

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H04083

研究課題名（和文）運動＋乳製品摂取による認知症予防法の開発

研究課題名（英文）Development of an exercise training + milk product intake regimen to protect against dementia

研究代表者

増木 静江（Masuki, Shizue）

信州大学・学術研究院医学系・教授

研究者番号：70422699

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、高齢者における、1）体力（最高酸素摂取量）の向上が脳血流を改善して認知機能を改善する、という仮説を検証し、2）これらの反応を高めるための効果的な「運動＋栄養摂取」法を開発することを目的とした。

高齢者を対象に、自発運動開始時の脳循環応答と体力の関係について横断実験を行い、さらに運動＋乳製品摂取の認知機能改善効果について8週間の介入実験を行った。

その結果、体力の高い者では運動開始時の脳血管の拡張度が高く、これに比例して心拍数が上昇すること、さらに、自転車運動トレーニング中の乳製品摂取は、体力上昇、脳血流改善を亢進して、認知機能を改善する可能性があることが示唆された。

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、体力の向上が脳血流を増加させ、それが認知機能を改善すること、さらに、運動＋乳製品摂取はこれらの効果を亢進させることを示唆する結果を得た点である。このように、運動による認知機能の改善効果とそれを高める栄養摂取法についてメカニズムも含めて詳細に検討した研究はこれまでなく、独自性と創造性を有する。

本研究の社会的意義は、認知症予防のため各個人が取り組むための具体的な方法を提示した点である。我が国は超高齢社会に突入し医療費抑制は解決すべき喫緊の課題である。本研究の結果に基づき、認知機能改善のための汎用性の高い運動＋栄養摂取法が普及すれば、今後増加する医療費の高騰を抑制できる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of the present study was 1) to examine whether increased $\dot{V}O_{2peak}$ improved cerebral vasodilation in response to external stimulation and improved cognitive function, and 2) to develop an effective exercise + nutritional regimen that could enhance these improvements.

We conducted a cross-sectional experiment to determine cerebro-cardiovascular responses at the onset of voluntary exercise in older subjects with different $\dot{V}O_{2peak}$, and also conducted an interventional experiment to assess the effects of cycling exercise training + milk product intake for 8 weeks on cognitive function.

The results from these experiments suggest that cerebro-cardiovascular responses at the onset of voluntary exercise were enhanced in individuals with higher $\dot{V}O_{2peak}$, and that milk product intake during exercise training enhanced increases in $\dot{V}O_{2peak}$ and cerebral vasodilation in response to external stimulation and thereby improved cognitive function in older people.

研究分野：運動生理学

キーワード：最高酸素摂取量 認知機能 脳血流 運動トレーニング 乳製品

1. 研究開始当初の背景

現在、我が国の認知症患者の有病率は、74歳以下で5%だが、84歳以下で20%と増加し、95歳以上では70%である。そして、我が国の平均寿命が延びる中、2025年までに65歳以上の人口の20%以上が認知症患者になると予想されており、その対策は急務である。その一つの手段として、認知症の予備段階と言える軽度認知障害 (Mild Cognitive Impairment, MCI) 者に対する運動・栄養療法が特に注目されている。

実際、最近我々は、5ヵ月間のゆっくり歩きと速歩を3分ずつ交互に繰り返すインターバル速歩トレーニングによる体力 (最高酸素摂取量, $\dot{V}O_{2peak}$) 向上が認知機能に与える効果を検討した。その結果、体力向上に伴って、認知機能も改善すること、そして、その効果は軽度認知障害者で顕著であることを明らかにした(1)。

一方、我々は体力向上が認知機能を改善するメカニズムを明らかにする目的で、中高年者を対象に、運動開始前にあらかじめカウントダウンの合図によって「動こう」という動機付けを行ってから自転車運動を開始させると、運動に先行して脳血管が拡張すること、さらに、その拡張度に比例して心拍数が上昇することを認めた。我々はすでに、マウスにおいて自発運動開始前に大脳皮質活動が上昇し、脳血流が増加すると、延髄の圧反射ゲインが抑制され心拍数を上昇させることを報告したが(4, 5)、ヒトにおいても運動開始前のカウントダウンによって同様のメカニズムが働いていると考えられる(2)。さらに、パイロット実験において、これらの反応は体力の高い被験者では亢進しているのに対して、体力の低い被験者ではほぼ消滅している可能性を示唆する結果を得た。すなわち、体力向上は、脳血管のコンプライアンス(やわらかさ)を改善して、外部刺激に対し脳血流を増加させることで、認知機能を改善する可能性が高い。

