様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２７ 年　 ６ 月 ３０ 日現在

機関番号：３４４４３
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2012～2014
課題番号：２４５７０２６１

研究課題名（和文）運動強度・運動量と味覚感受性との関係および加齢がその関係に及ぼす影響

研究課題名（英文）The influence of exercise intensity, exercise volume, and aging on four basic taste thresholds.

研究代表者
中西　康人（NAKANISHI, YASUTO）

大阪青山大学・健康科学部・教授

研究者番号：５０６２２６６９

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　4,300,000円

研究成果の概要（和文）：運動強度（運動量）および加齢が四基本味に対する味覚感受性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、運動強度（運動量）による味覚感受性の変化の程度差は見られなかった。また、加齢による塩味感受性・苦味感受性の低下がみられたが、運動が味覚感受性に及ぼす影響には若年者と高齢者との間に差異は見られなかった。そして、若年者においては甘味感受性と運動前後の血糖変化との間には中程度の負の相関(r2=0.62; p<0.01)が見られたが、高齢者には見られなかった。

研究成果の概要（英文）：We investigated the effects of exercise intensity (exercise volume) and aging on four basic taste sensitivities. There were no differences in the degree of taste sensitivity change due to exercise intensity (exercise volume). The decline in saltiness and bitterness sensitivities due to aging was found, however, there was no differences in exercise effects on taste sensitivities between young and old people. When physiologic responses were correlated to taste sensitivities, a moderately strong inverse relationship was observed between the change in threshold for sweetness (increased sensitivity) and the change in blood glucose (decreased concentration) for the young people (r2=0.62; p<0.01), however, such a relationship could not be observed for old people.

研究分野：スポーツ科学・スポーツ生理学

キーワード：味覚感受性　運動強度　加齢

１．研究開始当初の背景

四基本味（酸味・塩味・甘味・苦味）に対する味覚感受性は人間にとって欠くことのできない機能であり、他の諸機能と同様に、各種条件で変化する可能性が指摘されている。そのため、正常な味覚感受性を保持することは充実した豊かな食生活、ひいては健康生活を享受する上で欠くことのできない条件のひとつである。よって、四基本味に対する味覚感受性の変化に影響を及ぼす要因を探索することは生理人類学的に意義深い。味覚感受性は体調・運動、さらには加齢によっても変化すると考えられている。運動は呼吸循環・神経調節などを修飾するのと同様に、味覚感受性に対しても影響を及ぼす可能性がある。例えば、運動による甘味感受性の変化については運動の種類の違いにより異なる報告（植村 他 2008, 植村 他 2009）があるものの、酸味感受性は運動終了後に高まるとの報告がある（本岡他　2010）。しかしながら、これらの報告では運動強度や運動量などを規定して検討していないだけではなく、四基本味に対する味覚感受性のなかでどの感受性が運動で修飾されやすいのか、同一被験者で検討した報告は国内外でみあたらない。

運動により味覚感受性が変化する要因としては深部体温の上昇・血糖値の変化等が考えられる。例えば、我々は、風邪などによる発熱時に味を薄く感じたり、多量発汗時（塩分損失）、空腹時（血糖値の低下）などに味覚感受性が変化することを経験的に知っている。しかし、どのような生理的変化がどの味覚感受性を変化させるのか、科学的証拠が乏しく、不明な点が多い。

加齢に伴い味覚感受性が鈍化することが報告されている（大和田他　1972，久木野 1998）。近年，急速に進む高齢化、地球温暖化やヒートアイランド現象を考え合わせると、新たな「災害」とまで言われる熱中症の更なる増加が予想される。熱中症予防策として、日常の食生活や水分摂取の重要性が唱えられている。この視点から考えても、高齢者の四基本味に対する味覚感受性と深部体温・血糖値・発汗量（汗塩分損失）等の身体の生理的要因との関係を明らかにすることは、社会的要請でもある。しかし、運動が高齢者のどの味覚感受性をどの程度修飾しているのか、アプローチした研究報告は極めて少ない。

２．研究の目的

本研究では、運動と四基本味（酸味・塩味・甘味・苦味）に対する味覚感受性との関係について検討し、生理人類学的に有用な知見を得るために、以下の２つの課題を検討することを目的とした。

