運動誘発性筋損傷と筋の硬さとの関係を間接的に示したものに過ぎないのではないかと推察される。また、関節には複数の筋が跨ることやストレッチング効果には筋間差があることから、ストレッチングによる柔軟性の向上は関節より特定の筋で大きいと言える。さらに、ストレッチング方法により軟らかくなる筋が異なることを加味すると、運動誘発性筋損傷が生じやすい筋に対して効果的なストレッチングを施せば、長期的なストレッチングでなくとも運動誘発性筋損傷を軽減させることが可能ではないかと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 運動誘発性筋損傷の程度と筋の硬さとの関連性を明らかにすること

(2) 運動誘発性筋損傷の軽減に対するストレッチング効果の筋レベルでの検討

3. 研究の方法

(1) 運動誘発性筋損傷の程度と筋の硬さとの関連性

成人男性20名を対象とした。ハムストリングに運動誘発性筋損傷を生じさせるため、全力での伸張性膝関節屈曲筋力発揮を100回実施した。運動課題の直前および直後、24時間後、48時間後、72時間後、96時間後に、等尺性最大膝関節屈曲筋力および筋痛、筋剛性率を測定した。ただし、筋痛のみ直後の測定を実施しなかった。筋痛はハムストリング各筋(大腿二頭筋、半腱様筋、半膜様筋)を指圧した際の痛みとして、Visual analog scale法を用いて評価した。筋剛性率は超音波剪断波エラストグラフィ法により、ハムストリング各筋において計測した。各指標の時系列変化および筋間差を分散分析により評価した。また、運動実施前の筋剛性率あるいは運動誘発性筋損傷による筋剛性率の増加と筋力の低下および筋痛の増大との関係を相関分析により検証した。

(2) 運動誘発性筋損傷の軽減に対するストレッチング効果の筋レベルでの検討

成人男性20名を対象とした。10名をストレッチ群とし、運動課題の前に90秒×5回の静的ストレッチングを実施した。ストレッチングは、仰臥位かつ右脚股関節屈曲位(左脚は解剖学的正位)にて、右脚の膝関節を伸展することにより、ハムストリングに対してアプローチした。残りの10名はコントロール群とし、運動実施前に安静座位を指示した。運動課題および測定項目は実験(1)と同様とした。ただし、ストレッチングの効果を確認するため、ストレッチング前後において、膝関節伸展可動域を測定した。ストレッチングが関節可動域に及ぼす効果はt検定を用いて検証した。運動誘発性筋損傷の軽減に対するストレッチング効果は、分散分析を用い、群間比較することにより検証した。

4. 研究成果

(1) 運動誘発性筋損傷の程度と筋の硬さとの関連性

全力での伸張性膝関節屈曲筋力を100回実施することで、最大筋力の低下(図1)および筋痛

の発生(図2)が確認された。すなわち、運動誘発性筋損傷がハムストリングに生じたと考えられる。筋剛性率は半腱様筋のみ上昇が認められ(図3)、半腱様筋の剛性率のピーク変化率と最大筋力のピーク変化率には相関関係が認められた(図4)。よって、ハムストリングの中でも半腱様筋における筋損傷が顕著であり、筋損傷に伴う筋力低下の主要因であると考えられる。ハムストリングは他の筋群と比較し、運動誘発性筋損傷に関する知見が乏しい。Goreau et al. (2022)は、ハムストリングの中で半腱様筋において運動誘発性筋損傷が顕著であることを報告している。本研究の知見は先行研究と合致するものであり、互いのデータの信ぴょう性を確かにするものである。また、激運動後の半腱様筋に対するケアの重要性を示唆するものであり、スポーツ実施者に対し有益な知見となる。

