

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H01830

研究課題名(和文) 運動+乳製品摂取の生活習慣病・熱中症予防効果：遠隔型大規模研究体制の確立

研究課題名(英文) The preventive effects of exercise + milk product intake on lifestyle-related diseases and heat illness: the establishment of remote research system on a large population of subjects

研究代表者

能勢 博 (Nose, Hiroshi)

信州大学・学術研究院医学系・教授

研究者番号：40128715

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,200,000円

研究成果の概要(和文)：我々は、加齢に伴う体力(筋力)の低下が生活習慣病・熱中症発症の根本原因であることを示唆する結果を得た。さらに、健常中高年者を対象に、「インターバル速歩+乳製品摂取」が体力向上・生活習慣病予防・体温調節能改善に有効であることを示唆する結果を得た。そこで、本研究では、生活習慣病「患者」を対象に、「インターバル速歩」+乳製品摂取の生活習慣病「治療」における有効性、体温調節能の改善効果を個体・遺伝子レベルで検証した。そのための大規模研究体制を確立した。

研究成果の概要(英文)：In our previous studies, we suggested that lifestyle-related diseases and heat illness were mainly caused by muscle atrophy with advancing aging. Further, we suggested that the regimen of "interval walking training + milk product intake" was effective to increase physical fitness, prevent lifestyle-related diseases, and improve body temperature regulation in middle-aged and older subjects. Therefore, in the present study, we examined the effects of the regimen in patients with lifestyle-related diseases while focusing not only on the symptoms of diseases but also on the epigenetics. We have established a remote research system which enables us to accomplish these on a large population of subjects.

研究分野：Sports Medical Sciences

キーワード：運動処方 インターバル速歩 乳製品摂取 生活習慣病予防 熱中症予防 遺伝子修飾 血漿量 インシュリン

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会の課題として医療費の高騰があり、運動処方はその最も有効な手段として期待されている。体力は20歳台をピークとし、30歳以降10歳加齢するごとに5~10%ずつ低下する。これは加齢現象の一つで、肌にしわがよる、髪の毛が薄くなるのと同様、加齢にともなって筋肉が萎縮するからで、老人性筋萎縮症(サルコペニア)と呼ばれている。興味深いのは、この体力(筋力)低下と医療費が見事に相関することで、このことは「加齢による筋肉低下こそが生活習慣病の根本原因である」という考えを強く示唆する。

我々はこの仮説を検証すべく、過去10年余り、7,400名の中高齢者を対象に「インターバル速歩トレーニング」を実施し、体力向上が生活習慣病の症状(医療費)に及ぼす効果を検討した。その結果、5ヶ月間の同トレーニングで、「体力(筋力)が10%向上し、高血圧、高血糖、肥満の症状が20%改善、医療費が20%抑制する」ことを明らかにした(Mayo Clinic Proc.82:803-811, 2007, British J. Sports Med.45:216-224, 2011, J. Physiol. (Lond.)787-5569-5575, 2009)。また、同トレーニングによって、白血球内のASC遺伝子の脱メチル化がおき(Int. J. Sports Med.30:1-5, 2010)、NF B2遺伝子のメチル化がおき(Int. J. Sports Med. 改訂中)、体内の炎症反応が抑制されることも明らかにした。さらに、同トレーニング中に乳製品を摂取すると筋肥大が促進され(Scandinavian J. Sports Med.23:e286-e292, 2013)、NF B2など炎症促進遺伝子の不活性化が促進すること(PloS ONE 12:e0176757, 2017)を明らかにした。以上の結果は、「運動によって体力(筋力)が向上すると、体内の慢性炎症が抑制されて、生活習慣病の諸症状が改善する」ことを強く示唆する。

一方、我々は「インターバル速歩」など「ややきつい」強度の運動後に乳製品を摂取すると肝臓での血漿アルブミン合成が促進して血液量が増加すること、それによって体温調節能が改善し、熱中症が予防できることを明らかにした(J. Appl. Physiol.110: 972-980, 2011; 109:1274-1255, 2010; 107:725-733, 2009, J. Physiol. (Lond.)587:5585-5590, 2009)。すなわち、運動直後に乳製品を摂取すると、筋力を向上するだけでなく、血液量が増加し、心臓への静脈還流量、心拍出量が増加し、より多くの酸素を活動筋に供給することと、そこで発生する体熱を皮膚表面に送り熱放散を促進することを明らかにした。