（１）運動強度（運動量）が味覚感受性に及ぼす影響

甘味感受性については、陸上トレーニング合宿後に低下し、山道歩行後に上昇したという報告がある。また、酸味感受性については、日常的硬式野球トレーニング後で上昇するという報告がある。しかし、いずれの研究もフィールド調査的要素が強く、運動強度（運動量）については一定の基準がなく、どの程度の運動が四基本味中のどの味覚感受性にどの程度影響したかは不明確である。

そこで本課題においては、運動が味覚感受性に及ぼす影響についての知見を得るために、運動中の深部体温変化および血糖値変化をモニタリングしながら、運動強度（運動量）と四基本味に対する味覚感受性との関係について検討した。

（２）加齢および運動が味覚感受性に及ぼす影響

加齢に伴い味覚閾値が低下することが知られている。その解剖学的な理由としては、舌乳頭（特に、有郭乳頭と葉状乳頭）に存在する味蕾数の減少が指摘されているが、それを支持しない研究もあり、加齢に伴う味覚閾値低下のメカニズムについては明確ではない。また、高齢者に観察される味覚障害は食事の楽しみを減らすだけではなく、栄養状態の悪化や免疫状態の低下を招く要因の一つになることも指摘されている。高齢化の進む我が国において、加齢に伴い運動と味覚感受性との関連性がどのように変化するのか明らかにすることは、高齢者の味覚感受性の低下予防や味覚障害の改善策を考究する上で重要である。そこで本課題では、運動が高齢者の四基本味に対する味覚感受性に及ぼす影響を若年者との比較から検討した。

３．研究の方法

（１）運動強度（運動量）が味覚感受性に及ぼす影響

本研究では、各被験者は、気温 25℃に制御された実験室内で運動および味覚検査を行った。各運動条件における負荷を決定するにあたり最大負荷テストを行った。最大負荷テストにおいては、呼吸反応の指標として、分時換気量、酸素摂取量、二酸化炭素排出量、非タンパク呼吸商、呼吸数を肺運動負荷モニタリングシステム（ミナト医科学, AE-310SRC）を用いて Breath by Breath で測定し、負荷テスト後、血中乳酸測定器（京都第一科学, ラクテート・プロ　LT-1710）を用いて血中乳酸値を測定した。

運動条件は 50%$\dot{V}O_2$max と 70% $\dot{V}O_2$max の自転車こぎ運動の 2 条件に設定した。運動時間は 30 分間とし、各運動前後に四基本味（酸味・塩味・甘味・苦味）の味覚検査（認知閾値検査）を行った。味覚検査はテーストディスク（三和化学研究所）を用いて 4 味覚（甘味・酸味・塩味・苦味）について行った。被験者は健康な喫煙習慣のない若年男性 10 名（年齢 19.6±5.4 歳、身長 171.7±5.6cm、体重 68.1±13.6kg、体脂肪率 20.9±5.5%）とし、運動中の深部体温（舌下温）・心拍数、運動

前（安静時）、及び、運動後の血糖値を測定した。舌下温は電子体温計（オムロンヘルスケア株式会社, MC-612）を用いて測定した。血糖値の測定には小型血糖測定機（三和化学研究所, グルテスト Neo スーパー）を用いた。さらに、運動前後の体重測定から運動時の総発汗量を測定した。運動中の心拍数は呼気代謝測定装置（VO-2000, Medical Graph Corp.）を用いて測定した。得られたデータに基づき、運動強度が四基本味に対する味覚感受性に及ぼす影響、及び、味覚感受性と身体の生理的要因との関係を検討した。

（２）加齢および運動が味覚感受性に及ぼす影響

本研究では、運動条件を 50%強度の自転車こぎ運動とした。運動強度設定にはカルボーネンの式を用いて目標心拍数を設定し、その心拍数に相当する運動負荷を実験に先立って測定した。被験者は健康な喫煙習慣のない若年男性９名（年齢 19.6±5.4 歳、身長 171.8±5.5cm、体重 64.6±10.1kg、体脂肪率 19.8±4.7%）、及び、高齢男性９名年齢 67.8±5.7 歳、身長 167.3±5.8cm、体重 62.5±6.0kg、体脂肪率 19.5±4.0%）とし、（１）と同じ方法を用いて、血糖値、深部体温（舌下温）、総発汗量、心拍数をそれぞれ測定した。また、運動前（安静時）、及び、運動後の唾液アミラーゼ・唾液 pH についても測定を行った。唾液アミラーゼについては乾式臨床化学分析装置 唾液アミラーゼモニター（ニプロ, CM-1.1）を用いて測定した。唾液 pH の測定には pH メータ（堀場製作所, ラクアツイン B-712）を用いた。得られた結果に基づき、運動が高齢者の四基本味に対する味覚感受性に及ぼす影響を若年者との比較から検討した。

