

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 21 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2012～2014

課題番号：24240089

研究課題名(和文) 加齢による体温調節能劣化機構の解明とその熱中症予防への応用

研究課題名(英文) The mechanisms for deterioration of thermoregulatory responses in older people and the counter measure against their heat illness

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) 36,700,000円

研究成果の概要(和文)：中高年者の運動中の糖質・蛋白質摂取のメリットを検証した。中高年男性を糖質摂取群、糖質・蛋白質摂取群の2群にわけ、2ヶ月間の自転車運動を実施した結果、糖質・蛋白質摂取群は糖質摂取群に比べ、筋力、血漿蛋白質量、血漿量が増加し、体温調節能も上昇し、血圧が低下した。また、中高年女性を対照群、低、高糖質蛋白質摂取群の3群に分け、5ヶ月間の歩行運動を実施した結果、高糖質蛋白質摂取群では他の群に比べ、筋力、血漿蛋白質量が増加し、炎症促進遺伝子のメチル化が促進し、糖負荷試験時の血中インシュリン濃度に対する腎におけるNa⁺の再吸収率の個人間の「バラツキ」が減少した。以上、糖質・蛋白質摂取のメリットが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We examined any merits of the supplementation of a mixture of carbohydrate and protein during exercise training. First, we divided older men into 2 groups; carbohydrate + protein (Pro-CHO) and carbohydrate (CHO) supplementation groups. After 2-mo training, we found that thermoregulatory responses more improved with more increases in plasma volume and albumin content in Pro-CHO than CHO but arterial blood pressure decreased in both groups. Second, we divided older women into 3 groups; control (CNT), low (L-Pro-CHO), and high carbohydrate + protein (H-Pro-CHO) supplementation during interval walking training. After 5-mo training, we found that muscle strength, plasma volume, and inflammatory genes methylation increased more in H-Pro-CHO than CNT. In addition, the inter-individual variation of renal Na⁺ reabsorption rate in response to plasma insulin concentration during OGTT was smaller in H-Pro-CHO than in CNT. Thus, the supplementation might enhance the benefits of exercise training.

研究分野：スポーツ医科学

キーワード：スポーツ生理学 運動生理学 体温調節能 血液量 インシュリン

1. 研究開始当初の背景

【何故、今、熱中症予防か】

地球温暖化に伴い熱中症が多発しており、我が国の昨夏の患者数は4万人を超え、死亡者は数百人に上る。特に、その70%は中高年者であり、中高年者に対する熱中症の病態の解明と予防法の提案は急務である。

【体温調節能向上のためには血漿量増加が必須である】

我々はヒトの体温調節反応における血漿量の重要性を報告してきた。すなわち、急性に血漿量を増減させると、それに応じて皮膚血管拡張反応が変化すること (J. Physiol. (Lond.), 568:689-698, 2005; J. Appl. Physiol., 69:609-616, 1990)、さらに、これが心肺圧受容体を介して圧反射性に行われること (J. Appl. Physiol., 63:105-110, 198; J. Appl. Physiol., 84:1845-1851, 1998) を明らかにし、最近、その皮膚交感神経の遠心路の同定にも成功した (J. Physiol. (Lond.), in press)。これらの結果は、ヒトの皮膚血管拡張の容量は本来非常に高く、もし、体温調節中枢の指令通りに皮膚血管が拡張すると、総末梢血管抵抗の低下が心拍出量の許容量を上回り、血圧が維持できないこと (J. Physiol. (Lond.), 568:689-698, 2005)、さらに、それを防止するために、生体は心房圧を絶えずモニターし、次の1回心拍出量を予測し、血圧維持に十分な心拍出量が確保されると判断した時にのみ皮膚血管拡張抑制を解除することを強く示唆する。

