

## 肥滿治療食 開發을 위한 基礎研究

### 1. 食物纖維로서의 알긴산의 肥滿抑制效果

崔鎮浩 · 林采喚 · 金在娟 · 梁琮淳 · 崔在洙 · 卞大錫\*  
釜山水產大學 食品營養學科 · \*東京大學醫學部 榮養學教室  
(1986년 5월 20일 수리)

## Basic Studies on the Development of Diet for the Treatment of Obesity

### I. The Inhibitory Effect of Alginic Acid as a Dietary Fiber on Obesity

Jin-Ho CHOI, Chae-Hwan RHIM, Jae-Yeun KIM, Jong-Soon YANG, Jae-Sue CHOI  
Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan,  
Nam-gu, Pusan 608, Korea

and

Dae-Seok BYUN  
Faculty of Medicine, University of Tokyo  
(Received May 20, 1986)

This work was designed as basic studies on the development of diet for the treatment of obesity. The effect of alginic acid which is the major component of brown algae was investigated by comparing with agar, cellulose, carboxymethylcellulose (CMC), chitin, and lignin as dietary fibers.

These dietary fibers (10%) supplemented to basic diet were fed ad libitum to Sprague Dawley rat for 4 weeks, and the inhibitory effects on obesity were evaluated by measuring body weight gain and feed efficiency, the content of glucose and cholesterol in serum, lipase activity in serum, lipid content in liver, adipose tissue around epididymis and ovarium, and Lee index etc.

Among the inhibitory effect of these dietary fibers on obesity, lignin was the most effective ( $p < 0.001$ ), followed by Na-alginate ( $p < 0.01$ ) for body weight gain, but lignin was the most effective, followed by CMC, and followed by Na-alginate for feed efficiency ( $p < 0.001$ ).

In the inhibitory effects on lipid accumulation in liver and adipose tissue around epididymis and ovarium, lignin and Na-alginate group among these dietary fibers were more effective than others, but there was no significant difference between male and female. The inhibitory effect on obesity evaluated by Lee index was effective in the order of Na-alginate > lignin > CMC > chitin > cellulose ( $p < 0.001$ ).

The decreasing effects of lipid content in liver by dietary fibers were found in the order of agar > CMC > cellulose > Na-alginate > chitin > lignin ( $p < 0.001$ ). Glucose content in serum was significantly decreased in cases of CMC, lignin and Na-alginate, whereas a slight difference was found in chitin, but cholesterol content in serum was decreased for all dietary fibers examined except cellulose group.

The increasing effect of lipase activity in plasma was found in cases of Na-alginate and chitin, while cellulose, CMC and lignin groups were decreased.

緒 論

材料 및 方法

科學文明的 發達과 國民所得의 增大에 따른 營養過多와 運動不足으로 인하여 肥滿傾向이 두드러지고 있어서, 國民健康의 커다란 威脅要素로 등장하고 있다.

肥滿이란 脂肪組織에 脂肪이 異常蓄積하는 病態로서, 肥滿이 되던 運動能力이 低下할 뿐만 아니라 體內的 物質代謝에도 影響을 미쳐서, 高血壓, 動脈硬化, 腦卒中 등 循環器疾患, 그 밖의 糖尿病, 關節炎, 肥滿 合併症 등이 나타나는 것으로 報告되어 있다<sup>1,2)</sup>. 지금까지 肥滿의 豫防과 治療에는 運動療法<sup>3)</sup>, 食欲抑制劑, 脂質代謝阻害劑, 호르몬 製劑 등을 사용하는 藥物療法<sup>4)</sup>, 絶食療法<sup>5)</sup> 및 消化·吸收阻害劑로서의 食物纖維<sup>6,7)</sup>, 外科療法<sup>8)</sup> 및 行動療法<sup>9)</sup>, 그 밖에도 食事療法<sup>10)</sup> 및 高脂肪高蛋白食의 效果<sup>11)</sup> 등 많은 研究가 報告되어 있지만 만족할만한 結果는 나오지 않고 있다.

『食藥一體』라고 하는 東洋의 藥思想에 따라 食을 통해서 肥滿을 豫防하고 治療하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료되어 食物纖維에 의한 效果를 集中的으로 檢討하고자 한다. 지금까지의 食物纖維에 대한 研究結果에 의하면 耐糖能의 改善效果<sup>12-14)</sup>, 内容物의 胃內滯留時間의 延長 및 吸收抑制<sup>14)</sup>, 排便量 및 回數의 增加<sup>15)</sup>, 이온交換能과 吸着能에 의한 金屬吸收低下 및 毒性除去效果<sup>16)</sup>, 그 밖에도 膽汁酸과 吸着하여 콜레스테롤의 micelle 化를 저해하여 體外로 排泄를 촉진함으로써 血中콜레스테롤 含量을 저하시키는 등의 生理的인 機能<sup>17,18)</sup>도 갖고 있어서, 肥滿 뿐만 아니라 成人病 豫防에도 效果가 있는 것으로 報告되고 있다.

지금까지 食物纖維(dietary fiber)의 肥滿防止研究로서는 植物性食品으로서 細胞壁의 構成多糖類인 cellulose, hemicellulose, 木質素라고 하는 lignin, 植物의 貯藏多糖類인 pectin, 그리고 植物고무질(plant gums) 및 粘質物(mucilages)인 arabic gum, guar gum 등이, 또 動物性食品으로서 甲殼類의 chitin이 報告되어 있다.

