

運動과 脂質代謝에 關한 研究

서울大學校 醫科大學 生理學教室

〈指導 南 基 鏞 教授〉

李 昌 煥

Physical Exercise and Lipid Metabolism

C. W. Lee

(Director: Prof. Nam Ki Yong)

Dept. of Physiology, College of Med. S.N.U.

= Abstract =

To investigate the influences of physical exercises on lipid metabolism in human, serum lipids were determined in swimming, weight lifting and wrestling athletes after loading their proper exercises for certain periods of time. Atherolipid numbers were also determined in these hardly exercising athletes.

Besides same time, experimental studies were carried out in rats to see the effects of high-carbohydrate, high-lipid and high-protein diets of 1, 2, 4 and 8 weeks duration upon serum total cholesterol level after the physical exercises.

The results obtained were as follows:

1. In studies with athletes, the serum concentration of various forms lipids and atherolipid number were increased for some periods of time by imposing physical exercises.

2. In experimental studies with rats, various dietary effect upon the serum total cholesterol level after loading physical exercises were as follow; on high-lipid diets, the serum level increased upto the 4th week and thereafter kept the same increased level until the 8th week; on high-carbohydrate diet, the level increased upto the 2nd week and extended to the 4th week with the same increased level, but somewhat decreased at the 8th week; and on the high-protein diet, the level increased upto the 2nd week, and decreased progressively from the 4th week.

目 次

緒 論

實驗方法

- 1) 實驗對象
- 2) 血清 total cholesterol 測定法
- 3) 血清 磷脂質 測定法
- 4) 血清 triglyceride 測定法
- 5) Atherolipid number 測定法

實驗成績

- 1) 運動選手血清內 各種脂肪成分의 變化
- 2) Atherolipid number 에 關하여

3) 各種食餌에 따른 運動負荷로 인한 血清內 total cholesterol 含量의 變化

考 察

- 1) 運動選手의 各種血清脂肪成分의 變化
- 2) Atherolipid number 에 對하여
- 3) 運動負荷와 食餌에 따른 血清 total cholesterol 含量의 變化

結 論

參考文獻

緒 論

運動選手에 있어서 特殊한 營養이 必要한가? 選手生活을 하는데 있어 어떤 食事が 가장 理想的인가?

또 어떤 飲食物을 運動前에 주어져야 하나? 等の

* 1969. 12. 9 接受

국립체력과학 연구소 논문 제 47 호

여러가지 疑問點이 選手體力管理를 맡은 이들에게 주어지는 課題인 것이다. 果然 選手들에게는 特殊한 營養學的條件이 必要한 것일까는 大端히 重要한 問題이다. 그것은 選手도 一般人과 같은 條件으로 언젠가는 돌아와야 할 것이고 그러고 보면 活動期에 있어 그들의 要求만을 滿足시킬수가 없는 것이다. 元來가 運動이란 自己가 正常的인 生活를 營爲하는데 있어 좀더 健康을 오래 保存하려는 것이지 우리가 選手가 되려고 運動을 하는 것은 아닐 것이다. 그러기에 活動期를 지나고서의 生活에 支障을 가져와서는 아니될 것이다. 故로 選手의 體力管理面에서 營養學的의 考察이란 大端히 重要한 것이라 고 보겠다.

오래前부터 筋肉運動을 많이 하면 普通 사람보다 肉類의 攝取가 많아야 한다고 하였고 常識的으로도 動物에 있어서 肉食動物이 草食動物에 比하여 體力面이 越等하다는 것을 알수가 있다. 그러기에 運動選手에 있어 動物性 蛋白質을 多量 攝取시켜야 하지 그렇지 못하면 貧血 등을 招來한다고도 하였다.¹⁾ 그러나 最近 報告²⁾에 依하면 訓練이 잘 이루어진 選手에 있어서는 特別히 이點 考慮치 않아도 無關하다는 說도 있다. 그리고 運動의 能力과 營養問題도 大端히 重要한 것으로 되어 있다.²⁾

한편 Brown et al.³⁾에 의하면 甚한 運動을 長期間 繼續하면 家兎에서 大動脈弓에 atheroma가 생기게되고 血壓의 上昇을 觀察하였다고 한다. 이때 low cholesterol diet에 있어서도 high cholesterol diet 때와 같은 傾向이 있었다고 하였다. 이런 現象은 運動時에 自然히 血清內 total cholesterol 含量에 많은 變化를 拓來하기 때문이라고 보고 있다.⁴⁻⁵⁾ 한편 같은 實驗에서도 變化가 없거나 때로는 上昇 또는 下降한다고 하는 學者도 있었다.⁶⁻¹¹⁾

이런 代謝 異狀은 Sanyster et al.¹²⁾이 報告한바와 같은 各種 酵素의 體內 活性의 變化라든지 Schalch¹³⁾가 報告한바와 같이 運動時의 成長호르몬이나 인슐린의 分泌異狀으로도 招來될수 있다고 한다. 그리고 提達也¹⁴⁾ 등에 依하면 脂肪 代謝와 密接한 關係를 가지고 있는 카테콜라민 分泌가 運動負荷時에 增加한다고 하였다.