しかし、これら乳製品摂取による血液量の増加は中高年齢者にとって、熱中症のリスクは下げるが、「高血圧症のリスクを高めるのではないか」、「乳製品中の炭水化物は糖尿病を悪化させるのではないか」、など、

日本高血圧学会、日本糖尿病学会など臨床系学会からの懸念の声もある。本研究は、これらの懸念を払拭するために立案した。

2. 研究の目的

本研究は、高血圧症、糖尿病の患者を対象に、「ややきつい」運動後の乳製品摂取が、体力、体温調節能を向上するだけでなく、それぞれの疾患の症状を改善することを、個体、遺伝子レベルで、しかも、臨床家にも説得力のある大規模研究で明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

限られたスタッフでも遠隔で大規模研究できるように、インターネットを用いて体力、運動量、体温調節能を測定できるシステムを開発した。以下はその主な方法である。

1) 携帯端末対応型の携帯型運動量測定装置の開発:

体力向上のための運動処方は、まず、自転車エルゴメータ、トレッドミルなどマシンを用いて体力測定を行い、最大体力の70%以上の高強度で、1日30~60分間、週4日以上、6ヶ月実施するのが世界標準である。しかし、この方法は経費がかかり、一般に普及するには限界があった。そこで、我々は安価で汎用性の高い個別運動処方システムをすでに開発している。特徴は、インターバル速歩トレーニング:最大体力の70%に相当する速歩と40%のゆっくり歩きを3分間ずつ交互に繰り返す歩行方法で、これを1日30分以上、週4日以上、6ヶ月間実施するトレーニング方法である。熱大メイト:3軸の加速度計と気圧計が内蔵されており傾斜地で速歩を行っても、エネルギー消費量が正確に測定できる装置、個別運動処方システム:参加者は2週間ごとに自宅近くの地域公民館に行き、熱大メイトの歩行記録を端末からインターネット経由でサーバーに転送すると、折り返し、個別の運動指導が送られてくる、の3つである。

しかし、この従来のシステムは、PC 端末を利用していたため、その汎用性に課題があった。また、参加者が限定されているためにシステムの使用料もコスト高であった。そこで、本研究では、従来のシステムを iPhone などの携帯端末でも利用可能なものに改良した。

2) 携帯型発汗計の開発:

従来、体温調節能の測定は、気温、湿度を設定した人工気候室内で暑熱負荷をかけ、その際の発汗などの体温調節反応の経時的な関係を測定するのが常套手段であった。しかし、その測定のためにわざわざ被験者に実験室に来てもらう必要があった。特に、発汗速度測定に用いられるカプセル法は、皮膚表面に貼り付けたカプセル内にコンプレッサーで乾燥空気を一定速度で送り、その出口の空気の温度と湿度から発汗の変化を連続測定した。これが体温調節能に関する大規模な

DBを構築することを困難にしてきた。

そこで、我々は、フィールドで発汗速度を正確に測定する装置を開発した。すなわち、新しい方法では、カプセル内にシリカゲルを入れ、さらにカプセル内に空気の攪拌用の小型ファンを設置した。そして、このカプセルを皮膚表面に密着させ、温熱負荷時に皮膚表面からカプセル内に拡散してくる水蒸気の温度と湿度を連続測定した。

3) 高血圧・高血糖症状を有する被験者における運動+乳製品摂取効果:

高血圧・高血糖症状を有する被験者における運動+乳製品摂取はそれらの症状を改善させるという仮説を検証した。

我々が運営する中高年者のための健康増進プログラム「熟年体育大学」事業に過去6ヶ月以上参加しているにもかかわらず、高血圧、高血糖の症状が高止まりしている被験者を無作為に運動群(対照群)、運動+乳製品摂取群(ミルク群)にわけ、血漿量、動脈コンプライアンス持久力、筋力の測定を行った。

頸動脈コンプライアンスは脈圧変化(フィナプレス法)に対する頸動脈径の変化(超音波ドップラー法)から求めた。最大持久力測定は、歩行速度を、ゆっくり、中くらい、最速と3分間ずつ段階的にあげる負荷漸増法を用い、最速歩行3分間の最後の1分間のエネルギー消費量から求めた。

