

スポーツ飲料の摂取が中強度の運動中の脂肪燃焼率に与える影響について

樋口博之 田中睦英 押川武志 岩本壮太郎 福本安甫

Effect of sports drinks on respiratory quotient during moderate exercise

Hiroyuki Higuchi, Mutsuhide Tanaka, Takeshi Oshikawa, Soutarou Iwamoto, Yasuho Fukumoto

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of sports drinks on respiratory quotient (RQ) during moderate exercise. Six young male subjects (aged 20 yr) participated in this study, after the informed consent was obtained from all subjects. Subjects performed a maximal test and four exercises at 50% of maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_2\text{max}$) using a bicycle ergometer. During exercise tests, $\dot{V}O_2$, carbon dioxide excretion and RQ were measured by the respiratory gas analyzer. Subjects randomly drank water or three sports drinks (Pocarisweat, VAAM, Gatorade) (200 ml) before 10 min at the beginning of each exercise, then exercised at 50% $\dot{V}O_2\text{max}$ for 20 min. At rest $\dot{V}O_2$ and RQ were 3.6 ± 0.4 ml/kg/min and 0.90 ± 0.09 , respectively. $\dot{V}O_2$ increased 16.2 ± 3.8 ml/kg/min at 20 min exercise ($P < 0.001$). RQ during exercise was not statistically different from at rest. The differences in $\dot{V}O_2$ and RQ among four drinks were not found. These results suggest that $\dot{V}O_2$ and RQ during exercise are not influenced by intake of sports drinks. Therefore, fat burning during exercise is not extended by the intake of sports drinks.

Key words : fat burning, aerobic exercise, oxygen uptake

キーワード : 脂肪燃焼, 有酸素運動, 酸素摂取量

2008.11.26受理

緒言

一般に、健康づくりを目的とした運動では、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{max}$) の50%強度で、1回あたり20分以上の運動が推奨されている。50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 強度の運動において、エネルギーとして利用される糖質と脂質の割合は、およそ50 : 50であることは知られており、呼気ガス代謝の分析によって評価することができる。

近年、アミノ酸含有のスポーツ・ドリンク摂取により運動中の脂肪燃焼が高まるという誤った情報が存在している。スポーツ・ドリンクの摂取により、運動パフォーマンスの向上が認められたことがこれまでに報告されている¹⁻⁹⁾。先行研究では、長時間運動で枯渇する筋グリ

コーゲンを補うため、糖質を摂取させた研究デザインが用いられている。マラソンやトライアスロンなどの長時間運動では、運動前、また運動中のエネルギー源の補給は必要であるが、20分間程度の運動であれば必要ないと思われる。

市販されているスポーツ・ドリンクには電解質が含まれており、多量の発汗をとまなう長時間運動では電解質を補う必要がある。しかし、アミノ酸が50% $\dot{V}O_2\text{max}$ 強度で20分間程度の運動において脂肪燃焼を高めることができるか不明である。

本研究では、スポーツ・ドリンクの摂取が有酸素レベルの運動中の呼吸商に及ぼす影響について検証することを目的とした。

方法

対象者

対象は若年男性6名（年齢20才）であり、研究の主旨および内容について十分な説明を行った上で、有酸素能力を評価するためのランブ負荷テストおよび4回の固定負荷テストに参加した。対象者の年齢、身長および体重は、 19.8 ± 0.4 （平均値±標準偏差）歳、 169.9 ± 5.9 cm、 73.4 ± 21.4 kgであった。

呼気ガス代謝の測定

$\dot{V}O_2$ maxを測定するため、自転車エルゴメーター（BE-200, Fukuda Denshi Co.）を用いてランブ負荷形式で運動負荷テストを実施した。ペダリング回数は60回/分に設定し、疲労によりペダリング回数が55回/分以下の状態が連続10秒継続した場合、また本人が継続不可能であると意思表示した場合に運動を終了した。

呼気ガス代謝分析の測定は、AE-280S（ミナト医科学社製）を用いて、プレス・バイ・プレス法にて実施した（図1）。すべての測定は、標準ガス（ O_2 濃度、 CO_2 濃度：15.0%、4.926%）を用いてキャリブレーションを行った後に実施した。



図1 運動負荷テストにおける呼気ガス代謝分析

呼吸商（RQ）は $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$ で表され、値が高くなれば糖質の利用割合が増大したと評価することができる。一般に、50% $\dot{V}O_2$ max強度以下の固定負荷運動では、運動開始後4分で呼吸パラメーター（換気量、呼吸数、 $\dot{V}CO_2$ 、 $\dot{V}O_2$ ）は定常状態に達することが知られている。

