

女子大生におけるスズメバチ栄養液組成アミノ酸飲料経口摂取による脂肪燃焼促進作用の検討

学芸学部 健康栄養学科 保木 昌徳・横谷 早姫・瀧 奈津江
田中 愉加利・濱田 佳奈

要旨：【目的】アスリート、男性、肥満女性、マウスを対象としたVAAM配合のヴァーム® (明治乳業株式会社) 投与の研究では脂肪燃焼促進効果が報告されている。しかし、若い女性を対象とした検討はなされていないため、今回我々は女子大生におけるヴァーム®経口摂取による脂肪燃焼促進効果の検討を行った。

【方法】ボランティア学生25名を対象にヴァーム®または対照飲料投与後30分に自転車エルゴメーターで持久性運動を负荷した。脂肪燃焼促進作用は呼気ガス分析器 (ミナト医科学株式会社) で得られた $\dot{V}CO_2$ 、 $\dot{V}O_2$ より、脂肪由来のエネルギー消費量を算出 (西の方法) し比較検討を行った。分析にはt検定を用いた。

【結果】ヴァーム®摂取群と対照飲料摂取群を比較したところ脂肪由来のエネルギー消費量に目立った差は得られなかった。しかし、ヴァーム®摂取時、体脂肪率28.0%超 (過多) の群において、18.0~28.0% (標準) の群より脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値であった ($P<0.05$)。

キーワード：女子大生、VAAM、脂肪燃焼促進作用、呼気ガス分析、体脂肪率

I. はじめに

現在、日本国内ではアミノ酸を含むダイエット食品や、スポーツ選手向けのアミノ酸ドリンクあるいは粉末タイプ食品等の人気が高い。アミノ酸が生理効果を発揮するよう配慮された食品のうち、タンパク質やペプチドを原料としない、純度の高いアミノ酸を主原料とした製品は、ほとんどのものが分岐鎖アミノ酸やアルギニン等の個々のアミノ酸の生理機能に着目したものである。そういったアミノ酸含有製品とは一線を画す機能とコンセプトを持っているのが、「スズメバチ栄養液組成アミノ酸混合 (VAAM: Vespa Amino Acid Mixture)」である¹⁾。

スズメバチは多くの生物の中でも類をみないほどの卓越した運動能力を備えており、働き蜂は1日に70~80km以上に及ぶ距離を、狩りをしながら飛びまわる。さらに、飛翔昆虫としては極めて重い、2~4gを超える体重をもち、それを支えるには航空力学的にみても不可能といわれる小さく薄い翅で自由自在に飛び回っている。この優れた運動能力を支えていると考えられているのが、幼虫が成虫の運んでくる肉団子と交換に成虫に与える栄養液である。これはアミノ酸を主成分とする特殊な組成の混合物である。このうち主要な17種類のアミノ酸 (アスパラギン酸、スレオニン、セリン、グルタミン酸、プロリン、グリシン、アラニン、バリン、メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、

フェニルアラニン、リジン、トリプトファン、ヒスチジン、アルギニン) を忠実に再現したものがVAAMである (図1, 表1)²⁾。

VAAMの生理機能については、マウスによる遊泳運動での報告では、VAAMを摂取させたマウスがカゼインを分解したアミノ酸混合液や水、ブドウ糖を摂取させたマウスに比べて遊泳時間が長かったこと、さらに遊泳後の血糖の低下抑制、血中乳酸濃度上昇抑制、血中遊離脂肪酸の上昇などから脂質代謝の亢進を示唆している^{3, 4)}。また、ヒ

