

비만아와 정상체중아의 혈청 인지질 지방산 조성의 비교*

김은경[§] · 지경아 · 정은정¹⁾ · 엄영숙²⁾ · 박태선³⁾

강릉대학교 식품과학과, 강남대학교 교양학부¹⁾
연세대학교 식품영양과학연구소,²⁾ 연세대학교 식품영양학과³⁾

Fatty Acid Composition of Serum Phospholipids in Obese Children Compared with Age and Sex-Matched Normal Weight Children*

Kim, Eun-Kyung[§] · Chi, Kyung-Ah · Chung, Eun-Jung¹⁾ · Um, Young-Sook²⁾ · Park, Taesun³⁾

Department of Food Science, Kangnung National University, Kangwon-do 210-702, Korea

General Education,¹⁾ Kangnam University, Kyunggi-do 449-702, Korea

Research Institute of Food & Nutritional Sciences,²⁾ Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

Department of Food & Nutrition,³⁾ Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

ABSTRACT

Purpose of this study was to compare serum phospholipid fatty acid composition of obese children with that of normal weight children reside in Kangnung area. Subjects were consisted of 56(41 boys and 15 girls) moderately or severely obese elementary school children, and age and sex-matched normal weight children as a control group. Level of serum phospholipid fatty acids was measured by thin layer chromatography(TLC) followed by gas chromatography(GLC). For male subjects, serum triglyceride($121 \pm 4.5\text{mg/dl}$) and total cholesterol($180 \pm 37.1\text{mg/dl}$) concentrations were significantly($p < 0.05$) higher in obese group than those for control group($81.5 \pm 2.5\text{mg/dl}$ and $161 \pm 32.0\text{mg/dl}$, respectively). Obese group showed significantly higher percentage of serum phospholipid myristic acid(C14 : 0) than the value for control group in both male and female subjects. Obese male subjects had significantly higher percentages of palmitoleic acid(16 : 1), oleic acid(18 : 1), dihomo- γ -linoleic acid(20 : 3, ω 6) and docosatetraenoic acid(22 : 4, ω 6), and lower percentages of eicosenoic acid(20 : 1, ω 6), docosapentaenoic acid(22 : 5, ω 6), EPA(22 : 5, ω 3) and DHA(22 : 6, ω 3) compared to values for control male subjects. For male subjects, obese group showed significantly higher ratios of 16 : 1(ω 9)/16 : 0 and 18 : 1(ω 9)/18 : 0, and significantly lower ratios of 22 : 5(ω 6)/22 : 4(ω 6), and 22 : 6(ω 3)/22 : 5(ω 3) compared to values for the control group. But there was not significant differences in elongation and desaturation indices of serum phospholipids fatty acid metabolism between obese and control group in female subjects. Most of anthropometric measurements related to obesity were negatively correlated with the percentages of Σ PUFA, Σ ω 3 fatty acids or DHA(22 : 6, ω 3), and positively correlated with the percentage of myristic acid(14 : 0) or ω 6/ ω 3 ratio in serum phospholipids. Serum triglyceride concentration was negatively correlated with the percentage of Σ PUFA or Σ ω 3 fatty acids, and positively correlated with ω 6/ ω 3 ratio in serum phospholipids. These results indicate that obesity related changes in blood lipid levels and metabolism are more significant in male subjects than in female subjects. Also changes in serum phospholipid fatty acid composition observed in obese children appear to demonstrate the increased susceptibility of these children to cardiovascular disease and other related chronic diseases. (*Korean J Nutrition* 35(1) : 60~68, 2002)

KEY WORDS: obese children, serum phospholipid fatty acid composition, desaturation index.

서 론

소아비만은 성인에서와 마찬가지로 혈 중 콜레스테롤 농도를 증가시키고,¹⁾ 지방간, 당뇨병, 고혈압 및 동맥경화증

접수일 : 2001년 11월 5일

채택일 : 2001년 12월 31일

*This paper was accomplished with research fund provided by Korean Council for University Education, support for 1999 Domestic Faculty Exchange.

[§]To whom correspondence should be addressed.

등과 같은 성인병 발병률과 밀접한 관련성이 있다.²⁾ 따라서 소아비만의 예방, 조기 진단 및 치료는 성인비만 이상으로 중요하다. 소아비만으로 인해 비롯되는 각종 성인병 발생의 위험요인으로 지질의 총 섭취량 뿐만 아니라 섭취하는 지질의 질적인 패턴이 중요함이 지적되고 있다. 즉, 섭취하는 지방산의 조성이 중요하며, 특히 ω 6/ ω 3의 적절한 균형이 강조된다. 따라서 성인^{3,4)}뿐 아니라, 아동^{5,6)}을 대상으로 지질 섭취량 및 혈 중 지방산조성을 평가하는 연구가 진행된 바 있으며,³⁻⁶⁾ 그 결과 ω 3계 지방산의 섭취량이 혈청 인지질의

eicosapentaenoic acid(EPA, 20 : 5, ω3) 및 docosahe-xaenoic acid(DHA, 22 : 6, ω3) 비율과 밀접한 상관성이 있으며,^{7,8)} 혈 중 지방산수준의 변화가 일부 만성질환의 이 환율을 예측하는 지표로 이용될 수 있음이 지적되었다.⁹⁾ 예를 들어 혈 중 포화지방산 비율의 증가는 혈액의 점성을 높이고 심혈관계질환의 위험도를 증가시키는 반면, 불포화지방산의 증가는 혈액의 점성을 낮추고 혈전용해를 증가시켜 심혈관계질환의 예방 및 치료에 도움이 되는 것으로 알려져 있다.¹⁰⁾ 또한 근육세포막의 인지질에 포화지방산이 많이 함유되어 있으면 인슐린 저항성이 증가하는 반면,¹¹⁾ 불포화지방산의 비율이 높으면 인슐린수용체의 수와 친화력이 증가되어 인슐린 감수성이 향상된다.¹²⁾ 실제로 당뇨병자 및 동물모델에서 지방산의 desaturation 및 elongation 활성이 변화하였으며, 혈청과 간조직의 linoleic acid(18 : 2, ω6) 비율이 증가하고 arachidonic acid(20 : 4, ω6) 비율이 감소되어,¹³⁾ 결과적으로 prostaglandin 합성과 혈소판의 응집이 지연되었음이 발표되었다.¹⁴⁾ 그 외에도 고지혈증,¹⁵⁾ 당뇨병,¹⁶⁾ 고혈압¹⁷⁾ 및 직장암¹⁸⁾ 환자에서 혈액 및 조직의 인지질 지방산조성에 변화가 초래되었음이 보고되었다.

최근 우리나라에서도 비만아동의 합병증 및 지질대사 이상에 관심이 집중되고 있다. 본 연구에서는 중등도 이상 비만아와 정상 체중아를 대상으로, 장기간에 걸친 지방산 대사의 변화를 반영하는 혈청 인지질 지방산 조성¹⁹⁾을 비교하여, 비만아에게서 나타나는 지방산대사의 변화를 평가하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

강릉시내 총 42개 초등학교를 대상으로 한 정기 신체검사에서 85(남아 63명, 여아 22명)명의 아동이 중등도 이상 비만으로 진단된 바 있다. 이들 학교 중에서 2명 이상의 중등도 비만 아동이 있는 13개 초등학교의 중등도 및 고도 비만아 56명(남아 41명, 여아 15명)을 비만군으로 하였다. 한편, 비만군 아동과 학교, 학년 및 성별이 동일한 정상체중 아동 56명을 대조군으로 하여 1999년 12월 4일부터 18일까지 약 2주간 신체계측과 채혈을 실시하였다.