따라서 著者 등은 이들 食物纖維와 海藻類, 특히 미역, 다시마 등의 褐藻類의 多糖類成分으로 20~30% 함유하고 있는 食物纖維인 알긴산의 肥滿防止作用을 動物實驗을 통해 比較한 結果를 報告한다.

1. 實驗動物 및 飼育條件

本 大學 食品營養學科 動物飼育室에서 번식시킨 Sprague-Dawley rat (200±10 g)을 사용하여 市販固型飼料(第一飼料製)로 豫備飼育시킨 후 암수 각각 5마리씩을 1群으로 하여 食餌組成이 다른 實驗飼料와 물을 自由攝取시키면서 4週間 飼育實驗을 하였다. 그리고 每日 晝의 體重은 實驗飼料 投與前에 測定하고 飼料 攝取量은 投與飼料殘量을 測定하여 算出하였다.

動物實驗室의 溫度는 22±2°C, 濕度는 65±2% RH로 自動調節되며 明暗은 12時間 cycle(06:00~18:00)로 하였다.

實驗飼料의 組成은 Table 1과 같다. group I은 basic diet(第一飼料製), group II는 stock diet에 margarine을 30% 添加한 것이고 group III~VIII은 basic diet에 margarine 20% 및 食物纖維 10% 씩을 각각 添加하여 調製하였다. 한편 實驗動物은 處置 24時間前부터 絶食시킨 후 에테르로 麻醉하여 心臟에서 採血하고 肝臟과 精巢 및 卵巢 주위의 脂肪組織을 摘出하여 秤量하였다. 血液은 暗冷所에서 하루 밤 放置한 후 3,000 rpm에서 10分間 遠心分離하여 血清을 分離하였다.

Table 1. Composition of experimental diets (g/100g diet)

Ingredient	Group I*	Group II	Group III-VIII**
Starch	50.0	37.8	37.8
Protein	22.1	16.7	16.7
Fiber	6.0	4.5	4.5
Ash	10.0	7.6	7.6
Fat	2.5	1.9	1.9
Calcium	0.7	0.5	0.5
Phosphorus	0.4	0.3	0.3
Margarine	—	30.0	20.0
Dietary fiber	—	—	10.0

\*Basic diet was purchased from Cheill Feed Co., Ltd.

\*\*Group III: agar, group IV: cellulose, group V: CMC, Group VI: chitin, group VII: lignin, group VIII: Na-alginate.

2. 肝臟中の 脂質 含量

肝臟中の 總脂質 含量은 Folch법<sup>19)</sup>에 따라 CHCl<sub>3</sub>: MeOH(2:1, v/v)混液으로 抽出, 精製, 定量하였다.

3. 血清中的 glucose 含量

血清中的 glucose 含量은 酵素法에 의한 kit 試藥 (DR-2400, Kainos Lab. Inc., Japan)으로 測定하였다. 각 시험관에 血清 0.02 ml, 標準溶液(200 mg/dl) 0.02 ml 을 각각 넣고, 調製한 反應試藥(glucose B-test) 3.0 ml 를 가하여 37°C water bath에서 15分間 反應시켰다. 이 反應液을 blank 를 對照로하여 spectrophotometer 로 500 nm에서 吸光度를 測定하여 다음 式(1)에 따라 glucose 含量을 산출하였다.

$$\text{Glucose 含量(mg/dl)} = \frac{\text{檢體의 吸光度}}{\text{標準溶液의 吸光度}} \times 200 \dots\dots(1)$$

4. 血清中的 總 cholesterol 含量

血清中的 總 cholesterol 含量은 酵素法에 의한 kit 試藥(Youngdong Pharm. Co., Korea)으로 測定하였다. 각 시험관에 血清 0.02 ml, 標準溶液(300 mg/dl) 0.02 ml 를 넣고 調製한 反應試藥(T-CHO-N) 3.0 ml 을 가하여 vortex mixer에서 진탕 후 37°C water bath에서 15分間 反應시켰다. 이 反應液을 blank 를 對照로 하여 spectrophotometer 로 500 nm에서 吸光度를 측정하여 다음 式(2)에 따라 總 cholesterol 含量을 산출하였다.

$$\text{總 Cholesterol(mg/dl)} = \frac{\text{檢體의 吸光度}}{\text{標準溶液의 吸光度}} \times 300 \dots\dots(2)$$

5. 血清中的 lipase 活性

血清中的 lipase 活性은 Tietz 法에 의한 kit 試藥 (BC-113, Youngdong Pharm. Co., Korea)으로 測定하였다. 각 시험관에 血清 1.0 ml 을 취하고 lipase buffer 1.0 ml, olive oil emulsion 3.0 ml, D.W. 2.5 ml 을 가하고 vortex mixer 로 진탕한 후 37°C water bath에서 6時間 反應시킨 다음 thymolphthalein 指示藥 4 drop 을 가하여 blank 를 對照로 하여 0.05 N-NaOH 로 靑色이 될 때까지 적정하여 0.05 N-NaOH 消耗량을 lipase 活性으로 표시하였다.

