海藻類 成分의 老化抑制作用에 관한 硏究

2. 肝臟 細胞膜속의 老化抑制作用의 調節成分으로서 알긴산의 投與效果

崔鎭浩・金一星・金在一・尹泰憲*
釜山水產大學校 食品營養學科・*翰林大學校 臨床營養硏究所

Studies on Anti-aging Action of Brown Algae (*Undaria pinnatifida*)

2. Dose Effect of Alginic Acid as a Modulator of Anti-aging Action in Liver Membranes

Jin-Ho CHOI, Il-Sung KIM, Jae-Il KIM and Tae-Hyun YOON*
Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea
**Korea Nutrition Institute, Hallym University, Chuncheon 200-010, Korea*

To study the effect of alginic acid on modulation of the aging process, Sprague-Dawley (SD) male rats were fed the diets containing 0, 3, 6 and 9% alginic acid isolated from brown algae(*Undaria pinnatifida*) for 16 weeks. The effects of alginic acid on body weight, malondialdehyde(MDA) content, peroxidizability index, cholesterol and phospholipid levels, cholesterol/phospholipid(Ch/Ph) molar ratio, and fatty acid compositions in liver membranes were investigated.

Increasing alginic acid level in diets did not alter food intakes but effectively decreased body weights gain($p<0.01\sim0.005$). Malondialdehyde(MDA) contents of diets containing 6 and 9% alginic acid were effectively decreased in ranges of 54.1~43.0% in mitochondria, and 65.5~87.7% in microsome compared with 100% of control group. Cholesterol levels of all diets containing alginic acid were significantly decreased in ranges of 87.0~72.3% in mitochondria, and 87.4~68.1% in microsome compared with 100% of control group. Phopholipid levels in microsome were significantly decreased by diets containing 3 and 6% alginic acid but Ch/Ph molar ratios in both membranes were decreased by diets containing 3 and 6% alginic acid. Increasing alginic acid level in diets significantly decreased total fatty acid but effectively increased linoleic acid in microsome except for diet containing 9% alginic acid. These data on liver membranes suggest that alginic acid added to diets can modulate the physiological changes in the aging process.

Key Words: mitochondria, microsome, malondialdehyde(MDA), peroxidizability index, alginic acid, cholesterol, phospholipid, Ch/Ph molar ratio

緖 論

최근들어 海洋生物의 成人病 關聯疾病의 豫防과 治療 등 많은 生化學的 藥理效果가 立證되므로써 海洋生物의 生理活性物質을 利用한 製藥化 등에 많은 關心과 硏究가 集中的으로 진행되고 있다. 특

이 論文은 1990年度 敎育部支援 韓國學術振興財團의 自由公募課題 學術硏究造成費에 의하여 硏究되었음.

히 1970년대초 덴마크 아알보그 병원팀(Bang and Dyerberg, 1972)의 그린란드 에스키모인과 덴마크 白人의 成人病關聯疫學調査結果, 魚貝類나 海藻類 등의 水産食品만을 常食하고 있는 에스키모인에게는 異型的인 西歐式을 하고 있는 덴마크 백인에 비해 動脈硬化, 心筋硬塞, 高血壓, 狹心症, 腦卒中, 糖尿病 등의 成人病 發病率이 아주 낮다는 충격적인 사실을 학회에 발표한 이후 海洋生物의 生理活性에 관심이 집중되고 있을 뿐만 아니라 지금 수많은 硏究가 집중적으로 진행되고 있다.

著者 등은 食物纖維로서의 알긴산의 肥滿抑制効果의 比較(崔 등, 1986a), 生藥과의 肥滿抑制効果의 比較硏究(崔 등, 1986b), 肥滿抑制作用에 미치는 알긴산의 用量依存性(崔 등, 1991a), 그리고 前報(崔 등, 1991b)에서 血淸 脂質속의 老化抑制作用의 調節成分으로서 알긴산의 투여효과에 대해서 보고한 바 있다. 이들의 연구결과에 의하면 미역, 다시마 등 해조류의 주성분으로서 20~30%를 차지하고 있는 알긴산은 肥滿을 效果的으로 抑制하는 능력을 갖고 있을 뿐만 아니라 혈청 지질속의 노화억제효과도 갖고 있음이 입증되었다. 이와 관련되는 연구로서 『肥滿은 壽命을 短縮한다.』는 MaCay 등(1935)의 가설이나, 또한 결과적으로 칼로리 제한도 비만을 방지하기 때문에 수명을 효과적으로 연장한다는 연구보고와도 잘 일치한다고 생각된다(Masoro et al, 1982; Yu et al, 1985; 崔 등, 1989~1991).