2. 연구 방법

1) 신체계측

가벼운 옷을 입은 상태에서 신체계측기와 전기식 지시저울(CAS, KSCBB)을 이용하여 신장과 체중을 소숫점 첫째 자리까지 측정하였다. 한국소아 발육 표준치²⁰⁾에 나타난 신

장에 대한 체중값의 50 percentile에 해당되는 값을 표준체중으로 하고, 표준체중에 대한 현재 체중의 비율로 각 아동의 비만도지수(%)를 계산하였다. 비만도지수가 90~110%인 아동을 정상체중군으로, 그리고 130%이상인 아동을 중등도 이상 비만군으로 정의하였다. 체중과 신장을 이용하여 BMI[(Body Mass Index, 체중(kg)/신장(m)²)]를 계산하였으며, bioelectrical impedance fatness analyzer(GIF-891 DX, 길우트레이닝 상사)를 이용하여 체지방량(%)을 측정하였다. 상완둘레(cm)는 우측 어깨와 팔꿈치 사이 중간지점의 둘레를 측정하여 제시하였고, 삼두박근의 피하지방 두께(mm)는 ultrasound fat thickness meter(AFT-101G, 길우 트레이닝 상사)를 이용하여 측정하였다.

2) 혈청 지질농도 분석

공복 상태에서 정맥으로부터 혈액을 채취하였으며, 4℃, 2,000 × g에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 혈청 자동분석기(Cobasmira, Roche)를 사용하여 중성지방, 총콜레스테롤 및 HDL콜레스테롤 농도를 측정하였고, Friedewald 등²¹⁾의 계산식을 이용하여 LDL콜레스테롤 농도를 계산하였다. Atherogenic index는 [(총콜레스테롤 - HDL콜레스테롤)/HDL 콜레스테롤]의 공식에 준하여 계산하였다.

3) 인지질의 분리 및 지방산조성의 분석

Folch 등²²⁾의 방법에 준하여 chloroform-methanol 용액(2 : 1, v/v)을 이용하여 혈청의 지질성분을 추출하였으며, 인지질 성분을 분리하기 위하여 thin layer chromatography(TLC)를 이용하였다. 일정량의 지질 추출액을 110℃에서 활성화시킨 TLC판에 200μl(0.2ml)을 점적시키고, 전개 용매로는 acetic acid : hexane : diethyl ether(2 : 80 : 20, v/v/v)를 사용하였다. 용매를 전개관의 위 끝에서 1cm 아래까지 전개시킨 후 N₂ 가스로 말리고, 분리된 각 지질의 분획을 iodine vapor로 발색시켜 동정한 후 인지질 분획을 긁어내어 지방을 추출하였다.

혈청의 인지질 분획에 포함된 지방산 조성을 분석하기 위해서 Lepage와 Roy²³⁾의 방법에 준하여 지방산을 methylation시킨 후 일정량을 gas-liquid chromatography(GLC, Hewlett Packard 5890A, USA) 기기에 주입시켰으며, internal standard로는 heptaenoic acid(HA, 17 : 0, Nu Check Prep. Inc., USA)를 사용하였다. Teflon-lined cap tube에 HA(17 : 0, 40mg% 용액) 100μl와 긁어낸 인지질 분획 silica gel 또는 혈장 100μl을 넣은 후 2ml의 methanol benzene 용액(4 : 1, v/v)을 첨가하고 0.2 ml의 acetyl chloride를 천천히 가한 뒤 마개로 잘 막아 100℃에서

60분 동안 methylation시켰다. 원물에서 냉각시킨 후 6% K_2CO_3 용액 5ml을 가하여 반응을 중단시키고, $2,000 \times g$ 에서 5분간 원심분리하였다. 분리된 벤젠층(상층액)의 일정량을 취하여 fused-silica bonded capillary column(Omega wax 320, Supelco, USA : 30cm \times 0.32mm inner diameter)과 flame ionization detector가 부착된 GLC에 주입시켜 각 지방산 성분을 분리·정량하였다. GLC의 oven 온도는 180~210 $^{\circ}C$ 로, injection port 및 detection port의 온도는 280 $^{\circ}C$ 로 각각 조정하였으며, carrier gas로 사용된 helium의 유속은 0.8ml/min로, 그리고 split ratio는 10 : 1로 조절하였다. 동일한 조건하에서 분석된 표준 지방산 용액(#GLC 87A, Nu Check Prep. Inc., USA)의 retention time을 이용하여 각 지방산의 peak를 확인하였고, 각 지방산의 농도는 internal standard로 사용된 HA(17 : 0)를 이용하여 총 지방산을 계산한 뒤 백분율로 표시하였다.

4) 통계처리

수집된 자료는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였고, 모든 통계자료는 평균값 \pm 표준오차로 제시하였다. 비만군과 대조군의 평균값의 차이에 대한 유의성은 Student's t-test를 이용하여 검증하였다. 혈청 인지질에 함유된 각 지방산의 비율과 관련 변인들간의 상관관계는 Pearson's correlation test를 이용하여 $p < 0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

연구 결과 및 고찰

1. 연구대상자

강릉시내 전체 중등도 및 고도 비만아(85명)와 본 연구에 참여한 비만군(56명)의 성비를 살펴보면 남아가 전체 대상자의 3% 이상을 차지하여 여아보다 2배 이상 많았다. 서울시내 12개 초등학교 아동의 비만 이환율을 보고한 Kang 등²⁴⁾의 연구에 의하면 남아의 비만 이환율은 23.0%로 여아(15.5%) 보다 더 높았으며, Lee와 Chang²⁵⁾의 연구, 그리고 Park²⁶⁾의 연구에서도 전체 비만군의 약 70%가 남아로 나타나 여아에 비해 남아에서 비만 이환율이 더 높았음을 지적하였다.

비만군의 학년별 분포를 살펴보면, 남녀 모두 저학년보다 고학년에서 중등도 이상의 비만 아동이 더 많은 것으로 나타났다. 이는 Park 등²⁷⁾의 연구에서 보고한 비만군의 학년별 분포와 유사하였다.

2. 신체계측 결과

비만군과 대조군의 신체계측 결과는 Table 1에 제시된 바

와 같다. 조사 대상자의 평균연령은 남녀 모두 비만군과 대조군간에 차이가 없었고, 신장 역시 두군간에 유의한 차이가 없었다. 한편, 비만군의 체중은 남아와 여아에서 각기 58.4 ± 17.2 및 55.9 ± 14.8 kg로 대조군(남아, 35.9 ± 8.4 ; 여아, 37.2 ± 8.5 kg)에 비해 유의하게 더 높았다($p < 0.001$). 비만군의 비만도지수는 남녀 각각 $149 \pm 16.2\%$ 및 $147 \pm$

