

# 昭和45年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告

No. IV ビタミン E 及びビタミン F (リノール酸)  
の運動能力に及ぼす影響

財団法人 日本体育協会  
スポーツ科学委員会



# ビタミンE及びビタミンF(リノール酸)の 運動能力に及ぼす影響

スポーツ科学委員会

ドーピング研究小委員会

鈴木 慎次郎

協力者 太田富貴雄, 辻 悦子

恩田 京子, 鈴木 秀雄

## はじめに

米国では20年前からビタミンEや小麦胚芽油の抗疲労効果が注目を集めるようになり、運動持久力を強めて競技成績の向上をはかるためスポーツ選手などに使用されるようになった。

ビタミンEを多量に含む小麦胚芽油の抗疲労効果は、イリノイ大学体力研究所でスポーツ選手や一般人を被検者にして詳しく調べられ、小麦胚芽油には運動時の循環機能を強め持久力を増強する明らかな効果があると結論した<sup>1)2)3)</sup>。佐藤<sup>4)</sup>はビタミンE含量を変えた種々の飼料で白ねずみを40日間飼育した後遊泳試験を行い、ビタミンE欠乏群で遊泳時間が低下し、1日20mgの大量投与で著明に遊泳時間をひき延したことからビタミンEは運動持久力を強めるのに有効であると考えた。Curto<sup>5)</sup>は更に、ビタミンEを与えた蛙で筋収縮にともなう疲労の発現が遅れることをみ、ビタミンEの抗疲労効果を証拠だてた。これに対し、Consolazioら<sup>6)</sup>は小麦胚芽油、ビタミンEとも5週間白ねずみに連続投与したが遊泳時の耐久力を強める効果がみられなかったと述べ、Sharman<sup>7)</sup>も水泳訓練中の少年に1日400mgのビタミンEを6週間与えたが、循環機能や運動能力に何ら好影響をおよぼさなかったと報告している。

ビタミンEの体力強化作用について上述のように諸家の成績が一致しない原因が、ビタミンE投与量、体力検査法、動物の種類、ビタミンE投与時期など諸種の実験条件の違いに基づく場合もあると思われる。事実、小麦胚芽油は訓練中のスポーツ選手の体力強化には有効であったが、普段運動量の少ない一般成人の体力向上にはあまり効果

がなかったといった報告<sup>8)</sup>や、モルモットの遊泳時間を延ばすのに小麦胚芽油は卓効があったが、白ねずみの運動能には殆んど影響しなかったとする実験例<sup>9)</sup>などは、その好例といえよう。

今回の実験は、自由に運動させた白ねずみと運動を制限した白ねずみに、長期間ビタミンEを単独またはリノール酸と同時に与えた後、体力試験を課してビタミンEの抗疲労、体力強化作用を確かめるとともに、リノール酸ないし普段の運動がビタミンEの効力発現にいかに関与するかを検討して、スポーツ選手の強化に役立てようとして行った。

## 実験方法

生後40日、体重80gのWistar系白ねずみを10匹ずつ8群に分け、うち4群は運動量を少なくするため狭少な籠で飼育して安静群とした。残る4群は内部に周囲1mの水車を取りつけた広い籠に入れ、自由に運動させるようにして運動群とした。運動籠の水車軸はカウンターに連結され、水車の回転数、即ちねずみの運動量(走行距離)が読み取れるようになっている。

安静、運動各4群には第1表に示す組成の実験食を与えた。実験食は1) ビタミンEは十分量含むがリノール酸は少ない、2) ビタミンE、リノール酸とも少ない、3) ビタミンE、リノール酸ともに多量に含む、4) ビタミンE少なくリノール酸は多いの4種類で、各群に原則として朝10時から夕刻5時までの7時間に限り自由に摂食させた。時間を限って食餌を与えたのは、運動群の活動量を増し運動効果をはっきり出すためと、採尿を都合よく運ぶためである。

表 1 Composition of diet

	High fat diet %
d-Starch	24
Dextrin	24
Casein	25
*Fat	20
Salt mix.	4
Fiber	2
Vitamin mix.	0.85
Cholin-Cl	0.15

\* Beef tallow or safflower oil

Note 1) 5000 IU of V. A & 12.5  $\mu$ g of V. D<sub>2</sub> per kg of diet

2) One kg of experimental V. E. Supplemented diet contained 330mg of  $\alpha$ -tocopherol acetate

ビタミン E は飼料 1 kg 当り 330mg 補足し、リノール酸の補給には構成脂肪酸の70%以上をリノール酸が占めるサフラワー油を牛脂にかえて使用した。

実験食は60日間投与し、その間体重、摂食量、運動量を適時記録した。白ねずみが生後45日、60日、70日に達した時、各実験群から特定の5匹を選び、各時期2日間づつ尿を集めた。採集した尿は50mlに減圧濃縮した後、ヒドロキシプロリン量を Proccop の方法<sup>9)</sup>、17-ケートステロイドは D-rekter の変法<sup>10)</sup>で定量し、各々成長の内因性指標ないし副腎皮質機能の標尺として使用した。

60日の実験飼育期間が終了後、各群半数のねずみ(5匹)を1夜絶食させ、100g体重当り5mgのネブタールを注射して麻酔をかけ、心臓から血液を採った。採血後直ちに肝臓も摘出し、一定量を過酸化物質(TBA値<sup>11)</sup>)の測定に供した。血液は生理食塩水中で遠心分離を行って血球を集め、チアール酸による溶血度を測定<sup>12)</sup>してビタミン E 過不足の判定に用いた。

各実験群の残り5匹でトレッドミル走行ないし水泳による体力試験を行い、ビタミン E の体力増強効果を検討した。トレッドミルの条件は勾配5.5°、速度は時間の節約をはかるため2時間未満は16m/分、2時間から5時間で21m/分、5時間を超えて走り続けた場合は1分間28mと時間が長くなるほど速くした。なお、各ねずみとも体力試験

