

学会等報告

身体運動が味覚に与える影響

佐々木 繁盛 早川 公康 藤井 久雄

Shigemori Sasaki, Kimiyasu Hayakawa, Hisao Fujii: The influence of physical activity on taste detection and recognition thresholds. Bulletin of Sendai University, 45 (1) : 47-53, September, 2013.

Key words: taste recognition thresholds , taste detection thresholds ,physical activity, dehydration
キーワード: 認知閾値, 検知閾値, 身体活動, 脱水症状

I. 緒言

発汗を伴う運動の前、運動中、運動後で十分な水分補給がなされないことで、脱水症状を招き、熱中症が発症し、パフォーマンスが低下することが明らかとなっている¹⁾。発汗を伴う運動に着目すると、各種疾病を回避するために、運動前、運動中、運動後での効果的な水分補給が必要である。水分補給で、飲みやすさを追求することは、適切な水分補給へと繋がると考えられる。

飲料水の飲みやすさを決める上で、味は代表的なシグナル²⁾になる。味は味覚が刺激されることにより生じる感覚をいい、甘味、塩味、酸味、苦味、および旨味の5基本味がある。人間がこれらの味を感じる味受容器は、舌、口蓋、頬などの口腔粘膜や咽頭、喉頭の一部の粘膜に広く分布している味蕾である²⁾。1つの味蕾の中には、5～18個の味細胞が存在すると言われている²⁾。舌の上で唾液に溶解した呈味物質は、味蕾に入り、味蕾内の味細胞の先端に刺激を与える。この刺激が味覚神経に働き、大脳皮質味覚領に伝えられ、味として感じられる。味は舌表面の広い範囲で感じられるが、舌の部位によって味に対する鋭敏さは多少異なる。この

ように味蕾を通じて感じる味は、濃度の刺激の強さにより異なるのである。きわめて低い濃度では味覚を感じないが、次第に濃度を高めていくと味を認めるようになる。この味覚を生じる最低限度を、その物質の閾値といい、呈味物質の味の強さを表す1つの尺度とされている^{2) 3)}。運動後においしい、飲みやすいと感じる味の濃度を探求することにより、快適な水分補給へ繋げることができる。よって、脱水による各種疾病を防ぐことが期待できると考える。

一方、先行研究では、運動前後での味覚閾値の変化についての報告はいくつかあるが、甘味、塩味の閾値の低下に対する報告⁴⁾が多く、他の味に対する味覚実験結果が少ない。また、運動強度の違いによる閾値の違いについての報告の例もあまり見ない。

そこで、今回、味覚に重点を置き、4種の味(甘味・塩味・酸味・旨味)に対する運動前後での味覚閾値実験を行い、運動が4種の基本味の味覚閾値に与える影響について検証する。また、運動強度の違いから閾値への影響を観察するために、自転車エルゴメーターを用いて有酸素運動、無酸素運動を行い、閾値の変化を比較・分析し、水分補給が適切・快適になされるためのエビデンスを得ることを目的とした。

II. 被験者及び方法

1. 被験者

S 大学 健常男子学生 5 名

健常女子学生 5 名 計 10 名 (年齢
21.2 ± 0.9 歳)

2. 実験方法

1) 試験デザイン

自転車エルゴメーター (コンビウエルネス社製 パワーマックス V II) を使用し身体運動を行い、運動前後で全口腔法による味覚試験を実施した。運動前に、味覚試験における注意事項を口頭で説明した。身体運動はエルゴメーターを活用し、有酸素運動、無酸素運動を行い運動後の味覚試験を実施した。1 日目に運動前の味覚閾値調査を行い、無酸素運動、運動後味覚閾値調査を行った。2 日目には有酸素運動、運動後味覚閾値調査を行った。味覚閾値調査前 1 時間は被験者の飲食はなかった。有酸素運動と無酸素運動の実施は別日とした。また、運動前と運動直後にフィンガーディップ・パルスオキシメータ (センシンメディカル社製) を使用し、脈拍数、SpO₂ (動脈血酸素飽和度) を測定し結果に反映させた。

