

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：35309

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H02147

研究課題名(和文) 暑熱・低酸素環境下における運動ストレスが腸管機能維持と腸内細菌の役割に関する研究

研究課題名(英文) The research on maintenance of intestinal function and role of commensal bacteria by physical stress such as exercise under heat / hypoxic environment

研究代表者

松生 香里 (Matsuo, Kaori)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・准教授

研究者番号：60513570

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：運動と内部臓器との相互作用を明らかにすることは、競技能力の向上・健康維持増進に貢献する。本研究は、外部環境変化など種々のストレスが原因となり引き起こされる腸管機能障害に注目し、腸内環境の悪化に腸内細菌叢がどのような役割を担うかを調べた。動物実験研究では、低酸素環境滞在を活用したトレーニング群は、腸内細菌叢の割合に変化がみられ、骨格筋肥大の顕著な影響はみられないものの、内臓脂肪重量の低下が顕著であった。また、アスリートを対象とした介入試験では、暑熱環境下でのトレーニングによって、便通や便形状に変化がみられたことから、パフォーマンス低下の維持・改善の対処策に還元できる基礎資料となることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、外部環境変化など種々のストレスが原因となり引き起こされる腸管機能障害に注目し、腸内環境の悪化に腸内細菌叢がどのような役割を担うかを調べ、対処策・予防策を見出すことである。アスリートの暑熱・低酸素環境での運動・トレーニングが身体に及ぼす影響に焦点を絞り、動物実験研究とヒト対象試験によって、腸内環境維持のメカニズムの一部を明らかにした。本研究の成果は、外部環境変化に対応した腸内環境維持のコンディション対策やアスリートの腸内環境を考慮したトレーニング処方への還元が期待できる。さらに、一般成人の生活習慣病予防の運動処方や健康維持・増進への貢献に繋がる社会的意義が高いと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Clarifying the interaction between exercise and internal organs contributes to the improvement of performance or the maintenance of health. This study focused on intestinal dysfunction caused by various stresses such as changes in the outside environment and investigated the role of the gut microbiota in the deterioration of intestinal symptoms. There was no change in the classification of gut microbiota in the untrained group in animal studies. However, the gut microbiota showed changes in the training group. It was suggested that resistance training or endurance training utilizing a hypoxic exposure is less effective for muscle hypertrophy. However, the visceral fat weight was significantly decreased in the hypoxic group. In addition, in the intervention study for athletes, changes in the stool shape were shown due to training in a heat environment. These results suggested that it may be used as a basic material for athletes training in heat environments.

研究分野：スポーツ免疫学 トレーニング科学 環境生理学

キーワード：腸内細菌叢 腸内環境 暑熱環境 低酸素環境 トレーニング コンディショニング

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

運動と内部臓器の相互作用を明らかにすることは、競技能力の向上・健康維持増進に貢献する。また、過度のトレーニングなど心身のストレスにおける腸管防御メカニズムの一部について、ストレス時に血中で増加するストレスホルモン(コルチコステロン)と腸内細菌の両方の働きが、腸管透過性の亢進・抑制をコントロールし、腸管機能が維持されていることを報告した(Matsuoら2009)。一方、スポーツ現場における実践的研究では、マラソン・長距離選手を対象に、高地トレーニング合宿と試合前の心身のストレスによって腸内環境が変化するかどうか、初夏から秋期の合計4回の腸内細菌叢を調べた結果、同じ食生活であるにも関わらず、各選手の腸内細菌叢のパターンが異なることを報告した。

これらの基礎研究と現場研究を基盤に、本研究では、外環境変化(暑熱環境下や低酸素環境下)でのトレーニングを継続することで消化器系機能の悪化を招き、アスリートのパフォーマンス低下に影響する機序の解明と適切な対処策に着目した。