Table 1. Anthropometric measurements of subjects by gender

| Gender | Group | | Obese | Control |
|--------|---------------------------|--|------------------------|------------------|
| | Variables | | | |
| Male | Number | | 41 | 41 |
| | Age(years) | | 10.7 ± 1.8 | 11.0 ± 1.7 |
| | Height(cm) | | 143.2 ± 12.4 | 140.6 ± 11.8 |
| | Weight(kg) | | $58.4 \pm 17.2^{***}$ | 35.9 ± 8.4 |
| | Obesity index(%) | | $148.9 \pm 16.2^{***}$ | 96.7 ± 9.7 |
| | BMI(kg/m ²) | | $27.8 \pm 3.8^{***}$ | 17.7 ± 1.9 |
| | Mid-arm(cm) ¹⁾ | | $30.0 \pm 3.0^{***}$ | 21.1 ± 2.3 |
| | Triceps skinfold(mm) | | $11.8 \pm 2.7^{***}$ | 7.9 ± 1.7 |
| | Body fat(%) | | $30.8 \pm 15.0^{***}$ | 11.4 ± 4.2 |
| Female | Number | | 15 | 15 |
| | Age(years) | | 11.1 ± 1.4 | 11.1 ± 1.5 |
| | Height(cm) | | 144.4 ± 9.8 | 142.7 ± 10.8 |
| | Weight(kg) | | $55.9 \pm 14.8^{***}$ | 37.2 ± 8.5 |
| | Obesity index(%) | | $147.1 \pm 22.6^{***}$ | 97.1 ± 11.4 |
| | BMI(kg/m ²) | | $26.8 \pm 4.4^{***}$ | 18.0 ± 2.4 |
| | Mid-arm(cm) ¹⁾ | | $28.2 \pm 4.6^{***}$ | 21.7 ± 2.8 |
| | Triceps skinfold(mm) | | $11.5 \pm 3.5^{***}$ | 7.7 ± 1.7 |
| | Body fat(%) | | $27.8 \pm 11.4^{***}$ | 12.2 ± 4.1 |

Significantly different between obese and control group by Student's t-test at **p < 0.01 and ***p < 0.001, respectively

1) Circumference

Table 2. Serum lipid levels of subjects by gender

| Gender | Group | | Obese | Control |
|--------|--------------------------|--|------------------------|------------------|
| | Variables | | | |
| Male | Triglyceride(mg/dl) | | $121.2 \pm 45.1^{***}$ | 81.5 ± 22.5 |
| | Total cholesterol(mg/dl) | | $180.3 \pm 37.1^*$ | 161.4 ± 32.0 |
| | HDL-cholesterol(mg/dl) | | 56.2 ± 5.1 | 55.4 ± 5.1 |
| | LDL-cholesterol(mg/dl) | | 99.6 ± 37.7 | 89.2 ± 32.4 |
| | LDL-chol/HDL-chol | | 1.81 ± 0.78 | 1.63 ± 0.61 |
| | Atherogenic index(A.I.) | | $2.25 \pm 0.82^*$ | 1.92 ± 0.61 |
| | Relative cholesterol | | $3.25 \pm 0.82^*$ | 2.92 ± 0.61 |
| Female | Triglyceride(mg/dl) | | 125.8 ± 46.7 | 96.7 ± 40.4 |
| | Total cholesterol(mg/dl) | | 181.2 ± 32.9 | 185.7 ± 35.1 |
| | HDL-cholesterol(mg/dl) | | 54.9 ± 4.3 | 55.9 ± 4.7 |
| | LDL-cholesterol(mg/dl) | | 101.0 ± 31.5 | 110.3 ± 36.4 |
| | LDL-chol/HDL-chol | | 1.88 ± 0.73 | 1.99 ± 0.68 |
| | Atherogenic index(A.I.) | | 2.35 ± 0.82 | 2.34 ± 0.67 |
| | Relative cholesterol | | 3.35 ± 0.82 | 3.34 ± 0.67 |

Significantly different between obese and control group by Student's t-test at *p < 0.05, **p < 0.01 and ***p < 0.001, respectively

22.6%로 대조군 남녀의 96.7 ± 9.7 및 $97.1 \pm 11.4\%$ 에 비해 유의적으로 더 높았고, 상완위 둘레, 삼두박근의 피하지방 두께 및 체지방 비율도 대조군에 비해 비만군에서 유의하게 더 높았다($p < 0.001$).

3. 혈청 지질농도

비만군과 대조군의 혈청 지질농도가 Table 2에 제시되어 있다. 남아의 경우 비만군의 중성지방농도는 $121 \pm 45.1\text{mg/dl}$ 로 대조군($81.5 \pm 22.5\text{mg/dl}$)보다 유의하게 더 높았으며 ($p < 0.001$), 총콜레스테롤 농도 역시 비만군이 $180 \pm 37.1\text{mg/dl}$ 로 대조군의 $161 \pm 32.0\text{mg/dl}$ 보다 유의하게 더 높

았다($p < 0.05$). 한편 여아의 경우, 혈청 중성지방농도가 비만군($126 \pm 46.7\text{mg/dl}$)에서 대조군($96.7 \pm 40.4\text{mg/dl}$)에 비해 더 높았으나, 통계적 유의성이 관찰되지는 않았고, 혈청 콜레스테롤농도 역시 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 본 연구의 결과는 비만에 따른 혈청 지질농도의 변화는 여아보다 남아에게서 더 현저히 나타난다고 보고한 Zonderland 등²⁸⁾의 연구 결과를 지지하는 것이다.

4~12세 아동을 대상으로 한 Yim 등²⁹⁾의 연구에 의하면 비만군의 혈 중 중성지방농도가 $111 \pm 45.9\text{mg/dl}$ 로 정상 체중군($83.5 \pm 39.4\text{mg/dl}$) 보다 유의하게 더 높았고, 부천시내 초등학교 5학년 아동을 대상으로 한 연구³⁰⁾에서는 여

Table 3. Serum phospholipid fatty acid composition of obese children compared with age and sex-matched controls

| Fatty acid | Male | | Female | |
|------------------------------|------------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | Obese | Control | Obese | Control |
| %(g/100g total fatty acids) | | | | |
| Saturates(SFA) | | | | |
| C14 : 0 | $0.85 \pm 0.23^{***}$ | 0.65 ± 0.21 | $0.95 \pm 0.39^{**}$ | 0.58 ± 0.13 |
| C16 : 0 | 34.72 ± 3.03 | 36.12 ± 3.12 | 35.42 ± 3.30 | 34.01 ± 3.92 |
| C18 : 0 | 18.78 ± 1.60 | 18.62 ± 1.96 | $19.91 \pm 1.86^{**}$ | 18.22 ± 1.54 |
| C20 : 0 | 0.71 ± 0.13 | 0.67 ± 0.11 | 0.78 ± 0.21 | 0.67 ± 0.12 |
| C22 : 0 | 2.08 ± 0.52 | 2.04 ± 0.44 | 2.10 ± 0.83 | 1.88 ± 0.45 |
| Total(SFA) | 57.14 ± 3.77 | 58.10 ± 5.00 | $59.12 \pm 4.76^*$ | 55.34 ± 5.48 |
| Monounsaturates(MUFA) | | | | |
| C16 : 1 | $0.89 \pm 0.25^{***}$ | 0.64 ± 0.27 | 0.81 ± 0.45 | 0.72 ± 0.45 |
| C18 : 1 | $7.44 \pm 1.91^{**}$ | 5.98 ± 2.36 | 6.47 ± 2.09 | 6.90 ± 2.57 |
| C20 : 1 | $0.14 \pm 0.05^{**}$ | 0.18 ± 0.07 | 0.14 ± 0.05 | 0.15 ± 0.06 |
| C22 : 1 | 0.22 ± 0.10 | 0.25 ± 0.09 | 0.22 ± 0.01 | 0.25 ± 0.15 |
| C24 : 1 | 1.86 ± 0.68 | 1.68 ± 0.67 | 1.88 ± 0.77 | 1.81 ± 0.58 |
| Total(MUFA) | $10.62 \pm 2.11^{***}$ | 8.73 ± 2.89 | 9.52 ± 2.32 | 9.83 ± 3.10 |
| Polyunsaturates(PUFA) | | | | |
| C18 : 2 ω6 | 10.50 ± 2.37 | 9.66 ± 4.29 | 9.67 ± 3.16 | 11.97 ± 4.66 |
| C20 : 3 ω6 | $1.60 \pm 0.55^*$ | 1.29 ± 0.66 | 1.34 ± 0.61 | 1.54 ± 0.56 |
| C20 : 4 ω6 | 4.22 ± 1.34 | 3.72 ± 1.85 | 3.71 ± 1.72 | 4.63 ± 1.80 |
| C22 : 4 ω6 | $1.24 \pm 0.46^*$ | 1.04 ± 0.34 | 1.28 ± 0.52 | 1.02 ± 0.40 |
| C22 : 5 ω6 | $4.38 \pm 1.65^{***}$ | 6.00 ± 2.33 | 4.97 ± 1.69 | 4.78 ± 2.39 |
| Σ ω6 | 22.04 ± 2.79 | 21.72 ± 4.27 | $21.02 \pm 3.57^*$ | 23.9 ± 4.31 |
| C18 : 3 ω3 | 0.13 ± 0.05 | 0.14 ± 0.10 | 0.10 ± 0.04 | 0.14 ± 0.03 |
| C20 : 5 ω3 | 0.24 ± 0.13 | 0.31 ± 0.16 | 0.25 ± 0.13 | 0.29 ± 0.16 |
| C22 : 5 ω3 | $1.89 \pm 0.70^{**}$ | 2.45 ± 1.10 | 2.06 ± 0.73 | 2.03 ± 1.16 |
| C22 : 6 ω3 | $2.25 \pm 1.23^{***}$ | 3.44 ± 1.26 | $2.32 \pm 1.18^{***}$ | 4.03 ± 0.23 |
| Σ ω3 | $4.50 \pm 1.50^{***}$ | 6.34 ± 0.91 | $4.73 \pm 1.00^{***}$ | 6.50 ± 1.09 |
| Total(PUFA) | 26.49 ± 3.16 | 28.11 ± 4.43 | $25.67 \pm 3.91^{**}$ | 30.42 ± 4.22 |
| Others | | | | |
| M/S | $0.19 \pm 0.04^{**}$ | 0.15 ± 0.06 | 0.16 ± 0.05 | 0.18 ± 0.07 |
| P/S | 0.47 ± 0.08 | 0.49 ± 0.12 | $0.44 \pm 0.10^{**}$ | 0.56 ± 0.12 |
| ω6/ω3 | $5.40 \pm 1.89^{***}$ | 3.51 ± 0.88 | 4.61 ± 1.24 | 3.83 ± 1.05 |