上記한바 日常生活外에 運動을 負荷시킴으로써 脂肪 代謝에 많은 變化를 가져올 수 있고 各種 疾患의 原因을 만들고 있어 이들의 負荷가 繼續의이고 長期間에 걸쳐서 일어나고 있을적에 生體에 어떤 變化가 있을 것인가를 追求코져 오림픽 派遣選手를 對象으로 하여 血清內 total cholesterol 含量의 變化를 觀察하였고 血清內 cholesterol 含量이 動脈硬化症과 關係있다고 하여 athero-lipid number를 觀察하고 動物實驗에 依하여 運動을 負荷시켰을때 血清內 各種 脂肪 成分이 時期的으로 變化

함을 觀察하여 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

實驗方法

1) 實驗對象 :

a) 人體實驗 : 對象種目を 力道, 레스링, 水泳(競泳) 三種目を 擇하였다. 力道는 一日 1人當 平均 10,000 kg을 舉上함을 標準으로 하였다. 레스링은 1日 運動量을 午前 2時間, 午後 2時間의 強力한 練習을 하는 것으로 하여 測定人員으로 하였다. 水泳은 1日 練習量이 水泳場에서 平均 1km. 競泳하는 것을 標準으로 하여 1週日 5日間 訓練을 實施하여 運動前과 運動後에 採血하였다. 採血後 4時間 室溫에 放置시켜 凝固시킨後 3,000 rpm으로 遠沈하여 血清을 分離하여 分析에 使用하였다.

b) 實驗動物 : 150~180 gm.의 白鼠(sprague dowley)를 實驗室에서 標準食으로 1週日 飼育한 後 다음과 같은 群으로 分離 飼育하였다.

A群 對照群

B群 高糖食群(糖質 85%, 脂肪 3%)

C群 高脂肪食群(糖質 50%, 脂肪 35%)

D群 高蛋白食群(糖質 70%, 蛋白 25%)

各群當 動物을 60마리씩 하여 飼育하였다. 運動은 動物用 treadmill을 使用하여 每日 30分씩(20 m/min.) 午前, 午後로 2回씩 運動을 시켰다.

血液 採取는 各群 10마리씩 decapitation하여 얻었고 室溫에서 4時間 放置 凝固시킨後 3,000 rpm으로 遠沈分離하여 血清을 얻었다.

2) 血清 total cholesterol 測定法 :

Zack et al.¹⁵⁾法에 依하여 測定하였다. 即 10 ml. volumetric flask에 0.4 ml의 血清을 옮기고 여기에 4 ml의 acetone : methanol(1 : 1) mixture를 加하여 混合시켜서 boiling water bath로 氣泡가 發生할 때까지 加溫하고 室溫까지 冷却시킨後 10 ml mark까지 acetone : methanol mixture를 채우고 Whatmann No. 40의 濾紙로 濾過시킨 후 其濾液 1.0 ml를 實驗管에 옮겨 水槽에서 溶媒를 蒸發시킨다. 다음 blank 標準管을 準備하여 各管에 glacial acetic acid를 加하여 3.0 ml로 하였다. 이를 hot water bath에 30秒 두었다가 冷却시킨後 各管에 2.0 ml의 color reagent(FeCl₃·6H₂O, glacial acetic acid) 2.0 ml를 加하고 잘 混合시킨 다음 20分後에 560 mμ에서 比色하였다.

3) 血清 磷脂質 測定法 :

Cornerty et al.¹⁶⁾法에 依하여 測定하였다. 即 血清 0.2 ml를 digestion tube(10 ml에 mark가 있는 glass stoppered tube)에 옮기고 여기에 5% trichloroacetic acid 5.0 ml

를徐徐히 흔들며 加한後 2,000 rpm에서 20分 遠心分離하여 上澄液을 버린다. 다음 濾紙에 管을 거꾸로 하여 습기를 完全히 除去한다. 다음 digestion mixture(water : conc. H₂SO₄ : 70% perchloric acid 50 : 50 : 50)를 1.0 ml. 加하여 sand bath에서 酸化한다. 完全酸化가 되면 室溫에 1分間 放置하였다가 10 ml의 蒸溜水를 加한다. 다음 50% Na-acetate 溶液 1.0 ml를 加하고 蒸溜水를 10 ml mark까지 채운다. 다음 2.5% ammonium molybdate 1.0 ml. Elon 溶液 1.0 ml를 加하여 15分 두었다가 700 m μ 에서 比色하였다.

