

ジョシノサイダイサギョウジニオケルケツチュウア ミノサンノヘンカニツイテ

小室, 史恵
Institute of Health Science Kyushu University

<https://doi.org/10.15017/327>

出版情報 : 健康科学. 1, pp.47-52, 1979-03-30. Institute of Health Science, Kyushu University
バージョン :
権利関係 :



女子の最大作業時における血中アミノ酸 の変化について

小 室 史 恵*

Study on the Variation of Concentration of Blood Amino Acids by Maximal Exercise in Female

Toshie KOMURO*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in amino acids by maximal exercise in female.

Three healthy female subjects in a college were tested.

The results indicated increase of NH_3 , Glutamate and Arginine after exercise. Alanine showed a slight increase 10 minutes after exercise.

From the results, it does not seem to the sign of proteolysis according with short time maximal exercise in female.

(Journal of Health Science, Kyushu University, 1 : 47~52, 1979)

緒 言

筋活動のエネルギー源として炭水化物や脂肪は疑う余地なく重要な役割を果たしている。これに対して、蛋白質やその低分子量の物質である窒素含有物質は、主に身体構成成分として、あるいはホルモン・酵素等の生機触媒物質として、あるいは ATP や Phospho-creatine 等のエネルギー運搬体としての重要性が第一義的な役割と考えられ、エネルギー供給物質としての重要性は認められていなかった¹⁾。しかしながら、P. Felig²⁾, V. Brodan³⁾ によると、ある条件下においてはこれらの窒素含有物質が身体活動時に重要な役割を果たすことが指摘されている。これらのデータは男性を被験者に用いたものが多いが、小野ら⁴⁾は 10000m 以上のランニング時における血中アミノ酸の変化には性差が見られることを報告している。そこで、今回は女子において最大作業を負荷した際の血清遊離アミノ酸の動態を観察する目的で実験を行なっ

た。

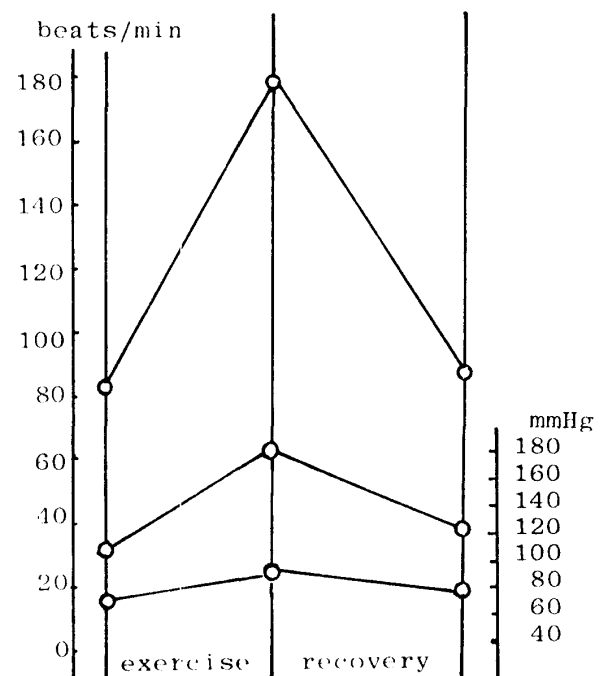


Fig. 1. Influence on heart rate and blood pressure by exercise.

* Institute of Health Science, Kyushu University, Ropponmatsu, Fukuoka 810, Japan.

Table 1. physical characteristics of subjects

Subject	Age	Height	Weight	All out time		Heart rate at maximum work rate
	(yr)	(cm)	(kg)	(min)	(sec)	(beats/min)
J.I	21	153.7	47.6	4, 40	6	166.5
A.H	21	156.7	57.65	5, 32	3	170.0
K.E	22	162.3	60.73	5, 21	4	170.5
Mean	21	157.6	55.34	5, 11	4	169.0

Table 2. The venous concentration of blood amino acids obtained before exercise, immediately after exercise, 10 min after exercise for each subjects.

