

## 短報

# 運動前の糖質摂取量の相違が日本人男性の運動時の血糖値に及ぼす影響

吉本 香乃<sup>\*1</sup>、藤江 衣織<sup>\*1</sup>、池永 和奏<sup>\*1</sup>、垣内 ちひろ<sup>\*2</sup>、東郷 将成<sup>\*3</sup>、瀧澤 一騎<sup>\*4</sup>、木村 宣哉<sup>\*2</sup>、柴田 啓介<sup>\*1,\*2</sup>、山口 太一<sup>\*1,\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 酪農学園大学大学院酪農学研究科食品栄養科学専攻、<sup>\*2</sup> 酪農学園大学農食環境学群食と健康学類、

<sup>\*3</sup> 旭川市立大学短期大学部食物栄養学科、<sup>\*4</sup> 一般社団法人身体開発研究機構

## 【目的】

本研究の目的は運動開始30分前の糖質量の異なる糖質溶液摂取が日本人男性の運動中の血糖値変動に及ぼす影響について検討し、運動誘発性低血糖を引き起こす糖質摂取量を明らかにすることであった。

## 【方法】

健康な日本人男性8名〔体重：65.8±7.8（49.5～77.0）kg〕が31 g、45 gおよび60 gのブドウ糖を含む500 mLの糖質溶液を摂取後、最大運動負荷の65%相当強度で自転車漕ぎ運動を30分間行った。血糖値は糖質溶液摂取前、摂取後5分から30分まで5分毎、運動中は開始5分から運動終了時まで5分毎に測定した。

## 【結果】

すべての条件において、同一被験者6名〔体重：68.3±5.6（60.3～77.0）kg〕の運動中の血糖値が低血糖の基準値（72 mg/dL）を下回り、運動中の最低血糖値が低血糖の基準値を下回った。血糖値の推移に条件間で有意差は認められなかった。

## 【結論】

体重が68.3±5.6（60.3～77.0）kgの日本人男性が運動開始30分前に糖質31 g、45 g、60 g/500 mLの糖質溶液を摂取することによって、運動誘発性低血糖を引き起こすことが明らかとなった。

キーワード：運動誘発性低血糖 持久性運動 糖代謝 水分補給

## I 緒言

糖質を摂取して15～75分後に運動を開始すると、運動中に低血糖に陥ることがある<sup>1)</sup>。この現象を運動誘発性低血糖という。運動誘発性低血糖の発生機序には、インスリンおよび筋収縮による糖取り込みが関与している。糖質摂取によって血糖値および血中インスリン濃度が上昇する。この時、運動が開始されることでインスリンによる血糖値を下げる作用と筋収縮による筋への糖取り込みの増加が相まって、血糖値が急激に低下する<sup>1)</sup>。低血糖に陥ることで、個人差はあるものの、発汗量の増大、震え、意識の混乱など<sup>2)</sup>、運動能力の低下につながる身体への様々な悪影響が及ぶ危険性がある。

Jeukendrup and Killer<sup>1)</sup>は、運動誘発性低血糖に影響を及ぼす要因として、運動前に摂取する糖質の摂取量、摂取タイミング、グリセミックインデックス、液体か固体かの摂取形態の違い、そして、運動の強度を挙げた。このうち、糖質摂取量の相違が運動中の血糖値に及ぼす影響について、欧米人を対象とした研究が総括されている。Jeukendrup and Killer<sup>1)</sup>によれば、糖質22～155 gを摂取後、60分以内に運動を開始すると、血糖値は糖質量に関係なく低下し、低血糖を引き起こす恐れがあるという。日本人を対象とした研究では、八田ら<sup>3)</sup>および藤江ら<sup>4)</sup>が糖質30 gを摂取し、30分後に運動を開始した場合に、運動誘発性低血糖を引き起こしたことを報告している。一方で、運動前に摂取する糖質量が比較的多い場合には、運動誘発性低血

