

市販アミノ酸飲料摂取後の運動における脂肪消費

Fat expenditure during exercise after taking amino acid drink on the market

青木貴子

Takako AOKI

Abstract

To study body fat expenditure by the intake of amino acid drinks on the market, 10 women exercised for 40 min on a cycle ergometer. The workload was 44 % of heart rate reserve and 50 % of maximal oxygen expenditure. The subjects drank 250 ml of the amino acid drink (containing 1250 mg of amino acid) or the placebo before exercising. Oxygen consumption and respiratory exchange ratio (RER) were measured continuously for 50 min: 40 min during the exercise and for a 10-min rest period postexercise. Total fat expenditure calculated from oxygen consumption and RER was 1.7 ± 1.9 g (mean \pm SD) for the amino acid-drink group, lower than that for the placebo group (3.9 ± 3.4 g). Sucrose contained in the drink may disturb the expenditure of fat. The results suggested that the amino acid drink did not promote fat expenditure during exercise.

Keywords : fat expenditure, amino acid drinks, exercise, oxygen expenditure

(序)

スポーツ飲料が、特に長時間の運動トレーニングをしない一般人にも、多く飲まれるようになった。この背景には、健康志向、ダイエット志向があると考えられる。日本人女性のやせ志向は強く、市場には多くのダイエット食品、ダイエット用品が出回っている。一方、ダイエットのためにも健康のためにも運動が役に立つという認識も高まり、軽い運動を日常生活に取り入れる人が増えてきた。それにあわせて、スポーツ飲料が多く飲まれるようになったのだと思われる。

そのスポーツ飲料の中には、アミノ酸を添加したことを強調しているものもある。この論文では、アミノ酸を添加したスポーツ飲料をアミノ酸飲料ということにする。

アミノ酸は体のタンパク質の構成成分であり、毎日摂取しなければならない。成人女性での所要量(タンパク質所要量)は55 g / 日とされている。運動との関連で言えば、運動によりタンパク質の代謝が上がり、タンパク質需要は増える。運動中に筋肉は微細な損傷を受ける。このとき、筋細胞内のタンパク質は分解され、生じたアミノ酸がさらに分解されて血液中の尿素濃度が上昇する¹⁾。運動するときは、そうでないときよりも多くのタンパク質摂取が必要になる。需要が増すから摂る、という意味だけではなく、アミノ酸を摂取することが筋タンパク質の分解を防ぐことにもつながるようである。運動前に分岐鎖アミノ酸を摂取しておく(77 mg / Kg)と、筋肉でのタンパク質分解が抑制されるという²⁾。さらに、ラットでは運動中のグリコーゲン節約効果もあると報告されている³⁾。これらをあわせると、スポーツ飲料にアミノ酸を添加することは理にかなっているよう

に見える。

短時間、軽い運動をするときもアミノ酸飲料は役に立つのだろうか。スポーツ飲料は運動中の水分補給、糖質補給、塩類補給がしやすいように作られている。長時間の運動、または短時間でも強度が高くて発汗量の多い運動にはこれらの補給が必要^{4), 5)}だからである。アミノ酸の需要も同じような条件の運動のときに増えるものと考えられる。運動不足の人が、健康のためまたはやせるために行う運動は、あまり長時間でなく強度が低いことが多い。この場合は糖質、塩類の喪失量はあまり多くないから、スポーツ飲料によってこれらを補給する意義は薄い。アミノ酸が添加されていたら、運動の健康増進効果、ダイエット効果が高まるのだろうか。

本研究では、特に運動トレーニングを行ってない女性を対象に、アミノ酸飲料と対照飲料を摂取したときの運動中の脂肪消費量を調べた。対象とした人たちが行う運動として、軽度(最大強度の4, 5割)の、あまり長時間でない(40分)運動を設定した。

(方法)