	J. I			A. H			K. E		
	B	I. A	A. 10	B	I. A	A. 10	B	I. A	A. 10
Asp	2.6	3.0	3.1	6.3	4.8	3.0	4.2	3.5	3.0
Thr	168.5	127.4	105.4	136.8	117.9	169.7	297.2	239.0	137.5
Ser	86.6	70.7	65.4	76.7	68.0	69.2	74.8	69.7	64.1
Glu	24.2	24.3	23.8	32.6	48.6	26.2	23.6	26.0	23.9
Pro	48.5	42.3	41.4	59.8	56.6	50.8	39.7	36.9	35.2
Gly	144.5	122.9	106.0	105.8	91.2	81.9	119.6	113.0	91.1
Ala	158.6	154.9	167.5	198.6	165.1	172.0	119.6	156.5	159.6
Cis	21.9	7.5	14.4	27.3	26.4	28.3	20.3	19.4	17.7
Val	95.4	82.4	74.9	103.9	88.7	85.6	78.4	72.9	65.3
Met	12.2	9.4	9.7	12.2	9.0	9.3	9.6	8.1	7.9
Ileu	26.2	22.2	19.5	10.0	17.6	19.1	18.7	16.9	18.7
Leu	51.5	44.1	38.9	53.4	45.2	45.1	47.7	37.2	35.9
Tyr	24.2	20.3	18.9	26.5	22.0	20.7	23.8	21.4	19.7
Phe	70.2	63.4	48.9	59.7	58.3	38.9	75.1	73.3	62.2
His	38.4	36.8	35.1	42.2	38.3	37.9	35.4	35.2	31.5
Lis	89.9	71.2	72.8	85.9	77.1	73.7	67.7	64.5	54.5
Arg	44.7	47.0	42.3	37.4	40.3	35.0	34.9	36.6	31.7
NH ₃	80.6	100.0	92.1	108.0	140.7	64.0	35.0	63.1	49.5

Asp=Aspartic acid Thr=Threonine Ser=Serine Glu=Glutamate Pro=Proline Gly=Glycine
 Ala=Alanine Cys=Cystine Val=Valine Met=Methionine Ileu=Isoleucine Leu=Leucine
 Tyr=Tyrosine Phe=Phenylalanine His=Histidine Lys=Lysine Arg=Arginine

B=Before exercise

I. A=Immediately After exercise

A. 10=10minutes after exercise

研究方法

被験者は健康な大学生女子弓道部々員3名である。各被験者の年齢・身長・体重・オールアウトタイム・最大心拍数について表1に示した。

運動負荷はモナーク社製の自転車エルゴメーターによって行なった。運動開始から2分間を600kpm/minとして、以後疲労困憊に至るまで1分毎に150kpm/min づつ負荷を漸増した。

運動負荷前の採血は最終食事後12時間以上経過した午前9時~10時の間に行なわれ、その後は、運動終了直後、回復10分後に肘静脈より行なわれた。採血量は1回約8ccとし、採血後速やかに遠心分離し、得られ

た血清をスルホサリチル酸によって除蛋白したものを標本として、日本電子製自動アミノ酸分析機 JCL-6 AS を用いて分析を行なった。分析方法はナトリウム法であり、クエン酸緩衝液の p.H は、1st が 3.25, 2nd が 4.25, 3rd が 7.02であった。

結果

図1は、運動負荷による心拍数、血圧の変化を示したものである。最大心拍数は運動終了直後に平均値で169.0beats/min を記録した。最高血圧、最低血圧は、直後に夫々 160mmHg, 82mmHg を示し、安静時に比べ脈圧の増大から心機能の亢進が認められる。回復10分後には、心拍数、血圧ともにほぼ安静レベルに