2) 運動負荷

自転車エルゴメーター (コンビウエルネス社製 パワーマックス V II) を使用し、指定した運動負荷で運動を行ってもらった。有酸素運動は 1 kp・60 回/分を 30 分間のペダリング運動とした。無酸素運動は 3.5kp の負荷を 30 秒間の全力ペダリング運動の後、2 分間のレストとする 2 分 30 秒間を 1 セットとし、3 セットを行った。無酸素運動前は 1 kp の負荷で 2 分間ウォーミングアップをした。

3) 味覚閾値調査

甘味・塩味・酸味・旨味の 4 基本味を、各 5 段階の濃度に調整し、各濃度の薄い順から濃度スコア (1 から 5 まで) を設定した。全 20 種の溶液を用いて全口腔法により味覚閾値試験を行った。今回の実験では、生理的防衛反応によ

り、低い閾値で検知され後味が残る苦味について⁵⁾ は排除した。

(1) 試料溶液

試料は甘味 (日新製糖社製、白砂糖)、塩味 (財団法人塩事業センター、塩化ナトリウム 99% 以上)、酸味 (ヤクハン製薬社製クエン酸)、旨味 (味の素社製、グルタミン酸ナトリウム) を用い、市販の水 (セブンプレミアム天然水: 硬度 55mg/L. pH8.2) で溶解し濃度を調整した。溶液の濃度は事前に予備実験を行い決定した。溶液の温度は 10℃ 前後に設定をした。以下に 4 基本味の濃度を示す。

①甘味 (砂糖): 濃度スコア 1 (0.05%)・2 (0.15%)・3 (0.25%)・4 (0.5%)・5 (0.75%)

②塩味 (食塩): 濃度スコア 1 (0.005%)・2 (0.01%)・3 (0.015%)・4 (0.02%)・5 (0.025%)

③酸味 (クエン酸): 濃度スコア 1 (0.005%)・2 (0.0063%)・3 (0.0075%)・4 (0.0083%)・5 (0.01%)

④旨味 (味の素): 濃度スコア 1 (0.005%)・2 (0.01%)・3 (0.015%)・4 (0.02%)・5 (0.03%)

(2) 測定方法

試飲は使い捨てプラスチックコップに入った 10ml の溶液を、濃度の低いものから高いものへと順番に並べ、味の種類を伏せ A - D とローマ字で表記した状態で、A の溶液の濃度の低いものから順に口に含み、吐き出し、水との違い、味の識別を主観的判断で識別させ、濃度スコアを答えさせた。試飲前、間では水で口をすすいだ。試飲の順序は、味の相互作用を排除してランダムに設定した。閾値の決定については、水との違いを判断した最低濃度を検知閾値、味の種類を断定した最低濃度を認知閾値とした。検知閾値、認知閾値を判定した場合、解答用紙に記入した。実験中は他者との相談を禁止した。

3) 検定

3群の平均値に対する検定は分散分析、2群の平均値に対する検定はt検定を行った。有意水準は0.05以下とした。

注1 n.s : not significant 以下 n.s

Ⅲ. 結果

1. 脈拍数、SpO2

1) 図1に男女別に運動前、有酸素運動後、無酸素運動後の脈拍数の平均値を示した。設定した運動強度は、AT（無酸素性作業閾値）のHRT（心拍数の変曲点）を求めた結果¹⁸⁾ AT = 135.5 拍/分となり、無酸素運動の心拍数はATを超えていた。男女共、運動前の脈拍数を比較した場合、有酸素運動後の脈拍数の大きな上昇はみられなかった。無酸素運動後では140回/分 前後となり、脈拍数の上昇が見られた。

