北海道教育大学学術リポジトリ
Hokkaido University of Education Repository
国立大学法人 北海道教育大学 HOKKAIDO UNIVERSITY OF EDUCATION

糖質サプリメント摂取が長時間の間欠的な高強度自転車運動の走行パフォーマンスに与える影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2010-09-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 東郷, 将成, 佐々木, 将太, 山田, 祐輝, 山口, 太一, 眞船, 直樹, 寺井, 格, 小林, 邦彦, 神林, 勲 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00005903

糖質サプリメント摂取が長時間の間欠的な高強度自転車運動の走行パフォーマンスに与える影響

東郷　将成・佐々木将太*・山田　祐輝**・山口　太一***・眞船　直樹**
寺井　　格**・小林　邦彦**・神林　　勲****

北海道教育大学大学院教育学研究科
*京都府立大学大学院生命環境科学研究科
**酪農学園大学大学院酪農学研究科
***酪農学園大学 食・健康スポーツ科学研究室
****北海道教育大学岩見沢校 運動生理生化学研究室

Effects of a Carbohydrate Supplement on Extended Intermittent High-intensity Cycling Performance

TOGO Masanari, SASAKI Shota*, YAMADA Yuki**, YAMAGUCHI Taichi***,
MAFUNE Naoki**, TERAI Itaru**, KOBAYASHI Kunihiko**
and KAMBAYASHI Isao****

Graduate School of Education, Hokkaido University of Education. Iwamizawa 068-8642
*Graduate School of Life and Environmental Sciences, Kyoto Prefectual University. Kyouto 606-8522
**Department of Dairy Science, Rakuno Gakuen University. Ebetsu 069-8501
***Laboratory of Food Ecology and Sports Science, Rakuno Gakuen University. Ebetsu 069-8501
****Laboratory of Exercise physiology and biochemistry, Iwamizawa Campus, Hokkaido University of Education. Iwamizawa 068-8642

Abstract

Practical research was conducted to examine the effects of a carbohydrate supplement (maltodextrin) on intermittent high-intensity cycling performance over a period of 12 hours. The four healthy male volunteers investigated were participants in the MamaChari 12-hours Endurance Race at the end of July 2007 and 2008. The subjects in took a carbohydrate beverage ad libitum in the 2007 competition, but were asked to take a carbohydrate supplement (SAVAS GlycogenLiquid, Meiji-seika Co.) 60 minutes before the start of the race in the 2008 event. The mean cycling time (sec) of three of the four subjects was significantly shortened in the 2008 competition as compared to that of the 2007 competition. Blood sugar concentrations before (in two subjects) and after (in three subjects) the races were also significantly higher in the 2008 event. A negative correlation ($r = -0.549$, $p < 0.05$) was found between pre-race blood sugar concentration and race times (sec) when the data from the 2007 and 2008 competitions

were pooled together. Accordingly, the intake of a carbohydrate supplement 60 minutes before the start of a race is recommended to improve intermittent high-intensity cycling performance over a period of 12 hours.

Key words; bicycle exercise, carbohydrate supplement, intake timing

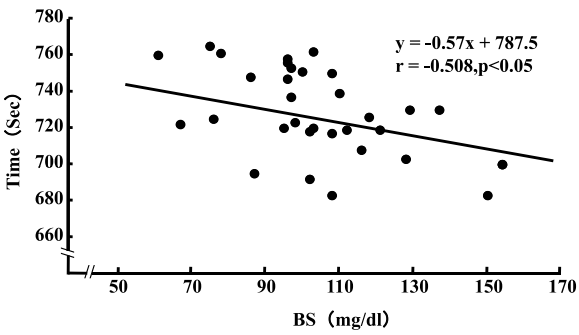
Ⅰ．緒　　言

持久的運動中の主なエネルギー源は糖質であり，糖質はグリコーゲンとして肝臓や骨格筋に蓄えられている。グリコーゲンが枯渇するとエネルギー代謝を円滑に行うことが難しくなり，結果的にエネルギー不足による運動パフォーマンスの低下が起こる[1)]。この低下を防ぐためには，運動前，運動中および運動後において糖質摂取を行うことが重要である[2,3,4,5)]。近年の研究において，100km マラソンやトライアスロンのような長時間の持久的運動における糖質摂取の栄養生理学的知見は多く報告されている[6,7)]。