我々はこの考えが暑熱馴化による体温調節能の向上メカニズムにも当てはまることを明らかにした。すなわち、中高年者において5ヶ月間の運動トレーニングの前後で、血漿量と皮膚血管拡張・発汗感受性を測定した結果、血漿量の変化に応じてこれらの感受性が変化した (J. Appl. Physiol., 93:1630-1637, 2002)。さらに、若年者に5日間の運動トレーニングを行わせ、その前後に皮膚血管拡張・発汗の感受性と血漿量を測定し結果、若年者の場合、全被験者で血漿量が増加し体温調節能が上昇したが、興味深いことに、利尿剤でこの血漿量の増加をトレーニング前値にまで低下させるとこの体温調節能の上昇も消滅した (J. Appl. Physiol., 110:972-980, 2011)。これらの結果はヒトにおける暑熱馴化の決定因子が血漿量であることを強く示唆する。

【血漿量増加のためには運動と糖質・蛋白質補助食品摂取が有効である】

したがって、効果的に暑熱馴化を達成するには、単に暑熱暴露だけでなく血漿量を増加させる工夫がある。そして、そのためには糖質・蛋白質補助食品を摂取させ、インシュリン分泌を刺激することが有効であることを、最近、我々は明らかにした。すなわち、中高年者、若年者にそれぞれ急性運動を行わせ、

その直後に RDA の 1 日の摂取量の 10% に相当する蛋白質と 5% に相当する糖質を含む補助食品 (乳製品) を摂取させると、中高年者・若年者共、補助食品摂取群は非摂取群に比べ 23 時間後の血漿アルブミン量と血漿量の増加が亢進することを明らかにし (J. Appl. Physiol., 107:770-779, 2009)、さらに、運動トレーニング中に補助食品を摂取させると、若年者 (J. Appl. Physiol. 109:1247-1255, 2010)、中高年者 (J. Appl. Physiol., 107:725-733, 2009) の両群で、非摂取群に比べ、トレーニング後の血漿量の増加が 50% 亢進し、体温調節能の改善が 20 - 50% 亢進することを明らかにした。以上の結果は、運動直後の糖質・蛋白質補助食品の摂取が肝臓におけるアミノ酸の取り込みとアルブミン合成を加速し、その結果、血漿量が増加し、体温調節反応改善を促進すること、さらに、そのメカニズムとして、補助食品中の糖質によって分泌されたインシュリンと運動刺激が肝臓でのアルブミン合成に相乗的に作用したと考えられる。

【インシュリンは細胞外液量維持にも働く】

最近、我々は脱水回復期に糖質・電解質溶液を摂取させると、糖質によって分泌されたインシュリンが腎尿細管での Na⁺再吸収量を促進することを明らかにした。このことは、運動後に糖質・蛋白質補助食品を摂取することは、肝臓でのアルブミン合成を促進するだけでなく、腎臓での Na⁺の体内貯留を促進し細胞外液量を増加させ、その結果、血漿量の増加を促進することを示唆する。

【運動トレーニングによって炎症促進遺伝子のメチル化が起きる】

現在、加齢・運動不足による体力の減退が全身的な慢性炎症を引き起こし、これがインシュリンの分泌能・感受性を劣化させ、糖尿病をはじめとする生活習慣病を引き起こすという説が一般的である。我々は、免疫 (炎症) 反応の調節に深く関与するとされる ASC (apoptosis associated speck-like protein containing a caspase recruitment domain) 遺伝子の修飾 (メチル化) が、若年者に比べ中高年者では減弱していること、しかし、4 カ月間の運動処方若年者の方向に 10 歳分移動することを明らかにした (Int. J. Sports Med. 30: 1-5, 2010)。これらの結果は、中高年者のインシュリンの分泌・感受性の劣化は、ASC 遺伝子を中心とする炎症関連遺伝子の脱メチル化によって惹き起こされることを示唆する。

2. 研究の目的

中高年の熱中症が深刻な社会問題になっているが、我々は「体温調節能向上のためには血漿量の増加が必須であること」、「そのためには運動と糖質・蛋白質摂取が有効であること」、「インシュリンがこれらの反応に深く関与すること」を明らかにした。すなわち、

