

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

令和元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代謝（たいしゃ）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、グリコーゲン由来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維持

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利用するのであれば、カルニチンが必要になります。

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作ら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のではないか、その他の効果は如何か？令和元年度は、その基礎的検討を行いました。

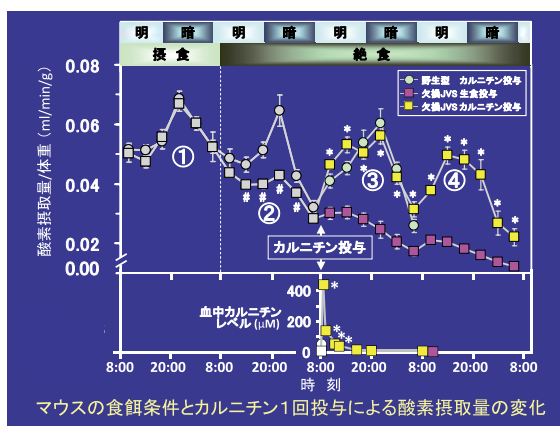
3. 研究成果

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量を示しますが、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：実験2日目の朝から）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（実験3日目の朝）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

対照 JVS 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（実験4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ています。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るのです。

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及ぼ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せるように検討を行っています。