に入る前に1日5~10分、5日間トレッドミル上を走らせ、トレッドミルに慣れるように配慮した。

トレッドミル試験を終えたねずみは、前と同じ条件で更に10日間飼育を続けて体力の回復をはかった後、水温32°C、水深45cmの水槽中に入れ、遊泳耐久力の検定を行った。ねずみには体重の2%相当の重りを負荷し、浮上が困難になるまでの時間を測定した。

## 実験結果

### I) 発育、摂食量、運動量

第1図に55日の実験期間中の体重増加量、摂食量、運動量が各群1匹当りの総和として示されている。この図からビタミン E やリノール酸の過剰摂取も成長に殆んど影響を与えないことが分る。各運動群の発育は実験中期まで安静群と差がなかったが、後期から運動の効果が現われ始め総体重増加量は安静群におよばなかった。

摂食量は初期の1日10gから中期、後期には15~17gに増加したが、ビタミン E やリノール酸含量に左右されることはなかった。

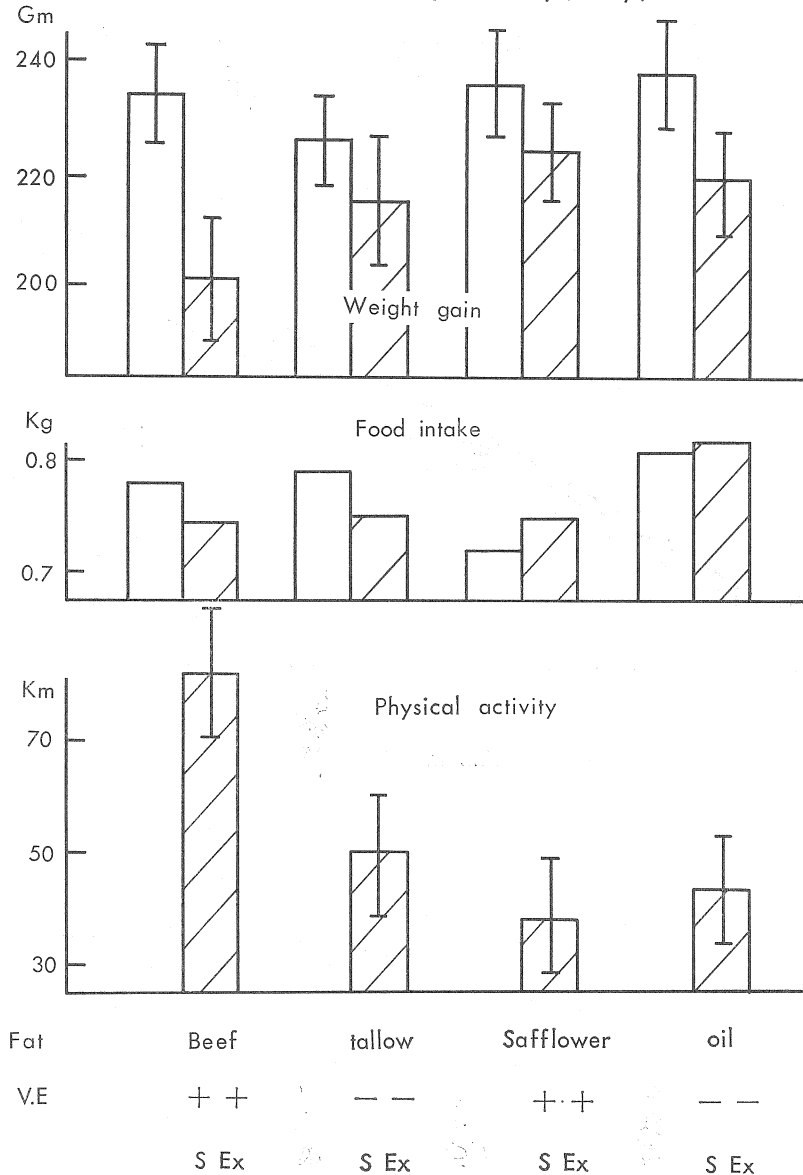
運動群の活動量はビタミン E だけを補足されたねずみで最も多く平均1日1500mを走ったが、リノール酸を大量に摂った群では1日600~800mと運動量が半減した。ただし、これはリノール酸に活動量を低める作用があるというより、個体差または籠の設置場所などの条件の違いが重なった偶然のでき事と思われる。ビタミン E の過剰摂取によっては、普段の活動量は殆んど影響されなかった。

1日500m水車を回した群(ビタミン E、リノール酸とも添加)で、安静対照群より摂食量が多いにもかかわらず体重増は安静群に劣ることからみて、白ねずみが1日500m自由に走れば生理、代謝面に何らかの運動効果が現われると思われる。

### II) ヒドロキシプロリン排泄量

尿中ヒドロキシプロリン排泄量は人間の場合、成長がスパートする思春期前期に一時的に増加することが知られている<sup>13)</sup>。これは骨の伸長とともに骨コラーゲンの分解も亢進するためと思われる。ねずみにも同様の傾向がみられるか、更に運動、ビタミン E、リノール酸摂取などにより

図 1 Growth, food intake & physical activity (55 days)