中高年者の体温調節能劣化はインシュリンの機能劣化に起因することが示唆された。そこで「中高年者に対する運動+糖質・蛋白質摂取が、炎症促進遺伝子活性を抑制することで、インシュリン分泌能・感受性を向上させ、高血糖・高血圧症などの生活習慣病の症状の改善、体温調節能の向上を引き起こす」という仮説を検証することを目的とする。

3. 研究の方法

1) 中高年者の運動+乳製品摂取が血漿量、体温調節能、血圧調節に与える効果:

血漿量増加は、体温調節能の改善には有利に働くが、血圧調節には不利に働くのではないかと、という高血圧症を専門とする研究者からのコメントに基づいて実施した。中高年者 20 名を糖質摂取群、糖質・蛋白質摂取群の 2 群にそれぞれ 10 名ずつにわけ、2 ヶ月間の自転車運動を実施し、その前後で筋力、持久力、血漿量、血漿蛋白質量、体温調節能、頸動脈コンプライアンス、圧反射感度を測定した。

2) 中高年者の運動+乳製品摂取が炎症促進遺伝子のメチル化、腎の Na⁺再吸収率に及ぼす効果:

中高年女性 48 名を 16 名ずつの対照群、低・糖質蛋白質摂取群、高・糖質蛋白質摂取群の 3 群に分け、5 ヶ月間のインターバル速歩トレーニングを実施し、その前後で、筋力、持久力、血漿量、血漿蛋白質量、耐糖能、腎の Na 再吸収量、体温調節能を測定した。血液、尿サンプルを分析し、糖負荷試験中のインシュリンと血糖値の関係から耐糖能を解析し、インシュリンと腎の Na 再吸収量との関係を解析した。さらに、トレーニング前後で採取した白血球を用いて炎症促進遺伝子のメチル化を測定した。

4. 研究成果

1) 中高年者の運動+乳製品摂取が血漿量、体温調節能、血圧調節に与える効果:

糖質・蛋白質摂取群は糖質摂取群に比べ、筋力、血漿蛋白質量、血漿量が増加し、体温調節能も上昇した。しかし、この血漿量の増加にもかかわらず、血圧はむしろ低下した。これは、動脈コンプライアンスの増加、血圧反射感度の上昇によって説明できた。

2) 中高年者の運動+乳製品摂取が炎症促進遺伝子のメチル化、腎の Na⁺再吸収率に及ぼす効果:

高・糖質蛋白質摂取群では他の群に比べ、高い筋力、血漿蛋白質量の増加傾向を認めた。さらに、高・糖質蛋白質摂取群では、炎症促進遺伝子のメチル化が促進し、糖負荷試験時の一定のインシュリンの増加に対する腎における Na⁺の再吸収率の「バラツキ」が有意に減少していることを認めた。以上、運動+乳製品摂取が、炎症反応を抑制し、腎臓でのインシュリン感受性を安定化し、

生活習慣病の症状を改善し、体液量を向上させることで、体温調節能を向上させることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計 15 件)

