

## 運動時のL-カルニチン単回摂取が血中カルニチン濃度、 安静時代謝および呼吸商に与える影響

山内理充、秦 真人、横田 正

### Effect of the Single, Pre-Exercise Intake of L-Carnitine upon Serum carnitine level, Resting Energy Expenditure , and Respiratory Quotient during Exercise

Masamitsu Yamauchi, Mahito Hata, Tadashi Yokota

キーワード：L-カルニチン L-carnitine、安静時代謝 resting energy expenditure(REE)、  
呼吸商 respiratory quotient(RQ)、運動 exercise

#### I. はじめに

L-カルニチンは脂肪酸の異化代謝に不可欠な生体成分である。また脂肪酸代謝途中で生成される有害な中間体の除去に関しても重要な役割を担っている<sup>1)</sup>。従って、先天的にL-カルニチンを欠く場合には疾患となり、外部からの補給が必用となる<sup>2)3)</sup>。そのため、日本においても医薬品として早くから認可され使用されてきた<sup>4)</sup>。

一方、L-カルニチンが脂肪酸の $\beta$ 酸化に必用であり、諸外国では1980年ころから、この反応を促進する目的で、ダイエットサプリメントとして利用されてきた<sup>5)7)</sup>。しかし、日本においては医薬品として薬事法の管轄下にあったが、2002年に厚生労働省の食薬区分見直しの一環として審査され食品として利用可能となった<sup>8)</sup>。

メタボリック症候群や肥満の増加という時期でもあり、L-カルニチンの脂肪燃焼作用には注目が集まった。しかし、脂肪酸の燃焼効率を増加するのであれば、エネルギー産生率も増加するはずである。そのため、海外をはじめ日本においても運動時における、エネルギー産生率の増加、すなわち持久力(スタミナ)の増加、それによる運動能力・競技成績の向上という面にも注目されるようになった。実際に1982年サッカーワールドカップで優勝したイタリアチームはL-カルニチンを摂取しており、その2年後のモスクワオリンピックでも好成績をあげている<sup>9)</sup>。現在でも特にマラソンやトライアスロンといった持久力を必用とする競技において特に

注目されており、マラソン選手がL-カルニチンを補給することによりトレッドミルランニングでの最高速度増加<sup>10)</sup>、サイクリストおよび長距離ウォーカーの最大酸素摂取量(VO<sub>2</sub>max)が増加した<sup>11)</sup>などの報告がなされている。

これまでに報告されてきた結果はL-カルニチンのある一定期間摂取して行ったものばかりであるが、今回我々は、運動前に単回摂取した場合に、L-カルニチン血中濃度、安静時代謝、呼吸商にどのような変動を与えるかについて検討を行った。

#### II. 実験材料および方法

##### 1. 対象

愛知学泉大学に在籍する学生のうち、インフォームドコンセントを行い、本実験の内容を説明し、それを十分に把握したうえで同意の得られた22歳女性6名、22歳男性1名の合計7名を対象とした。

採血は1回に必要な最低量の1mlとし、出来る限り同一血管での採血は避け、全てディスプレイの器具を使用し、感染には充分注意をはらって実施した。また、L-カルニチンを摂取するため、本研究実施前と実施後に腎・肝機能検査(AST, ALT, BUN, CRN)を測定して影響が無かったことを確認した。

##### 2. 試料

L-カルニチン：ハードカプセル2号型(原材

料名、L-カルニチンL-酒石酸塩、コーンスターチ、硬化油、ゼラチン)、1カプセルにL-カルニチンL-酒石酸塩360mg (L-カルニチンとして125mg含有)。L-カルニチン株式会社ロンザジャパンより譲渡を受けた。

### 3. 実験方法

#### 3-1. 運動方法

自転車エルゴメーター負荷量60W、回転数60rpm保持で30分間の運動を行った。この運動は3.6Mets/hの運動量に相当し、1.8Exの運動量となる<sup>12)</sup>。

