

実践活動報告

陸上長距離選手の試合期における運動前のグルコースモニタリングの有用性 —心理的な緊張による運動前のエネルギー不足（低血糖）が推測された選手1名の事例—

山崎 香枝^{*1}、上田 啓輔^{*2}、三本木 千秋^{*1}、河端 恵子^{*1}、福田 志津可^{*3}、中田 由夫^{*4}

^{*1} 株式会社明治乳酸菌研究所栄養機能研究部、^{*2} 株式会社明治食品開発本部栄養開発部、

^{*3} 株式会社馬淵商事、^{*4} 筑波大学体育系

【目的】

大学陸上長距離部門に所属する選手を対象に、①安全かつ効率よくトレーニングできるような食生活についての食育活動、栄養学的視点での助言を実施すること、②試合期において選手が自身の最大パフォーマンスを発揮できるように選手の個々の問題点を明らかにし、具体的な改善策を指導することを目的としてサポート活動を実施した。

【活動内容】

身体組成および栄養摂取量を評価し、個人面談を実施する中で、選手1名から心理的な緊張によるエネルギー不足（低血糖）が推測される訴えがあった。この選手に対して、グルコースモニタリングシステムを用いてセンサーグルコース値（SG値）の測定を実施した。

【成果】

練習時に70 mg/dLを下回るSG値が確認されたことから、練習/試合開始時のSG値を100 mg/dL程度に維持して、練習/試合に臨むように提案した。記録会当日は、スタート時間の6時間前に昼食を摂取し、試合1時間前に補食を摂取させたところ、SG値は100 mg/dL以上に保たれていた。記録会では10,000 mの自己記録を約1年ぶりに更新した（29分13秒51→29分7秒48）。

【今後の課題】

センサーを装着するだけで手軽に測定できる機器を用いて、運動実施中の血糖動態を考慮し、個々人の特徴に合わせたパーソナルな栄養戦略の有用性を示していきたい。

キーワード：陸上競技 長距離 グルコースモニタシステム 補食

I 事業・サポート活動の目的

スポーツ選手のコンディションの維持、パフォーマンスの向上には、食事・休養・トレーニングなど様々な要因が関連している。中でも、栄養学に基づいた適切な食生活の実践が重要であり、競技種目の特性やトレーニング内容によって、食事内容を調整する必要がある。また、競技種目が同じであっても、基礎代謝量、身体組成等が選手個人によって異なるため、選手各々の問題点を明らかにし、具体的な改善策を継続的に指導することが重要であると考えられる。

このような背景から、本サポート活動では、大学陸上長距離部門に所属する選手を対象に、①安全かつ効率よくトレーニングをすることができるといえるような食生活についての食育活動、栄養学的視点での助言を実施すること、②試合期において選手が自身の最大パフォーマンスを発揮できるように選手の個々の問題点を明らかにし、具体的な改善策を指導することを目的とした。本サポート活動の中で、選手1名から心理的な緊張によるエネルギー不足（低血糖）が推測される訴えがあった。この選手1名に対して、グルコースモニタリングシステムを用いて測定した運動前のグルコース

値を考慮し、糖質エネルギー源の補食摂取を指導した。その結果として、運動前のグルコース値が改善し、自己記録を1年ぶりに更新した事例を報告する。

Ⅱ 事業・サポート活動の内容

1. 対象者

本報告の対象者は、大学陸上長距離部門に所属し、日常の食事に対する知識、意欲があり、パフォーマンス向上が課題と自身が捉えている男子学生1名である。

心理的な緊張によるエネルギー不足（低血糖）の解消に向けた取り組みの実施にあたり、実施前の2019年7月に、取り組みの内容について、および事例報告でデータが公開される可能性があることについて十分な説明を行い、同意を取得した。なお、本報告を発表することについても同意を得ている。

2. 実施期間

心理的な緊張によるエネルギー不足（低血糖）の解消に向けた取り組みは、2019年7月から開始した。この取り組み開始時期は、通常練習期（19年7月）にあたり、その後、合宿期（19年8月、9月）、試合期（19年10月、11月、12月）を経た。なお、チーム全体に対するサポート活動については、同部責任者の承認を得て2018年10月より実施している。

3. 実施方法

3.1 チーム全体に対するサポート活動

身体組成および栄養摂取量を評価し、個人面談を実施した。

1) 身体組成の評価

身体組成の管理を目的として、「体重、除脂肪体重量、脂肪量、体脂肪率」の4項目を生体インピーダンス法による測定装置（InBody430、株式会社インボディ・ジャパン）を用いて測定した。測定条件として、①毎回同様の衣服を着用すること、②毎週月曜日（朝練がない日）の起床後すぐ（朝食前）に測定すること、③測定前に排便、排尿を済ませることとした。

