

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00876

研究課題名(和文) 高体温誘発性換気亢進反応のメカニズム解明と熱中症予防への応用

研究課題名(英文) New mechanisms for heat stroke through hyperthermic-hyperventilation and development of the countermeasures

研究代表者

西保 岳 (Nishiyasu, Takeshi)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：90237751

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,800,000円

研究成果の概要(和文)：高体温誘発性換気亢進反応のメカニズム探求と関連した新しい熱中症予防法開発を行うことを目的とした。成果として、1)頸動脈化学受容器は高体温誘発性換気亢進反応に関与しない、2)安静加温時の皮膚表面へのメントール塗布は温度感覚や熱的快適性を改善するが、換気、体温、循環、熱放散反応には影響しない、3)運動前カフェイン摂取によって、高体温誘発性換気亢進反応の感受性が大きくなることから、呼吸中枢への直接的刺激によって高体温誘発性換気亢進反応が変化する可能性、4)暑熱下運動時において、休息間の冷気吸入による口腔・気道・肺胞の冷却は、暑熱下運動時の身体冷却手段として有効である可能性、が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我々は、暑熱下運動時の熱中症について、換気反応を加味した新しい発症メカニズムを提唱して国際的にも高く評価されており、本研究では、1)高体温誘発性換気亢進反応のメカニズム探求、さらに、2)関連した新しい熱中症予防法の開発を同時進行で行うことで、地球温暖化が進むと考えられる今後の体育・スポーツの現場における熱中症予防への新しい知見を得ることを目的とした。得られた結果から、メカニズムにおける新知見が得られ、さらに、冷気吸入による口腔・気道・肺胞冷却は、暑熱下運動時の安全かつ効果的な身体冷却による新しい熱中症予防法として有効であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Elevation in body temperature leads to increase ventilation, which is called hyperthermic hyperventilation and might be one of the mechanisms for heat stroke. The purpose of this study was to explore the mechanisms under the hyperthermic hyperventilation and to develop the new countermeasure against heat stroke during exercise. We conclude that 1) the carotid chemoreceptors and skin sensory input could be a little effect on hyperthermic hyperventilation, 2) caffeine induced stimuli on central respiratory center can modulate hyperthermic hyperventilation, 3) cooling methods by cold air inhalation between exercise intervals in hot environment can suppress hyperthermic hyperventilation and raise in body temperature, reducing the risk for heat stroke.

研究分野：運動生理学

キーワード：熱中症 換気亢進 体温 運動

1. 研究開始当初の背景

2007年ノーベル平和賞を受賞したIPCC(気候変動に関する政府間パネル)によれば、2100年までの世界平均気温の上昇は約5.8℃になると予測されている。熱中症予防に関しては、日本体育協会での予防指針としてまとめられており、それによると日本における通常の気候(湿度)においては、気温31度において嚴重警戒(激しい運動は中止)であり、それをそのまま現場サイドにあてはめた場合、現在においても関東以南においては、7・8月期のほとんどの体育授業、各種スポーツ大会は開催できなくなり、いわんや将来における温暖化においては然りである。したがって、暑熱下での体育・スポーツ場面において実践可能な熱中症予防対策の早期確立は喫緊の課題である。

我々は、夏期における運動クラブの指導現場にて、練習中に過呼吸を起こす生徒や選手をよく見かける。これに関連して、Mustafa(1983)は、熱中症で救急搬送された患者の30%以上に、過呼吸を伴う者が見られたことを報告している。熱中症とは、体温、水分、循環調節系の複合的な失調とらえられているため、呼吸調節が関与しているとは思われなかったが、我々は呼吸調節、特に、過換気と体温調節に着目して19年前から研究を開始している。これまでの研究(Tsuji et al. 2016)をまとめると、運動時熱中症発症の新メカニズムとして、体温上昇による換気亢進反応 - 血中二酸化炭素分圧低下 - 脳血流・血圧低下による経路の可能性が考えられる。この新メカニズムを提唱しているが、世界をリードするためには、検証・発展に関わる研究の徹底的な実施のみならず、これを応用した具体的な新しい予防法提案が極めて急務である。

2. 研究の目的

本研究では、以下の2つの研究目的とそのための課題を設定した。

(1) ヒトにおける体温上昇時の換気亢進のメカニズム探求・深化

- ・高体温誘発性換気亢進反応に対する末梢化学受容器(頸動脈化学受容器)の関与について検討する。
- ・皮膚へのメントール塗布による強力な皮膚における冷刺激(<28℃)による深部体温上昇時の換気亢進反応へ影響を調べることによって、皮膚からの冷刺激受容器から中枢への感覚神経入力が換気亢進反応へ影響を検討する。
- ・口腔・気道・肺胞の温度低下(冷氣吸入)による換気亢進反応への影響を検討する。

