

## 研究区分：大学のブランディング化に関する研究

### タイトル MRS/MRI を用いたインターバル速歩が骨格筋代謝に与える効果の解析

氏 名 梅田雅宏<sup>1</sup>・林知也<sup>2</sup>

【所属】医療情報学<sup>1</sup>・生理学<sup>2</sup>

#### 【はじめに】

インターバル速歩は能勢らによって体力の増強効果があり、持続可能な運動方法として提案され<sup>1)</sup>、海外でも有効な研究として注目されている<sup>2)</sup>。一般的な体力増強を目的としたトレーニングは一定時間高い負荷の運動を行う必要があると考えるが、インターバル速歩は歩く速さの最高の70%以上で3分間、速度を落として3分間を交互に続けるという方向運動とされている<sup>1)</sup>。運動の強さを酸素消費量と捉えるとき、70%以上の酸素消費量で運動すると骨格筋の収縮に伴う脂肪代謝の過程でアセチルカルニチンが上昇すると報告されている<sup>3)</sup>。我々は、2018年度の研究で時速6kmでトレッドミルで運動し、<sup>1</sup>H-MRSを用いて骨格筋中のアセチルカルニチン(acetyl-L-carnitine:ALC)の上昇について報告した。2018年の研究では例数が少なかったため、2019年度は本校の齊藤教授が行った「2019 生き生きインターバル速歩教室」の参加者に呼びかけ、地域の多くの方に研究にご協力いただき、研究を進めることができた。その結果明らかな下腿筋に ALC の増加が観測された。

#### 【方法】

##### (1) 対象

健康高齢者群 14 名(女性 12 名、男性 2 名、51~73 歳)を対象とした。測定開始前に、全ての被験者に対しインフォームド・コンセントにより、実験参加の同意を口頭および文書で得た。

##### (2) 運動方法

運動負荷として、トレッドミル(型番:TR-2100, YAMATO-HUMAN corporation, Japan)【図 1】を使用した。歩行速度は時速 4km 以上からスタートして時速 6km を目指して無理のない範囲で被験者に変速してもらった。

##### (3) 測定方法

MRS の測定は、臨床用の 3.0 T MRI 装置(Tim A Trio, SIEMENS AG, Germany)と 4ch フレックスコイルを下腿後面に巻き、外果より 12cm 上方を撮像断面とした。測定は、最初に撮像範囲(Field of View: FOV)=160mm, スライス厚 5mm の T1 強調画像を撮影し下腿の解剖画像を得た後、20mmx20mmx15mm 角領域をシングルボクセル法で計測した。測定部位(ROI: Region of Interest)はヒラメ筋上に設定した。TR=4s、TE=30ms で 32 回積算した。

##### (4) MRS データ解析

得られた MRS データは、MRI 装置に導入されている解析用アプリケーションのピークフィッ

ティングを用いてアセチルカルニチン酸および、0.8 ppm ~ 1.5 ppm の範囲を拡大して細胞内脂肪(IMCL)と細胞外脂肪(EMCL)のピーク面積を求めた。

#### 【結果】

ALC の増加は運動後に全例で上昇し(図 1)、高齢者群では Cr の比で 10%の増加であった( $P<0.001$ )(図 1, 3)。しかし、IMCL と EMCL(図 2,4)については有意な変動が認められなかった。

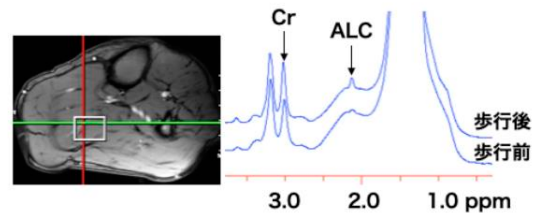


図 1 運動前後の<sup>1</sup>H-MRSによる代謝物の変化

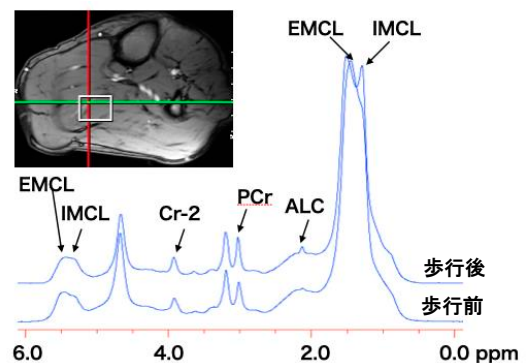


図 2. 運動前後の<sup>1</sup>H-MRSによる脂肪変化

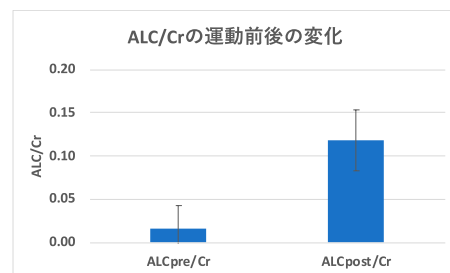


図 3 運動前後の ALC の運動による変化

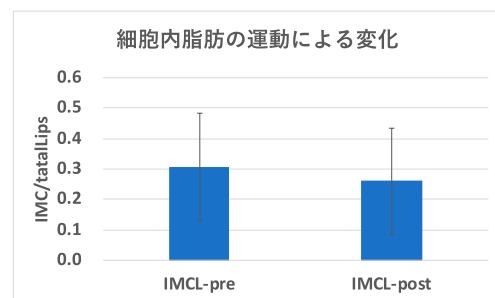


図 4 運動前後の細胞内脂肪の運動による変化

## 【考察】

今回の研究では 20 分の短い運動でも比較的高負荷であれば ALC が観測できることが分かった。2018 年度の研究では、比較的若い研究協力者に 5km/h で同じ時間の歩行後に ALC の上昇が認められないケースもあった。今後インターバル速歩と同等の運動負荷で ALC 上昇が確認できるかなどの研究が必要になる。

ALC は血中に入り、脳のミトコンドリアの代謝を高めると考えられ、抗酸化作用、細胞修復作用などが報告されている<sup>3)</sup>。サプリメントとして投与され BBB を通過することが報告されている<sup>4)</sup>。今回、研究協力いただいた方々は日頃から運動に興味を頂き、南丹市が開催するウォーキングなどの取り組みにも積極的に参加されている方が多いと聞いている。高齢にもかかわらず、非常に活動的に思えた。インターバル速歩を継続しているグループを含めて、fMRI で脳機能活動を調べ、速歩と脳活動の関連を検討することで、運動が脳活動に与える影響を明らかにすることができるかもしれない。

また、本研究の遂行にあたり、「2019 生き生きインターバル速歩教室」を開催し研究協力者の募集にご協力いただいた本学齊藤昌久教授ならびに、研究の趣旨を理解し広く研究協力者を呼びかけていただいた南丹市保健医療課の疋田ミツル様や課員皆様に感謝申し上げます。

## 【参考文献】

- 1) Nemoto K, et al. Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc.* 2007;82:803–811
- 2) Sahlin K. Muscle carnitine metabolism during incremental dynamic exercise in humans. *Acta Physiol Scand.* 1990 Mar;138(3):259-62.
- 3) Rump TJ, et al. Acetyl-L-carnitine protects neuronal function from alcohol-induced oxidative damage in the brain. *Free Radic Biol Med.* 2010 Nov 30;49(10):1494-504.
- 4) L. Parnetti, et al. Pharmacokinetics of IV and oral acetyl-L-carnitine in a multiple dose regimen in patients with senile dementia of Alzheimer type. 1992, *European Journal of Clinical Pharmacology* volume 42, pages89–93