被験者7名(男性1名、女性6名)は、日常の運動習慣はなかった。

#### 3-2. L-カルニチン摂取による運動負荷時のL-カルニチン血中濃度測定

被験者には前日の夕食はカルニチンを含有する肉類の摂取を禁止し、午後9時以降は絶食とした。翌日、早朝空腹時に正中肘静脈より摂取前採血を行い、L-カルニチン750mg(6カプセル)を200mlの水にて摂取した(対照実験はL-カルニチン未摂取およびL-カルニチン摂取のみで運動未実施)。摂取後直ちに3-1の運動を行い、運動直後、L-カルニチン摂取後1、2、4時間後に採血を行い、血液は凝固後直ちに遠心分離を行い、カルニチン測定まで-20℃で凍結保存した。その後、株式会社カイノス製のキットを用いて酵素サイクリング法にて血中総、アセチル、遊離の3種類のカルニチン濃度の測定を行った<sup>13)</sup>。

#### 3-3. 安静時エネルギー消費量(REE)、呼吸商測定(RQ)

3-2の実験と同時に実施したが、被験者は当日、実験室に入室後30分以上の座位による安静をとった後に、座位まま呼吸代謝測定システムAEROMONITOR(AE-300)のマスクを装着し、5分間の代謝測定を行った。有効測定値として3、4、5分の測定結果を平均して用いた。安静時エネルギー消費量はWeirの簡便式によって算出されている<sup>14)</sup>。

#### 3-4. データ処理

分析結果はすべて、L-カルニチン摂取前を

100%として摂取後の各時間の増加率をパーセントで表した。統計処理はMicrosoft Excelを用いて、グラフ作成、T検定及び分散分析を行った後、有意差検定を行いグラフ化した。

### III. 実験結果および考察

#### 1. L-カルニチン摂取による運動負荷時のL-カルニチン血中濃度測定

血中のL-カルニチンについてわれわれは、小腸から吸収されて血液中に移行したものが遊離カルニチン、ミトコンドリアでの脂質代謝に関与し、ミトコンドリア内のアセチル基あるいはアシル基を結合してミトコンドリアから血液中に移行したものがアシル(アセチル)カルニチン、これら2種類を合わせたものが総カルニチンであると仮説を立てた。

今回の運動負荷において、図1に示すように、血中遊離カルニチン濃度はL-カルニチン未摂取で運動を行った場合、時間経過と共に減少がみられ、L-カルニチン摂取では、運動を負荷した場合に摂取後2時間で運動無しに比較して有意に増加が認められた。

また、図2に示すように、血中アシルカルニチン濃度は、運動直後にL-カルニチン未摂取、摂取群とも増加が認められた。未摂取群でも増加が見られたのは、内因性のカルニチンが運動による脂質代謝亢進によって利用されたものと考えられる。実際にL-カルニチン摂取群では、運動後4時間まで有意に血中濃度が増加したが、未摂取群では内因性のものが利用された後には増加が認められなかった。これらの結果はわれわれが考えるカルニチン血中濃度変化についての仮説が正しいことを表している。

#### 2. 安静時エネルギー消費量(REE)、呼吸商測定(RQ)

図3に安静時エネルギー消費量(REE)の変動を示す。運動負荷によってREEの亢進は当然の結果であるが、L-カルニチン摂取群では摂取後1、2、4時間において未摂取群に比較して有意に増加した。また、最終測定の摂取後4時間においても低下する傾向はみられなかった。