Significantly different between obese and control group by Student's t-test at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$, respectively

아의 혈 중 총콜레스테롤농도가 비만군과 정상체중군 간에 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 한편, 진주시내 4~6학년 아동을 대상으로 한 연구³¹⁾에서는 남녀모두 비만군과 정상체중군 간에 혈 중 중성지방, HDL콜레스테롤 및 LDL콜레스테롤 농도에 유의한 차이가 있는 것으로 발표되었다. 본 연구에서 중등도 및 고도비만아(비만군) 중 여아의 수가 남아에 비해 적음으로 인하여, 통계적으로 여아에서 낮은 유의차가 나타났을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서, 더 많은 수의 중등도 및 고도비만 아동과 정상체중 아동을 대상으로 비만으로 인한 영향에 있어서 남녀 간에 차이를 보이는지 비교하여 보는 것이 필요할 것이다. 한편, 강릉지역 초등학생을 대상으로 한 Kim 등³²⁾의 연구 결과를 살펴보면, 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 농도에 있어서 남아에서만 비만군과 정상체중군간의 유의한 차이를 보였다.

4. 혈청 인지질 지방산조성

대상자의 혈청 인지질 지방산조성이 Table 3에 제시되어 있다. 혈청 인지질을 구성하는 지방산조성에 있어서 포화지방산(SFA), 단일불포화지방산(MUFA) 및 다가불포화지방산(PUFA)이 차지하는 비율은 각각 55~59%, 9~11% 및 26~30%로 나타났다. 건강한 성인여성의 혈청 인지질 지방산 조성을 분석한 선행연구³³⁾ 결과에 의하면 SFA : MUFA : PUFA 비율이 각기 50% : 16% : 31%로 나타나 본 연구결과와 유사하였다. 본 연구에서는 대상자들의 지방산 섭취량이 조사되지 않았으므로, 따라서 비만군에서 대조군에 비해 혈청 인지질의 포화지방산 조성이 더 높게 나타난 현상이 포화지방산 섭취량이 증가하였기 때문인지, 아니면 포화지방산의 체내 합성이 증가하거나 또는 이용이 감소하였기 때문인지를 구별하기는 어렵다.

혈청 인지질 지방산 중 가장 많은 부분을 차지하는 지방산은 palmitic acid(16 : 0) 및 linoleic acid(18 : 2)로 총 지방산의 34~36%와 10~12%를 각기 차지하였다. 이와 같은 본 연구의 결과는 건강한 성인여성³³⁾ 및 중년남성³⁴⁾ 그리고 관상동맥질환자³⁵⁾에 대한 연구에서 혈청 총 지방산 중 palmitic acid(16 : 0)가 가장 많은 양을 차지하였다는 연구결과와 일치하고 있다. 혈청 인지질에 함유된 포화지방산 중 myristic acid(14 : 0) 비율은 남녀 모두 비만군(남, 0.85 ± 0.23% ; 여, 0.95 ± 0.39%)에서 대조군(남, 0.65 ± 0.21% ; 여, 0.58 ± 0.13%)보다 유의하게 더 높았다($p < 0.01$). Myristic acid(14 : 0)는 palmitic acid(16 : 0)와 함께 혈중 콜레스테롤 농도를 상승시키는 효과가 있다는 보고³⁵⁾에 비추어 볼 때, 혈중 myristic acid 비율의 증가는 비만군에서 관찰된 혈청 콜레스테롤농도의 증가와 관련이 있을 것으로 생각된다.

다. 한편, stearic acid(18 : 0) 비율은 여아 비만군(19.91 ± 1.86%)에서 대조군(18.2 ± 1.54%)에 비해 더 높게 나타났다($p < 0.01$).

남아의 경우 혈청 인지질의 단일불포화지방산 조성이 비만군과 대조군간에 유의한 차이를 나타냈는데, 그 예로 palmitoleic acid(16 : 1) 및 oleic acid(18 : 1) 비율은 비만군에서 각각 0.89 ± 0.25%와 7.44 ± 1.91%로 대조군(0.64 ± 0.27%, 5.98 ± 2.36%)보다 유의하게 더 높은 반면, eicosenoic acid(20 : 1) 비율은 비만군(0.14%)에서 대조군(0.18%)보다 더 낮았다($p < 0.01$). Joel 등³⁶⁾의 연구에 의하면 혈청 또는 지방조직의 palmitoleic acid(16 : 1) 비율의 증가는 심혈관질환³⁷⁾ 및 뇌졸중³⁸⁾ 발생의 위험요인이 되는 것으로 보고되었다.

