

運動負荷ラットに対する Lysine, Threonine, Methionine, Tryptophane ならびに動物性蛋白質補足の効果

(スポーツ栄養としてのアミノ酸効果の研究 II)

野 原 弘 嗣・山 岡 誠 一

Supplement Effect of Lysine, Threonine, Methionine, Tryptophane
and Animal Protein for Rats loaded Exercises.

(An Effect of Dosaging Amino Acid as Sports Nutrition II)

Hiroshi NOHARA and Seiichi YAMAOKA

Received April 27, 1969

1. 緒 論

白米には Lysine の含有量が少ないために、小動物を飼育する場合に Lysine を添加すると発育が促進し¹⁻⁵⁾、さらに Lysine と Threonine を同時に補足すると、より発育の優れることはよく知られている⁶⁻¹²⁾。これらは通常飼育ラットに対するアミノ酸負荷試験の成績であるが、スポーツ栄養としてのアミノ酸効果の検討を試みているわれわれは、白米粉で運動負荷ラットを飼育した場合には、安静ラットよりも Lysine, Threonine の添加量を多くしたときに、体重の伸びや内臓諸器官の発育のよいことを本稿第1報に報告した¹³⁾。

幼若ラットの発育のための理想的なアミノ酸パターンに比べると、白米は Lysine, Methionine, Tryptophane が少なく¹⁴⁾、それらは第1, 第2, 第3制限アミノ酸としてあげられ、これらのアミノ酸の負荷による発育試験も少なくなく、その成績では Lysine, Threonine と同時に Methionine, あるいは Methionine と Tryptophane を補足すると発育が優れる^{15, 16, 17)}。しかし、Lysine, Threonine の他に Tryptophane のみを補足した場合には、Tryptophane を補足しない群に比べて発育がよいとの説^{15, 16)}と、同等もしくは弊害が認められたとの報告がある¹⁷⁾。筆者らは白米で飼育した運動負荷ラットに対して、Lysine, Threonine と同時に Methionine または Tryptophane, あるいは Methionine と Tryptophane を補足してその効果を検討して2, 3の知見を得た。

白米食に対するこのようなアミノ酸補足の効果が認められたとしても、抽出した純アミノ酸の補足が天然蛋白質によるアミノ酸の補足と同様な効果をもたらすかが疑問である。従来より天然蛋白質飼料と、それと同じアミノ酸パターンでの合成飼料での発育効果の比較研究は多く行われている。しかしその実験条件には相異点もあって結論は一致していなく、両者は同等な発育効果があるとするもの¹⁸⁻²²⁾と、混合アミノ酸飼料が劣る²³⁻²⁶⁾との2つに分れている。そこで筆者らは白米粉に0.1% および0.3% の Lysine とともに、それぞれ半量の Threonine を添加した飼料と、これに相当する Lysine を動物性蛋白質で与えた飼料で安静および運動負荷ラットを飼育し、天然蛋白質補足の効果を確かめた。本稿にはこれら2つの実験の成果について報告する。

第 III 実験

1. 実験方法

生後約40日の発育期の Wister 系(雄)ラット40匹を4群に分け、それぞれ次の飼料で60日間飼育した。このラットに前報¹³⁾に述べたと同様のトレッドミル走を負荷して、発育推移や飼料摂取量を観察するとともに、末期に屠殺して肝臓、心筋、腓腹筋を摘出し、その重量、乾燥重量、蛋白質(N)量(キルダール法)ならびに肝脂肪量(ソックスレイ法)を測定した。なお屠殺前に体重と体容積(排水量)から体比重(残気量の測定を欠いたため粗比重)を求めた。

飼料は第1表に示したように、白米粉に食用油(コーンオイル)1%, 無機塩類(マッカラム塩)1%, 総合ビタミン剤(パンピタン末)1.5%, ならびに、アミノ酸剤として L-Lysine HCl 0.3%, L-Threonine 0.1%を添加して基本飼料とし、これに表示のように L-Methionine を添加したM飼料, L-Tryptophane を添加したT飼料, 両者を加えた M.T 飼料, および両アミノ酸を欠くN飼料の4飼料を調整した。なお各飼料群のアミノ酸総量を同等にするために非必須アミノ酸である L-Glycine を表記量あて補足した。

第1表 飼料構成(実験Ⅲ)