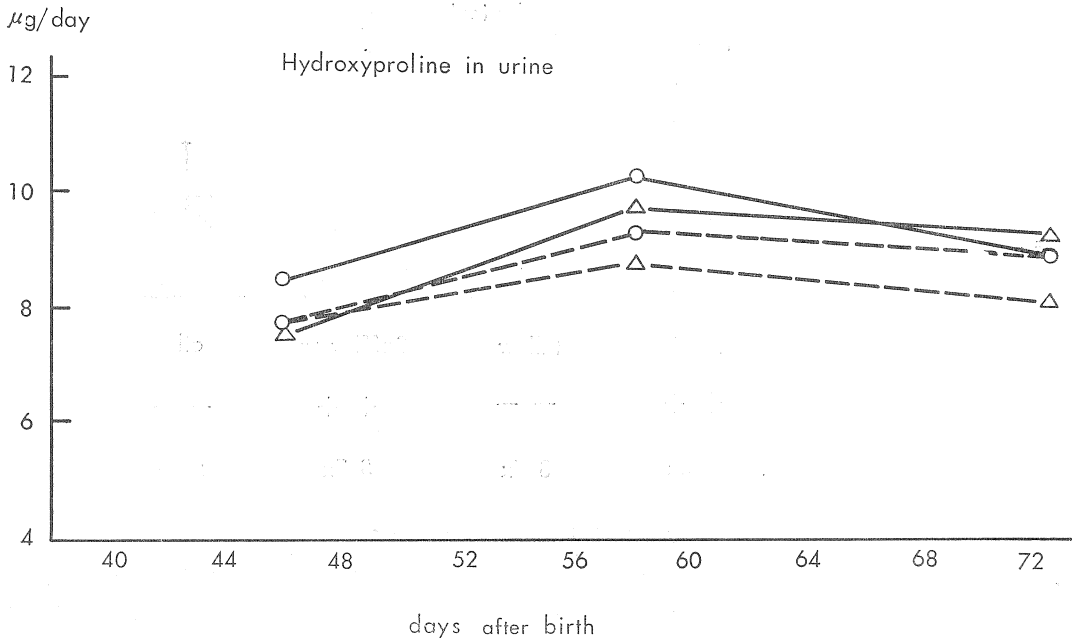
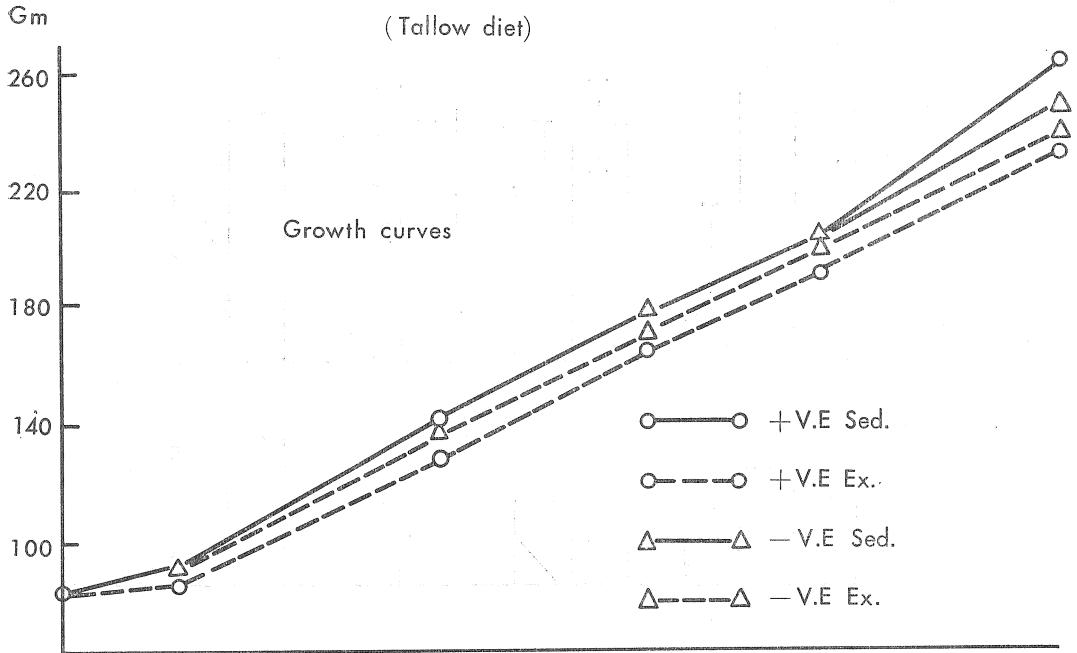
Vertical bars represent  $\pm$  SEM

排泄量が影響されるか否かの点を確認するため、実験期間中ねずみが45日令、60日令、70日令に達した時採尿しヒドロキシプロリン排泄量の測定を行った。

結果は第2図に示すようねずみにおいても、生後60日近くに明らかに一過性のヒドロキシプロリン排泄が増加する時期を認めた。即ち、45日令では一日 6.9~8.4 $\mu$ gであったのが、60日令では

8.7~10.1 $\mu$ gと増大し、70日令には7.3~9.6 $\mu$ gと次第に減少する傾向が明らかであった。白ねずみの60日令は性的成熟に達する時期であることから、白ねずみも人間と同様、コラーゲン分解が亢進する明白な成長スパート期が思春期にあると思われる。第2表には生後60日目のヒドロキシプロリン排泄量(体重100g当り)をもとに、運動、ビタミンE、リノール酸のコラーゲン代謝におよ