4) 血清 triglyceride 測定法 : Von Handel et al.²⁰法에 依하여 測定하였다. 即 total cholesterol을 測定키 위하여 抽出한 抽出液 1.0 ml.를 試驗管에 옮기고 溶媒를 完全히 증발시킨다. 다음 0.4% alcoholic KOH를 0.5 ml. 加하여 60~70°C에서 20分間 saponify 한다. 다음 0.2 N N₂SO₄ 溶液을 0.5 ml 加하여 water bath 內에서 15分間 boiling 한다.

다음 Na-periodate 溶液 1滴을 加하여 10分間 放置하고 Na-arsenate 溶液 1滴을 加하여 10分間 放置한다. 다음 各管에 chromotropic acid 溶液 5.0 ml를 加한後 boiling water bath에서 30分間 煮沸시킨後 室溫까지 冷却하고 540 m μ 에서 比色하였다.

5) Atherolipid number 測定法 : Searcy et al.¹⁴法에 依하여 測定하였다. 이때에 total cholesterol은 먼저 測定한 것으로 使用하였고 α , β -lipoprotein-cholesterol를 測定키 위하여 pH 8.6 veronal buffer 溶液, 3 mA, 8.5 volt에서 16時間의 電氣泳動法으로 血清을 分離하였다. 이때 濾紙는 Whatmann 3 mm를 使用하였고 血清은 0.2 ml를 泳動시켰다. Atherolipid number는 다음 式에 依하여 求하였다.

$$\text{Atherolipid number} = \frac{\text{mg\% serum-total cholesteol}}{10} \times \frac{\beta\text{-lipoprotein-cholesterol}}{\alpha\text{-lipoprotein-cholesterol}}$$

實驗成績

1. 運動選手血清內 各種脂肪成分의 變化 :

第1, 2, 3表 및 第1, 2, 3圖에서 보는바와 같이 于先 水泳選手에 있어서는 血清內 total cholesterol 含量에 있어서 運動負荷前에는 152.6 \pm 6.3 mg% 이던것이 運動負荷後에 175.6 \pm 9.9 mg% 로 增加되었다. 磷脂質에 있어서는 運動負荷前에 138.1 \pm 7.4 mg% 이던것이 運動負荷後에 171.9 \pm 5.4 mg% 로 增加하였으며 triglyceride에 있어서는 運動負荷前에 102.7 \pm 7.3 mg% 이던것이 運動負荷後에 124.7 \pm 7.2 mg% 로 亦是 增加하였다.

力道選手에서 보면 血清內 total cholesterol 含量에 있어 運動負荷前에는 206.4 \pm 11.6 mg% 이던것이 運動負荷後에 227.3 \pm 11.4 mg% 로 增加되었고 phospholipid 含量에 있어서는 運動負荷前에 206.3 \pm 11.4 mg% 이던것이 運動負荷後에 235.0 \pm 9.3 mg% 로 增加하였고 한편 triglyceride 含量에 있어서는 運動負荷前에 106.6 \pm 6.8 mg% 이던것이 運動負荷後에 126.9 \pm 9.7 mg% 로 增加되고 있었다.

레스링選手에 있어서는 血清 total cholesterol 含量이 運動負荷前에 214.2 \pm 7.7 mg% 이던것이 運動負荷後에 246.8 \pm 8.5 mg% 로 增加하였고 phospholipid에 있어서는 運動負荷前에 211.8 \pm 10.9 mg% 이던것이 運動負荷後에 239.7 \pm 9.4 mg% 로 增加되었고, triglyceride 含量에 있어서는 運動負荷前에 98.9 \pm 11.7 mg% 이던것이 運動負荷後에는 134.2 \pm 7.9 mg% 로 가장 많이 增加하였다.

Table 1.

Serum lipid content of swimmer

No.	Before exercise			After exercise		
	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride
1	136	115	160	141	140	177
2	136	134	79	144	160	115
3	147	156	105	220	184	115
4	133	115	116	144	168	126
5	125	105	99	133	156	126
6	174	126	99	190	185	127
7	179	154	80	203	183	118
8	165	147	105	196	160	126
9	175	169	98	200	188	112
10	156	160	86	185	195	105
M \pm SD	152.6 \pm 6.3	138.1 \pm 7.4	102.7 \pm 7.3	175.6 \pm 9.9	171.9 \pm 5.4	124.7 \pm 7.2

Table 2.