採取した血液の白血球を用いて、炎症を促進させる遺伝子であるNFκB2などのメチル化を測定した。一般血液検査から、血糖値、HbA1c、白血球分画を測定した。

運動トレーニングは、最大持久力の70%に相当する速歩と40%に相当するゆっくり歩きを3分間ずつ交互に繰り返す「インターバル速歩」を、1日60分以上、週に4日以上、5か月間実施させる。ミルク群では、日々の運動後に牛乳(明治スポーツミルク®)を200ml+糖分(炭水化物18g、乳タンパク10g)を摂取させ、対照群は糖分7gを摂取させた。投薬状況については、その薬品名、投薬量を記録した。

運動トレーニング終了後、トレーニング前と同様に室温環境下で持久力筋力の測定および血液採取を行った。

4. 研究成果

1) 携帯端末対応型の携帯型運動量測定装置の開発:

スマホ(iPhone 6)に内蔵されている3軸加速度計、気圧計を用いて、3段階歩行テスト、階段歩行を行い、その出力から従来用いている換算式を用いて、酸素摂取量に換算した。その結果、同時に測定した従来の携帯型カロリー計の出力と値がよく一致した。すなわち、スマホ内蔵と3軸加速度計、気圧計を用いれば従来の携帯型カロリー計と同様にエネルギー消費量が測定できることが明らかとなった。

以上、携帯端末運動量測定アプリの開発に成功した。

2) 携帯型発汗計の開発:

シリカゲル内蔵型の発汗計と従来の換気型発汗計のそれぞれ左右の胸部に装着し、人工気候室内の暑熱環境下で、自転車運動を行い、同時に測定した食道温との反応を比較した。発汗の食道温閾値、感度を10人の被験者で比較したところ、共に、非常に高い相関関係を得た。

以上、携帯型発汗計の開発に成功した。

3) 高血圧・高血糖症状を有する被験者における運動+乳製品摂取効果:

5ヶ月間の介入前後で、乳製品摂取効果を検証した。その結果、対照群に比べ乳製品摂取群では、持久力の増加、血糖調節能の改善、頸動脈コンプライアンスの改善など、生活習慣病症状の有意な改善を認めた。それに伴って、炎症促進遺伝子(NFκB2)のメチル化を認めた。

以上、運動+乳製品摂取が、持久力を向上し、体内の慢性炎症を抑制し、生活習慣病の諸症状を改善することを明らかにした。

5. 主な発表論文等

【雑誌論文】(計13件)

1. 能勢 博: 老年医学の展望: 10歳若返り! 「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 -、日本老年医学会雑誌 54: 10-17, 2017 (査読有り)。
2. Horiuchi M, Endo J, Handa Y, and Nose H: Barometric pressure change and heart rate response during sleeping at 3000m, **Int J Biometeorol** in press, 2017 (査読有り)。
3. Horiuchi M, Endo J, Kondo K, Uno T, Morikawa M, and Nose H: Impact of carbohydrate-electrolyte beverages ingestion on heart rate response while climbing Mt. Fiji at 3,000m, **BioMed Res. Int.** 2017: 1-7, 2017 <https://doi.org/10.1155/2017/3919826> (査読有り)。
4. Uchida K, Kamijo Y, Ikegawa S, Hamada K, Masuki S, and Nose H: Interval walking training and nutritional intake to increase plasma volume in elderly. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, in press, DOI: 10.1249/MSS.0000000000001416 (査読有り)。
5. Masuki S, Morikawa M, and Nose H: Interval walking training can increase physical fitness in middle-aged and older people. **Exerc. Sport Sci. Rev.** 45: 154-162, 2017, DOI: 10.1249/JES.000000000000113 (査読有り)。
6. Masuki S, Nishida K, Hashimoto S, Morikawa M, Takasugi S, Nagata M, Taniguchi S, Rokutan K, and Nose H: Effects of milk product intake on thigh muscle strength and NFκB gene methylation during home-based interval walking training in older women: a randomized controlled study. **PLoS ONE**, 12:e0176757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176757> (査読有り)。
7. Ogawa Y, Kamijo Y, Ikegawa S, Masuki S, and Nose H: Effects of postural change from supine to head-up tilt on skin sympathetic nerve activity component synchronized with

