

# 식이 지방산이 혈소판 인지질의 지방산 조성, 혈장 Thromboxane B<sub>2</sub>의 농도 및 혈소판 응집에 미치는 영향\*

오은주 · 원선임\*\* · 권중숙\*\*\* · 장유경

한양대학교 가정대학 식품영양학과, 한양대학교 영양사,\*\* 신구대학 식품영양과\*\*\*

## Effect of Dietary Fatty Acids on Fatty Acid Composition of Platelet Phospholipids, Thromboxane B<sub>2</sub> Formation, and Platelet Aggregation in Men

Oh, Eun-Joo · Won, Sun-Im\*\* · Kwon, Jong-Sook\*\*\* · Chang, Yu-Kyung

Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Dietitian,\*\* Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Department of Food and Nutrition,\*\*\* Shingu College, Songnam 462-743, Korea

### ABSTRACT

The degree of platelet aggregation, thromboxane B<sub>2</sub>(TXB<sub>2</sub>) formation and fatty acid composition of platelet phospholipids(PL) were investigated in 24 healthy male subjects who for five weeks consumed either corn oil(CO) rich in linoleic acid(LA), perilla oil (PO) rich in  $\alpha$ -linolenic acid( $\alpha$ -LNA), or canola oil(CNO) rich in oleic acid(OA) as a major fat source. Total fat intake was 30% of total calories and prescribed oil intake of each dietary group was 50% of the total fat intake. In the CO group, significantly decreased contents of polyunsaturated fatty acids(PUFA), n-6 PUFA, n-3 PUFA and eicosapentanoic acid(EPA) were observed, and significantly increased contents of OA and saturated fatty acids(SFA) were observed in platelet PL after 3 weeks and 5 weeks of dietary treatment. In the PO group, contents of OA and docosahexanoic acid(DHA) were increased, and the ratio of n-6/n-3 was decreased significantly in platelet PL after dietary treatment. The CNO group showed significantly decreased contents of PUFA, P/S ratio, n-6 PUFA, LA,(EPA+DHA)/arachidonic acid(AA), and significantly increased SFA contents after 3 weeks of the oil-based diet. The dietary-induced effects on fatty acid composition of platelet PL were observed mostly after 3 weeks. Plasma TXB<sub>2</sub> levels were increased after 3 and 5 weeks of dietary treatment. However, only the CO and CNO groups showed significantly increased plasma TXB<sub>2</sub> levels after 5 weeks of experimental diets, when compared with initial values. Degree of platelet aggregation increased only in the CO group after dietary treatment. As a result, at week 5 the degree of platelet aggregation of the CO group was significantly higher than those of the PO and CNO groups. Among the three oil-based diets, the PO-based diet seems to have beneficial effects on atherosclerosis by influencing plasma TXB<sub>2</sub> levels and the degree of platelet aggregation, while the CO-based diet showed the most adverse effects. Our results imply that plasma TXB<sub>2</sub> levels might be affected by dietary fatty acid composition. (Korean J Nutrition 32(4) : 384~393, 1999)

KEY WORDS :  $\alpha$ -linolenic acid · linoleic acid · platelet phospholipid fatty acid · thromboxane B<sub>2</sub> · platelet aggregation.

### 서 론

생활양식의 변화 및 식생활의 서구화로 인해 최근 우리나라의 사망원인 중 순환기계질환에 의한 사망률이 계속 증가하고 있는데<sup>1,2)</sup> 특히 그 중 관상동맥질환은 현재 식생활 패턴의 변화를 볼 때 앞으로도 계속 증가하여 우리나라의 사망원인 중 가장 중요한 질환이 될 것으로 예측되고 있다. 관

상동맥의 경화는 혈전과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있는데 동맥경화로 인한 손상 부위는 거의 동맥혈전이 있었던 위치에서 발견되고 있으며 혈소판이나 혈전이 동맥경화의 plaque 형성에 관여한다는 것은 여러 연구에서 제시된 바 있다.<sup>3,4)</sup>

간에서 합성된 arachidonic acid(AA)는 혈장에 의해 수송되어 다양한 조직에 흡수되고 그곳에서 인지질에 acylation되며, 조직의 유리 AA의 농도는 엄격히 조절되는 것으로 알려져 있다. 조직의 AA는 일반적으로 어떤 특별한 길항자극(agonist stimulation)에 반응하여 방출되거나, 또는 상해, 염증, 스트레스 등에 의해서도 소량은 방출될 수

채택일 : 1999년 4월 12일

\*This research was financially supported by the 1993 Korea Sanhak Foundation.

있고, 혈소판에서도 thrombin 또는 collagen에 의한 자극에 반응하여 방출되거나 혈관에 대한 혈소판의 작용에 의해서도 방출되는데 방출된 AA는 eicosanoid인 thromboxane(TX) A<sub>2</sub>로 전환된다.<sup>6)</sup> Eicosanoid는 생리적, 약리학적으로 활성이 강한 물질로 세포에 저장되어 있지 않고 각 세포에서 특이적인 호르몬 및 신경전달물질이나 화학물질의 자극에 의하여 일시적으로 생성된다. Eicosanoid의 종류로는 prostaglandins(PG), thromboxanes(TX), leukotrienes(LT) 등이 알려져 있으며 이들은 탄소수가 20개인 지방산 중 eicosatrienoic acid(ETA, C20 : 3, n-6), AA, eicosapentaenoic acid(EPA, C20 : 5, n-3)로부터 형성된다. 혈소판에서 생성되는 thromboxanes(TX)은 혈전을 형성하는 작용을 하는 반면, 혈관의 내피세포에서 생성되는 prostacyclin(PGI)은 TX와는 반대로 혈소판의 응집을 억제하고 혈관을 이완시키는 작용이 있어 TX와 길항적인 작용을 하게 된다. 식이성 n-3계 불포화 지방산은 인체내에서 6-desaturase에 대해 n-6계 불포화 지방산과 경쟁적으로 작용함으로써 linoleic acid(LA)가 AA로 합성되는 것을 감소시켜 AA로부터 eicosanoid로의 전환을 조절한다고 알려져 있다.<sup>6,7)</sup>

혈소판 응집의 기전은 그 동안 많은 연구자들에 의해서 연구되어 왔으며, AA가 중요한 역할을 하고 있는 것으로 알려졌다. 혈관벽의 내피세포가 어떤 자극에 의해 손상을 입으면 collagen이 노출되고, 혈소판이 노출된 collagen에 의해 활성화가 되면 혈소판 막 인지질에 결합되어 있던 AA는 phospholipase A<sub>2</sub>에 의해 분해되어 방출된다. 정상적인 상태에서 cyclooxygenase는 AA가 TXA<sub>2</sub>로 전환되는 것을 촉진하고 생성된 TXA<sub>2</sub>는 혈소판 응집을 일으키고 일시적인 혈전을 형성하는 것 이외에도, 혈관벽에 혈소판 부착을 촉진하여 동맥경화성 plaque를 형성할 수도 있다. 이때 TXA<sub>2</sub>가 과잉 생성되어 혈관벽에 혈소판 응집과 혈소판 부착이 지나치게 일어나면 혈관 수축을 일으키게 되고 혈관 경련을 수반하여 관상동맥 혈관이 폐색되어 혈관의 흐름이 손상되고 차단됨으로써 허혈 또는 심근경색이 일어날 수 있다. EPA와 DHA는 cyclooxygenase와 lipoxygenase의 기질에 있어서 AA의 경쟁적인 저해제로 작용함으로써 AA로부터 유도, 합성되는 prostaglandins의 형성을 저해한다. 또한 EPA는 PGs의 3계열의 전구체로서 TXA<sub>2</sub>를 합성할 수 있는데, TXA<sub>2</sub>는 TXA<sub>2</sub>보다 약한 혈관수축작용과 혈액 응고작용을 가진다.<sup>8)</sup>