(2) 新しい熱中症予防法の開発

- ・カフェインの事前摂取による熱中症予防効果を検証する。
- ・皮膚メントール塗布による熱中症予防効果を検証する。
- ・運動前や運動間における冷氣吸入による熱中症予防効果的を検証する。

3. 研究の方法

(1) 室温25℃、相対湿度50%の環境下において、55%最大酸素摂取量強度の一定負荷自転車運動を行った。運動前にカフェインを摂取した場合(カフェイン摂取条件)とプラセボ(コントロール条件)を摂取した場合で、安静時、運動開始5分目(運動時ベースライン)および運動時ベースラインよりも食道温

(T_{es}) が0.5、1.0、1.5 °C上昇した時に、末梢化学受容器(頸動脈化学受容器)の活動を抑制するための高酸素吸入を30秒間行った。測定項目は、脳温度の指標としての食道温: T_{es} 、皮膚温、呼吸代謝パラメーター [換気量(\dot{V}_E)、呼気終末 CO_2 分圧 (P_{ETCO_2})]、中大脳動脈平均血流速度 ($MCAV_{mean}$) などであった。

(2) 室温25 °C、相対湿度50%の環境下において、上半身にメントール溶液を塗布する条件 (M条件) とコントロール溶液を塗布する条件 (C条件) の2条件下で、下肢温浴(42 °Cの温水)による安静加温を行った。測定項目は、脳温度の指標としての食道温: T_{es} 、皮膚温、呼吸代謝パラメーター [換気量(\dot{V}_E)、呼気終末 CO_2 分圧 (P_{ETCO_2})]、中大脳動脈平均血流速度 ($MCAV_{mean}$) などであった。

(3) 暑熱環境下 (気温35 °C) での中強度間欠的運動 (60% VO_{2peak}) における休息時の冷氣吸入が、間欠的運動時の体温および呼吸循環応答に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、暑熱環境下 (環境温35 °C、相対湿度50%) において、5分間の一定負荷運動 (60% VO_{2peak} 強度、60rpm) と3分間の休息を1セットとして、これを8セット行うものとし、休息時に 室内の空気を吸入する条件 (Hot-air条件) および 冷氣を吸入する条件(Cold-air条件) の2条件を行った。吸入冷氣温度を、13 °C と10 °C の2条件にて、上記実験を行った。測定項目は、脳温度の指標としての食道温: T_{es} 、皮膚温、呼吸代謝パラメーター [換気量(\dot{V}_E)、呼気終末 CO_2 分圧 (P_{ETCO_2})]、中大脳動脈平均血流速度 ($MCAV_{mean}$) などであった。

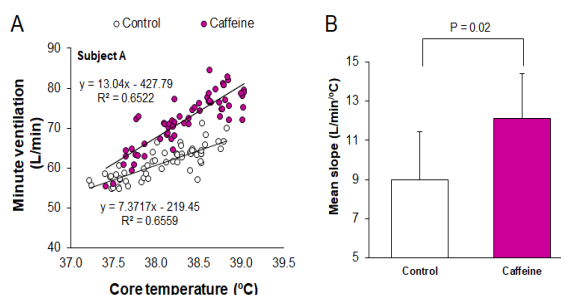
4. 研究成果

(1)高酸素吸入によって末梢化学受容器の働きを一時的に抑制することで体温レベルに関わらず運動時の \dot{V}_E が低下したが、いずれの場合も低下の程度は15%程度であったことが示された。従って、末梢化学受容器は運動時における高体温誘発性換気亢進反応にほとんど関与しないことが示唆された。

(2)上半身の皮膚へのメントールの塗布によって安静加温時の温度感覚や熱的快適性が改善されたが、上半身へのメントール塗布は、体温上昇時の体温、呼吸循環応答に影響しなかったこと、上半身及び局所部へのメントール塗布により、安静加温時の熱放散反応は変化しなかった。このことから、安静加温時の皮膚表面へのメントールの塗布は、温度感覚や熱的快適性を改善するが、体温、呼吸循環、熱放散反応などの生理反応には影響しないことが示唆された。

(3)運動前安静時において、カフェイン摂取によって換気量はコントロール条件よりも高くなり、呼気終末二酸化炭素分圧と中大脳動脈平均血流速度は低くなった。運動時の換気量は、両条件ともに食道温の上昇とともに増加し、高体温誘発性の換気亢進が観察された。