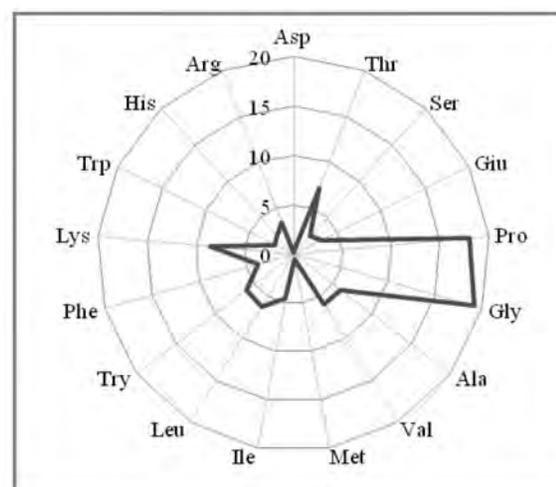


図1 VAAMのアミノ酸組成 (Mol%)²⁾
(阿部岳: 臨床スポーツ医学 19,1169-1174,2002 より引用改変)

表1 VAAMのアミノ酸組成²⁾

アミノ酸	(Mol%)
Asp(アスパラギン酸)	0.2
Thr(スレオニン)	7.2
Ser(セリン)	2.5
Glu(グルタミン酸)	3.2
Pro(プロリン)	18.0
Gly(グリシン)	19.1
Ala(アラニン)	6.0
Val(バリン)	5.9
Met(メチオニン)	0.5
Ile(イソロイシン)	4.5
Leu(ロイシン)	6.2
Tyr(チロシン)	6.0
Phe(フェニルアラニン)	3.8
Lys(リジン)	8.6
Trp(トリプトファン)	2.2
His(ヒスチジン)	2.6
Arg(アルギニン)	3.5

(阿部岳:臨床スポーツ医学19,1169-1174,2002より引用改変)

トへの応用も報告されており、有酸素性運動能力および無酸素性運動能力の両者を高めるべく鍛練している高体力者(球技選手)において、運動時の自覚的疲労感(自覚的運動強度)および生理学的運動強度(心拍数、コルチゾール)の低下傾向、脂質代謝の亢進傾向(遊離脂肪酸、ケトン体の増加傾向)を認めている^{5, 6)}。このように、VAAMの摂取は、運動時に脂質代謝の亢進や疲労の軽減をもたらす方向に寄与すると報告されてきた。

これまでの研究では、マウスや競技者、肥満者を対象とした報告がほとんどであった。本研究ではVAAMを活用した機能食品である「ヴァーム[®](明治乳業株式会社)」を用いて、これまでの報告にない若い女性を対象にヴァーム[®]の脂肪燃焼促進効果について検討した。

II. 対象と方法

1. 対象者

大阪樟蔭女子大学に在籍する女子学生から募集したボランティア25名(年齢 22 ± 1 歳)を対象とした。研究食品(ヴァーム[®]または対照飲料)を投与したことで体調に変化が及んだ場合は、任意に投与を中止するように配慮した。各対象者は文章による研究内容の説明を受け、自由意思による同意書の取得がなされた後に、研究に参加した。研究の実施にあたっては、「ヘルシンキ宣言」及び「疫学研究に関する倫理指針(平成19年文部科学省・厚生労働省告示第一号)」に基づく倫理的原則を厳守した。すべてのデータは大阪樟蔭女子大学にて収集した。なお、本研究は本学に設置された大阪樟蔭女子大学倫理委員会において研究実施の承認を得た。

2. 収集データ

1) 身体計測およびバイタルサインの測定

研究の評価指標および安全確保のために対象者の身長、体重、血圧、脈拍、体温、上腕周囲長(AC: Arm Circumference)、上腕三頭筋部皮下脂肪厚(TSF:Triceps Skinfold Thickness)、肩甲骨下部皮下脂肪厚(SSF:Subscapular Skinfold Thickness)、下腿最大周囲長(CC:Calf Circumference)の測定を行った。各指標の測定方法は以下の通りである。

①身長・体重

対象者を検査着に着替えさせ、裸足で計測した。測定には身長計、体重計(株式会社タニタ)を用いた。身長は床面より頭頂点までの垂直距離とし、耳眼水平面を床と平行にして計測した。体重は対象者を体重計の定められた位置に乗せ、両手は体側に軽く添わせ、計測終了(電子音が鳴る)まで静止させて計測した。なお、計測は2回行い、計測値はkg、cm単位で少数以下1桁まで読み取り、検査着の重量(0.4kg)を差し引いた。また、計測は対象者の排泄後に行った。