### 2. 研究の目的

本研究では、暑熱・低酸素環境下(外部環境変化)におけるストレスが腸内細菌叢変化に及ぼす影響を調べ、腸管機能との相互の関連性を明らかにすることで、スポーツ現場や運動処方現場に役立つ知見として還元することを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 動物実験：低酸素環境滞在におけるトレーニングと腸内環境

実験動物は、C57BL/6J雄マウス(6週齢)を用いた。マウスは無作為に「常酸素群または低酸素群」にわけ、さらに「安静条件またはトレーニング条件」の2要因の組み合わせによって4群(常酸素環境滞在の安静群、常酸素環境滞在のトレーニング群、低酸素環境下の安静群とトレーニング群)に分類した。

低酸素環境下の安静群とトレーニング群のマウスは、アニマルチャンバー(株式会社KYODO: BioSpherix ProOx M110TM)を飼育室内に設置し、低酸素コントローラーを用いて酸素濃度を管理したチャンバー内で30日間の飼育を行った。実験期間中、低酸素チャンバー内の酸素濃度は、トレーニング開始から1週目15.4%、2週目14.4%、3週目13.2%となるように設定し、トレーニング時のみ常酸素環境に曝露した。日常生活は、低酸素滞在とし、トレーニング実施時のみ常酸素条件下で実施するLiving High-Training Lowをモデル化して用いた。

トレーニングは、トレッドミルを用いた有酸素運動群(週6日、60分間/日のランニング)と錘を装着したクライミング運動を行うレジスタンス運動群として、腸内細菌叢変化を比較した。

なお、本実験は、川崎医療福祉大学動物実験委員会の承認を受けて実施した(承認番号:18-006)。

#### (2) ヒト対象試験1：アスリートの腸内細菌と身体組成

被験者は、競技レベルの高い長距離・マラソン選手であり、本研究に同意が得られた者を対象に被験者の身体組成(身長、体重、BMI、体脂肪率)と腸内細菌との関連を調べた。

腸内細菌の測定は、株式会社テクノスルガ・ラボが提供している専用キットを用いて、被験者が自己採取を依頼した。腸内細菌叢の分析は、株式会社テクノスルガ・ラボに委託し、末端標識制限酵素断片多型分析(Terminal restriction fragment length polymorphism: T-RFLP解析)および次世代シーケンス解析(Next-generation sequencing analysis: NGS解析)を用いて分析した。糞便検体から抽出したDNAの16SrRNA遺伝子(16SrDNA)の部分をPCRで増幅し、制限酵素で切断したDNAの長さが近いものをグループ化し、近縁種をまとめることによって、*Clostridium*(属)、*Bifidobacterium*(属)、*Prevotella*(属)、*Lactobacillales*(目)、*Bacteroides*(属)の5群に分類した。肥満症では門レベルの *Firmicutes* が高値を示すことが報告されていることから、本研究では、門レベルにおける腸内細菌の *Firmicutes*(門)と *Bacteroidetes*(門)の比率をB/F比として算出した。

#### (3) ヒト対象試験2：暑熱環境におけるトレーニングと腸内環境変化

被験者は、(2)と同様、競技レベルの高い長距離・マラソン選手とし、本研究に同意が得られた者を対象に実施した。夏期の強化合宿前半と後半に、対象者は30km走を実施し、急激な暑熱環境下でのトレーニングによって腸内環境が変化するかどうかを調べた。測定は、強化合宿の前半と後半に Bristol 便形状スケールを用いたアンケートによる便の状態調査と腸内細菌の分析を行った。腸内細菌の測定は、(2)と同様に、合宿前半と後半に被験者が自己採取し、凍結保存の後、株式会社テクノスルガ・ラボにNGS解析を委託した。

なお、本研究(2)および(3)は、川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号:17-046)。

