

スポーツ生命科学系

氏名 よし だ ごういちろう 准教授



主な研究テーマ

□運動生化学：エネルギー代謝

平成28年度の研究内容とその成果

1. はじめに

私たちが活動するためのエネルギーは、主に糖質、脂質、タンパク質、いわゆる三大栄養素を酸化することにより得られます。その中でも糖質のグリコーゲンと脂質の脂肪は、エネルギー源として大切な役割を担っています。走ることを例にとると、短・中距離走など比較的短時間に終える運動は、運動開始後すぐに動員されるグリコーゲンを源とするエネルギーで運動を遂行できます。しかしながら、マラソンなどの長時間にわたる持続的な運動になると、グリコーゲンからのエネルギー産生だけでは活動のためのエネルギーは枯渇してしまい、運動を遂行できません。すなわち、マラソンを走り終えるには、グリコーゲン以外のからだに蓄えられた何らかの貯蔵エネルギーを利用することが必要となります。その一つが脂肪ですが、脂肪からのエネルギー産生は、持続的な運動の遂行を左右すると言っても過言ではありません。マラソンを例にとりましたが、私たちの普段の生活における活動や体温の保持などについて

も、脂肪由来のエネルギーに依存するところが大きいのです。

2. 研究内容

脂肪がエネルギー源として利用されるには、まず脂肪がからだのエネルギー産生工場である、細胞内のミトコンドリアという小器官に取り込まれる必要があります。脂肪がミトコンドリアに入るためには、その輸送を担うカルニチンというビタミン・バイオフィクターが必要です。すなわち、脂肪をエネルギー源として活用するのであれば、カルニチンが不可欠になります。

カルニチンは、食物から得られるものと、からだの中でアミノ酸を原料として代謝されるものがあります。カルニチンが体内で不足すると疲労症状や肥満を呈するなど、からだにとって不都合な現象を生じることが報告されています。

生まれながらにしてカルニチンを全身的に欠損するモデル動物が見出されています。Juvenile visceral steatosis (JVS) と名付けられたこのマウスは、カルニチンのからだにおけるはたらきを調べるのにとて

も都合の良いモデル動物です。すなわち、カルニチンのレベルが低下した生体におけるエネルギーの産生は如何になるのか、不足したカルニチンを補うことによって脂肪からのエネルギー産生はもちろんのこと、運動能力の改善に効果をおよぼすか、その他の効果は如何か？平成28年度は、その基礎的検討を行いました。

3. 研究成果

図中の上段は、正常な野生型マウス（○）と、カルニチンを欠損するJVSマウス（□）の酸素摂取量を測定したものです。図中①に示す摂食条件では酸素摂取量、すなわちエネルギー産生を示しますが、両マウス間で差はありません。しかし、エサを取り除くこと（絶食）により、貯蔵された脂肪を利用せざるを得ない条件になると、図中②のようにJVSマウスの酸素摂取量は極端に低下します。ここで、酸素摂取量の低下したJVSマウスの腹腔内にカルニチンを1回投与すると、図中③の黄□印で示すように、生理食塩水を投与した赤□印のJVS対照マウスと比較して約3倍に近い酸素摂取量を

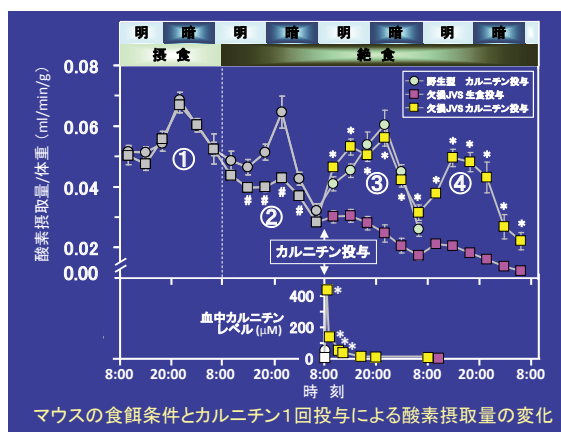
示し、青○印の野生型マウスのレベルにまで達します。カルニチンの1回投与効果はその後も続き、図中④のように少なくとも投与後2日目にまでおよびます。

図中の下段に示す投与されたカルニチンは、血中や肝臓に取り込まれたことを示しますが、数時間以内に元の低いレベルに復します。しかしながら、投与されたカルニチンが消失した後も、上段に示すとおりエネルギー産生におよぼすカルニチンの投与効果は続いています。


カルニチン投与によって示される持続的効果は、全身のカルニチンレベルが低いにも関わらず、脂肪をエネルギー源として上手く利用できるようになったことによるものです。この場合、投与されたカルニチンは、脂肪を利用する直接の因子にはなっていないことになり、二次的な投与効果、また他の何かが関与してエネルギー産生におよぼす持続的効果を生じている可能性があります。

これからの研究の展望

カルニチンが不足すると、エネルギー不足や熱産生が低下するといった疲労症状、また肥満を呈するなど、からだにとって不都合な症状を生じることが報告されています。コンビニエンスストアでは、カルニチン入り飲料が並び、テレビショッピングの画面には、カルニチン・サプリメントと銘打った商品が盛んに映し出されます。しかしながら、ここに示しましたように、カルニチンのからだにおけるはたらきは、未知



マウスの食餌条件とカルニチン1回投与による酸素摂取量の変化



の部分も多くあります。

現在、カルニチンが脳の中樞機能におよびす影響を見出して検討を進めています。カルニチンのからだにおけるはたらきと摂取の効果、また過剰に摂取した時の功罪なども含めて、健康の維持増進に役立つ情報を示すように検討を行っています。