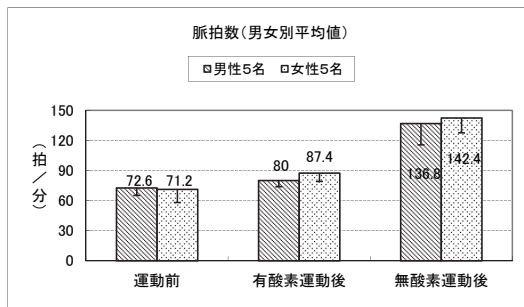


図1 脈拍数（男女別平均値）

2) 運動前後を比較しても大きなSpO2の低下はみられなかったが、無酸素運動後の男性の平均値が96.8%となり、運動後の僅かな低下がみられた。

2. 甘味

1) 甘味（白砂糖）男女全体の味覚閾値試験の結果、検知閾値、認知閾値共に、有酸素運動後と、無酸素運動後の閾値に有意な差はみられなかった（n.s.）。

2) 男性の検知閾値では、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に有意な低

下がみられた（図2）。

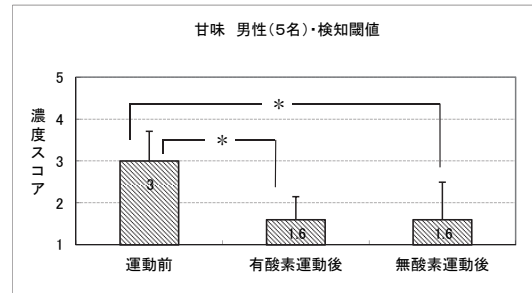


図2 甘味 男性(5名)・検知閾値

認知閾値に有意差が見られなかった（n.s.）。しかし、無酸素運動後、有酸素運動後、運動前の順に閾値の低下傾向がみられた。

3) 女性では、検知閾値、認知閾値共に有意差が認められなかった

3. 塩味

1) 塩味（食塩）男女全体の味覚閾値試験の結果、検知閾値、認知閾値共に、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に低下傾向がみられた。

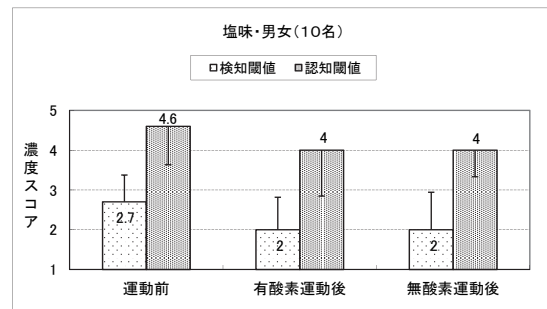


図3-1 塩味・男女(10名)

2) 男性の検知閾値は、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に有意な低下がみられた（図3-2）。認知閾値では、全ての群の分散分析の結果、有意な差が認められなかった（n.s.）。

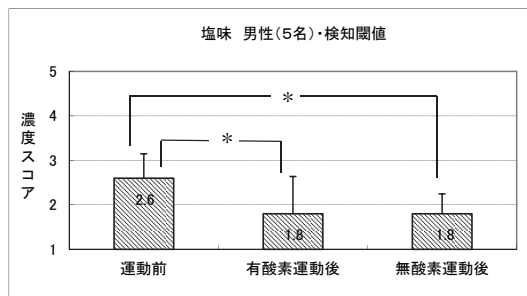


図3-2 塩味 男性(5名)・検知閾値

3) 女性では、検知閾値、認知閾値共に有意差が認められなかった (n.s.)。

4. 酸味について

1) 酸味(酢酸)全体の味覚閾値試験の結果、検知閾値、認知閾値共に、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に低下傾向がみられた(図4-1)。

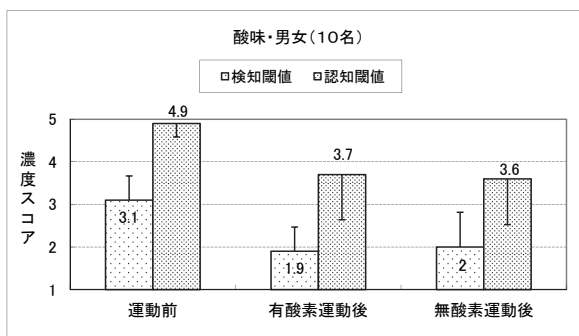


図4-1 酸味・男女(10名)