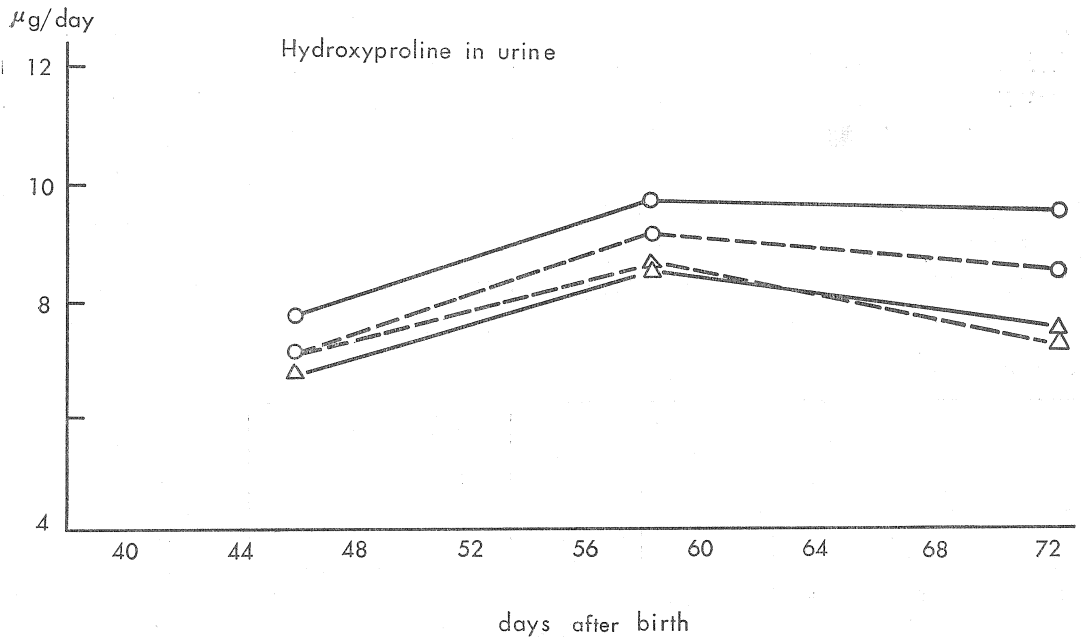
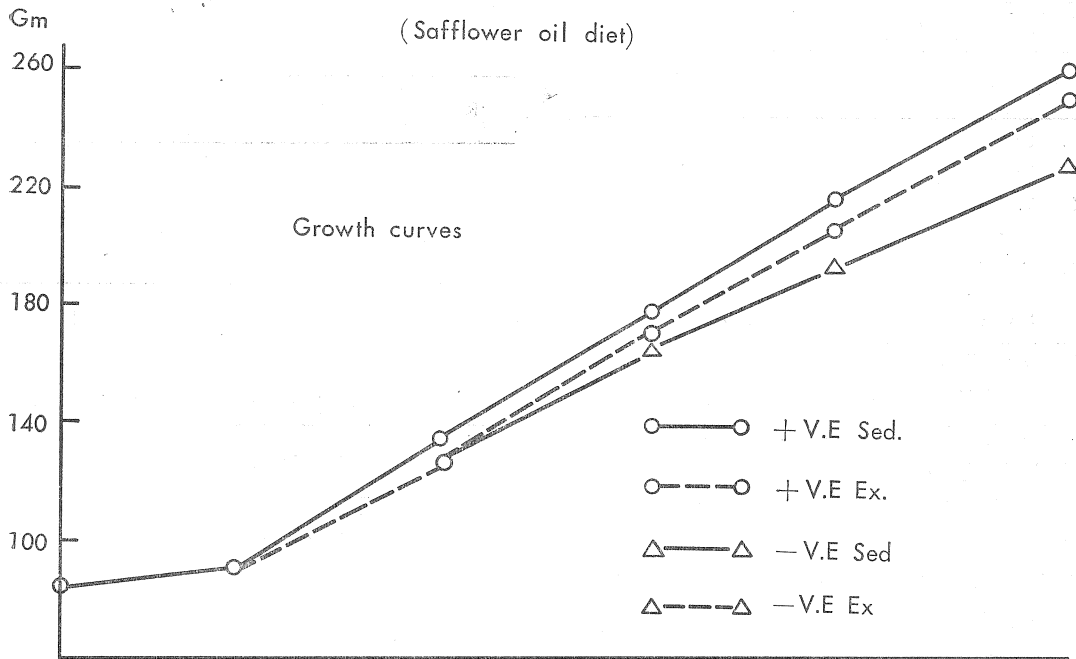
2 Hydroxyproline excretion



ぼす影響をまとめてあるが、運動と安静、ビタミンE補足の有無、リノール酸摂取の多少などの実験因子間で、いずれの場合も有意差は認め難かった。

### Ⅲ) 17-ケトステロイド排泄量

運動にともなうストレスに対してビタミンEやリノール酸がいかに影響するかをみるため、副腎皮質や性腺機能の標尺となる17-ケトステロイドの尿中排泄量を経日的に調べた。第3表に示した通り、リノール酸摂取の少ない4群では60日令で



排泄が最高になる傾向がはっきり認められたが、リノール酸摂取群では年令的变化が明らかでなく、かつ全般的に排泄量がリノール酸摂取の少い場合より高くなっていた。したがって、リノール酸が17-ケトステロイド排泄、更には副腎皮質機能に何らかの影響を与えるものと思われるが、詳

細は今後の検討に委ねる必要がある。

17-ケトステロイド排泄に対する運動ないしビタミンEの効果の本実験から伺い知ることは困難であった。

#### IV) 臓器重量

採血に供した各群ねずみの解剖時臓器重量を体

表 2 Effect of exercise, V. E & linoleic acid on urinary hydroxyproline level

Experimental groups	Hydroxyproline in urine μg/day/100g body wt.
1. Sedentary	5.93±0.13*
Exercised	5.75±0.16
2. V. E supplemented	6.00±0.13
Non supplemented	5.68±0.15
3. Linoleic acid supplemented	5.79±0.15
Non supplemented	5.90±0.14

\* mean±SEM.

