

Prolonged Exercise に伴う血中アミノ酸動態

山田 茂*

Changes in Blood Amino Acids upon Prolonged Exercise

by

SHIGERU YAMADA*

Abstract

The purpose of the study was to investigate the changes in alanine and essential amino acids in relation to energy supplying mechanism during long distance run which consumes much energy. Changes in lysine as a measure of bradykinin changes, as suggested by Ono, et al., were also studied.

Seven healthy male long distance runners in a college, whose age varied between 18 and 22 years, volunteered as subjects. Pre-exercise blood test was administered four hours after lunch, while no restrictions were made on preceding meals, taking blood sample from cubital vein. The serum was processed through amino acid analytic apparatus to quantify 16 kinds of amino acids. Same procedure was taken again after 12km run (with maximum speed for each individual).

The results indicated consistent increase of alanine by 30 per cent averagely, while essential amino acids such as lysine and valine did not show consistent trends of increase or decrease. Leucine increased in six subjects, though in one subject it showed a slight decrease.

From the results, particularly because of the significant increase in alanine, it seems that amino acids play a role of energy supplier as well as the cases of carbohydrates and lipids in 12 km run. On the several subjects increase of essential amino acids especially leucine were observed. It seem to us the sign of proteolysis according with the exercise.

緒 言

直接のエネルギー生産をもたらすローマン反応は、すべての代謝活動に優先するとされる¹⁾。エネルギー供給体としてのATPの再合成のためのエネルギーは、主として炭水化物、脂肪に由来するが、多量のエネルギー消費時には gluconeogenesis の関与がより大きくなる。身体を構成す

る際に第一義的意味をもつアミノ酸も gluconeogenesis の素材として筋肉運動時には多く要求されるようになり、glucose に転換されてエネルギー源となる。特にアラニンは、飢餓時や長時間の運動時に血清中で著しく増加するといわれている^{2) 6)}。この血中アラニン増加の起因については二通りの報告が見られる。ひとつは、筋肉蛋白質の分解によるもので、これによって生じたアミノ

* 東京大学教養学部体育研究室 (Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

酸は整理されてアラニンとして血中に放出され、肝臓にとりこまれてグルコース新生に大きく関与する。このアミノ酸からグルコースを生じる時に放出される窒素は、尿素として尿中に出るので尿素の量から蛋白質の分解量を求めることができる⁵⁾。もうひとつは、骨格筋で過剰に生産されたピルビン酸にアミノ基が結合して血中放出され、さらに肝臓においてアミノ基を放出して再びピルビン酸となり糖を新生するもので、糖の再利用と呼ばれるものである⁴⁾。

小野等は、同一の運動負荷において静脈血血清中のアラニンの変化が個人によって異なり、一定の傾向を示さなかったと報告している⁶⁾⁷⁾。また、運動の強度、時間を変えたことによってアラニン、リジン、ロイシンなどの個々人の運動前後の血清中変化率は異なる傾向を示し、運動条件が生体内のアミノ酸代謝に変化を及ぼすことを示唆している。さらに、アラニンは、gluconeogenesisの素材として、エネルギー供給体としてのATPの再合成のために役立つ、リジンの上昇は降圧物質であるブラジキニンの活性化を裏づけるものと推察している⁷⁾。小野等は、一般学生を被検者として実験を行なったが、今回、著者は、エネルギー消費の著しい持久走におけるエネルギー供給に関連してアラニンと必須アミノ酸の動態をみ、また小野等の言うブラジキニンの動態の指標としてのリジンの変化を見るために運動鍛練者に対して prolonged Exercise を実施させ、運動前後の血清アミノ酸の変化について検討したので報告する。

実験方法及び対象

本実験の被検者は健康な大学男子陸上競技部長距離選手7名(年齢18歳~22歳)である。身長、体重、皮脂厚等については表1に示した。

今回の実験では、それぞれの被検者に最大努力によって12km走(Prolonged Exercise)を行なわせ、その直前及び直後の血清アミノ酸濃度を比較した。尚、実験前の食事については特に規制せず、当日の昼食摂取4時間後に実験を行なった。

血液はすべて肘静脈から採取し、遠心分離器によって血清を分離し、スルホサリチル酸で除蛋白

を行なった後、その上澄中のアミノ酸を日本電子製 JLC-6AS Amino Acid Analyzer によって分析した。方法は、ナトリウム法であり、クエン酸緩衝液の p.H を、1st が 3.25, 2nd が 4.25, 3rd が 7.02 として分析した。

Table.1 Physical characteristics and 12km running time

Subj	ages	height	weight	R.I.	skinfold	time
J・M・	20	164.0	54.5	123.5	18.2	58' 37"
T・I・	18	171.1	65.8	131.0	18.8	42' 12"
I・M・	22	162.4	52.6	123.0	20.2	41' 55"
K・K・	18	169.3	52.8	109.0	10.0	41' 15"
T・M・	21	164.2	54.9	124.0	22.2	40' 55"
H・K・	21	167.2	63.7	136.0	21.2	40' 15"
S・T・	19	170.0	60.6	123.0	17.6	38' 59"
	yr	cm	kg		mm	

結 果

表2は、運動前後の静脈血血清中の各種アミノ酸の濃度をまとめたものである。

安静時の各アミノ酸の濃度は個人によって相当開きがあった。スレオニンは、127.2 μ mol/l~326 μ mol/l、アラニンは、192.5 μ mol/l~292.8 μ mol/lであった。また、個々のアミノ酸の濃度の水準にもアミノ酸により大変差がある。例えば、スレオニン、アラニン、バリンなどは3桁の位を示し、チロシン、フェニールアラニン、ロイシンなどは2桁を示し、アスパラギン酸は、1桁の数値を示している。

運動後において、運動前に比べてアラニンは30.2~152.1 μ mol/lの増加を示し、スレオニンは、11.0~107.0 μ mol/lと減少し、それぞれ大幅な個人差を示した。また、アスパラギン酸(-0.3~+1.7 μ mol/l)のように個人差が少ないが、増加する者と減少する者が見られるアミノ酸もあった。

図1, 2は、12km走前と直後の血清中アミノ酸の濃度差の平均値を示したものである。運動後の血清アミノ酸濃度は、運動前に比べて減少するものが多かった。しかし、糖原性アミノ酸のうちアラニンは著しい増加を示し、運動前のアラニン濃