Plaque를 형성하는데 관여하는 물질은 TX 이외에 adenosine diphosphate, platelet derived growth factor, epidermal growth factor, 그리고 평활근 세포의 증식을 자극하는 transforming factor 등이 있다.<sup>9)</sup> 정상적인 상태에

서 동맥 내막 벽에서는 prostacyclin 같은 물질이 분비되어 혈소판 응집과 동맥경화성 plaque 형성이 진전되는 것을 방지하는데, PGI은 AA로부터 생성된 PGI<sub>2</sub>와 EPA로부터 생성된 PGI<sub>3</sub>의 항동맥경화성 작용이 차이가 없는 것으로 알려져 있다. 혈소판 인지질의 지방산 조성은 음식으로 섭취한 지방산의 종류에 의해 영향을 받으며, 혈소판 인지질의 지방산들 중 AA와 EPA의 존재비율에 따라 혈소판의 응집정도 및 혈관 수축정도가 영향을 받게 되는 것으로 알려져 있다.<sup>10-12)</sup> Holmsen<sup>13)</sup>도 eicosanoid의 전구체가 되는 혈소판 지방산 조성의 중요성을 지적하였으며, 혈관이 손상되었을 때 혈소판은 서로 응집하여 platelet plug를 형성함으로써 혈관폐색 및 혈전을 일으킬 수 있는데 이러한 thrombosis 기작에 prostaglandins와 thromboxanes의 종류 및 합성량이 관계한다고 보고하였다. 따라서 혈소판 인지질의 지방산 조성은 동맥경화 발생과 관계있는 혈소판 기능의 한 지표가 될 수 있다.

생선에 주로 함유된 n-3계 다가불포화지방산이 혈액 지질의 함량을 낮춤과 동시에 혈장 TXA<sub>2</sub> 농도와 혈소판 응집 정도를 감소시킨다는 결과<sup>14)15)</sup>가 보고된 이래 n-3계 지방산이 관상심장병 위험인자에 미치는 효과에 대해 많은 연구가 이루어져, 어유 또는 생선 및 해산물의 섭취는 혈소판 인지질의 AA 농도를 점진적으로 감소시키는 동시에 EPA와 docosahexaenoic acid(DHA)의 함량은 증가시켰다는 결과와<sup>16)22)</sup> 이에 따라 n-3계 다가불포화지방산이 AA를 대체함으로써 TXA<sub>2</sub>의 전구체 pool을 감소시키게 된다는 것이 여러 연구자들에 의해 보고되었다.

최근에는 식이로 섭취한 n-3계, n-6계 및 n-9계 지방산 간의 항심장병성 효과를 비교하는 연구들이 수행되고 있는데,<sup>23)27)</sup> 사람을 대상으로한 임상실험을 통한 연구는 우리나라에서 아직 부족한 실정이고 대부분의 연구들이 n-3계 지방산 공급원으로 어유를 사용하였는데, 이는 한국인의 식습관을 고려해 볼 때 실생활에 적용하기에는 어려움이 있다. 반면 들기름은 다른 유지류에 비해서는 그 소비율이 적은 편이지만,<sup>28)</sup> 식품 조리시 주로 다른 식용유와 함께 사용되고 있으며 n-3계 지방산인 α-linolenic acid(LNA)를 다량 함유하고 있다. 이 들기름에 함유되어 있는 LNA는 체내에서 desaturation과 elongation에 의해 EPA와 DHA로 전환되어 여러 종류의 세포막 인지질의 n-6계 다가불포화지방산을 대체할 수 있어 어유의 n-3계 불포화 지방산과 같은 생리적 효과를 주면서 EPA와 DHA 보다는 불포화도가 상대적으로 훨씬 낮으므로 이 지방산을 이용하는 식이요법에 대한 관심이 커지고 있다. 또한 들기름은 LNA의 함량이 높은 데도 생체내에서 과산화지질을 적게 만든다는 잇점이 있

다고 알려져 있다.<sup>20)</sup>

본 연구에서는 주지방산의 종류가 각각 다른 식물성유지인 들기름과 옥수수유, 그리고 채종유를 사용하여 서로 다른 종류의 식이 지방산의 섭취가 혈소판 인지질의 지방산 조성, 그리고 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도 및 혈소판 응집 정도에 미치는 영향을 알아보고, 혈소판 인지질의 지방산 조성 및 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도 및 혈소판 응집 정도간의 상호 상관관계를 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 대상자 및 실험식이

본 연구의 대상자들은 대학교 기숙사에 거주하고 있는 24명의 건강한 남자 대학생 자원자들로써 연령은 20세에서 28세 사이였고, 이들은 5주 동안의 실험기간 동안 기숙사 식당에서 연구자가 제공한 음식만을 섭취하였다. 실험 시작 전 대상자들은 8명씩 무작위로 3군, 즉 옥수수유(Corn oil, CO)군, 채종유(Canola oil, CNO)군, 그리고 들기름(Perilla oil, PO)군으로 나누어 실험에 참가하였다.

실험 기간 중 대상자들에게 공급된 식사에는 옥수수유(생표), 채종유(삼양사) 그리고 들기름(들깨를 구입, 제조)이 각 군의 조리용 식용유로서 사용되었다. 실험 기간 중 대상자들이 섭취한 식사의 지방 구성 열량 비율은 30%였고 각 식용유는 섭취된 지방의 50%가 되도록 계획하여 조리 시 첨가하고 남은 양의 기름은 음료수와 함께 마시도록 하였다. 각 군에서 사용된 식용유의 지방산 조성은 Table 1과 같다. 옥수수유에는 linoleic acid(LA, 18 : 2, n-6)가 57.1%, 들기름에는  $\alpha$ -linolenic acid( $\alpha$ -LNA, 18 : 3, n-3)가 58.5%, 채종유에는 oleic acid(OA, 18 : 1, n-9)가 59.6%로 LA,  $\alpha$ -LNA, OA가 각 식용유들의 주 지방산들이었

**Table 1.** Fatty acid composition of experimental oils

Fatty acid	Experimental oils(%)		
	Corn oil	Perilla oil	Canola oil
16 : 0	12.6	7.2	4.6
18 : 0	1.6	2.1	1.1
18 : 1(n-9)	26.5	17.7	59.6
18 : 2(n-6)	57.1	13.9	21.6
18 : 3(n-3)	0.7	58.5	9.4
Unknown	1.5	0.6	3.7
PUFA	57.8	72.4	31.0
MUFA	26.5	17.7	59.6
SFA	14.2	9.3	5.7
P/S ratio	4.1	7.8	5.4
n-6/n-3 ratio	81.6	0.2	2.3

다. 실험식은 각 군에 따라 사용된 식용유의 종류만을 제외하고는 동일한 식단이었고, 모든 식이의 열량 및 영양소들은 각 대상자들이 실험기간동안 일정한 체중을 유지하도록 개별적으로 조정되었다. 실험기간 동안 대상자들은 공급된 음식을 남기지 않고 모두 섭취하도록 하였으며, 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 흡연이나 aspirin과 같은 약제복용은 금지하도록 주의 시켰다.

### 2. 혈액 채취 및 분석

혈액은 실험시작 시와 실험식이 섭취 3주 후 그리고 실험 완료시인 실험식이 섭취 5주 후로 모두 3차에 걸쳐 12시간 이상의 공복 상태인 대상자들로부터 간호사들에 의해 채취되었다.