6. Lee index 및 飼料効率的 測定

Lee index 는 다음 式(3)에 따라, 그리고 飼料効率は 다음 式(4)에 따라 계산하였다.

$$\text{Lee index} = \frac{\sqrt[3]{\text{體重}(g)}}{\text{鼻・肛門間의 距離}(m)} \dots\dots(3)$$

$$\text{飼料効率} = \frac{\text{體重 增加量}(g)}{\text{飼料 攝取量}(g)} \times 100 \dots\dots(4)$$

結果 및 考察

1. 體重變化 및 飼料効率

basic diet 에 margarine 및 食物纖維를 10%씩 添加, 再調製한 實驗飼料로 飼育한 흰쥐의 體重增加量 및 飼料効率을 Table 2에 나타냈다.

Table 2에서 體重增加量의 變化를 보면 female 에 비해 male 의 體重增加가 현저하여 1.5~3.0배의 높은 값을 나타내고 있었으며, margarine 30% 添加群을 對照群(100%)으로 하여 比較하여 보면 male 은 lignin(34%)이 가장 효과적이었고, 그 다음이 Na-alginate(76%), cellulose(78%)의 순이었으며, female 은 lignin(67%)이 가장 효과적이었고, 그 다음이 Na-alginate(71%), cellulose(88%)의 순으로서 male 과 같은 傾向을 나타내고 있었다. 또 體重增加量은 全體的으로 보면 lignin 10% 添加飼料가 43%의 가장 낮은 體重增加現象을 나타내고 있었고(p<0.001), 그 다음이 Na-alginate 10% 添加飼料로서 71%의 體重增加를 나타내고 있었다(p<0.01). 그러나 agar, cellulose, CMC 및 chitin 10% 添加飼料는 거의 效果가 없었는데, 이러한 사실은 Tsai 등<sup>20)</sup>의 研究結果와 거의 一致하고 있음을 알 수 있었다.

그러나 食物纖維 投與에 의해 나타난 肥滿防止效果가 단순히 體重增加抑制의 結果만으로 判定할 수 없으므로 飼育實驗期間중에 攝取飼料量에 대한 體重增加量, 즉 飼料効率로서 判定하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. Table 3에 표시한 飼料効率을 margarine 添加群을 對照群(100%)으로 하여 比較하여 보면 male 은 lignin(47%)>CMC(60%)>Na-alginate(70%)>cellulose(81%)>chitin(85%)의 순이었고, female 은 Na-alginate(62%)>lignin(65%)>CMC(71%)>chitin(79%)>cellulose(85%)의 순이었으며, 전체적으로 보면 lignin(53%), CMC(63%) 및 Na-alginate(68%) 10% 添加群들이 아주 效果的인 것으로 나타났고(p<0.001), cellulose 10% 添加群도 상당한 效果가 있는 것으로 나타났으나(p<0.05), 그 밖의 agar 및 chitin 10% 添加群은 그렇게 有意性있는 結果를 期待할 수 없었다.

이들 食物纖維의 體重增加 및 飼料効率 등에서 본 肥滿防止效果는 Ebihara 등(1981)<sup>12)</sup>, Jenkins 등(1977)<sup>13)</sup>이 報告한 胃內滯留時間의 지연 및 吸收抑制 등

**Table 2. Effect of dietary fibers supplemented on body weight and feed efficiency in rats**

Diet group	Body weight gain (g/four weeks)			Feed efficiency**		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total
I None	62±5.8* (71)	40±3.6 (133)	51±5.1 (88)	12.5±1.1* (68)	9.6±0.9 (97)	11.2±0.8 (77)
II Margarine(M)	87±8.1 (100)	30±5.4 (100)	58±9.2 (100)	18.4±2.0 (100)	9.9±2.2 (100)	14.6±2.4 (100)
III M+agar	85±4.5 (98)	34±2.7 (113)	59±8.5 (102)	17.8±1.0 (99)	9.0±0.8 (91)	13.8±1.1 (95)
IV M+cellulose	64±4.0 (78)	34±4.9 (88)	53±6.3 (91)	14.9±0.9 (81)	8.4±1.5 (85)	11.9±1.3 <sup>c)</sup> (82)
V M+CMC	73±8.5 (84)	33±5.4 (110)	53±8.6 (91)	11.0±1.7 (60)	7.0±1.5 (71)	9.2±1.4 <sup>a)</sup> (63)
VI M+chitin	79±6.7 (91)	29±1.3 (97)	56±8.2 (97)	15.7±1.3 (85)	7.8±0.5 (79)	12.5±1.4 (86)
VII M+lignin	30±4.0 (34)	20±4.5 (67)	25±3.5 <sup>a)</sup> (43)	8.6±0.8 (47)	6.4±1.1 (65)	7.7±0.7 <sup>a)</sup> (53)
VIII M+Na-alginate	66±3.1 (76)	21±2.2 (71)	41±6.6 <sup>b)</sup> (71)	12.9±0.7 (70)	6.1±0.6 (62)	9.9±1.4 <sup>a)</sup> (68)

Figures in parentheses are expressed percentage of margarine group.

\*Mean±S.E of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total.

\*\*Feed efficiency: body weight gain(g) /food intake(g) ×100

Significantly different from margarine group by student's t-test: <sup>a</sup>p<0.001; <sup>b</sup>p<0.01; <sup>c</sup>p<0.05.