### 4. 研究成果

(1) 動物実験：低酸素環境滞在におけるトレーニングと腸内環境

マウスを30日間、低酸素環境下に暴露し、トレーニングを実施しない群では、腸内細菌叢の分類に変化はみられなかった。トレッドミルを用いた有酸素運動のみ常酸素条件下で実施するLiving High-Training Lowモデルを用いて、腸内細菌叢が変化するかどうかを調べた(図1)。低酸素環境滞在のみでは、腸内細菌分類の変化はみられなかったが、トレッドミルを用いた有酸素トレーニングは、常酸素群と低酸素群の両方において、*Verucomicrobia*と*Actinobacteria*の増加がみられた。

一方、クライミング運動を用いたレジスタンストレーニングにおいても同様の結果が示され、トレーニングにおける影響が高い可能性が考えられた。

また、クライミング運動を用いたレジスタンストレーニングにおける体重当たりの心臓、内臓脂肪、皮下脂肪重量を示した(表1)。

内臓脂肪量は、低酸素環境滞を利用したレジスタンストレーニング群において顕著な減少が認められた。また、低酸素環境滞在のみの30日間の低酸素環境滞在のみで、トレーニングをしなかった群においても有意差はないものの減少傾向がみられた。

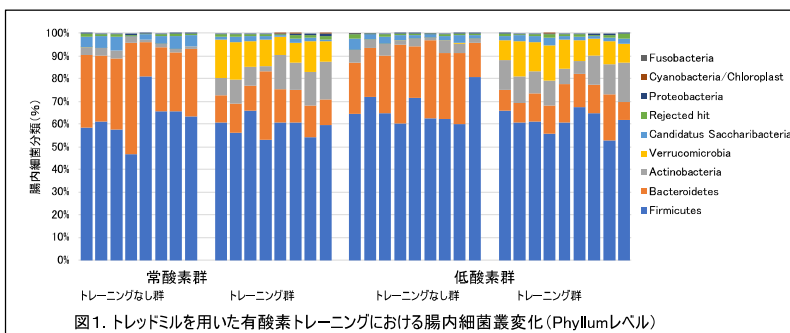


図1. トレッドミルを用いた有酸素トレーニングにおける腸内細菌叢変化(Phylumレベル)

表1. 体重当たりの心臓、内臓脂肪および皮下脂肪の重量

	グループわけ							
	常酸素				低酸素			
体重1gあたりの重量(mg)	NRT(n=8)		NC(n=8)		HRT(n=8)		HC(n=8)	
心臓 mg/weight	4.74 ± 0.19	n.s.	4.72 ± 0.41	4.87 ± 0.29	n.s.	4.74 ± 0.32	4.74 ± 0.32	4.74 ± 0.32
内臓脂肪 mg/weight #	11.11 ± 1.30	*	14.26 ± 1.07	9.45 ± 0.77	*	13.52 ± 1.62	13.52 ± 1.62	13.52 ± 1.62
皮下脂肪 mg/weight	4.79 ± 0.91	*	5.13 ± 0.81	4.75 ± 1.09	*	5.07 ± 0.71	5.07 ± 0.71	5.07 ± 0.71

Values are mean ± SE.  
\* p < 0.05 (NRT vs HRT).  
\* p < 0.05 (NRT vs NC, HRT vs HC)

(2) ヒト対象試験1：アスリートの腸内細菌と身体組成

各対象者のBMIとNGS解析によって同定された肥満症と関連が高い腸内細菌(*Bacteroidetes/Firmicutes*比率:B/F比)との関係を示した(図2)。BMIとB/F比の関係に有意性は認められなかった。全対象者のB/F比の平均値は、0.07 ± 0.04 kg/m<sup>2</sup>となり、BMIが30 kg/m<sup>2</sup>以上の肥満者の0.10未満と同等の数値を示した。この結果は、長距離・マラソン選手の腸内細菌叢が肥満者と類似していることを示していることが考えられた。