図1:換気亢進反応の感受性(食道温と換気量の回帰直線の傾き)は、カフェイン摂取条件でコントロール条件よりも大きい。



この換気亢進反応の感受性（食道温と換気量の回帰直線の傾き）は、カフェイン摂取条件でコントロール条件よりも大きくなり（図1）、呼吸回数がより大きく増加したことによるものであった。また、高体温誘発性の換気亢進に伴い、運動時の呼気終末二酸化炭素分圧と中大脳動脈平均血流速度も食道温上昇とともに低下し、これらの低下は、カフェイン摂取条件でより大きくなった。皮膚血流量と心拍数は、食道温上昇に伴い両条件ともに上昇した。安静時及び運動時の皮膚血流量は、カフェイン摂取の影響を受けなかった。心拍数は、安静時ではカフェイン摂取の影響を受けなかったが、深部体温が1.5 °C以上上昇する運動後半において、カフェイン摂取により高くなった。また、主観的運動強度は、運動前半ではカフェイン摂取により低値を示したが、この効果は運動後半では見られなくなった。安静時及び運動時の酸素摂取量、二酸化炭素排出量及び呼吸交換比は、カフェイン摂取の影響を受けなかった。

(4)暑熱下間欠的運動時において、運動間休息時の10 °Cの冷氣吸入は、1) 深部体温上昇を抑制する傾向（図2）を示したこと、2) 主観的な温度感覚および熱的快適性を改善すること、3) 冷氣吸入によって気管支の炎症の指標が変化しなかったこと、などであった。これらの結果から、休息間の冷氣吸入は、安全かつ暑熱下運動時の身体冷却手段として有効である可能性がある。

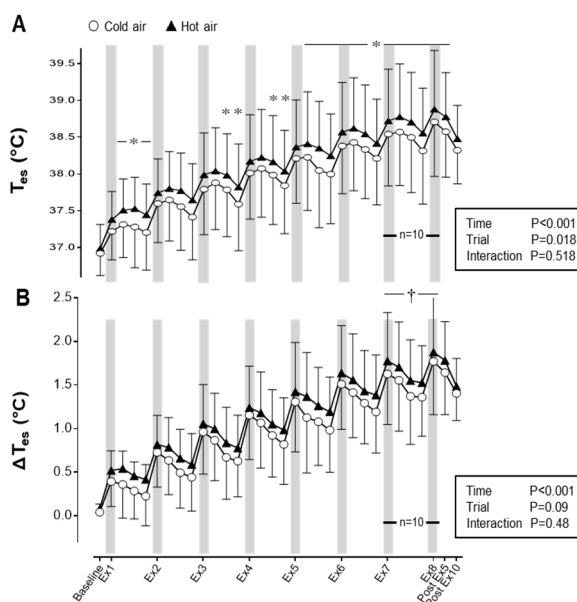
< 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト >

我々は、暑熱下運動時の熱中症について、換気反応を加味した新しい発症メカニズムを提唱して国際的にも高く評価されており、さらに本研究における結果から、メカニズムにおける新知見が得られ、さらに、冷氣吸入による口腔・気道・肺泡冷却は、暑熱下運動時の安全かつ効果的な身体冷却による新しい熱中症予防法として有効であることが明らかとなった。これらの成果はすでに、当該分野におけるトップジャーナルに掲載されており、掲載及び投稿待ちの国際論文もある。

< 今後の展望 >

暑熱下運動時熱中症発症の新メカニズムとして、体温上昇による換気亢進反応 - 血中二酸化炭素分圧低下（血中アルカローシス） - 脳血流・血圧低下による経路が加わる可能性が考えられる。我々が明らかにして来た知見を総合的に解釈した場合、高体温誘発性換気亢進反応は暑熱下において放熱反応としての機能は少なく、むしろ生理的にはマイナス（脳血流を減少させ、かえって体温を上昇させてしまう等）の反応と考えられる。さらに、そもそもこの換気亢進作用がヒトにおいてどのような生理学的意

図2: 暑熱下間欠的運動時において、運動間休息時の10 °Cの冷氣吸入は、運動後半において深部体温上昇を抑制する。



義があるかは明らかではない。したがって今後、1) 高体温誘発性換気亢進作用のヒトにおける生理学的意義は何か、例えば高体温時における未知の生理的意義があるのか？、それとも単に人における退化的な機能なのか？、そして、2) これらを明らかにする過程での新知見を応用した具体的な新しい熱中症予防法とは？を明らかにする必要がある。

< 引文献 >

Mustafa M, Khougali M, Gumaa K. Respiratory pathophysiology in heat stroke. 1983.