따라서 本 硏究에서는 미역, 다시마 등 해조류의 주성분으로서 20~30%나 차지하고 있는 알긴산을 용량별(0, 3, 6, 9%)로 사료에 첨가하여 16주간 동물실험을 통해 절취한 肝을 사용, 미토콘드리아와 마이크로솜으로 분획하여 成人病의 發病 및 生體老化의 指標가 되는 細胞膜속의 過酸化脂質 生成과 過酸化指標로서 peroxidizability index, 콜레스테롤 및 燐脂質 含量의 變化, 인지질에 대한 콜레스테롤의 비(Ch/Ph molar ratio), 그리고 肝臟 細胞膜의 構成脂肪酸 組成의 變化 등에 미치는 影響을 검토하여 有意性있는 結果를 얻었기에 報告한다.

材料 및 方法

1. 實驗動物 및 飼育條件

한국화학연구소에서 실험동물로서 Sprague-Dawley(SD) 雄性 흰쥐(150±10 *g*)를 구입하여 항온항습(22±2℃, 65±2% RH)하에서 12시간 사이클(06:00~18:00)로 자동 조절되는 본 대학교 동물 실험실에서 알긴산을 용량별(0, 3, 6, 9%)로 첨가한 사료를 사용하여 1군을 6마리씩으로 하여 前報(崔 등, 1991a)와 같은 방법으로 16주간 사육하면서 간장을 절취하여 본 실험에 사용하였다. 그리고 매일 17:30분에 사료 섭취량과 체중 증가량도 동시에 측정하였다.

2. 調製飼料의 組成

본 실험에 사용한 조제사료의 조성은 前報(崔 등, 1991a)와 같은 방법으로, 체성분 구성의 중요성분인 단백질만을 18.0%로 고정하여 에너지비도 다 같이 22.3 *Kcal/g*이 되도록 하였다. 지방질의 함량은 에너지비로서 25, 20, 15 및 10%가 되도록 첨가하고, 알긴산의 함량은 알긴산나트륨을 사용, 중량비로서 0, 3, 6 및 9%가 되도록 첨가하여 실험용 사료를 조제하였다. 이렇게 하여 조제한 사료로서 LA 25-0, LA 20-3, LA 15-6, LA 10-9의 에너지 함량은 각각 4.41, 4.14, 3.88 및 3.65 *Kcal/g*가 되었다.

3. 細胞劃分의 分劃

간장 세포의 분획은 著者 등(1988)의 방법에 따라 균질완충액(1.15% KCl/10mM phosphate buffer +5mM EDTA, pH 7.4)을 사용, 균질화한 다음 700×*g*에서 10분간 원심분리하여 얻은 상징액을 다시 9,000×*g*에서 15분간 원심분리한다. 이 때 생긴 잔사는 균질 완충액으로써 정용하여 미토콘드리아 획분으로 하였고, 상징액은 다시 105,000×*g*에서 60분간 원심분리하여 얻은 잔사를 같은 완충액으로 정용하여 마이크로솜 획분으로 하였다.

4. 콜레스테롤 및 燐脂質 含量의 測定

세포막 획분중의 콜레스테롤 함량은 Rudel 등(1973)의 방법에 따라 o-phthalaldehyde법으로 측정하여 표준 검량선에 의하여 정량하였고, 인지질 함량은 Ames(1966)의 방법에 따라 표준 검량선으로 무기인을 정량하여 인지질 함량을 계산하였다. 그리고 인지질에 대한 콜레스테롤 함량의 비(Ch/Ph molar ratio)는 Calderini(1983) 등의 방법에 따라 측정, 비교하였다.

5. 細胞膜 構成脂肪酸 含量의 測定

세포막 획분중의 구성 지방산 함량은 클로로포름-메탄올 혼합용매계(2:1, v/v)로 추출하여 상층을 흡인, 제거하고, 이것을 앰플에 옮겨 질소가스로써 증발시킨 다음 메탄올-염산시약(2.8 *ml*+50 *ml*) 3.0 *ml*와 내부 표준품($C_{17:0}$)을 넣어 밀봉하여

95℃의 砂槽에서 60분간 메틸화하였다. 이것을 헵탄 2.0 *ml*로써 추출하여 질소가스로써 증발시킨 다음 100 *ml*의 헵탄에 녹여 냉동고에 보관하고 가스크로마토그래프(GLC)에 주입하기전에 다시 건조후 헵탄 20 $\mu\ell$로써 정용한 다음 정확히 2.0 $\mu\ell$(내부표준품: 2 μg)를 주입하여 분석된 지방산을 계산에 의하여 구성지방산의 함량($\mu g/mg$ protein)을 정량하였다.