②血圧・脈拍

対象者を正しい姿勢で椅子に座らせ、対象者の右腕を測定部の奥まで入れ、肘を軽く曲げ、掌を上向きにした状態で測定した。測定中は動いたり、話したりせず、楽な姿勢で静止させた。測定には全自動血圧計(株式会社エルクコーポレーション)を用いた。

③体温

測定前に対象者の腋窩を拭き、腋窩中心部に体温計をあて、下から少し押し上げるようにはさみ、腋窩をしめさせた。体温計の角度は腕に対して $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ で測定した。なお、測定には、電子体温計(オムロンヘルスケア株式会社)を用いた。

④AC

対象者をまっすぐに立たせて測定を行った。計測位置は、A点の肩先(肩峰)からB点の肘先(尺骨の肘頭)までの距離の中心とした(図2)。インサーテープ(アボットジャパン株式会社)を用いて中心点が示す位置に上腕長の中心点に印をつけ、対象者の腕をインサーテープの輪に通し、印をつけた中心点まで移動させた。インサーテープは上腕部皮膚表面に密着させ締め付けけない程度に輪を締め、矢印のcmの値を0.1cmの近似値まで正確に読み取った。インサーテープをいったんゆるめ、続けて再計測した。2つの計測値の差が0.5cm以内である時、その平均値を記録した。

⑤TSF

ACの中心点から1cm離れた皮膚を脂肪層と筋肉部分と分離するように、上腕に対して平行につまみ上げ、アディポメーター（アボットジャパン株式会社）口はつまみ上げた脂肪層の中心点のマークに垂直にあて圧力線が一直線になるまではさみ計測値を読み取った。目盛りは2mmの近似値まで正確に読み取った。脂肪層はつまみ上げたままでアディポメーター口をいったんゆるめ同位置で再度計測した。2つの計測値の差が4mm以内の場合その平均値を記録した。

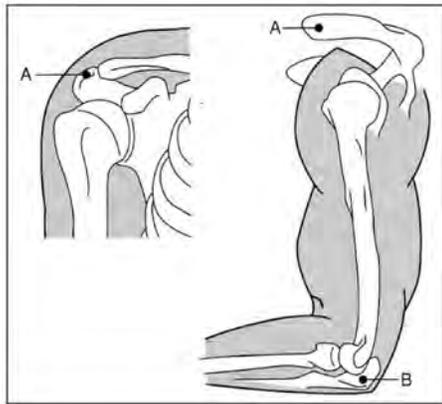
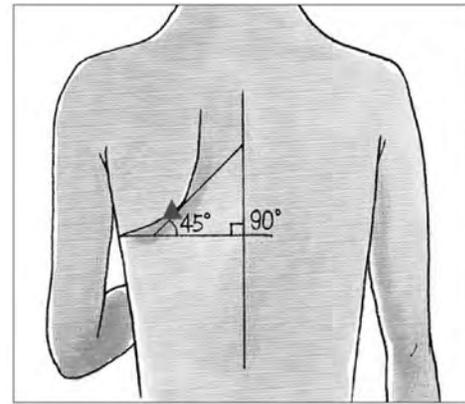
⑥SSF