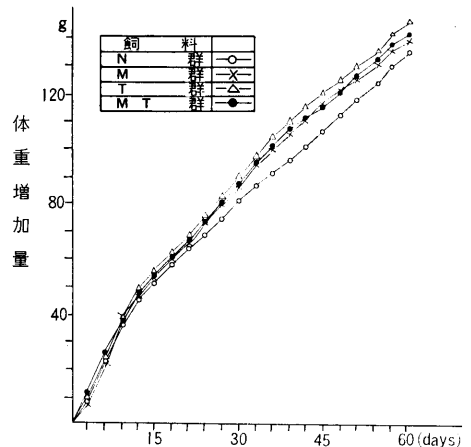
飼料群	基 本 飼 料			L-Met.	L-Try.	L-Gly.
N 群	白 米 粉	96.5%		—	—	0.075%
M 群	パンピタン	1.5	L-Lys. HCl 0.3% L-Thr. 0.1%	0.07%	—	0.032
T 群	混 合 塩	1.0		—	0.06%	0.043
M・T 群	食 用 油	1.0		0.07	0.06	—

2. 実験結果

第1図は飼料群別に平均して体重増加量の推移を示したものである。T, M, M.T の3つの飼料群の発育推移は期間中に交叉し、ほとんど発育差が認められないが、L-Glycine のみを添加し、必須アミノ酸である Methionine, Tryptophane を与えなかったN群は、他の3群に比べて体重の伸びが悪く末期には約 10g 劣っていた。

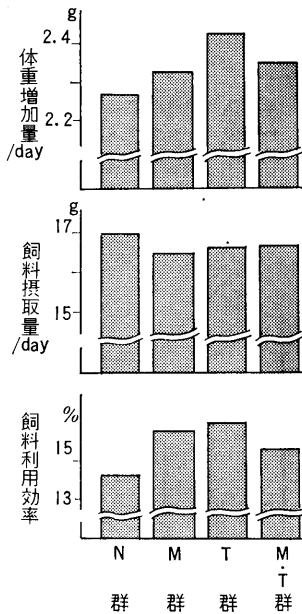
これら4群のラットの体重の増加量と飼料摂取量の関係を示したのが第2図である。全期間を通じての平均1日の飼料摂取量(飼料投与量-飼料残量)を1日平均体重増加量で除して求めた摂取飼料1g当たりの体重増加量すなわち飼料の利用効率を見ると、N飼料群は他の3群に比べて飼料摂取量が多いにもかかわらず体重増加量が少く、飼料の利用効率の悪いことを示している。

次に第2図によって末期の体重と体容積(排水量)から計算した体比重ではN飼料群が最も小さく、M飼料群, MT 飼料群が大きい傾向を示し、N飼料群と M, MT 飼料群の差は5%の危険率で有意であった。摘出して測定した肝臓、心筋、腓腹筋の重量、

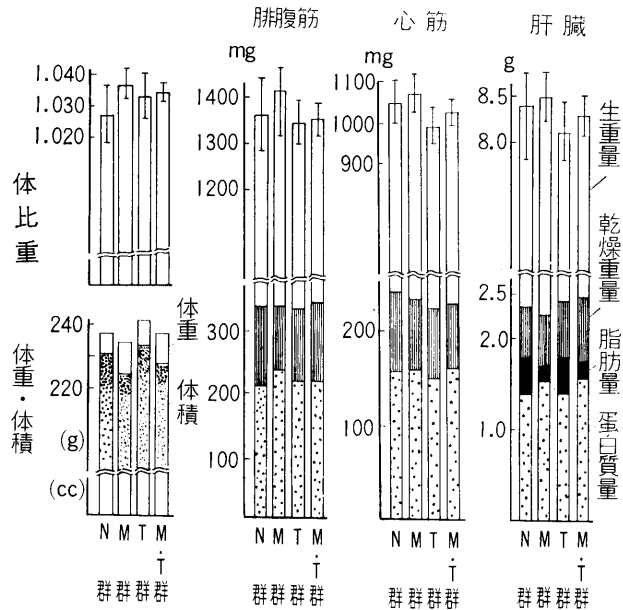


第1図 運動負荷ラットに対するアミノ酸添加と体重の発育

乾燥重量は有意な差は認められなかったが、両者ともにM飼料群が優れ、T飼料群はN飼料群より劣っていた。なお、NおよびT飼料群は他の2群に比べて肝脂肪量が大きであった。