健康な日本人女性10名を被験者として、アミノ酸飲料を飲んだときと、対照飲料を飲んだときとの2回、自転車エルゴメータでの運動を試行した。非トレーニング者が、日常的に行いうる運動として、40分間の、あまりきつくない強度の持久性運動を設定した。本実験での測定はすべて無侵襲性のものである。ヘルシンキ宣言の精神にのっとり、被験者に対して口頭と文書とで十分な実験の説明を行い、本人の同意を得た。測定値は平均 \pm SDで表示し、2群間の検定はWilcoxonの検定法を用いて

5% 以下の危険率の場合に有意な差があるものと判定した。

被験者の年齢は18～32（平均21）歳で、身体組成は表1に示したように、肥満でも痩せでもない体格であった。体重、体脂肪率は、運動試行の前日または当日の昼食前に測定した（TBF-102、タニタ）。月経周期を卵胞期、黄体期に2分し、各被験者の2回の試行をどちらかに統一した。したがって、2回の試行はほぼ1ヶ月以上の間隔がある。2回の試行のどちらにアミノ酸飲料を与えるかはランダムに決めた。被験者は日常的に強い運動を行っていなかった。試行前1週間の行動調査を、加速度計（e-カウンター、スズケン）により行った。1日あたりの平均運動量は158（±41）kcalで、運動量の推奨値（体重（kg）×5 kcal）に達したものは一人もいなかった。2回の試行前に大きな差はなかった。

表1 被験者の身体組成（平均±SD、n=10）

| | | |
|-----------------------|-----|----|
| 身長 cm | 158 | ±5 |
| 体重 kg | 50 | ±4 |
| 除脂肪体重 kg | 38 | ±3 |
| 体脂肪率 % | 25 | ±3 |
| BMI kg/m ² | 20 | ±1 |

試行1週間以上前に運動負荷テストを行った。自転車エルゴメータによる漸増式負荷テストで、呼吸閾値、最大酸素摂取量、最大心拍数を求めた。最大酸素摂取量は35.6 ± 4.2 ml / 分 / kg 体重であった。

糖質、脂質のエネルギー利用率は、試行前の食事組成により変わる。そこで2回の試行前の食事組成に差がないかどうかを確かめるため、5例で試行前4日間の食事調査を行った。食事時刻が測定に近いほど、食事組成の影響は強いから、食事調査の結果に重み付けを行った。係数は、測定に最も近い食事を1、100時間前を0.001として、時間に対する対数曲線から決めた。それぞれの食事のエネルギー量、タンパク質量、脂質量、糖質量に係数をかけて、それぞれの和を指数とした。計算結果は、2回の試行前の食事に特定の傾向を示さなかった。摂取エネルギーにしめるタンパク質(P)、脂質(F)、糖質(C)にも、2回の差はなかった。対照飲料の実験前の食事ではP:F:Cは13:36:51で、アミノ酸飲料の実験前の食事では14:34:52であった。

市販アミノ酸飲料にはアミノバリュー®(大塚製薬)を用いた。アミノ酸の量は1回の摂取で1250 mgとした。対照飲料はアミノ酸を除いてアミノ酸飲料に組成の似たものを調整した(表2)。対照飲料で用いた糖質はショ糖8.2 g、果糖1.53 gで、クエン酸(クエン酸三ナトリウム由来のものも含む)も炭水化物とみなして計算した。

2回の運動試行時にエネルギー代謝量を測定した。被験者は座位で10分、安静を保った。その後10分間、座位安静のまま、

表2 飲料の成分

| | アミノ酸飲料 | 対照飲料 |
|-----------------------|--------|------|
| 250mlあたり | | |
| エネルギー kcal | 49.5 | 41.8 |
| タンパク質 g | 1.2 | 0 |
| 脂質 g | 0 | 0 |
| 炭水化物 g | 10.5 | 10.5 |
| バリン mg | 250 | 0 |
| ロイシン mg | 500 | 0 |
| イソロイシン mg | 250 | 0 |
| アルギニン mg | 250 | 0 |
| クエン酸 mg | 950 | 706 |
| 電解質濃度 (mEq/l) | | |
| Na ⁺ | 21.0 | 21.1 |
| K ⁺ | 5.0 | 5.0 |
| Ca ²⁺ | 3.5 | 3.5 |
| Mg ²⁺ | 0.5 | 0.5 |
| Cl ⁻ | 16.0 | 16.0 |
| citrate ³⁻ | 10.0 | 7.4 |