測定位置（図3の▲印）から約1cm下の部分を背骨に対

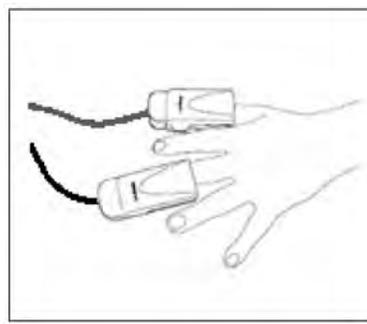
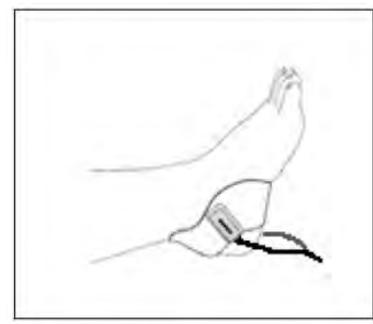
して斜め約45°の角度で、キャリパーを持たない方の手の親指と他の四本指で筋肉層と皮下脂肪層を分離するようにつまみ上げ、キャリパーの口はつまみ上げた脂肪層に垂直に、ほぼ中間の位置にあて、圧力線が一直線になるまではさみ、3秒後に計測値を読み取った。目盛りは2mmの近似値まで正確に読み取り、脂肪層はつまみ上げたままで、キャリパーの口をゆるめ、同位置で2回目の測定をした。2つの計測値の差が4mm以内のとき、その平均値を記録した。

⑦CC

対象者の膝を90°に曲げ、インサートテープの輪を下腿部の最大直径位置まで移動させ、下腿部の皮膚表面に密着

図2 AC測定方法⁷⁾図3 SSF測定方法⁷⁾

(杉山みち子: 栄養アセスメントの実施, 医科学出版社, 東京, 4-10, 2008より引用)

図4 体構成成分分析時の体位⁸⁾図5 手の電極位置⁸⁾図6 足の電極位置⁸⁾

(In Body S20取扱説明書, 株式会社バイオスペース, 東京, 1-72, 2005より引用)

表2 研究飲料の配合

研究食品	商品名 (販売者)	分量(2kcal/kg)
ヴァーム*	ヴァーム®パウダー (明治乳業株式会社)	0.5g/kg
	六甲のおいしい水 (ハウス食品株式会社)	200ml
対照飲料	粉末ボカリスエット (大塚製薬株式会社)	0.4g/kg
	ポッカレモン 100 (株式会社ポッカコーポレーション)	0.2ml/kg
	六甲のおいしい水 (ハウス食品株式会社)	200ml

させた後、締めつけることのない程度に輪を締めた。矢印のcmの値を0.1cmの近似値まで正確に読み取った。インサートテープをゆるめて再計測した。2つの測定値の差が0.5cm以内である時その平均値を計測値とした。

2) 体構成成分の測定

体構成成分はインピーダンス法による体成分分析装置 In Body (株式会社バイオスペース) を用いて測定した。対象者をベッドに仰臥位に寝かせ、両腕と両脚は楽な姿勢で伸ばし、少し広げて(両腕、両脚は体から15°に広げて)、体に接触したり、脚どうしが接触したりしないようにした(図4)。両手には図5のようにクリップ型の接触式電極を、金属のある通電面が指の腹側に接触するように留め、赤色の電極は親指に、黒色の電極は中指に付けた。両足には図6のように足用電極を踵に留め、幅の広い面が足裏側にくるように取り付け、赤色の電極が足の内側に、黒色が足の外側にくるようにした。同条件で測定を行うため、測定は排泄後に行い、対象者を5分以上仰臥位にし、測定を開始した。

3) アンケート

対象者には研究開始前に現在の運動習慣の状況、高校時代の部活についてアンケートを行った。

3. 研究飲料の投与

研究飲料としてヴァーム®または対照飲料を用いた。ヴァーム®は、運動時のヒトに対するVAAMの研究¹⁾では、体重70kgあたり10gのアミノ酸(約143mg/kg)を投与していたことから、本研究でもこれを採用し同等のものにした。対照飲料は、味覚、投与熱量(2kcal/kg)をヴァーム®と同等のものに調整した(表2)。