第2図 アミノ酸添加による飼料の利用効率



第3図 アミノ酸添加による体比重ならびに豚腹筋、心筋、肝臓の发育

3. 考 察

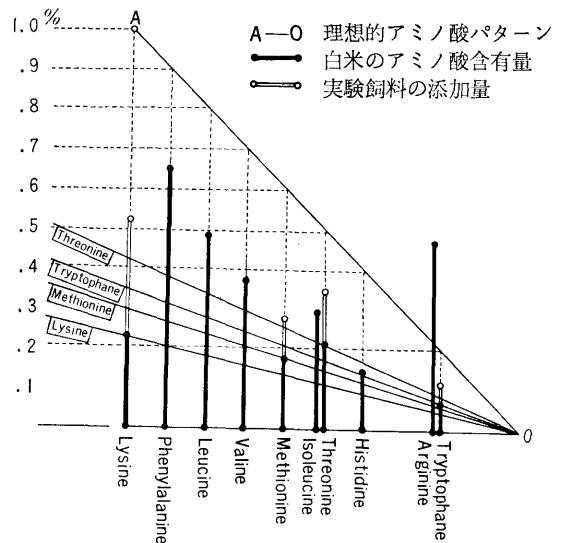
白米粉でラットを飼育した場合に Lysine を添加すると发育のよくなることは早くから知られ¹⁵⁾、またラットでは Lysine とともに Threonine を同時に添加するとさらに发育のよいことも報告されている⁶⁻¹²⁾。筆者らは前報¹³⁾において、運動負荷ラットには Lysine の添加量を安静飼育ラットよりも多くしたときに发育が促進することを報告した。本実験は前報の結果にもとづき運動負荷ラットの发育効果が優れた Lysine (0.3%), Threonine (0.1%) を添加した白米食を基本とし、これに理想とされるアミノ酸パターン¹⁴⁾と比べて含有量の少ない Methionine, Tryptophane の添加による发育効果をみようとの企てである。

実験結果から白米粉に Lysine, Threonine を加えた基本飼料に Methionine または Tryptophane あるいはその両者を補足することによって基本飼料のみの運動負荷ラットよりも体重の増加量や体比重あるいは飼料の利用効率が優れていた。白米に Lysine と Threonine のみの添加よりも、これに Methionine, Tryptophane を追加した方が安静飼育ラットの成長によいことは山桐ら¹⁵⁾の成績にもみられ、あるいは Lysine を添加したパンに Threonine, Methionine, Tryptophane を錠剤で与えて、学童の身長、体重の伸びが Lysine 入りのパン以上に良好であったとの福井らの報告¹⁶⁾とも合致する。

また体重の伸びが Tryptophane 補足群が最も優れていたが、心筋、肝臓などの内臓諸器官や骨格筋の发育では基本食群と同等あるいはむしろ劣っていた。ことに Tryptophane 補足群では基本食群と同様に脂肪の蓄積の多いことが認められ、肝脂肪量の少ない Methionine 補足群あるいは

Methionine と Tryptophane 補足群に比べて体比重が軽いことから、Tryptophane 添加ラットは脂肪の蓄積が多かったと考えられる。このことは、小林ら¹⁷⁾が白米に Lysine, Threonine の他に Tryptophane を追加したときに Tryptophane の補足効果はみられず、さらに Methionine を添加してはじめて Lysine, Threonine の添加以上の成長促進が認められたとの通常飼育ラットの実験成績を裏付けるものであり、運動負荷ラットは安静飼育ラットと量は異なるが同様な傾向にあるということができる。

第4図は Rosenberg¹⁴⁾ による幼ラットの要求する理想的なアミノ酸パターン（横軸に示した各アミノ酸よりの垂線と OA との交点の高さ）と白米のそれ（垂線上の・印）を示したもので、さらに本実験飼料に添加したアミノ酸量（垂線上の・と○の間）をも記入し、比較を便にしたものである。Rosenberg によると、白米は Lysine が第1制限アミノ酸となるが、斜線で見られるように、Lysine の添加によってアミノ酸インバランスが改善される、第2制限アミノ酸である Methionine もその補足によって効果を挙げうるが、Tryptophane の投与は、著しくアミノ酸間のインバランスをまねくことになる。そのために Tryptophane の添加によって肝臓をはじめ体組織に脂肪の蓄積を起し、体重が重くなったにもかかわらず心筋や腓腹筋の発育を阻害する結果となったのであろう。



第4図 幼ラットに対する理想的アミノ酸パターンと白米のアミノ酸パターンの比較

第 IV 実験

1. 実験方法

生後40日の Wister 系(雄)ラット50匹を次に示す4つの飼料群に分け、各飼料群とも時速 1200m のトレッドミル走を毎日60分間負荷した運動群(7匹)と運動を負荷しない安静群(5匹)に区分し、60日間にわたって発育推移を観察するとともに、第Ⅲ実験と同様に末期にラットの体比重を求め、さらに屠殺摘出して肝臓、心臓、腓腹筋の重量、乾燥重量ならびに蛋白質量を求めた。