呼吸分析（オキシコンα、フクダ電子）と心拍数記録（アキュレックスプラス、ボラル）を行った。呼吸分析は、1呼吸ごとの値を30秒平均して用いた。心拍数は5秒平均値を用いた。被験者は試験飲料250 mlをストローで飲んだ。2種のうち、どちらの飲料を飲んでいるのかは被験者には分からないようにした。飲み始めてから運動開始までにかかった時間は7～34分（平均14分）であった。排尿、軽い準備運動後、自転車エルゴメータによる運動を40分間行い、その後10分間、座位安静にした。運動強度は、あらかじめ運動負荷テストでもとめた呼吸閾値を少し下回る強度に設定した。運動中40分とその後の安静10分間、呼吸分析と心拍数記録を行った。呼吸交換比と酸素消費量とから脂肪消費量を計算した。代謝測定後、被験者に主観的運動強度(RPE)を尋ねて記録した。

(結果)

運動中の脂肪消費量は、アミノ酸飲料摂取後のほうが対照飲料摂取後よりも多いとはいえなかった。50分間（運動中40分とその後安静10分）の合計脂肪消費量を表3に示した。対照飲料摂取時の脂肪消費量のほうが多かったものが10人中7人、アミノ酸飲料摂取時のほうが多かったものが10人中3人であった。平均値は対照飲料摂取時3.9g、アミノ酸飲料摂取時1.7gであった(0.05<p<0.10)。運動開始後10分から40分までの30秒毎の呼吸分析値による脂肪消費率(g/分)の例を図1に示した。時間の経過とともに脂肪消費が少しずつ増えるものも、時間による増減があまり見られないものもあった。

市販アミノ酸飲料摂取後の運動における脂肪消費

表3 40分の自転車運動とその後10分の安静とで消費された脂肪量 (g)

| 被験者 | 対照飲料摂取時 | アミノ酸飲料摂取時 |
|-----|---------|-----------|
| A | 0.7 | 0.0 |
| B | 3.4 | 0.0 |
| C | 3.7 | 1.1 |
| D | 6.1 | 0.0 |
| E | 1.9 | 0.0 |
| F | 1.7 | 2.8 |
| G | 0.7 | 1.5 |
| H | 12.8 | 4.9 |
| I | 4.5 | 5.2 |
| J | 3.2 | 1.6 |
| 平均 | 3.9 | 1.7 |
| SD | 3.4 | 1.9 |

運動開始 20～25 分の酸素消費量の平均は、対照飲料摂取時 $903 \pm 187 \text{ ml / 分}$ 、アミノ酸飲料摂取時 $900 \pm 203 \text{ ml / 分}$ で差はなかった。

安静時の酸素消費量は、対照飲料摂取前 $216.9 \pm 37.7 \text{ ml / 分}$ 、アミノ酸飲料摂取前 $216.7 \pm 27.7 \text{ ml / 分}$ で差はなかった。安静時の脂肪消費量は、対照飲料摂取前 $0.040 \pm 0.021 \text{ g / 分}$ 、アミノ酸飲料摂取前 $0.028 \pm 0.018 \text{ g / 分}$ で、有意差はなかった。

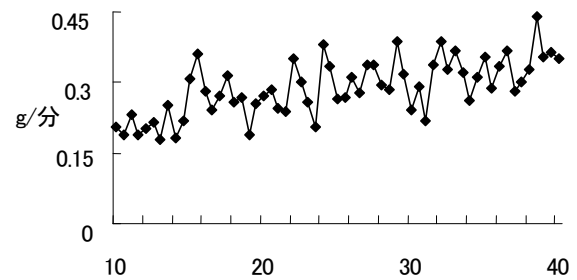
2 回の試行で安静時の心拍数に変化はなかった。対照飲料前が 68 ± 6 、アミノ酸飲料前が 70 ± 10 であった。飲料摂取後の運動中、20 分からの心拍数の 5 分間平均値は、対照飲料摂取時 119 ± 6 、アミノ酸飲料摂取時 121 ± 8 で、有意差はなかった。