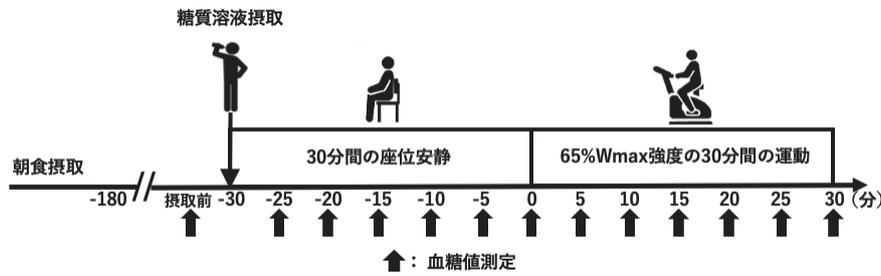


図1 実験プロトコル

糖を引き起こさなかったことが示されている。八田ら<sup>3)</sup>およびKondo et al.<sup>5)</sup>は、糖質150 gを摂取し、30分後に運動を開始した場合には、平均血糖値が低血糖の基準値を下回らなかったことを示した。また、Koma and Terasawa<sup>6)</sup>は、体重1 kgあたり1.5 g (被験者の体重が平均 $62.7 \pm 4.9$  kgであったことから平均 $94.1 \pm 7.4$  g)の糖質を摂取し、30分後に運動を開始した場合にも運動誘発性低血糖を引き起こさなかったことを報告している。よって、日本人が糖質を摂取し、30分後に運動を開始する場合には、運動誘発性低血糖を引き起こす糖質摂取量は、30~94.1 gの範囲内となることが予想されるものの、詳細な検討はなされていない。運動前に摂取し、運動誘発性低血糖を引き起こす糖質量を明らかにすることは、日本人を対象に運動前のより良い糖質摂取量を提言するために必要なことであると考えられる。

本研究の目的は、運動開始30分前に摂取する糖質量の相違が日本人男性の運動中の血糖値変動に及ぼす影響を明らかにすることであった。本研究では2023年に市販されていた飲料の糖質量を参考に、スポーツ現場でも摂取可能な糖質量として31 g、45 gおよび60 gの条件を設定することにした。31 gは市販の500 mLのペットボトルのスポーツ飲料、45 gは市販のゼリー飲料、60 gは我々が調査した範囲において最も糖質量が多い500 mLのペットボトルの飲料と同等であった。日本人男性が運動開始30分前に糖質31 g、45 gおよび60 gを含む500 mLの糖質溶液を摂取することで、運動誘発性低血糖を引き起こすか否かについて検討を行った。

## II 方法

### 1. 被験者

被験者は、健康で運動習慣のある日本人男子大学生8名 [年齢: $21.0 \pm 1.5$ 歳、身長: $171.9 \pm 4.5$  cm、体重: $65.8 \pm 7.8$  kg、最大運動負荷 (Wmax): $260.8 \pm 33.4$  W]であった。事前に、喫煙、糖代謝異常の既往歴および家族歴、服薬の有無を確認し、該当者がいないことを

確認した。すべての被験者に対し、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の説明を行い、書面にて研究参加の同意を得た。なお、本研究は酪農学園大学における人を対象とする生命科学・医学系研究倫理審査委員会により承認 (23-4) を得て実施した。

### 2. 実験の概要

被験者は事前測定として自転車エルゴメーターを使用した漸増負荷運動試験を行い、最大運動負荷 (Wmax) を決定した。本実験では、被験者は前日の夕食および当日の朝食に、規定食を摂取した。規定食はBurke et al.<sup>7)</sup>による運動前の糖質摂取目安量を参考に決定した。前日の夕食は、運動24時間前に摂取が推奨される体重1 kgあたり7~12 gの糖質量を1日3食で摂取することを想定し、1食で体重1 kgあたり2.3~4.0 gの糖質量となるように設定した。実際の夕食の糖質量は体重1 kgあたり $26 \pm 0.4$  g、エネルギーは $920 \pm 74.4$  kcal、たんぱく質、脂質および炭水化物のエネルギー産生栄養素の比率 (PFC比) は8% : 13% : 79%であった。また、当日の朝食は、運動1~4時間前に摂取が推奨される体重1 kgあたり1~4 gの糖質量を満たす食事とし、実際の朝食の糖質量は体重1 kgあたり $2.0 \pm 0.3$  g、エネルギーは $658 \pm 84.6$  kcal、PFC比は8% : 7% : 85%であった。この他に、被験者は本実験開始24時間前からのアルコール、カフェインおよび香辛料の摂取、ならびに激しい運動を禁止された。