6. 過酸化脂質 含量 및 Peroxidizability Index의 測定

세포막 획분중의 과산화지질(malondialdehyde)의 함량은 TBA법으로, 그리고 혈액중의 과산화지질의 함량은 Yagi(1987)의 방법에 따라 측정, 표준검량선을 이용하여 과산화지질의 함량을 말론디알데히드의 함량(n mole/*mg* protein)으로서 정량하여 혈액 및 세포막 획분속의 과산화지질의 생성에 미치는 알긴산 투여의 영향을 비교, 검토하였다. 그리고 세포막의 유리기 손상의 하나의 지표가 될 수 있는 過酸化指標로서 peroxidizability index는 Witting 등(1964)의 방법에 따라 계산하였다.

結果 및 考察

1. 體重에 미치는 影響

이미 前報(崔 등, 1991a, b)에서도 언급한 바 있지만 알긴산의 용량별(0, 3, 6, 9%) 투여에 의한 체중의 변화를 비교하여 보면 Table 1에서 보는 바와 같다. 16주간 알긴산을 첨가하지 않는 사료(LA 25−0)로 사육한 대조군의 체중 증가량인 136.5 *g*을 100%로 하여 알긴산을 용량별로 첨가하여 사육한 흰쥐의 체중 변화에 미치는 영향을 비교하여 보면 3%(LA 20−3), 6%(LA 15−6), 9%(LA 10−9)의 첨가군은 각각 122.3 *g*, 95.8 *g*, 69.1 *g*의 체중 증가로서 대조군 대비 각각 89.6%, 70.2%, 50.6%로서 알긴산의 투여량에 따라 유의성있게 체중이 감소하고 있음을 알 수 있었다($p<0.01\sim0.005$). 그러나 알긴산의 첨가 용량에 따라 유의성있게 체중이 현저히 감소하고 있었지만 사료 섭취량에는 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

따라서 만복감은 만족시켜 주면서 체중을 효과적으로 감소한다는 것은 대단히 흥미로운 사실이다. 알긴산의 첨가에 의한 체중 감소는 Table 1에서 보는 바와 같이 사료 효율과 거의 일치하고 있음을 알 수 있었다. 특히 알긴산 첨가에 의한 사료 효율 및 체중 감소는 칼로리 제한과 같은 효과를 나타낼 것으로 판단되기 때문에 수명을 연장할 가능성이 매우 높다고 하겠다(Masoro et al., 1982; Yu et al., 1985; Choi et al., 1989~1991).

2. 過酸化脂質 含量의 變化

혈액이나 세포막속의 과산화지질 함량은 성인병이나 노화과정에 있어서 중요한 지표로서 사용되고 있다(Choi, 1991). 세포막의 성분으로서 미토콘드리아와 마이크로솜 획분속의 과산화지질의 함량을 TBA법에 의한 말론디알데히드(MDA: n mole/*mg* protein)의 값으로 비교하여 본 결과는 Table 2와 같다. 미토콘드리아 및 마이크로솜의 두 획분에서 다같이 3%의 알긴산 소량 첨가군은 거의 효과가 없었으나 6% 및 9%의 알긴산 첨가군은 과산화지질의 함량을 효과적으로 감소하고 있었다($p<0.005$).

이러한 사실은 前報(崔 등, 1991)에서 보고한 혈액의 과산화지질 함량의 변화와는 상당한 차이가 있었다. 즉 알긴산의 첨가에 의한 과산화지질 함량의 감소는 혈액에서는 3~6% 첨가군이 효과적인 반면 세포막에서는 6~9% 첨가군이 효과적이었다. 따라서 TBA법에 의한 세포막중의 과산화지질의 함량(Table 2)과 형광분석법(Yagi et al., 1987)에 의한 혈액중의 과산화지질의 함량(Fig. 1) 사이에는 상당한 차이가 인정되었는데, 이러한 사실은 노화의 하나의 지표로서 널리 사용되고 있는 과산화지질의 조직상의 분포와 측정방법에 따른 문제 때

Table 1. Effect of alginic acid on body weight, food intake and feed efficiency for 16 weeks

