

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 8 日現在

機関番号：35314
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2010～2011
 課題番号：22700665
 研究課題名（和文） カルノシン摂取が筋疲労を軽減させる作用機序の解明
 研究課題名（英文） Clarify the mechanism of attenuating effect at muscle fatigue by carnosine ingestion.
 研究代表者
 前村 公彦（MAEMURA HIROHIKO）
 環太平洋大学・体育学部・准教授
 研究者番号：40454863

研究成果の概要（和文）：近年、カルノシンは、筋疲労の軽減に寄与する可能性を秘めたサプリメント素材として国内外で注目をあびてきている。本研究では、カルノシン摂取が筋疲労を軽減させる作用機序の解明を目的とし、カルノシン摂取が筋小胞体の機能に及ぼす影響および運動時における筋 pH 動態に及ぼす影響について検討した。その結果、カルノシン摂取による筋疲労の軽減は、筋小胞体の機能改善と筋 pH の低下抑制が関与している可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：In recent year, Carnosine attract at home and abroad attention as supplement with potential attenuating effect at muscle fatigue. The purpose of this study was clarified the mechanism of attenuating effect at muscle fatigue by carnosine ingestion, in particular, sarcoplasmic reticulum (SR) function that occur with high-intensity exercise and muscle energy metabolism during isometric knee extension exercise. In the results, attenuating effect at muscle fatigue by carnosine ingestion were participate in improvement of SR function and inhibiting the degradation of intracellular pH.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：カルノシン、骨格筋疲労、サプリメント

1. 研究開始当初の背景

近年、カルノシンは、筋疲労の軽減に寄与

する可能性を秘めたサプリメント素材として国内外で注目をあびてきている。しかしな

がら、カルノシンが組織レベルでどのように筋疲労に影響しているのか、その詳細なメカニズムについては明らかではない。

2. 研究の目的

本研究では、カルノシン摂取が筋疲労を軽減させる作用機序の解明を目的とする。具体的には、以下に示す二つの観点から2年間に渡って検討する。

(1) カルノシン摂取が筋小胞体の機能に及ぼす影響

(2) カルノシン摂取が運動時における筋 pH 動態に及ぼす影響

3. 研究の方法

(1) カルノシン摂取が筋小胞体の機能に及ぼす影響

実験には Wistar 系ラット (6 週齢、雄、40 匹) を用い、これらを 1 週間の予備飼育後、カルノシン摂取 (carnosine; Car) 群とコントロール (control; C) 群とに分け、5 週間飼育した。さらに、Car 群、C 群の半分を解剖時に運動を負荷する群 (exercise; E) と負荷しない群 (rest; R) とに分け、計 4 つ (Car+E 群、Car+R 群、C+E 群、C+R 群) の群を設定した。被検筋には、速筋線維からなる腓腹筋表層部と主に遅筋線維からなるヒラメ筋を用い、得られた筋サンプルより、筋小胞体の機能および骨格筋カルノシン濃度を測定した。筋小胞体の機能については、筋サンプルから筋小胞体を精製し、SR Ca^{2+} -ATPase 活性および Ca^{2+} 取り込み・放出速度を分光光度計、細胞内イオン測定装置を用いて測定した。骨格筋カルノシン濃度については、残りの筋サンプルをホモジナイズし、アミノ酸分析機を用いて測定した。

(2) カルノシン摂取が運動時における筋 pH 動態に及ぼす影響

一般健常男性 12 名をカルノシン群 6 名とプラセボ群 6 名とに分け、いずれの群も 1 日 200ml のドリンクを 30 日間摂取させた。ドリンク摂取前後に、安静時および運動時の筋エネルギー代謝を ^{31}P -MRS を用いて測定した。実験運動は、MR 装置内で、脚に対して任意に負荷をかけることができる運動装置を用いて、仰臥位での右脚の等尺性膝伸展運動を疲労困憊に至るまで行わせた。なお、被験者には、30 日間の摂取期間中は通常通りの食事をしてもらうようにし、毎週 (連続する 3 日間) 食事調査を行うことにより、栄養に偏りがなかったかを確認した。

4. 研究成果

(1) カルノシン摂取が筋小胞体の機能に及ぼす影響

Car 群では、骨格筋カルノシン濃度が有意に増加し (表 1)、それに伴い、 Ca^{2+} 放出速度 (図 1) および Ca^{2+} の取り込み速度 (図 2) において、運動による低下を抑制することが明らかとなった。以上の結果から本研究では、カルノシン摂取による筋疲労の軽減は、筋小胞体の機能を改善することによるものと推察された。

Table 1. Concentrations of carnosine, anserine, glycogen and lactate in the superficial portion of vastus lateralis muscle from rats fed different diets.