本実験のプロトコルを図1に示した。被験者は運動開始3時間前までに朝食を摂取し、実験室入室後、血糖値が100 mg/dL以下になるまで安静を保持した。その後、試験溶液を2分以内に摂取した。試験溶液は、糖質31 g、45 gおよび60 gを含む500 mLの糖質溶液とし、各被験者は各試験溶液を摂取する条件を別日にランダムな順序になるように施行した。試験溶液摂取後は椅座位にて30分間安静にし、その後、事前に測定したWmaxの65%相当強度で自転車エルゴメーターを用いた30分間の自転車漕ぎ運動を実施した。血糖値は糖

質溶液摂取前（摂取前）、摂取後5分（-25分）から30分（0分）まで5分毎、運動中は開始5分から運動終了時点（30分）まで5分毎に測定した。なお、すべての実験は午前中の同一の時間帯に実施し、室温25℃、相対湿度50%に設定した実験室内で実施した。

### 3. 事前測定

事前測定は、本実験の1週間以上前に行った。被験者は実験室来室後、体重体組成計（BC-622、株式会社タニタ）を用いて体重の測定を行い、心拍数計（FT1、Polar Electro）を装着した。その後、自転車エルゴメーター（エアロバイク75XLII、コンピウエルネス）上で3分間安静を保持した後、ウォームアップとして60 Wの負荷で3分間の自転車漕ぎ運動を実施した。ウォームアップ直後から1分毎に20 Wずつ負荷が上がる漸増負荷運動を開始した。漸増負荷運動は、ペダルの回転数を60 rpmに維持し、疲労困憊になるまで継続した。疲労困憊の判断基準<sup>8)</sup>は、1. 回転数が50 rpmを下回った時点、2. 最大心拍数が(20-年齢)を超えた時点、3. 被験者が運動継続困難と判断した時点のいずれかを満たした場合とした。疲労困憊時の負荷をWmaxとし、本実験の運動で用いるWmaxの65%相当強度の負荷を算出した。

### 4. 糖質溶液

糖質溶液は31 g、45 gおよび60 gのブドウ糖（扶桑薬品工業株式会社）を500 mLの飲料水（北海道天然水ナチュラルミネラルウォーター、黒松内名水株式会社）に溶解して作製した。摂取直前の糖質溶液の温度は、31 g、45 gおよび60 g条件で、それぞれ15.3±2.5℃、15.4±2.1℃および13.6±2.4℃であり、条件間に有意差は認められなかった。

### 5. 自転車漕ぎ運動

被験者は、事前に測定したWmaxの65%相当強度で自転車エルゴメーターを用いた30分間の自転車漕ぎ運動を実施した。回転数は60 rpmを維持するよう指示した。運動強度および運動時間は、藤江ら<sup>4)</sup>に倣った。

### 6. 測定項目

血糖値はグルテストNeoスーパー（GT-1820、株式会社三和化学研究所）を用いて指先血より測定した。最高血糖値ならびに運動中の最低血糖値を被験者毎に算出した。最高血糖値および運動中の最低血糖値が出現する経過時間は被験者によって異なった。血糖値が72 mg/dL以下を低血糖と判定した<sup>5)</sup>。

### 7. 統計解析

本研究のデータは、平均値および標準偏差で示した。条件間における血糖値の推移の比較には、重複測

定二元配置分散分析（3条件×13経過時間）を用いた。また、条件間における各被験者の最高血糖値、運動中の最低血糖値および最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量における比較には、繰り返しのある一元配置分散分析を用いた。体重あたりのWmax、各被験者の糖質溶液摂取前の血糖値から最高血糖値までの変化量と最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との関係について、ピアソンの相関係数を算出した。これらの分析には4 Stepエクセル統計第3版（オーエムエス出版）を使用した。有意水準は $p < 0.05$ で判定した。