各種球技種目や陸上競技，競泳などの一般的なスポーツ種目においても，予選や連続の試合が多く，結果的に長時間・間欠的な高強度持久的運動にあたり，糖質の量や種類，摂取時間のタイミングを考慮する必要[8,9)]や急速な回復[10)]が重要であると考えられる。例えば，運動前の糖質摂取タイミングが運動開始直前であれば血糖値が急激に上昇し，インスリンが過剰に分泌され，その作用により細胞の糖の取り込み量が多くなり，ショック状態（インスリンショック）を起こすため，運動パフォーマンスが著しく低下する。一方，糖質摂取タイミングが遅すぎても，運動時にエネルギー源として十分に利用することができず，パフォーマンスの向上は望めない[11,12)]。以上のことから，長時間・間欠的な運動におけるパフォーマンスの維持あるいは低下の防止には，糖質の補給量およびタイミングが栄養生理学的に最重要課題であると考えられる[1)]。

北海道十勝地方で行われている全日本ママチャリ12時間耐久レースは，長時間の間欠的な高強度運動の１例として挙げられる。このレースは，市販されているホームサイクルやシティーサイクル（通称ママチャリと呼ばれるもの）を用いて，１チーム複数名の選手が交互に，12時間で設定された周回コースを何周することが出来るかを競うものである。我々は，2007年のレースにおいて，走行タイムと各種生理学的指標（血糖値，血中乳酸値および心拍数）と主観的運動強度などとの関連を検討した。その結果，被検者の走行前の血糖値が高いと走行タイムが速い（運動パフォーマンスが高い）という結果を得た（Fig．１）。

2007年のレースでは，被検者は12時間の中で自由に飲料による糖質摂取を行っていたが，我々は意図的に走行前の血糖値を高めることができれば走行タイムを改善することができるのではないかと考えた。そこで本研究では，2008年のレースにおいて，走行前に血糖値が高くなるよう飲料による糖質サプリメント摂取の量とタイミングを規定し，それによって2007年レースと比較して，走行タイムを改善できるかどうかを実践的に検討した。



Fig．1　Relationship between blood sugar concentration befor race and race time in the 2007 competition.

Ⅱ．方　　法

A．被検者

被検者は，健康な成人男性４名であった。この４名は，全日本ママチャリ12時間耐久レースに出場したＲ大学チーム６名の内の４名であり，2007年に初出場し，2008年もレースに参加した者であった。この４名の身体特性の平均値は，2008年において，年齢27.5±1.7歳，身長170.3±6.8cm，体重64.5±4.5kg，体脂肪率13.5±3.4%，大腿周囲径（利き足とは反対の大腿の中点）50.1±1.7cm であった。身体特性は年齢以外，2007年と2008年で差はみられなかった。本研究に先立ち，被検者に口頭および書面にて，研究の目的，方法，健康被害，危険性，プライバシー遵守およびデータの管理や公表について説明し，インフォームドコンセントを得た。

B．測定概要

測定は，北海道の十勝インターナショナルスピードウェイにて2007年７月28-29日および2008年７月26-27日の全日本ママチャリ12時間耐久レースで実施した。両年において，走行に用いた自転車は同一であった。2007年レースは飲料による糖質摂取は自由であったが，2008年レースでは飲料による糖質摂取の量・時間を指示した。レース時間は，両年ともに17時から翌日の朝５時までの12時間であった。レース中の気象条件は，2007年は天気：曇りのち雨のち曇り，平均気温：15.5℃，平均湿度：70%，平均風速：４ m/s，平均雨量：0.5mm/h，風向：北東であった。2008年は天気：曇りのち雨のち晴れ，平均気温：17.3℃，平均湿度：56%，平均風速：3.5m/s，雨量：0.0mm/h で風速と雨量に若干の違いはあるもののコースを走行するのに影響はなく，17時（18℃前後）から５時（14℃前後）までの気温低下の経時的変化にも違いはなかった。