Exp. diets	Body weight gain	Food intake	Feed efficiency*
LA 25−0	136.5 *g* (100.0%)	2,113 *g* (100.0%)	6.46 (100.0%)
LA 20−3	122.3 *g* (89.6%)[a]	2,032 *g* (96.2%)	6.02 (93.2%)
LA 15−6	95.8 *g* (70.2%)[b]	2,156 *g* (102.0%)	4.45 (68.9%)[b]
LA 10−9	69.1 *g* (50.6%)[b]	2,173 *g* (102.8%)	3.18 (49.2%)[b]

※ LA is ratio(%) of lipid and alginic acid added in diets. *Feed efficiency: Body weight gain(*g*)/food intake(*g*)×100. a: $p<0.01$; b: $p<0.005$ compared with control group.

Table 2. Effect of alginic acid on lipid peroxidation in membranes for 16 weeks

Exp. diets	Mitochondrial fraction	Microsomal fraction
LA 25−0	39.76 ± 1.89*(100.0%)	29.56 ± 4.75(100.0%)
LA 20−3	33.57 ± 1.63 (84.4%)	30.07 ± 2.04(101.7%)
LA 15−6	21.52 ± 1.73 (54.1%)**	19.36 ± 2.64(65.5%)**
LA 10−9	17.11 ± 1.53(43.0%)**	25.92 ± 1.31(87.7%)**

※ LA is ratio(%) of lipid and alginic acid added in diets. *Malondialdehyde content(n mole/*mg* protein) **p<0.005 compared with control group.

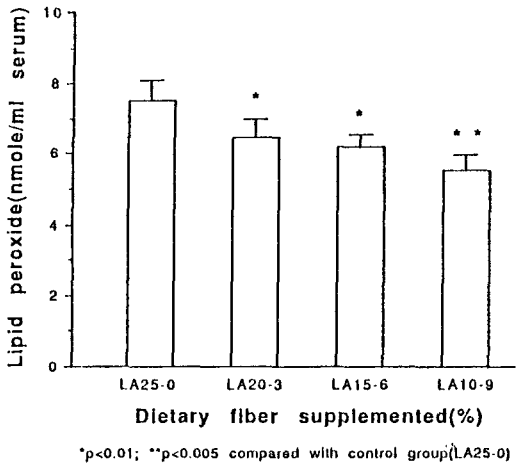

Fig. 1. Effect of alginic acid on lipid peroxide in serum for 16 weeks.
※ LA is ratio(%) of lipid and alginic acid added in diets.

문으로 생각된다. 그렇지만 측정방법에 관계없이 혈액과 세포막의 과산화지질 함량의 경향은 거의 일치하고 있음을 알 수 있었다.

한편 세포막의 구성지방산 조성의 변화에 의한 생체내의 과산화지질의 생성이나 유리기에 의한 세포막 손상의 하나의 중요한 지표로서 peroxidizability index를 측정하여 본 결과, 알긴산의 첨가량으로서 용량의존성에 따라 peroxidizability index가 효과적으로 감소하였으며, 그 감소의 경향은 알긴산 6% 첨가군을 제외하고는 세포막내에서 생성되는 과산화지질의 함량과 거의 유사한 경향을 나타내고 있었다. 그러므로 알긴산의 첨가는 세포막내의 과산화지질의 생성을 효과적으로 억제할 뿐만 아니라 유리기에 의한 손상도 효과적으로 억제할 것으로 판단되었다.

지금까지의 연구결과, 유리기 손상 및 노화에 따라 peroxidizability index가 유의성있게 증가한다는 사실이 밝혀져 있다(Yu et al., 1990). 따라서 알긴산의 첨가도 비만을 효과적으로 억제할 뿐만 아니라 과산화지질의 생성과 peroxidizability index를 효과적으로 감소한다는 사실이 입증되었으므로 미역이나 다시마 등의 주성분인 알긴산도 생체의 노화를 억제할 가능성이 있다고 판단된다.