長距離・マラソン選手と肥満者の体格が異なる理由としては、マラソン選手は日常的なトレーニングによって、貯蔵されたエネルギーを少しずつ活用しながら効率よく走れる身体へと適応しているが、肥満者は身体活動量・エネルギー利用量が少ないため、体重、体脂肪率の増加を導いている可能性が考えられた。これらの結果から、種目に合ったトレーニングにおける身体適応は、腸内細菌叢を変化させる一要因になる可能性が示された。

さらに、興味深いことに、*Prevotella*を保有している対象者が13名中6名存在した。*Prevotella*は、東南アジア、中南米やアフリカ人において占有率が高く、食物繊維を豊富に摂取する人種に多いことが知られている。マラソン選手は長時間、継続したトレーニングが多いことから炭水化物の消費量が高く、食事においても糖質を多く摂取する必要性が推奨されており、日常的に1日の総エネルギー量の65%を炭水化物から摂取していることが報告されている。

これらの先行研究から、長距離・マラソン選手に*Prevotella*を有する選手が多いことは、普段から長時間走るトレーニングを行うために必要なエネルギー源となる米(炭水化物)の摂取量が多いという特徴と関連している可能性が考えられた。

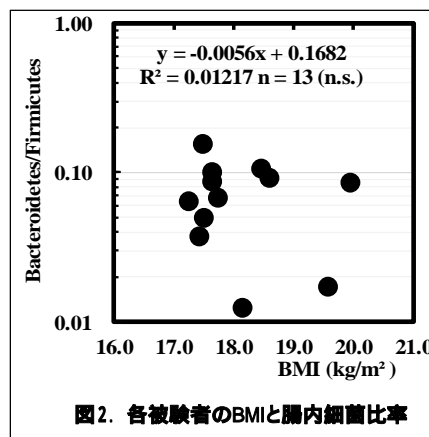


図2. 各被験者のBMIと腸内細菌比率

(3) ヒト対象試験2：暑熱環境におけるトレーニングと腸内環境変化

夏期の強化合宿前後の腸内細菌叢を比較し、暑熱環境下でのトレーニングによって、腸内環境が変化するかどうかを調べた。

各対象者の腸内細菌分類解析の結果は、夏期強化合宿前半と後半のトレーニングにおいて、個人別での大幅な変化はみられなかった。しかしながら、プリストルスケールを用いた採便時の便形状を比較したところ、11名中9名が合宿前半と後半において大幅に変化した(表2)。

このことから、特に、暑熱環境下でのトレーニングでは、効率的な水分摂取について考慮する必要性が考えられた。長距離・マラソン選手は、高強度・長時間のトレーニングによって腸管機能の悪化を呈する選手が多いことが報告されている。

これらのことから、急激な暑熱環境下に対する腸内細菌叢の変化はみられないものの、効率の良い水分補給方法等を考慮し、外部環境に対する内部臓器の適応対策（暑熱順化対策）が必要であると考えられる。

表2.強化合宿における Bristol 便形状の変化

	合宿前半	合宿後半	
A	3	5	
B	4	4	
C	4	5	
D	4	6	
E	5	3	
F	4	6	
G	5	2	
H	4	3	
I	3	1	
J	3	3	
K	5	2	

### (3) 結論

動物実験の結果から、低酸素環境を用いたトレーニングにおける腸内環境変化は、有酸素トレーニング、レジスタンストレーニングともに、環境変化よりもトレーニングそのものの変化が高い可能性が示された。一方で、内臓脂肪量の変化は、長期の低酸素環境滞在のみでも有意差はないものの減少傾向が示されたことから、他の代謝系等の要因が関連する可能性が考えられた。

ヒト対象試験の結果から、長距離・マラソン選手の腸内細菌叢が肥満者と類似が示された。また、夏期強化合宿前半と後半において大幅な腸内細菌叢変化はみられなかった一方で、便形状は、合宿前半と後半で、半数の対象者に変化がみられた。これらのことから、競技特性を考慮した効率の良い体内への水分補給方法の実践や外部環境に対する適切な対処策が必要であることが考えられた。