呼吸商についても図4に示すように、運動+

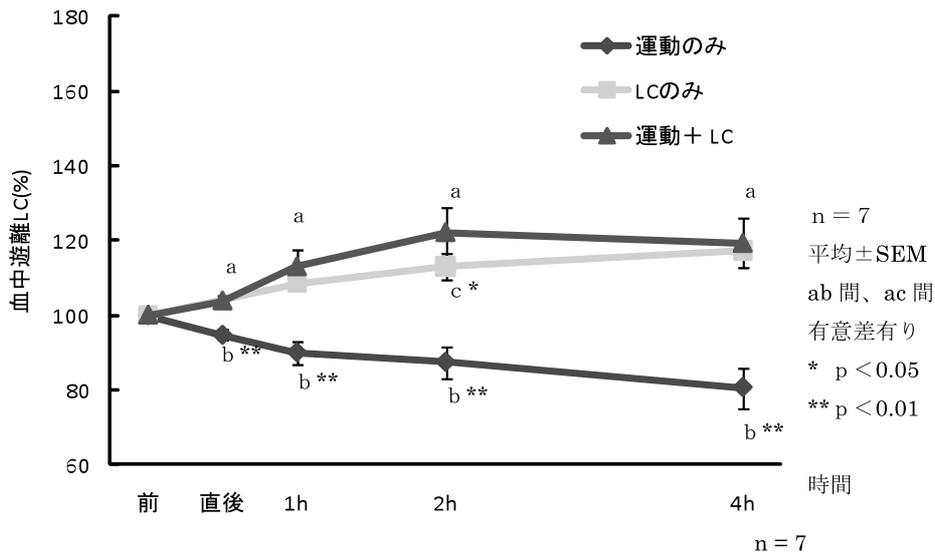


図1 血中遊離カルニチン濃度

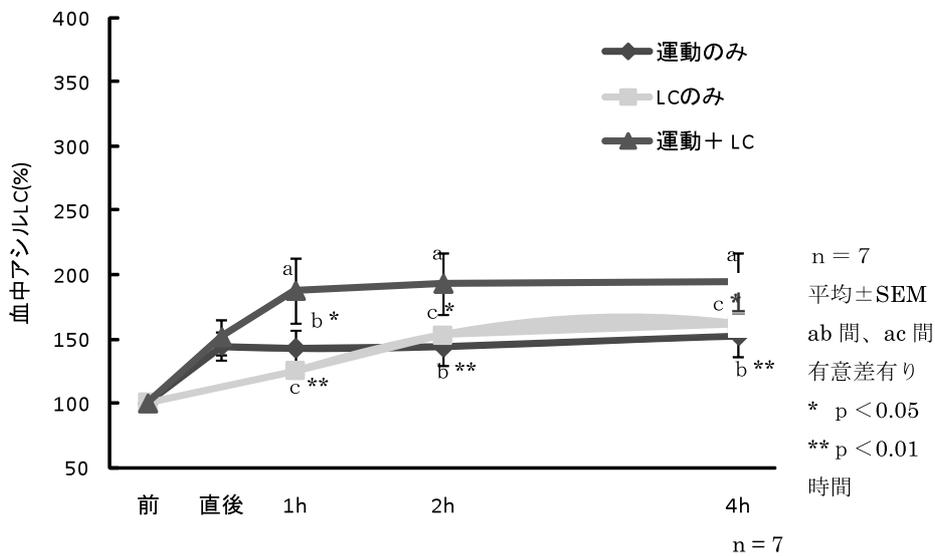


図2 血中アシルカルニチン濃度

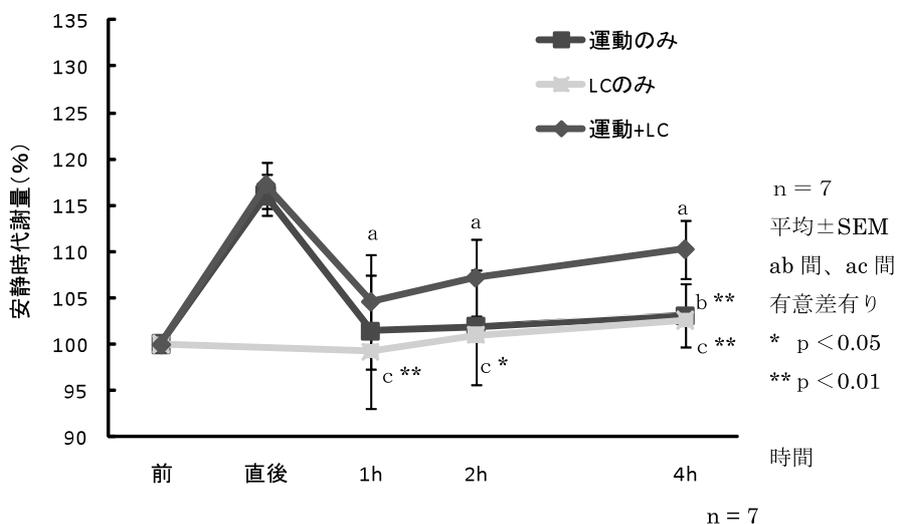


図3 安静時代謝量の変動

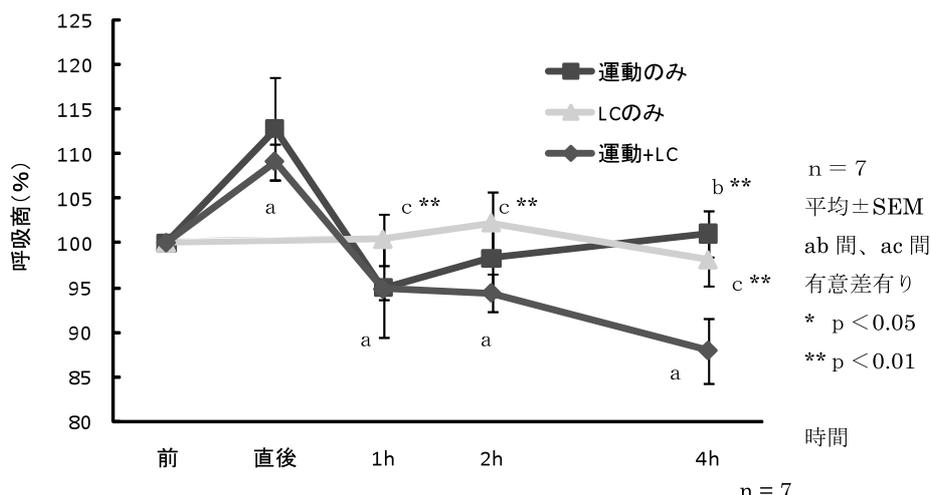


図4 呼吸商の変動

L-カルニチン群で呼吸商の有意な低下が認められた。このことは、L-カルニチン摂取のみや運動のみに比べて、脂質代謝がより亢進していることを表している。

これらの現象はL-カルニチンを一定期間継続して摂取した場合に認められると考えていたが、今回のような単回摂取においても同様の結果が得られたことは驚きである。今後は長期摂取の実験を行い、今回の結果との比較検討を行う必要があると思われる。

#### IV. 要約

運動負荷時にL-カルニチンの単回摂取によっても、血中アシルカルニチン濃度、安静時エネルギー消費量の増加、呼吸商の低下という脂質代謝の亢進を示すL-カルニチン効果と考えられる結果が得られた。

#### 引用文献

- 1) 王堂 哲:L-カルニチンの生理機能について、NEW FOOD INDUSTRY 46(10), 1-7(2004)
- 2) Editorials : Carnitine deficiency, Lancet 335, 631-633 (1990)
- 3) C. J. Rebouche and A. G. Engel : Carnitine metabolism and deficiency syndromes, Mayo Clin. Proc. 58, 533-540 (1983)
- 4) 王堂 哲:L-カルニチンサプリメント試論、NEW FOOD INDUSTRY 47(2), 1-13(2006)
- 5) J. Bremer : Carnitine-metabolism and function,

- Physiol. Rev. 64, 1420-1480 (1983)