心拍予備から計算される運動負荷強度($\% \text{HR}_{\text{rsv}}$)は、対照飲料摂取時 $43.5 \pm 5.5\%$ 、アミノ酸飲料摂取時 $44.2 \pm 5.9\%$ であった。酸素摂取量率で表される運動強度($\% \text{VO}_{2\text{max}}$)は、対照飲料摂取時 $50 \pm 6\%$ 、アミノ酸飲料摂取時 $51 \pm 5\%$ であった。どちらも有意差はなかった。主観的運動強度は 11～14 で、各被験者での 2 回の差は 1 以内であった(アミノ酸飲料時のほうが平均 0.125 高かった。)。

(考察)

商品のイメージに反して、市販アミノ酸飲料では非トレーニング者の 40 分間の軽運動での脂肪消費量は増えなかった。本実験で使用したアミノ酸飲料以外にも数社からアミノ酸飲料が発売されている。7 社の市販アミノ酸飲料に含まれるアミノ酸量を、値段の近いもの(500 ml 140～200 円)で比較してみると、37.5～500 mg / 100 ml であった。アルギニンはすべての製品に含まれているが、他のアミノ酸組成は各社まちまちである。本実験で用いたアミノ酸飲料は、この中で最もアミノ酸濃度の高いものであったが、体脂肪燃焼は促進されなかった。

A



B

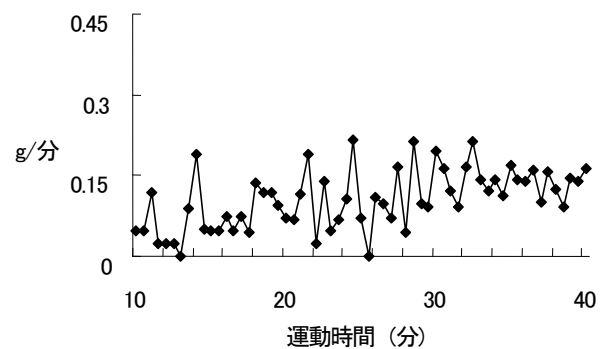


図1 運動開始10分後からの脂肪消費率の時間経過例(被験者H) A: 対照飲料、B: アミノ酸飲料(アミノ酸1250 mg含有)。飲料250 mlを飲んでから、最大酸素摂取量の50%の強度で自転車エルゴメータ運動を行った。30秒ごとの酸素消費量と呼吸交換比から脂肪消費率を計算した。この被験者ではアミノ酸飲料のときのほうが脂肪消費量が明らかに少なかった。

イメージを事実と勘違いしてはいけないと言える。7社の製品のうたい文句を列記すると、

「太りにくいカラダづくりへ」、

「燃焼系」、

「動いて燃やそう」、

「健康・ダイエットをサポート」、

「健康素材」、

「美しさのために」、

「運動で体脂肪燃焼」、

となる。どれも「これを飲めばやせる」ような印象があり、特に3番目と最後のものは、飲んで運動すれば、体脂肪が燃焼するようにも受け取れる。宣伝文を丁寧に読めば、運動することでエネルギー消費が高まることが書いてあったり、アミノ酸が運動中に多く消費されることは書いてあっても、その飲料を飲めば脂肪が燃えていくとは書いてないのだから、誇大広告には