3. 콜레스테롤 및 燐脂質 含量의 變化

알긴산의 첨가가 세포막속의 콜레스테롤 및 인지질의 함량에 미치는 영향을 비교하여 본 결과는 Table 3과 같다. 우선 콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 비교하여 보면 알긴산 무첨가의 대조군(100%) 대비 3, 6, 9%로 알긴산의 함량을 증가시켜 감에 따라 미토콘드리아에서는 87.0%, 77.5%, 72.3%로 콜레스테롤의 함량이 현저히 감소하였으며, 마이크로솜에서도 87.4%, 68.0%, 68.1%의 순으로 콜레스테롤의 함량이 감소하여 두 획분이 거의 같은 경향을 나타내고 있어서, 알긴산의 첨가는 세포막중의 콜레스테롤의 함량을 효과적으로 감소시키고 있음을 알 수 있었다($p<0.05\sim0.005$). 또한 알긴산의 첨가에 의한 인지질의 함량에 미치는 영향을 비교하여 보면 미토콘드리아에서는 알긴산의 첨가량에 따라 유의성있는 변화는 인정할 수 없었으나, 마이크로솜에서는 3~6%의 알긴산 첨가군이 인지질의 함량을 유의성있게 감소하고 있음을 알 수 있었다($p<0.05$). 따라서 노화와 함께 콜레스테롤이나 인지질의 함량이 증가하고 있기 때문에 노화의 억제는 결과적으로 이들의 함량을 효과적으로 억제하는데 있다고 하겠다(Liepa et al., 1980; Choi et al., 1991; Calderini et al., 1983).

그리고 인지질에 대한 콜레스테롤 함량의 비(Ch/Ph molar ratio)를 비교하여 보면 미토콘드리아 및 마이크로솜의 두 획분이 다같이 알긴산의 3~6% 첨가군에서만 유의성있게 감소하고 있었다($p<0.05\sim0.005$). 노화와 함께 Ch/Ph ratio가 증가한다(Calderini et al., 1983)는 사실이 밝혀져 있는

Table 3. Effect of alginic acid on cholesterol, phospholipid and Ch/Ph molar ratio for 16 weeks

Membranes	Alginic acid supplemented(%)			
	LA 25−0	LA 20−3	LA 15−6	LA 10−9
Mitochondria				
Cholesterol(*mg/g* pro.)	70.96±7.06 (100.0%)	61.73±4.83 (87.0%)*	55.02±5.21 (77.5%)**	51.32±4.57 (72.3%)**
Phospholipid(*mg Pi/g* pro.)	13.65±1.87 (100.0%)	12.31±1.49 (90.2%)	12.57±1.39 (92.1%)	12.19±1.98 (89.3%)
Ch/Ph molar ratio	0.43(100%)	0.41(95.3%)	0.36(83.7%)*	0.35(81.4%)*
Microsome				
Cholesterol(*mg/g* pro.)	58.37±5.67 (100.0%)	51.03±6.95 (87.4%)*	39.71±2.51 (68.0%)**	39.74±6.00 (68.1%)**
Phospholipid(*mg Pi/g* pro.)	17.87±1.67 (100.0%)	15.09±2.10 (84.4%)*	14.87±1.26 (83.2%)*	16.31±1.03 (91.3%)
Ch/Ph molar ratio	0.27(100%)	0.28(103.7%)	0.22(81.5%)*	0.20(74.1%)**

※ LA is ratio(%) of lipid and alginic acid added in diets. *$p<0.05$; **$p<0.005$ compared with control group.

데, 결과적으로 알긴산의 첨가는 Ch/Ph ratio를 효과적으로 감소할 수 있기 때문에 알긴산이 생체의 노화과정을 어느 정도 억제할 가능성이 있다고 하겠다.

이러한 사실은 지금까지의 연구결과중에서 가장 효과적인 노화의 억제 방법으로 알려진 칼로리 제한의 제한식(food restriction)도 자유식(ad libitum)에 비해 Ch/Ph ratio가 현저히 감소한다는 사실과 잘 일치하고 있었다(Yu et al., 1990; Choi et al., 1991). 그러므로 알긴산의 첨가는 결과적으로 칼로리 제한과 같은 효과를 나타내고 있기 때문으로 판단된다.

4. 細胞膜의 脂肪酸 組成에 미치는 影響

알긴산의 첨가가 세포막의 구성지방산 함량에 미치는 영향을 비교하여 보면 Fig. 2와 같다. 우선 총지방산 함량을 비교하여 보면 알긴산의 첨가량에 따라 유의성있게 감소하였고($p<0.05\sim0.005$), 알긴산의 첨가량에 따라 포화지방산의 함량은 큰 변화가 없는 반면 불포화지방산의 함량은 9%의 알긴산의 첨가를 제외하고는 유의성있게 증가하고 있었다($p<0.005$). 또한 유의성은 없지만 불포화도(unsat/sat ratio)가 알긴산 무첨가의 대조군에 비해 알긴산의 첨가군이 어느 정도 증가하고 있어서 세포막의 유동성을 다소 증가시키기 때문에 세포의 항상성 유지에 도움이 될 것으로 판단된다(Yu et al., 1990). 이러한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 3~6%의 알긴산 첨가군에서 오메가−3 지방산이 유의성있게 증가하는 사실과 관계가 있을 것으로 판단된다($p<0.005$).