重100g当りに直して第4表に掲げてある。

心臓は体重100g当り0.3~0.35gと実験群間で差がなく肝臓と腓腹筋は運動により幾分肥大する傾向がみられたが、統計的な有意差は認められなかった。

腹部の脂肪沈着量は運動量多く体重の少ないビタミンE添加低リノール酸食の運動ねずみで有意に減少した他は群間に差がなく、ビタミンE、リノール酸とも脂肪沈着予防に効果がみられなかった。

副腎は運動群が18~18.8mgと安静群の13.3mgに比べて有意に大きく、随意的な運動によってもストレスないしは副腎の機能亢進がみられることははっきりした。リノール酸摂取によっても幾分副腎の肥大が認められ、17-ケトステロイド排泄傾向と一致した。ただし、運動とリノール酸摂取の組み合わせが副腎の肥大を強調することはなく、ビタミンEは副腎に何ら影響を与えなかった。

表 4 Organ weights (per 100gm body weight)

Experimental groups			Final body wt. (gm)	Liver (gm)	Heart (gm)	*Muscles (gm)	**Fat pads (gm)	Adrenals (mg)
Fat	Sedentary or Exercised	V. E						
Beet	Sed.	+	322	3.40	0.32	0.54	3.32	14.4
	Ex	+	280	3.75	0.32	0.61	1.70	18.7
Tallow	Sed.	-	311	3.28	0.30	0.56	2.90	13.3
	Ex	-	291	3.76	0.30	0.59	2.50	18.8
Safflower oil	Sed.	+	314	3.28	0.31	0.56	2.59	15.2
	Ex	+	312	3.61	0.33	0.58	2.78	18.0
	Sed.	-	316	3.26	0.33	0.58	2.60	16.2
	Ex	-	300	3.41	0.35	0.61	2.17	18.5

\* Gastrocnemius muscles

\*\* Peri-renal fat pads.

表 3 Urinary 17-Ketosteroids

Experimental groups			Urinary 17-Ketosteroids μg/day		
Fat	Sedentary or Exercised	V. E	45	60	70
			days old	days old	days old
Beef Tallow	Sed.	+	5.9	12.5	9.6
	Ex.	+	9.0	11.6	8.6
	Sed.	-	8.6	10.9	8.2
	Ex.	-	9.7	11.9	9.3
Safflower oil	Sed.	+	12.4	13.7	10.7
	Ex.	+	13.7	12.6	17.8
	Sed.	-	11.7	11.2	12.1
	Ex.	-	11.0	10.3	11.7

### V) ビタミンEの過不足状態

実験飼育終了後の各群白ねずみのビタミンE過不足の状態を、ゲアール酸に対する溶血抵抗性と肝臓脂質の過酸化物質(TBA値)から確めた(第3図)。

溶血反応からみてビタミンE欠の兆候が現われたのは、ビタミンE無添加の牛脂摂食群(リノール酸寡少)に限られ、運動、安静群ともその程度に差がなく正常の25%と大幅に溶血抵抗力の低下が認められた。ビタミンEの必要量を高めるリノール酸を多量に摂取した白ねずみでビタミンE欠乏の症状が現われなかったのは、リノール酸含量を高めるために使用したサフラワー油中にビタミンEがかなり含まれていたためと思われる。ちなみにサフラワー油は100g中にビタミンEを80mg含むのに対して、半脂ではわずか1mgと極めて少