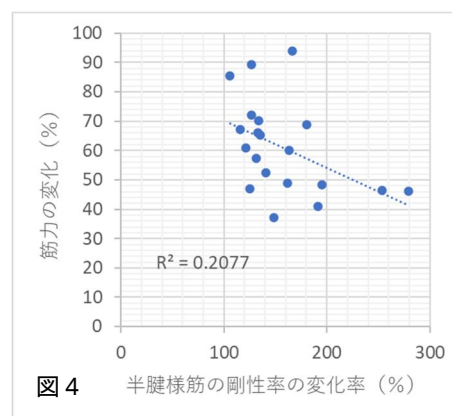
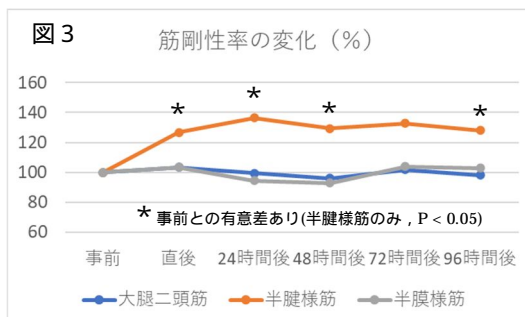
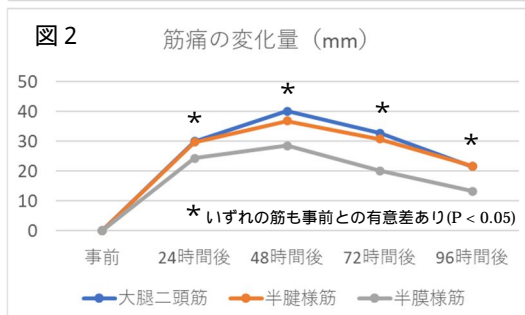
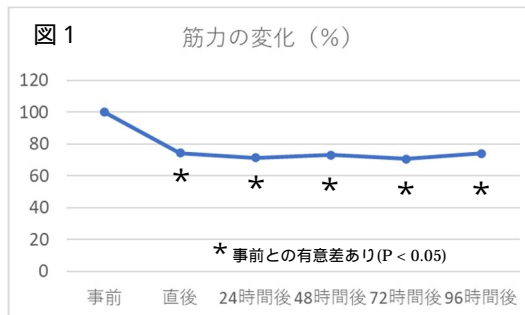
運動課題前のハムストリングの剛性率と最大筋力の低下あるいは筋痛の増大との間に有意な相関関係は認められなかった。Xu et al. (2019)は、伸張性運動前的大腿直筋の硬さと筋損傷に伴う筋力低下に関連性があることを報告している。本研究結果との相違を生んだ要因として、筋群の違いが挙げられる。ハムストリングにおいては、筋の硬さ以外の要因が筋損傷の程度に対して大きな影響を及ぼすのかもしれない。今後、さらなる検討が必要である。

(2)運動誘発性筋損傷に対するストレッチング効果

伸張性運動直前に実施した静的ストレッチングにより、ストレッチ群の関節可動域は増加した(ストレッチ前 vs. 後: 55度 vs. 62度; $P < 0.05$)。しかし、伸張性運動に伴う筋力、筋痛および筋剛性率の変化に有意な群間差は認められなかった。すなわち、ストレッチによる一過性の関節柔軟性の向上は運動誘発性筋損傷を軽減させないと示唆された。Chen et al. (2011)は、8週間のストレッチング介入により運動誘発性筋損傷を軽減できることを報告している。よって、長期間の介入によって柔軟性の向上や軟組織の構造および力学的特性の変化を生じさせることが運動誘発性筋損傷を軽減させるために重要であると考えられる。ただし、半腱様筋の柔軟性を向上させる一過性の介入により、ハムストリングの運動誘発性筋損傷を軽減させることができるのかもしれない。本研究の知見は、運動誘発性筋損傷の予防に対し有用な知見を加えるものである。

<引用文献>

- Chen et al. (2011) Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc*, 43(3):491-500.
- Goreau et al. (2022) Hamstring muscle activation strategies during eccentric contractions are related to the distribution of muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*, 32(9):1335-1345.
- Johansson et al. (1999) The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 9(4):219-225.
- Lacourpaille et al. (2017) Early detection of exercise-induced muscle damage using elastography. *Eur J Appl Physiol*, 117(10):2047-2056.
- McHugh et al. (1999) The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med*, 27(5):594-599.
- Xu et al. (2019) Relationship between pre-exercise muscle stiffness and muscle damage induced by eccentric exercise. *Eur J Sport Sci*, 19(4):508-516.