飼料の構成および成分は第2表に示したようで、白米粉に食用油(コーンオイル)、総合ビタミン剤(パンビタン末)、マッカラム塩を混合したものを基本飼料とし、この基本飼料に L-Lysine HCl 0.1%, L-Threonine 0.05% (以下、0.1% L 群と略記)、ならびに L-Lysine HCl 0.3%, L-Threonine 0.15% (以下 0.3% L 群と略記)を添加した2組のアミノ酸添加飼料と、これらの飼料とそれぞれ Lysine の含有量が等しくなるように動物性蛋白質(かつをぶし粉末)をそれぞれ 2.5% (以下 2.5% A 群と略記)、15% (以下 15% A 群と略記)を補足した2組の動物性蛋白質添加飼料を作った。これら4種の飼料についてはそれぞれ 100g 当たりの熱量、蛋白質、脂肪をほぼ等しくするために表記量の澱粉を添加して調整してある。そのために第2表の下段に示した成分表にみられるように、各飼料群ともその 100g 当たりの熱量は約 340 Cal, 蛋白質約 6.5g, 脂肪約 2.7g が含まれており、また Lysine 含有量は 0.1% L 群と 2.5% A 群および 0.3% L 群と 15% A 群ではほぼ

第2表 飼料構成 (実験IV)

飼料群		0.1L 群	0.3L 群	2.5A 群	15A群
構成 (g)	白米粉 含 { パンビタン 1.0 混合食 塩 1.0 食 油 1.0	100	100	100	100
	L-Lysine HCl	0.1	0.3	—	—
	L-Threonine	0.05	0.15	—	—
	かつをぶし粉	—	—	2.5	15.0
	澱粉	—	3.5	27.5	159.0
成分 /100g	熱量 Cal.	342	342	341	337
	脂肪 g	2.8	2.8	2.7	2.6
	蛋白質 g	6.52	6.53	6.53	6.57
	Lysine g	0.333	0.474	0.322	0.458
	Lysine/N g/g	0.319	0.453	0.308	0.436
	Threonine g	0.308	0.392	0.263	0.281
	Threonine/N g/g	0.295	0.375	0.251	0.267
	動 蛋 比 %	(22)*	(64)*	23	63

* Lysin 含有水準より推定した仮の動蛋白比である²³⁾

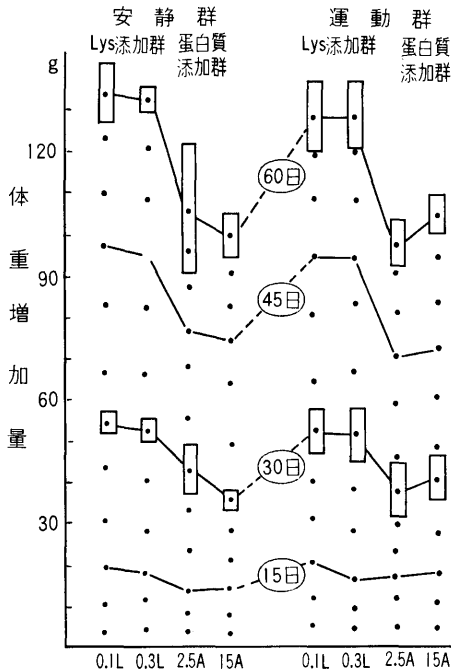
同量、したがって N 1 g 当たりの Lysine 含有量もほぼ同量 (前者 330, 後者 460 mg) となっている。

なおこの Lysine 含有量は先の発育実験¹³⁾で確かめたように、前者の 319 mg/N 1 g は安静飼育ラットの発育をもっとも促進された量であり、後者の 453 mg/N 1 g は運動負荷ラットにもっとも効果のみられた Lysine 含有量に当たる。なお第IV実験における飼料の供給は、終日「飼料入れ」を与えて随時摂取せしめた第III実験と異なり、毎日1回午後5時に「飼料入れ」を飼育かごに入れてから15時間後に取り去るという時間給食の方法をとった。もちろん慣れるまでは給食時間を長くとり徐々に短かくして1日分の飼料を15時間で摂取するよう訓練した。