2) 男女別に結果を見ると、男性の検知閾値(図4-2)は、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に有意な低下が認められた。有酸素運動後と無酸素運動後の間に有意な差は認められなかった (n.s.)。

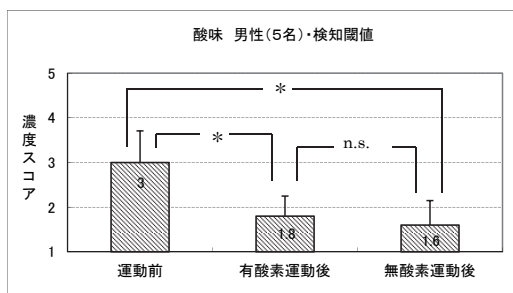


図4-2 酸味 男性(5名)・検知閾値

認知閾値(図4-3)でも同様に、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に有意な低下が認められたが、有酸素運動後、無酸素運動後間には有意な差は認められなかった (n.s.)。

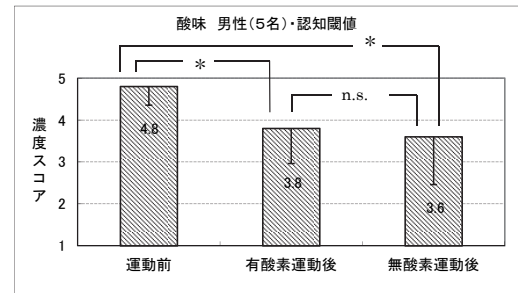


図4-3 酸味・男性(5名)・認知閾値

3) 女性の検知閾値(図4-4)では、運動前と比較して有酸素運動後の閾値に有意な低下が認められた。

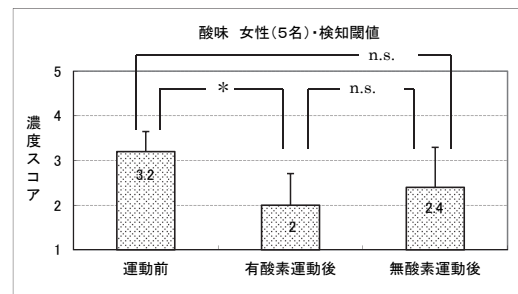


図4-4 酸味 女性(5名)・検知閾値

認知閾値(図4-5)では、運動前と比較して有酸素運動後、無酸素運動後の閾値に有意な低下が認められた。有酸素運動後と無酸素運動後の間には有意な差は認められなかった (n.s.)。

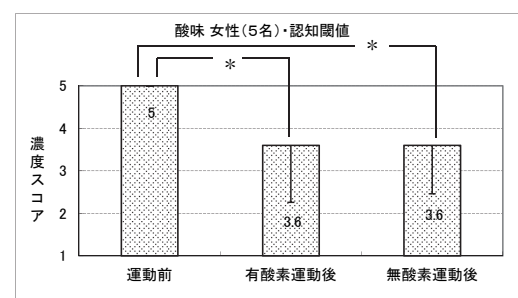


図4-5 酸味 女性(5名)・認知閾値

5. 旨味について

1) 旨味（グルタミン酸）全体の味覚閾値試験（図5-1）の結果、運動前と比較して運動後の閾値に低下傾向がみられた。

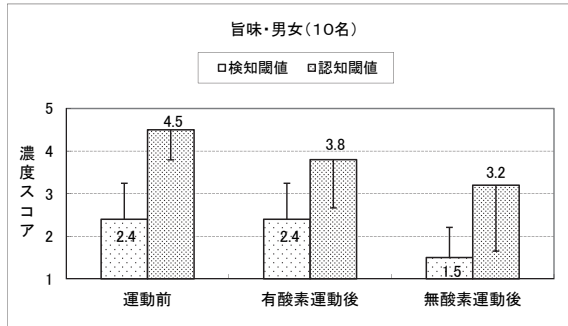


図5-1 旨味・男女（10名）

2) 男女別に見ると、男性の検知閾値に有意差は認められなかった（n.s.）。

認知閾値（図5-2）では、運動前と比較して無酸素運動後の閾値に有意な低下が認められた。有酸素運動後と運動前間、無酸素運動後間に有意な差は認められなかった（n.s.）。