Tsuji B, Hayashi K, Kondo N, Nishiyasu T (2016) Characteristics of hyperthermia-induced hyperventilation in humans, *Temperature*, 3(1):146-60. doi: 10.1080/23328940.2016.1143760.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Fujii Naoto, Fujimoto Tomomi, Yinhang Cao, Dobashi Kohei, Matsutake Ryoko, Amano Tatsuro, Watanabe Koichi, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 53
2. 論文標題 Caffeine Exacerbates Hyperventilation and Reductions in Cerebral Blood Flow in Physically Fit Men Exercising in the Heat	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 845 ~ 852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002537	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 Arnold Josh T., Lloyd Alex B., Bailey Stephen J., Fujimoto Tomomi, Matsutake Ryoko, Takayanagi Masataka, Nishiyasu Takeshi, Fujii Naoto	4. 巻 129
2. 論文標題 The nitric oxide dependence of cutaneous microvascular function to independent and combined hypoxic cold exposure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 947 ~ 956
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00487.2020	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 Dobashi Kohei, Fujii Naoto, Ichinose Masashi, Fujimoto Tomomi, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Voluntary hypocapnic hyperventilation lasting 5?min and 20?min similarly reduce aerobic metabolism without affecting power outputs during Wingate anaerobic test	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Sport Science	6. 最初と最後の頁 1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17461391.2020.1812728	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 Ogawa Takeshi, Nagao Maiko, Fujii Naoto, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 12
2. 論文標題 Effect of inspiratory muscle-loaded exercise training on peak oxygen uptake and ventilatory response during incremental exercise under normoxia and hypoxia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation	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) 10.1186/s13102-020-00172-1	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 Fujii Naoto, Amano Tatsuro, Kenny Glen P., Honda Yasushi, Kondo Narihiko, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 104
2. 論文標題 Nicotinic receptors modulate skin perfusion during normothermia, and have a limited role in skin vasodilatation and sweating during hyperthermia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Experimental Physiology	6. 最初と最後の頁 1808 ~ 1818
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1113/EP088072	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 Fujii Naoto, Kenny Glen P., Amano Tatsuro, Honda Yasushi, Kondo Narihiko, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 858
2. 論文標題 Evidence for TRPV4 channel induced skin vasodilatation through NOS, COX, and KCa channel mechanisms with no effect on sweat rate in humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Pharmacology	6. 最初と最後の頁 172462 ~ 172462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejphar.2019.172462	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 Fujii Naoto, Kashihara Miki, Kenny Glen P., Honda Yasushi, Fujimoto Tomomi, Cao Yinhang, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 126
2. 論文標題 Carotid chemoreceptors have a limited role in mediating the hyperthermia-induced hyperventilation in exercising humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 305 ~ 313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00562.2018	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 Fujii Naoto, Nishida Yuya, Ogawa Takeshi, Tanigawa Satoru, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Effects of work-matched moderate- and high-intensity warm-up on power output during 2-min supramaximal cycling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biology of Sport	6. 最初と最後の頁 223 ~ 228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5114/biol sport.2018.74633	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 Tsuiji Bun, Hoshi Yuta, Honda Yasushi, Fujii Naoto, Sasaki Yosuke, Cheung Stephen S., Kondo Narihiko, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Respiratory mechanics and cerebral blood flow during heat-induced hyperventilation and its voluntary suppression in passively heated humans	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physiological Reports	6. 最初と最後の頁 e13967 ~ e13967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14814/phy2.13967	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 Cao Yinhang, Ichikawa Yuhei, Sasaki Yosuke, Ogawa Takeshi, Hiroshima Tsutomu, Enomoto Yasushi, Fujii Naoto, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 7
2. 論文標題 Expiratory flow limitation under moderate hypobaric hypoxia does not influence ventilatory responses during incremental running in endurance runners	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physiological Reports	6. 最初と最後の頁 e13996 ~ e13996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14814/phy2.13996	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 Fujii Naoto, Nikawa Toshiya, Tsuiji Bun, Kondo Narihiko, Kenny Glen P., Nishiyasu Takeshi	4. 巻 117
2. 論文標題 Wearing graduated compression stockings augments cutaneous vasodilation in heat-stressed resting humans	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 921 ~ 929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-017-3581-5	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 Dobashi Kohei, Fujii Naoto, Watanabe Kazuhito, Tsuiji Bun, Sasaki Yosuke, Fujimoto Tomomi, Tanigawa Satoru, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 117
2. 論文標題 Effect of voluntary hypocapnic hyperventilation or moderate hypoxia on metabolic and heart rate responses during high-intensity intermittent exercise	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 European Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 1573 ~ 1583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-017-3646-5	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 Tsui Bun, Filingeri Davide, Honda Yasushi, Eguchi Tsubasa, Fujii Naoto, Kondo Narihiko, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 124
2. 論文標題 Effect of hypocapnia on the sensitivity of hyperthermic hyperventilation and the cerebrovascular response in resting heated humans	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physiology	6. 最初と最後の頁 225 ~ 233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00232.2017	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 Fujii Naoto, Aoki-Murakami Erii, Tsui Bun, Kenny Glen P., Nagashima Kei, Kondo Narihiko, Nishiyasu Takeshi	4. 巻 5
2. 論文標題 Body temperature and cold sensation during and following exercise under temperate room conditions in cold-sensitive young trained females	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physiological Reports	6. 最初と最後の頁 e13465 ~ e13465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14814/phy2.13465	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