当たらない。消費者側がかなり注意しないといけないことになる。

本実験で得られた運動中の脂肪消費量はずいぶん少ないと考えられる。男性被験者で、最大心拍数の66%の強度の自転車運動を60分続けたときの脂肪消費量が724 kJであったと報告されている⁶⁾。これを換算すると、40分で約13 gの脂肪消費になる。それに対して今回の実験では、女性被験者で、最大心拍数の60%の強度の自転車運動40分とその後10分の安静とで消費された脂肪量が、対照飲料で3.9 g、アミノ酸飲料で1.9 gであった。比較すると1/3以下になる。一方、今回の実験で、飲料を飲む前の安静時の脂肪消費はそれぞれ0.040 g/分、0.028 g/分であったから、安静を50分続けたら、1.4~2 gの脂肪が消費されることになる。つまり運動時消費量は、安静時消費の約2倍にしかない。それに比べて、酸素消費量は安静時の約200 ml/分から運動中は約900 ml/分へと4倍以上に増えている。運動中、酸素を消費している割には脂肪の消費は伸びなかったことになる。

これほど脂肪の消費が少なかったのは飲料に含まれる糖質が脂肪消費を阻害したためではないかと考えられる。7社のアミノ酸飲料のうち4社製品でショ糖、ブドウ糖、液糖のいずれかが用いてあり、その炭水化物量は2.4~6 g/100 mlであった。今回の実験で用いたアミノ酸飲料には4.2 g/100 mlの炭水化物が含まれており、その内訳は砂糖と果糖であった。砂糖と果糖の割合は不明だが、仮に全て砂糖だとすると、250 mlでブドウ糖を約5.5 g(対照飲料では4.32 g)摂取したことになる。Koivisto⁷⁾によると、運動前のブドウ糖摂取は運動中の脂肪の利用を抑制する。2時間に及ぶ55%VO₂maxの自転車運動での血清遊離脂肪酸濃度は、運動前にブドウ糖を75 g摂取した場合は、水を摂取した場合の1/2~2/3にしかならなかったと報告されている。本実験での摂取量5 gは彼らのものよりずっと少ないが、ブドウ糖5 gが吸収されて4 l(体重50 kg × 8%)の血液に拡がったとすると、125 mg/dlになり、そのままでは血糖値が2倍以上になってしまう。これは十分インスリン分泌を刺激することになる。血中インスリンが増えれば脂肪の利用は抑制される。ことに女性は男性よりも、摂取した糖質の利用率が高い⁸⁾ので、被験者が女性である今回の実験では、飲料に含まれていた糖質が運動中のエネルギー源として使われた可能性は高い。

以上から、体脂肪の消費を目指すのならば、表示によく注意して、糖質を含んだ飲料を運動前に飲むべきではない。

(まとめ)

市販されているアミノ酸飲料(スポーツ飲料)を飲んでから40分の自転車エルゴメータ運動を行った。アミノ酸飲料は対照飲料に比べて脂肪の消費を増やすことはなかった。アミノ酸飲料に含まれるブドウ糖が脂肪消費を抑制する可能性がある。商品

の宣伝から受けるイメージに飛びつかずに、運動前に飲む飲料の組成には十分注意を払う必要がある。

(文献)

- 1) Poortmans, J. R.: Protein metabolism. In: Poortmans, J. R. eds. Principles of Exercise Biochemistry (Medicine and Sport Science vol. 27), Karger, Basel, 164-193 (1988)
- 2) MacLean, D. A. et al.: Am. J. Physiol., **267**: E1010-E1022 (1994)
- 3) Shimomura, Y. et al.: J. Nutr. Sci. Vitaminol., **46**: 71-77 (2000)
- 4) 鷹股亮、森本武利:臨床スポーツ医学 **13**:68-73 (1996)
- 5) 田畑泉: 臨床スポーツ医学 **13**:46-52 (1996)
- 6) Timmons, B.A., Araujo, J., and Thomas, T.R.: Med. Sci. Sports Exerc. **17**: 673-678 (1985)
- 7) Koivisto, V. A., Harkonen, M., Karonen, S. L., Groop, P. H., Elovainio, R., Ferrannini, E., Sacca, L., and Defronzo, R. A.: J. Appl. Physiol. **58**: 731-737 (1985)
- 8) Riddell, M.C., Partington, S.L., Stupka, N., Armstrong, D., Rennie, C., and Tarnopolsky, M. A.: Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. **13**: 407-421 (2003)

(提出期日 平成19年11月26日)