Group	n	Carnosine		Anserine		Glycogen		Lactate	
		mmol per g wet weight				$\mu\text{mol per g dry weight}$			
CON									
rest	10	6.15 ± 0.55	8.91 ± 0.42	135.6 ± 9.2	**	4.5 ± 0.3			
exercised	10	6.11 ± 0.57	8.76 ± 0.87	82.4 ± 12.6	**	12.3 ± 3.4	**		
CBEX									
rest	10	6.90 ± 0.54	††	12.75 ± 1.63	††	147.0 ± 13.9		5.3 ± 0.6	
exercised	10	7.02 ± 0.47	††	12.77 ± 2.00	††	81.9 ± 19.5	**	12.8 ± 2.4	**

Values are means ± SD. For treatment of rats, see legend to Fig. 1. n, number of samples; CON, control; CBEX; chicken breast extract. ** $P < 0.01$ rest vs exercise, †† $P < 0.01$ CON vs CBEX.

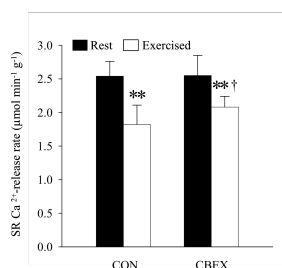


図1. Ca^{2+} 放出速度

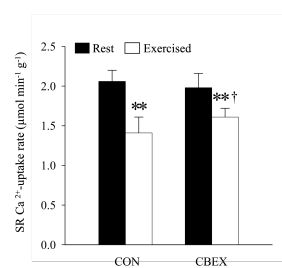


図2. Ca^{2+} 取り込み速度

(2) カルノシン摂取が運動時における筋 pH 動態に及ぼす影響

摂取前後での運動持続時間は、プラセボ群では有意な変化は認められなかったのに対して、カルノシン群において摂取後に有意に延長することが認められた (図 3)。また、カルノシン群のいずれの被検者においても摂取後に筋 pH の低下を抑制する傾向にあり

(図 4)、特に運動持続時間が大幅に延長した被検者においてその差は顕著であった。以上の結果から本研究では、カルノシンの長期摂取は、筋疲労の一要因である筋 pH の低下を抑制することにより、運動パフォーマンスを向上させる可能性が示唆された。

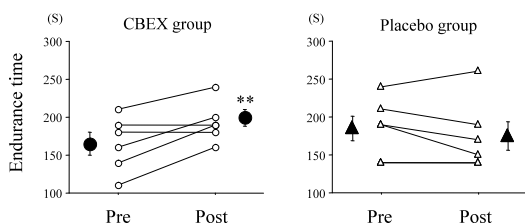


図3. 等尺性膝伸展運動における運動持続時間

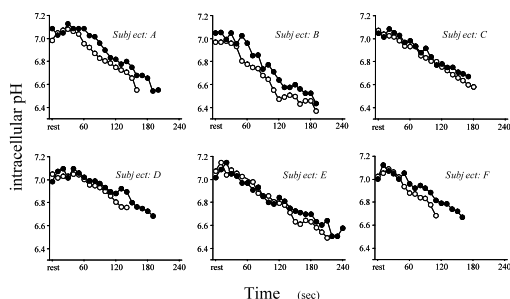


図4. 等尺性膝伸展運動中における筋pH動態 (カルノシン群)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Takayuki M, Sato M, Maemura H, Takahata Y, Morimatsu F., Expression profiles of carnosine synthesis-related genes in mice after ingestion of carnosine or Szalanine, Journal of the

International Society of Sports Nutrition, 査読有, 2012 Apr 17;9(1):15

DOI: 10.1186/1550-2783-9-15

- ② 前村公彦, いくつになってもスイスイ歩こう! つまづき・転倒はイミダゾールペプチドで防げる, 百年人生を応援する仁丹堂, 査読無, 2012, 5, 7-8.
 ③ 前村公彦, 運動時の疲労とカルノシン・アンセリン, Food Style 21, 査読無, 2010, 14, 28-31.

[学会発表] (計 2 件)

- ① 前村公彦, 運動時の疲労とカルノシン, 第 64 回日本栄養・食糧学会大会, 2010, 5 月, アクティ徳島.
 ② 前村公彦, 山本泰明, カルノシン摂取が中長距離選手におけるコンディショニングおよび運動パフォーマンスに及ぼす影響, 日本体育学会第 62 回大会, 2011, 9 月, 鹿屋体育大学.

[図書] (計 1 件)

- ① 前村公彦, 野球少年の食事バイブル. 強い選手は食事もスゴイ! (木村修一 監修) 野球少年の栄養学 5, 魔法の栄養成分, 運動時の疲労とカルノシン, 女子栄養大学出版社, 2010 年.

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:

○取得状況 (計 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 取得年月日:
 国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

前村 公彦 (MAEMURA HIROHIKO)
環太平洋大学・体育学部・准教授
研究者番号：40454863

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

和田 正信 (WADA MASANOBU)
広島大学・総合科学研究科・教授
研究者番号：80220961

鈴木 康弘 (SUZUKI YASUHIRO)
国立スポーツ科学センター・スポーツ科学
部研究部・研究員
研究者番号：00392697