Serum lipid content of weight lifter

No.	Before Exercise			After exercise		
	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride
1	198	150	134	242	202	138
2	172	188	129	184	200	138
3	167	195	67	175	206	79
4	172	154	88	188	207	107
5	253	254	83	277	265	97
6	221	197	114	232	257	126
7	201	223	106	232	240	120
8	244	260	110	284	280	174
9	215	217	125	227	230	172
10	221	225	110	242	263	118
M±SD	206.4±11.6	206.3±11.4	106.6±6.8	227.3±11.4	235.0±9.3	126.9±9.7

Table 3.

Serum lipid content of wrestler

No.	Before exercise			After exercise		
	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid	Triglyceride
1	233	260	155	300	305	172
2	182	172	116	234	215	118
3	233	185	86	252	215	119
4	262	213	82	294	250	155
5	171	217	99	203	232	153
6	183	210	61	195	256	86
7	187	215	99	247	240	138
8	244	234	99	253	240	125
9	214	206	80	218	216	114
10	233	206	112	272	228	162
M±SD	214.2±7.7	211.8±10.9	98.9±11.7	246.8±8.5	239.7±9.4	134.2±7.9

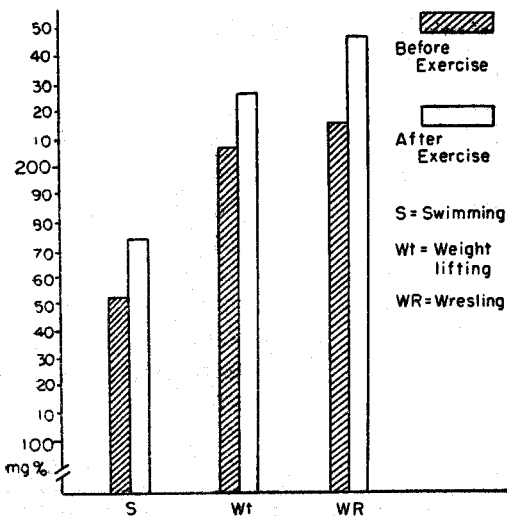


Fig. 1. Serum total cholesterol content of athletes.

2. Atherolipid number 에 關하여 :

第 4 表에서 보는바와 같이 Atherolipid number 에 있어서는 레스링選手에 있어 運動負荷前에 26.5 이던것이 運動負荷後에 61.1 로 크게 增加하였고 水泳選手에 있어서는 運動負荷前에 20.6 이던것이 運動負荷前에 48.5 로 增加하였다. 한편 力道選手에 있어서는 運動負荷前에 26.4 이던것이 運動負荷後에는 40.9 로써 이것 亦是 增加하였다. 같은 運動을 하면서 레스링選手에 있어 그 增加率이 가장 높았음을 보았다.

3. 흰쥐에 있어 各種食餌에 따른 運動負荷로 인한 血清內 total cholesterol 含量의 變化 :

第 5 表 및 第 4 圖에서 보는 바와 같이 高含水炭素食, 高脂肪食, 高蛋白食에 있어 運動負荷前 白鼠血清內 total cholesterol 含量은 91.7±4.5 mg%, 92.3±7.5 mg% 및 91.7±6.1 mg% 로써 各群에 있어 큰 差가 없음을 알았

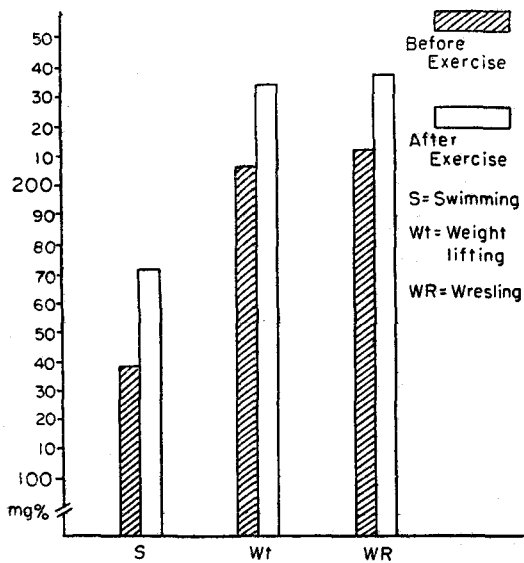


Fig. 2. Phospholipid content of athletes.