혈청 인지질의 다가불포화지방산 조성 역시 단일불포화지방산과 마찬가지로, 여아보다 남아에서 비만군과 대조군간의 차이가 더 뚜렷이 나타났다. 남아 비만군은 대조군에 비해 dihomo- γ -linolenic acid(20 : 3, ω 6)와 22 : 4(ω 6) 비율이 유의하게 더 높았고($p < 0.05$), 반대로 22 : 5(ω 6) 비율은 더 낮았다($p < 0.001$). 아울러 ω 3계 지방산중에서는 EPA(22 : 5, ω 3) 및 DHA(22 : 6, ω 3) 비율이 비만군(1.89 ± 0.70%, 2.25 ± 1.23%)에서 대조군(2.45 ± 1.10 ; 3.44 ± 1.26%)보다 유의하게 더 낮았다($p < 0.001$). EPA

Table 4. Elongation and desaturation indices of serum phospholipids fatty acid metabolism in obese children compared with age and sex-matched controls

| Gender | Fatty acids | Obese | Control |
|--------------------|---|----------------|-------------|
| Elongation index | | | |
| | 22 : 4(ω 6)/20 : 4(ω 6) | 0.33 ± 0.21 | 0.48 ± 0.67 |
| | 22 : 5(ω 3)/20 : 5(ω 3) | 8.61 ± 3.49 | 9.06 ± 4.52 |
| Desaturation index | | | |
| Male | 16 : 1(ω 9)/16 : 0 | 0.03 ± 0.01*** | 0.02 ± 0.01 |
| | 18 : 1(ω 9)/18 : 0 | 0.40 ± 0.12* | 0.34 ± 0.16 |
| | 20 : 4(ω 6)/20 : 3(ω 6) | 2.82 ± 0.74 | 2.93 ± 0.69 |
| | 22 : 5(ω 6)/22 : 4(ω 6) | 3.74 ± 1.5*** | 6.19 ± 3.5 |
| | 22 : 6(ω 3)/22 : 5(ω 3) | 1.38 ± 0.85* | 2.01 ± 1.8 |
| Elongation index | | | |
| | 22 : 4(ω 6)/20 : 4(ω 6) | 0.46 ± 0.31 | 0.54 ± 1.0 |
| | 22 : 5(ω 3)/20 : 5(ω 3) | 9.81 ± 5.4 | 7.59 ± 2.8 |
| Desaturation index | | | |
| Female | 16 : 1(ω 9)/16 : 0 | 0.02 ± 0.01 | 0.02 ± 0.01 |
| | 18 : 1(ω 9)/18 : 0 | 0.33 ± 0.12 | 0.39 ± 0.17 |
| | 20 : 4(ω 6)/20 : 3(ω 6) | 2.84 ± 0.56 | 2.92 ± 0.61 |
| | 22 : 5(ω 6)/22 : 4(ω 6) | 4.32 ± 1.6 | 4.70 ± 1.3 |
| | 22 : 6(ω 3)/22 : 5(ω 3) | 1.37 ± 1.0* | 2.63 ± 1.4 |

Significantly different between obese and control group by Student's t-test at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$, respectively

와 DHA는 혈압 및 혈 중 중성지방농도를 낮추고, HDL콜레스테롤과 Apo AI 농도를 높이는 것으로 보고된 바 있다.³⁰⁾ 따라서 비만아동에서 혈중 EPA 및 DHA 비율이 저하된 것은 이들에서 심혈관계 질병의 유발가능성이 증가함을 시사하는 것으로 사료된다. 한편, 중년남성을 대상으로 한 연구³⁶⁾에서는 20 : 3($\omega 6$)의 비율이 혈압과 관련있는 요인으로 보고되기도 하였다. 50세 남성을 대상으로 10년간 인슐린비의존성 당뇨병 발병의 위험인자를 추적한 Vessby 등⁴⁰⁾의 연구결과에 따르면, 당뇨 발생시 혈중 포화지방산(palmitic acid 16 : 0, stearic acid 18 : 0) 및 dihomo- γ -linolenic acid(20 : 3, $\omega 6$) 비율이 증가하였고, linoleic acid(18 : 2, $\omega 6$) 비율은 감소하였다.

5. 지방산대사 지표의 변화

비만에 따른 체내 지방산대사의 변화는 여아보다 남아에서 더 뚜렷하게 나타났다(Table 4). 즉, 남아의 경우 비만군에서 대조군에 비해 16 : 1($\omega 9$)/16 : 0의 비($p < 0.001$)

와 18 : 1($\omega 9$)/18 : 0의 비($p < 0.05$)가 유의하게 더 높았고, 따라서 $\Delta 9$ desaturase 활성이 증가된 것으로 추측된다. 반면, $\omega 6$ 계 지방산의 desaturation 지표인 22 : 5($\omega 6$)/22 : 4($\omega 6$)의 비율은 대조군보다 비만군에서 유의하게 더 낮았고($p < 0.001$), $\omega 3$ 계 지방산의 desaturation 지표인 22 : 6($\omega 3$)/22 : 5($\omega 3$)의 비 역시 남녀 모두 비만군에서 대조군보다 유의하게 더 낮았다($p < 0.05$). 따라서 비만군에서 대조군보다 혈청 인지질의 DHA(22 : 6, $\omega 3$) 비율이 더 낮게 나타난 것은 22 : 5, $\omega 3$ 로부터 DHA를 합성하는 desaturase의 활성이 손상되었기 때문으로 추측되며, 같은 맥락에서 비만군의 혈청 인지질 22 : 5($\omega 6$) 비율이 대조군보다 더 낮게 나타난 것 역시 22 : 4($\omega 6$)로부터 22 : 5($\omega 6$)로의 desaturation 과정을 촉매하는 효소의 활성이 감소되었기 때문일 것으로 생각된다. 이상의 결과는 소아비만이 진행됨에 따라 간 조직의 microsome에 존재하는 $\Delta 3$ - 및 $\Delta 6$ -desaturase 활성이 감소되었음을 시사한다.

Table 5. Correlation coefficients(r) of serum phospholipid fatty acid composition with anthropometric measurements in total(obese and control) subjects(N = 112)

| Fatty acid | Weight | Obesity index | BMI | Body fat | Triceps ¹⁾ | Mid Arm ²⁾ |
|---------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| C14 : 0 | 0.207* | 0.396*** | 0.341*** | 0.199* | 0.300** | 0.293** |
| C16 : 0 | -0.036 | -0.043 | -0.045 | -0.121 | -0.043 | -0.038 |
| C18 : 0 | 0.124 | 0.098 | 0.118 | 0.032 | -0.021 | 0.135 |
| C20 : 0 | 0.025 | 0.226* | 0.159 | 0.036 | 0.114 | 0.129 |
| C22 : 0 | 0.032 | 0.060 | 0.062 | 0.002 | 0.048 | 0.104 |
| Σ SFA | 0.038 | 0.043 | 0.044 | -0.058 | -0.013 | 0.057 |
| C16 : 1 | 0.252** | 0.416*** | 0.376*** | 0.327*** | 0.309*** | 0.288** |
| C18 : 1 | 0.109 | 0.238** | 0.198* | 0.210* | 0.126 | 0.142 |
| C20 : 1 | -0.178 | -0.232* | -0.229* | -0.245** | -0.234* | -0.210* |
| C22 : 1 | -0.147 | -0.200* | -0.192* | -0.259** | -0.137 | -0.159 |
| C24 : 1 | 0.078 | 0.086 | 0.091 | 0.114 | 0.208* | 0.079 |
| Σ MUFA | 0.128 | 0.253** | 0.216* | 0.226* | 0.182* | 0.160 |
| C18 : 2 $\omega 6$ | 0.031 | 0.003 | 0.015 | 0.070 | 0.021 | 0.006 |
| C20 : 3 $\omega 6$ | 0.121 | 0.164 | 0.160 | 0.215* | 0.108 | 0.138 |
| C20 : 4 $\omega 6$ | 0.157 | 0.017 | 0.021 | 0.078 | 0.041 | 0.009 |
| C22 : 4 $\omega 6$ | 0.159 | 0.237* | 0.226* | 0.181 | 0.115 | 0.225* |
| C22 : 5 $\omega 6$ | -0.168 | -0.286** | -0.259** | -0.204* | -0.202* | -0.223* |
| Σ $\omega 6$ | -0.021 | -0.098 | -0.071 | 0.043 | -0.045 | -0.069 |
| C18 : 3 $\omega 3$ | -0.052 | -0.081 | -0.074 | -0.015 | -0.006 | -0.044 |
| C20 : 5 $\omega 3$ | -0.084 | -0.145 | -0.035 | -0.109 | -0.061 | -0.137 |
| C22 : 5 $\omega 3$ | -0.103 | -0.209* | -0.180 | -0.157 | -0.156 | -0.148 |
| C22 : 6 $\omega 3$ | -0.405*** | -0.489*** | -0.488*** | -0.361*** | -0.259** | -0.466*** |
| Σ $\omega 3$ | -0.459*** | -0.613*** | -0.593*** | -0.452*** | -0.351*** | -0.550*** |
| Σ PUFA | -0.183* | -0.308** | -0.276** | -0.122 | -0.166 | -0.259* |
| P/S | 0.074 | 0.171** | 0.141 | 0.180 | 0.128 | 0.094 |
| M/S | -0.154 | -0.248*** | -0.226* | -0.086 | -0.127 | -0.215* |
| $\omega 6/\omega 3$ | 0.382*** | 0.482*** | 0.480*** | 0.363*** | 0.265** | 0.434*** |