対象者にはヴァーム®と対照飲料をランダムな順番で投与した。

4. 運動負荷

研究飲料投与30分後にあらかじめ算出した各対象者の30% $\dot{V}O_2$ maxの強度(心拍数)(式1)において自転車エルゴメーター(コンビウエルネス株式会社)を用いて30分間のペダリング運動を負荷した。運動負荷中は呼吸ガス分析器(ミナト医科学株式会社)にて呼吸ガスを継続的にモニターし、酸素摂取量(以下 $\dot{V}O_2$)および二酸化炭素排出量(以下 $\dot{V}CO_2$)を計測した。

$$\begin{aligned} & \text{(式1) } 30\% \dot{V}O_2 \text{max強度} \\ & (\text{最高心拍数} - \text{安静時心拍数}) \times 0.3 + \text{安静時心拍数} \\ & ※ \text{最高心拍数 (回/分)} = (220 - \text{年齢}) \end{aligned}$$

5. 研究プログラム

実施期間は、2009年8月～9月の2ヶ月間である。

研究当日の流れは、身体計測およびバイタルサインの測定、体構成成分の測定、研究飲料の投与、安静(30分)、運動負荷(30分)、身体計測およびバイタルサインの測定、体構成成分の測定の順に行った。

全ての研究は、研究開始前12時間以上の絶食とし、午前中に実施した。2回目以降の研究は1週間以上の間隔をあけて、計2～3回の研究を行った。

6. 評価方法

1) 身体計測値

身体計測値(体重、AC、TSF、SSF、CC)、BMI、体構成成分測定値(骨格筋量、体脂肪量、体脂肪率)の運動負荷前後の変化量を見た。

2) 脂肪由来のエネルギー消費量

呼吸ガス分析で得た $\dot{V}O_2$ と $\dot{V}CO_2$ から、脂肪由来のエネルギー消費量を算出した。算出には西の方法を用い、体重1kgあたりに換算した(式2)⁹⁾。

検討1としては、ヴァーム®投与群、対照飲料投与群に分けて比較検討した。

検討2としては、BMI、体脂肪率、運動習慣、部活の条件付きで比較検討した。BMIは、日本肥満学会の判定基準により、18.5kg/m²未満を痩せ群、18.5～25.0kg/m²を普通群、25.0kg/m²以上を肥満群と分類した。体脂肪率については、使用した体成分分析装置In Bodyでは、体脂肪率23±5%を標準範囲(女性の場合)としていたことより、本研究では体脂肪率18.0%未満を痩せ群、18.0～28.0%を標準群、体脂肪率28.0%超を肥満群と分類した。

$$\begin{aligned} & \text{(式2) 脂肪由来のエネルギー消費量 (kcal/kg/min)} \\ & 9.3 \times 1.67 (\dot{V}O_2 - \dot{V}CO_2) \div \text{体重} \end{aligned}$$

3) 統計解析

各評価項目における身体計測値の変化量と脂肪由来のエネルギー消費量の有意性はt検定を用い、統計的有意水準は5%に設定して検討した。

Ⅲ. 結果

1. 身体計測値

ヴァーム®投与群、対照飲料投与群ともに運動負荷前後で身体計測値の変化に有意な結果を認めなかった(表3)。

表3 身体計測値の変化

項目(単位)	ヴァーム®(n=28)	対照飲料(n=28)
	平均値±SD	平均値±SD
体重(kg)	-0.71±0.12	-0.18±0.14
AC(cm)	-0.08±0.22	0.04±0.35
TSF(mm)	0.03±0.68	0.00±0.90
SSF(mm)	-0.18±0.63	-0.09±1.16
CC(cm)	-1.17±6.13	1.35±7.23
BMI(kg/m ²)	-0.02±0.08	-0.01±0.08
骨格筋量(kg)	-0.30±0.73	-0.13±0.24
体脂肪量(kg)	0.22±0.38	0.19±0.45
体脂肪率(%)	0.46±0.69	0.38±0.85