４．研究成果

（１）運動強度（運動量）が味覚感受性に及ぼす影響

- 低強度運動後の酸味閾値は高強度運動後のものよりも有意に低いことを見出した（$p<0.05$）（図１）。

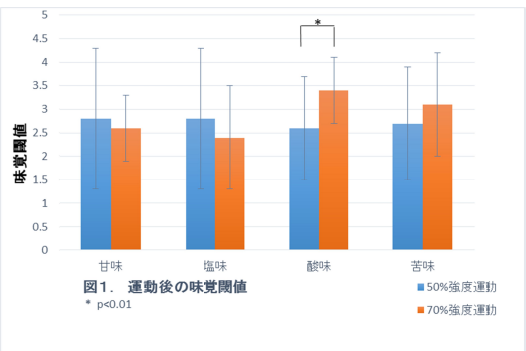

図1．運動後の味覚閾値
* p<0.01

- 運動前後の値を比較すると高強度運動後、甘味閾値が高くなることを見出した。また、甘味感受性と運動前後の血糖変化との間には中程度の負の相関（$r^2=0.62$; $p<0.01$）が見られた。

（２）加齢および運動が味覚感受性に及ぼす影響

- 加齢による塩味感受性・苦味感受性の低下がみられたが、運動が味覚感受性に及ぼす影響には若年者と高齢者との間に差異は見られなかった。

- 運動が唾液アミラーゼおよび唾液 pH に及ぼす影響に年齢差は見られなかった。

- 若年者においては甘味感受性と運動前後の血糖変化との間には中程度の負の相関が見られたが、高齢者には見られなかった。

研究により得られた結果は、運動が基本的な味覚機能に及ぼす影響についての見識をもたらし、運動を行う者にとっての味付けについても有益な情報を供給する可能性があると考えられる。

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３件）

① Nakanishi Y, Itoh T, Inoue S. Murakami T, Kasama M.; The influence of fatigue caused by all-out exercise upon taste sensitivities. Life Engineering Symposium, pp.433-434, 2013

② Nakanishi Y, Itoh T, Inoue Y, Nethery VM.; The effects of low and high intensity exercises on four basic taste sensitivities. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 査読有, Vol.25, pp.1、2015

③ Nakanishi Y, Itoh T, Inoue Y, Nethery VM.; Exercise intensity differentially impacts sensitivity thresholds to specific tastes. Journal of Biology of Exercise, 査読有, Vol.11(1), p.69-80, 2015

〔学会発表〕（計３件）

① 中西 康人, 伊東 太郎, 井上 翔太, 村上 尭之, 笠間 基寛. オールアウト運動による疲労が味覚感受性に及ぼす影響. 第 25 回 生体・生理工学シンポジウム運動計測部会, 2013, 9.

② Nakanishi Y, Itoh T, Inoue Y; The influence of all-out exercise upon aerobic capacity and taste sensitivities. American College of Sports Medicine 61st Annual Meeting, Orange County Convention Center, Florida USA, 2014, 5.

③ Nakanishi Y, Itoh T, Inoue Y, Nethery VM.; The effects of low and high intensity exercises on four basic taste sensitivities. International Sports Exercise Nutrition Conference Norethumbria University, Newcastle upon Tyne, UK, 2014, 12.

〔図書〕（計　　件）

〔産業財産権〕
○出願状況（計　　件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計　　件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
http://www.osaka-aoyama.ac.jp/department/university/health_nutrition/hn_teacher/nakanishi_yasuto/

６．研究組織
(1)研究代表者
中西　康人（NAKANISHI, Yasuto）
大阪青山大学・健康科学部・教授
研究者番号：　５０６２２６６９

(2)研究分担者
伊東　太郎（ITO, Taro）
武庫川女子大学・スポーツ健康科学部・教授
研究者番号：　４０２４８０８４

井上　芳光（INOUE, Yoshimitsu）
大阪国際大学・人間科学部・教授
研究者番号：　７０１４４５６６

(3)連携研究者
（　　）

研究者番号：

(4)研究者協力者
（　　）