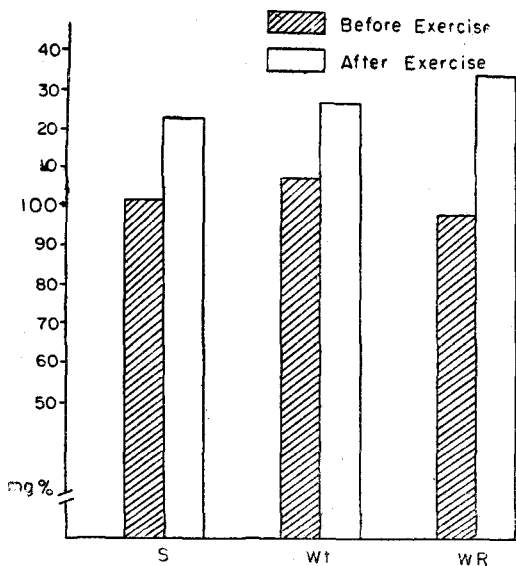


Fig. 3. Triglyceride content of athletes.

다. 그러나 食餌를 區分하여 投與하면서 每週 血清內 total cholesterol 含量을 測定한바 第1週에 있어서 高糖質食에서는 $113.7 \pm 7.6 \text{ mg\%}$, 高脂肪食에서는 $129.7 \pm 5.8 \text{ mg\%}$ 및 高蛋白食에서는 $108.2 \pm 7.9 \text{ mg\%}$ 로 全群에서 增加하였으나 高脂肪食에서 가장 많은 增加가 있었고 高蛋白食에서 增加가 가장 적었다. 第2週에 있어서는 高糖質食이 $122.5 \pm 8.5 \text{ mg\%}$, 高脂肪食이 $133.5 \pm 5.1 \text{ mg\%}$, 高蛋白食이 $112.9 \pm 7.0 \text{ mg\%}$ 로 第1週에 比하여 全群 亦是 增加하고 있었다. 第4週에 있어서는 高

糖質食이 $128.5 \pm 4.1 \text{ mg\%}$, 高脂肪食이 $138.6 \pm 5.5 \text{ mg\%}$ 로 增加하였으나 第2週에와 같이 그리 큰 增加는 없었고 高蛋白食에 있어서는 $95.8 \pm 5.4 \text{ mg\%}$ 로서 顯著하게 減少되고 있는 것을 觀察하였다. 第8週에 있어서 高糖質食은 $101.1 \pm 6.5 \text{ mg\%}$ 로서 運動負荷後 第1週에 比하여 低値로 減少되는 傾向이었고 高脂肪食에서는 $135.5 \pm 5.6 \text{ mg\%}$ 로서 큰 變化가 없는 것으로 나타나고 있었다. 한편 高蛋白食에 있어서는 $86.4 \pm 6.0 \text{ mg\%}$ 로서 도리어 運動負荷前 即 特殊食餌를 投與하기 前보다 더 低値를 나타내고 있어 그 減少傾向이 큰 것을 보았다.

Table 4. Atherolipid number of athletes before and after exercise

No.	Group	mg% serum total chol. $\times \frac{\text{mg\% } \beta\text{-lip. chol.}}{\text{mg\% } \alpha\text{-lip. chol.}}$	
		Before	After
		10	
1	Wr	23.3	45.0
2	"	23.4	23.7
3	"	30.3	45.4
4	"	30.5	52.4
5	"	23.4	28.4
6	"	18.3	35.1
7	"	18.7	74.1
8	"	20.2	61.0
9	"	29.9	174.0
10	"	46.6	72.6
11	S	27.2	144.0
12	"	11.5	20.0
13	"	33.5	40.5
14	"	19.0	20.0
15	"	12.5	18.3
16	Wt	31.4	49.2
17	"	27.7	38.0
18	"	20.0	35.5

考 察

運動選手의 各種血清脂肪成分의 變化 :

第1, 2, 3表 및 第1, 2, 3圖에서 보는 바와 같이 血清內 total cholesterol, phospholipid 및 triglyceride 含量에 있어 運動을 每日 一定量負荷시킨後 一定期間後에 觀察한바 全脂肪成分이 增加되고 있었다. 水泳選手에 있어 total cholesterol 含量은 約 15%, phospholipid 含量은 約 25%, triglyceride 含量은 約 20% 增加하였다. 力道選手에 있어서는 total cholesterol 含量이 約 8.5%, phospholipid 含量이 約 15%, triglyceride 含量이 約 20% 增加되고 있었다. 레스링選手에 있어서는 total cholesterol 含量

Table 5.