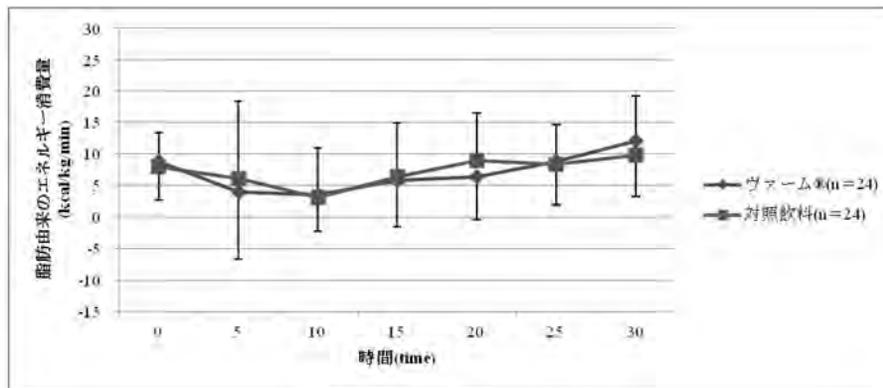


図7 全体

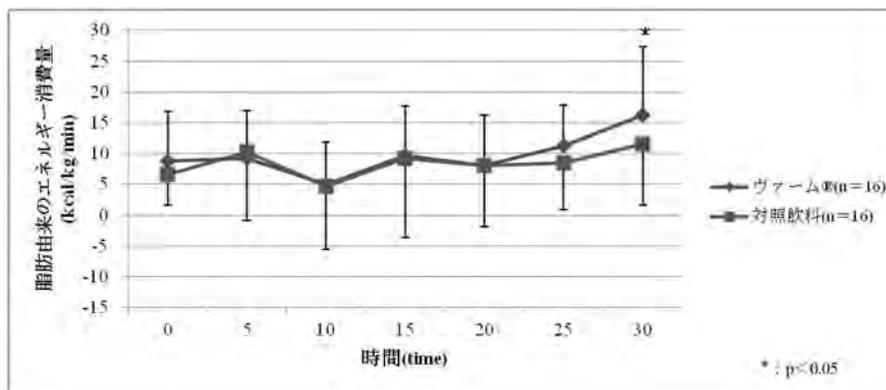


図8 体脂肪率過多群のヴァーム®と対照食品の比較

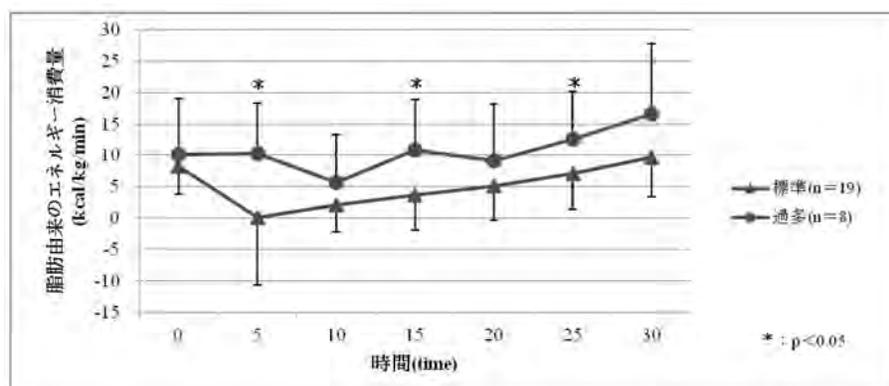


図9 体脂肪率比較 (ヴァーム®投与群)

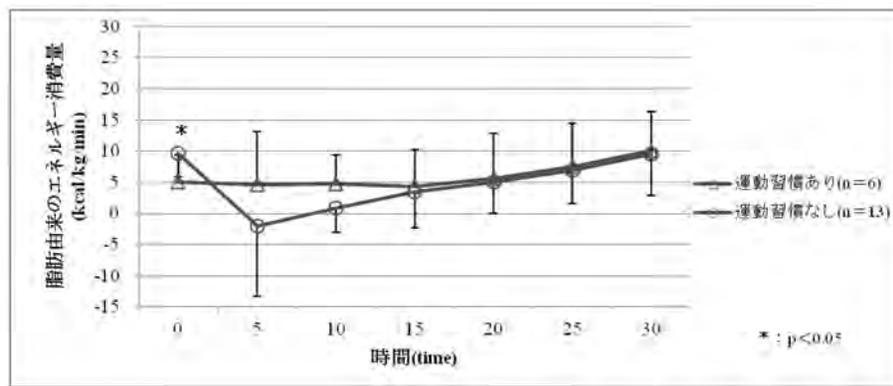


図10 体脂肪率標準で運動習慣比較 (ヴァーム®投与群)