一方、我々は、中高年者において、インターバル速歩トレーニング中に乳製品を摂取すると、 $\dot{V}O_{2peak}$ の上昇が亢進し、これに伴って頸動脈コンプライアンス上昇、血糖調節改善も亢進することを報告した(7)。さらに、これらの遺伝子メカニズムとして、我々は、インターバル速歩+乳製品摂取が、炎症促進遺伝子(*NFKB1*, *NFKB2*)のメチル化(不活性化)を引き起こすことを明らかにしている(3)。これらの結果は、もし、高齢者を対象に運動トレーニング中に乳製品を摂取させれば、運動による体力向上、脳血管コンプライアンス上昇を亢進して、認知機能を改善する可能性を強く示唆する。

2. 研究の目的

本研究では、以下の2つの仮説を検証することを目的とした。

高齢者において、

- 1) $\dot{V}O_{2peak}$ が高い者では自発運動開始時の脳血管の拡張度が高く、これに比例して心拍数が上昇するのに対して、 $\dot{V}O_{2peak}$ が低い者ではこれらの反応が減弱しているのではないか？
- 2) 運動+乳製品摂取は $\dot{V}O_{2peak}$ の上昇を亢進し、脳血管コンプライアンスを上昇することで脳血流を改善して、認知機能を改善するのではないか？

3. 研究の方法

3-1. 横断実験

3-1-1. 自発的自転車運動開始時の脳循環応答

高齢男性 (n=21, ~76歳) を対象に以下の実験を行った。すなわち、被験者は実験室にて、

座位の姿勢で自転車エルゴメーターに着座し、すべての測定機器が装着されるまで 30 分間安静にした。運動開始 30 秒前からカウントダウンを行って自転車を 3 分間こぐ条件、カウントダウンなしで自転車を 3 分間こぐ条件の 2 条件を、5 分以上の休憩時間を挟んで、それぞれ 4 回ずつ無作為に計 8 回実施した。各トライアルにおいて、心電図電極により心拍数、Finometer により連続血圧、経頭蓋ドップラー計測装置により中大脳動脈血流速度を測定した。

別途、 $\dot{V}O_{2peak}$ をステップアップ歩行法で測定した。我々は、この値が、ジムで自転車エルゴメーターと呼気ガス分析器から求めた値（ゴールドスタンダード）と一致することを確認している(6)。

3-1-2. 自発歩行開始時の循環応答

上記、実験室実験の評価法をフィールド研究に応用するため、以下の実験を行った。被験者は中高年の健康増進プログラム「松本市熟年体育大学いきいき健康ひろば」事業に参加している体力の異なる高齢男女 (n=33, ~72 歳) を対象とした。屋内施設 (18x18 m) にて、立位姿勢を保った後、15 秒間のカウントダウンを行い、自発歩行を開始した。これを 5 分以上の休憩時間を挟んで 5 回実施した。この際、心電計と 3 軸加速度計を一体化させた携帯型測定装置を用いて、心拍数と運動強度を測定した。

別途、 $\dot{V}O_{2peak}$ をステップアップ歩行法で測定した。

3-2. 介入実験

被験者は、「松本市熟年体育大学いきいき健康ひろば」事業に参加し、インターバル速歩トレーニングを 6 ヶ月以上継続している高齢男性 (n=24, ~72 歳) を対象とした。彼らを、インターバル速歩継続プラセボ群 (CHO 群)、インターバル速歩 + 自転車併用プラセボ群 (自転車 CHO 群)、インターバル速歩 + 自転車併用ミルク群 (自転車 MILK 群)、それぞれ 8 名ずつに無作為に分け、従来どおりインターバル速歩トレーニングを 8 週間実施させた。自転車 CHO 群と自転車 MILK 群については、インターバル速歩に加えて 60 分/日、3 日/週の頻度で $\dot{V}O_{2peak}$ の 60~75% の強度で自転車運動を 8 週間実施させた。介入期間中、CHO 群には日々のインターバル速歩後 30 分以内に糖質電解質飲料を、一方、自転車 CHO 群と自転車 MILK 群には日々の自転車運動後 30 分以内にそれぞれ糖質電解質飲料、乳製品を摂取させた。8 週間の介入前後において、 $\dot{V}O_{2peak}$ (負荷漸増自転車運動と呼気ガス分析)、認知機能 (浦上式認知症簡易スクリーニング)、頸動脈コンプライアンス (超音波ドップラー法により頸動脈血管径、Finometer により連続血圧)、自転車運動開始時の脳循環応答 (超音波ドップラーにより脳血流、ECG により心拍数、Finometer により連続血圧) を測定した。さらに、認知機能だけでなく排尿機能への効果も評価するため、排尿機能測定 (尿流計により尿流量)、排尿アンケート調査 (過活動膀胱スコア, OABSS) も行った。