Serum total cholesterol level of rat

	Serumtotal cholesterol level (mg%)				
	Before	After 1 week	After 2 weeks	After 4 weeks	After 8 weeks
High CHO Diet	98.5, 87.2, 96.5 97.5, 86.4, 88.0 95.6, 89.5, 88.0 90.0	121.5, 115.0, 120.0 105.6, 116.2, 121.0 99.8, 105.0, 122.0 110.5	122.5, 125.0, 130.0 116.5, 120.0, 125.0 118.5, 117.5, 123.5 126.5	135.5, 126.0, 121.0 130.0, 129.5, 123.5 131.5, 127.5, 130.0 132.0	98.0, 99.2, 105.5 116.5, 98.5, 90.0 98.5, 105.0, 99.5 100.0
Mean \pm S.D.	91.7 \pm 4.5	113.7 \pm 7.6	122.5 \pm 8.5	128.5 \pm 4.1	101.1 \pm 6.5
High Fat Diet	96.5, 86.2, 100.5 99.0, 97.5, 84.2 97.5, 79.5, 83.6 98.0	125.5, 122.0, 135.0 118.0, 130.0, 127.0 129.0, 126.0, 119.5 125.5	135.5, 140.5, 130.0 129.5, 135.0, 125.5 130.5, 125.5, 132.5 140.0	130.6, 136.5, 140.0 137.5, 125.5, 142.0 140.5, 145.5, 145.0 137.5	130.0, 142.0, 137.5 135.5, 129.0, 140.0 132.5, 127.0, 145.0 136.0
Mean \pm S.D.	92.3 \pm 7.5	129.7 \pm 5.8	133.5 \pm 5.1	138.6 \pm 5.5	135.5 \pm 5.6
High Protein Diet	97.5, 98.5, 78.2 87.5, 96.5, 88.7 92.6, 98.5, 89.0 90.0	105.6, 100.0, 99.0 115.5, 120.0, 98.5 115.0, 105.0, 105.0 118.5	116.5, 110.0, 100.0 120.5, 105.5, 115.5 119.0, 121.5, 105.5 115.0	98.5, 87.5, 100.0 95.5, 105.0, 99.0 89.5, 90.0, 92.5 100.0	87.5, 85.5, 79.5 75.5, 92.5, 95.0 88.5, 79.5, 88.0 92.0
Mean \pm S.D.	91.7 \pm 6.1	108.2 \pm 7.9	112.9 \pm 7.0	95.8 \pm 5.4	86.4 \pm 6.0
Body weight					

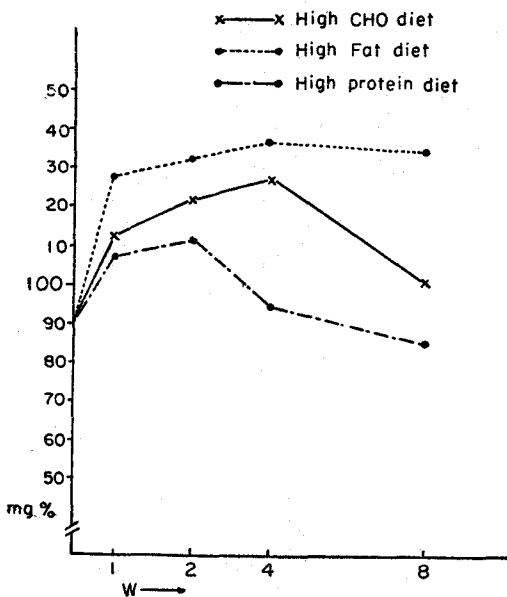


Fig. 4. Serum cholesterol level. cf rat

에 있어 약 10%, phospholipid 함량에 있어 약 10%, triglyceride 함량에 있어 약 30%의 증가율을 보이고 있

었다. 이들을綜合컨대 一般的으로 血清內 脂肪成分은 增加되고 있었으며 特히 triglyceride 含量의 增加가 큰것을 알았고 其中에서도 레스링選手에 있어 triglyceride 含量의 增加가 컸다. 한편 Keys, et al.⁴⁾에 依하면 運動에 따라 血清內 cholesterol 含量에 變化가 있으며 그 增加率은 運動內容에 따라 다르다고 하였고 Montove, et al.,⁵⁾ Leake,⁶⁾ Campbell et al.⁷⁾ 등은 運動에 있어 年齡에 따라 그 사람의 身體的인 條件 即 肥滿, 營養程度에 따라 다르다고 하였다. 즉 肥滿이 있으면 各種 脂肪質含量의 增加가 크다는 것이다. 그리고 中年期以後에 있어 增加率이 크다고 한다. 著者의 實驗으로서 力道選手에 있어 增加率이 큰것은 亦是 體重關係가 아닌가 한다. 한편 Campbell, et al.¹⁰⁾에 依하면 運動에 充分히 익숙하게 되면 그 增加率이 別로 없다고 하고 있으나 著者의 實驗으로는 우리나라 代表級選手로서 充分한 訓練이 되고 있는 選手이면서도 亦是 增加하고 있는 것을 發見하였다. 그리고 Aleksnadrow, et al.¹¹⁾에 依하면 白鼠 肝組織에 있어서 運動을 負荷시키면 cholesterol이나 脂肪酸의 生合成이 促進된다고 하였고 Schallch, et al.¹²⁾은 運動을 사람에게 負荷시키면 성장호르몬이나 인슐린의 分泌가 增加한다고 하였다. 이點 성장호르몬의 增加는 血清內 脂肪成分의 增加를 가져오게 할수 있고 인슐린의 增加도 亦