- cardiac cycle in warmed men. *J. Physiol. (Lond.)*, 595: 1185-1200, 2017. DOI: 10.1113/JP273281 (査読有り).
8. Kataoka Y, Kamijo Y, Ogawa Y, Sumitoshi E, Nakae M, Ikegawa S, Manabe K, Morikawa M, Nagata M, Takasugi S, Masuki S, and Nose H: Effects of hypervolemia by protein and glucose supplementation during aerobic training on thermal and arterial pressure regulations in hypertensive older men. *J. Appl. Physiol.*, 121: 1021-1031, 2016 (査読有り).
 9. Handa S, Masuki S, Ohshio T, Kamijo Y, Takamata A, and Nose H: Target intensity and interval walking training in water to enhance physical fitness in middle-aged and older women: a randomised controlled study. *Eur J Appl Physiol*: 116: 203-215, 2016 (査読有り).
 10. Masuki S, Morita A, Kamijo Y, Ikegawa S, Kataoka Y, Ogawa Y, Sumiyoshi E, Takahashi K, Tanaka T, Nakajima M, and Nose H: Impact of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on exercise efficiency and home-based walking training achievement in older women. *J. Appl. Physiol.* 120:87-96, 2016 (査読有り).
 11. Masuki S, Sumiyoshi E, Morikawa M, and Nose H: Vasopressin V1a receptor gene and voluntary exercise: Insights from humans and animal models, *J Phys Fitness Sports Med*, 4: 271-278, 2015 (査読有り).
 12. Zhang Y, Hasgimoto S, Fujii C, Hida S, Ito K, Matsumura T, Sakaizawa T, Morikawa M, Masuki S, Nose H, Higuchi K, Nakajima K, Taniguchi S: NFkB2 gene as a novel candidate that epigenetically responds to interval walking training, *Int J Sports Med*. 36:769-775, 2015, Doi 10.1055/s-0035-1547221 (査読有り).
 13. Masuki S, Mori M, Tabara Y, Sakurai A, Hashimoto S, Morikawa M, Miyagawa K, Sumiyoshi E, Miki T, Higuchi K, Nose H: The factors affecting adherence to a long-term interval walking training program in middle-aged and older people. *J Appl Physiol*, 118:595-603, 2015 (査読有り).

【学会発表】(計 67 件)

招待講演 (国際):

1. Suzuki H, Masuki S, Morikawa A, Ogawa Y, Kamijo Y, Takahashi K, Nakajima M, and Nose H. Effects of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on respiratory response to exercise and interval walking training achievement in middle-aged depressive women. T. The 4th International ALA and Porphyrin Symposium. Nagasaki, 2016.12.11.
2. Masuki S, Morikawa M, and Nose H. Interval walking training to prevent age-associated declines in physical fitness and lifestyle-related diseases. The 6th International Sports Science Network Forum in Nagano 2016, Matsumoto, 2016.11.9-11.
3. Masuki S, Morita A, Kamijo Y, Ikegawa S, Kataoka Y, Ogawa Y, Sumiyoshi E, Takahashi K, Tanaka T, Nakajima M, and Nose H. Impact of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on exercise efficiency and

home-based walking training achievement in older women. The 3rd International ALA and Porphyrin Symposium, Honolulu, USA, 2015.12.5.