特に、2019、2020 年度はコロナ禍での介入実験となり、高齢者を対象としているため、測定、運動トレーニングを通して、感染防止対策を徹底し、細心の注意を払い実験を行った。これにより介入期間中、何れの群においても脱落した被験者はいなかった。

4 . 研究成果

4-1. 横断実験

4-1-1. 自発的自転車運動開始時の脳循環応答

カウントダウンによる自転車運動開始時には脳血流の増加に続いて、心拍数が増加するが、その反応の程度は、個人の $\dot{V}O_{2peak}$ と比例することを、例数を増やし確認した。以上の結果は、体力の高い者では運動開始時の脳血管の拡張度が高く、これに比例して心拍数が上昇することを示唆する。すなわち、認知機能と自発運動開始時の脳循環応答が密接に関連する可能性を明らかにした。

4-1-2. 自発歩行開始時の循環応答

上記は、実験室実験だが、この結果をフィールド研究に応用するため、自発的「歩行」開始時の心拍数の上昇度を測定した。その結果、この上昇度は $\dot{V}O_{2peak}$ と比例することを示唆する結果を得た。これは実験室実験の結果を支持する。

4-2. 介入実験

インターバル速歩 + 自転車併用群（自転車 CHO 群、自転車 MILK 群）は、インターバル速歩継続群（CHO 群）と比較して、介入後に $\dot{V}O_{2peak}$ が向上し、それに伴って、頸動脈コンプライアンスが改善し、排尿機能も改善する傾向を示した。さらに、これらの改善効果は、インターバル速歩 + 自転車併用時に乳製品を摂取した群において（自転車 MILK 群） プラセボを摂取した群（自転車 CHO 群）と比較して、高い傾向を示した。また、現在、解析中ではあるが、これに伴って自転車 MILK 群では認知機能も改善したことが予測される。実際、我々は、運動トレーニングによって体力が向上すれば、認知機能が改善することを報告している(1)。

以上、高齢者における自転車運動トレーニング中の乳製品摂取は、 $\dot{V}O_{2peak}$ の上昇を亢進し、脳血流を改善すること、これにより認知機能や排尿機能を改善する可能性があることが示唆された。

今後、本研究に結果に基づき、フィールドで大勢の中高年者を対象に運動 + 乳製品摂取による認知機能改善効果について大規模介入研究を目指す。

< 引用文献 >

1. **Furihata M, Morikawa M, Hayashi R, Tomita W, Masuki S, Nose H.** Effects of 5-month interval walking training on cognitive function in elderly people [abstract]. *FASEB J* 32: 588.10, 2018.
2. **Manabe K, Masuki S, Ogawa Y, Uchida K, Kamijo YI, Kataoka Y, Sumiyoshi E, Takeda Y, Aida T, Nose H.** Countdown before voluntary exercise induces muscle vasodilation with baroreflex-mediated decrease in muscle sympathetic nerve activity in humans. *J Appl Physiol (1985)* 128: 1196-1206, 2020.
3. **Masuki S, Nishida K, Hashimoto S, Morikawa M, Takasugi S, Nagata M, Taniguchi S, Rokutan K, Nose H.** Effects of milk product intake on thigh muscle strength and nfkb gene methylation during home-based interval walking training in older women: A randomized, controlled pilot study. *PLoS One* 12: e0176757, 2017.
4. **Masuki S, Nose H.** Increased cerebral activity suppresses baroreflex control of heart rate in freely moving mice. *J Physiol* 587: 5783-5794, 2009.
5. **Masuki S, Sumiyoshi E, Koshimizu TA, Qian J, Higuchi K, Tsujimoto G, Nose H.**

Voluntary locomotion linked with cerebral activation is mediated by vasopressin v1a receptors in free-moving mice. *J Physiol* 591: 3651-3665, 2013.