Significantly correlated by Pearson correlation analysis. at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$, respectively

1) Skinfold thickness, 2) Circumference

일반적으로 간조직의 microsome에 존재하는 desaturase 활성은 식이내 콜레스테롤 함량, 식이지방의 포화정도, 단백질의 종류 및 당질섭취량 등과 같은 다양한 식요소인에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다.^{34,41,42)} 초등학교 아동을 대상으로 한 Kim 등³⁶⁾의 연구에서 비만아동의 혈중 인슐린농도가 정상체중아에 비해 유의하게 높다는 사실이 지적된 바 있으며, Borkman 등⁴³⁾은 고인슐린증으로 인한 인슐린 저항성은 $\Delta 6$ -desaturase 활성을 억제한다고 보고한 바 있다. 중년 여성을 대상으로 한 Yoon 등¹⁶⁾의 연구에서도 비만군은 대조군에 비해 $\Delta 6$ -desaturase 활성이 감소되었고, 비만도가 증가할수록 desaturase 활성의 감소율이 더 현저하였음을 제시하였다.

6. 혈청 인지질 지방산조성과 관련 변인들과의 상관관계

혈청 인지질 지방산조성과 신체계측치와의 상관관계를 평가한 결과가 Table 5에 제시되어 있다. 비만 관련 신체계측치는 혈청 인지질의 총 PUFA 비율과 음의 상관관계를 나타냈으며, 특히 체중($p < 0.05$), 비만도지수($p < 0.01$) 및 BMI($p < 0.01$)와 유의적인 음의 상관성을 보였다. 체중 비만도지수, BMI, 체지방량, 피하지방두께 및 상완둘레는 혈청 인지질의 $\Sigma\omega 3$ 계 지방산 비율($p < 0.001$)과 음의 상관관계를 나타낸 반면, $\omega 6/\omega 3$ 의 비와는 강한 양의 상관관계($p < 0.001$)를 나타냈다. 한편, 대부분의 비만 관련 신체 계측치는 혈청 인지질의 총 MUFA 비율과 양의 상관관계를 보였으며, 특히, 비만도지수($p < 0.01$), BMI, 체지방량 및 삼두박근의 피하지방두께($p < 0.05$)와 유의한 상관성이 나타났다. 비만 관련 신체계측치와 개별 지방산 조성과의 상관관계를 살펴보면, myristic acid(14:0) 비율과는 양의 상관관계를, 22:5($\omega 6$) 및 DHA(22:6, $\omega 3$) 비율과는 음의 상관관계를 나타냈다. 즉, 비만도가 증가할수록 혈청 인지질 지방산 중 myristic acid(14:0) 및 총 MUFA가 차지하는 비율은 증가하며, 총 $\omega 3$ 계 지방산 및 총 PUFA가 차지하는 비율은 낮아지고, 그 결과 $\omega 6/\omega 3$ 의 비율은 증가하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 본 연구의 결과는 소아비만의 예방 및 치료시 식이지방의 조성을 결정하는데 참고가 될 것으로 생각된다.

혈청 인지질 지방산조성과 혈청 지질농도와의 상관관계가 Table 6에 제시되어 있다. 혈청 중성지방 농도는 인지질의 $\Sigma\omega 3$ 계 지방산($p < 0.01$) 및 Σ PUFA 비율($p < 0.05$)과 유의한 음의 상관관계를 나타낸 반면, $\omega 6/\omega 3$ 비와는 양의 상관관계($p < 0.001$)를 나타내었다. Harris 등⁴⁴⁾은 $\omega 3$ 계 지방산이 효과적으로 혈청 중성지방 수준을 낮춘다고 하였는데, 이에 대하여 Daghele 등⁴⁵⁾은 $\omega 3$ 계 지방산은 간에서

중성지방으로 합성되기보다는 오히려 β -oxidation 과정을 거치기 때문인 것으로 해석하였다. 초등학교⁵⁾ 및 여대생³⁶⁾을 대상으로 한 연구에서도 혈청 중성지방 농도는 혈청 지방산 중 PUFA의 비율과 음의 상관관계를 보인 바 있다. 한편, 혈중 총콜레스테롤 농도 및 LDL콜레스테롤 농도는 혈청인지질의 총 SFA 비율과 음의 상관관계($p < 0.05$)를 나타냈는데, 국내에서 정상인과 일차성 고지혈증 환자를 대상으로 혈청 콜레스테롤 수준과 혈청 지방산조성을 분석한 연구⁴⁶⁾에서도 혈중 콜레스테롤 농도는 총 SFA와 음의 상관관계를 보인다고 하여 본 연구 결과와 일치하였다. 한편, Michalak 등⁴⁷⁾에 따르면 혈청 콜레스테롤 농도가 높은 동맥경화증 환자에서 적혈구 인지질내 지방산 조성 중 palmitic acid와 stearic acid 등의 SFA 조성은 감소하고, LA와 eicosatrienoic acid(20:3 $\omega 6$)의 조성이 증가함이 보고된 바 있다. 이에 대하여 Michalak 등⁴⁷⁾은 콜레스테롤 농도 상승시

Table 6. Correlation coefficients(r) of serum phospholipids fatty acid composition with serum lipid levels in total(obese and control) subjects(N = 112)