4. Masuki S and Nose H. Effects of milk products intake on thigh muscle strength and NFkB2 gene methylation during walking training in middle-aged and older people. The International Sports Sciences Symposium on "Active Aging". Waseda Univ., Tokyo, 2015.10.31.
- 招待講演(国内)
1. 増木静江、内田晃司、森川真悠子、能勢 博：インターバル速歩＋乳製品摂取の生活習慣病改善効果、シンポジウム「食べること・動くことが人生を変える、第95回日本生理学会、高松市、2018.3.28.
 2. 能勢 博：糖尿病にはインターバル速歩 - 無理せず続けられる効果的な運動療法 -、東部糖尿病アカデミー in 鳥取、鳥取市、2018.3.8.
 3. 能勢 博：糖尿病にはインターバル速歩 - 無理せず続けられる効果的な運動療法 -、第16回糖尿病運動療法研究会 2nd Stage、静岡市、2018.1.18.
 4. 能勢 博：糖尿病にはインターバル速歩 - 無理なく続けられる効果的な運動療法 -、佐賀糖尿病内分泌談話会、佐賀市、2017.12.8.
 5. 能勢 博：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 -、第42回長野県臨床検査学会、2017.12.3. 国内.
 6. 能勢 博：10歳若返る！「インターバル速歩」 - その背景と効果のエビデンス -、日本心臓リハビリテーション学会、松本市、2017.9.16.
 7. 能勢 博：糖尿病運動療法におけるインターバル速歩の有用性、糖尿病研究会、広島市、2017.9.5.
 8. 能勢 博：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 -、第49回日本動脈硬化学会、広島、2017.7.6.
 9. 能勢 博：糖尿病にはインターバル速歩 - 無理せず続けられる効果的な運動療法 -、第7回糖尿病Physical Act 研究会、東京、2017.3.23
 10. 能勢 博：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 -、広島県医師会スポーツ研修会、福山市、2017.1.14.
 11. 能勢 博：インターバルウォーキングの健康増進効果、抗加齢医学会・専門医・指導士講習会、大阪市、2016.11.27.
 12. 能勢 博：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 -、広島県医師会スポーツ研修会、広島市、2016.11.24.
 13. 能勢 博：運動による心と体のケア、ストレス・疲労・運動に関する研究会、アサヒHLD(株) コアテクノロジー研究所、東京、2016.9.22.
 14. 能勢 博：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 -、第57回日本人間ドック学会学術大会、松本市、2016.7.28.
 15. 能勢 博：「インターバル速歩＋牛乳」で暑さに強い体つくる - 東京オリンピックに向けて -、日本食肉消費総合センター「食肉と健康を考えるフォーラム委員会」、東京、2016.7.22.
 16. 能勢 博：大学生の運動習慣：健康寿命を伸ばすために今できること、第54回全国保健管理協会 関東甲信越地方部会研究集会、松本市、2016.7.8.
 17. 能勢 博：10 歳若返る！「インターバル速歩」 - その睡眠科学への応用の可能性 -、日本睡眠