是 脂肪動員을 促進시키고 脂肪合成도 促進시킨다고 할 수 있다. 이런 點은 著者의 實驗對象이 成人이라고 할 수 있어 성장호르몬의 影響을 크게 없을 것으로 알고 있으나 인슐린의 影響을 亦是 받은 것으로 알 수 있어 血清內脂肪成分이 增加되고 있다는 點이 納得할 수 있다. 그리고 運動이 各種 酵素活性을 促進시킨다는 點은^{12,13} 亦是 體內에서 各種 脂肪成分의 生合成도 促進시켜 其 增加를 拓來하는 것으로 알고 있다. 한편 血清內 脂肪成分을 增加시키는 카테콜라민의 分泌가 運動負荷로 增加되며 이 結果 血清內 脂肪成分의 增加를 가져올 수가 있다는 것이다.

2) Atherolipid number 에 對하여 :

第 4 表에서 보는바와 같이 레스링選手에 있어서 運動負荷前에 26.5 이던것이 運動負荷後 61.1 로서 約 200% 以上の 增加率에 있었고 水泳選手에서 約 120%, 力道選手에서 約 70%의 增加率에 있었다. 血清內 total cholesterol 含量과 β -lipoprotein 含量의 增加는 動脈硬化症과 密接한 關係가 있다고 하여 Searcy, et al.¹⁴은 atherolipid number 란 말을 使用하기 始作하였다. 即 atherolipid number 의 增加는 動脈硬化症의 念慮가 많은 것이다. 一般人的 atherolipid number 를 우리 韓國人에 있어 調査한바 없어 運動選手가 一般人보다 높은지 알은지는 알 수가 없으나 一定期間 訓練을 實施하고 나서의 atherolipid number 를 보면 三種에 있어 一律적으로 增加되었고 특히 레스링選手에 있어 增加率에 큰것을 알았다. 이 點 어떤 理由에서인지는 把握하지 못하였으나 其增加率이 相當히 컸다. 한편 Brown, et al.³에 依하면 家兎에 있어서 一定量의 甚한 運動을 長期間 負荷한바 aorta 에 atheroma 가 生기는 것을 發見하였고 이에 血清內 total cholesterol 含量의 增加가 있는것을 발견하였다고 한다. 그러나 이 atherolipid number 가 訓練期間에 따라 增加一路인지 그것이 어느程度 잘 訓練이 되고나면 다시 原狀으로 돌아가는지는 더 追求할 問題라고 생각된다.

3. 運動負荷와 食餌에 따른 血清 total cholesterol 含量의 變化 :

白鼠에 있어서 運動을 負荷하면서 食餌를 高糖食, 高脂肪食, 高蛋白食으로 區分하여 血清內 total cholesterol 含量의 變化를 觀察한바 第 5 表. 第 4 圖에서 본바와 같이 全群 實驗前에는 큰차가 없다가 第 1 週에 가서 全群에서 增加하고 있었다. 그러나 其增加率에 高糖食은 約 22%, 高脂肪食은 約 38%, 高蛋白食은 約 18%의 增加로써 高脂肪食이 가장 높았고 高蛋白食이 가장 낮았다. 第 2 週에는 亦是 第 1 週에 比하여 增加는 하였으나 其增加率은 첫週보다는 낮았다. 第 4 週에 가서는 高糖