### (4) 腸内環境を考慮したコンディション対策の提案

本研究で得られた成果は、アスリートのコンディショニングに活用可能な基礎資料として、将来的に腸内環境を考慮したコンディション対策やパフォーマンスの低下防止策の一助としてスポーツ現場への資料として還元できる可能性が考えられる。また、アスリートのみならず、健康維持・増進を目指す一般成人に対しても、腸内環境を考慮したコンディション対策として、現場への活用が期待できる。

本結果の知見を基にして、アスリートの競技パフォーマンスに合った腸内環境を考慮したコンディション対策、さらには、運動処方現場等に還元できる基礎資料として提案できる可能性が考えられる。

### <引用文献>

- Matsuo K, Zhang X, Ono Y, Nagatomi R. Acute stress-induced colonic tissue HSP70 expression requires commensal bacterial components and intrinsic glucocorticoid, *Brain, Behavior, and Immunity*. Vol.23.2009.108-115.
- 松生 香里、保科 圭汰、竹井 康彦、岡崎 一伸、杉田 正明、小川 智、小島 忠幸、山頭 直樹、大澤 陽祐、宗 猛、吉川 三男、酒井 勝充. リオデジャネイロオリンピック男子マラソン代表選手の事前合宿における暑熱コンディションサポート. 日本陸上競技連盟・陸上競技研究紀要. 12 巻、2017 年、130-135.
- 長谷川 嵩、澤井 雄大、松生 香里、低酸素環境滞在におけるレジスタンストレーニングが骨格筋と身体組成に及ぼす効果. 川崎医療福祉学会誌、31 巻 1 号、2021、181-189.
- 松生 香里、吉田 升、玉里 祐太郎、濱田 大幹、上野 浩司、小柳 えり、矢野 博己、小野寺 昇. マラソン選手における腸内細菌叢の特徴と BMI の関連. 川崎医療福祉学会誌. 29 巻 1 号、2019、99-105.
- Verdam FJ, Fuentes S, de Jonge C, Zoetendal EG, Erbil R, Greve JW, Buurman WA, de Vos WM and Rensen SS. Human intestinal microbiota composition is associated with local and systemic inflammation in obesity. *Obesity*. Vol.21,2013, E607-615.
- De Filippis F, N Pellegrini, L Vannini, IB Jeffery, A La Storia, L Laghi, DI Serrazanetti, R Di Cagno, I Ferrocino, C Lazzi, S Turrone, L Cocolin, P Brigidi, E Neviani, M Gobbetti, PW O'Toole and D Ercolini. High-level adherence to a Mediterranean diet beneficially impacts the gut microbiota and associated metabolome. *Gut*, 65, 2016, 1812-1821.
- Sherman WM and GS Wimer. Insufficient dietary carbohydrate during training: does it impair athletic performance? *International Journal of Sports Nutrition*, Vol.1, 1991.28-44.
- 松生香里, 岡崎和伸, 杉田正明: 長距離・マラソン選手の腸内環境とコンディションの関連意識調査と外環境の変化に伴う影響について 日本陸上競技連盟・陸上競技研究紀要. Vol.10, 2015.140-145.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sumi Daichi, Nagatsuka Haruna, Matsuo Kaori, Okazaki Kazunobu, Goto Kazushige	4. 巻 7
2. 論文標題 Heat acclimation does not attenuate hepcidin elevation after a single session of endurance exercise under hot condition	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	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) 10.1007/s00421-022-04974-8	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 松生香里	4. 巻 5
2. 論文標題 アスリートの腸内細菌叢とコンディション — スポーツ現場における課題 —	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Precision Medicine	6. 最初と最後の頁 347-351
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 速水舞, 松生香里, 森山進一郎	4. 巻 28(2)
2. 論文標題 月経周期が大学陸上競技の短距離走パフォーマンスに及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本運動生理学雑誌	6. 最初と最後の頁 29-35
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 松生 香里	4. 巻 71
2. 論文標題 Symposium8-3	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	6. 最初と最後の頁 47~47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jspfsm.71.47	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 松生香里	4. 巻 27(7)