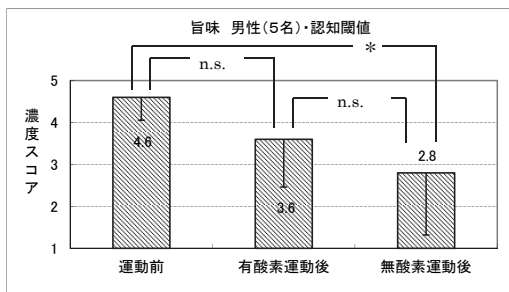


図5-2 旨味 男性（5名）・認知閾値

3) 女性では、検知閾値、認知閾値共に有意差は認められなかった（n.s.）。

IV. 考察

本研究では、大学生を対象に運動が味覚閾値の変化に影響を及ぼすか、また、運動強度の違いにより、閾値に変化が表われるかを見ること、運動後に適切且つ快適な水分補給を行う助けとなる知見を得ることを目的とした。

1. 甘味

運動や活動のエネルギー源として必要な糖分を甘味として感じ取るが⁸⁾、先行研究より、運動で消費した糖分を補うために、運動後は甘味の閾値は低下することが示唆されていた⁴⁾。今回の実験では運動後で閾値の低下が見られたが、有酸素運動、無酸素運動による運動強度の違いが甘味の閾値の変化に与えた影響は少なかった。これは、設定した運動強度の違いによるエネルギー消費量の差が大きくなかったことが要因と考えられる。心拍数の違いから平均130拍/分を記録した無酸素運動の方が、運動強度が大きいことが見て取れるが⁶⁾、運動を長時間行う有酸素運動と、短時間で最大の力を発揮する無酸素運動では、エネルギー消費量が大きく変わらなかったと推測する。そのことにより、有酸素運動と無酸素運動の違いによる甘味の閾値の違いが顕著に表われなかったと考えられる。男女の閾値の違いについては、男性の検知閾値が運動後で有意に低下した（ $p < 0.05$ ）のに対して、女性の検知閾値では有意差が示されなかった（n.s.）。認知閾値でも同様な結果が見られ、男性は運動後に閾値の低下を示していたが、女性は運動後に閾値の上昇が見られた。このことは、男性と女性の基礎代謝量の違いによるエネルギー消費量の違いが考えられる。女性と男性の筋肉量等の違いによる基礎代謝量の違いから、男性のエネルギー消費量が多く、糖分をより欲している身体となっている男性の方が、甘味を見分けるのが容易となっていたことが推測される。

2. 塩味

発汗量が多い運動では、発汗により体内のナトリウムが減少する。そのことにより、発汗量の多い運動後では、失ったナトリウムを補給するために塩味の閾値が低下することが示唆されている⁶⁾。本実験では、多くの発汗を伴う運動強度の設定をしていなかったが、運動後には閾値の低下が見られた。多くの発汗を伴わない運動負荷ではあったが、有酸素運動後脈拍数85拍/分前後、無酸素運動後脈拍数130拍/分前後であったことから（図1-1）、通常時心拍数

よりは高い値を示しており、運動後にタオルで汗を拭うほどの発汗は考えられる。よって、運動で発汗とともに失った塩分の補給を促すために塩味の運動後閾値が低下傾向にあったと考えられる。また、甘味同様に運動強度の違いによる閾値の差は見られなかった。これも、運動強度に違いはあったものの、運動継続時間やエネルギー消費量の観点から、総合的に発汗量に違いが無かったものと考えられる。男女で比較すると、男性の検知閾値では、運動後に閾値が有意に低下していた ($p < 0.05$) が、女性は有意差が認められなかった (n.s.)。運動中の女性の発汗量が男性の発汗量より低いことが示唆されていることから^{7) 10)}、今回の実験でも男性の発汗量が女性の発汗量を上回ったことにより、塩分をより多く補給しようと閾値の低下が進んだと推測する。