固定負荷テストの手順

対象者は、空腹状態（食後4時間以上）で、水、3種類のスポーツ・ドリンクのうち、いずれかの水分

（200ml）を摂取し、10分間後より50% $\dot{V}O_2$ max強度の自転車運動を20分間行った。

スポーツ・ドリンクの成分を表1に示す。スポーツ・ドリンクの摂取については、トレーニング効果による影響をさけるため、ランダムに設定した。尚、固定負荷テストの間隔は、3日以上に設定した。

表1 スポーツ・ドリンクの成分

| | 水(六甲のおいしい水) | ヴァームウォーカー | ポカリスエット | ゲータレード |
|-----------|---|---|---|---|
| 発売元 | ハウス食品 | 明治乳業 | 大塚製薬 | サントリーフーズ |
| エネルギーkcal | 0 | 0 | 27 | 26 |
| タンパク質g | 0 | 0.3 | 0 | 0 |
| 脂質g | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 炭水化物g | 0 | 0.76 | 6.7 | 6.4 |
| その他の栄養素 | ナトリウム 1.6mg、 カリウム 0.03mg、 カルシウム 42.51mg、 マグネシウム 0.52mg | ナトリウム 24mg、 カリウム 12mg、 カルシウム 4.6mg、 マグネシウム 1.2mg、 アミノ酸 1500mg | ナトリウム 49mg、 カルシウム 2mg、 カリウム 20mg、 マグネシウム 0.6mg | ナトリウム 48mg、 カリウム 24mg、 ナイアシン 0.8mg、 ビタミンB6 0.08mg、 ビタミンB12 0.24ug |

<各100 mL当たり>

データ分析

呼気ガス代謝測定より得られたデータは、10秒間の平均値を用い、paired t-testで比較を行った。すべてのデータ分析は、StatView 5.0 for Windowsを用いて行った。

結果

固定負荷テスト時の $\dot{V}O_2$ とRQの経時的变化の一例を図2に示す。 $\dot{V}O_2$ は運動開始から約3分まで増加し、その後定常状態となった。回復期の反応として、運動終了直後より減少し、運動終了5分で安静時とほぼ同じ値となった。

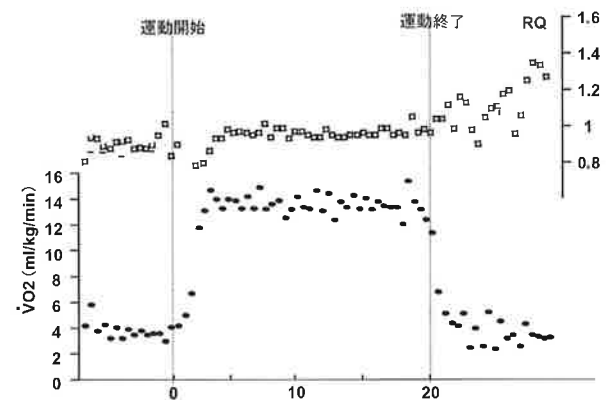


図2 呼気ガス・データの経時的变化

RQは運動開始直後に減少し、約1分後に上昇し、その後定常状態となった。運動終了直後、上昇を示した。

酸素消費量と呼吸商

水および3種類のスポーツ・ドリンク摂取条件下において、安静時の $\dot{V}O_2$ と比較し、運動開始10分後、20分後で有意差が認められた。しかしながら、摂取した水分による差は認められなかった（表2）。

安静時、運動中および回復時におけるRQに有意な差は認められなかった。

表2 50% $\dot{V}O_2$ max強度の運動負荷テストにおける $\dot{V}O_2$ とRQ

| $\dot{V}O_2$ (ml/kg/min) | 水 | ヴァームウォーター | ポカリスエット | ゲータレード |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 安静時 | 3.6±0.4 | 3.5±0.3 | 3.7±0.2 | 3.6±0.3 |
| 運動10分 | 16.3±3.5*** | 16.6±3.7*** | 16.1±3.1*** | 15.8±3.3*** |
| 運動20分 | 16.2±3.8*** | 16.5±3.7*** | 15.6±3.7*** | 16.0±2.8*** |
| 回復10分 | 3.6±0.5 | 3.8±0.4 | 3.8±0.4 | 3.8±0.6 |

安静時との比較 *** P<0.001

| RQ | 水 | ヴァームウォーター | ポカリスエット | ゲータレード |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 安静時 | 0.90±0.09 | 0.91±0.13 | 0.94±0.07 | 1.01±0.15 |
| 運動10分 | 0.92±0.07 | 0.95±0.04 | 0.99±0.04 | 0.96±0.04 |
| 運動20分 | 0.94±0.03 | 0.94±0.03 | 0.95±0.03 | 0.94±0.04 |
| 回復10分 | 0.92±0.07 | 1.03±0.22 | 1.01±0.14 | 1.03±0.19 |