## III 結果

### 1. 血糖値の推移

31 g、45 gおよび60 g条件の血糖値は、摂取後25分（-5分）で最高値に達した後に低下した（図2）。運動開始前（0分）の血糖値は、30 g条件で145.5±22.6 mg/dL、45 g条件で141.9±19.5 mg/dL、60 g条件で133.5±24.4 mg/dLであった。各経過時間における血糖値は31 g条件でのみ運動開始後20分から30分の間に低血糖の基準値を下回った。血糖値の推移には3条件間で有意な交互作用は認められなかった（ $F = 0.56$ 、 $p = 0.98$ ）。

### 2. 各被験者の最高血糖値、運動中の最低血糖値および最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量

各被験者の最高血糖値は、31 g条件で164.0±17.9 mg/dL、45 g条件で158.0±13.8 mg/dL、60 g条件で151.8±17.4 mg/dLであった（図表なし）。最高血糖値には3条件間で有意な差は認められなかった（ $F = 1.23$ 、 $p = 0.32$ ）。運動中の最低血糖値は、同一の被験者6名で低血糖の基準値を下回り（図3）、31 g条件で61.3±13.8 mg/dL、45 g条件で63.4±18.7 mg/dL、60 g条件で66.6±20.2 mg/dLとなり、すべての条件で低血糖の基準値を下回った。運動中の最低血糖値には3条件間で有意な差は認められなかった（ $F = 1.38$ 、 $p = 0.29$ ）。各被験者の最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量は、31 g条件で-102.8±30.0 mg/dL、45 g条件で-94.6±27.1 mg/dL、60 g条件で-85.1±28.6 mg/dLであった（図表なし）。最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量は3条件間で有意な差は認められなかった（ $F = 2.99$ 、 $p = 0.08$ ）。