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Ando Ryosuke, Sato Shinya, Hirata Naoya, Tanimoto Hiroki, Imaizumi Naoto, Suzuki Yasuhiro, Hirata Kosuke, Akagi Ryota	4. 巻 12
2. 論文標題 Relationship Between Drop Jump Training?Induced Changes in Passive Plantar Flexor Stiffness and Explosive Performance	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 777268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2021.777268	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 Shoji Mikio, Ema Ryoichi, Nosaka Kazunori, Kanda Akihiro, Hirata Kosuke, Akagi Ryota	4. 巻 12
2. 論文標題 Muscle Damage Indicated by Maximal Voluntary Contraction Strength Changes From Immediately to 1 Day After Eccentric Exercise of the Knee Extensors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 775157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2021.775157	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 Hirata Naoya, Sato Shinya, Tanimoto Hiroki, Imaizumi Naoto, Hirata Kosuke, Akagi Ryota	4. 巻 10
2. 論文標題 Individual differences in knee extensor fatigue induced by sustained mid-level contraction	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 283 ~ 286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jpfsm.10.283	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 Miyamoto-Mikami E, Kumagai H, Tanisawa K, Taga Y, Hirata K, Kikuchi N, Kamiya N, Kawakami R, Midorikawa T, Kawamura T, Kakigi R, Natsume T, Zempo H, Suzuki K, Kohmura Y, Mizuno K, Torii S, Sakamoto S, Oka K, Higuchi M, Naito H, Miyamoto N, Fuku N	4. 巻 Publish Ahead of Print
2. 論文標題 Female Athletes Genetically Susceptible to Fatigue Fracture Are Resistant to Muscle Injury	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002658	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 Hirata Kosuke, Kanehisa Hiroaki, Miyamoto Naokazu	4. 巻 16
2. 論文標題 Association between medial gastrocnemius muscle-tendon unit architecture and ankle dorsiflexion range of motion with and without consideration of slack angle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0248125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0248125	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 Akagi Ryota, Sato Shinya, Hirata Naoya, Imaizumi Naoto, Tanimoto Hiroki, Ando Ryosuke, Ema Ryoichi, Hirata Kosuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Eight-Week Low-Intensity Squat Training at Slow Speed Simultaneously Improves Knee and Hip Flexion and Extension Strength	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 893
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphys.2020.00893	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 Kosuke, Tanimoto Hiroki, Sato Shinya, Hirata Naoya, Imaizumi Naoto, Sugihara Yoshihiko, Murakami Hiroyuki, Akagi Ryota	4. 巻 108
2. 論文標題 Carbon dioxide hydrate as a recovery tool after fatigue of the plantar flexors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanics	6. 最初と最後の頁 109900 ~ 109900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiomech.2020.109900	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 Miyamoto Naokazu, Kimura Noriko, Hirata Kosuke	4. 巻 30
2. 論文標題 Non uniform distribution of passive muscle stiffness within hamstring	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports	6. 最初と最後の頁 1729 ~ 1738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/sms.13732	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 HIRATA KOSUKE、YAMADERA RYOSUKE、AKAGI RYOTA	4. 巻 52
2. 論文標題 Associations between Range of Motion and Tissue Stiffness in Young and Older People	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 2179 ~ 2188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002360	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 Kosuke、Yamadera Ryosuke、Akagi Ryota	4. 巻 -
2. 論文標題 Associations between Range of Motion and Tissue Stiffness in Young and Older People	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	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) 10.1249/MSS.0000000000002360	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 Akagi Ryota、Imaizumi Naoto、Sato Shinya、Hirata Naoya、Tanimoto Hiroki、Hirata Kosuke	4. 巻 50
2. 論文標題 Active recovery has a positive and acute effect on recovery from fatigue induced by repeated maximal voluntary contractions of the plantar flexors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Electromyography and Kinesiology	6. 最初と最後の頁 102384 ~ 102384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelekin.2019.102384	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 Miyamoto-Mikami Eri、Miyamoto Naokazu、Kumagai Hiroshi、Hirata Kosuke、Kikuchi Naoki、Zempo Hirofumi、Kimura Noriko、Kamiya Nobuhiro、Kanehisa Hiroaki、Naito Hisashi、Fuku Noriyuki	4. 巻 20
2. 論文標題 COL5A1 rs12722 polymorphism is not associated with passive muscle stiffness and sports-related muscle injury in Japanese athletes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Medical Genetics	6. 最初と最後の頁 192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12881-019-0928-2	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 Akagi Ryota, Tonotsuka Miki, Horie Ryota, Hirata Kosuke, Ando Soichi	4. 巻 7