#### 1) 혈소판 인지질의 지방산

혈액 10ml를 EDTA(EDTA(k), 0.07ml 15%)가 함유된 플라스틱 시험관에 넣어 200×g에서 15분간 원심분리하여 상층액인 PRP(platelet rich plasma)를 얻은 후, 이 PRP를 2000×g에서 20분간 원심분리하여 하층부에 침전된 혈소판을 얻었다. Folch 등<sup>20)</sup>의 방법에 의해 혈소판으로부터 총 지방을 추출한 후 전개용매 n-hexane/diethyl ether/acetic acid(80/20/1,v/v)에서 thin layer chromatography(TLC)에 의해 인지질을 분리한 다음, Lepage와 Roy의<sup>21)</sup> 방법을 사용하여 혈소판 인지질의 지방산을 methylation 시킨 후 Gas Chromatography(HP439GC)에서 지방산 조성을 분석하였다. GC에서 분석 시 capillary column과 flame ionization detector(FID)를 사용하였고, 온도는 180℃에서 240℃까지 분당 1.5℃씩 증가하도록 조정하였다.

#### 2) Thromboxane B<sub>2</sub> 농도

혈장 TXB<sub>2</sub> 농도는 collagen을 첨가하여 stimulation 시킨 platelet rich plasma(PRP)를 1500×g에서 10분간 원심분리시켜 혈소판을 응집시킨 후 상층액인 platelet poor plasma(PPP)를 채취하여 -70℃에서 냉동 보관한 후, radioimmunoassay(RIA) 방법으로 <sup>3</sup>H가 표식된 RIA kit (Amersham, thromboxane B<sub>2</sub>(<sup>3</sup>H) assay system(TRK 780))를 사용하여 측정하였다. 각 대상자의 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도와 혈소판 응집 정도는 같은 시간에 채취된 동일한 혈액으로부터 측정되었다.

#### 3) 혈소판 응집

혈액 9ml를 1ml의 3.8% sodium citrate가 함유된 플라스크 튜브에 채취한 후 200×g에서 15분간 원심분리하여 상층액인 PRP를 얻은 후, 남은 혈액을 다시 2000×g에서

20분간 원심분리하여 상층액인 PPP를 분리하였다. 혈장 혈소판의 수는 Coulter Counter를 사용하여 혈소판의 수가 250,000±50,000개로 되도록 수를 조정 한 후, 응집원으로 collagen(Bio/data corp. soluble calf skin, 0.19mg/ml)을 사용하여 platelet aggregometer(Kyoto, Daiichi, Model PA-3210)에서 광계측학적으로 혈소판의 응집 정도 및 최대 응집 소요시간을 측정하였다. 모든 혈액의 혈소판 응집 정도는 채혈 후 3시간 이내에 측정되었다.

**3. 통계처리**

본 연구의 모든 실험 결과는 평균과 표준오차로 나타내었다. 각 식이군 간의 차이 및 각 식이군 내에서 실험기간에 따른 각 변인들의 변화는 반복 측정 분산분석법(ANOVA of repeated measure)을 사용하여 검정한 후, 그 결과가 p<0.05인 경우에는 Tukey의 다중비교법을 이용하여 통계처리하였다. 혈소판 인지질의 지방산 조성, 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도 및 혈소판 응집정도간의 관계는 Pearson's correlation coefficient로 측정하였고 유의성은 p<0.05 수준에서 검정하였다. 통계 분석은 SAS System(SAS Institute INC. Cary, NC)을 이용하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 실험 대상자 및 실험식이**

**1) 실험 대상자의 일반적 사항**

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 사항은 Table 2와 같다.

실험 시작 전 대상자들을 무작위로 세 군으로 나누었는데 그 결과 세 군간의 연령차이가 유의적으로 나타나게 되어, 각 식이군의 평균 연령은 CO군이 23.6세, PO군이 24.9세, CNO군이 22.8세로 PO군에서 가장 높았다. 대상자들의 신장, 체중, BMI는 세 군간에 차이가 없었고 실험 기간 동안에도 유의적인 변화가 없었다. 또한 모든 대상자들의 BMI는 정상치에 해당하였다. 본 연구에 참여한 모든 대상자들은 모두 20대 이었고, 세 군이 연령에서만 차이를 보이고

**Table 2.** Anthropometric variables of the subjects

Variables	Corn oil(n=8)	Perilla oil(n=8)	Canola oil(n=8)
Age(year)	23.6±0.41 <sup>1ab</sup>	24.6±0.49 <sup>b</sup>	22.8±0.43 <sup>2a)</sup>
Height(cm)	171.1±0.01	170.6±0.01	170.5±0.01
Weight(kg)	66.1±1.02	67.6±1.62	66.2±1.97
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.6±0.40	23.2±0.55	22.7±0.53

1) Mean±SEM

2) Values in the same row with different superscript letters are significantly different at p<0.01 by Tukey's test

다른 일반 사항에서는 차이를 보이지 않았으며 실험식이 공급 전 분석한 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도와 혈소판 응집정도가 세 군간 차이를 보이지 않으므로, 본 연구의 세 군간의 연령차는 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도와 혈소판 응집정도에 큰 영향을 미치지 않았다고 사료되었다.

**2) 실험식이**

실험 기간동안 대상자들이 섭취한 식이의 열량 및 영양소의 조성은 Table 3과 같다. 열량과 영양소들은 각 군에서 약간의 차이를 보였는데 이는 각 군에 속한 대상자들의 체중이 다르기 때문이었으며, 각 군의 지방산 조성은 식이로 제공된 식용유들의 지방산 조성을 반영하였다. 섭취한 열량의 탄수화물, 단백질 및 지방의 비율이 각각 55%, 15%, 30%이었는데, 1994년도 국민영양 조사보고서<sup>26)</sup>에 의하면 한 국민의 지방질 섭취량은 전국 1인 1일 기준으로 36g이며, 열량 구성 비율에 있어서는 탄수화물, 단백질 및 지방의 비율이 각각 65%, 17%, 18%이었다. 그러나 한국의 여대생을 대상으로 한 몇몇 연구 조사<sup>27)38)</sup>에서는 평균 지방 열량 섭취가 약 25~27%에 도달한 것을 볼 수 있었고, 도시인을 비롯한 일부 계층에서는 지방 섭취량이 계속 증가하는 추세를 보인다는 보고들이 있었다.<sup>39)</sup> 본 연구에서는 식이 지방산의 영향을 대조 비교하기 위해 지방의 열량 구성 비율을 우리나라 권장량인 20% 보다 높은 수준인 30%의 수준으로 하고 탄수화물 및 단백질은 열량 구성 비율이 각각 55%와 15%가 되도록 공급하였다.