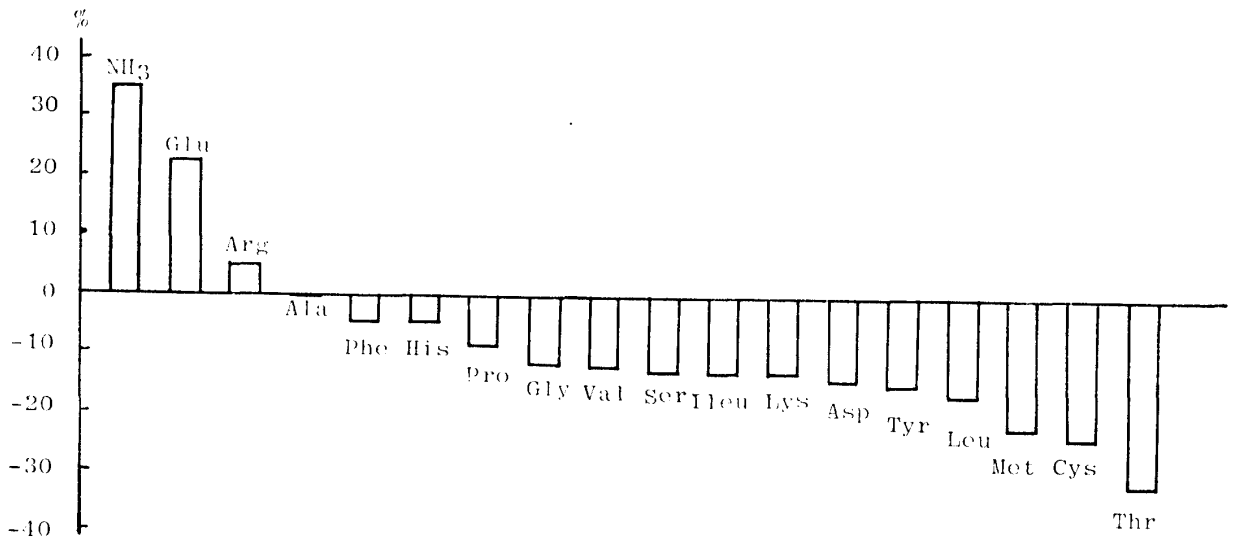


Fig. 2. Variation of the venous concentration of each amino acids immediately after exercise.

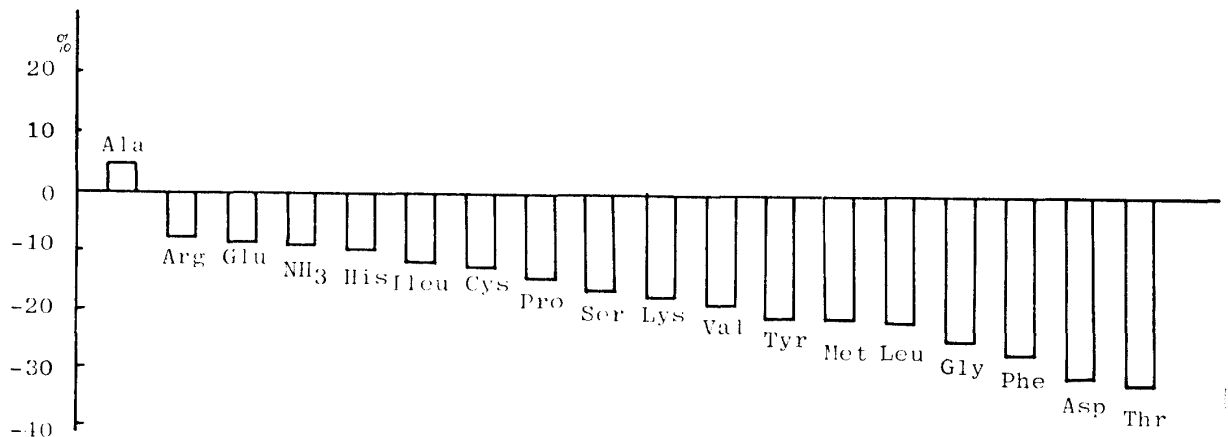


Fig. 3. Variation of the venous concentration of each amino acids 10 minutes after exercise.