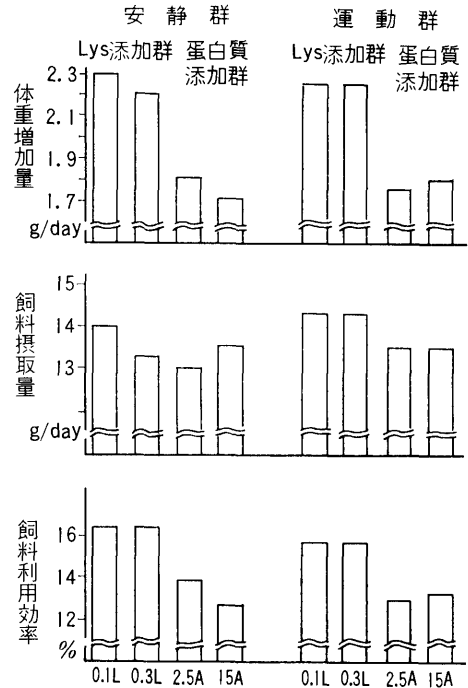
2. 実験結果

4つの飼料で安静および運動を負荷した8組のラットについて計測した60日間の体重増加量を比較すると第5図のようである。図には各群ごとに5日おきの体重を●で表わし、15日ごとの平均体重を線で結び、さらに30日、60日目の平均体重には標準偏差をも示してある。図によって明らかに安静群、運動群とも Lysine 添加群 (0.1% L群, 0.3% L群) の体重の伸びは動物性蛋白質添加群 (2.5% A群, 15% A群) よりも明らかに優れ、実験末期の体重増加量の差は0.1%の危険率で有意であった。なおこの差は実験前半の30日ですでに現われていた。しかし、Lysine ならびに動物性蛋白質添加群とも、添加量の多少による体重の伸びを比べると、その差は僅かであって有意ではなかったが、傾向としては前報に述べたように安静飼料群では添加量の少ない0.1% L群ならびに2.5% A群が、また運動負荷ラットでは0.3% L群および15% A群の発育がよかった。

これら各群の発育と飼料の摂取量の関係を示したのが第6図であって、Lysine 添加群は一般に動物性蛋白質添加群より飼料の摂取量が多くなっているが、飼料 1 g に対する体重の増加量、すな



第5図 Lysine および動物性蛋白質添加とラットの発育比較

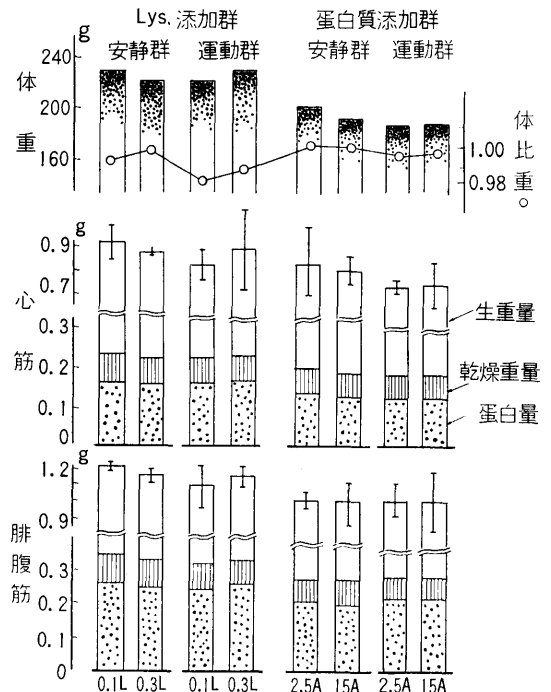


第6図 Lysine および動物性蛋白質添加と飼料の利用効率

わち飼料の利用効率でみても Lysine 添加群が有意の差で優れていた。しかし Lysine 添加群ならびに動物性蛋白質添加量の多少による群間には体重の伸びと同様に顕著な差はみられなかった。第7図は末期に求めた体比重ならびに摘出した心筋および腓腹筋の重量と蛋白質量を示したものである。図においても体重における所見と同様に Lysine 添加群は動物性蛋白質添加群よりも内臓器官の発育がよく、添加量の違いによる差も僅かではあるが概して安静群では0.1%Lおよび2.5%A群が、運動負荷群では0.3%L群がやや優位の傾向を示した。なお、同一飼料においては運動群は安静群に比べて体重増加量や飼料利用効率では劣っていた（有意差ではない）が、体比重や運動器官である心筋、腓腹筋では概して運動群が大きい値を示し、運動負荷によって安静群よりも体脂肪量が少なく体実質の充実している傾向がうかがわれる。