**2. 혈소판 인지질의 지방산 조성**

각 식이군에서의 실험기간에 따른 혈소판 인지질의 지방산 조성 비율의 변화는 Table 4, 5, 6과 같다. CO군은 실험 시작 시에 비해 실험식이 섭취 3주 후 PUFA, P/S ratio, n-6 PUFA, n-6/n-3 ratio, LA, AA의 수준이 유의적으로 감소되었다. 이들은 실험식이 섭취 5주 후에는 다소 증가하였으나 실험 시작 시에 비해서 낮은 값이었다. 반면 SFA는

**Table 3.** Compositions of the experimental diet

Variables	Corn oil (n=8)	Perilla oil (n=8)	Canola oil (n=8)
Energy(kcal)	2313±34 <sup>1)</sup>	2325±48	2305±58
Carbohydrates(% of kcal)	55.5±0.2	55.4±0.3	55.6±0.4
Protein(% of kcal)	14.7±0.1	14.7±0.1	14.7±0.1
Fat(% of kcal)	29.8±0.3	29.9±0.4	29.7±0.4
Saturated(% of kcal)	8.6±0.1	7.8±0.1	7.5±0.1
Monounsaturated(%)	9.9±0.1	8.5±0.1	14.9±0.4
Polyunsaturated(%)	11.3±0.2	13.6±0.3	7.3±0.2
Cholesterol(mg)	414.5±33.5	414.5±33.5	414.5±33.5

1) Mean±SEM

**Table 4.** Changes in fatty acids composition of platelet phospholipids in corn oil group during the experimental period(area %)

Fatty acid	period	Initial (n=7)	The 3rd wk (n=6)	The 5th wk (n=6)
PUFA		31.91±4.02 <sup>1)</sup>	11.06±2.13 <sup>†</sup>	19.58±1.40 <sup>†#2)</sup>
MUFA		16.22±2.65	12.64±2.57	17.92±1.90
SFA		51.87±3.21	76.14±1.75 <sup>†</sup>	62.50±1.37 <sup>†#</sup>
P/S ratio		0.59±0.11	0.15±0.02 <sup>†</sup>	0.31±0.02 <sup>#</sup>
n-6 PUFA		26.19±2.77	6.23±1.27 <sup>†</sup>	16.93±1.71 <sup>†#</sup>
n-3 PUFA		5.72±1.39	4.83±1.38	2.84±0.36 <sup>†</sup>
n-6/n-3		5.69±1.07	2.25±0.94 <sup>†</sup>	5.79±0.92 <sup>#</sup>
C18 : 1(n-9)		11.35±2.89	11.52±2.04	15.96±1.41 <sup>†#</sup>
C18 : 2(n-6)		8.99±1.78	2.68±1.29 <sup>†</sup>	5.53±0.72
C18 : 3(n-3)		1.62±0.59	0.45±0.21	1.76±0.36
C20 : 4(n-6)		8.53±1.42	3.02±0.45 <sup>†</sup>	6.74±1.21 <sup>†#</sup>
C20 : 5(n-3)		0.84±0.21	1.50±0.42	0.03±0.02 <sup>†#</sup>
C22 : 6(n-3)		1.96±0.76	2.42±0.95	0.33±0.15
(EPA+DHA)/AA		0.39±0.13	1.69±0.60	0.08±0.03 <sup>#</sup>

1) Mean±SEM  
 2) † : Significantly different from the initial value in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis  
 # : Significantly different from the 3rd week in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis

**Table 5.** Changes in fatty acids composition of platelet phospholipids in perilla oil group during the experimental period(area %)

Fatty acid	period	Initial (n=7)	The 3rd wk (n=8)	The 5th wk (n=8)
PUFA		25.26±2.68 <sup>1)</sup>	12.01±3.18 <sup>†</sup>	25.44±1.66 <sup>†#2)</sup>
MUFA		17.12±2.14	19.49±2.14	19.73±1.07
SFA		57.62±2.08	68.50±3.78 <sup>†</sup>	54.83±2.16 <sup>#</sup>
P/S ratio		0.45±0.06	0.20±0.07 <sup>†</sup>	0.48±0.05 <sup>#</sup>
n-6 PUFA		18.98±1.57	9.13±2.87 <sup>†</sup>	17.43±1.52 <sup>#</sup>
n-3 PUFA		6.28±1.23	2.89±0.96	8.02±0.71 <sup>#</sup>
n-6/n-3		3.67±0.59	3.91±0.73	2.32±0.29 <sup>†</sup>
C18 : 1(n-9)		11.83±1.52	17.86±1.72 <sup>†</sup>	16.90±1.16 <sup>†</sup>
C18 : 2(n-6)		4.56±0.91	3.36±0.94	4.96±1.50
C18 : 3(n-3)		3.42±1.26	0.66±0.44	2.35±0.59 <sup>#</sup>
C20 : 4(n-6)		6.75±0.96	4.45±1.99	8.81±1.47
C20 : 5(n-3)		0.89±0.20	0.43±0.29	1.36±0.45
C22 : 6(n-3)		1.97±0.14	1.98±0.41	4.30±0.65 <sup>†#</sup>
(EPA+DHA)/AA		0.52±0.09	0.81±0.23	0.89±0.27

1) Mean±SEM  
 2) † : Significantly different from the initial value in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis  
 # : Significantly different from the 3rd week in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis

실험식이 섭취 3주 후에 유의적으로 증가했다가 5주 후에는 다시 감소하였는데, 5주 후에도 실험시작 시에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. EPA+DHA/AA 비는 3주 후 유의적이지는 않으나 증가하였다가 5주 후에는 급격하게 감소함을 보였다. Oleic acid는 실험시작 시에 비해 식이

**Table 6.** Changes in fatty acids composition of platelet phospholipids in canola oil group during the experimental period(area %)

Fatty acid/period	Initial(n=8)	The 3rd wk(n=8)	The 5th wk(n=6)
PUFA	32.50±2.01 <sup>1)</sup>	9.53±0.80 <sup>†2)</sup>	12.06±2.66 <sup>†</sup>
MUFA	18.71±0.97	16.44±2.77	16.50±1.99
SFA	50.83±2.87	74.03±2.87 <sup>†</sup>	71.44±1.75 <sup>†</sup>
P/S ratio	0.63±0.08	0.13±0.01 <sup>†</sup>	0.17±0.04 <sup>†</sup>
n-6 PUFA	19.38±1.82	8.14±0.80 <sup>†</sup>	7.93±1.53 <sup>†</sup>
n-3 PUFA	8.43±0.54	1.40±0.11 <sup>†</sup>	4.14±1.16
n-6/n-3	2.73±0.39	5.86±0.39 <sup>†</sup>	2.21±0.32 <sup>#</sup>
C18 : 1(n-9)	13.96±1.35	13.88±2.84	14.88±1.65
C18 : 2(n-6)	9.24±1.47	4.16±0.98 <sup>†</sup>	2.22±0.37 <sup>†</sup>
C18 : 3(n-3)	4.01±0.62	0.04±0.04 <sup>†</sup>	1.77±0.85
C20 : 4(n-6)	7.97±0.95	3.43±0.45 <sup>†</sup>	5.71±1.32
C20 : 5(n-3)	1.25±0.35	0.02±0.02 <sup>†</sup>	0.28±0.28
C22 : 6(n-3)	2.60±0.47	1.24±0.12	1.86±0.60
(EPA+DHA)/AA	0.50±0.06	0.42±0.08	0.29±0.06 <sup>†</sup>

1) Mean±SEM  
 2) † : Significantly different from the initial value in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis  
 # : Significantly different from the 3rd week in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis

섭취 5주 후에 유의적으로 증가하였다(Table 4).

PO군에서는 실험시작 시에 비해 실험식이 섭취 3주 후 유의적으로 낮은 PUFA, P/S ratio, n-6 PUFA치를 보였으나, 이들은 실험식이 섭취 5주 후에 다시 증가한 값을 보여 실험시작 시와 비교했을 때 유의적인 차이를 보이지 않았다. n-3 PUFA의 수준은 실험시작 시에 비해 실험식이 섭취 5주 후에 유의적으로 증가한 값을 나타내었고 DHA 역시 실험식이 섭취 5주 후 유의적으로 증가하였다. 이와 함께 n-6/n-3 비는 유의적으로 감소되었다(Table 5).