2. 論文標題 アスリートの腸内環境とコンディショニング	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 National Strength and Conditioning Association Japan	6. 最初と最後の頁 11-17
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 宮川 健、青木孝文、松生香里、矢野博己	4. 巻 30(1)
2. 論文標題 腸内フローラと健康	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 川崎医療福祉学会誌	6. 最初と最後の頁 15-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15112/00014696	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 長谷川嵩, 澤井雄大, 松生香里	4. 巻 Vol. 31 No. 1
2. 論文標題 低酸素環境滞在におけるレジスタンストレーニングが 骨格筋と身体組成に及ぼす効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 川崎医療福祉学会誌	6. 最初と最後の頁 181-189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15112/00014852	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 松生 香里, 吉田 升, 玉里 祐太郎, 濱田 大幹, 上野 浩司, 小柳 えり, 矢野 博己, 小野寺 昇	4. 巻 Vol. 29 No. 1
2. 論文標題 マラソン選手における腸内細菌叢の特徴とBMIの関連	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 川崎医療福祉学会誌	6. 最初と最後の頁 99-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15112/00014619	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 小野寺 昇, 田中 一徳, 和田 拓真, 濱田 大幹, 石田 恭生, 吉田 升, 荒谷 友里恵, 高原 皓全, 齋藤 辰哉, 林 聡太郎, 玉里 祐太郎, 野瀬 由佳, 松生 香里, 石本 恭子, 古本 佳代, 白 優覧, 西村 一樹, 吉岡 哲, 山口 英峰, 原 英喜, 油井 直子	4. 巻 Vol. 39 No. 1
2. 論文標題 外気温氷点下13 における3時間雪洞滞在時の生理的ストレスの変化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 登山医学	6. 最初と最後の頁 105-113
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 杉田正明、松生香里、岡崎和伸	4. 巻 35(7)
2. 論文標題 2020年に向けたマラソン・競歩の暑熱対策の取り組み (特集 暑さと熱中症対策 : スポーツの安全とパフォーマンスのために) -- (競技力維持のための暑さ対策)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 臨床スポーツ医学	6. 最初と最後の頁 690 ~ 696
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 杉田正明、橋本峻、岡崎和伸、谷口耕輔、須永美歌子、松生香里、山澤文裕	4. 巻 14
2. 論文標題 2020年に向けた競歩に向けた男女マラソンにおける暑熱対策の取り組み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本陸上競技連盟 陸上競技紀要	6. 最初と最後の頁 128 ~ 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 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 橋本峻、杉田正明、岡崎和伸、三浦康二、松生香里、今村文男	4. 巻 14
2. 論文標題 2020年に向けた競歩に向けた競歩における暑熱対策の取り組み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本陸上競技連盟 陸上競技紀要	6. 最初と最後の頁 168 ~ 170
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 岡崎和伸	4. 巻 35(7)
2. 論文標題 暑さ対策としての水分補給	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 臨床スポーツ医学	6. 最初と最後の頁 676 ~ 683
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 河村孝幸, 松生香里	4. 巻 42(45)
2. 論文標題 中高年の運動習慣者における腸内細菌叢の特徴と体脂肪率の関連性 末瑞標識制限酵素断片多型分析法による解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 東北福祉大学研究紀要	6. 最初と最後の頁 111-118
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 矢野博己, 小柳えり, 松生香里, 内田昌孝	4. 巻 68(1)
2. 論文標題 運動と腸管免疫機能 (腸内細菌) とのかかわり	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 32-37
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 杉田正明, 松生香里, 瀧澤一騎, 山口太一, 橋本峻, 武富豊, 宗猛, 酒井勝充	4. 巻 12