- 学会 第 20 回睡眠科学研究講座、東京、2016.7.6.
18. 能勢 博：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 -、新潟アンチエイジング研究会、新潟、2016.6.16.
 19. 能勢 博：シンポジウム・オーガナイザー：運動+乳製品摂取の生活習慣病・介護予防効果、第93回日本生理学会大会、札幌市、2016.3.23.
 20. 能勢 博：10歳若返る歩行術「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、日本リハ学会近畿地方会、和歌山市、2016.3.20.
 21. 能勢 博：インターバル速歩のアンチエイジング効果、抗加医学会(AACIub)、斑尾高原ホテル、2016.3.12.
 22. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、日本成人病予防協会、長野市、2016.2.28.
 23. 能勢 博：10歳若返る！「インターバル速歩」その背景と効果のエビデンス、第28回老年麻酔学会、長野市、2016.2.6.
 24. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、シンポジウム「快適・省エネをめざす車室内空調の最新技術」、(公)自動車技術会・車室内環境技術部門委員会、東京、2015.11.20.
 25. 能勢 博：インターバルウォーキングの健康増進効果、日本抗加齢学会専門医・指導士講習会、東京、2015.11.1.
 26. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、第50回快適性・健康を考えるシンポジウム、日本繊維製品消費科学会、京都市、2015.10.30.
 27. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！、第5回関東口コモ研究会、前橋市、2015.10.16.
 28. 能勢 博：運動と牛乳暑さに強い体づくり、長野県介護福祉士会講演会、抄録集 pp60-85、軽井沢町、2015.10.10.
 29. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、庄内アンチエイジング研究会、鶴岡市、2015.10.3.
 30. 能勢 博：糖尿病にはインターバル速歩-その効果とエビデンス-、第16回実地医家研修会、久留米市、2015.8.23.
 31. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、電子情報通信学会ASN研究会、長野市、2015.7.31.
 32. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、小諸北佐久医師会学術講演会、小諸市、2015.7.23.
 33. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、糖尿病療法研究会、川越市、2015.6.14.
 34. 能勢 博：き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、第8回社室内環境技術部門委員会、東京、2015.6.5.
 35. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、早稲田大学大学院スポーツサイエンス研究会、所沢、2015.6.1.
 36. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、第8回車室内環境技術部門委員会、東京、2015.4.20.
 37. 能勢 博：歩き方を変えるだけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、第11回日本疲労学会総会・学術集会、山口市、2015.5.15.
 38. 能勢 博：糖尿病にはインターバル速歩-無理せず続けられる効果的な運動法-、呉糖尿病チーム医療研究会、呉市、2015.5.15.
 39. 能勢 博：「歩き方を変える」だけで10歳若返る！-生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム-、糖尿病ネットワーク・北アルプスの会、安曇野市、2015.4.15.
- 一般講演(国際)
1. Tanabe A, Masuki S, Nemoto K, Nose H. Interval walking training program for sedentary female college students: seasonal influence on the adherence. *The 6th International Sports Science Network Forum in Nagano 2016*, Matsumoto, 2016.11.9-11.
 2. Ikegawa S, Takahashi Y, Kamijo Y, Okada Y, Miyagawa K, Morikawa M, Genno H, Masuki S, and Nose H. A New Device to estimate Vo2 during cycling on inclines by accelerometry and barometry. *ibid*.
 3. Morikawa M, Masuki S, Furuhashi S, Shimodaira H, Furihata M, Nose H. Interval walking training over 10 years protects against age-associated declines in physical fitness. *ibid*.
 4. Ohshio T, Masuki S, Handa S, and Nose H. The impact of weight belt on the effects of interval walking training in water in middle-aged and older women with overweight. *ibid*.
 5. Nakano S, Masuki S, Morikawa M, Takasugi S, and Nose H. Effects of milk intake + 1-month interval walking training on NFKB2 gene methylation in older men. *ibid*.
 6. Uchida K, Kamijo Y, Ikegawa S, Hamada K, Masuki S, Nose H. Plasma expansion by home-based walking training and the enhanced effects of carbohydrate and whey-protein supplementation in older people. *ibid*.
 7. Suzuki H, Masuki S, Morikawa A, Ogawa Y, Kamijo Y, Takahashi K, Nakajima M, and Nose H. Effects of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on respiratory response to exercise and interval walking training achievement in middle-aged depressive women. *ibid*.
 8. Ichihara Y, Masuki S, Takahashi K, Nakajima M, and Nose H. Effects of 5-aminolevulinic acid with iron supplementation on respiratory response to exercise and interval walking training achievement in older women aged more than 75 years. *ibid*.
 9. Sumiyoshi E, Masuki S, Shido O, Nose H.

Central vasopressin V1a receptors are involved in pressor response to evoke food seeking behavior in fasting free-moving mice. *ibid*.

10. Manabe K, Masuki S, Ogawa Y, Uchida K, and Nose H. The effects of countdown before voluntary exercise on muscle sympathetic nerve activity and blood flow are altered by postural change. *ibid*.
11. Kataoka Y, Kamijo Y, Ogawa Y, Sumiyoshi E, Nakae M, Ikegawa S, Manabe K, Morikawa M, Nagata M, Takasugi S, Masuki S, Nose H. Effects of hypervolemia by protein and glucose supplementation during aerobic training on thermal and arterial pressure regulations in hypertensive older men. *ibid*.
12. Ogawa Y, Kamijo Y, Ikegawa S, Masuki S and Nose H. Effects of postural change from supine to head-up tilt on skin sympathetic nerve activity component synchronized with cardiac cycle in warmed men. *ibid*.
13. Miyagawa K, Tsutsumi M, Nagayoshi S, Shiga T, and Nose H. Peak aerobic capacity and sleep quality in middle-aged and older people. *ibid*.
14. Yamaguchi K, Morishima Y, Mizushima T, Ogura H, and Nose H. Effects of high-intensity interval walking training on thigh muscle strength and physical fitness in breast cancer survivor: a randomized control study. *ibid*.