C．測定プロトコル

ウォームアップ，ママチャリでのコース走行，休憩の順で繰り返し，ウォームアップ開始からコース走行終了後までを１セットとした。ウォームアップは，糖質の利用を高め，コース走行時に全力走行が出来るよう，コンディションを整えることを目的とした。ウォームアップ時間は，走行前の10分間をローラー台（MINOURA 社製）に設置したウォームアップ用の自転車で行った。ウォームアップ時の強度は，最大心拍数の70%を目標とした。走行は設定されたコースを２周（計6.8km）全力走行するものであり，レース間の休息時間は，約60分程度であった。

2007年レースは，真水やスポーツ飲料などの飲水内容を自由とし，2008年レースは，設定した糖質飲料以外の糖質を含む飲料は，原則禁止とした。レース中の食事に関しては，両年とも自由摂取とし，飲食内容は，食事記録用紙を用いて記録した。ウォームアップ前とコース走行直後において，血糖値（Blood Sugar: BS），血中乳酸値（Lactic Acid: LA），心拍数（Heart Rate: HR）および主観的運動強度（Rating Perceived Exertion: RPE）を測定した。2008年レースでの糖質サプリメントは，予備実験の結果から，血糖値のピークが摂取後30～60分であることや糖質摂取後の血糖上昇の個人差，血糖が骨格筋へ移動すること[13]を考慮し，被検者にはコース走行の約60分前に糖質摂取を行わせた。

D．生理学的指標

採血は指先より行い，小型血糖測定器（三和化学研究所社製グルコテスト NEO）と簡易血中乳酸測定器 （アークレイ社製 Lactate Pro）を用いて BS と LA を測定した。HR については，心拍モニター（POLAR 社製 ACCUREX Plus）により測定し，RPE はボルグスケール[14,15]で評価した。

E．糖質サプリメント

2008年レースの糖質サプリメントは，SAVAS グリコーゲンリキッド®（カロリー：150kcal，糖質：37.5g，蛋白質：０ g，脂質：０ g，ナトリ

ウム：65mg，ビタミンＣ：50mg，ビタミンB_1：1.0mg，ビタミンB_6：1.0mg，ナイアシン：17mg，明治製菓社製）を用い，用法に従い55g（１本）の本製品を各被検者専用のボトルにて180mlの水で希釈し摂取させた。本製品の主成分である糖質には，低浸透圧であるマルトデキストリンが使用されている。このマルトデキストリンは，グルコースやショ糖のように酸化率が高く[16]，急激な血糖上昇によるインスリンショックを起こしにくくする作用がある[17]。

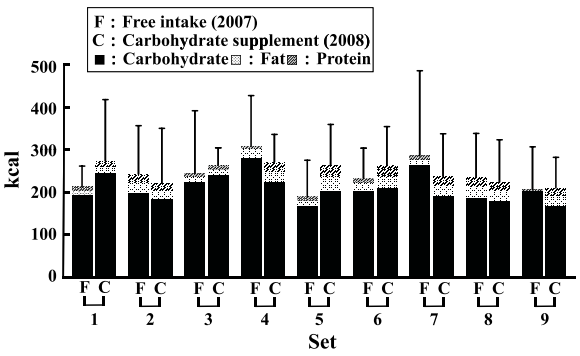
Ｆ．統計解析

レース中の測定値の経時的変化の比較には，重複（反復）測定の分散分析を用い，交互作用が認められたものに関しては，Tukey-Kramer 法を用いた多重比較検定を行った。また，両年における各被検者ごとの生理学的指標の比較には，対応のある Student's t-test を行った。変数間の関連性の検討には，ピアソンの積率相関分析を用いた。すべての変数は，平均値±標準偏差で示し，有意水準は５％未満で判定した。