3. 考 察

緒論にも述べたように第IV実験は、前報¹³⁾第



第7図 Lysine および動物性蛋白質添加とラットの心筋、腓腹筋の発育

I, 第II実験の成績, すなわち白米粉で発育期のラットを飼育する場合に, 運動負荷ラットでは安静飼育ラットよりも Lysine (および Threonine) の添加量(0.05~0.1%)を多くし, 0.3%のときに, 体重の増加ならびに運動器官(心筋, 骨格筋)の発育がよいとの結論を再検討するとともに, 白米粉に0.1%, 0.3%の L-Lysine HCl を補足したときの Lysine 含有量がほぼ同等になるように動物性蛋白質で補足したときに同様な知見が得られるか否か, さらに白米粉に補足する物質が抽出したアミノ酸である L-Lysine HCl と, 天然の動物性蛋白質の場合との生物学的効果を検討するとの3つの目的をもって行なった.

まず第1の実験目的についてであるが, Lysine 添加量の差異による体重の増加量や内臓諸器官の発育においてはいずれも有意の差は認められなかったが, しかし, 安静飼育群は L-Lysine HCl 0.1%のときに, また運動負荷群は0.3%と添加量を安静群よりも多くしたときに, 発育効果の優れている傾向がみられた. 先の第I, II実験において運動群は安静群よりも筋肉の発育は優れていたが体重の増加では劣り, 安静群に脂肪の蓄積の多いことをみたが, 第IV実験においても同様な傾向を示しながら差のほとんど認められなかったのは, 飼料の摂取時間を規制した時間給食をとったがために, 安静ラットに Meyer²⁷⁾ が論じているような過食の機会を与えなかったためであろう.

次に白米粉にかつをぶし粉を加えた動物性蛋白質補足の効果であるが, 安静飼育群では, 白米粉に L-Lysine HCl 0.1%添加の Lysine 含有量とほぼ同等になるように, 白米粉 100 g に対してかつをぶし粉 2.5 g を補足した 2.5% A 飼料群が, かつをぶし粉 15 g 補足して 0.3% の L-Lysine HCl 添加飼料と同等にした 15% A 群より体重や筋の発育が優れている傾向を示したが, 運動負荷群では両飼料による発育差はほとんどみられなかった, これは運動負荷ラットに酸性食品である動物性蛋白質を多量に与えた弊害とも思われ, また, 次ぎにも述べるように草食動物であるねずみに動物性蛋白質を与えたことに問題があったのかも知れない.

第3に飼料中の制限アミノ酸である Lysine を補充するために Lysine そのものを与えたときと, Lysine 含有量の多い動物性食品で補った場合の比較であるが, 実験成績からみると安静飼育, 運動負荷の両群とも明らかにアミノ酸そのもので補足したラットの体重増加や筋肉の発育が優れていた. 従来より天然蛋白質と, これと同等のアミノ酸パターンをもつアミノ酸混合飼料での栄養効果を比較した実験は少なくない. その成績をみると天然蛋白質飼料が混合飼料より発育がよく, N蓄積も良好であるとするもの²³⁻²⁶⁾, あるいは天然蛋白質とアミノ酸混合飼料において発育効果に差がみられなかったとするもの¹⁸⁻²²⁾が多い. 本実験においてアミノ酸添加(L-Lysine HCl)群が天然蛋白質補足群よりラットの発育に有意の差で優れていたことはこれらの報告と矛盾するが, これは実験方法の相異によるものかも知れない. すなわち従来の比較研究は完全なアミノ酸混合食と天然食の比較であり, 本実験は基本食である白米粉に天然蛋白質の補充であって, 補足蛋白質量は全蛋白質量の23および63%であったこと, またアミノ酸としての補足は Lysine, Threonine のみであったために, アミノ酸混合のような弊害がなかったのかも知れない. あるいは今までに比較の対象となった天然蛋白質の多くはカゼインや卵蛋白であったのに対し, 本実験ではかつをぶし粉を用いたこと, ことに生来肉食動物でないねずみに動物性蛋白質を与えたことが, 天然蛋白質補足群に悪影響を与えたとも考えられる.

第IV実験の結果から, その実験目的とした3点について考察を進めてきたが, ここで運動負荷ラットに対する一連の実験成績から得た知見を併せ結論づけたい.