### 3. 体重あたりのWmaxおよび各被験者の糖質溶液摂取前の血糖値から最高血糖値までの変化量と最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との関係

各条件における体重あたりのWmaxと各被験者の最

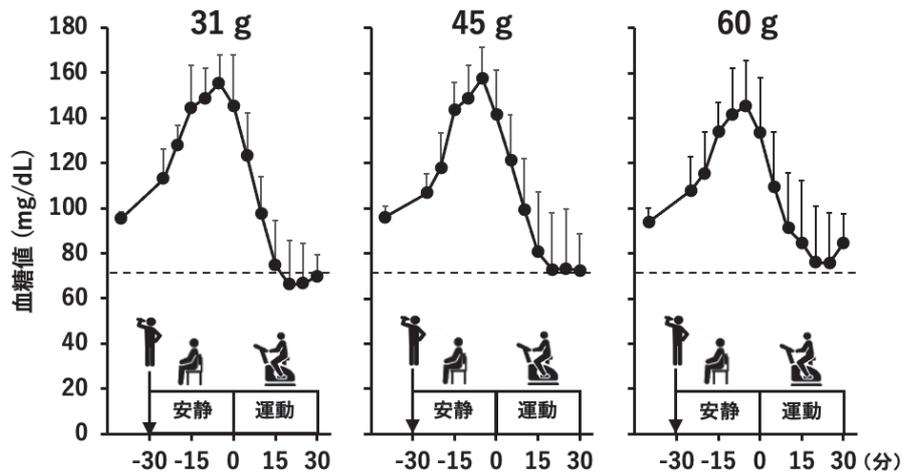


図2 各条件における血糖値の推移

各経過時間の平均値は被験者8名分のもの。破線は低血糖の基準値（72 mg/dL）を示す。

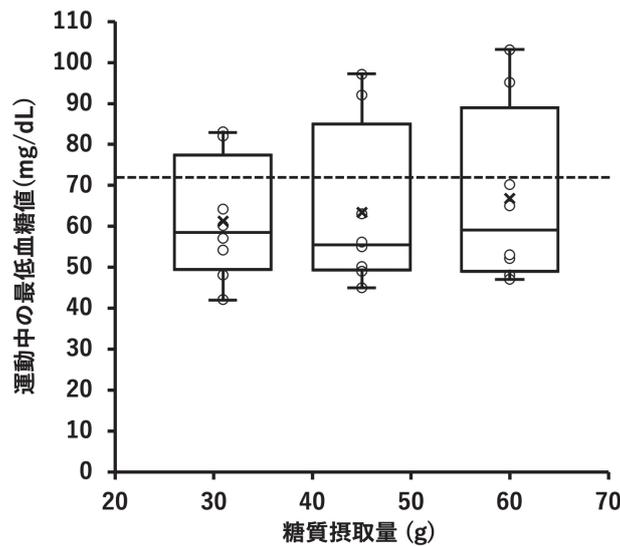


図3 各条件における運動中の最低血糖値

左から31 g、45 gおよび60 g条件の被験者8名の運動中における最低血糖値（○）を示す。また、箱髭図は四分位範囲、×は平均値を示す。横破線は低血糖の基準値（72 mg/dL）を示す。

高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との間に有意な相関関係は認められなかった（31 g条件： $r = 0.112$ 、 $p = 0.79$ ；45 g条件： $r = 0.034$ 、 $p = 0.94$ ；60 g条件： $r = -0.044$ 、 $p = 0.84$ 、図4）。各条件における各被験者の糖質溶液摂取前の血糖値から最高血糖値までの変化量と最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との間に有意な負の相関関係が認められ

た（31 g条件： $r = -0.928$ 、 $p < 0.01$ ；45 g条件： $r = -0.769$ 、 $p = 0.03$ ；60 g条件： $r = -0.781$ 、 $p = 0.02$ 、図4）。