**Table 3. Effect of dietary fibers supplemented on liver weight and adipose tissue of gonad in rats**

Diet group	Liver weight (g)			Adipose tissue of gonad (g)*		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total
I None	7.07±0.18** (83)	6.58±0.14 (95)	6.76±0.13 (89)	2.87±0.39 (56)	1.69±0.29 (59)	2.28±0.10 (57)
II Margarine(M)	8.56±0.24 (100)	6.90±0.10 (100)	7.61±0.29 (100)	5.17±0.10 (100)	2.88±0.05 (100)	4.03±0.12 (100)
III M+agar	8.10±0.34 (95)	6.71±0.31 (97)	7.40±0.31 (97)	4.05±0.24 (78)	2.48±0.17 (86)	3.27±0.12 <sup>a)</sup> (81)
IV M+cellulose	7.90±0.22 (91)	6.38±0.05 (92)	6.38±0.08 <sup>a)</sup> (84)	3.41±0.13 (66)	2.30±0.10 (80)	2.86±0.12 <sup>a)</sup> (71)
V M+CMC	7.39±0.49 (86)	6.15±0.15 (89)	6.77±0.32 <sup>b)</sup> (89)	2.53±0.13 (49)	2.38±0.11 (83)	2.46±0.07 <sup>a)</sup> (61)
VI M+chitin	7.77±0.48 (91)	6.51±0.33 (94)	7.14±0.35 (94)	2.31±0.12 (47)	2.60±0.12 (90)	2.46±0.12 <sup>a)</sup> (61)
VII M+lignin	6.21±0.20 (73)	5.54±0.30 (80)	5.68±0.30 <sup>a)</sup> (75)	2.03±0.09 (39)	2.08±0.04 (72)	2.05±0.08 <sup>a)</sup> (50)
VIII M+Na-alginate	6.96±0.18 (81)	5.94±0.06 (86)	6.39±0.18 <sup>a)</sup> (84)	3.03±0.11 (60)	1.83±0.23 (64)	2.19±0.21 <sup>a)</sup> (54)

Figures in parentheses are expressed percentage of margarine group.

\*Adipose tissues around epididymis and ovarium.

\*\*Mean±S.E. of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total.

Significantly different from margarine group by student's t-test; <sup>a</sup>p<0.001, <sup>b</sup>p<0.01.

과 Bueno 등 (1981)이 報告한 小腸內에서의 移動速度의 지연에 의한 滿腹感 때문에 餌料攝取量の 低下와 이에 따른 體重增加抑制에 起因하는 것으로 생각된다.

2. 肝臟重量 및 生殖巢 脂肪重量의 變化

食餌중의 脂質이 monoglyceride 와 脂肪酸으로 분

解된 후 膽汁酸과 micelle을 형성하여 小腸에서 吸收되어 小腸粘膜에서 triglyceride로 再合成된 다음 chylomicron 이란 lipoprotein의 形態로 血液을 통해 肝臟, 脂肪組織 및 其他組織에 1/3씩 운반되어 利用되거나 蓄積된다. 또 脂肪組織은 皮下結合組織, 生殖巢 등에 주로 蓄積되고 그 밖에도 腎臟周圍, 腸間

膜, 筋肉組織 등에 貯藏되는 것으로 알려져 있다.

따라서 本 實驗에서는 脂肪蓄積이 현저한 肝臟과 生殖巢, 즉 副睪丸(male)과 卵巢(female) 주위의 脂肪含量을 측정하여, 이들 組織의 脂肪蓄積에 미치는 食物纖維의 添加效果를 比較하여 Table 3에 나타내었다.

Table 3에서 肝臟重量의 變化를 보면 female에 비해 male의 肝臟重量이 약간 높은 값을 나타내고 있었으며, margarine 30% 添加群을 對照群(100%)으로 하여 比較하여 보면 male은 lignin(73%)이 가장 낮았고, 그 다음이 Na-alginate(81%), CMC(86%)의 순이었으며, female은 역시 lignin(80%)이 가장 낮았고, 그 다음이 Na-alginate(86%), CMC(89%)의 순으로서 male과 같은 傾向을 나타내고 있었다. 또 全體적으로 보면 lignin(75%), Na-alginate(84%), cellulose(84%) 10% 添加群이 肝臟重量이 비교적 낮고 ( $p < 0.001$ ), 또 CMC(89%) 10% 添加群도 낮아서 ( $p < 0.01$ ), 肝臟에서의 脂肪蓄積이 적은 반면, agar 및 chitin 10% 添加群은 margarine의 對照群과 거의 變化가 없었다. 이러한 사실중에서 Tsai 등<sup>20)</sup>은 cellulose 5~7% 添加群에서 肝臟重量變化가 거의 없다고 報告한 것과는 약간의 차이가 있는데, 이러한 結果는 肥滿誘導로 사용한 margarine의 組成과 添加量에서 오는 差異로 생각되었다(Table 3).

또한 副睪丸 및 卵巢周圍의 脂肪含量을 比較하여 보면 암수간에는 뚜렷한 差異를 발견할 수 없었고, 全體적으로 生殖巢周圍의 脂肪含量을 margarine 添加群을 對照群(100%)으로 하여 比較하여 보면 lignin(50%)이 가장 낮았고, 그 다음이 Na-alginate (54%) > CMC(61%) = chitin(61%) > cellulose (71%) > agar(81%)의 순으로 낮아서 모든 食物纖維 10%

添加群이 生殖巢 주위의 脂肪蓄積을 현저히 감소시키고 있음을 알 수 있었다( $P < 0.001$ ).