2) 栄養摂取量の評価

本サポート活動では、スポーツ選手が取り組む競技種目、トレーニング内容やトレーニング目的により、実施する運動強度、頻度、時間などは異なる。また、選手の身長や体重、年齢といった属性も異なる。そのため、選手個々人のトレーニング内容や環境に変化が生じれば、合宿期や試合期の途中であっても、食事摂取量の目標量を柔軟に修正した。

例えば、たんぱく質摂取量については、スポーツ選手は一般の人と比較して、より多くのたんぱく質（1.4 g/kg体重/日）を摂る必要がある¹⁾。レジスタンストレーニング中の食事たんぱく質摂取量の検討では、0.9

g/kg体重/日から1.4 g/kg体重/日に増やすことによりたんぱく質合成が高まったが、一定量（2.0 g/kg体重/日）以上ではたんぱく質合成に変化がないことが示されている¹⁾。このことから今回のサポートでは、2.0 g/kg体重/日のたんぱく質確保を目指した。

エネルギー摂取目標量については、本サポートでは体重維持を目的としているため、増量や減量を目的とせず、エネルギー消費量とエネルギー摂取量が同等程度となるように設定した。エネルギー消費量は、基礎代謝と身体活動量から求めた。基礎代謝については、年齢、性別、身長、体重から推測した²⁾。身体活動量については、報告対象者が所属するチームでトレーニングの効果を把握する一環として、19年4月に3軸加速度計（Active style Pro HJA-750C、オムロンヘルスケア）を用いて計測していた。この3軸加速度計は、歩数と身体活動の強度（メッツ）を内蔵されたアルゴリズムにより計測するものである。装着期間は7日間であり、睡眠中、入浴中および接触のある運動に参加する時間は装着しておらず、10時間/日以上装着された場合の記録を採用していた。また、19年7月時点のエネルギー消費量を把握するために、GPS対応ランニング用スポーツウォッチ（ForeAthlete 235J；Garmin Ltd., USA）で身体活動量を簡易的に計測した。この身体活動量と基礎代謝量の合算から、本報告対象者の19年4月時点のエネルギー消費量は3,264 kcal、19年7月時点のエネルギー消費量は3,300 kcalと算出された。この値を参考にして、エネルギー摂取目標量を約3,000 kcalと設定していた。

栄養摂取量の調査には、食事内容を記録し、摂取エネルギーや栄養素量を計算できるシステムを用いた。このシステムは3日間の食事分析を行うもので、他の研究でも使用されている³⁾。今回の調査は、8月の合宿期と11月の試合期で実施し、調査日はいずれも連続した3日間の練習日とした。

なお、本報告対象者の普段の食事については、朝食および夕食は寮でのビュッフェ形式、昼食は各個人で外食や中食を利用した食事が中心となっている。

3) 個人面談

現状を具体的に把握するために、2019年7月、10月、11月にサポート対象者と面談を実施した。喫食状況や体調についてのヒアリングを行った。

3.2 心理的な緊張によるエネルギー不足（低血糖）を訴えた選手1名に対する取り組み

試合期（19年10月）に入り、本報告対象者から「練習時に体がよく動く日とそうでない日がある」との訴えがあり、心理的な緊張によるエネルギー不足（低血糖）を推測した。エネルギー不足（低血糖）であれば、糖質エネルギーの補食摂取指導の必要性があるため、血糖動態の確認が必要と考えた。そこで、チームが所

持するグルコースモニタリングシステム（FreeStyle リブレ；Abbott, USA）によって4日間のグルコース値（以下SG値）の推移を確認した。

この測定器の特徴として、1）間質液中のグルコース濃度を測定できる、2）服の上からでも測定可能、3）耐水性設計によりアクティブな生活が可能という点が挙げられる。使用方法については、上腕の後部分にセンサーを装着し、Readerを用いてワイヤレスでセンサーをスキャンすることでSG値を確認することができる。また、センサーは15分ごとに自動でSG値を記録する機能をもつ。今回の調査では15分ごとの自動記録によりSG値を測定した。なお、SG値は血糖値と相関性が高いことが報告されている⁴⁾。