그런데 예상과는 달리 과산화지질의 생성에 깊이 관계하고 있는 아라키돈산의 함량에는 3%의 알긴산 첨가를 제외하고는 유의성있는 차이는 없었으나 리놀산의 함량은 3~6%의 알긴산 첨가군에서는 유의성있게 증가하고 있었다. 이러한 실험결과는 저자 등의 신장의 세포막을 사용한 칼로리 제한의 노화 억제작용에 관한 연구와 잘 일치하고 있었다(Choi et al., 1989). 그리고 리놀산에 대한 아라키돈산의 비(Ara/Lino ratio)는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 아주 높은 유의성이 인정되었는데($p<0.05\sim0.005$), 이러한 사실은 저자 등의 신장의 사구체의 Ara/Lino ratio와 잘 일치하고 있었다. 즉 제한식의 Ara/Lino ratio가 자유식의 그것보다 낮다는 사실과 잘 일치하고 있었다(미발표).

要　　約

미역, 다시마 등 해조류의 주성분으로 알려진 알긴산(sodium alginate)을 0, 3, 6 및 9%가 되도록 조제한 사료를 사용하여 Sprague-Dawley(SD) 雄性 흰쥐(150±10*g*)에 16주간 사육한 다음, 용량별 알긴산의 투여가 체중 변화와 간장의 세포막 성분으로서 미토콘드리아 및 마이크로솜 획분중의 과산화지질의 함량(malondialdehyde; n mole/*mg* protein) 및 과산화지표로서 peroxidizability index, 콜레스테롤과 인지질의 함량변화, 이에 따른 인지질 함량에 대한 콜레스테롤 함량의 비(Ch/Ph molar