2. 論文標題 第30回北海道マラソンにおける調査について	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本陸上競技連盟 陸上競技研究紀要	6. 最初と最後の頁 122-129
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 松生香里, 保科圭汰, 竹井康彦, 岡崎一伸, 杉田正明, 小川智, 小島忠幸, 山頭直樹, 大澤陽祐, 宗猛, 吉川三男, 酒井勝充	4. 巻 12
2. 論文標題 リオデジャネイロオリンピック男子マラソン代表選手の前試合における暑熱コンディションサポート	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本陸上競技連盟 陸上競技研究紀要	6. 最初と最後の頁 130-135
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 MATSUO KAORI, SATO KOJI, SUEMOTO KEN, MIYAMOTO-MIKAMI ERI, FUKU NORIYUKI, HIGASHIDA KAZUHIKO, TSUJI KATSUNORI, XU YUZHONG, LIU XIN, IEMITSU MOTOYUKI, HAMAOKA TAKAFUMI, TABATA IZUMI	4. 巻 49
2. 論文標題 A Mechanism Underlying Preventive Effect of High-Intensity Training on Colon Cancer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 1805 ~ 1816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000001312	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23件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Matsuo, K., Okazaki, K., Goto, K., Sugita, M., Yoshida, N., Tamari, Y., Hamada, H., Onodera, S.
2. 発表標題 Correlation between physical characteristics and composition of gut microbiota in marathon runners.
3. 学会等名 25th European college of sports science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 アスリートを支えるリカバリー&コンディショニング戦略 -アスリートにおける腸内細菌とコンディションとの関連-
3. 学会等名 第75回日本体力医学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Matsuo, K., Okazaki, K., Goto, K., Ishibashi, A., Sugita, M., Oyanagi, E., Yano, H., Onodera, S.
2. 発表標題 Changes in the gut microbiota of highly trained distance runners during a summer training camp in a hot environment.
3. 学会等名 24th Annual Congress of the European College of Sport Science, Prague (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hayamizu Mai, Moriyama Shinichiro, Matsuo Kaori.
2. 発表標題 Effect of Menstrual Cycle Phases on 50-m Sprint Running Performance
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 松生香里, 岡崎和伸, 杉田正明, 後藤一成, 石橋彩, 吉田升, 玉里祐太郎, 濱田大幹, 矢野博己, 小野寺昇.
2. 発表標題 長距離・マラソン選手の夏期合宿におけるトレーニングと腸内細菌叢変化の関連
3. 学会等名 24th Annual Congress of the European College of Sport Science
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小野寺昇, 田中一徳, 和田拓真, 濱田大幹, 石田恭生, 吉田升, 荒谷友里恵, 高原皓全, 斎藤辰哉, 林聡太郎, 玉里祐太郎, 野瀬由佳, 松生香里, 石本恭子, 古本佳代, 白優覧, 西村一樹, 吉岡哲, 山口英峰, 原英喜, 油井直子.
2. 発表標題 外気温氷点下13℃における雪洞滞在時の生理的ストレスの変化
3. 学会等名 第83回日本体力医学会中国・四国地方会 (愛媛)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里, 杉田正明
2. 発表標題 マラソン選手の夏季強化合宿時のトレーニングが腸内環境変化に及ぼす影響
3. 学会等名 日本陸上競技学会 第18回大会 (大阪)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里, 岡崎和伸, 杉田正明, 後藤一成, 石橋彩, 吉田升, 玉里祐太郎, 濱田大幹, 矢野博己, 小野寺昇.
2. 発表標題 長距離・マラソン選手の夏期合宿におけるトレーニングと腸内細菌叢変化の関連
3. 学会等名 第74回日本体力医学会大会 (茨城)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 アスリートの腸内環境とコンディションの関連 - 腸管コンディション悪化の予防・改善策 -
3. 学会等名 第2回 スポーツ栄養カンファレンス (東京) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 シンポジウム 1-3: 温熱生理学を基礎とした暑熱環境下の運動パフォーマンス向上 - 暑熱順化による腸内環境の変化と運動パフォーマンス -
