

우리 나라 일부 초등학생의 지방산 섭취양상과 혈청 지방산 및 Selenium 수준에 관한 연구*

이양자 · 김인미 · 정은정** · 엄영숙 · 김수연 · 안홍석*** · 김선태****

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과, 강남대학교 교양학부,**
성신여자대학교 식품영양학과,*** 한국과학기술연구원****

Fatty Acid Intake, Serum Fatty acid Composition and Serum Se Concentration of Elementary School Children in Korea

Lee-Kim, Yang Cha · Kim, Inn Mee · Chung, Eun Jung** · Um, Young Sook
Kim, Soo Yeon · Ahn, Hong Suk*** · Kim, Sun Tae****

Department of Food & Nutrition, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
General Education,** Kangnam University, Kyunggido 449-702, Korea

Department of Food & Nutrition,*** Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea
Korean Institute of Science,**** Tech, Seoul 136-791, Korea

ABSTRACT

The purposes of this study were to 1) examine the dietary patterns of fatty acids and the fatty acid composition in serum, 2) determine serum selenium(Se) concentrations, and 3) investigate how serum fatty acid composition affects serum levels of Se in Korean elementary school children. The subjects consisted of 168 school children(82 boys & 86 girls) belonging to 1st through 6th grades, and their dietary assessment was evaluated. The serum fatty acid composition was analyzed by GLC, and the ICP/MS method was employed to measure serum Se concentration. Total average intake of PUFA, MUFA and SFA were 10.5g, 12.7g, 11.2g respectively. Total average dietary P/M/S ratio was 1.10/1.18/1.0. The average intake of ω3 fatty acids and ω6 fatty acids were 1.33g, 9.19g, respectively. The ω6/ω3 ratio was 14.2 which is higher than the recommended range. In serum fatty acid composition, PUFA, MUFA, SFA were 40.6%, 28.1% and 31.6% respectively. The average ω3 fatty acid composition was 3.80%, and the mean value of ω6 series was 36.8%. The M/S ratio of girls was significantly higher than boys' in fatty acids intake and in serum composition. Mean Se concentration of total subjects was 416.7μg/l and it was significantly higher in the lower grades(1st~3rd) than in the upper grades(4th~6th, $p < 0.05$). Although the mean serum Se concentration was negatively correlated with PUFA composition in total boys and girls, it was not significant. Serum Se concentration was negatively correlated with P/S ratio and C24:1 concentration($p < 0.05$). In addition, serum composition of ω6 PUFA and C24:1 showed negative correlations with serum Se in only lower grades girl(1st~3rd), and further studies are needed to clarify in these phenomena. In conclusion, the mean serum Se concentration was significantly lower in upper grades(4th~6th) than in lower grades(1st~3rd) of elementary school children and was negatively correlated with P/S ratio of serum fatty acids. More detailed studies on relationship between Se and fatty acids are required. (*Korean J Nutrition* 32(7) : 802~811, 1999)

KEY WORDS : elementary school children, fatty acid intake, serum Se, serum fatty acids.

서론

학동기는 지속적인 체위의 향상과 함께 제2의 급속한 성장과 성적 성숙을 준비하는 단계이며 이러한 성장은 경제,

사회, 문화적 수준 등에 의해서 영향을 받는 것으로 알려졌다. 이 시기의 영양 결핍이나 과다로 인하여 건강에 장애가 오게 되면 정서적, 지적 발달에 영향을 미치게 될 뿐 아니라, 성인이 된 후의 체위와 건강, 나아가 수명까지도 크게 영향을 받을 수 있다.¹⁾

채택일 : 1999년 9월 7일

*This research was supported by a grant from the American Soybean Association(ASA).

지방질 영양을 언급할 때 필수 지방산인 고도불포화 지방산은 ω3계 지방산의 중요한 역할이 대두되면서 그 의미가 커지고 있다.²⁾ 불포화 지방산의 주요기능을 보면 ω3계 지

방산은 혈청지질 특히 이들 triglyceride(TG)와 low density lipoprotein(LDL)의 농도를 감소시켜 주는 것이 알려졌다,³⁻⁶ 그 중 docosahexaenoic acid(DHA, C22: 6 ω3)는 인지기능, 학습능력, 시각기능과 연관되어 성장 중인 뇌와 망막에 매우 중요한 지방산으로 밝혀졌다^{5,7}. ω6계 지방산은 ω3계 지방산과 함께 생체막 인지질의 필수적 구성 성분이며 그 중 arachidonic acid(AA, 20: 4)는 두뇌발달과 분만과 정에도 필수적인 물질로 알려져 있다.⁸

섭취 지방산의 양(量)과 함께 질(質)을 평가할 때 고도불포화지방산(polyunsaturated fatty acids: PUFA)과 포화지방산(saturated fatty acids: SFA)의 균형된 섭취가 권장⁹되고 있는 한편, 단일불포화지방산(monounsaturated fatty acids: MUFA)의 중요성이 강조되므로 polyunsaturated/monounsaturated/saturated fatty acids(P/M/S)의 비율 또한 고려하게 되었다.¹⁰⁻¹¹ 또한 지방산으로부터 eicosanoids의 합성과정에서 ω6계와 ω3계 사이에 경쟁적 작용이 있음이 지적됨에 따라 지방산 섭취에 있어서 ω6/ω3의 적절한 균형을 중요시 하게 되었다.¹² Bourre 등¹³은 식이 linoleic acid(LA, C18: 2 ω6)와 α-linolenic acid(α-LNA, C: 18: 3 ω3)의 수준을 달리하여 사육한 쥐의 여러 조직내 AA와 DHA 함량을 분석하여 ω6와 ω3계 지방산의 최적 비율을 계산하였는데, 뇌의 발달시기에 권장할 수 있는 ω6/ω3 지방산의 최적 비율은 6: 1~10: 1이라고 하였다.