戻っていた。

表2は、運動前、直後、回復10分後の各種血清遊離アミノ酸及び NH_3 濃度をまとめたものである。また、図2、図3は、運動前と直後、回復10分後の各血清アミノ酸の濃度差を運動前値に対する増減率で表わしたものである。運動直後に増加したアミノ酸は、Glutamate 及び Arginine で、平均で夫々 23.0%、5.9%の増加率を示した。また、 NH_3 は、平均で 35.9%の増加率を示した。また、 NH_3 は、平均で 35.9%の増加率を示した。Alanine は、被験者 K.E.のみ、直後に増加し、Aspartic acid は、被験者 J.I. の

み、増加を示した。その他のアミノ酸は全て減少を示した。回復10分後には、Alanine が平均で 4.7%の増加率を示し、3名とも直後値を上回る値を示した。直後において増加した NH_3 は、回復10分後には平均で 8.5%の減少率を示した。

考 察

健康な成人女子に5分間程度の最大作業を行なわせた際の血中アミノ酸の変化を観察した。筋活動時に血中の NH_3 が増加することは古くから知られている。

この NH_3 の大半は、アデノシンヌクレオチドの脱

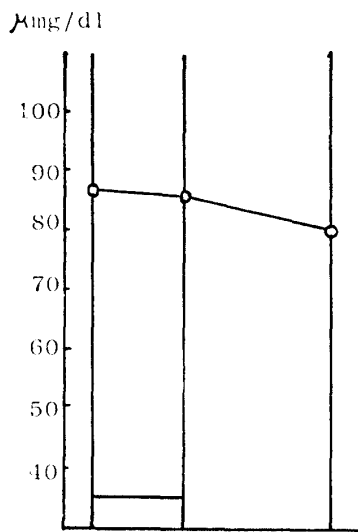


Fig. 4. Influence on Glucose by exercise.

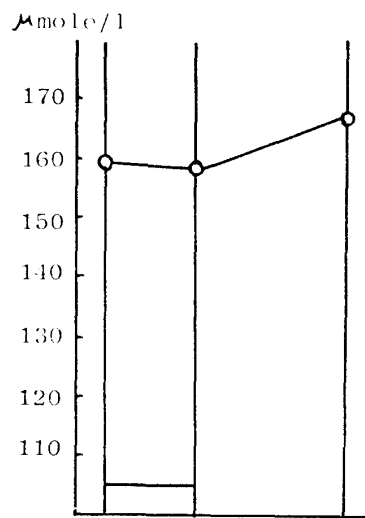


Fig. 5. Influence on Alanine by exercise.

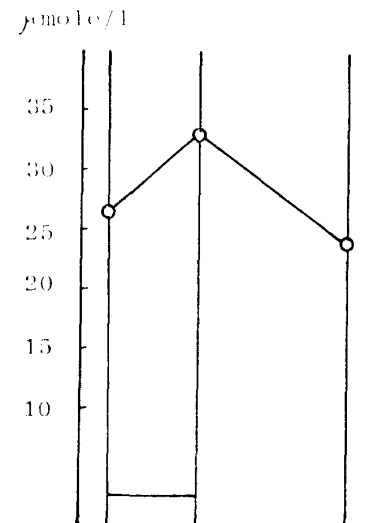


Fig. 6. Influence on Glutamate by exercise.

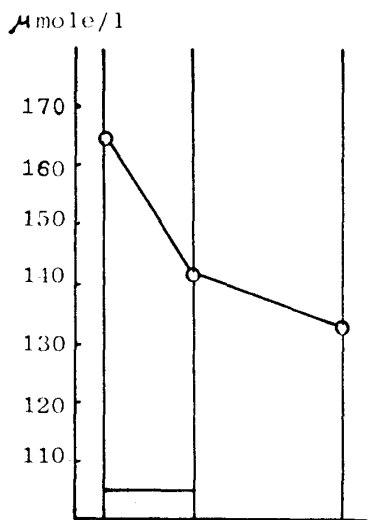


Fig. 7. Influence on Branched chain amino acids by exercise.