1. Zhang Y, Hashimoto S, Fujii C, Hida S, Ito K, Matsumura T, Sakaizawa T, Morikawa M, Masuki S, Nose H, Higuchi K, Nakajima K, Taniguchi S: NFκB2 gene as a novel candidate that epigenetically responds to interval walking training, *Int. J. Sports Med.*, 査読有り、印刷中、DOI 10.1055/s-0035-1547221.
2. 能勢 博: 歩き方を変えれば人生が変わる! - 生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方 -, *日本生理学雑誌*, 査読無し、77 巻、2015、35-41、<http://physiology.jp/>
3. 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.*, 査読有り、118 巻、2015、595-603、DOI:10.1152/jappphysiol.00819.2014.
4. 能勢 博, 森川真悠子, 増木静江, 上條義一郎: 大規模科学的エビデンスにもとづく遠隔型個別運動処方、保健の科学 査読有り、57 巻、2015、22-26、<http://www.kyorin-shoin.co.jp/>
5. Morishima Y, Mizushima T, Yamauchi K, Morikawa M, Masuki S, Nose H: Effects of home-based interval walking training on thigh muscle strength and aerobic capacity in female total hip arthroplasty patients: randomized, controlled pilot study, *PLOS ONE*, 査読有り、9 巻、2014、1-9、<http://plosone.org>
6. Kito H, Ryokawa A, Kinoshita Y, Sasayama D, Sugiyama N, Ogihara T, Yasaki T, Hagiwara T, Inuzuka S, Tkahashi T, Genno H, Nose H, Hanihara T, Washizuka S, and Amano N: Comparison of alterations in cerebral hemoglobin oxygenation in late life depression and Alzheimer's disease as assessed by near-infrared spectroscopy, *Behavioral and Brain Function*, 査読あり、10 巻、2014、1-9、<http://www.behavioralandbrainfunction.com/content/10/1/8>
7. Nose H: Interval walking training for middle-aged and older people: Methods and Evidence. *IEICE*, 査読有り、E-97-B 巻、

- 2014、534-539、DOI:10.1587/transcom.E97.B.534.
8. 上條義一郎：水分補給と体温調節、*体育の科学*、査読有り、64 巻、2014、466-471。
<http://www.kyorin-shoin.co.jp/>
 9. 上條義一郎：暑熱環境下でパフォーマンスを維持・向上させるための方法と対策、*コーチング・クリニック*、査読無し、27 巻、2014、70-73、
 10. 能勢 博：「インターバル速歩」で元気に富士登山、山梨県富士山科学研究所国際シンポジウム 2014 報告書、査読無し、2014、25-30、<http://www.mfri.pref.yamanashi.jp/>
<http://www.sportsclick.jp>
 11. Masuki S, Sumiyoshi E, Koshimizu T, Qian J, Higuchi K, Tsujimoto G, and Nose H: Voluntary locomotion linked with cerebral activation is mediated by vasopressin V1a receptors in free-moving mice, *J Physiol (Lond.)*, 査読有り、591 巻、2013、3651-3665、I:10.1113/jphysiol.2013.251876.
 12. Okazaki K, Yazawa D, Goto M, Kmijo Y, Furuhata M, Gen-no H, Hamada K, and Nose H: Effects of macronutrient intake on thigh muscle mass during home-based walking training in middle-aged and older women, *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 査読有り、23 巻、2013、e286-e292、DOI:10.1111/sms.12076.
 13. Kamijo Y, Ikegawa S, Okada Y, Masuki S, Okazaki K, Uchida K, Sakurai M, and Nose H: Enhanced renal Na⁺ reabsorption by carbohydrate in beverages during restitution from thermal and exercise-induced dehydration in men, *Am. J. Physiol.*、査読あり、301 巻、2012、R824-R833、DOI:10.1152/ajpregu.00588.2011.
 14. Nose H, Morikawa M, Masuki S, Miyagawa K, Kamijo Y, and Gen-no H: Exercise training based on individual physical fitness and interval walking training to prevent lifestyle-related diseases in middle-aged and older people, *J Phys Fitness Sports Med*, 査読有り、1 巻、2012、65-71、<http://jpfsm.umin.ne.jp>
 15. 能勢 博：メリハリをつけて歩くインターバル速歩 - その方法と効果のエビデンス -、*顎機能誌*、査読有り、19 巻、2012、1-9、<http://jssf.umin.ne.jp>

〔学会発表〕(計 33 件)

1. 増木静江、森川真悠子、降幡真由佳、片岡由布子、真鍋憲正、住吉愛里、小川 雄、上條義一郎、能勢 博：高齢者における運動 + 牛乳摂取の筋力・持久力向上効果、第 70 回日本体力医学会大会、2015 年 9 月 18 - 20