3. 酸味

酸味は、エネルギー代謝を円滑に促進するクエン酸等の有機酸のシグナルである⁸⁾。本実験では、男女共に運動後に酸味閾値が有意に低下した ($p < 0.05$)。グリコーゲンが激減するような運動強度が高い運動の後は酸味物質の嗜好率が上昇する⁹⁾との報告もあることから、運動強度はさほど高くなかったが、試料溶液として使用したクエン酸溶液への欲求が高まり閾値の低下につながったと考えられる。また、身体運動によりクエン酸等の有機物がエネルギー代謝に関与したため、消失を補うためにクエン酸を欲し、閾値の低下が見られたものだと推測される。甘味、塩味同様に運動強度の違いによる閾値の変化は見られなかった。エネルギー消費量に大きな差が無かったことに要因があると推測する。

4. 旨味

旨味は身体の筋肉や臓器を形成する上で不可欠な成分であるたんぱく質のシグナルである⁸⁾。今回の実験では、運動後に閾値が低下した(図5-1)が、更に無酸素運動後の旨味閾値が最も低い値を示した。運動で使用された筋肉を再生させるために、必要なアミノ酸を取り入れよう

と旨味閾値の低下が進んだものと考えられる。運動強度で比較した場合、男女検知閾値では運動前、有酸素運動後の閾値は同じ平均値を示したが、無酸素運動後には閾値の減少が見られた。認知閾値においても、男性では、運動前と比較し有意に閾値が低下した ($p < 0.05$) ことが認められた。女性でも同様に、無酸素運動後に閾値の低下傾向が見て取れた。このことは、本実験で行った運動負荷の違いが、筋肉への負荷の違いによる影響であると推測する。無酸素運動では、短時間に最大限の力を発揮したために、筋肉再生に必要なアミノ酸量が有酸素運動後より上回ったことが、無酸素運動後旨味閾値が最も低い値となったことが考えられる。

また、男女別に味覚閾値、正解率を比較した。女性の味覚識別能は男性より閾値が低い(鋭敏)とする報告があるが^{11) 12)}、本実験では男性優位の結果となった。味覚閾値を決定する要因は多々あるが、特に年齢、性別、健康状態、口内環境、生活習慣が及ぼす影響は強いとされている^{13) 14)}。男性の身体状況の面で、筋肉量や基礎代謝量が女性より高いことは推測できるが、今回の実験では生活習慣等の調査を行わなかったため、生活習慣や健康状態に男性優位であった結果に対する要因があるのではないかと考える。

V. 結論

今回の実験では、運動前後に甘味、塩味、酸味、旨味の味覚閾値試験を行い、運動が味覚に影響を与えるかを検証した。すべての味において運動後に検知閾値、認知閾値で味覚閾値の低下が見られた。運動強度(有酸素運動、無酸素運動)の違いによる閾値の変化は旨味でのみ表れ、旨味では無酸素運動後が最も低い閾値を示した。しかし、旨味以外の味では、運動強度の違いによる閾値の差は表れなかった。味覚閾値を決定する要因は様々あるが、本実験では性別、年齢の把握のみ行なった。被験者に対する身体状況、生活習慣の調査を行うことで、より詳細な知見が得られる可能性が考えられた。

運動時の水分補給の大切さは様々な所で謳わ

れているが、本実験の結果より運動後に甘味、塩味、酸味、旨味の閾値の低下が示されたことから、運動後にはこの4つの味の味覚閾値が低下（鋭敏）されることが示唆された。素早い水分補給が必要な時、濃度が高いスポーツドリンクは薄めて飲むことを推奨されているが^{1) 15)}、体内浸透圧による吸収率の低下を防ぐという本来の目的の他にも、運動後の味覚閾値の低下による飲みやすさをも配慮した行為であることが示唆された。快適な飲料水の選択は、効果的な水分補給の助長となる。今後の展望として、運動強度をより細かく分け、運動強度別に閾値の変化を観察することにより、運動種別ごとの快適に水分補給ができる閾値を見つけることで、水分補給を逃れる事による脱水症状、低濃度の飲料水を摂取することで起きる自発的脱水症状を回避することに繋がることを期待したい。