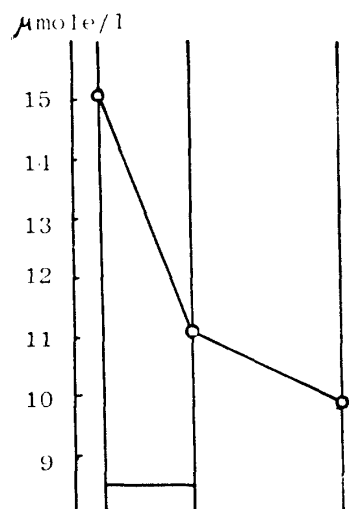


Fig. 8. Influence on blood BUN by exercise.

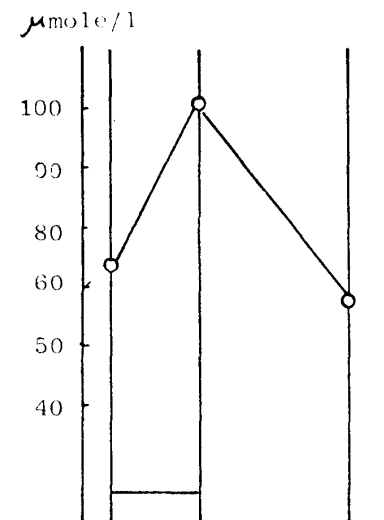


Fig. 9. Influence on NH_3 by exercise.

アミノに由来することが Kirsten ら⁵⁾ によって報告されている。また, Lowenstein ら⁶⁾ は, アンモニアが解糖の鍵酵素の1つであるフォスホフルクトキナーゼの賦活体として作用し, ATP 利用の増大する筋組織でのエネルギー供給における調節的役割を果たしていると報告している。今回の実験では, 静脈血中 NH_3 濃度は, 直後に35.9%の増加を示し, これまでの知見と一致している。また, prolonged exercise に於いて増加を示す^{2) 3) 4)} との報告がある Alanine は, P・Felig²⁾ によれば, 筋蛋白の分解によって生じたアミノ酸の整理されたものと考えられるが, このものは運動直後において被験者 K.E のみ増加し, 他2名は減少を示した。K.E. は, 体育科学生であり, J.I, A.H. は文科系学生であることから, 鍛練度の違いによるものと思われる。回復時には, 直後値を上回る値を示し, 平均で4.7%の増加を示した。Anaerobic な成分の著明な運動時には, 乳酸の増加や, 乳酸とピルビン酸との商が増大することが知られており, Glucose-Lactate cycle いわゆるコリの回路が優先的に亢進する。図の4に今回の実験時の Glucose の平均値を示したが, 安静値が 87.3 mg/dl, 直後値が 86.0mg/dl, 回復値が 80.3mg/dl であり, 負荷直後に Glucose の低下はほとんど見られず維持されており, 回復時に低下を示している。これとは逆に図5に示した Alanine は, 回復時に増加している。これらのことから, 短時間の最大作業時には, エネルギー供給物質としてのアデノシンヌクレオチドが初期に利用され, さらにATPの利用によって生じた NH_3 が ATP 再生産の為に解糖系を賦活し, 回復期においては, 負債されたエネルギー消費を補足する為の Glucose 利用増大を補う為に糖新生素材としての Alanine の増加が見られたものと考えられる。

ところで, NH_3 という身体組織にとっては毒物が生産された場合, これを解毒する必要が生ずる。アミノ酸の中でも, Glutamate は, Alanine とサイクルを作っており (Glutamate-Alanine cycle), エネルギー消費の変化の著しい筋肉独特のサイクルである。これは, 生産された NH_3 と Alanine が結合し, Glutamate を作ることによって解毒を行なうという筋組織を生理的に維持する上で重要なサイクルと考えられている。図6は, 運動による Glutamate の変化を示したものであり, 安静値が平均で 26.8 $\mu\text{mole}/\ell$, 直後が 33.0 $\mu\text{mole}/\ell$, 回復値が 24.6 $\mu\text{mole}/\ell$ で, 直後に23.0%の増加, 回復時に8.1%の減少を示している。安静時に比べて, 平均値で運動によって増加し

