古典的グリコーゲンローディング法は運動能の増大に結びつくか

Effects of glycogen loading for the exercise performance during endurance exercise

1K04A195

指導教員

主査 鈴木正成先生

樋口 晴彦

副査 太田章先生

I. 目的

従来体内にエネルギーをグリコーゲンとして貯蔵するために炭水化物を中心とした食事に注目が集められてきた。筋肉や肝臓のグリコーゲンや血中グルコースなどの炭水化物の枯渇は、疲労や持久能を損なうものとして考えられていた。この持久能を最大限利用するための栄養学的戦略は体内の炭水化物の貯蔵量を増やす戦略を発展させることだった。そのほとんどに共通していることは運動中にグリコーゲンを分解するために運動直前に炭水化物を豊富に含む食事を摂取してグリコーゲン組織を大きくするグリコーゲンローディングだった。そうすることで後半の運動中に炭水化物の利用を増大し、維持をして持久能を改善しようとするものである。これらの方法は高炭水化物食を摂取して適応させるものであり、運動選手の運動能力や炭水化物を消化・吸収するための機能、体内にグリコーゲンを蓄える収容力によって制限されてしまう。またそれらは炭水化物利用の速度を遅くすることはできない。しかし筋肉脂肪を筋肉内に効果的に蓄積するファットローディングは、蓄えられたグリコーゲンを節約できるので炭水化物を利用する速度を遅くすることができる。だから私たちの研究グループは持続的運動におけるスタミナ発揮を高めるための栄養供給法をテーマに掲げ、体内に多量に脂肪を貯蔵されていることに着目した。

運動中に貯蔵脂肪細胞は脂肪分解中にホルモン感受性リパーゼによって遊離脂肪酸とグリセロールを放出する。脂肪細胞と筋肉細胞で脂肪分解に効くホルモン感受性リパーゼは、交感神経

系やエピネフリンによって活性化され、インシュリンや乳酸によって抑制される。脂肪の酸化分解は運動継続時間の延長によって増大する。最大酸素摂取量60%以下の低強度運動では脂肪酸化が起こり、最大酸素摂取量70%以上の高強度の運動ではグリコーゲンが主要なエネルギー源となる。

また持久性トレーニングは脂肪利用を促進するが、より多くの脂肪を燃焼できれば、その分筋グリコーゲンの消費を節約できる。このグリコーゲン節約効果により持久力が高まる。なぜなら筋肉グリコーゲンの貯蔵量は限られているからである。

トレーニングは血中で乳酸蓄積開始の運動強度閾値を高める。非持久性トレーニング者では最大酸素摂取量50%強度の運動で乳酸閾値に達する。それに対して、十分に持久性トレーニングを積んできたもので最大酸素摂取量70%強度で乳酸閾値まで高まる。乳酸は筋肉において脂肪の酸化利用を阻害して筋肉グリコーゲンの分解を促進する。つまり持久性トレーニングにより脂肪を効率的に燃焼できるようになる。

高脂肪食やファットローディングに体が適応できれば、運動時に脂肪酸化は促進され、炭水化物の利用が節約できるので、持久性運動のスタミナを高めることができる。高炭水化物食と比較して高脂肪食は脂肪酸化率を増大して運動中のエネルギー消費量を小さくし、筋グリコーゲン消費を節約する。

II. 方法

早稲田大学に通う7人の女子生徒を被験者と

した。被験者はグリコーゲンローディング条件では、1日目から3日目にたんぱく質24%、脂質59%、および炭水化物16%の高脂肪食を摂取した。4日目から6日目にかけて試験食を摂取した。試験食の1日の総摂取カロリーは体重kgあたり45kcalである。被験者は1日目にグリコーゲン枯渇運動を行い、3日目から6日目の間最大酸素摂取量60%強度のダンベル体操を実施した。1日目、3日目、6日目に絶食後呼気ガスを測定した。最後にC食を摂取しテスト運動を行う。コントロール条件では、グリコーゲン条件で3日目から6日目に行われる最大酸素摂取量60%強度のダンベル体操の代わりに最大酸素摂取量60%強度の運動を行うこと以外はグリコーゲンローディング条件と同じである。2条件をクロスオーバーで実施した。調整期間を1ヶ月設けた。また性周期をコントロールするために、卵胞中期にテスト運動(7日目)が一致するように調整した。

被験者には運動開始180分前に朝食を取ってもらった。運動開始の60分以上前には5分間安静状態で呼気ガスを測定して血液測定をした。運動開始の60分前と30分前に半分ずつグルコース溶液を摂取した。測定でまず最大酸素摂取量50%の自転車運動を60分間行い、呼気ガス、

心拍数を計る。60分以上経過した後に最大酸素摂取量100%の運動を行った。運動中の30分ごとに60 μ lの血液測定を2回実施した。測定項目は血漿グルコース、血漿遊離脂肪酸である。

III. 結果

古典的グリコーゲンローディングにおける筋肉グリコーゲン濃度が、若干上がったことを確認することができた。試験食で運動開始から30分間は筋肉グリコーゲン濃度が上昇しているがその後徐々に減少した。それに対して古典的グリコーゲンローディングで筋肉グリコーゲン濃度は運動開始から30分後まで減少して、その後徐々に増加した。遊離脂肪酸は試験食と比べてあまり大きく変動しなかった。

IV. 考察

今回の研究で、過去の研究とは違って古典的グリコーゲンローディングにおける貯蔵された筋肉グリコーゲンの利用の増大が確認された。これで古典的グリコーゲンローディングが持続的運動におけるスタミナ発揮を高めるための栄養供給法になると考えられる。