【注及び参考文献】

- 1) 渡邊 剛 (2007)「スポーツ栄養の本 (第2版)」ムイスリ出版 p.23～p.27
- 2) 下村道子, 和田淑子 (1998)「栄養士養成シリーズ・改正・調理学」光生館 p.29～p.31
- 3) 滋野幸子, 田中敬子, 田口邦子 (1999)「改訂版 食物・栄養科学シリーズ 13. 調理学」培風館 p.4～p.11
- 4) 本岡佑子, 麻見直美 (2010)「暑熱下での屋外スポーツ活動が味覚閾値に及ぼす影響」日本運動生理学雑誌 第17巻第2号 p.59～p.66
- 5) 川野 因 他 (2002)「スポーツ選手における日常的トレーニングが味覚に及ぼす影響について」シダックスリサーチ 第2号 p.6～p.11 シダックス研究機構
- 6) 杉 晴夫, 齊藤 望, 佐藤昭夫 (2001)「栄養・健康科学シリーズ 運動生理学」南江堂 p.57～p.60
- 7) 花輪啓一 (1996)「室内スポーツ活動時の飲水量、発汗量、体重減少量の男女の実態」体力科学 第45巻第3号 日本体力医学会 p.76
- 8) 川端晶子 他 (1988)「調理学」学建書院 p.58～p.64
- 9) 駒井三千夫, 古川勇次 (2001)「ラットの栄養状態と味の選択行動」日本味と匂学会誌 第8巻第1号 p.25～p.32
- 10) 井上芳光 (2011)「高温高湿下運動時の有効発汗量と無効発汗量の性差」日本生理人類学会誌 第16巻第1号 日本生理人類学会 p.52
- 11) 小野寺幸代 他 (2006)「青年期男女学生における味覚識別能－喫煙習慣、運動習慣、運動負荷の影響－」札幌医科大学保健医療学部紀要 第9号 p.11～p.16
- 12) 簗原美奈恵 (1988)「健常成人の味覚識別能に関する研究」日本衛生学誌 第43巻第2号 日本衛生学 p.607～p.615
- 13) 福田ひとみ, 平川知恵 (2006)「大学生の味覚感受性 (特にうま味) と食習慣について」人間文化学部研究年報 第8巻 帝塚山学院大学 p.99～p.108
- 14) 島田淳子 (1990)「おいしさの基本条件」臨床栄養 第77巻第4号 p.367～p.375
- 15) 堀江正知, 筒井隆夫, 宮崎彰吾 (2003)「スポーツ飲料の希釈が鉄鋼業における暑熱作業者の飲料嗜好と水平衡に及ぼす影響」産業医科大学雑誌 第25巻第1号 p.1～p.11 産業医科大学
- 16) 佐々木繁盛 (2011)「体育系学生の味覚感度調査」仙台大学紀要 第43号第1号 p.29～p.33
- 17) 吉田恵子 (2004)「味覚感度に関する研究 (第2報) : 短大生と一般人の味覚感度の比較」紀要 第32巻 p.125～p.135 つくば国際短期大学
- 18) 北村繁和 (1988)「1500 m走記録と最大酸素摂取量及び無酸素性作業閾値の関係」富山大学教養部紀要 第20号第2巻 p.63～p.71
- 19) Coyle EF (2004)「Fluid and fuel intake during exercise.」J Sports Sci. 22 (1) p.39～p.55
- 20) Latzka WA, Montain SJ (1999)「Water and electrolyte requirements for exercise.」Clin Sports Med. 18 (3) p.513～p.524
- 21) Maughan RJ, Shirreffs SM (2004)「Rehydration and recovery after exercise.」Science & Sports. 19 (5) p.234～p.238
- 22) Newell M, Newell J, Grant S (2008)「Fluid and electrolyte balance in elite gaelic football players.」Ir Med J. 101 (8) p.236～p.239
- 23) Pasquet P (2006)「Relationship between taste thresholds and hunger under debate.」Appetite. 46 (1) p.63～p.65

(2013 年 5 月 31 日受付)
(2013 年 7 月 16 日受理)