たアミノ酸は, この Glutamate と尿素サイクルの基質の1つである Arginine のみであった。これは, Alanine が, 直後において増加しなかった原因として NH_3 の除去に利用された可能性をもつし, 又組織において生産された正味の NH_3 は Glutamate に結合されたものを加えると更に上回るものと考えられる。さらに, 回復時には, Glutamate, NH_3 の低下とは逆に Alanine が増加したことから, 運動時には, Glutamate-Alanine cycle が亢進していることが裏づけられる。

Leucine, Isoleucine, valine 等の分岐鎖アミノ酸は, Odessey ら⁷⁾ によると, 骨格筋で代謝され Alanine にかわることによってエネルギー供給に関与すると報告されているが, 図7に示したように, 分岐鎖アミノ酸の総量は, 直後, 回復時とも減少した。また分岐鎖アミノ酸は, 必須アミノ酸であり, これは, 体内で合成されないことから必須アミノ酸の増加は, 体蛋白の崩壊とみられる⁸⁾。今回の実験では, 分岐鎖アミノ酸は低下を示し, また, 体蛋白崩壊の指標に用いられている BUN も, 図8に示したように低下していることから女子の5分間程度の exhausting exercise では, 蛋白分解は亢進しないと考えられる。尿素の低下に関しては, Broden ら³⁾ は尿素合成の inhibitor として Alanine と Lactate が関与し, Arginine から Ornithine へ変化する段階で尿素合成を抑制する為であると報告している。今回の実験では乳酸は測定していないが, このような運動においては乳酸生産増大は必至であり, 尿素の低下はこれらに起因していると思われる。Arginine が直後に増加したのも Arginine から Ornithine への段階で抑制が働いたためとも考えられるが, 汗中に尿素を排泄することによって血中尿素を幾分低下させ, 尿への排泄を代償することも知られている。

男子における all-out 運動時には, Lysineの増加が認められているが⁹⁾, 今回の女子の運動では, Lysine の増加は見られなかった。

要 約

女性の最大作業時に於ける血中遊離アミノ酸の動態を観察する目的で研究を行なった。被験者は, 健康成人女性3名で, 運動は5分間程度の exhaustive exercise を負荷した。運動前, 直後, 回復10分後に採血を行ない, 分析を行なった。その結果, 5分間程度の女子の最大作業時には, 体蛋白の崩壊によるエネルギー供給過程は見られないが, エネルギー供給や NH_3

の解毒に対してアミノ酸が重要な役割を果たしていると考えられる。また, Lysine の変化には, 性差が見られることが分った。

参考文献

- 1) Halalambie, Energy Metabolism of Human Muscle,
- 2) Philip Felig and John Wahren (1971) : Amino acid metabolism in exercising man, J. Clin. Invest. 50, 2703-2713.
- 3) V. Brodan et al (1976) : Change of free amino acid in plasma of healthy subjects induced by physical exercise. Europ. J. appl. Physiol. 35. 69-77.
- 4) 小野三嗣, 平田耕造, 谷嶋二三男, 小室史恵, 小川芳徳, 山田茂(1976) : 運動が血清中及び尿中アミノ酸動態に及ぼす影響について, 体力科学, 25, 139-147.
- 5) Gerez and Kirsten (1965) : Untersuchungen uber Ammoniak bildung beider Muskel arbeit. Biochen.Z. 341, 534.
- 6) Lowenstein and Tornhein (1971) : Ammonia production in muscle : the purin nucleotide cycle, Science, 171, 397.
- 7) Odessey(1974) : Origin and Possible significance of alanine production by skeletal muscle, J. Biol. Chem. 249, 7623-7629.
- 8) 小野三嗣, 小室史恵, 小川芳徳, 渡辺雅之, 谷嶋二三男, 山田茂(1976) : 血液中分岐鎖アミノ酸及びリジンに対する運動と飢餓の影響について, 体力科学, 25 • 168-174.
- 9) 小野三嗣, 小川芳徳, 小室史恵, 渡辺雅之, 谷嶋二三男(1976) : 自転車エルゴメーターオールアウト負荷時の血液中リジンの消長を中心として, 体力科学, 26, 175-182.