### 3. Lee index의 變化

Table 4에 Lee index에 미치는 食物纖維의 影響을 표시하였다. Table 4에서 Lee index의 變化를 보면 암수사이에는 有意性 있는 차이를 발견할 수 없었으며, 전체적으로 margarine 添加群을 對照群(100%)으로 하여 比較하여 보면 Na-alginate 10% 添加群이 가장 효과적이었으며( $P < 0.001$ ), 그 다음의 lignin, CMC 및 chitin 10% 添加群도 有意性 있는 效果를 나타내고 있었다( $P < 0.001$ ). 그러나 cellulose는 有意性이 낮은 反面( $P < 0.02$ ), agar는 거의 效果가 없음을 알 수 있었다.

일반적으로 흰쥐의 경우 Lee index가 30이하일때를 正常値로 보고 있는데, margarine 20%로 誘導시킨 흰쥐에 이들 食物纖維를 10% 添加한 경우 Na-alginate가 가장 효과적이었으며, 그 다음 lignin, CMC, chitin, cellulose 등이 효과적이었다. 이러한 실험결과를 生殖巢 脂肪重量의 傾向과 유사한 결과를 나타내고 있었는데, 이는 奧田의 研究結果와도 일치함을 알 수 있었다.

### 4. 肝臟중의 總脂肪質含量 變化

正常 흰쥐에 있어서 脂肪蓄積의 1/3을 차지하고 있는 肝臟중의 總脂肪質含量을 Folch法에 따라 抽出하여 食物纖維 添加飼料가 肝臟의 脂肪蓄積을 어느 정도 抑制하고 있는 가를 比較한 結果는 Table 5와 같다.

Table 4. Effect of dietary fibers supplemented on Lee index in rats

Diet group	Lee index*		
	Male	Female	Total
I None	32.42±0.12 (102)**	31.04±0.63 (105)	31.55±0.41 (103)
II Margarine(M)	31.85±0.32 (100)	29.56±0.41 (100)	30.54±0.45 (100)
III M+ agar	31.12±0.21 (98)	29.53±0.26 (100)	30.35±0.32 (99)
IV M+ cellulose	30.67±0.09 (96)	29.19±0.21 (99)	30.01±0.25 (98) <sup>b)</sup>
V M+ CMC	30.28±0.72 (95)	31.03±0.84 (105)	29.53±0.23 (97) <sup>a)</sup>
VI M+ chitin	30.23±0.72 (95)	28.98±0.12 (98)	29.61±0.24 (97) <sup>a)</sup>
VII M+ lignin	29.96±0.31 (94)	29.06±0.29 (98)	29.51±0.28 (97) <sup>a)</sup>
VIII M+ Na-alginate	28.00±0.20 (88)	27.33±0.51 (93)	27.74±0.36 (91) <sup>a)</sup>

Figures in parentheses are expressed percentage of margarine group.

\*Lee index:  $\frac{\text{body weight (g)}}{\text{length between nose and anus(m)}}$ .

\*\*Mean±S.E. of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total.

Significantly different from margarine group by student's t-test; <sup>a)</sup> $p < 0.001$ , <sup>b)</sup> $p < 0.02$ .

Table 5. Effect of dietary fibers supplemented on lipid content in liver of rats

Diet group	Lipid content (mg/g)		
	Male	Female	Total
I None	40.35±1.02 (64)*	67.53±1.42 (89)	53.97±1.50 (78)
II Margarine(M)	62.68±1.73 (100)	75.66±0.98 (100)	69.56±2.02 (100)
III M+agar	21.03±0.87 (34)	36.39±1.67 (48)	28.01±1.64 (40) <sup>a)</sup>
IV M+cellulose	36.40±0.98 (58)	34.45±0.28 (46)	39.76±1.86 (57) <sup>a)</sup>
V M+CMC	35.04±2.33 (56)	26.76±0.64 (35)	31.29±2.10 (45) <sup>a)</sup>
VI M+chitin	44.27±2.75 (71)	48.37±2.45 (64)	46.14±3.23 (66) <sup>a)</sup>
VII M+lignin	41.70±1.32 (67)	70.83±3.83 (94)	57.34±4.28 (82) <sup>a)</sup>
VIII M+Na-alginate	40.87±1.05 (65)	44.10±0.46 (58)	43.00±1.74 (62) <sup>a)</sup>

Figures in parentheses are expressed percentage of margarine group.

\* Mean±S.E. of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total. Significantly different from margarine group by student's t-test; <sup>a)</sup>p<0.001.

Table 5에서 食物纖維가 肝臟의 脂質蓄積에 미치는 影響을 보면 암수간에는 뚜렷한 差異를 발견할 수 없지만, 이들 食物纖維 添加는 margarine 으로 誘導시킨 對照群에 비해 현저한 脂質蓄積抑制作用을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

margarine 添加群을 對照群(100%)으로 하여 全體의 比較하여 보면 agar(40%) 10% 添加群이 가장 効果적으로 脂質蓄積을 抑制하고 있었으며, 그 다음이 CMC(45%), cellulose(59%), Na-alginate (62%), chitin(66%), lignin(82%)의 순으로서 모든 食物纖維 投與群이 肝臟에서의 脂質蓄積을 效果의 減少시키는 것으로 나타났다(P<0.001). 이러한 사실은 肝臟에서의 脂肪分解가 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있었는데, 肝臟과 마찬가지로 다른 組織에서도 脂肪蓄積이 지연될 것으로 생각되어 肥滿防止에 效果의이란 사실을 추정할 수 있었다.