3. 学会等名 第27回日本運動生理学会大会 (広島) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 運動と腸管免疫 ー腸内環境と心身のコンディションの関連ー
3. 学会等名 第38回日本臨床運動療法学会学術集会（新潟）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 腸内環境とコンディション ー高地トレーニングと腸内環境変化ー
3. 学会等名 第22回高所トレーニング国際シンポジウム（長野）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 運動と腸内細菌 ー腸内環境とコンディションの関連ー
3. 学会等名 都市健康・スポーツ研究センター特別公演企画（大阪）（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Matsuo K, Kawamura T, Fukudo S
2. 発表標題 Effect of abdominal pressure training on the gut microbiota for preventing lifestyle diseases in middle-aged and elderly individuals
3. 学会等名 23rd European College of Sports Science Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松生香里、小柳えり、上野浩司、後藤一成
2. 発表標題 長距離・マラソン選手の夏期合宿（暑熱下）におけるトレーニングと腸内細菌叢の関連
3. 学会等名 第26回 医療福祉研究報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 腸内細菌とコンディションの関係
3. 学会等名 第3回フレイル研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松生香里、小川静香、高尾憲司、菅原誠、矢野博巳
2. 発表標題 男子長距離選手のTUA4408L豆乳発酵物の摂取が腸内環境におよぼす影響
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 松生香里
2. 発表標題 アスリートの腸内環境とコンディションの関連－腸管コンディション悪化の予防・改善策－
3. 学会等名 第2回 スポーツ栄養カンファレンス（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 長距離・マラソン選手の腸内環境と 心身のコンディションの関わり –腸内細菌変化と腸管コンディション維持の対策について–
3. 学会等名 日本実業団陸上競技連合 女子長距離強化合宿講習会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 腸内環境とコンディションのかかわり
3. 学会等名 日本陸上競技連盟 U19強化研修合宿 講習会(近畿・東海)（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松生香里, 街勝憲, 徐宇中, 劉辛, 田畑泉
2. 発表標題 シンポジウム6：身体活動・運動・トレーニングと大腸がん予防 高強度の運動トレーニングがDMH誘導性の大腸がん前がん細胞（ACF）数に与える影響
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松生香里
2. 発表標題 ワークショップ2：Experimental Tips 免疫組織化学染色法の基本からアレンジまで
3. 学会等名 第72回日本体力医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Matsuo K, Okazaki K, Goto K, Takao K, Sato H, Nagatomi R, Yano H, Fukudo S
2. 発表標題 Relationship between the stability and emotional stability of sports performance and changes in gut microbiota with mental and physical stress.
3. 学会等名 13th Internal Society of Exercise and Immunology Symposium
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 征矢 英昭、本山 貢、石井 好二郎（免疫機能担当：松生香里）	4. 発行年 2017年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 208
3. 書名 もっとなっとく 使えるスポーツサイエンス	

〔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
研究分担者	後藤 一成  (Goto Kazushige)  (60508258)	立命館大学・スポーツ健康科学部・教授   (34315)	
研究分担者	岡崎 和伸  (Okazaki Kazunobu)  (70447754)	大阪市立大学・都市健康・スポーツ研究センター・教授   (24402)	

	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	杉田 正明  (Sugita Masaaki)		



6. 研究組織（つづき）

	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	永富 良一  (Nagatomi Ryoichi)		
研究協力者	小野寺 昇  (Onodera Sho)		
研究協力者	矢野 博己  (Yano Hiromi)		
研究協力者	福土 審  (Fukudo Shin)		
研究協力者	角 大地  (Sumi Daichi)		

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