CNO군에서는 CO군에서와 마찬가지로 실험식이 섭취 후 유의적으로 감소한 PUFA치와 유의적으로 증가한 SFA치를 보여 그 결과 P/S 비는 유의적으로 감소하였다. 또한 n-6 PUFA, n-3 PUFA, LA, AA, LNA, EPA 수준은 실험식이 섭취 3주 후 유의적으로 감소하였다. 그러나 실험식이 섭취 5주 후 LA만을 제외한 이들 모두는 그 수준이 다시 상승하였는데 그 결과 이들 수치는 실험시작 시와 비교하면 낮은 수준이었으나 그 차이가 유의적이지는 않았다. 반면 n-6/n-3 비는 실험식이 섭취 3주 후 유의하게 증가하였다가 5주 후에는 다시 감소하여 실험 시작시의 수준으로 되었다. 또한 EPA+DHA/AA의 수준은 실험시작 시에 비해 실험식이 섭취 5주 후 유의하게 감소하였다(Table 6).

본 연구에서 CO군은 LA의 섭취로 인해 혈소판 인지질의 지방산 조성에서 LA 및 AA의 수준이 상승할 것으로 기대하였으나 실험식이 섭취 3주 후 오히려 유의적으로 감소되었다. 반면, PO군은 α-LNA를 함유한 실험식을 섭취한 5주

후 혈소판 인지질 지방산 중 DHA치의 유의적인 증가와, 유의적이지는 않으나 다소 증가된 EPA치를 보여 인체 내에서 LNA로부터 장쇄지방산으로의 전환이 이루어졌음을 보여주었다. 일반적으로 DHA는 체조직에 EPA보다 훨씬 다량으로 존재하며, EPA의 잠재적인 저장형태로 작용한다고 보고되었는데,<sup>36)</sup> 본 연구에서도 PO군에서 섭취한  $\alpha$ -LNA가 인체 내에서 EPA 및 DHA로 전환되어 혈소판 인지질에서 DHA가 증가된 값을 보인 것이 아닌가 추측되었다. 이러한 결과는 이전의 다른 연구 결과와도 비슷한 것인데, Mantzioris 등<sup>35)</sup>은 혈장과 세포 등에서 식이로 섭취한  $\alpha$ -LNA의 농도와 EPA의 농도간에는 비례적인 관계가 있지만 식이로 섭취한 LA는 혈소판을 포함한 조직의 AA의 농도에 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있고, 최근 Ferrer 등<sup>36)</sup>의 연구에서도 식이로 섭취한 n-3 PUFA가 인체의 혈소판 인지질의 조성에서 DHA 및 총 n-3 PUFA의 비율을 유의적으로 높임을 보고하였다. 이전부터  $\alpha$ -LNA와 LA가 그들의 장쇄지방산으로 유입되는 것에는 차이가 있다고 알려져 있어, LNA가 혈장지질로 유입되는 것은 LA가 유입되는 것보다 3~10배 더 크며,  $\alpha$ -LNA 중간대사물들의 전환이나 일련의 유입은 LA의 전환과 유입보다 몇배 더 높다고 보고된 바 있다.<sup>37)</sup> 본 연구에서 혈소판 인지질의 지방산 조성은 식이 섭취 3주 후에 가장 많은 변화를 보이며 식이 지방산의 영향을 반영하는 것으로 나타났다. 이는 인지질의 지방산 조성이 식이로 섭취하는 지방산 조성의 변화에 의해 쉽게 변화되기 때문에 인지질을 분석하는 것이 단기간 식이 조정의 순응을 판정하는데 유용하다고 한 Popp-Snijders와 Blonk 등<sup>38)39)</sup>의 보고와 일치하였다. 식이 조성을 갑자기 변화시키게 되면 인체의 대사에 변화가 오게되어 이에 대한 반응으로 혈장지질이나 혈소판, 인지질 조성 등의 몇몇 metabolic parameter가 짧은 기간 내에 유의적으로 변화하게 되나 인체는 점차 적응을 하여 일정기간이 지난 후에는 변화된 식이에 따른 초기의 변화에 비해 유의적인 차이를 보이지 않게 되는 경우가 종종 보여지므로 지방대사 연구 시에는 적절한 연구수행기간의 결정도 중요하다 하겠다. 따라서 식이 지방이 혈소판 지방조성에 미치는 단기간의 효과를 보기에는 2~3주가 적당하며 그 후에는 점차 적응되어 가는 것을 본 연구에서도 볼 수 있었다. 또한 본 연구에서 실험식이 섭취 5주 후에도 혈소판 지방산의 조성이 실험시작 시와 비슷하게 되어 유의적인 결과를 보이지 못한 결과를 볼 때, 장기간의 효과를 보기 위해서는 5주 이상의 기간을 필요로 하는 것으로 생각된다.

### 3. Thromboxane B<sub>2</sub> 농도

각 군에서 실험 기간에 따른 TXB<sub>2</sub> 농도의 변화는 Ta-

ble 7과 같다.

실험 시작시 세 군간의 TXB<sub>2</sub>의 농도는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 실험 기간에 따라서는 차이를 보여 실험 시작시에 비하여 실험식이 섭취 3주 후 CO군, PO군, CNO군 모두에서 증가함을 보였고, 그 중 CNO군에서는 실험시작 시에 비해 유의적으로 증가된 결과를 보였다. 또한 실험식이 섭취 5주 후에 TXB<sub>2</sub>의 농도는 실험시작 시에 비하여 모든 군에서 증가하여 CO군에서 2.5배, PO군에서 1.7배, 그리고 CNO군에서는 2.0배의 증가된 값을 나타내었다. 그 결과, CO군에서는 실험시작 시와 실험식이 섭취 3주 후에 비해 실험식이 섭취 5주 후 유의적으로 증가된 TXB<sub>2</sub> 값을 보였고, CNO군에서는 실험시작 시에 비해 실험식이 3주와 5주 후에 유의적으로 증가된 TXB<sub>2</sub> 값을 보였다. 반면, PO군에서는 실험전에 비해 실험식이 섭취 이후 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도가 증가하기는 하였지만 유의성은 없는 것으로 나타났다.

박 등<sup>40)</sup>의 연구에서 쥐를 대상으로 옥수수기름, 쇠기름, 들기름을 섭취시킨 후 각 식이군 간의 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도를 관찰한 결과 옥수수기름군의 TXB<sub>2</sub> 수준이 쇠기름이나 들기름 식이군에 비해 유의하게 높음을 보였는데, 이는 혈장 내 n-6계 지방산의 비율이 증가하였기 때문에 TXB<sub>2</sub> 농도가 증가한 것으로 보고되었다. 또한 김 등<sup>28)</sup>의 연구에서도 쥐를 대상으로 하였을 때 n-3계 지방산의 섭취가 높은 군에서의 TXB<sub>2</sub>의 생성이 n-3계 지방산의 섭취가 낮은 군들에 비해 유의적으로 낮아 n-3계 지방산에 의한 TXB<sub>2</sub> 생성 감소 효과를 보인 바 있다. 본 연구에서는 실험식이 섭취 후 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도가 CO군과 CNO군에서 유의적으로 증가함을 보였고 PO군에서도 다소 증가하였지만 그 정도가 유의적이지는 않았다. 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도는 주로 식이 지방산의 영향을 받아 n-6계 PUFA 식이에 비해 n-3 PUFA 식이는 혈장 TXB<sub>2</sub> 생성 감소 효과를 나타내는 것으로 알려져 있는데, 본 연구 결과 CO군과 CNO군에서는 실험식이 섭취 후 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도가 유의적인 증가를 보인 반면 PO군에서는 실험시작 시와 비교하여 유의적인 변화를 보이지 않았

Table 7. Changes in concentration of plasma TXB<sub>2</sub>(ng/ml) during experimental period