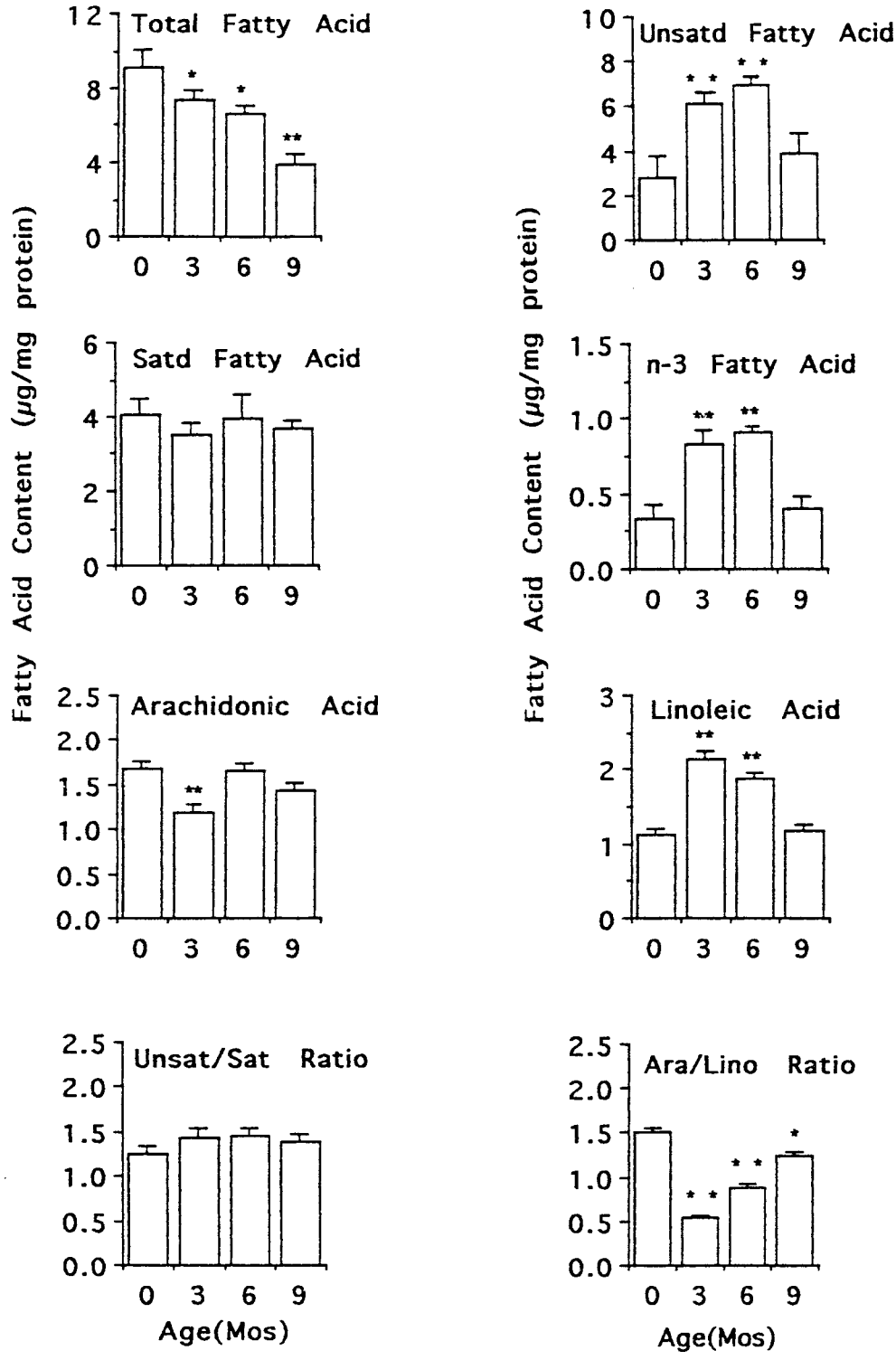

Fig. 2. Effect of alginic acid on various fatty acids in liver microsome.
※ LA is ratio(%) of lipid and alginic acid added in diet. *p<0.05; **p<0.005 compared with control group.

ratio), 그리고 간장의 세포막의 구성지방산 조성 등에 미치는 영향을 검토하여 몇 가지 유의성있는 결과를 얻었다.

알긴산의 용량별(0, 3, 6, 9%) 투여에 의한 체중 증가를 대조군의 136.5*g*을 100%로 하여 비교하여 보면 3, 6 및 9%의 알긴산 첨가군은 각각 89.6%, 70.2%, 50.6%로 체중 증가가 유의성있게 감소하고 있었다. 혈액과는 달리 미토콘드리아 및 마이크로솜의 두 획분이 다같이 6~9%의 알긴산 첨가군이 과산화지질의 함량을 아주 효과적으로 감소하고 있었으며, 과산화지표로서 peroxidizability index도 과산화지질의 함량과 거의 유사한 경향을 나타내고 있었다. 알긴산 무첨가의 대조군(100%) 대비 알긴산 첨가군(3, 6, 9%)의 콜레스테롤의 함량을 비교하여 보면 미토콘드리아 획분에서는 각각 87.0%, 77.5%, 72.3%로, 그리고 마이크로솜 획분에서는 각각 87.4%, 68.0%, 68.1%로 유의성있게 감소하였으며, 인지질의 함량은 마이크로솜 획분에서만 3~6%의 알긴산 첨가군이 유의성있게 감소하였다. 따라서 인지질에 대한 콜레스테롤의 비(Ch/Ph molar ratio)는 두 획분에서 다같이 3~6%의 알긴산 첨가군이 유의성있게 감소하고 있음을 알 수 있었다. 총지방산의 함량은 알긴산의 첨가량에 따라 유의성있게 감소하였고, 리놀산의 함량은 3~6%의 알긴산 첨가군에서 유의성있게 증가하였으며($p<0.005$), 리놀산에 대한 아리키돈산의 비(Ara/Lino ratio)는 3~6%의 알긴산 첨가군에서 현저히 감소하였다. 따라서 이상의 데이타의 결과에서 본다면 알긴산의 투여가 노화과정에 있어서 생리적 변화를 효과적으로 조절할 수 있다는 사실을 암시하고 있었다.

參 考 文 獻

Ames, B. N. 1966. Assay of inorganic phosphate, total phosphate and phosphatases. Analytical Methods 8, 115~118.

Bang, H. O. and Dyerberg, J. 1972. Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic West Coast Eskimos. Acta. Med. Scand., 192, 85~94.

Calderini, G., Bonetti, A. C., Battistella, A., Crews, F. T. and Toffano, G. 1983. Biochemical changes of rat brain membranes with aging. Neurochem. Res., 8(4), 483~492.

崔鎭浩・林采喚・金在娟・梁琮淳・崔在洙・卞大錫. 1986. 肥滿治療食 開發을 위한 基礎硏究 1. 食物纖維로서의 알긴산의 肥滿抑制效果. 韓國水產學會誌, 19(4), 303~311.