5. 血清 glucose 濃度の 變化

食物纖維의 糖質代謝에 대한 研究로서, Trowell<sup>22)</sup>은 糖質代謝疾患의 하나인 糖尿病 發生의 食物纖維의 攝取量과 關係가 있다고 報告한 바 있다. 일반적으로 肥滿인 경우 대개 糖尿病을 수반하고 있기 때문에 著者 등은 이들 食物纖維添加飼料의 投與로 인한 肥滿防止效果가 血中 glucose 濃도에 어떠한 影響을 미치고 있는가를 比較하여 보았다(Fig.1)

Fig.1에서 人爲의 肥滿을 誘導시킨 margarine 群을 對照群(100%)으로 하여 血清 glucose 減少效果를 比較하여 보면 CMC(59%)가 가장 效果의 이었고(P<0.001), 그 다음이 Na-alginate(67%), lignin (75%)의 순으로 效果의이었으며(P<0.001), chitin (97%)도 약간의 有意性은 인정되었다(P<0.01).

食物纖維의 血糖上昇抑制作用은 血中 insulin 의 上

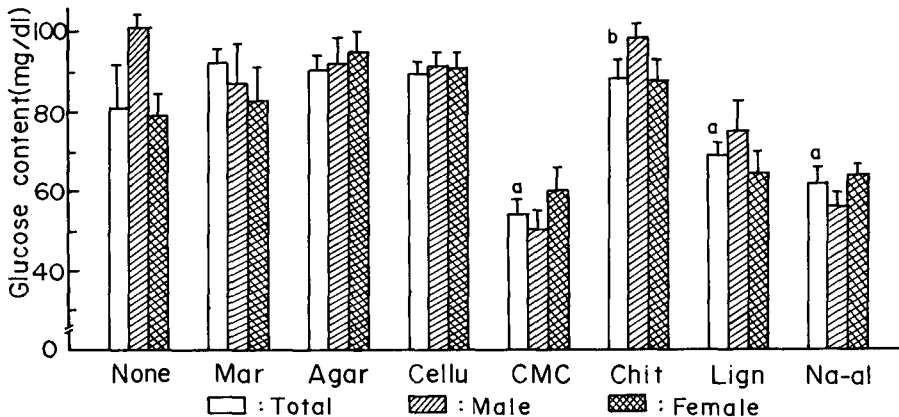


Fig. 1. Effect of dietary fibers on serum glucose levels in rats. Values are mean±S.D. of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total. Significantly different from margarine group by student's t-test: <sup>a)</sup>p<0.001, <sup>b)</sup>p<0.01. Mar: margarine; Cellu: cellulose; Chit: chitin; Lign: lignin; Na-al: Na-alginate

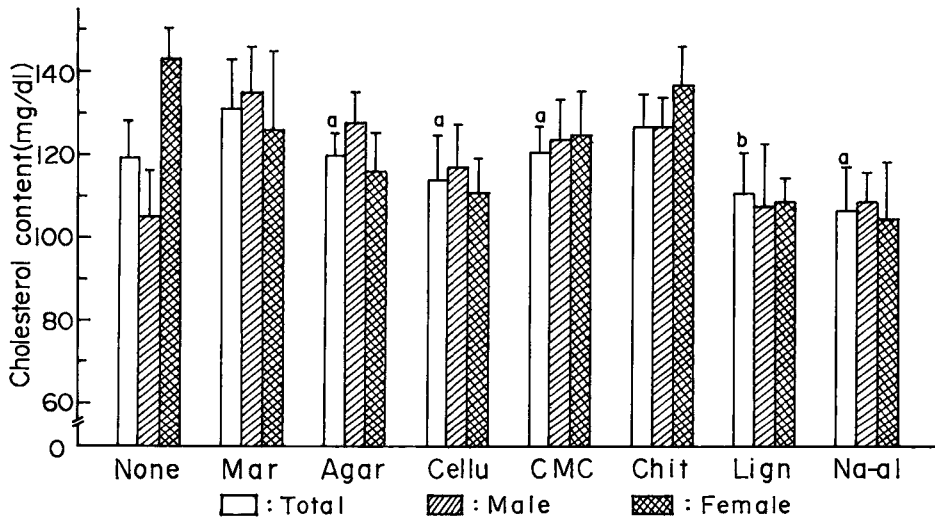


Fig. 2. Effect of dietary fibers on serum cholesterol levels in rats. Values are mean±S. D. of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total. Significantly different from margarine group for student's t-test. <sup>a</sup>p<0.001, <sup>b</sup>p<0.05. Refer to Fig. 1.

昇抑制作用과 關係하여 肥滿防止에 作用하는 것으로 생각된다. Jenkins 등<sup>23)</sup>은 食物纖維(guar gum, pectin) 添加가 血糖上昇을 有意性 있게 抑制한다고 하여 糖尿病 治療效果를 시사한 바 있다. 그러나 Schwartz 등<sup>24)</sup>은 pectin 이나 cellulose 등을 長期投與(5週이상) 에서만 血糖上昇抑制作用이 있다고 報告한 바 있어, 本 實驗에서 agar와 cellulose 添加가 거의 效果가 없다는 사실과 一致함을 보여 주고 있었다.