6. **Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H.** Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc* 82: 803-811, 2007.
7. **Uchida K, Masuki S, Morikawa M, Furihata M, Manabe K, Ogawa Y, Kataoka Y, Aida T, Nakano S, Nose H.** Milk plus carbohydrate supplementation during interval walking training enhanced the improvement of blood glucose and blood pressure regulations in older people [abstract]. *FASEB J* 32: 724.6, 2018.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masuki S, Morikawa M, Nose H	4. 巻 94
2. 論文標題 High-intensity walking time is a key determinant to increase physical fitness and improve health outcomes after interval walking training in middle-aged and older people	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mayo Clinic Proceedings	6. 最初と最後の頁 2415-2426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mayocp.2019.04.039	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 Kimura T, Ogawa Y, Hayashi H, Yasumitsu R, Kataoka Y, Uchida K, Manabe K, Masuki S, Nose H	4. 巻 64
2. 論文標題 Mathematical model to estimate the increase in firefighters' core temperature during firefighting activity with a portable calorimeter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int J Biometeorol	6. 最初と最後の頁 755-764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00484-020-01865-5	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 Masuki S, Morikawa M, Nose H	4. 巻 in press
2. 論文標題 Internet of Things (IoT) System and Field Sensors for Exercise Intensity Measurements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Comprehensive Physiology	6. 最初と最後の頁 1207-1240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cphy.c190010	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 Manabe K, Masuki S, Ogawa Y, Uchida K, Kamijo Y, Kataoka Y, Sumiyoshi E, Takeda Y, Aida T, Nose H	4. 巻 128
2. 論文標題 Countdown before voluntary exercise induces muscle vasodilation with baroreflex mediated decrease in muscle sympathetic nerve activity in humans	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Appl Physiol	6. 最初と最後の頁 1196-1206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jappphysiol.00523.2019	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 Nose H, Morikawa M, Furihata M, and Masuki S	4. 巻 10
2. 論文標題 High-intensity interval walking training using internet of things (IoT): past and future	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Phys Fitness Sports Med	6. 最初と最後の頁 139-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7600/jpfsm.10.139	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 Ichiara Y, Masuki S, Uchida K, Takahashi K, Nakajima M, and Nose H	4. 巻 150
2. 論文標題 Effects of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on respiratory responses to graded cycling and interval walking training achievement in older women over 75 yrs.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Exp Gerontol	6. 最初と最後の頁 111356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.exger.2021.111356	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 増木静江、森川真悠子、内田晃司、能勢 博	4. 巻 69
2. 論文標題 運動+乳製品摂取の体力向上・生活習慣病改善効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 糖尿病・内分泌代謝科	6. 最初と最後の頁 166-172
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 能勢 博、森川真悠子、増木静江	4. 巻 72
2. 論文標題 10歳若返る！「インターバル速歩」-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊せんい	6. 最初と最後の頁 101-107
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 能勢 博、内田晃司、森川真悠子、増木静江	4. 巻 43
2. 論文標題 運動と乳製品摂取で熱中症を予防する、In: 一步先ゆく熱中症・脱水予防	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 救急医学	6. 最初と最後の頁 942-948
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 Uchida K, Kamijo Y, Ikegawa S, Hamada K, Masuki S, and Nose H	4. 巻 50
2. 論文標題 Interval Walking Training and Nutritional Intake to Increase Plasma Volume in Elderly	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 151-158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000001416	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 Tanabe A, Masuki S, Nemoto K, and Nose H	4. 巻 62
2. 論文標題 Seasonal influence on adherence to and effects of an interval walking training program on sedentary female college students in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Biometeorology	6. 最初と最後の頁 643-654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00484-017-1473-3	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 Suzuki H, Masuki S, Morikawa A, Ogawa Y, Kamijo Y, Takahashi K, Nakajima M, and Nose H	4. 巻 8
2. 論文標題 Effects of 5-aminolevulinic acid supplementation on home-based walking training achievement in middle-aged depressive women: randomized, double-blind, crossover pilot study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-25452-2	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 Morikawa M, Nakano S, Mitsui N, Murasawa H, Masuki S, and Nose H	4. 巻 68
2. 論文標題 Effects of dried tofu supplementation during interval walking training on the methylation of the NFKB2 gene in the whole blood of older women	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 749-757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12576-017-0589-x	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 Nose H, Kamiyo Y, and Masuki S	4. 巻 156
2. 論文標題 Interactions between body fluid homeostasis and thermoregulation in humans	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Handb Clin Neurol	6. 最初と最後の頁 417-429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/B978-0-444-63912-7.00025-4	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 増木静江、森川真悠子、住吉愛里、能勢 博	4. 巻 68
2. 論文標題 運動の習慣化を左右する遺伝子解明に向けて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 9-14
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 能勢 博、森川真悠子、降幡真由佳、増木 静江	4. 巻 39
2. 論文標題 糖尿病患者向けの効果的な歩行のコツ - インターバル速歩のススメ -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Modern Physician, 新興医学出版社, 東京	6. 最初と最後の頁 49-52
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 増木静江、森川真悠子、内田晃司、能勢博	4. 巻 69
2. 論文標題 運動+乳製品摂取の体力向上・生活習慣病予防効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Milk Science	6. 最初と最後の頁 166-172
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 能勢 博、内田晃司、片岡由布子、森川真悠子、増木静江	4. 巻 191
2. 論文標題 熱中症予防のためのソフトドリンクに求められること	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ソフトドリンク技術資料	6. 最初と最後の頁 1-27
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 -