- 日、和歌山市 (発表確定)
2. 森川真悠子、増木静江、古旗俊一、下平博和、降幡真由佳、能勢 博：高齢者における 10 年間のインターバル速歩トレーニングの体力維持・向上効果、第 70 回日本体力医学会大会、2015 年 9 月 18 - 20 日、和歌山市 (発表確定)
3. 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、2015 年 5 月 15 日、山口市
4. 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*、2015 年 5 月 15 日、呉市
5. 小川 雄、上條義一郎、片岡由布子、住吉愛里、内室 涼、真鍋憲正、仲江真理、岡田芳幸、能勢 博：フィールド実験のための新携帯型発汗量測定器、第 92 回日本生理学会大会、2015 年 3 月 21 日、神戸市
6. 増木静江、谷口俊一郎、能勢 博：運動 + 乳製品摂取の生活習慣病予防効果：筋力と慢性炎症反応への影響、シンポジウム「超高齢社会における運動生理学の役割：基礎と応用」、第 92 回日本生理学会大会、2015 年 3 月 21 日、神戸市
7. 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 5 回ワイヤレステクノロジーセッション、2015 年 3 月 11 日、横須賀市
8. 能勢 博：生活習慣病予防に適した運動プログラムの開発・評価 - 高強度インターバル速歩トレーニング理論 -、*身体活動の科学の再構築に関するシンポジウム*、2015 年 2 月 7 日、東京都
9. 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 42 回日本歯科麻酔学会、2014 年 10 月 11 日、新潟市
10. 増木静江、森川真悠子、能勢 博：運動習慣の定着率：環境・遺伝因子の影響、69 回日本体力医学会大会、2014 年 9 月 20 日、長崎市
11. 片岡由布子、上條義一郎、小川 雄、住吉愛里、仲江真理、増木静江、能勢 博：運動 + 糖質蛋白質補助食品摂取が高齢者の体温・血圧調節に及ぼす影響、69 回日本体力医学会大会、2014 年 9 月 20 日、長崎市
12. 能勢 博：「インターバル速歩」のアンチエイジング効果、シンポジウム「運動にアンチエイジング効果はある？」、第 14 回日本抗加齢医学会総会、2014