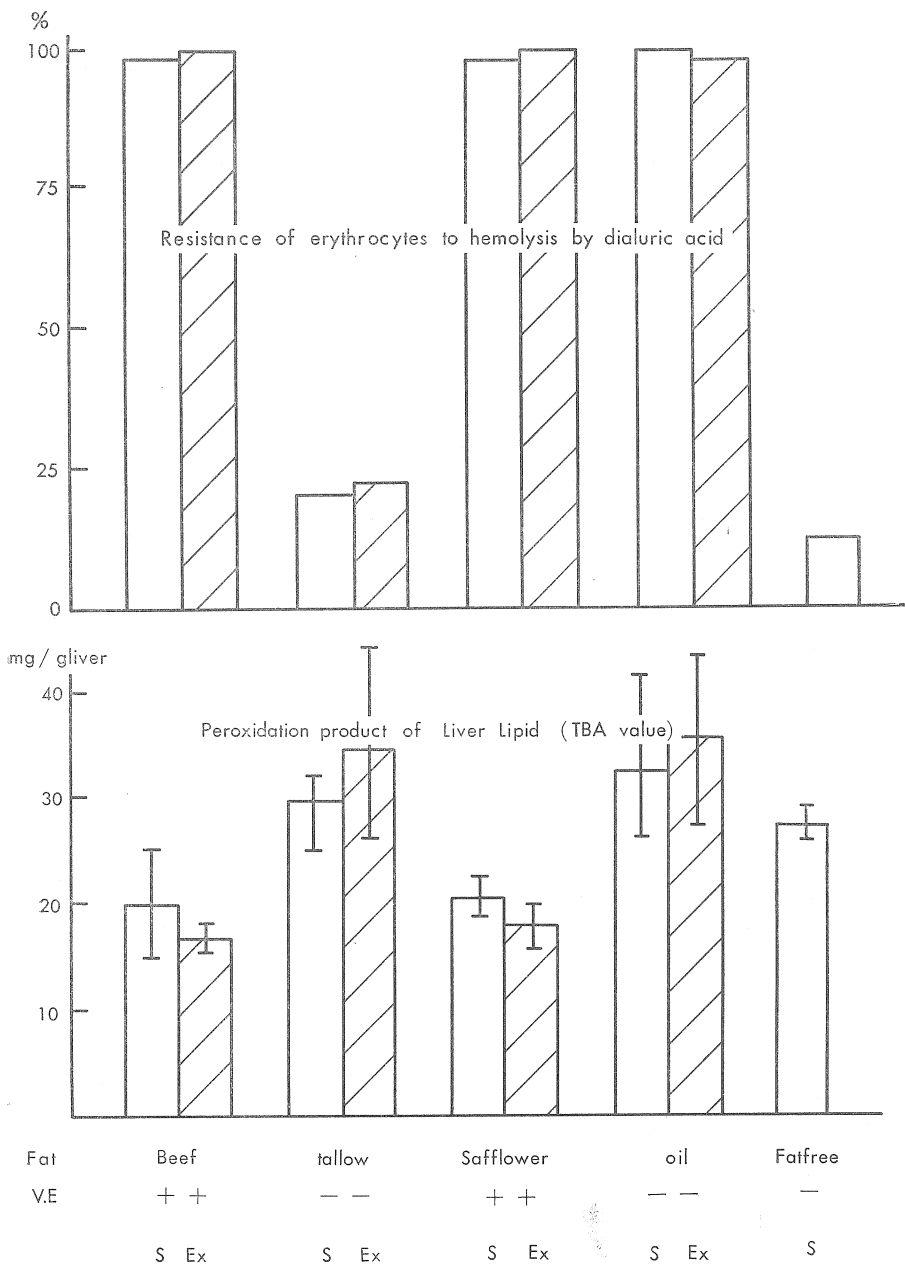
ないことが示されている<sup>14)</sup>。

肝臓の過酸化物質量はビタミンEを添加しない群で添加群と比べて有意の増加が認められたが、運動負荷、リノール酸の摂食量には関係しなかった(第5表)。

### VI) 体力試験

トレッドミル強制走行試験の成績は、ビタミンE添加低リノール酸食の運動群が平均4kmを走り抜き他群を圧倒した。ビタミンE、リノール酸とも十分な運動ねずみは平均2.9kmを走ったのに過ぎず、ビタミンE欠のねずみと全く同水準であった(第4図)。以上の結果はリノール酸がビタミ

図3 Antioxidant status



Vertical bars represent ± SEM.

ンEの体力強化作用を増強するとの見解と相反することになる。なお、高ビタミンE低リノール酸の運動ねずみで走行距離が延びた原因の1つとして、この群で平素の運動量が多く訓練を余計に積んだ結果となり、それにつれて脂肪沈着が少なく体重が軽かったことを考慮する必要がある。

普段走る訓練を行っているねずみ（運動群）でビタミンEとリノール酸の体力増強作用を第6表からみてみると、ビタミンEを摂っているねずみの平均走行距離が3.5km、ビタミンE不足のねずみで2.7km、リノール酸摂取の多いねずみが3.5km少ないねずみで2.8kmとビタミンE、リノール酸とも効力があるように見えるが、個体間で成績にばらつきがあり有意差は認め難い結果に終わった。

安静ねずみの走行距離はビタミンEやリノール酸の摂食量いかにかわらず、平均1kmと普段

表 5 Effect of exercise, V. E & linoleic acid on the level of peroxidation product of liver lipid

Experimental groups	TBA value mg/g liver
1. *Sedentary	31.8±4.0**
Exercised	35.3±5.7
2. V. E supplmented	19.2±1.4
Non supplmented	33.5±3.4
3. *Linoleic acid supplmented	32.4±4.6
Non supplmented	34.7±5.3

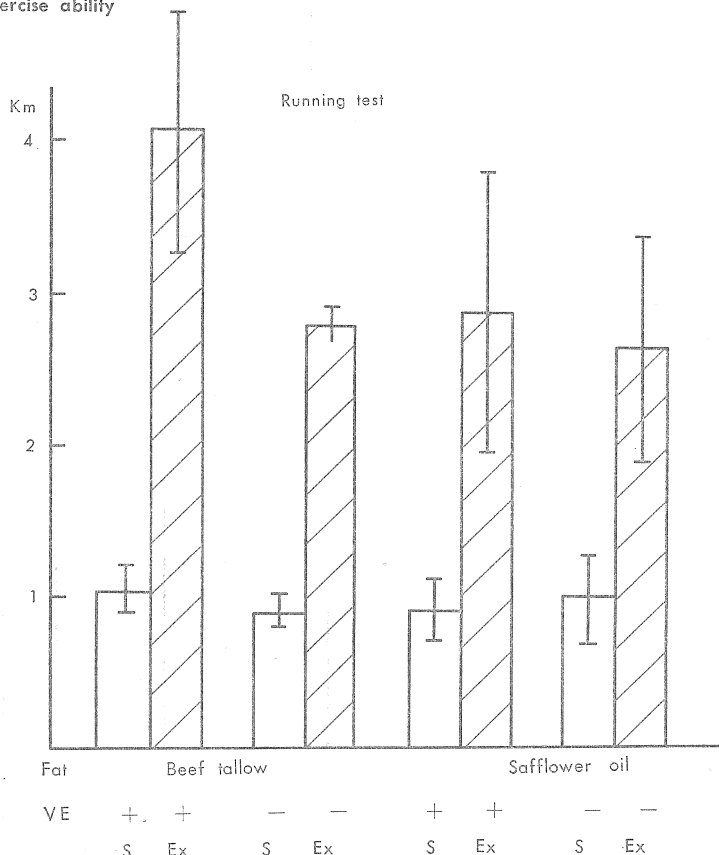
\* V. E was not supplmented

\*\* mean±SEM.

運動を行っているねずみに比べてはるかに短く、水車の回転による自由運動ねずみで訓練効果が体力面にはっきり現われることが確かめられた（第6表）。

遊泳試験の各実験群の成績は第5図に示した通

図 4 Exercise ability



Rats were forced to run to exhaustion up 5 incline at average treadmill speed of 16m/min.

Vertical bars represent ± SEM.

りである。耐久時間の長かったのはビタミンE、リノール酸とも少ない安静群とビタミンE不足でリノール酸の多い運動群で、共に5時間近くの遊泳に耐えた。これに対し遊泳時間の短かかったのは、ビタミンE、リノール酸の少ない運動群と、ビタミンE不足、リノール酸摂取の多い安静群で50分以下であった。以上のことからわかるように各実験群の成績に実験条件による一定の傾向が認められず、各群の成績は白ねずみの個体差によると考えた方が納得のゆく結果になった。

運動ねずみの遊泳時間は平均187分に対して安静ねずみでは140分と、傾向的には普段の訓練効果が現われたが有意差はなく、ビタミンEとリノール酸の効果は運動群と安静群では相反する成績が出て、両者の体力強化作用の有無を判定することは困難であった。(第7表)