Diet groups	Experimental period		
	Initial(n=8)	The 3rd wk(n=8)	The 5th wk(n=8)
Corn oil	17.50±5.09 <sup>1)</sup>	23.88±3.59	43.88±8.15 <sup>†*2)</sup>
Perilla oil	22.63±3.86	30.38±3.01	39.50±7.14
Canola oil	22.22±4.26	41.75±7.13 <sup>†</sup>	41.57±4.68 <sup>†</sup>

1) Mean±SEM

2) † : Significantly different from the initial value in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis

# : Significantly different from the 3rd week in the same row at p<0.017 by repeated measures analysis

고, 또한 실험식이 5주 후 PO군이 다른 두 군보다 낮은 TXB<sub>2</sub> 농도를 보였던 것을 볼 때 이는, PO군이 섭취한 식이 중에 함유된 n-3계 지방산이 TXB<sub>2</sub>의 생성을 억제하는 효과를 나타냈기 때문인 것으로 보여졌다. 그러나 모든 군에서 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도가 증가함을 보인 것은 본 연구 대상자들이 연구기간동안 섭취한 지방이 섭취열량의 30%로서 한국인의 일상 지방 섭취량에 비해 다소 높은 편이었기 때문에, TXB<sub>2</sub>의 생성에 식이 지방산의 종류뿐만 아니라 총 섭취 지방량도 관련이 있어, 지방섭취량의 증가가 TXB<sub>2</sub>의 농도를 증가시킨 것이 아닌가 추측되었다. 그러나 본 연구를 실행하기 전의 대상자들의 식사섭취량 및 열량 섭취 비율에 대해서는 조사한 바 없으므로 총 지방 섭취량의 증가가 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도를 증가시켰다는 결론을 내리기에 는 어려움이 있었다. Miller<sup>41)</sup>는 최근에 지방의 총 섭취량을 증가시키는 것이 식이 지방산의 조성을 변화시키는 것보다 혈액응고의 증가에 더 중요한 영향을 미친다는 것을 보고한 바 있는데, 그 기전으로는 고지방식이 특정한 혈액 응고인자(factor VII)를 증가시킴으로써 혈액응고 정도를 증가시키고 그 결과 혈전증을 유발시킨다고 하였다. 그러므로 주로 식이지방산의 조성에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있었던 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도가 총지방의 섭취량에 의해 어떠한 영향을 받는지에 대하여는 향후 연구를 통해 알아 볼 필요가 있음을 제언하는 바이다.

한편, 혈소판 인지질의 지방산 조성상과 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도간의 상관관계를 보았을 때, CO군과 PO군에서는 전 실험 기간동안 유의적인 상관관계를 보인 것이 없었다. 그러나 CNO군에서 혈장 TXB<sub>2</sub>는 전 실험 기간 동안 혈소판 인지질의 PUFA, P/S ratio, 및 n-3 PUFA와 음의 상관관계를 보여 p<0.05 수준에서 각각 r=-0.5672, r=-0.5187, r=-0.5847을 나타내었다. 이 결과를 볼 때, CNO군에서는 혈소판 인지질의 PUFA 중 주로 n-3 PUFA가 TXB<sub>2</sub>와 음의 상관관계를 나타내었다고 추측되었다. 그러나 CNO의 성분 중 n-3 PUFA가 차지하는 비율은 9%로 비교적 낮으므로 이 결과로 식이 n-3 PUFA가 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도를 낮추었다고 결론을 내리기는 어려웠다. 다만 CNO군에서 혈소판 인지질의 n-3 PUFA와 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도가 음의 상관관계를 보인 것을 볼 때, 어유와 마찬가지로 식물성 식용유에 함유된 n-3 계 지방산 역시 혈소판 인지질의 n-3 PUFA의 조성을 높임으로써 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도를 저하시킬 수 있다는 가능성을 제시하는 바이다.

#### 4. 혈소판 응집 정도와 최대 응집 시간

실험 시작시 세 군간의 혈소판 응집정도는 유의적인 차이

를 보이지 않았으나 실험 기간 동안에는 변화를 보여, 실험 시작 시에 비해 실험식이 섭취 5주 후 CO군에서 유의적으로 증가한 혈소판 응집정도를 보였다. PO군에서의 혈소판 응집정도는 실험식이 섭취 3주 후 다소 감소하였으나 5주 후에는 다시 증가하여 실험시작 시와 비슷한 수준을 보였고, CNO군에서의 혈소판 응집정도는 실험시작 시에 비해 실험식이 섭취 후 조금 증가하는 경향을 보였지만 실험 기간에 따른 유의적인 차이는 없었다. 실험식이 섭취 5주 후 혈소판 응집 정도를 세 구간 비교시 각 군간에 차이를 보여 CO군의 혈소판 응집 정도가 PO군과 CNO군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다(Table 8). 또한, 혈소판 최대 응집시간은 세 군 모두에서 실험 기간 동안 또는 각 군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, 전체적으로 식이섭취 후 약간 감소하는 경향을 보였는데(Table 8), 일반적으로 혈소판의 최대 응집시간에 도달하는 시간이 짧을수록 동맥경화의 발생위험이 증가하는 것으로 알려져 있다.

박 등<sup>42)</sup>은 여대생들을 대상으로 한 연구에서 식이 지방산의 불포화도가 높은 군에서 혈소판 응집 정도가 모두 감소했지만 유의성은 없었으며, LA 함량이 높은 군은 들기름군에 비해 응집 반응이 높을 것을 기대했으나 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고한 바 있다. 또한 Nordoy 등<sup>43)</sup>도 성인들에게 열량의 24%를 LA로 공급했을 때 대상자들의 혈소판 응집정도에 변화가 없음을 보고하였다. 반면, Boberg 등<sup>44)</sup>은 열량의 16%를 LA로 공급했을 때 고지혈증을 앓고 있는 대상자들의 일부에서 혈소판 응집정도가 증가됨을 보였다. 본 연구에서는 실험식이 섭취 5주 후 CO군의 혈소판 응집 정도가 PO군 및 CNO군보다도 유의하게 높은 결과를 보임으로써 식이지방산 중 LA 함량이 높은 식이가

**Table 8.** The effect of dietary oils on the maximum aggregation rate and time of platelet during the experimental period

Diet groups	Maximum aggregation rate(%)		
	initial(n=8)	The 3rd wk(n=8)	The 5th wk(n=8)
Corn oil	85.3±3.2 <sup>1)</sup>	90.3±1.4	94.9±0.8 <sup>1)43)</sup>
Perilla oil	90.6±1.9	87.7±2.2	90.5±3.4 <sup>2)</sup>
Canola oil	89.3±2.9	90.3±1.1	91.6±2.7 <sup>b)</sup>
Diet groups	Maximum aggregation time(sec)		
Corn oil	293.8±2.2	261.0±3.3	288.5±2.7
Perilla oil	293.0±2.9	288.8±2.9	290.0±3.9
Canola oil	287.6±4.3	290.5±2.9	279.4±4.9

1) Mean±SEM

2) Values with different alphabets within the same column are significantly different among diet groups based on the initial value at p<0.05

3) † : Significantly different from the initial value in the same diet group at p<0.017 by repeated measures analysis

# : Significantly different from the 3rd week in the same diet group at p<0.017 by repeated measures analysis

**Table 9.** Correlation coefficients among plasma TXB<sub>2</sub>, platelet maximum aggregation rate during experimental period