2. 脂肪由来のエネルギー消費量

●検討1

ヴァーム®投与群と対照飲料投与群で脂肪由来のエネルギー消費量を比較したところ、有意な差は認められなかった(図7)。

●検討2

条件付きで検討したところ、『体脂肪率過多群』で運動開始30分後にヴァーム®投与群で脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値を示した(図8)。

ヴァーム®投与群における比較では、『体脂肪率標準群と過多群』の間で、運動開始5分後、15分後、25分後に体脂肪率過多群で脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値を示した(図9)。

また、『体脂肪率標準群で、運動習慣あり群となし群』では、運動開始直後において運動習慣なし群で脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値を示した(図10)。

IV. 考察

本研究ではヴァーム®投与群、対照飲料投与群ともに身体計測値の変化に有意な結果を認めなかった。

中年肥満女性(体脂肪率30%以上)を対象とした研究では、研究介入前後で“内臓脂肪面積 (cm²)”と“内臓脂肪面積 (cm²)と皮下脂肪面積 (cm²)の割合”が有意に低い結果となったとの報告がなされている⁶⁾。これは、3カ月間、週2回(90分/回)の運動プログラム(有酸素性運動)と食事制限を併用した研究であり、さらに、運動プログラム実施日以外は、自己管理により運動をさせていた。

本研究では1回の運動時間、研究期間が短かったため身体計測値の変化までは至らなかったと考えられる。今後、減量を目的とした研究を行うにあたっては、1回の運動時間や研究実施期間に配慮し、そのうえ食事制限を併用することが望ましいと思われる。

脂肪由来のエネルギー消費量の比較ではヴァーム®投与群と対照飲料投与群で比較した(検討1)ところ有意な結果を認めなかった(図7)。

そこで、条件付きで脂肪由来のエネルギー消費量を比較した。体脂肪率標準群では有意な結果を認めなかったが、体脂肪率過多群ではヴァーム®投与時に運動開始30分後で有意に高値を示した(図8)。

鍛錬者(サッカー選手、陸上短距離選手、陸上長距離選手)と非鍛錬者を対象とした研究では、VAAM摂取時に非鍛錬者において運動開始5、15、25分後に脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値を示したとの報告がある¹⁾。この研究では、対象者の身体計測をしていなかったため、対象者の体構成成分は不明であるが、鍛錬者と比べて非鍛錬者は体脂肪量が多いことが予測される。この研究と本研究の結果から、ヴァーム®は体脂肪量の多い者に対して脂肪燃焼促進効果を発揮するのではないかと考えられる。

また、ヴァーム®投与時に、『体脂肪率標準群で、運動習慣あり群となし群』に分けて比較した項目で、運動開始直後において運動習慣なし群で脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値を示した(図10)。

運動時の主なエネルギー源はブドウ糖と遊離脂肪酸であるが、これらの利用率は運動の強度、持続、種類あるいは心肺機能、栄養状態によって異なっているとされる。安静時に筋肉は主として遊離脂肪酸をエネルギー源としているが、運動が行われれば運動初期(5~10分以内)には筋グリコーゲンが消費され、次に血中グルコースが主要エネルギー源となる¹⁰⁾。つまり、運動習慣のない者では安静時と運動開始の切り替えがうまくいかなかったために運動開始直後の脂肪由来のエネルギー消費量が有意に高値を示したのではないかと考える。

V. まとめ

本研究で使用したヴァーム[®]は医薬品ではなく食品であるため短期間での効果はあまり見られなかった。身体計測値の変化まで期待した脂肪の燃焼には食生活の改善や食事制限、日常的な運動を継続的に行うことが必要であると思われる。