幼若ラットの発育に対して白米食では第1制限アミノ酸が Lysine であり, Methionine が第2制限アミノ酸となる. Threonine はアミノ酸インバランスを防ぐために必要であり, 運動負荷ラットには筋のよりよき発達のために, 動物性(筋)蛋白質に著明に多い Lysine の添加量を安静飼育ラッ

トよりも増さなければならぬ。その添加量としては白米粉を主食とする場合には、安静飼育ラットの0.1%に対して0.3%程度必要となり、これはアミノ酸パターンから考えると動物性蛋白質が全蛋白質の約60%（安静ラットでは約20%）の食餌に相当する。

なお蛋白質含有量が少なく、しかも必須アミノ酸のパターンが理想蛋白質（provisional protein）と隔たる植物性蛋白質に対し、その制限アミノ酸を補充して蛋白価やケミカルスコアを改善し、動物の発育や筋肉の発達を促進させるためには、あえて高価な動物性蛋白質を補充しなくても、制限アミノ酸の補充によって効果を期待することができる。

以上はラットに対する成果であるが、ここに用いたラットは生後約40日の発育期のものであり、実験初期に睪丸の著明な発育をみたこと、また発育曲線から、ラットの1日はヒトの1ヶ月に相当すること²⁸⁾から、60日間のラットの発育は思春期男子の5ヶ年の発育を観察したと仮定することができる、この仮定に基づくと、植物性蛋白質を主体とする日本人の常食では、動物性蛋白質を全蛋白質の約60%に改善（あるいはLysineを添加）することによって蛋白質の質を改善するとともに、積極的に身体運動を荷すことによって思春期の青少年の発育を促進させ、スタミナを養成することができる。

総 括

白米粉で発育期のラットを飼育する場合に、0.05～0.1%のL-Lysine HClを添加すると発育のよいことは知られているが、筆者等は先に運動負荷ラットに対しては、L-Lysine HClの添加量を多くして0.3%の場合に体重の増大や運動器官の発育のよいことをみた。今回はさらに2つの実験を行ない、スポーツ栄養としてのアミノ酸補足の効果を確認した。

1. 食用油、無機塩類、ビタミン剤およびL-Lysine HCl (0.3%) L-Threonine (0.15%) を補足した白米粉にL-Methionine (0.07%), L-Tryptophane (0.06%) を個々に、あるいは両者を同時に添加し、総アミノ酸量が同等になるようL-Glycineで調節した飼料で、発育期のラットに運動を負荷して飼育した結果、体重や運動諸器官の発育は各飼料群に有意の差は認められなかったが、Methionine, Tryptophaneの両者を補った群が優位の傾向を示し、Tryptophaneのみの補足群はこれらのアミノ酸を添加しない対照群よりも劣っていた。

2. 食用油、無機塩類、ビタミン剤を補足した白米粉にL-Lysine HClを0.1%, 0.3%（およびL-Threonineをその半量）添加した2組の飼料、ならびにこれとLysine含有量が同量となるよう動物性食品（かつをぶし粉2.5g, 15g）および熱量、蛋白質量、脂肪量を同量にするために澱粉を補足した飼料でラットを飼育した。その結果、動物性蛋白質補足群よりもLysine添加ラットの体重ならびに運動器官の発育が有意の差で優れていた。しかし添加量の多少による発育差は運動負荷群ではLysine、動物性蛋白質とも添加量の多い方が有意ではないが優れていた。

この研究の一部は文部省科学研究費（山岡誠一、スポーツ栄養としてのアミノ酸効果の研究—昭和39年）によって行なった。

参 考 文 献

- 1) Rosenberg, H. R. & R. Culik : *J. Nutr.*, **63**, 477 (1957).
- 2) Albanese, A. A. : *Am. J. clin. Nutr.*, **3**, 121 (1955).
- 3) 柳金太郎, 島崎峰隆, 飯島寿子, 渡辺光明 : 栄養と食糧, **10**, 115 (1957).
- 4) 福井克子 : 栄養と食糧, **9**, 233 (1957).
- 5) 小石ナカ : 栄養と食糧, **14**, 420 (1962).