Diet group	Factors	r <sup>1)</sup>
Total	TXB <sub>2</sub> × PAR <sup>2)</sup>	0.4039* <sup>3)</sup>
Corn oil	TXB <sub>2</sub> × PAR	0.5588*
Perilla oil	TXB <sub>2</sub> × PAR	0.3910 <sup>NS4)</sup>
Canola oil	TXB <sub>2</sub> × PAR	0.2475 <sup>NS</sup>

1) Pearson's correlation coefficients  
 2) PAR : platelet maximum aggregation rate  
 3) \*p<0.05  
 4) Not significant

α-LNA이나 OA 함량이 높은 식이에 비해 혈소판 응집을 다소 증가시켰음을 나타내어 실험식이 5주 후 CO군이 PO군 및 CNO군에 비해 높은 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도를 나타냈던 것과 비슷한 경향을 나타내었다. 기간별로는 실험 시작 시에 비해 실험식이 섭취 5주 후 CO군에서만 유의적으로 혈소판 응집 정도가 증가하였고, 다른 두 군에서는 실험 기간에 따른 차이를 보이지 않았으나 PO군에서 실험식이 후 혈소판 응집 정도의 유의적인 감소가 보여지지는 않았으므로, 본 결과로는 n-3계 식이 지방산이 혈전증을 예방하는 효과를 나타냈다고 결론짓기가 어려웠다. 최근 Oliver<sup>45)</sup>는 n-3계 지방산의 공급이 혈전증의 위험요소를 가지고 있는 환자들에게는 eicosanoids의 합성을 조절하고 혈전 형성에 영향을 미치는 여러 인자들의 대사에 영향을 줌으로써 유리한 효과를 나타내나, 건강한 사람들에게 있어서 n-3계 지방산의 섭취가 혈전증을 미리 예방하는 효과가 있다고는 단정짓기가 어렵다고 보고한 바 있다.

본 연구에서 얻은 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도, 혈소판 응집정도 그리고 혈소판 최대 응집시간 간의 상관관계는 Table 9와 같다. 세 군을 통합한 자료에서 TXB<sub>2</sub>의 농도는 혈소판 응집 정도와 유의적인 양의 상관관계를 보였고 각 군별로 상관관계를 보았을 때에는 CO군에서 TXB<sub>2</sub>의 농도가 혈소판 응집 정도와 유의적인 양의 상관관계를 보여, TXB<sub>2</sub>의 농도가 증가함에 따라 혈소판 응집정도가 높아짐을 볼 수 있었다. 이와 같이 혈소판 응집을 유도하는 물질로 알려져 있는 TXB<sub>2</sub>와 혈소판 응집정도가 양의 상관관계를 보인 것은 예상했던 결과로서 본 연구에서도 TXB<sub>2</sub> 농도의 증가가 혈소판 응집 정도를 증가시키는데 유의적으로 관련되었음을 보였다.

### 요약 및 결론

본 연구에서는 건강한 성인 남자 대학생 24명을 대상으로 지방의 열량 구성 비율을 30% 수준으로 하고 지방 함량

의 50%를 옥수수유(CO군), 채종유(CNO군), 들기름(PO군)을 사용하여 조리한 식이를 각각 5주간 동안 섭취시킨 후 지방산의 조성이 서로 다른 이들 기름의 섭취가 대상자의 혈소판 인지질의 지방산 조성, 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도 및 혈소판 응집 정도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

본 연구의 결과, 실험시작 시에 비해 실험식이 섭취 후 혈소판 인지질의 지방산 조성에 변화를 보여, CO군에서는 PUFA, n-6 PUFA, n-3 PUFA, EPA 등이 유의적으로 감소한 반면 SFA, OA는 유의적으로 증가함을 보였고, PO군에서는 n-6/n-3 ratio가 유의하게 감소하고 OA, DHA는 유의하게 증가함을 보였다. CNO군에서는 실험식이 섭취 5주 후 SFA만이 유의적으로 증가하였고 PUFA, P/S, n-6 PUFA, LA, EPA+DHA/AA 등은 유의적으로 감소하였다. 그러나 혈소판 인지질의 지방산 조성은 실험시작 시에 비해 실험식이 3주 후에서 가장 많은 변화를 보임으로써 식이 섭취에 의한 혈소판 인지질에서의 지방산 조성의 변화는 단기간에 그 효과를 나타내는 것으로 보였다. 또한 PO군에서는 실험식이 섭취 5주 후 n-3 PUFA와 DHA의 비율이 다른 두 군보다 높은 수준을 나타내어 식이로 섭취한 LNA가 인체 내에서 EPA와 DHA로 전환되었음을 추측케 하였다. 본 연구에서 TXB<sub>2</sub>의 농도는 실험 시작 전에 비해 실험식이 섭취 후 모든 군에서 증가함을 보였는데, 본 연구에서 공급된 식이의 지방의 비율은 총 열량의 30%로서 대상자들이 한국인의 일상 지방 섭취율에 비해 높은 고지방식이를 하였으므로, 이로 인해 실험 전에 비해 실험식이 후 대상자들의 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도가 전체적으로 증가됨을 보인 것으로 사료된다. 그러나 CO군과 CNO군은 실험시작 시와 비교하여 실험식이 섭취 5주 후 TXB<sub>2</sub>의 농도가 유의적으로 증가하였고 PO군에서는 실험시작 시에 비하여 유의적인 차이는 보이지 않아 고지방식이의 영향에도 불구하고 PO군이 섭취한 식이 중에 함유되어 있는 α-LNA가 다소나마 TXB<sub>2</sub>의 생성을 억제하는 효과를 보인 것으로 나타났다. 실험식이 섭취 후 혈소판 응집정도는 각 군에서 서로 다른 변화를 보였는데, 혈소판 응집정도를 기간별로 비교 시 실험시작 시에 비해 실험식이 섭취 5주 후 CO군에서 유의적으로 증가된 값을 보였고, 다른 군들에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 혈소판 응집정도를 각 군간 비교하였을 때 실험식이 섭취 5주 후 CO군이 PO군과 CNO군에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. 혈소판 응집정도는 TXB<sub>2</sub> 농도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내어 TXB<sub>2</sub> 농도의 증가가 혈소판 응집정도의 증가와 관련성이 있음을 나타내었다.

본 연구결과 식이 지방산은 혈소판 인지질의 지방산 조성



에 변화를 가져오고 TXB<sub>2</sub>의 합성 및 혈소판 응집정도에 영향을 미치는 결과를 보였는데, 그 중 PO군은 CO군이나 CNO군에 비해 혈장 TXB<sub>2</sub> 농도 및 혈소판 응집정도를 다소 억제하는 것으로 나타났고, CO군에서는 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도 및 혈소판 응집 정도의 증가가 유의적으로 보여져, n-3계 지방산 식이가 n-6계 지방산 식이에 비해 혈전증 예방에 다소 유리한 방향으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구의 PO군에서 실험식이 후 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도 및 혈소판 응집 정도의 감소가 유의적으로 나타나지는 않았으므로 n-3계 식이 지방산이 건강한 성인에서 혈전증을 예방하는 효과를 나타냈다고 결론짓기는 어려움이 있었고, 본 연구의 결과를 볼 때 혈장 TXB<sub>2</sub>의 농도 변화는 식이 지방산의 종류뿐만 아니라 총 섭취 지방량도 관련이 있는 것으로 나타났다.