- 年6月6日、大阪市
13. 能勢 博、増木静江、森田淳美、岡崎和伸、上條義一郎：運動と栄養補助食品摂取の併用で加速する体力・生活習慣病改善効果、シンポジウム「栄養・内臓機能面からみたりハビリテーション」、第91回日本生理学会大会、2014年3月18日、鹿児島市
 14. 能勢 博：歩き方を変えるだけで人生が変わる！ - 生活習慣病・介護予防の新しい運動処方、T-CARE 講演会、2014年3月13日、静岡市
 15. 能勢 博：中高年者向けのインターバル速歩トレーニング、ワークショップ「宇宙飛行士の運動トレーニングと体力医学研究」第2回宇宙医学生物学研究ワークショップ、宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、2014年3月7日、東京都
 16. Nose H: Impact of milk intake during exercise training on thermoregulatory and muscle adaptation. In: IDF World Dairy Summit, Yokohama, 2013.11.1.
 17. 能勢 博：地域密着型運動処方「インターバル速歩」による労働者の健康増進、パネルディスカッション「労働者の健康状況と対策(行動変容)のポイントについて - THPのノウハウをどう活かすか -」、第72回全国産業安全衛生大会、2013年10月31日、大阪市
 18. 能勢 博：中高年者にとって効果的な高強度運動トレーニングとは、第5回リサーチコア公開講演会「身体活動・身体不活動の科学：疫学および分子生物学からの解明」、2013年10月17日、福岡市
 19. 能勢 博：遺伝子から見えてきた運動処方の未来、第23回脳血管シンポジウム「脳血管疾患 - 新たな治療へ」、2013年9月4日、大阪市
 20. Kamijo Y, Okazaki K, Ikegawa S, Okada Y, and Nose H: Rapid plasma volume restoration increased skin sympathetic nerve activity component synchronized with cardiac cycle and cutaneous vasodilation in hypovolemic and passively warmed men, *Experimental Biology* 2013, 2013. April.24., Boston
 21. Ogawa Y, Kamijo Y, Ikegawa S, Masaki S, Morita A, and Nose H: Head-up tilt suppressed sympathetic nerve activity synchronized with cardiac cycle to skin but increased that to muscle in passively warmed men, *Experimental Biology* 2013, 2013. April.24, Boston
 22. Masaki S, Sumiyoshi E, Koshimizu T, Tsujimoto G, and Nose H: Vasopressin V1a receptor and voluntary locomotion linked with cerebral activation in free-moving mice, *Experimental Biology* 2013, 2013. April 22, Boston
 23. Sumiyoshi E, Masaki S, and Nose H: Vasopressin V1a receptor and pressor responses for food-seeking behavior in fasting mice, *Experimental Biology* 2013, 2013. April.22., Boston
 24. 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 -、第3回日本腎臓リハビリテーション学会学術集会、2013年3月23日、宇都宮市
 25. Nose H: Interval walking training for middle-aged and older people: methods and evidence, 7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT2013), key note lecture, <http://www.ismict2013.org/program.html>, March 6, 2013, Tokyo.
 26. 能勢 博：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回埼玉排泄ケア研究会、2013年2月14日、越谷市
 27. 能勢 博：熱中症と生活習慣病にならない体づくり、第51回日本生気象学会大会、ランチオンセミナー、2012年11月10日、松本市
 28. 能勢 博：膝関節症改善のための水中歩行トレーニングの自律神経学的背景：シンポジウム「しびれ・痛みと自律神経障害」、第65回自律神経学会総会、2012年10月25日、東京都
 29. 森田淳美、池川茂樹、上條義一郎、片岡由布子、能勢 博：5-アミノレブリン酸 (ALA) 摂取が運動時の呼吸循環応答とトレーニング量に与える影響：第67回日本体力医学会、2012年9月15日、岐阜市
 30. 能勢 博：高齢社会における抗加齢のためにインターバル速歩トレーニング、第12回抗加齢医学会総会、2012年6月23日、横浜市
 31. 能勢 博：熱中症予防・からだの対策～運動後に糖質・蛋白質を摂って熱中症にならないカラダを作ろう～、日本生気象学会・熱中症予防シンポジウム、2012年6月9日、京都市
 32. 能勢 博：災害地における健康増進のための運動と乳製品の活用、第66回日本栄養・食糧学会大会、2012年5月19日、仙台市
 33. 能勢 博：メリハリをつけて歩くインターバル速歩 - その方法と効果のエビデンス -、日本顎口腔機能学会、第48回学術大会、2012年4月21日、塩尻市

〔図書〕(計 10 件)

1. 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、2015 年、pp1-93,
2. 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、2015 年、pp1-181,
3. 能勢 博(分担):運動療法、「浮腫」、医薬ジャーナル社、東京、2015 年、pp275-281.
4. 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、2015 年、pp39-51.
5. 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、2015 年、pp222-234.
6. 能勢 博:山に登る前に読む本 - 運動生理学からみた科学的登山術 -、講談社ブルーバックス、2014 年、pp1-185.
7. 能勢 博(分担):運動と体力、「標準生理学(第 8 版)」、医学書院、東京、2014 年、pp893-910.
8. 能勢 博:「歩き方を変える」だけで 10 歳若返る、主婦と生活社、東京、2013 年、pp1-191.
9. 能勢 博(分担):運動体力の生理、「新訂生理学実習書」、日本生理学会教育委員会監修、南江堂、東京、2013 年、pp199-204.
10. 能勢 博(分担):熱中症 Review、中外医学社、東京、2012 年、pp148-150.

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

上條義一郎 (KAMIJO, Yoshi-ichiro)
信州大学・学術研究院医学系・講師
研究者番号: 40372510

岡崎和伸 (OKAZAKI, Kazunobu)
大阪市立大学・都市健康・スポーツ研究センター・准教授
研究者番号: 70447754

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

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