### 考 察

雄ねずみのビタミンE要求量は成長と生殖作用を指標にとれば1日1mg以下といわれている<sup>15)</sup>。今回の実験では1日5mg程度のビタミンEを白ね

表 6 Effect of V.E & linoleic acid on running performance

Treatment	Distance Km
1. Sedentary	0.98±0.08*
Exercised	3.11±0.40
2. Sedentary	
1) VE supplemented	0.98±0.12
Non supplemented	0.97±0.14
2) Linoleic acid supplemented	0.98±0.08
Nonsupplemented	0.97±0.16
3. Exercised	
1) VE supplemented	3.49±0.58
Nonsupplemented	2.74±0.58
2) Linoleic acid supplemented	3.46±0.63
Nonsupplemented	2.77±0.53

\* mean±SEM

ずみに与えて、運動体力の強化にビタミンEが効果があるか否かを判断しようと試みた。この量は人間での実験例が多く1g以下で効果をみていることに鑑み、体重から比例的に求めたものである。ただし白ねずみでの既存の実験例では佐藤<sup>4)</sup>

図 5 Exercise ability

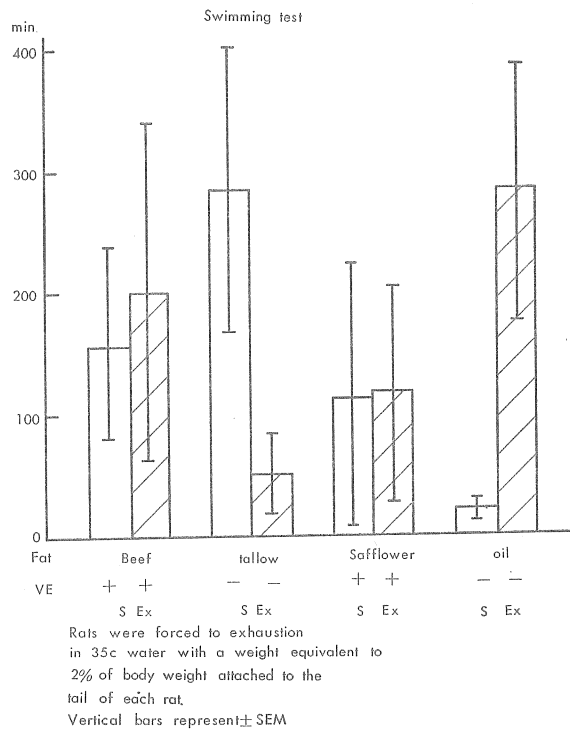


表 7 Effect of V. E & linoleic acid on swimming performance

Treatment	Endurance min
1. sedentary	140. 4±41. 3*
Exercised	186. 8±44. 1
2. Sedentary	
1) V. E supplemented	139. 9±58. 2
Nonsupplimented	140. 9±65. 8
2) Linoleic acid supplemented	64. 7±45. 2
Nosupplimented	216. 1±64. 0
3. Exercised	
1) V. E. supplemented	159. 8±69. 4
Nonsupplimented	210. 0±64. 9
2) Linoleic acid supplemented	214. 9±68. 6
Nonsupplimented	154. 2±62. 7

\* mean±SEM

が1日20mgでビタミンEの効力を認め、Consolazio<sup>6)</sup>は37mgと極めて大量投与したにもかかわらずビタミンEの効果には否定的な結論をだしているなどビタミンEの使用量は今回よりはるかに多い。

今回の実験でリノール酸の体力増強作用も併せて観察したが、これはCureton<sup>2)</sup>の実験で小麦胚芽油の効果はビタミンE単独の効力に優り、他に有効成分が存在する可能性が示唆され、かつこれが必須脂肪酸であろうとする見解<sup>16)</sup>が示されているからである。なおErshoff<sup>18)</sup>は棉実油投与モルモットで固型飼料投与群をはるかに凌ぐ水泳耐久力を観察していることも上述の見解を裏付けると思われた。

今回の実験ではビタミンEを平素運動しているねずみと運動を制限したねずみに与えて、ビタミンEの体力強化作用の検討を行った。結果は運動制限ねずみに対してビタミンは体力試験の成績を高めるのに全く効果を示さなかったが、普段走っているねずみの走行持久力を増強するのに、平均値からみてのことではあるが幾分効果が認められた。前述のように今回のビタミンE使用量は1日5mgと少なかったが、佐藤<sup>4)</sup>の例のように1日20mg前後と量をふやせば明瞭な効果が期待されよう。以上の結果はCureton<sup>2)</sup>の人の実験でみられた傾向とよく一致することから、ビタミンEの効

果があるとするれば、訓練中に運動に対する適応性を高めるかあるいは、酸素補給が制限となるような長時間にわたる運動時にその持久力を強める場合の2つの可能性が考えられ、今後一層の検討が要望される。

リノール酸の運動に対する効果は、単独投与時の訓練ねずみに限って幾分好影響を与えたようだが、ビタミンEと併用した時にはビタミンEの効果を更に強める働きは認められなかった。

我々はすでにリノール酸多量摂取が副腎皮質機能を亢進させることをみているが<sup>17)</sup>、今回もリノール酸過剰摂取で17-ケートステロイド排泄量が増加し前報の結果を裏付けた。

副腎皮質機能が強まれば、運動時のストレスに対する抵抗力も増し、運動持久力を高めると考えられるが、リノール酸投与群の体力検査成績からみて一概にその様な結論を下すことは困難に思われる。

小麦胚芽油の体力強化作用はビタミンE単独に優るとされているが<sup>12)</sup>、リノール酸との協同効果は否定され、他の有効成分の検索は今後の課題となった。

ねずみの体力をみるのに今回はトレッドミル走行試験と遊泳試験を併用したが、走力試験では安静群が1km前後、運動群が3kmと、運動訓練の効果がはっきり現われ、かつ、同一飼育条件間に極めて類似した成績が得られたことからねずみの体力をみるのに比較的適した方法に思える。これに対し遊泳試験の成績はきわめて個体差が大きく、実験条件による一定の傾向が認められないなど体力をみるのに走力試験より不適当な方法に思われた。ただし、これは遊泳試験の適温は25°C近辺といわれているが<sup>18)</sup>、今回冬期に実験を行ったため水温を32°Cと幾分高くしたこと、更に遊泳時間は体重に比例するとの報告<sup>19)</sup>を勘案して各ねずみに体重の2%相当の重りをつけたが、この負荷量が適当でなかったなどのためとも考えられる。