#### IV 考察

糖質31 g、45 gおよび60 gのすべての条件において、同一の被験者6名における運動中の最低血糖値が

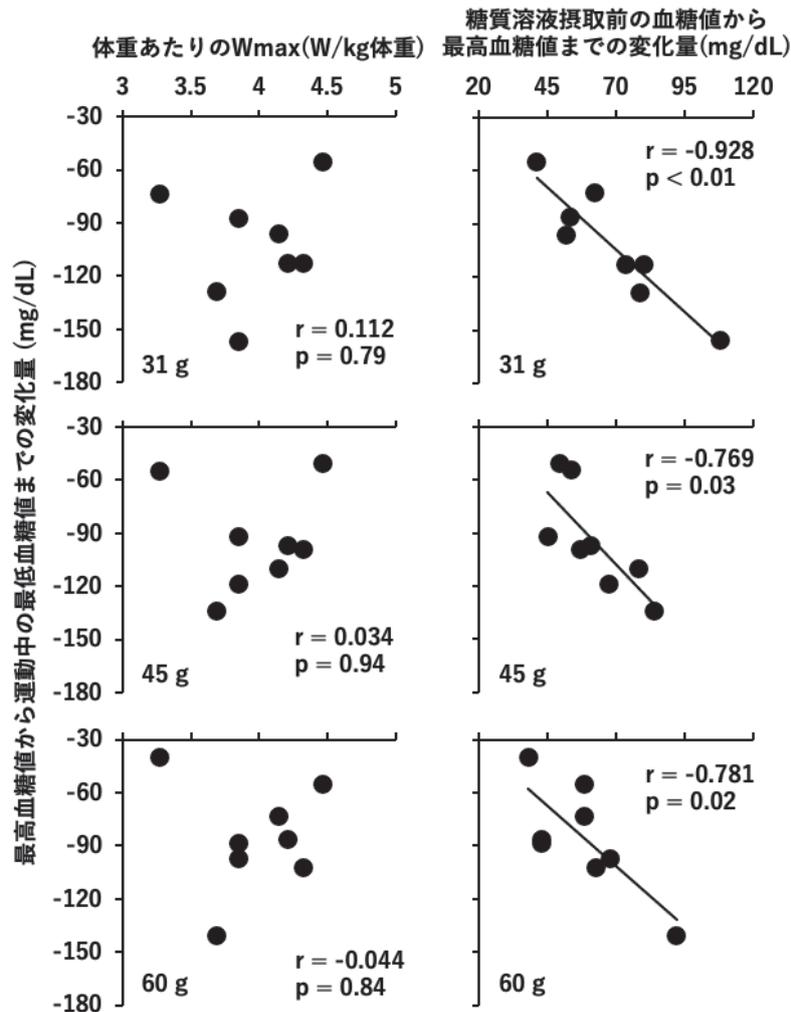


図4 各条件における体重あたりのWmaxおよび各被験者の糖質溶液摂取前の血糖値から最高血糖値までの変化量と最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との関係

低血糖の基準値を下回った (図3)。本研究において運動誘発性低血糖を引き起こした被験者の体重は、 $68.3 \pm 5.6$  (60.3~77.0) kgであった。したがって、体重がこの範囲内に含まれる日本人男性が、運動開始30分前に糖質31 g、45 gおよび60 gを含む500 mLの糖質溶液を摂取することで65%Wmax強度の運動中に運動誘発性低血糖を引き起こす恐れがあることが示唆される。また、運動誘発性低血糖を引き起こした糖質摂取量を体重1 kgあたりの重量に換算すると、31 g条件で $0.46 \pm 0.04$  (0.40~0.51) g、45 g条件で $0.66 \pm 0.05$  (0.58~0.75) g、60 g条件で $0.88 \pm 0.07$  (0.78~1.00) gとなる。よって、体重1 kgあたり0.40~1.00 gの糖質を含む500 mLの糖質溶液を摂取することで65%Wmax強度の運動中に運動誘発性低血糖を引き起こす可能性がある。今後は、本研究の被験者の体重 (49.5~77.0 kg) の範囲外における日本人も対象に含めて被験者数を増

やすとともに、60~94.1 gの間に存在すると考えられる運動誘発性低血糖を引き起こす糖質摂取量の閾値を明らかにする必要がある。また、30 g未満にも存在すると考えられる、運動誘発性低血糖を引き起こす糖質摂取量の閾値についても明らかにすることで日本人を対象とした運動前のより良い糖質摂取量を提言することが可能になるであろう。加えて、本研究では500 mLの糖質溶液を2分以内に摂取したが、実際の運動の場面において必ずしも糖質溶液を短時間で多量に摂取するわけではない。したがって、今後は各糖質量の糖質溶液を少量ずつ分けて摂取する場合や2分よりも長い時間で摂取する場合についての検討も必要である。

各糖質量の条件において、同一の被験者6名が運動誘発性低血糖を引き起こした一方で、2名は起こさなかった (図3)。Jeukendrup and Killer<sup>1)</sup>は運動誘発

性低血糖の引き起こしやすさには個人差が存在することを指摘している。八田ら<sup>3)</sup>ならびに近藤ら<sup>9)</sup>は、日本人男性を対象とした研究において、全身持久力の高い被験者ほど糖質溶液摂取30分後に開始した運動中の血糖値減少量が大きくなることを示唆した。しかしながら、本研究において全身持久力の指標となる体重あたりのWmaxと各条件における各被験者の最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との関係を確認したところ、有意な相関関係は認められなかった(図4)。他方、すべての条件において各被験者の糖質溶液摂取前の血糖値から最高血糖値までの変化量と最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量との間に有意な負の相関関係が認められた(図4)。つまり、本研究では糖質溶液摂取後の血糖値の上昇量が大きい被験者で運動中に血糖値がより低下することが示された。したがって、全身持久力の高い場合に加えて、糖質摂取によって血糖値が上昇しやすい場合にも運動誘発性低血糖に注意を払わなければならない。