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Masuki S
2. 発表標題 Development of an evidence-based exercise training program for preventive medicine
3. 学会等名 The 17th Basic Molecular Biology Course, Guest Lecture at Brawijaya University, Malang, East Java, Indonesia, July 6th, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masuki S
2. 発表標題 Interval walking training helps prevent lifestyle-related diseases and age-associated declines in physical fitness
3. 学会等名 The 17th Basic Molecular Biology Course, Symposium, Malang, East Java, Indonesia, July 7th, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masuki S
2. 発表標題 Interval walking training can preserve physical fitness with advancing age
3. 学会等名 Guest lecture at Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia, July 8th, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 運動 + 栄養摂取の相乗効果 - その背景と効果のエビデンス -
3. 学会等名 日本食品化学学会 第25回総会・学術大会、松本、2019.6.6-7 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 10歳若返る！「インターバル速歩」 - 臨床医学への応用をめざして -
3. 学会等名 第40回長野県手術室研究会、中野、2019.8.24 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 運動 + 乳製品摂取の生活習慣病予防効果
3. 学会等名 教育講演、第42回日本高血圧学会総会、東京、2019.10.25-27 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 10歳若返る歩行術「インターバル速歩」 - その背景と効果のエビデンス -
3. 学会等名 第46回長野県接骨学会、辰野、2020.3.8 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 能勢 博、増木静江
2. 発表標題 より有効な有酸素運動の工夫、シンポジウム「運動療法の話題：Exercise is medicine -その理論と実践-」
3. 学会等名 第54回糖尿病学の進歩、金沢、2020.9.2 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 能勢 博、増木静江
2. 発表標題 インターバル速歩、シンポジウム「座位から活動的な生活習慣への行動変容」
3. 学会等名 第85回日本温泉気候物理学会、東京、2021.1.21 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Manabe K, Masuki S, Uchida K, Takeda Y, Nose H
2. 発表標題 Enhanced cerebro-cardiovascular responses before voluntary cycling in physically fit men
3. 学会等名 The 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress, Kobe, Mar 28th-31st, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeda Y, Masuki S, Morikawa M, Nose H
2. 発表標題 Lower urinary tract symptoms are associated with reduced peak aerobic capacity in old people
3. 学会等名 The 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress, Kobe, Mar 28th-31st, 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 IoTを活用した大規模個別運動処方のための携帯端末アプリの開発
3. 学会等名 AMED ICT関連事業成果報告会、東京、2019.3.5 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masuki S, Morikawa M, Nose H
2. 発表標題 High intensity walking time is a key determinant to increase V02peak after 5-month interval walking training in middle-aged and older people
3. 学会等名 Experimental Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Manabe K, Masuki S, Ogawa Y, Uchida K, Kamiyo Y, Kataoka Y, Sumiyoshi E, Aida T and Nose H
2. 発表標題 Countdown before voluntary exercise induces muscle vasodilation with decreased muscle sympathetic nerve activity in humans
3. 学会等名 Experimental Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Uchida K, Masuki S, Morikawa M, Furihata M, Manabe K, Ogawa Y, Kataoka Y, Aida T, Nakano S and and Nose H
2. 発表標題 Milk plus carbohydrate supplementation during interval walking training enhanced the improvement of blood glucose and blood pressure regulations in older people
3. 学会等名 Experimental Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Aida T, Masuki S, Uchida K, Manabe K, Morikawa M, Furihata M, Fujita T and Nose H
2. 発表標題 Effects of the high pressure processed rice intake during interval walking training on glycemic control and NFKB2 gene methylation in lifestyle-related disease patients
3. 学会等名 Experimental Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Furihata M, Morikawa M, Hayashi R, Tomita W, Masuki S, and Nose H