Ⅲ 事業・サポート活動の成果

1. 身体組成

対象者の特性を表1、取り組み期間中の身体組成を表2に示した。取り組み期間中に±2 kg以上の大きな体重の変動は認められなかった。

2. 栄養摂取量

1日あたりのエネルギーおよび栄養摂取量を表3に示した。8月調査時のエネルギー摂取量は3,066 kcal/

日、たんぱく質摂取量は2.34 g/kg体重/日、11月調査時のエネルギー摂取量は3,875 kcal/日、たんぱく質摂取量は2.59 g/kg体重/日であった。エネルギー摂取量およびたんぱく質摂取量は、8月調査時および11月調査時ともに目標量に達していた。

3. グルコースモニタリング

2019年10月に確認した4日間の練習中のSG値推移を図1に示す。測定した4日間で、低血糖の目安とされる70 mg/dL⁵⁾を下回るSG値が401ポイント中68ポイント確認された。特に深夜から朝方にかけて、70 mg/dLを下回ることが多くみられた。当日の食事状況をヒアリングすると、10月8日の低血糖時は、早朝練習前で食事を摂取していないことが確認された。そこで、SG値の動きから食事をせずに運動した場合のSG値約60 mg/dL、食後のSG値約140 mg/dLの間をとり、練習/試合開始時のSG値を100 mg/dL程度に維持して、練習/試合に臨むように提案した。

その後、19年11月の記録会前日から当日のSG値推移についても確認した。その結果を図2に示す。記録会前日の早朝練習の前に、ゼリー飲料（即攻元気 アミノ酸&ローヤルゼリー；株式会社明治、東京；エネルギー100 kcal、たんぱく質1.7 g、脂質0 g、炭水化物23.5 g）を摂取したことで、SG値は70 mg/dL以上に保たれていることが確認された。また、記録会当日は、スタート時間の6時間前に昼食（エネルギー1,648 kcal、たんぱく質40.1 g、脂質64.1 g、炭水化物227.9 g）を摂取し、かつ、試合1時間前に補食（エネルギー169 kcal、たんぱく質3.0 g、脂質0 g、炭水化物39.2 g）を摂取したところ、SG値は100 mg/dL以上に保たれていることが確認された。記録会では10,000 mの自己

表1 対象者の身体組成

身長	cm	167.0
体重	kg	58.0
体脂肪率	%	10.5
除脂肪体重	kg	27.5

表2 サポート期間中の身体組成の変化

		2019 年				
		7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
時期		通常練習	合宿	合宿	試合	試合
体重	kg	58.0	59.5	—	59.1	58.4
体脂肪率	%	10.5	8.0	—	15.4	15.7
除脂肪体重	kg	27.5	29.0	—	28.2	27.9

表3 1日あたりのエネルギーおよび栄養素摂取量

項目	単位	8 月	11 月
エネルギー	kcal	3,066	3,857
炭水化物	g	386.7	526.5
たんぱく質	g	131.6	149.2
たんぱく質	g/kg 体重	2.34	2.59
脂質	g	101.5	119.1