| | Triglyceride | Cholesterol | HDL-chole | LDL-chole |
|---------------------|--------------|-------------|-----------|-----------|
| C14 : 0 | 0.196* | -0.064 | -0.053 | -0.107 |
| C16 : 0 | -0.044 | -0.260** | -0.089 | -0.239*** |
| C18 : 0 | 0.227* | -0.055 | -0.096 | -0.095 |
| C20 : 0 | 0.055 | 0.160 | -0.222* | 0.179 |
| C22 : 0 | -0.178 | -0.027 | -0.189 | 0.042 |
| Σ SFA | 0.048 | -0.204* | -0.129 | -0.199* |
| C16 : 1 | 0.298** | 0.187* | 0.008 | 0.116 |
| C18 : 1 | 0.189* | 0.186* | 0.196* | 0.114 |
| C20 : 1 | -0.098 | -0.277 | -0.094 | -0.242** |
| C22 : 1 | -0.003 | -0.145 | 0.006 | -0.148 |
| C24 : 1 | -0.156 | 0.148 | -0.073 | 0.196 |
| Σ MUFA | 0.148 | 0.205* | 0.149 | 0.149 |
| C18 : 2 $\omega 6$ | 0.009 | 0.183* | 0.233* | 0.149 |
| C20 : 3 $\omega 6$ | 0.139 | 0.275** | 0.138 | 0.224* |
| C20 : 4 $\omega 6$ | -0.023 | 0.252** | 0.118 | 0.242** |
| C22 : 4 $\omega 6$ | 0.016 | 0.025 | -0.165 | 0.045 |
| C22 : 5 $\omega 6$ | -0.188* | -0.261** | -0.184* | -0.191* |
| $\Sigma\omega 6$ | -0.084 | 0.190* | 0.179 | 0.186* |
| C18 : 3 $\omega 3$ | 0.029 | 0.062 | 0.116 | 0.039 |
| C20 : 5 $\omega 3$ | 0.004 | -0.105 | -0.096 | -0.093 |
| C22 : 5 $\omega 3$ | -0.188* | -0.261** | -0.184* | -0.191* |
| C22 : 6 $\omega 3$ | -0.283** | 0.119 | 0.056 | 0.180 |
| $\Sigma\omega 3$ | -0.392*** | -0.062 | -0.055 | 0.039 |
| Σ PUFA | -0.216* | 0.150 | 0.144 | 0.183* |
| P/S | -0.174 | 0.180 | 0.148 | 0.202 |
| M/S | 0.099 | 0.224* | 0.157 | 0.179 |
| $\omega 6/\omega 3$ | 0.325*** | 0.173 | 0.154 | 0.075 |

Significantly correlated by Pearson correlation analysis. at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$, respectively

cholesterol/phospholipid와 sphingomyelin/phosphatidylcholine 비율의 증가로 인해 막조직의 유동성이 감소되는 것을 최소화하기 위해 PUFA의 조성비율이 증가하는 "보상적 기전(compensatory mechanism)"이 있다고 설명하였다.

이상의 결과는 소아비만 아동에서 흔히 나타나는 혈중 중성지방 및 LDL콜레스테롤 수준의 증가현상¹²⁾이 혈 중 인지질 지방산조성의 변화와 밀접한 관련이 있음을 시사하는 것이다.

요약 및 결론

강릉 시내 13개 초등학교의 중등도 이상 비만아동 56명, 그리고 비만아동군과 학교, 학년 및 성별이 동일한 정상체중군 아동 각 56명을 대상으로 신체계측을 실시하고, 혈청 지질 농도 분석 및 혈청 인지질 지방산 조성을 평가하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 남아의 경우 비만군의 혈청 중성지방(121 ± 45.1mg/dl) 및 총콜레스테롤(181 ± 37.1mg/dl) 농도는 대조군(각각 81.5 ± 22.5mg/dl, 161 ± 32.0mg/dl)보다 유의하게 높았다.

2) 혈청 인지질의 포화지방산 중 myristic acid(14 : 0) 비율은 남녀 모두 비만군에서 대조군보다 유의하게 더 높았으며, stearic acid(18 : 0) 비율은 여아 비만군에서 대조군에 비해 더 높게 나타났다.

3) 남아 비만군의 경우, 혈청 인지질의 palmitoleic acid(16 : 1), oleic acid(18 : 1), dihomo- γ -linolenic acid(20 : 3, ω 6) 및 docosatetraenoic acid(22 : 4, ω 6) 비율은 대조군에 비하여 더 높은 반면, eicosenoic acid(20 : 1, ω 6), docosapentaenoic acid(22 : 5, ω 6), EPA(22 : 5, ω 3) 및 DHA(22 : 6, ω 3) 비율은 대조군 보다 더 낮았다(p < 0.05).

4) 남아의 경우, 대조군에 비해 비만군에서 혈청 인지질의 16 : 1(ω 9)/16 : 0 비율과 18 : 1(ω 9)/18 : 0 비율이 유의하게 더 증가한 반면, 22 : 5(ω 6)/22 : 4(ω 6) 비율은 유의하게 더 낮았다. 한편, 22 : 6(ω 3)/22 : 5(ω 3) 비율은 남녀 모두 비만군에서 대조군보다 유의하게 더 낮았다.

5) 여아에서는 혈청 지질 농도 및 혈청 인지질 지방산의 elongation 및 desaturation 지표에 있어서 비만군과 대조군간의 유의한 차이를 보이지 않았다.

6) 비만 관련 신체계측치는 혈청 인지질의 Σ PUFA, $\Sigma\omega$ 3 지방산 또는 DHA(22 : 6, ω 3) 비율과 음의 상관관계를 나타낸 반면, ω 6/ ω 3 비 또는 myristic acid(14 : 0) 비율과는 양의 상관관계를 나타냈다.

7) 혈청 중성지방 농도는 인지질에 함유된 $\Sigma\omega$ 3 지방산 및 Σ PUFA 함량과 음의 상관관계를, 그리고 ω 6/ ω 3 비와는 양의 상관관계를 보였다.

결론적으로 중등도 이상의 비만아동은 정상체중아동에 비해 혈청 콜레스테롤 및 중성지방 농도가 더 높았다. 비만군의 경우 대조군보다 혈청 인지질의 총 SFA 및 ω 6 지방산 비율이 더 높고, 총 PUFA 및 총 ω 3 지방산 조성이 더 낮게 나타난 것은 이들에게서 심장순환기계통 질환을 유발할 수 있는 위험이 증가되었음을 시사하는 결과로 사료된다. 아울러 비만군의 혈청 인지질에 EPA 및 DHA 비율이 낮은 것은 비만으로 인한 각종 합병증 발생을 가속화시키는 요인이 될 수 있을 것이다.

Literature cited

- 1) Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, Berenson GS. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health* 82(3): 358-363, 1992
- 2) Lee DH, Lee JK, Lee C, Hwang YY, Cha SH, Choi Y. A study on the health implications associated with obese children. *J Ped Assoc* 34(4): 445-451, 1991
- 3) Kim YH, Paik HY. Relationship between dietary fatty acids, plasma lipids, and fatty acid compositions of plasma and RBC in young Korean females. *Korean J Nutr* 27(2): 109-117, 1994
- 4) Oh KW, Lee SI, Song KS, Nam CM, Kim YO, Lee YC. Fatty acid intake patterns and compositions of serum phospholipid fatty acids of the Koreans adults. *Korean J Lipidology* 5(2): 153-465, 1995
- 5) Lee YA, Chung EJ, Um YS, Ahn HS, Lee YC. Dietary fatty acid pattern and serum fatty acid composition of Korean elementary school children. *Korean J Nutr* 32(8): 897-907, 1999
- 6) Lee YC, Kim IM, Chung EJ, Um YS, Kim SY, Ahn HS, Kim ST. Fatty acid intake, serum fatty acid composition and serum Se concentration of elementary school children in Korea. *Korean J Nutr* 32(7): 802-811, 1999
- 7) Bonna KH, Bjerve KS, Nordoy A. Habitual fish consumption, plasma phosphofatty acids, and serum lipids: the Tromso study. *Am J Clin Nutr* 55: 1126-1134, 1992
- 8) Bjerve KS, Brubakk AM, Frogner KJ, Johnson H, Middthjell K, Vik T. Omega-3 fatty acid: essential fatty acids with important biological effects and serum phospholipid fatty acids as markers of dietary omega 3 fatty acid intake. *Am J Clin Nutr* 57(Suppl): 801S-806S, 1993
- 9) Kim SY, Lee YC, Cho SY. Serum fatty acids in patients with angiographically documented coronary artery disease. *Korean J Nutr* 32(2): 166-174, 1999
- 10) Singer P, Wirth M, Berger I. A possible contribution of decrease in free fatty acids to low triglyceride levels after diets supplemented with n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids. *Atherosclerosis* 83: 167-175, 1990
- 11) Borkman M, Storlien LH, Pan DA, Jenkins AB, Chrisholm DJ,