[学会発表] 計9件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Fujimoto T, Dobashi K, Matsutake R, Fujii N, Nishiyasu T.
2. 発表標題 Hypocapnia attenuate local skin thermal sensation in normothermic humans.
3. 学会等名 ARIHHP science week (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tsui B, Yamamoto M, Yamashita S, Katagiri A, Fujii N, Nishiyasu T.
2. 発表標題 Effect of heat acclimation at a fixed daily time on cerebral blood flow in heated humans.
3. 学会等名 ARIHHP science week (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Lloyd AB, Arnold JT, Bailey SJ, Fujimoto T, Matsutake R, Takayanagi M, Nishiyasu T, Fujii N.
2. 発表標題 The nitric oxide dependence of cutaneous microvascular function to independent and combined hypoxic cold exposure.
3. 学会等名 virtual 8th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takayanagi M, Fujimoto T, Kondo N, Nishiyasu T, Fujii N.
2. 発表標題 Menthol application on the skin modulates thermal perceptions but not heat loss, ventilatory, and cerebrovascular responses in resting heated humans.
3. 学会等名 The 18th International Conference On Environmental Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北野 孟, 小久保 一樹, 藤本 知臣, 藤井 直人, 本田 靖, 近藤 徳彦, 西保 岳
2. 発表標題 段階的着圧機能を持つタイトの着用が日射を伴う暑熱下運動時の呼吸循環および体温調節反応に及ぼす影響
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 高柳 俊隆, 藤本 知臣, 近藤 徳彦, 西保 岳, 藤井 直人
2. 発表標題 皮膚表面へのメントール塗布が安静加温時の熱放散反応および呼吸循環応答に及ぼす影響
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 片桐 陽, 西保 岳, 辻 文
2. 発表標題 炭酸水素ナトリウムの摂取が暑熱下持続的運動時の換気および脳血流反応に及ぼす影響
3. 学会等名 第33回運動と体温の研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Nishiyasu, Kohei Dobashi, Tomomi Fujimoto, Naoto Fujii, Masashi Ichinose
2. 発表標題 Effect of pre-exercise voluntary hyperventilation on physiological responses during and following supramaximal exercise
3. 学会等名 International Symposium of Sports Medical Science for Persons with Impairments in Wakayama 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoto Fujii, Yasushi Honda, Glen P Kenny, Takeshi Nishiyasu
2. 発表標題 Do Carotid Chemoreceptors Contribute to Hyperthermia Induced Hyperventilation in Exercising Humans?
3. 学会等名 Experimental Biology (国際学会)
4. 発表年 2018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
研究 分担者	林 恵嗣 (Hayashi Keiji) (00431677)	静岡県立大学短期大学部・短期大学部・教授 (43807)	

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
研究分担者	藤井 直人 (Fujii Naoto) (00796451)	筑波大学・体育系・助教 (12102)	
研究分担者	辻 文 (Tsuji Bun) (40707212)	県立広島大学・公私立大学の部局等（広島キャンパス）・准教授 (25406)	
研究分担者	小川 剛司 (Ogawa Takeshi) (70451698)	大阪教育大学・教育学部・准教授 (14403)	
研究分担者	本田 靖 (Honda Yasushi) (20165616)	筑波大学・体育系・名誉教授 (12102)	

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			
Canada	University of Ottawa			
UK	Loughborough University			