食이나 高脂肪食은 若干 增加되는 傾向이었으나 高蛋白食은 第 2 週에 比하여 約 20%의 減少率을 보이고 있었다. 第 8 週에 있어서 高糖食은 第 4 週에 比하여 約 10%, 高蛋白食은 繼續하여 約 10%의 減少率을 보였고 高脂肪食은 若干 減少하는 傾向이었으나 큰 變化를 볼 수가 없었다. 이 點 運動을 負荷시킨 血清內 脂肪成分 특히 total cholesterol 含量의 增加가 있다는 것은 前述한 바 있고 여러 學者들에 依하여도 報告된바 있다.³⁻⁵ 그러나 食餌의 影響을 받는것 같은 印象을 가지게 하고 있다. 即 高蛋白食에 있어 total cholesterol 含量의 增加率에 가장 높고 도리어 長期 飼育하면 標準食으로 飼育한 것보다 低價라는 것이다. Wilson,¹⁵ Itallie, et al.²에 依하면 運動에 있어 營養이 大端히 重要하며 運動選手의 食餌에 있어서는 高脂肪食은 禁物이고 高蛋白食을 주는 것이 一定期間은 理想的이라 하였다. Keys, et al.⁴은 食餌性에 따라 運動後의 total cholesterol 含量에 差가 生길수 있다고 하였고 Campbell,⁷ Stulb et al.⁸등도 食餌內容에 따라 運動量의 變化는 勿論 血清內 total cholesterol 含量에 큰 變化를 가져올 수 있다고 하였다. 한편 金¹⁷等은 血清 total cholesterol 含量이 食餌에 따라 크게 變化될 수 있으며 특히 高蛋白食은 一定期間後 血清 total cholesterol 含量을 低下시킨다고 하였다. 이런 點을 觀察컨대 本實驗에서 高脂肪食에서는 繼續 증가하였고 高糖食이나 高蛋白食은 第 4 週頃부터 低下되고 있었으나 특히 高蛋白食의 減少가 큰것은 우리가 選手의 食生活를 調節하는데 있어 많은 도움이 되리라고 믿는다.

結 論

運動이 體內 脂肪代謝에 미치는 影響을 觀察하기 爲하여 訓練時間이 길고 比較的 過激한 運動種目으로 알려진 水泳, 力道, 레스링選手의 一定期間 運動負荷後의 血清內 各種 脂肪成分의 變化를 觀察하였고 아울러 atherolipid number 를 調査하였다.

한편 食餌가 運動負荷後의 血清內 total cholesterol 含量에 미치는 影響을 보기 爲하여 白鼠에 高糖, 高脂肪, 高蛋白食을 8 週間 投與하여 第 1 週, 第 2 週, 第 4 週 및 第 8 週에 血清內 total cholesterol 含量을 測定하여 그 變化를 觀察한바 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 運動選手에 있어 運動을 負荷시킨바 一定期間동안은 血清內 各種 脂肪成分이 增加하고 있었으며 atherolipid number 도 增加하고 있었다.

2. 白鼠에 있어 食餌性이 運動負荷後 血清內 total cholesterol 含量에 미치는 影響은 高脂肪食은 第 4 週까지는 繼續 增加하였고 第 8 週는 第 4 週와 큰 變化가 없었다. 高糖食은 第 2 週까지는 增加하였고 第 4 週에는 큰

變化가 없더니 第8週에 若干 減少되었다. 한편 高蛋白食은 第2週까지는 若干 增加하고 있었으나 第4週부터 繼續 顯著하게 減少되고 있는 것을 觀察하였다.

REFERENCES

- 1) J.R. Wilson: *J. Amer. Med. Asso.* 151:818, 1953.
- 2) T.B. Van Itallie, et al.: *J. Amer. Med. Asso.* 162:1120, 1956.
- 3) C.E. Brown, et al. *J. Gerontol.* 11:292, 1956.
- 4) A. Keys, et al.: *J. Clin. Invest.* 35:1173, 1956.
- 5) H.J. Montove, et al.: *Amer. J. Clin. Nutr.* 7:139, 1959.
- 6) C.D. Leake: *Geriatrics.* 17:545, 1962.
- 7) D.E. Campbell: *J. Lipid Res.* 6:478, 1965.
- 8) S.C. Stulb, et al.: *Amer. J. Clin. Nutr.* 16:238, 1965.
- 9) D.E. Campbell: *Amer. J. Clin. Nutr.* 18:79, 1966.
- 10) D.E. Campbell, et al.: *Amer. J. Med. Sci.* 253:155, 1967.
- 11) D. Aleksandrow, et al.: *J. Athero. Res.* 4:351, 1964.
- 12) J.F. Sangster, et al.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 122:542, 1966.
- 13) D.S. Schalch: *J. Lab. Clin. Med.* 69:256, 1967.
- 14) R.U. Searcy, et al.: *Lancet-II*:1166, 1960.
- 15) P.D. Altland: *Amer. J. Physiol.* 214:28, 1968.
- 16) 提達也等: 體力醫學(日本) 14:1, 1968.
- 17) 金漢燮: 未發表
- 18) B. Zack et al.: *Am. J. Clin. Path.* 24:1307, 1954.
- 19) H.V. Cornerty, et al.: *Clin. Chem.* 7: 37, 1961.
- 20) E. von Handel, et al.: *J. Lab. Clin. Med.* 50:15, 1957.