2. 発表標題 Effects of 5-month interval walking training on cognitive function in elderly people
3. 学会等名 Experimental Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Morikawa M, Masuki S, Furuhata S, Shimodaira H, Furihata M, and Nose H
2. 発表標題 Interval walking training over 10 years protects against age-associated declines in physical fitness
3. 学会等名 Experimental Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masuki S and Nose H
2. 発表標題 Interval walking training can protect against age-associated declines in physical fitness and lifestyle-related diseases
3. 学会等名 The 20th Academia Eurasiana Neurochirurgica (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 インターバル速歩の認知機能改善効果
3. 学会等名 第6回認知症予防・治療・介護の最前線シンポジウム2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永富丈博、赤羽弘康、吉原恭子、内田晃司、能勢 博、増木静江、富田 威
2. 発表標題 スマホアプリによる心リハ患者の最高酸素摂取量測定を試み
3. 学会等名 第26回日本心臓リハビリテーション医学会、大分市、2020.7.18
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増木静江、森川真悠子、内田晃司、能勢 博
2. 発表標題 運動+乳製品摂取の体力向上・生活習慣病予防効果、次代を拓く酪農科学のフロンティア研究
3. 学会等名 酪農科学シンポジウム2020、諏訪、2020.9.4 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 能勢 博、増木静江
2. 発表標題 10歳若返る！「インターバル速歩」 - その現状と将来展望、実地医家スキルアップセミナー「開業医が行う運動療法の実践」
3. 学会等名 第20回日本抗加齢医学会、浜松町、2020.9.27 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 10歳若返る！「インターバル速歩」 - 無理せず続けられる効果的な運動療法 -
3. 学会等名 日本ペインクリニック学会第54回学術集会、WEB開催、2020.11.14-29 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 松本発の「インターバル速歩」が世界の医療を変える！?
3. 学会等名 日本基礎化学会 第1回市民フォーラム in 松本、松本、2020.11.8 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増木静江、森川真悠子、能勢 博
2. 発表標題 「インターバル速歩」の新展開 - 運動を核にした健康長寿社会の構築 -
3. 学会等名 第41回日本基礎老化学会シンポジウム、WEB開催、2020.11.13-14 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増木静江
2. 発表標題 糖尿病患者向けの効果的な運動療法 - インターバル速歩 -
3. 学会等名 長野県糖尿病運動療法カンファレンス、WEB開催、2021.1.21 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増木静江、能勢 博
2. 発表標題 「インターバル速歩」の新展開 - 運動を核にした予防医学の確立を目指して -
3. 学会等名 第28回日本運動生理学会大会、沖縄、2021.3.5-6 (招待講演)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 運動開始前の情報に基づき最高酸素摂取量を求める方法および装置	発明者 増木静江、眞鍋憲正、能勢博	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-054242	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 被験者の運動を監視するシステムおよび方法	発明者 能勢 博、増木静江、降幡真由佳	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願 2020-025136	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 運動開始前の情報に基づき最高酸素摂取量を求める方法および装置	発明者 増木静江、眞鍋憲正、能勢 博	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願 2020-084933	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 体力測定方法および装置	発明者 増木静江、池淵良、内田晃司、能勢博	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願 2021-067770	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

「1日1万歩はもう数えない!?」インターバル速歩の論文が米国Mayo Clinic Proceedings に掲載されました!
<https://www.shinshu-u.ac.jp/institution/ibs/topics/cat15432/11mayo-clinic-proceedings.html> (2019.09.10)

Quality over quantity! Interval walking training improves fitness and health in elderly individuals
https://eurekalert.org/pub_releases/2019-11/su-qoq110119.php (2019.11.1)

信州大学発「インターバル速歩」が米国生理学会の教科書Comprehensive Physiologyに掲載されました!
<https://www.shinshu-u.ac.jp/institution/ibs/topics/cat15432/comprehensive-physiology.html> (2020.08.18)

信州大学発の「インターバル速歩」が、全米医学アカデミーのカタリストアワードを受賞!
<https://www.shinshu-u.ac.jp/institution/ibs/topics/cat15432/post-39.html> (2020.10.16)

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	森川 真悠子 (Morikawa Mayuko) (10596068)	信州大学・先鋭領域融合研究群バイオメディカル研究所・助教(特定雇用) (13601)	
研究分担者	能勢 博 (Nose Hiroshi) (40128715)	信州大学・医学部・特任教授 (13601)	

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