- 6) Pecora, L. J. & J. M. Hundley : *J. Nutr.*, **54**, 101 (1951).
- 7) Harper, A. E., M. E. Winje, B. A. Benton & C. A. Enehjem : *J. Nutr.*, **56**, 187 (1955).
- 8) Despande, P. D., A. E. Harper., F. Q. Parez & C. A. Enehjem : *J. Nutr.*, **57**, 415 (1957).
- 9) Kik, M. C. : *J. Arg. Food Chem.*, **4**, 170 (1956).
- 10) Rosenberg, H. R., R. Culik & R. E. Eckert : *J. Nutr.*, **69**, 217 (1959).
- 11) 稲垣長典, 蕭 舜香, 大西直隆, 津行恵子, 菅原スミ : 栄養と食糧, **11**, 115 (1958).
- 12) 村田希久, 宮川久邇子, 松川悦子, 池部秀夫, 砂 峯子, 岡 照幸 : 栄養と食糧, **16**, 264 (1963).
- 13) 山岡誠一, 蜂須賀弘久 : 京都教育大学紀要 B, **34**, 33 (1969).
- 14) Rosenberg, H. R. : *Protein and Amino Acid Nutr.*, ed A. A. Albanase 381 Academic Press, N. Y. (1959).
- 15) 山桐加津子, 渡辺乃美乃, 大隅トシ : 栄養と食糧, **14**, 100 (1961).
- 16) 福井忠孝 : 栄養と食糧, **21**, 281 (1968).
- 17) 小林邦彦, 望月和夫, 岩田久敬 : 栄養と食糧, **19**, 23 (1966).
- 18) Nasset, E. S. : *J. Nutr.*, **61**, 555 (1957).
- 19) Metta, V. C., J. A. Firth & J. B. Johnson : *J. Nutr.*, **71**, 332 (1960).
- 20) Rama Rao, P. B., V. C. Metta & B. C. Johnson : *J. Nutr.*, **71**, 327 (1960).
- 21) Sauberlich, H. E. : *J. Nutr.*, **74**, 298 (1961).
- 22) Boshardt, D. R., E. Brand & R. H. Barnes : *pro. Soc. Exptal. Biol. Med.*, **107**, 979 (1961).
- 23) Swendseid, M. E., C. L. Harris & S. G. Tuttle : *J. Nutr.*, **77**, 391 (1962).
- 24) Kirk, M. C., N. Metheny & M. S. Reynolds : *J. Nutr.*, **77**, 448 (1962).
- 25) Ahrens, R. A., J. E. Wilson & M. Womack : *J. Nutr.*, **88**, 219 (1966).
- 26) Sweidseid, M. E., C. L. Harris & S. G. Tuttle : *J. Nutr.*, **75**, 295 (1961).
- 27) Mayer, J., N. B. Marshall, J. H. Christensen, M. B. Mashayekhi & F. J. Stare : *Am. J. Physiol.*, **177**, 544 (1954).

Summary

It is well known fact that the growing rats bred by white rice powder supplemented of 0.05~0.1% L-Lysine HCl promote their growth, and we reported on the preceeding paper which their requirement of Lysine, in case of rats loaded exercises, increased than reposed one and when 0.3% L-Lysine HCl was supplemented their gains of body weight increased and their heart and skeletal muscles developed well.

Then we done the following two experiments to confirm supplement effects of aminoacid as sports nutrition.

1. We breede the growing rats by the basal diet (white rice powder was main one (96.5 %), salad-oil, mineral mixture, vitamine mixture, L-Lysine HCl (0.3%), L-Threonine (0.15 %) were added) and loaded them running exercise.

The experimental design of the diets were the following :

- 1) L-Methionine and L-Tryptophane not plus to the basal diet.
- 2) L-Methionine (0.07%) plus to the basal diet.
- 3) L-Tryptophane (0.06%) plus to the basal diet.
- 4) L-Methionine (0.07%) and L-Tryptophane (0.06%) plus to the basal diet.

The total value of amino acids of four diets were contrallad equally by supplement of L-Glycine.

The results of the first experiment were founded that in case of supplement of L-Methionine, L-Methionine and L-Tryptophane, the gains of their body weight and development of moter organs were better than the other case, and in case of supplement of L-Tryptophane were worse than case of not supplement L-Methipnine and L-Tryptophane but these differences were not significant as statistically.

2. We breaded the growing rats by the basal diet (white rice powder was main one, salad-oil, mineral mixttre, vitamine mixture were added and compared supplement effect of L-Lysine HCl and L-Threonine with animal protein).

The experimental design of the diets were following:

- 1) 0.1% L-Lysine HCl and 0.05% L-Threone plus to the basal diet.
- 2) 0.3% L-Lysine HCl and 0.15% L-Threonine plus to the basal diet.
- 3) 2.5% dried bonito powder plus to the basal diet.
- 4) 15% dried bonito powder plus to the basal diet.

The total value of Lysine, caloly, fat and protein of four diets were contralled equally by adding corn starch.

The results of the second experiment were founded that gains of their body weight and development of their mortar organs were worse in case of supplement of animal protein (dried bonito powder) than supplement of Lysine and these differences were significant as statistically, and growth of the rats loaded exercises were better in case of supplement with high average than low average but in case of reposed rats, there were no significant difference as statistically.