今後、さらなる効果の確認を行うにはヴァーム[®]の投与量、投与のタイミング、および運動の形式と強度、1回の運動時間、そのうえ食事制限を併用するなど条件設定に考慮した長期的な研究を行うことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 森下幸治: スズメバチ栄養液組成アミノ酸混合 (VAAM) の機能, *New Food Industry*48, 6 (1), 1-6, 2006
- 2) 阿部岳: 開発に関連する立場からスズメバチ・アミノ酸混合物 (VAAM) の脂肪燃焼促進作用, *臨床スポーツ医学*19, 1169-1174, 2002
- 3) Abe T, Takiguchi Y, Tamura M, Shimura J, Yamazaki K: Effects of vespa amino acid mixture (VAAM) isolated from hornet larval saliva and modified VAAM nutrients on endurance exercise in swimming mice-Improvement in performance and changes of blood lactate and glucose-, *Jpn J Phys Fitness Sports Med*44, 225-238, 1995
- 4) Abe T, Inamori M, Iida K, Tamura M, Takiguchi Y, Yasuda K: The activation of fatty acid metabolism by Vespa amino acid mixture (VAAM) and related nutrients during endurance exercise in mice, *Adv Exerc Sports Physiol*3, 35-44, 1997
- 5) 水野康, 浅野勝己, 阿部岳, 森下幸治: スズメバチ幼虫分泌アミノ酸 (Hornet Larval Salivary Amino Acid Mixture: HLSA) 摂取の運動時代謝応答に及ぼす影響, *疲労と休養の科学*12, 31-41, 1997
- 6) 中垣内真樹, 林容一, 李東俊, 藪下典子, 上原一人, 中西ともこ, 土田博, 田中喜代次: Vespa amino acid mixture (VAAM) の摂取を併用した運動+食事制限プログラムが肥満者の健康・体力に及ぼす影響, *健康支援*3 (1), 11-16, 2001
- 7) 杉山みち子: 栄養アセスメントの実施, *医科学出版社*, 東京, 4-10, 2008
- 8) In Body S20 取扱説明書, 株式会社バイオスペース, 東京, 1-72, 2005
- 9) 西功: 呼気分析用質量分析計, *呼吸*5 (2), 152-162, 1986
- 10) 中野昭一, 竹宮隆: 運動とエネルギーの科学, (株) 杏林書院, 東京, 54, 1998

A Study of the Fat-burning Promotive Effect of Oral Intake of a Nutritional Beverage, Vespa Amino Acid Mixture (V.A.A.M), in Female University Students.

Osaka Shoin Women's University Faculty of Liberal Arts Department of Health and Nutrition
Masanori HOKI • Saki YOKOTANI • Natsue TAKI • Yukari TANAKA • Kana HAMADA

Abstract

【Background and purpose】 Several studies intended for such as athletes, males, obese females, and mice, which indicate some fat-burning effect by oral intake of Vespa amino acid mixture (V.A.A.M) nutritional beverage (VAAM[®], Meiji Dairies Co., Ltd) have been reported. However, the study aimed at young women had ever been made, so we examined the effect of promoting fat-burning by oral intake of VAAM[®] in female university students.

【Methods】 We burdened endurance-related exercise by a bicycle ergometer for 25 volunteer students 30 minutes after drinking VAAM[®] or control beverage. Fat-burning promotive effects were examined by using energy consumption derived from fat, which were calculated by measuring $\dot{V}CO_2$ and $\dot{V}O_2$ (Nishi's formula) using expired gas analyzer (Minato Medical Science Co., Ltd.). Statistical analysis was performed using the t test.

【Results】 There were no significant difference in fat-derived energy consumption between the VAAM[®] intake group and the control beverage intake group. However, at intake VAAM[®], fat-derived energy consumption in obese group which body fat percentage is over 28.0% was significantly higher than that in standard group which its percentage is 18.0 to 28.0% ($p < 0.05$).

Keywords: female university students, V.A.A.M, promote fat-burning effect, expired gas analysis, body fat percentage