#### Literature cited

- Kim JS. The present status of the cause of death and changes in Korea. *J Korean Medical Association* 36(3) : 371-384, 1993
- Ministry of Statistics. Annual Report of Mortality Statistics, 1994
- Gibson KH. Biosynthesis and metabolism of prostaglandins and thromboxanes. Butterworth Scientific Ltd. pp.8-19, 1982
- Dyerberg J, Bang HO. Dietary fat and Thrombosis. *Lancet* 1 : 152, 1978
- Kinsella JE. Effects of polyunsaturated fatty acid on factors related to cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 60 : 23G-32G, 1987
- Lees RS, Karel M. Omega-3 fatty acids in health and disease. Marcel Dekker inc. pp.160-165, 1990
- Smith WL. The eicosanoids and their biochemical mechanisms of action. *Biochem J* 259 : 315-324, 1989
- Fitzgerald GA, Oates J, Haviger J, Mass RL, Roberts L, Lawson A, Brash AR. Endogenous biosynthesis of prostacyclin and thromboxane and platelet function during chronic administration of aspirin in man. *J Clin Invest* 71 : 676, 1983
- Lobo RA. Lipids, clotting factors, and diabetes : Endogenous risk factors for cardiovascular disease. *Am J Obstet Gynecol* 158 : 1584-1591, 1988
- Baker RR. The Eicosanoids. *Clin Biochem* 23 : 455-458, 1990
- Fitzgerald GA, Reilly IAG, Pederson AK. The biochemical pharmacology of thromboxane Synthetase inhibition in man. *Circulation* 72 : 1194-1201, 1985
- Hirsh PD, Hillis LD. Release of prostaglandins and thromboxane into the coronary circulation in patients with ischemic heart disease. *N Engl J Med* 304 : 685-691, 1981
- Holmsen H. Uptake and release of eicosanoid precursors from phospholipids and other pools : In CRC Handbook of eicosanoids : Prostaglandins and related Lipids. Vol I, pp.119-131, 1986
- Nordoy A, Rodset JM. The influence of dietary fats on platelets in man. *Acta Med Scan* 190 : 27-34, 1971
- Bang H, Dyerberg J, Hjorne N. The composition of food consumed by Greenland Eskimos. *Acta Med Scand* 200 : 69-73, 1976
- Davies JM, Thomas A. Thrombosis and acute coronary artery lesions in sudden cardiac ischemic death. *N Engl J Med* 310 : 1137-1140, 1984
- Yamori Y, Nara Y, Iritani N, Workaman RJ, Inagami T. Comparison of serum phospholipid fatty acids among fishing and farming Japanese populations and American islanders. *J Nutr Sci Vitaminol* 31 : 417, 1985
- Dyerberg J. Linolenate derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. *Nutr Rev* 44 : 125-135, 1986
- Herold P, Kinsella JE. Fish oil consumption and decreased risk of cardiovascular disease : A comparison of findings from animal and human feeding trials. *Am J Clin Nutr* 43 : 566-572, 1986
- Saynor R, Verel D, Gilliott T. The long term effect of dietary supplementation with fish lipid concentration serum lipids, bleeding time, platelets and angina. *Atherosclerosis* 5 : 459-465, 1984
- Vonshacky C, Fiscoer S, Webber PC. Long term effects of dietary marine n-3 fatty acids upon plasma and cellular lipids, platelet function and eicosanoid formation in humans. *J Clin Invest* 76 : 1626-1632, 1985
- Sanders TA, Mistry M. Controlled trials of fish oil supplements on plasma lipid concentration. *Br J Clin Prac* 38(suppl 31) : 73-79, 1984
- Kim WK, Chung CE. Effects of n-6/n-3 and P/S ratio of dietary lipid on thromboxane B<sub>2</sub> and 6-keto prostaglandin F<sub>1 $\alpha$</sub>  production in rat. *Korean J Nutrition* 27(6) : 574-582, 1994
- Nam JH, Park HS. Differential effect of n6 and n3 polyunsaturated fatty acids on plasma lipids in rats fed low and high fat diets. *Korean J Nutrition* 24(4) : 314-325, 1991
- Park HS, Lee SM. Effects of dietary n-3 fatty acids and fat unsaturation on plasma lipids and lipoproteins in rats. *Korean J Nutrition* 25(7) : 555-568, 1992
- Chung YJ, Park JS, Park HJ, Chang YK. Effects of dietary eicosapentaenoic acid on serum and liver lipids pattern on male rat. *Korean J Nutrition* 27(6) : 537-551, 1994
- Kim CJ, Park HS. Influence of different fats and fat unsaturation on plasma lipid composition in healthy young woman. *Korean J Nutrition* 24(3) : 179-188, 1991
- Kim SH. Review of nutritional bioavailability of dietary oils extracted from oilseeds. *Korean J Nutrition* 30(5) : 546-552, 1997
- 박현서. 제 81 회 학, 연, 산 연구교류회 발표요약문, 1992
- Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
- Lepage G, Roy GC. Direct transesterification of all classes of lipids in one step reaction. *J Lipid Res* 27 : 114-129, 1986
- Ministry of Health and Welfare. Annual Report of National Nutrition Survey, 1994
- Oh KW, Park KS, Kim TJ, Lee YC. A study on w6/w3 and P/M/S ratios of fatty acids ingested by university students. *Korean J Nutrition* 24(5) : 399-407, 1991
- Vapentaenoic and docosapentaenoic acids in human. *J Clin Invest* 76 : 2446-2450, 1985
- Mantzionis E, James MJ, Gibson RA, Cleland LG. Differences exist in the relations between dietary linoleic and  $\alpha$ -linolenic acid and their respective long chain metabolites. *Am J Clin Nutr* 61 : 320-4, 1995
- Ferrier LK, Caston LJ, Leeson S, Squires J, Weaver BJ, and Holub B.  $\alpha$ -linolenic acid and docosahexaenoic acid-enriched eggs from hen fed flaxseed : Influence on blood lipids and platelet phospholipid fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr* 62 : 81-86, 1995
- Blonk MC, Bilo HJG, Nauta JJP, Popp-Snijders C, Mulder C, Donker AJM. Dose-response effects of fish oil supplementation in healthy volunteers. *Am J Clin Nutr* 52 : 120-7, 1990
- Popp-Snijders C. Assessment of compliance to changes in dietary fatty acids. *Diabetes Nutr Metab* 4 : 155-63, 1991
- Popp-Snijders C, Blonk MC. Omega-3 fatty acids in adipose tissue of obese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus reflect long term dietary intake of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *Am J Clin Nutr* 61 : 360-365, 1995
- Kwak C, Choi H. Effects of intake of perilla oil or corn oil and 2-ace-

- tyl aminofluorene treatment on lipid peroxidation, PGE<sub>2</sub> and TXB<sub>2</sub> productions in rats. *Korean J Nutrition* 25(5) : 351-359, 1992
- 41) Miller GJ. Effects of diet composition on coagulation pathways. *Am J Clin Nutr* 67(suppl) : 542S-545S, 1998
- 42) Park HS, Kim CJ, Koo SJ, Lee YS, Park HS. Effect of dietary n6 gamma-linoleic acid and n3 alpha-linolenic acid on plasma lipid composition and platelet aggregation in human subject. *Korean J Nutrition* 23(7) : 477-491, 1990
- 43) Nordoy A, Strom E, Gjedal K. The effect of alimentary hyperlipidemia in primary hypertriglyceridemia on platelets in man. *Scand J Haematol* 12 : 329-340, 1974
- 44) Boberg M, Gustafsson IB, Vessby B. High content of dietary linoleic acid does not reduce platelet reactivity in patients with hyperlipoproteinemia. *Eur J Clin Invest* 16 : 28-34, 1986
- 45) Oliver MF. It is more important to increase the intake of unsaturated fats than to increase the intake of saturated fats : Evidence from clinical trials relating to ischemic heart disease. *Am J Clin Nutr* 66(suppl) : 980S-986S, 1997