Ⅲ．結　果

Ａ．飲食内容

レース中の摂取した食品については，両年で摂取できる食品を統一した。また，飲食記録から栄養計算をしたところ，2007年は平均摂取カロリー：235.9Kcal，平均摂取蛋白質量：2.4g，平均摂取脂質量：1.6g，平均摂取糖質量：51.1g であり，2008年は平均摂取カロリー：219.1Kcal，平均摂取蛋白質量：4.5g，平均摂取脂質量：2.3g，平均摂取糖質量：49.3g であった。また，両年の各セットにおける摂取量を比較したところ，摂取カロリー，蛋白質，脂質，糖質において統計的に有意な差はみられなかった（Fig．２）。



Fig．2　Comparison of consumption energy in the 2007 and 2008 competittion.

Ｂ．走行タイム

12時間のレースで，被検者１人あたり2007年は９セットまで，2008年は11セットまで走行することができた。本研究では，両年の比較を行うため，共通する９セットまでの測定結果を分析に供した。また，2007年のレースで総周回数が116周，2008年のレースでは総周回数が122周で，2008年レースの方が良い成績であった（2007年：シングルギアクラス　４位，2008年：シングルギアクラス１位）。

Fig．3A には各セットにおける４名の走行タイムの平均値の変化を示した。2007年レースでは２セット目から６セット目まで走行タイムが遅延し，その後は９セット目までわずかにタイムが改善された。一方，2008年レースでは，１セット目から４セット目まで走行タイムが短縮し，その後も９セット目でほぼ同様なタイムで推移した。４～８セットにおいて，2008年レースの走行タイムが2007年レースよりも有意（$p < 0.05$）に速かった。2007年レースでは平均値で２セット目のタイムが最も速く，2008年レースでは，４セット目のタイムが最も速かった。また，両年における各被検者の最速タイムを比較したところ，2007年レース（688.8±10.6秒）と2008年レース（682.8±26.0秒）で差はなかった。一方，被検者ごとに１～９セットの平均走行タイムをみると（Fig．3B），４名とも2008年レースでタイムの短縮が認められ，その短縮は３人の被検者で有意であった。

Ｃ．血糖値

Fig．4A には各セットにおける４名の BS の平均値の変化を示した。BS は，両年の走行前に対

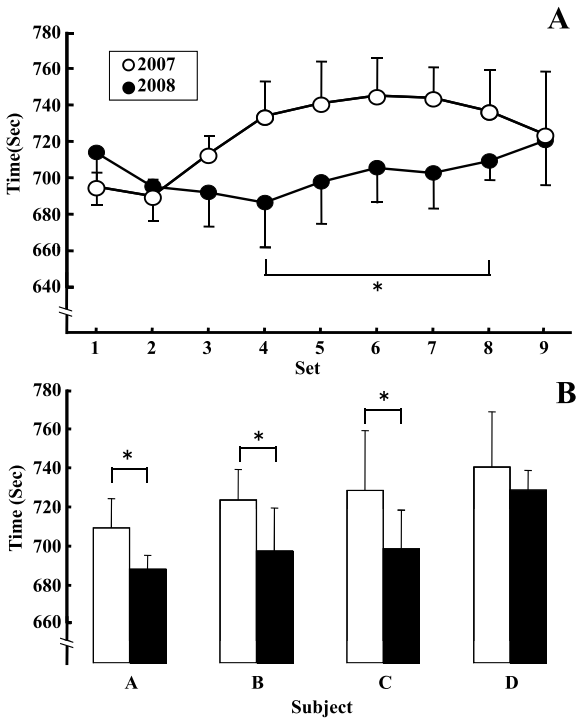
して，走行後で低下する傾向を示したが，各セット前後での低下量は2007年レースと2008年レースで差はみられなかった。被検者ごとに１～９セットの平均BSをみると，走行前と走行後のどちらにおいても，BSは2008年レースで高く，走行前では４名中２名で，走行後では４名中３名で有意差が認められた（Fig．4B)。両年の各セットにおける走行前BSと走行タイムの平均値を用いて相関分析を行ったところ，両者には有意な負の相関関係（r＝-0.549，p＜0.05）が認められ，走行前のBSが高い方が走行タイムが速いという関係がみられた（Fig．５)。