濃도가 높으면 高血壓, 動脈硬化症, 虛血性心臟疾患, 腦卒中 등의 發現率이 높을 뿐만 아니라, 이들 疾患 들은 肥滿과 密接한 關係가 있는 것으로 알려져 있다.

따라서 著者 등은 食物纖維 添加가 血清 cholesterol 濃도에 미치는 影響을 比較하였다(Fig. 2). Fig. 2에서 보면 암수 사이에는 뚜렷한 差異를 발견할 수 없었고, 전체적으로 margarine 添加群을 對照群(100%)으로 하여 食物纖維 添加가 血清 cholesterol 低下 作用을 比較하여 보면 Na-alginate(82%)가 가장 效果的이었으며 (P<0.001), 그 다음이 lignin(85%),

### 6. 血清 cholesterol 濃度の 變化

臨床營養學的인 많은 研究結果, 血清 cholesterol

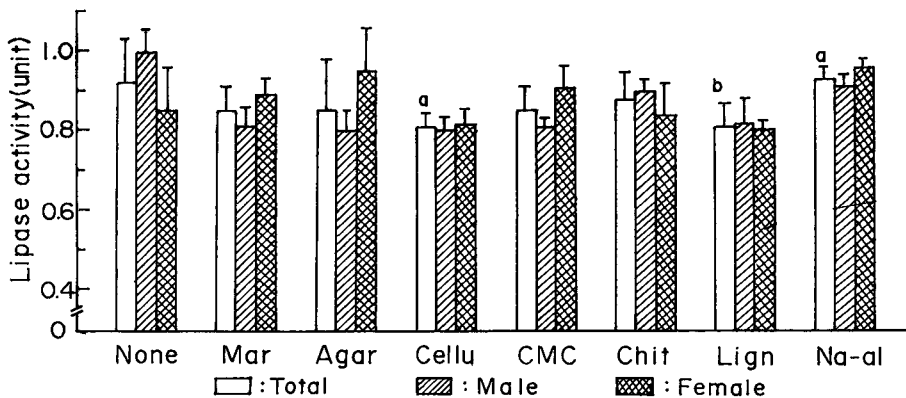


Fig. 3. Effect of dietary fibers on serum lipase activity in rats. Values are mean±S. D. of 5 rats per group for male and female, and 10 rats per group for total. Significantly different from margarine group for student's t-test; <sup>a</sup>p<0.001, <sup>b</sup>p<0.05. Refer to Fig. 1.

cellulose(87%), CMC(92%), agar(92%)의 순으로 効果的이었으며, 이 중 cellulose만 제외하고 ( $P < 0.05$ ), 대부분의 食物纖維가 血清 cholesterol 低下作用이 현저함을 알 수 있었다( $P < 0.001$ ).

### 7. 血清 lipase 活性的 變化

脂肪은 주로 脂肪細胞에 蓄積된다. 脂肪細胞에서의 脂肪蓄積의 原因을 究明하기 위해서는 合成과 分解의 兩面에서 檢討할 必要가 있다. 脂肪의 合成이 증가해도, 또 分解가 低下해도 細胞內에 脂肪이 蓄積하게 되고, 따라서 肥滿으로 進展되는 것이다.

本 實驗에서는 脂肪細胞의 脂肪分解를 촉진하는 lipase의 活性을 食物纖維 添加群別로 比較하여 보았다(Fig. 3).

margarine 添加群을 對照群으로하여 lipase 活性을 比較하여 보면 Na-alginate, chitin에서만 lipase 活性은 增加시키고 있어 肥滿抑制 效果가 인정됨을 알 수 있다.

## 要 約

肥滿治療食 開發을 위한 基礎研究로서, 海藻類, 특히 미역, 다시마 등 褐藻類에 20~30% 함유하고 있는 알긴산의 肥滿에 미치는 影響을 이미 연구되어 있는 agar, cellulose, CMC, chitin, lignin 등의 食物纖維의 肥滿抑制作用과 比較하기 위하여 margarine 으로 肥滿을 誘導시킨 흰쥐를 사용, 이들 食物纖維들의 肥滿抑制作用에 미치는 影響을 比較, 檢討하여 몇 가지 有意性있는 結果를 얻었다.

이들 食物纖維添加(10%)의 肥滿抑制效果를 體重增加量으로 보면 lignin이 가장 効果적이었고 ( $P < 0.001$ ). 그다음이 Na-alginate 였으며( $P < 0.01$ ), 飼料效率로 보면 lignin이 가장 効果的이었으며, 그 다음이 CMC, Na-alginate의 순이었다( $P < 0.001$ ).

肝臟과 副睪丸 및 卵巢 주위의 脂肪組織에 있어서 脂肪蓄積抑制效果는 lignin이 가장 効果적이었고, 그 다음이 Na-alginate, cellulose, CMC의 순이었다( $P < 0.001$ ). 또 Lee index에 의한 肥滿抑制效果를 比較하여 보면 Na-alginate > lignin > CMC > chitin > cellulose의 순이었으며( $P < 0.001$ ), 肝臟의 脂質含量 分析에 의한 脂肪蓄積抑制效果를 比較하여 보면 agar > CMC > cellulose > Na-alginate > chitin > lignin의 순으로 効果的임을 알 수 있었다( $P < 0.001$ ).