ビタミンEの欠乏は白ねずみの成長阻害を起すことは以前から知られているが<sup>20) 21) 22)</sup>、今回欠乏兆候が現われたのはビタミンE無添加の牛脂使用群に限られ、かつこの群の成長も殆んど他群と差がなかったことから、未だ完全なビタミンE欠乏

の状態に達しなかったものと思われる。サフラワ  
ー油でビタミンE 欠乏の兆候が全く現われなかつ  
たのは原料油脂中に 100g 当り 80mg と大量のビタ  
ミンE を含んでいた<sup>14)</sup>ことによるとと思われる。

運動がビタミンE 要求量は飛躍的に高めるとす  
れば、ビタミンE 無添加の運動群はより強いビタ  
ミンE の欠乏状態に達すると期待されたが、結果  
は全く安静群と変わらず、このことを立証するこ  
とは出来なかった。

尿中ヒドロキシプロリン排泄量は人間の場合  
成長のスパート期に一時的に増大する<sup>13)</sup>ことが知  
られているが、今回の実験で白ねずみも60日令近  
辺に一時的にヒドロキシプロリン排泄の増大を  
認め、人間と同様白ねずみも成長のスパートに  
ともなってヒドロキシプロリン排泄が増すことが  
分った。なお我々の実験で長育を含めた発育が自  
由運動によっても抑制されることが示された<sup>23)</sup>か  
ら、運動は成長期のコラーゲン代謝に何らかの影  
響を与えるものと思われるが、ヒドロキシプロ  
リン排泄の様相からこれを確認しようとした今回  
の試みは成功しなかった。

自由運動群で顕著な副腎の肥大がみられたのは  
前報<sup>23)</sup>の通りで、ビタミンE はこれを軽減する働  
きを示さなかった。

## 要 約

生後40日の白ねずみを安静群と運動群に分け前  
者は運動を制限し、後者には自由に水車を回す運  
動をさせながら、ビタミンE ないしリノール酸を  
単独又は同時に60日間投与し、最後にトレッドミ  
ル走行試験と遊泳試験を課して、ビタミンE とリ  
ノール酸の抗疲労、体力増強作用を検討した。

トレッドミル試験で運動群は安静群の3倍の距  
離を走り、平素の訓練の成果が体力試験の成績に  
よく反映された。

ビタミンE とリノール酸は運動群の走行距離を  
のばすのに効果がみられたが、統計的有意差は認  
められなかった。

ただし、ビタミンE と大量のリノール酸の併用  
によっては各単独投与の場合と成績に差がなく、  
小麦胚芽油の強い効力の一半がリノール酸にある  
との考えは否定された。

遊泳試験の成績は個体間のバラつきが大きく群  
間で実験条件による一定の傾向が認められなかつ  
た。

運動ねずみで副腎の肥大が顕著であったがビタ  
ミンE、リノール酸ともにこの傾向に何ら影響を  
与えなかった。

飼育期間中、白ねずみが45日令、60日令、70日  
令に達した時、採尿して、ヒドロキシプロリン  
と17-ケトステロイド排泄量の経日的変化を調べ  
た。

ヒドロキシプロリンは60日令近辺で一時的に  
排泄がふえ、白ねずみでも人間と同様成長のスパ  
ート期に排泄が増加することが確認された。

ただし、ヒドロキシプロリン排泄に、運動、  
ビタミンE、リノール酸の影響は示されなかつ  
た。

17-ケトステロイド排泄はリノール酸摂取群で  
増加する傾向が認められたが、体力試験の成績と  
の関連は求められなかった。

## 文 献

- 1) Cureton, T. K. Science News Letter 66 : 216, 1954
- 2) Cureton, T. K. Am. J. Physiol. 179 : 628, 1954
- 3) Cureton, T. K. et al. Research Quart. 26 : 391, 1955
- 4) 佐藤伝 体力科学 11 : 151, 1962
- 5) Curto, G. M. Zootec Net. 12 : 203, 1957 (Nutri. Abst. Rev. 27 : 4817, 1957)
- 6) Consolazio, C. F. et al. J. Appl. Physiol. 19 : 265, 1964
- 7) Sharman, I. M. et al. Proc. Nutr. Soc. 29 : 36A, 1970
- 8) Ershoff, B. H. et al. Federation proc. 14 : 431, 1955
- 9) Prockop, D. J. Anal. Biochem. 1 : 228, 1960
- 10) Drekter, J. J. et al. J. Clin. Endocrinol. & Metab. 12 : 55, 1962
- 11) Tarnadgis, R. G. et al. J. Sci. Food Agric., 15 : 602, 1964
- 12) Friedman, L. et al. J. Nutrition 65 : 143, 1958
- 13) 長嶺晋吉他 国立栄養研究所研究報告, 昭和42, 43年度3頁
- 14) 久野寧他編 ビタミン学, 金原出版株式会社

212頁 1956

- 16) Cnreton, T. K 東京オリンピック選手強化対策  
本部第1回コーチ会議特別講演 1960
- 17) 里和スミエ他 栄養学雑誌 26 : 63, 1968
- 18) 杉崎速雄 防衛衛生 12 : 403, 1965
- 19) Lee, M et al. J. Nutrition 84 : 136, 1964
- 20) Blumberg, H J. Biol. Chem. 108 : 227, 1935
- 21) Martin, G. J J. Nutrition 13 : 679, 1937
- 22) Ringsted, I Biochem. J. 29 : 788, 1935
- 23) 鈴木慎次郎他 Ann. Report Nat. Institute of  
Nutrition 1, 1967