D．血中乳酸値，心拍数および主観的運動強度

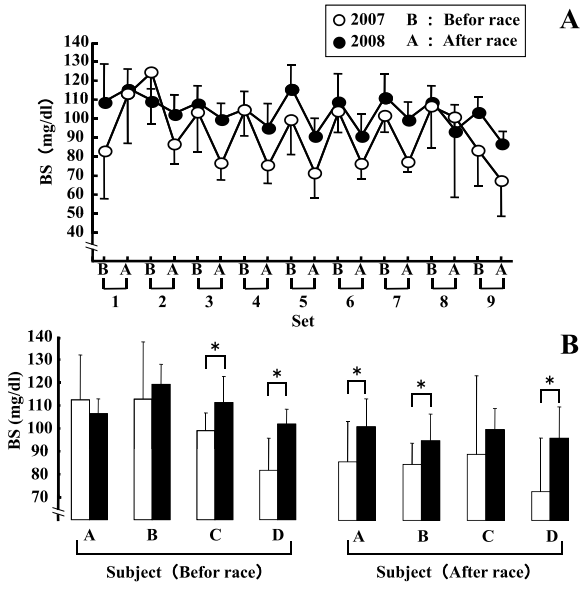
各セットにおける４名のLA，HRおよびRPEの平均値の変化を，ぞれぞれ，Fig．6A-Cに示した。LAは，両年においてセットを重ねるにしたがい，走行後の値が低下を示したが，レースには差は認められなかった。HRは，両年においてセットを重ねても走行前（80～100bpm）と後（160～180bpm）の値に大きな変化はみられず，レース間にも有意な差はなかった。RPEは，両年においてセットを重ねるにしたがい，走行前後ともに値が緩やかに上昇したが，４名の走行後平均RPEは，2007年レースよりも2008年レースの方が低くなる傾向（p＝0.08）がみられた。また，被検者ごとに１～９セットの平均RPEをみると，2008年レースの走行前と後のRPEは，いずれも４名中３名で有意であった。

Ⅳ．考　察

本研究は，2007年レースと2008年レースの結果を比較したものである。両年に参加した被検者４名の身体特性は年齢以外に差はなかった。また，走行に使用した自転車も両年において同一であり，気象条件，レース中の摂取カロリー，蛋白質，脂質および糖質摂取量に差は認められなかった。さらに，各被検者の両年における最速タイムにも差がなかった。このことから，2007年レースと2008



Fig．3　Comparison of race time in the 2007 and 2008 competition （A)，and in each subject （B)．
＊(p＜0.05) denotes significant difference in the 2007 and 2008 competition．



Fig．4　Comparison of blood sugar concentration before and after race in the 2007 and 2008 competition (A)，and in each subject (B)．
＊(p＜0.05) denotes significant difference in the 2007 and 2008 competition．

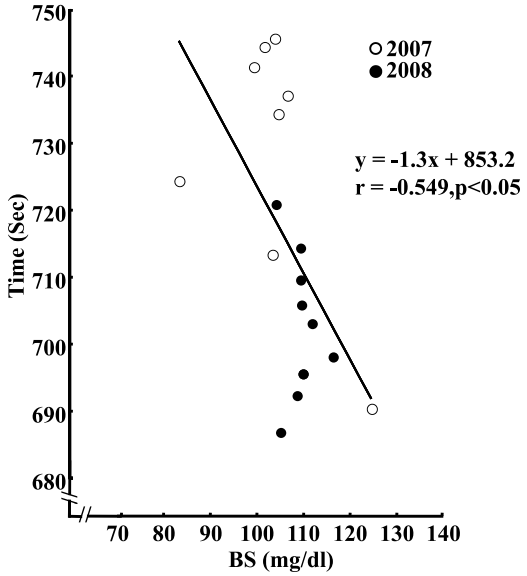


Fig. 5　Relationship between blood sugar concentration before race and race time when data of the 2007 and 2008 competition were pooled together. Each point denotes mean value of 4 subject in each set.