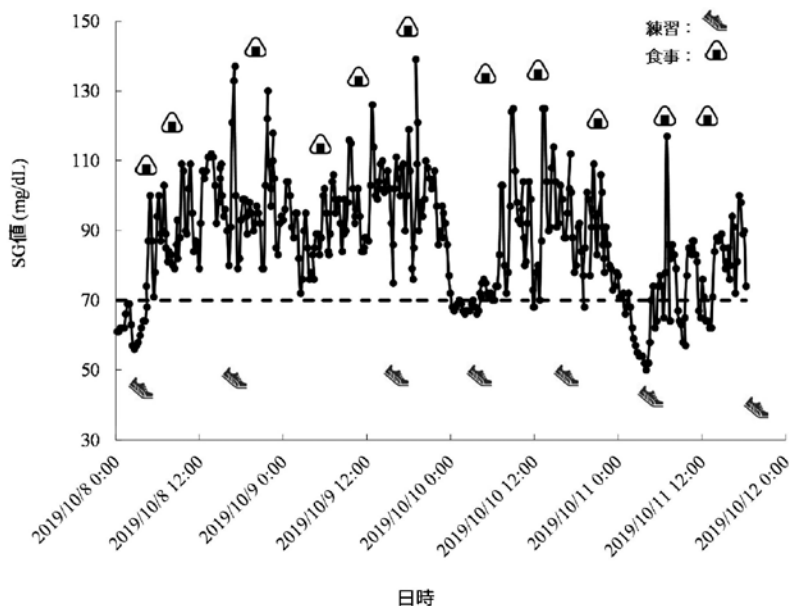


図1 4日間の練習中のSG値推移

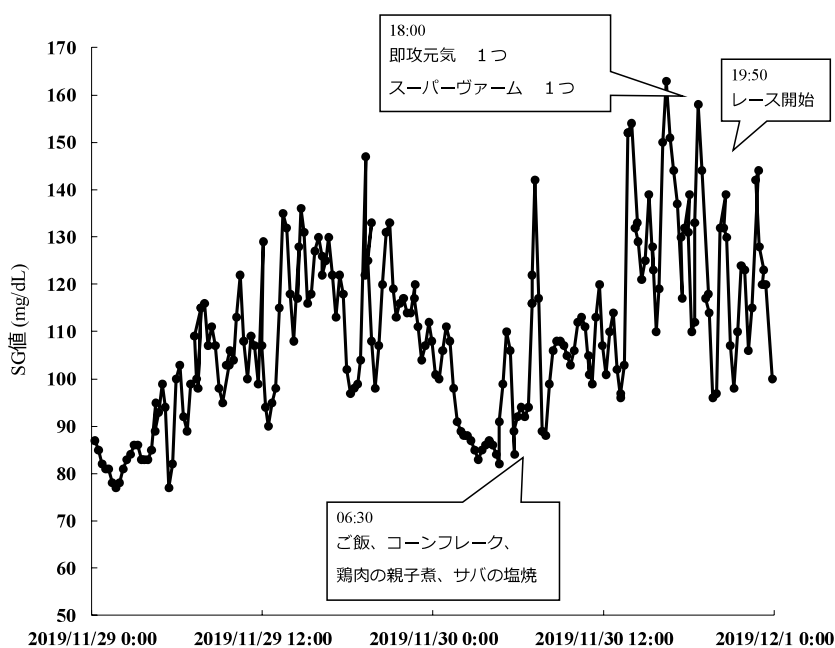


図2 記録会前日から当日のSG値推移

記録を約1年ぶりに更新した（29分13秒51→29分7秒48）。

IV 今後の課題

本取り組みの結果から、試合期のパフォーマンスに関与する因子として、運動前のグルコース動態の重要性が示唆された。本報告は1例のみの報告であり、今回は練習/試合前のSG値として100 mg/dLを目安とし

たが、最適なSG値は明らかではなく、練習がない日を含め、SG値の推移の確認が必要と考えられる。また、食事介入においても、試合日前後の栄養摂取量については調査を実施しておらず、今回の測定データだけでは説明しきれないことが限界点として挙げられる。

今後の課題として、1) 練習日、練習がない日のSG値と自覚症状との関連性を確認すること、2) 試合日前後の食事介入を実施し、SG値の推移を確認するこ

とが挙げられる。

なお、SG値は血糖値と相関性の高いことは報告されている⁴⁾が、SG値は間質液中のグルコース値を測定していることから、血糖値と5～10分程度のタイムラグが生じる可能性⁶⁾に留意する必要がある。

以上のような課題はあるが、実際のスポーツ現場において、センサーを装着するだけで手軽に測定できる機器を用いて、運動実施中の血糖動態を考慮し、個人の特徴に合わせたパーソナルな栄養戦略を立てることは重要だと考えられる。

謝辞

本研究にご協力いただいた日本大学陸上競技部特別長距離部門前監督武者由幸氏に感謝申し上げます。

利益相反

補食として使用した食品は株式会社明治が提供した。山崎香枝、上田啓輔、三本木千秋、河端恵子は株式会社明治の社員である。本研究内容に関して、その他開示すべき利益相反関連事項はない。

文 献

- 1) Tarnopolsky, M.A., Atkinson, S.A., MacDougall, J.D., et al.: Evaluation of protein requirements for trained strength athletes, *J. Appl. Physiol.*, 73, 1986-1995 (1992)
- 2) Ganpule, A.A., Tanaka, S., Ishikawa-Takata, K., et al.: Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 61(11), 1256-1261 (2007)
- 3) Sugiura, K., Kobayashi, K.: Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30(11), 1624-1630 (1998)
- 4) Rebrin, K., Steil, G.M.: Can interstitial glucose assessment replace blood glucose measurements? *Diabetes. Technol. Ther.*, 2(3), 461-472 (2000)
- 5) Bolinder, J., Antuna, R., Geelhoed-Duijvestijn, P., et al.: Novel glucose-sensing technology and hypoglycaemia in type 1 diabetes: a multicentre, non-masked, randomised controlled trial, *Lancet.*, 388 (10057) 2254-2263 (2016)
- 6) Rebrin, K., Sheppard, Jr. N.F., Steil, G.M.: Use of subcutaneous interstitial fluid glucose to estimate blood glucose: revisiting delay and sensor offset, *Diabetes. Sci. Technol.*, 4(5), 1087-1098 (2010)

(受付日：2020年7月28日)
(採択日：2021年7月14日)