各被験者の運動中の最低血糖値はすべての条件において低血糖の基準値を下回ったが(図3)、血糖値の推移で見ると、31 g条件のみで運動開始20~30分間に低血糖の基準値を下回り、45 gおよび60 g条件では下回らなかった(図2)。この各被験者の運動中の最低血糖値と血糖値の推移の結果における相違には、条件間に有意差はないものの、各被験者の最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量が60 g条件よりも45 g条件で、45 g条件よりも31 g条件で大きい傾向にあったことが関与した可能性が考えられる。そして、この条件間の最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量における相違は、糖質溶液の濃度の違いによって生じたことが推察される。本研究における各条件の糖質溶液の濃度は、31 g条件で6.2%、45 g条件で9%、60 g条件で12%であった。糖質溶液の濃度は、8%以下であれば胃から腸への溶液の排出速度が低下せず、かつ溶液の排出に比例して小腸での糖質の吸収量が増大する<sup>10)</sup>。一方、糖質溶液の濃度が8%よりも高値となると胃の活動が抑制され、胃から腸への溶液の排出速度が低下することで<sup>11)</sup>、結果的に、小腸での糖質の吸収も鈍化する。したがって、45 gおよび60 g条件では、胃から腸への溶液の排出速度が低下し、①31 g条件よりも最高血糖値までの血糖値上昇が抑えられたことが推察される。そして、運動開始後は、すべての条件において筋収縮に伴う糖取り込みによって血糖値が低下したものの、45 gおよび60 g条件では、胃に残っていた溶液が徐々に腸へと排出され、小腸において糖質の吸収が続いたことで、②31 g条件よりも運動中の最低血糖値までの血糖値低下が抑えられたこと、の2点が生じた結果、最高血糖値から運動中の最低血糖値までの変化量が小さい傾向となり、血糖値の推移において低血糖の基準値を下回らなかった可能性

がある。今後は、本研究と同様の実験プロトコルで糖質溶液が胃から腸へ排出される動態を追うことで、本研究の結果の要因を明らかにすることができるであろう。

## V 結論

体重が $68.3 \pm 5.6$  (60.3~77.0) kgの日本人男性を対象に運動開始30分前に糖質31 g、45 gおよび60 gを含む500 mLの糖質溶液を摂取させた結果、65% Wmax強度の運動中に運動誘発性低血糖を引き起こすことが明らかとなった。よって、この範囲内の体重における日本人男性が運動開始30分前にスポーツ現場で摂取可能な糖質31~60 gを含む500 mLの飲料を摂取することで、運動誘発性低血糖を引き起こす可能性がある。

## 利益相反

著者全員が利益相反はない。

## 著者貢献

KY、KSおよびTYが、研究のデザインの素案を作成し、その後、KY、IF、WI、CK、MT、KT、NK、KSおよびTY(以下、すべての著者)で確認し、研究デザインを確定させた。KY、IF、WI、CK、MT、NKおよびTYがデータ収集、分析を担当した。分析されたデータの解釈はすべての著者が担当した。草稿はKY、KSおよびTYが執筆し、すべての著者が批判的にレビュー、修正した。最後に原稿の最終版をすべての著者が確認し、投稿を承認した。

## 文 献

- 1) Jeukendrup, A.E., Killer, S.C.: Myths Surrounding pre-exercise carbohydrate feeding, *Ann. Nutr. Metab.*, 57, 18-25 (2010)
- 2) 寺田 新: 第3章 糖質—運動前の糖質補給に関する注意点—, *スポーツ栄養学*, pp. 84-86 (2017), 東京大学出版会, 東京
- 3) 八田早那子, 藤江衣織, 東郷将成, 他: 朝食摂取3時間後における運動前の糖質摂取量の相違が運動誘発性低血糖に及ぼす影響, *体力科学*, 70, 247-256 (2021)
- 4) 藤江衣織, 垣内ちひろ, 吉本香乃, 他: 朝食摂取後における運動直前の糖質溶液摂取が定常負荷運動時の血糖値に及ぼす影響, *日本スポーツ栄養研究誌*, 18, 39-47 (2025)
- 5) Kondo, S., Tanisawa, K., Suzuki, K., et al.: Preexercise carbohydrate ingestion and transient hypoglycemia: Fasting vs. feeding, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 51, 168-173 (2019)
- 6) Koma, R., Terasawa, N.: Pre-exercise glucose ingestion may improve endurance capacity in east asian