年レースでは環境条件や体力には大きな違いはなく，2008年レース全般にわたる走行タイムの短縮は，飲料による糖質サプリメントの摂取タイミングが影響しているのではないかと考えられる。

2008年レースの走行タイムは，４～８セット目において，2007年レースよりも有意に短縮され（Fig. 3A），それが前述したようにチームとしての最終的な周回数の増加につながった。被検者４名のそれぞれの１～９セットの平均走行タイムをみても，４名中３名は有意に走行タイムが改善された（Fig. 3B)。本研究では，飲料による糖質サプリメントの摂取介入を行い，走行前のBSを高く維持することを目的にした。被検者ごとに１～９セットの走行前平均BSをみると（Fig. 4B)，いずれの被検者においても2008年レースでは2007年レースよりも高い傾向にあり，４名中２名においては平均値で統計的に有意に高く維持されていた。このことから，本研究で設定した「コース走行前にBSを高める」という目的は十分に達成できたとは言いがたい。原因としては，2007年レースでも糖質を含んだ飲料を摂取していたことや食事については両年とも自由に摂取させていた

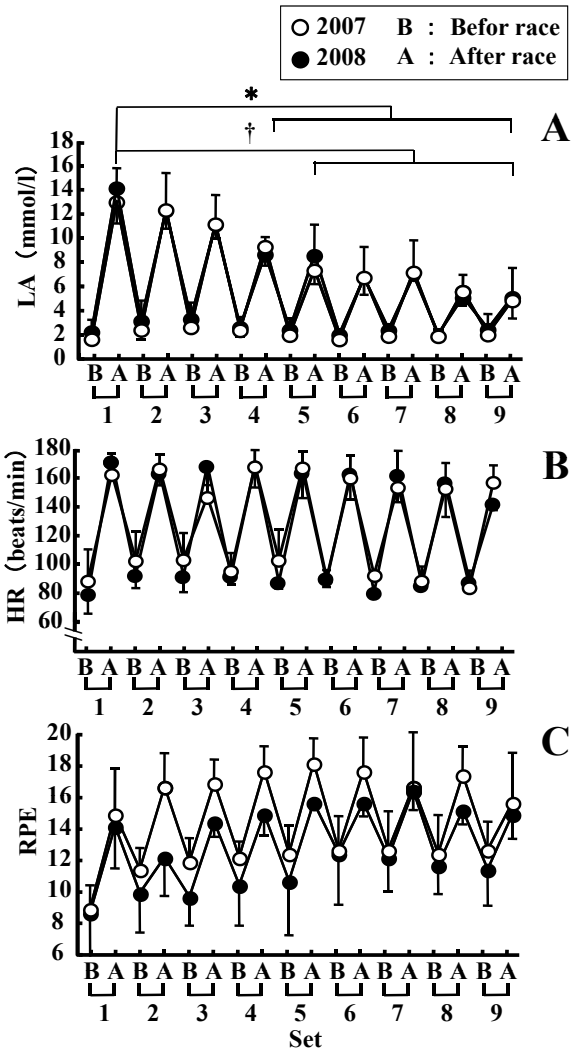


Fig. 6　Comparison of lactic acid concentration (A), heat rate (B) and rate of perceived exertion (C) in the 2007 and 2008 competition.
†($p<0.05$) and ＊($p<0.05$) denotes significant difference when compared with mean values after race of 1st set in the 2007 and 2008 competition, respectively

こと等が考えられる。しかしながら，コース走行後でのBSを2007年レースと2008年レースで比較すると（Fig. 4B)，４名中３名の平均値が統計的に有意な高値を示した。また，Fig. 5で示したように，両年レースの各セットのBSと走行タイムの平均値を用いて相関関係を検討したところ，走行前BSが高いと走行タイムが速くなるという有意な負の相関関係が得られた。