- 6) C. J. Gross and L. M. Henderson : Absorption of D- and L-carnitine by the intestine and kidney tubule in the rat, Biochem. Biophys. Acta 772, 209-219 (1984)
- 7) M. E. Mitchell : Carnitine metabolism in human subject, Am. J. Clin. Nutr. 31, 293 - 306 (1978)
- 8) 厚生労働省医薬局長 医薬発第1115003号 (2002)
- 9) 王堂 哲:スポーツニュートリションとしてのL-カルニチン、NEW FOOD INDUSTRY 47(4), 1-7(2005)
- 10) O. J. Heinonen : Carnitine and physical exercise, Sports Med 22, 109-132 (1996)
- 11) C. Barnett et al : Effect of L-carnitine supplementation on muscle and Blood carnitine content and lactate accumulation during high-intensity sprint cycling, Int. J. Sport Nutr. 4, 280-288 (1994)
- 12) Hiatt WR. et al : Carnitine and acylcarnitine metabolism during exercise in human, Dependence on skeletal muscle metabolic state, J. Clin. Invest. 84, 1167-1173 (1989)
- 13) M. Takahashi : Carnitine determination by an enzymatic cycling method with carnitine dehydrogenase, Clin. Chem. 40(5), 817-821(1994)
- 14) 原口義座:栄養と呼吸器疾患、呼吸5(12),1317(1986)