- student athletes with lower blood glucose response, *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*, 66, 150-157 (2020)
- 7) Burke, L.M., Hawley, J.A., Wong, S.H., et al.: Carbohydrates for training and competition, *J. Sports. Sci.*, 29, S17-S27 (2011)
- 8) 佐藤未来, 山口太一, 東郷将成, 他: 月経周期が漸増多段階運動負荷試験に伴う脂質酸化量および全身持久力に与える影響, *北海道体育学研究*, 54, 73-79 (2019)
- 9) 近藤早希, 谷澤薫平, 鈴木克彦, 他: 運動誘発性低血糖時の血糖変化量の再評価: 安静時との比較, *日本スポーツ栄養研究誌*, 12, 77-85 (2019)
- 10) Mitchell, J.B., Costill, D.L., Houmard, J.A., et al.: Gastric emptying: influence of prolonged exercise and carbohydrate concentration, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21, 269-274 (1989)
- 11) Leiper, J.B.: Fate of ingested fluids: factors affecting gastric emptying and intestinal absorption of beverages in humans, *Nutr. Rev.*, 73, 57-72 (2015)

(受付日: 2024年6月9日)  
(採択日: 2024年8月19日)

Brief Report

# Effects of pre-exercise consumption of different amounts of carbohydrates on the blood glucose levels during exercise in Japanese men

Kano YOSHIMOTO <sup>\*1</sup>, Iori FUJIE <sup>\*1</sup>, Wakana IKENAGA <sup>\*1</sup>, Chihiro KAKIUCHI <sup>\*2</sup>,  
Masanari TOGO <sup>\*3</sup>, Kazuki TAKIZAWA <sup>\*4</sup>, Nobuya KIMURA <sup>\*2</sup>, Keisuke SHIBATA <sup>\*1, \*2</sup>,  
Taichi YAMAGUCHI <sup>\*1, \*2</sup>

<sup>\*1</sup>Food and Nutrition Science, Graduate School of Dairy Science, Rakuno Gakuen University

<sup>\*2</sup>Department of Food Science and Human Wellness, College of Agriculture, Food and Environment Sciences, Rakuno Gakuen University

<sup>\*3</sup>Department of Food and Nutrition, Asahikawa City University Junior College

<sup>\*4</sup>Institute of Physical Development Research

---

## ABSTRACT

### **【Aim】**

This study was aimed at examining the effects of pre-exercise consumption of beverages containing different amounts of carbohydrates on the blood glucose levels (BGLs) during exercise in Japanese men, and at determining the amount of carbohydrates in these beverages that can cause exercise-induced hypoglycemia.

### **【Methods】**

Eight healthy Japanese male university students [body weight:  $65.8 \pm 7.8$  (49.5–77.0) kg] cycled for 30 minutes at an intensity equivalent to 65% of their maximal load 30 minutes after consuming 500 mL of a beverage containing 31 g, 45 g, or 60 g of glucose. The BGLs were measured before and at 5-minute intervals for 30 minutes after consumption of the carbohydrate-containing beverage, and during the 30 minutes of exercise.

### **【Results】**

In all the trials, the BGLs during exercise in the same six of eight participants [body weight:  $68.3 \pm 5.6$  (60.3–77.0) kg] were below the hypoglycemia threshold (72 mg/dL), with the lowest BGLs during exercise also below the threshold. There were no significant differences in the temporal changes of the BGLs among the trials.

### **【Conclusion】**

Consuming 500 mL of a beverage containing 31 g, 45 g, or 60 g of carbohydrate at 30 minutes before exercise caused exercise-induced hypoglycemia in Japanese men with a body weight of  $68.3 \pm 5.6$  (60.3–77.0) kg.

**Keywords:** hypoglycemia, endurance exercise, glucose metabolism, hydration