筋グリコーゲンの枯渇は，筋疲労を引き起こすことが明らかにされている。Westerblad ら[18]は，

筋内のグリコーゲン濃度は均一ではなく，豊富に存在するのは筋小胞体のCa^{2+}放出チャンネル付近であり，グリコーゲンの枯渇によりこのチャンネルと横行小管の構造変化がCa^{2+}を放出するチャンネル数を減少させ，筋疲労を招来すると報告している。このことから，筋グリコーゲンの枯渇をできる限り抑制することが筋疲労を抑え，パフォーマンスを維持することにつながるだろう。先行研究においても，長時間の運動における糖質摂取は筋グリコーゲンの利用量を抑えて筋グリコーゲン維持に貢献すること[19]，運動後の筋グリコーゲン再合成の84% は，糖質が基質となっていること[20]などから，適切な糖質摂取の重要性が指摘される。よって，本研究における2008年の走行パフォーマンスの改善には，糖質サプリメントの量と摂取タイミングを規定することで，筋グリコーゲンの低下を抑制することができ，12時間にわたり継続的に全力走行ができたのではないかと考えられる。

走行後LAは，コース走行を重ねるにしたがい有意に低下していったが（Fig．6A），2007年レースと2008年レースでは差がなかった。このことから，糖質サプリメントの摂取が乳酸の生成や除去に影響はなかったと考えられる。長時間の間欠的な高強度運動において，セット数を重ねるにしたがい乳酸の代謝スピードが上がる[21]，乳酸がエネルギー源として利用される[22,23]，乳酸の除去能が向上する[24]，持久的トレーニングを行うことにより他の筋線維への乳酸輸送が向上する[25]等，乳酸利用の向上が多く報告されている。これらの報告をふまえると，セット後半においては，乳酸代謝能力が向上することで，糖質がより効率的にエネルギー源として利用されるようになったと考えられる。両年においてHRの値に有意な差は見られなかった（Fig．6B）。このことからも両年全力走行できていたことが考えられる。しかしながら，2008年レースにおけるRPEは，走行前後とも2007年レースよりも低値を示す傾向にあった（Fig．6C）。また，被検者ごとにみてみると，4名中2名の走行後RPEが有意に低下していた。この低下傾向などと糖質サプリメント摂取介入との関係は明らかではないが，糖質サプリメントの適切なタイミングでの摂取により，コース走行前後のBSが高く保たれ，生理的・心理的な疲労感が軽減したのではなかと考えられる。しかしながら，長時間の運動による脂質利用の増加やレース周回におけるペース配分の学習効果などの影響も考えられるため，今後はこれらの検討も加味しなければならない。

糖質サプリメントの適切なタイミングでの摂取により，走行前後の血糖値を高い状態で維持することができ，走行タイムが改善した。また，走行タイムと血糖値に有意な相関関係も認められた。これらのことから，間欠的な高強度運動におけるパフォーマンスの改善には，適量・適切なタイミングでエネルギー源である糖質を摂取し，次の運動に必要なエネルギー源を体内に補充することが重要である．本研究は実践的な報告例ではあるが，競技スポーツ場面などにとって有益な知見であると考えられる。今後は，この知見をより有力なものとするために，実験条件の統一や被検者数を増やすなどより詳細な研究の実施が必要である。

本研究は，平成21年度の第49回北海道体育学会研究大会（北見市）で口頭発表されたものをまとめたものであり，筆頭著者はその発表で北海道体育学会大会委員会より若手研究者の最優秀賞を授与された。

参考文献

1）鈴木英樹，辻本尚弥，山本彰（1991）運動前の食事組成が長時間運動中の肝臓及び筋グリコーゲンの枯渇と脂肪分解に及ぼす影響．体育学研究．35：341-348．

2） Sherman W. M., Christine P. M. and David A. W.（1991）Carbohydrate feedings 1h before exercise improves cycling performance. Am. J. Clin. Nutr. 54：866-70.

3） Fielding R. A., Costill D. L., Fink W. J., King D. S., Hargreaves M. and Kovaleski J.E.（1985）Effect of

carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 17：472-476.

4） Coyle E. F., Coggan A. R., Hemmert M.K. and Ivy J. L. (1986) Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. J. Appl. Physiol. 61：165-172.