考 察

本研究結果から、スポーツ・ドリンクの摂取が20分間の有酸素運動中の呼吸商に影響を及ぼさないことが検証された。

漸増負荷形式の運動において、RQは約50% $\dot{V}O_2$ max強度から上昇する。つまり、高強度の運動では $\dot{V}O_2$ に対して $\dot{V}CO_2$ の増加割合が大きい。本研究では、強度を50% $\dot{V}O_2$ maxに設定したため、運動中の $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ 、RQは定常状態であった。

スポーツ・ドリンクの摂取が脂質の利用割合を高めるのであれば、水に比べRQは低値となるはずであるが、3種類のスポーツ・ドリンクに水摂取との有意な差は認められなかった。

また、同一強度の運動で、 $\dot{V}O_2$ に有意差が認められれば、スポーツ・ドリンクの摂取が運動中のエネルギー代謝に影響を及ぼしていると考えられるが、RQと同様の結果であった。

Williamsらは、水、グルコース、フルクトース摂取による影響を比較するため、70% $\dot{V}O_2$ max強度で、30kmのトレッドミル・ランニング（約2時間）を行なわせ、血中グルコース濃度に差は認められたが、RQに差は認められなかったことを報告している²⁾。本研究よりも、強度と時間が高い運動を行っても、RQに水と炭水化物との差がみられないことになる。

本研究で使用したスポーツ・ドリンクのうちアミノ酸

を含有しているものは、ヴァームウォーターのみである。アミノ酸のうち、分岐鎖アミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン）の摂取により期待される効果に、グリコーゲンの節約、乳酸産生の抑制があげられる¹⁾。ただし、分岐鎖アミノ酸の摂取量、摂取期間、運動の強度と時間によって、効果がみられない場合もある。また、血液中の分岐鎖アミノ酸の濃度が上昇しても、運動中に使用される骨格筋での代謝、その代謝を介した肺でのガス交換に表れる程の影響は、50% $\dot{V}O_2$ max強度、20分間の運動においてみられないと推測される。

van Nieuwenhovenら¹⁰⁾は、スポーツ・ドリンクの摂取によって18kmのランニング・パフォーマンスに差がみられないことを報告している。長時間運動では、スポーツ・ドリンクの摂取がパフォーマンスを向上させるという先行研究が多いが、競技スポーツとして興味深い知見である。

本研究の目的は、スポーツ・ドリンクの摂取が有酸素レベルの運動中の呼吸商に及ぼす影響を検証し、脂肪燃焼の促進について明らかにすることであった。したがって、運動に対するアミノ酸摂取の影響やスポーツ・パフォーマンスに与える影響を検討するためにプロトコールを設定していないが、日常生活における運動習慣や食事の影響を含め、今後検証する必要があると思われた。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省オープン・リサーチ・センター（QOL研究機構・保健科学研究所）のプロジェクト研究の補助を受けて行われた。

参考文献

- 1 濱田広一郎：アミノ酸飲料が運動パフォーマンスに及ぼす可能性. 臨床スポーツ医学, 1999; 7: 9-16.
- 2 Williams, C., Nute MG., Broadbank L., et al.: Influence of fluid intake on endurance running performance. A comparison between water, glucose and fructose solutions. Eur J Appl Physiol. 1990; 60:112-119.
- 3 Millard-Stafford, M.: Fluid replacement during exercise in the heat. Sports Med. 1992;13(4): 223-233.

- 4 Below, PR., Mora-Rodriguez, R., Gonzalez-Alonso, J., et al.: Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 ; 27(2):200-210.
- 5 Sherman, WM., Brodowicz, G., Wright, DA., et al.: Effects of 4 h preexercise carbohydrate feedings on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1989 ; 21(5):598-604.
- 6 Fritzsche, RG., Switzer, TW., Hodgkinson, BJ., et al.: Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *J Appl Physiol.* 2000; 88:730-737.
- 7 Wallis, GA., Dawson, R., Achten, J., et al.: Metabolic response to carbohydrate ingestion during exercise in males and females. *Am J Physiol.* 2006; 290:E708-E715.
- 8 Andrews, JL., Sedlock, DA., Flynn, MG., et al.: Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *J Appl Physiol.* 2003; 95: 584-590.
- 9 Fallowfield JL, Williams C, Booth J, et al: Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running. *J Sports Sci.* 1996;14(6):497-502.
- 10 van Nieuwenhoven MA, Brouns F, Kovacs EM: The effect of two sports drinks and water on GI complaints and performance during an 18-km run. *Int J Sports Med.* 2005;26(4):281-285.