2. 論文標題 Effect of acute eye fatigue on cognition for young females: a pilot study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PeerJ	6. 最初と最後の頁 e7978 ~ e7978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7717/peerj.7978	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 KOSUKE, YAMADERA RYOSUKE, AKAGI RYOTA	4. 巻 52
2. 論文標題 Can Static Stretching Reduce Stiffness of the Triceps Surae in Older Men?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 673 ~ 679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002186	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 MIYAMOTO NAOKAZU, HIRATA KOSUKE, INOUE KAKERU, HASHIMOTO TAKESHI	4. 巻 51
2. 論文標題 Muscle Stiffness of the Vastus Lateralis in Sprinters and Long-Distance Runners	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 2080 ~ 2087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002024	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 Miyamoto Naokazu, Hirata Kosuke	4. 巻 40
2. 論文標題 Moderate Associations of Muscle Elasticity of the Hamstring with Hip Joint Flexibility	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 717 ~ 724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/a-0981-7282	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18件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 Hirasawa Y, Gotoda N, Kanda R, Hirata K, Akagi R
2. 発表標題 Promotion system for home-based squat training using OpenPose
3. 学会等名 IEEE TALE2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野智之, 東海林幹生, 神田章裕, 江間諒一, 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 伸張性膝関節屈曲運動がもたらすハムストリングの筋損傷 - 協働筋間の違いに着目して -
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 土屋勇真, 平田尚哉, 佐藤伸哉, 池口主弥, 浅間孝志, 越阪部奈緒美, 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 1週間に亘るブラジル産グリーンプロポリスの経口摂取は筋疲労の軽減あるいは回復促進に貢献するか？
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 野澤周平, 城所収二, 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 球種及びインパクトの違いが打球要素に及ぼす影響
3. 学会等名 第26回日本バイオメカニクス学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ando R, Sato S, Hirata N, Tanimoto H, Imaizumi N, Suzuki Y, Hirata K, Akagi R
2. 発表標題 Drop jump performance is related to resting calf muscle stiffness
3. 学会等名 The 23rd Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hirasawa Y, Ishioka T, Gotoda N, Hirata K, Akagi R
2. 発表標題 Development of a promotion system for home-based squat training for elderly people
3. 学会等名 The 21st International Conference on Human-Computer Interaction (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirata K, Yamadera R, Akagi R
2. 発表標題 Age-related Differences in Associations between Range of Motion and Stiffness of Muscle, Fascia and Nerve
3. 学会等名 The 27th Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato S, Hirata N, Tanimoto H, Imaizumi N, Ando R, Hirata K, Akagi R
2. 発表標題 Can low-intensity squat exercise improve knee and hip flexion and extension strength simultaneously?
3. 学会等名 The 27th Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kanda A, Ema R, Kawashima R, Ikeda K, Hirata K, Nosaka K, Akagi R
2. 発表標題 Changes in maximal voluntary contraction torque and rate of torque development after initial and secondary bouts of maximal knee extensor eccentric exercise
3. 学会等名 The 27th Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shoji M, Ema R, Kanda A, Hirata K, Nosaka K, Akagi R
2. 発表標題 Knee extensor muscle damage protective effect by maximal isometric contractions of the knee flexors
3. 学会等名 The 27th Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hirata N, Sato S, Tanimoto H, Imaizumi N, Hirata K, Akagi R
2. 発表標題 Individual differences in knee extensor fatigue induced by sustained middle-level contraction
3. 学会等名 The 27th Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nozawa S, Hirata K, Kidokoro S, Akagi R
2. 発表標題 Influence of the types of pitches on the flight distance in baseball batting
3. 学会等名 The 27th Congress of the International Society of Biomechanics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 静的ストレッチングが下腿三頭筋の硬さに及ぼす影響：高齢男性と若年男性の比較
3. 学会等名 第70回日本体育学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東海林幹生, 江間諒一, 神田章裕, 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 事前に実施する膝関節屈曲筋力発揮が伸張性膝関節伸展運動による筋損傷に及ぼす効果：膝関節伸展筋群各筋に着目して
3. 学会等名 第70回日本体育学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平田浩祐, 飯田菜月, 東海林幹生, 神田章裕, 吉田司, 山田陽介, 赤木亮太
2. 発表標題 筋量に占める筋細胞量および筋の収縮特性の加齢変化とその関連
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 平田浩祐, 谷本洋樹, 佐藤伸哉, 今泉直人, 平田尚哉, 村上裕之, 杉原圭彦, 赤木亮太
2. 発表標題 炭酸ガスハイドレートを用いたアイシングによる筋疲労回復効果の検討
3. 学会等名 第32回日本トレーニング科学学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤真理, 佐藤伸哉, 平田尚哉, 谷本洋樹, 今泉直人, 安藤良介, 山田陽介, 吉田司, 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 8週間のスクワットトレーニングは大腿部の筋量及び骨格筋細胞量、膝関節伸展筋力及び屈曲筋力を増加させるか?
3. 学会等名 第32回日本トレーニング科学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平田尚哉, 佐藤伸哉, 谷本洋樹, 今泉直人, 平田浩祐, 赤木亮太
2. 発表標題 8週間の低強度スロースクワットトレーニングが膝関節伸展筋群の筋疲労耐性に及ぼす効果
3. 学会等名 第32回日本トレーニング科学会大会
4. 発表年 2019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
---------	---------