【図書】(計 17 件)

1. 能勢 博: 運動と体力 In: 標準生理学(第9版) 本間研一 ほか(編) 医学書院、東京、印刷中.
2. 彼末一之、能勢 博(編) やさしい生理学(改訂第7版) 南江堂、東京、印刷中
3. Nose H, Kamijo Y, Masuki S. Homeostatic interactions between body fluid- and thermoregulations in humans. In: *Handbook of Clinical Neurology 3rd Series*, Elsevier, Ross-shire, UK, in revision.
4. 能勢 博、森川真悠子、増木静江: インターバル速歩トレーニング - 生活習慣病・介護予防のための運動処方システム -、「エビデンスに基づく身体活動の科学: 疫学・分子生物学からのアプローチ」熊谷秋三(編) 杏林書院、東京、201-208, 2016.
5. 能勢 博、片岡由布子、小川 雄、増木静江: スポーツ、汗と電解質異常、「血漿電解質異常の見方考え方」河原克雅ほか(編) 東京医学社、315-329, 2016.
6. 能勢 博(監修): メリハリ歩行はいい!、こう書房、東京、1-186, 2016.
7. 能勢 博: 「早く歩く」人は、体も心も超健康! 三笠書房、東京、pp1-198, 2016.
8. 能勢 博: 科学と登山(山に登る前に読む本: 台湾語翻訳版)(辰の上に日) 星事業群、台中市、台湾、pp1-178, 2016.
9. Masuki S, Sumiyoshi E, and Nose H. Vasopressin V1a receptor gene and voluntary exercise in humans and mice. Sports Sciences for the Promotion of an Active Life. Vol. II: Physical Activity, Exercise, Sedentary Behaviour and Health Promotion, edited by

Oka K, Cao ZB, Oshima S. Springer, Tokyo, 251-262, 2015.

10. 能勢 博: 暑さに強い体づくり(DVD) 「環境省: 熱中症対策シンポジウム 2015」
11. 能勢 博: 夏を健康に過ごすための体づくり(DVD) 「環境省: 熱中症対策シンポジウム 2015」
12. 能勢 博: 「図解」いくつになっても自分で歩ける! 「筋トレ」ウォーキング、青春出版社、東京、pp1-92, 2015.
13. 能勢 博: 「寝たきり」が嫌ならこのウォーキングに変えなさい、朝日新聞出版社、東京、pp1-93, 2015.
14. 能勢 博: いくつになっても自分で歩ける! 「筋トレ」ウォーキング、青春出版社、東京、pp1-181, 2015.
15. 能勢 博、上條義一郎、増木静江、森川真悠子: 運動と乳製品摂取の併用効果、「乳の科学」(上野川修編) 朝倉書店、東京、pp160-171, 2015.
16. 能勢 博(分担): スポーツと環境(気圧、気温、水中) 「新・スポーツ生理学」市村出版、東京、pp39-51, 2015.
17. 能勢 博: 体液の一般生理学、ニュー運動生理学II、真興交易医書出版部、東京、pp222-234, 2015.

【産業財産権】

出願状況(計3件)
・名称: 自転車で坂道走行時に、エネルギー消費量が測定できる、加速度計と気圧計を搭載した装置エネルギー消費量推定方法
発明者: 能勢 博、池川 茂樹、増木 静江
権利者: 信州大学
種類: 特願
番号: 2017-084843
出願年月日: 2017年4月21日
国内外の別: 国内

・名称: 暑熱環境の現場で使える携帯型発汗計
発明者: 能勢 博、小川 雄、増木 静江
権利者: 信州大学
種類: 特願
番号: 2017-084844
出願年月日: 2017年4月21日
国内外の別: 国内

・名称: 生活習慣病を予防または改善する高圧加工米
発明者: 藤田 智之、能勢 博、増木 静江
権利者: 信州大学
種類: 特願
番号: 2017-154690
出願年月日: 2017年8月9日
国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

能勢 博(NOSE Hiroshi)
信州大学・学術研究院医学系・教授
研究者番号: 40128715

(2) 研究分担者

・樋口 京一(HIGUCHI Keiichi)
信州大学・学術研究院医学系・教授
研究者番号: 20173156

・上條 義一郎[KAMIJO Yoshi-ichiro]
和歌山県立医科大学・未来医療推進センター・准教授
研究者番号: 40372510

・谷口 俊一郎[TANIGUCHI Shun'ichiro]
信州大学・学術研究院医学系・教授
研究者番号: 60117166