5） Coggan A.R. and Coyle E. F. (1989) Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 21：59-65.

6）仙石泰雄，中村和照，緒形ひとみ，吉岡利貢，渡部厚一，鍋倉賢治，徳山薫平（2008）100kmマラソン時の血糖変動とパフォーマンスに関する事例研究．体力科学．57：285-294.

7）丸山千寿子，岩根久夫，高波嘉一，勝村俊二（1994）超持久運動（トライアスロン）における栄養摂取量．体力科学．43：325-333 .

8） Gollnick P.D., Karin P. and Saltin B. (1974) Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibers after exercise of varying intensity and at various pedaling rates. J. Physiol. London. 241：45-57.

9）大森一伸，村岡功 (1996) スポーツドリンクの摂り方．臨床スポーツ医学．スポーツ栄養の実際．13：226-230.

10) 大森一伸，中村好男，村岡功（1997）サッカー選手におけるインターバルフィールドテストの妥当性．早稲田大学体育学研究紀要．29：21-27.

11) 吉岡利治，小笠原和弘（1972）筋肉運動と糖質・脂質代謝について．体育学研究．17：143-150.

12) 松原大，岡村浩嗣，清水精一（1998）スポーツ栄養研究プロジェクト 5 早朝運動時の蛋白質/糖質摂取効果．体力科学．47：856.

13) Regittnig W., Ellmermer M., Fauler G., Sendlhofer G., Trajanosk I. Z., Leis H. J., Schaupp L., Wach P. and Piber T. R. (2003) Assesment of illary glucose exchange in human sketal muscle and adiposetissue. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metad. 285： E241-E251.

14) 小野田孝一，宮下充正（1976）全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性．体育学研究．21：191-203.

15) Borg G. (1973) Perceived exertion ： a note on "history" and method. Med. Sci. Sports. 5(2)：90-93.

16) Jeukendrup A. E. and Jentjens R. (2000) Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. Sports Med. 29：407-424.

17) 大隅一裕，松田功，勝田康夫，岸本由香，辻啓介 (2006) 難消化性デキストリンの開発． J. Appl. Glycosci. 53：65-69.

18) Westerblad H., Bruton J. D., Allen D. J. and Lannergren J. (2000) Functional significance of Ca^{2+} in long-lasting fatigue of skeletal muscle. J. Appl. Physiol. 83：166-174.

19) Harger Domitrovich S. G., Mclaughry A .E., Gaskill S. E. and Ruby B.C. (2007) Exogenous carbohydrate spres muscle glycogen in men and women during 10 h of exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise. 39：217-174.

20) Bangsbo J., Mandsen K., Kiens B. and Richter E. A. (1997) Muscle glycogen synthesis in recovery from intense exercise in humans. Am. J. Physiol. 273：E416-E424.

21) Green H. J., Duhamel T. A., Holloway G.P., Moule J. W., Ranney D.W., Tupling A. R. and Ouyang J. (2008) Rapid upregulation of GULT-4 and MCT-4 expression during 16 h of heavy intermittent cycle exercise in human. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 294： R594-R600.

22) 八田秀雄（2004）乳酸をどう考えたらいいか．トレーニング科学．15：131-135.

23) 八田秀雄（2004）エネルギー源としての乳酸． New Food Industry. 46：12-16.

24) 丸山敦夫，平木場浩二，美坂幸治（1991）持久鍛錬者における回復運動時の血中乳酸消長の特徴．体力科学．40：156-163.

25) 八田秀雄（2000）乳酸輸送担体 MCT の発現と乳酸の代謝との関係．日本運動生理学雑誌． 7 ：45-56.

（東郷　将成　札幌校・岩見沢校大学院生）
（佐々木将太　京都府立大学大学院生）
（山田　祐輝　酪農学園大学大学院生）
（山口　太一　酪農学園大学講師）
（眞船　直樹　酪農学園大学教授）
（寺井　　格　酪農学園大学教授）
（小林　邦彦　酪農学園大学客員教授）
（神林　　勲　岩見沢校准教授）