食物纖維 添加에 의한 血清 glucose 減少效果는

CMC가 가장 効果的이었으며, 그 다음이 Na-alginate, lignin의 순이었으며( $P < 0.001$ ), 血清 cholesterol 低下作用은 Na-alginate가 가장 効果적이었고 그 다음이 lignin, cellulose의 순이었으며 그밖에 chitin을 제외한 대부분이 效果가 있었다. 또한 lipase 活性의 上昇作用을 보면 Na-alginate가 가장 効果的이었으며 그 다음이 chitin이었다.

따라서 lignin은 木質素로서 나무의 木質部의 主成分이기 때문에 實際 食品으로서 攝取가 쉽지 않기 때문에 미역, 다시마 등 褐藻類의 20~30% 함유하고 있는 알긴산이 肥滿의 豫防과 治療에 가장 効果的인 것으로 생각된다.

## 文 獻

1. 奥田拓道. 1983. 肥滿의 生化學. 化學と生物. 17(12), 754-760.
2. Robbins, S. L., Cotran, R. S., and Kumar, V. 1984. Pathologic basis of disease, W. B. Saunders Company.
3. 澤田芳男, 松元尚大. 唐津邦利. 1984. 肥滿의 運動指導. 臨床榮養. 65(4), 365-376.
4. 老初宗忠 · 畑中裕司. 1984. 肥滿의 藥物療法, 臨床榮養. 65(4), 377-381.
5. 石川勝憲. 1984. 病態榮養學을めぐ는最近의 進歩 · 話題. 肥滿. 臨床榮養. 64(6), 627-632.
6. 辻啓介. 1981. 高纖維食品의 意義と問題點. 新食品産業. 23(8), 1-14.
7. 印南敏 · 桐山修八. 1985. 食物纖維. 第一出版, pp. 57-79.
8. 佐藤博 · 川村功. 1984. 肥滿의 外科療法. 臨床榮養. 65(4), 382-386.
9. 篠田知壽. 1984. 肥滿의 行動療法. 臨床榮養. 65(4), 387-392.
10. 森野眞田美 · 井上八重子等. 1983. 肥滿者의 食事療法. 食事攝取量と血清脂質의 變動. 臨床榮養. 63(2), 171-176.
11. 新居昭 · 小笠原親子 · 鈴木慎次郎. 1971. 肥滿に對する 高脂肪高たんぱく食의 效果. 榮養學雜誌. 29(2), 41-52.
12. Ebihara, K., Masuhara, R. and Kiriyama, S. 1981. Major determinants of plasma glucose-flattening activity of a water-soluble dietary fiber. Nutr. Rep. Int. 23, 1145-1156.



13. Jenkins, D. J. A., Leeds, A. R., Gassull, M. A., Cochet, B, and Alberti, K. G. M. M. 1977. Decrease in Postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin, *Ann. Int. Med.* 86, 20—23.
14. Ebihara, K., Masuhara, R., Kiriya, S. and Manabe, M. 1981. Correlation between viscosity and plasma glucose and insulin-flattening action of pectins from vegetable and fruits in rats. *Nutr. Rep. Int.* 23, 935—992.
15. Eastwood, M. A., Kirkpatrick, J. R., Mitchell, W. D. Bone, A. and Hamilton, T. 1973. Effects of dietary supplements of wheat bran and cellulose on feces and bowel function. *Brit. Med. J.* 4, 392—394(1973).
16. Reinhold, J. G., Faraji, B., Abadi, P. and Ismail-Beigi, F. 1976. Decreased absorption of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by humans due to increased fiber and phosphorus consumption as wheat bread. *J. Nutr.* 106, 493—503.
17. Nagyvary, J. and Bradbury, E. C. 1977. Hypocholesterolemic effect of  $Al^{3+}$  complexes. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 77, 592—599.
18. Sugano, M., Fujikawa, J., Hiralsuji, Y. and Hasegawa, Y. 1978. Hypocholesterolemic effects of chitosan in cholesterol-fed rats. *Nutr. Int.* 18, 531—537.
19. Folch, J., M. Lees and G. H. S. Stanley, 1956. A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 223, 498—509.
20. Tsai, A. C., Elias, J., Kelley, J. J., Lin, R. S. C., and Robson, J. R. K. 1976. Influence of certain dietary fibers as serum and tissue cholesterol levels in rats. *J. Nutr.* 106, 118—123.
21. Bueno, L., Praddaude, K., Fioramonti, J. and Ruckebush, Y. 1981. Effect of dietary fiber on gastrointestinal motility and jejunal transit time in dog. *Gastroenterology.* 80, 701—707.
22. Trowell, M, 1973. Dietary fiber, ischaemic heart disease and diabetes mellitus, *Proc. Nutr. Soc.* 32, 151—156.
23. Jenkins, D. J. A., Leeds, A. R., Gassull, M. A., Wolever, T. M. S., Goff, D. V., Alberti, K. G. M. M., Hockaday, T. D. R. 1976. Unabsorbable carbohydrates and diabetes; Decreased postprandial hyperglycaemia *Lancet.* 2, 172—176.
24. Schwarts, S. E., Levine, G. D. 1980. Effect of dietary fiber on intestinal glucose absorption and glucose tolerance in rats *Gastroenterology.* 79, 833—839.