崔鎭浩・崔在洙・卞大錫・楊達先. 1986. 肥滿治療食 開發을 위한 基礎硏究 1. 海藻類와 生藥成分의 肥滿抑制作用 比較. 韓國水產學會誌, 19(5), 485~492.

Choi, J. H. 1991. Lipid peroxidation, aging and food restriction. Korean J. Biochem., 23, 61~71.

Choi, J. H. and Yu, B. P. 1989. The effect of food restriction on Kidney membrane strucures of aging rats. AGE 12, 133~136.

Choi, J. H. and Yu, B. P. 1990. Unsuitability of TBA test as a lipid peroxidation marker due to prostaglandin sysnthesis in the aging kidney. AGE 13, 61~64.

崔鎭浩. 1990. 老化의 메카니즘과 硏究動向『學硏產 硏究交流會 發表 要約集』(韓國科學財團), 34~50.

崔鎭浩. 1990. 老化過程에 대한 營養學的 調節.『韓日健康・營養과 老人保健심포지움』主題 發表(翰林大學校 臨床營養硏究所 主催), 97~118.

崔鎭浩・劉秉八. 1991. 老化過程에 있어서 프로스타글란딘의 役割. 韓國老化學會誌, 1(1), 28~34.

崔鎭浩. 1991. 칼로리 制限에 의한 老化過程의 調節. 韓國營養食量學會誌, 20(2), 187~196.

崔鎭浩. 1991. 老化와 營養『老人問題의 現況과 老化豫防對策』(嶺南大學校 主催) 要約集, 26~47.

崔鎭浩・金在一・金一星・崔在洙・卞大錫・尹泰憲. 1991. 肥滿抑制作用에 미치는 미역(*Undaria pinnatifida*)의 用量依存性의 影響. 1. 體重, 代謝體重, 飼料 및 에너지 效率에 대한 影響. 韓國老化學會誌, 1(2), 168~172.

崔鎭浩・金在一・金一星・尹泰憲. 1991. 海藻類 成分의 老化抑制作用에 관한 硏究. 1. 血淸脂質 속의 老化抑制作用의 調節成分으로서 알긴산의 投與效果. 韓國老化學會誌, 1(2), 173~178.

James, J. K. and Tsai, A. C. 1978. Effect of pectin, gum arabic and agar on cholesterol absorption, synthesis and turnover in rats. J. Nutr., 108, 630~639.

Liepa, G. U., Masoro, E. J., Bertrand, H. A. and Yu, B. P. 1980. Food restriction as a modulator of age-related changes in serum lipids. Am. J.

Physiol., 238, E253~258.

MaCay, C. M., Crowell, L. A. and Maynard, J. 1935. The effect of retarded growth upon the length of life-span and upon the ultimate body size. J. Nutr., 10, 63~79.

Masoro, E. J., Yu, B. P. and Bertrand, H. A. 1982. Action of food restriction in delaying the aging process. Proc. Natl. Acad. Sci., 79, 4239~4241.

Simon, J. and Leclercq, B. 1982. Longitudinal study of adiposity in chickens selected for high or low abdominal fat content: Further evidence of a glucose-insulin imbalance in the fat line. J. Nutr., 112, 1961~1973.

Tsai, A. C., Elias, J., Kelley, J. J., Lin, R. C. and Robson, J. R. K. 1976. Influence of certain dietary fibers on serum and tissue cholesterol levels in rats. J. Nutr., 106, 118~123.

Van Beresteyn, E. C. H., Van Schaik, M. and Kerkhof Mogot, M. F. 1979. Effect of bran and cellulose on lipid metabolism in obese female Zucker rats. J. Nutr., 109, 2085~2097.

Witting, L. A. and Horwitt, M. K. 1964. Effect of degree of fatty acid unsaturation in tocopherol deficiency-induced creatinuria. J. Nutr., 82, 19~33.

Yagi, K. 1987. Lipid peroxides and human diseases. Chemistry and Physics of Lipids, 45, 337~351.

Yu, B. P., Masoro, E. J. and McMahan, C. A. 1985. Nutritional influences on aging of Fischer 344 rats. 1. Physical, metabolic, and longeverty characteristics. J. Gerontology, 40(6), 657~670.

Yu, B. P., Lee, D. W., Marler, C. G. and Choi, J. H. 1990. Mechanism of food restriction: protection of cellular homeostasis. Soc. Exp. Biol. Med., 193, 13~15.

1992년 3월 24일 접수
1992년 5월 9일 수리