- Campbell LB. The relationships between insulin sensitivity and the fatty acid composition of skeletal muscle phospholipids. *N Engl J Med* 328: 238-244, 1993
- 12) Peliknov T, Kohout M, Vlek J, Base J, Kazdov L. Insulin secretion and insulin action related to the serum phospholipid fatty acid pattern in healthy men. *Metabolism* 38: 188-192, 1989
 - 13) Holman RT, Johnson SB, Gerrard JM, Mauer SM, Kupcho-Sandberg S, Brown DM. Arachidonic acid deficiency in streptozotocin-induced diabetes. *Proc Natl Acad Sci USA* 80: 2375, 1983
 - 14) Moncada S, Vane JR. Pharmacology and endogenous roles of prostaglandins, endoperoxides, thromboxane A₂ and prostacyclin. *Pharmacol Rev* 30: 293, 1979
 - 15) Maria BT, Paul N, Suzanne MM, Ian CS, Cyril MM, Raymond M, Elisabeth RT, Jack P. Erythrocyte membrane fatty acid composition as a marker of dietary compliance in hyperlipidemic subjects. *Atherosclerosis* 117: 245-252, 1995
 - 16) Yoon JY, Lee YH, Lee YJ, Lee HC, Huh KB. Visceral fat accumulation and the fatty acid composition of serum phospholipids in middle-aged women with different degrees of glucose tolerance. *J Korean Dietetic Assoc* 21(4): 444-456, 1997
 - 17) Shim YJ. Serum phospholipid fatty acid composition from the hypertensive and normotensive Koreans. *M.S. Thesis, Yonsei University*, 1996
 - 18) Baro L, Hermoso JC, Nunez MC, Jimenez-Rios JA, Güll A. Abnormalities in plasma and red blood cell fatty acid profiles of patients with colon rectal cancer. *British J Cancer* 77(11): 1978-1983, 1998
 - 19) Willett W. Nutritional epidemiology. New York: *Oxford University Press*, 1990
 - 20) Standard growth charts of Korean children and adolescent in 1998. *Korean Pediatric Society*, 1999
 - 21) Fridwald WT, Levy RL, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18: 499-502, 1972
 - 22) Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 2: 497-509, 1957
 - 23) Lepage G, Roy GC. Direct trans-esterification of all classes of lipids in a one step reaction. *J Lipid Res* 27: 114-129, 1986
 - 24) Kang YJ, Hong CH, Hong YJ. The prevalence of childhood and adolescent obesity over the last 18 years in Seoul area. *Korean J Nutr* 30(7): 832-839, 1997
 - 25) Lee YJ, Chang KJ. Comparative study of obese children and normal children on dietary intake and environmental factors at elementary school in Incheon. *Koran J Nutr* 4(4): 504-511, 1999
 - 26) Park HO, Kim EK, Chi KA, Kwak TK. Comparison of the nutrition knowledge, food habits and life styles of obese children and normal children in elementary school in Kyeong-gi province. *Korean J Community Nutr* 5(4): 586-597, 2000
 - 27) Park MA, Moon HK, Lee KH, Suh SJ. A study on related risk factors of obesity for primary school children: difference between normal and obese group. *Koran J Nutr* 31(7): 1158-1164, 1998
 - 28) Zonderland ML, Erich BH, Erkeleus DLO, Kortlard W, Wit JM, Huisveld IA, de Ridder CM. Plasma lipids and apoproteins, body fat distribution and body fatness in early pubertal children. *Int J Obesity* 14: 1039-1046, 1990
 - 29) Yim KS, Yoon EY, Kim CI, Kim KT, Kim CI, Mo SM, Choi HM. Eating behavior, obesity, and serum lipid levels in children. *Korean J Nutr* 26(1): 56-66, 1993
 - 30) Son SM, Lee JH. Obesity, serum lipid and related eating behaviors of school children. *Korean J community Nutr* 2(2): 141-150, 1997
 - 31) Kim SH, Kim GE, Kim SY. A study on relations of obesity to the serum lipid and insulin concentrations in the elementary school children. *Koran J Nutr* 31(2): 159-165, 1998
 - 32) Kim EK, Choi JH, Kim MY. A study on serum lipid levels, dietary fat and fatty acid intakes in primary school children. *Korean J Nutr* 31(2): 166-178, 1998
 - 33) Park TS, Chung EJ, Um YS, Oh JY, Lee YC. Effects of oral taurine supplementation on plasma total and phospholipid fatty acid patterns in healthy female adults. *Korean J Nutr* 31(8): 1315-1323, 1998
 - 34) Lee IY, Lee LH. Influence of cardiovascular risk factors on serum lipid levels and fatty acids composition in middle-age men. *Korean J Nutr* 31(3): 315-323, 1998
 - 35) Clandinin MT, Chpaaell JE, Heim T, Leong S, Swyer PR, Chance GW. Intrauterine fatty acid accretion rates in human brain: Implications for fatty acid requirements. *Early Hum Devel* 4: 121-129, 1980
 - 36) Joel A, Simon JF, John T, Bernert Jr. Serum fatty acids and blood pressure. *Am Heart Assoc* 27: 303-307, 1996
 - 37) Boberg M, Vessby B, Croon LB. Fatty acid composition of platelets and of plasma lipid esters in relation to platelet function in patients with ischaemic heart disease. *Atherosclerosis* 58: 49-63, 1985
 - 38) Ciavatti M, Michel G, Dechavanne M. Platelet phospholipid in stroke. *Clin Chem Acta* 84: 347-351, 1978
 - 39) Failor RA, Childs MT, Bierman EL. The effects of ω 3 and ω 6 fatty acid - enriched diets on plasma lipoproteins and apoproteins in familial combined hyperlipidemia. *Metabolism* 37: 1021-1028, 1988
 - 40) Vessby B, Aro A, Skafors E, Berglund L, Salminen I, Lithell H. The risk to develop NIDDM is related to the fatty acid composition of the serum cholesterol esters. *Diabetes* 43: 1353-1357, 1994
 - 41) Kim MG, Lim HS. Dietary lipid, plasma lipoprotein and fatty acid composition of young Korean women. *Korean J Nutr* 28(7): 595-601, 1995
 - 42) Cho SH, Lee OJ, Im JG, Choi YS, Ryu RN, Park WH. A study on the status of antioxidant nutrients and lipid in the middle-aged Korean men living in Taegu. *Korean J Nutr* 28(1): 33-45, 1995
 - 43) Borkman M, Storlien LH, Pan DA, Jenkins AB, Chisholm DJ, Campbell LB. The relationships between insulin sensitivity and the fatty acid composition of skeletal muscle phospholipids. *N Engl J Med* 328: 238-244, 1993
 - 44) Harris WS. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: Human studies. *Am J Clin Nutr* 65(suppl): 1645s-1654s, 1997
 - 45) Dagnelie PC, Rietveid T, Swart GR, Stijnen T, van den Berg JWO. Effect of dietary fish oil on blood levels of free fatty acids, ketone bodies and triglycerides in humans. *Lipids* 29: 41-45, 1994
 - 46) Park T, Chung EJ, Um YS, Song YD. Serum phospholipid-fatty acid pattern in primary hyperlipidemia patients. *Korean Nutrition Society Proceeding(Spring)*, May, 1999
 - 47) Michalak J, Kadziolka A, Pruszkowska R, Ledwozyw A, Madejczyk A. Compensatory mechanisms in erythrocyte lipids in patients with atherosclerosis. *Lipids* 23(5): 476-80, 1988