우리 나라 국민의 섭취 에너지의 영양소 구성비 중 지방이 차지하는 비율은 18.2%으로 이는 권장수준에는 못 미치고 서구의 지방질 섭취 비율에 비해 낮기는 하지만 점차로 증가하고 있는 추세이다. 또한 소득 수준의 향상과 외식산업의 발달로 성장기 어린이의 식생활이 서구화되어 가는 사회 변화와 함께 고지방식의 선호도는 계속해서 증가할 것으로 여겨진다. 이와 관련하여 본 연구팀은 우리 나라 일부 초등학교의 지방질 섭취량 조사연구에서 섭취지방산의 평균 ω6/ω3 지방산 비율이 14.6으로 보고하면서 나이 어린 연령층에서 고도불포화지방산의 균형된 섭취에 문제점이 있음을 지적한 바 있다.¹⁴

장사슬 불포화 지방산은 체내의 필수 요소이지만 불포화도가 높아서 산화적 스트레스를 받는 상황에서 지질 과산화물과 free radicals 등을 생성하여, 노화가 촉진되고 각종 질병들을 유발 시킬 수 있는 것으로 알려졌다.^{15,16} 체내에는 이들의 축적을 막는 항산화 방어기전이 존재하는데, 이는 free radical 반응이나 지질 과산화를 차단하여 그 생성물의 발생을 억제하는 것으로서 효소계와 항산화 영양소 등의 비효소계로 나눌 수 있다. Retinol, β-carotene, vitamin C,

vitamin E의 비타민과 셀레늄(Se), 구리(Cu), 아연(Zn), 망간(Mn) 등의 무기질은 대표적인 항산화 영양소로 알려져 있다. 이 중 Se은 selenium-dependent enzyme인 glutathione peroxidase(GSH-Px)의 구성요소로서 과산화 반응으로부터 생체막을 방어하는 역할을 한다. 최근 Se에 대한 관심이 높아지고, 이 원소가 필수 영양소라는 것이 확인되면서 미국 National Academy of Sciences/National Research Council(U.S. NAS/NRS)에서는 잠정적인 1일 권장량으로 1~3세는 20~80μg/1, 4~6세는 30~120μg/1 그리고 7세부터 성인까지는 50~200μg/1로 제시한 바 있다¹⁷. 그러나 우리 나라의 경우, 각 식품에 포함되어 있는 Se의 함유량이 파악되지 못했을 뿐만 아니라 이 영양소의 권장량 설정을 위한 기초자료도 부족한 실정이다.

우리 나라의 초등학교 대상으로 지방질 섭취량에 대한 연구는 많이 이루어져있으나 구체적인 지방산 섭취에 대한 양적, 질적 섭취량에 대한 연구는 매우 드물며 특히 이를 항산화체계와 관련시킨 논문은 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 우리 나라 도시 지역 초등학교의 지방질 섭취 양상을 파악하고 이들의 혈청내 총지방산 및 혈청 Se의 수준을 측정하여 혈청내의 지방산 농도와 혈청 Se와의 관계를 알아보고자 하였다. 본 연구의 결과는 우리 나라 국민의 Se의 일일 권장량 산정에도 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

연구내용 및 방법

1. 대 상

조사 대상은 서울 C초등학교에 재학중인 1학년부터 6학년까지의 남녀 학생으로 구성되었다. 혈중 지질농도와 인체계측치가 정상수준에 속하는 168명(남학생 82명, 여학생 86명, 각 학년별 약 28명씩)을 선별하였다. 이를 학년별로 분류했을 때 저학년(86명)의 경우 남아 43명, 여아 43명이었고 고학년(82명)은 각각 39명, 43명이었다. 대상자 선정 과정에서 정상 아동에 대한 신체계측치 기준은 한국소아의 신장별 체중 백분위¹⁸의 50백분위수를 표준체중으로 이용하여 90~110%에 속하는 아동을 대상으로 하였다. 또한, 혈청 지질농도의 기준은 중성지방은 35~138mg/dl, 총 콜레스테롤은 200mg/dl 이하, LDL 콜레스테롤은 50~170 mg/dl 범위 안에 속하는 경우 정상 아동으로 선발하였다.²¹ 본 조사는 1994년 7월 4일부터 7월 6일까지 3일에 걸쳐 실시되었다.

2. 인체계측

신장 및 체중은 가벼운 옷차림의 상태에서 측정하였다. 신

장 측정시 0.1cm까지, 체중 측정시 0.5kg까지 측정하였다. 신체둘레는 대상자를 평평한 바닥에 세우고 신체 둘레 측정용 플라스틱 줄자로 허리둘레, 엉덩이 둘레를 측정하고 허리와 엉덩이 둘레의 비율을 계산하였다. 피하지방은 대상자 왼쪽 팔의 상완위를 caliper를 이용하여 2번 측정해서 그 평균값을 사용하였다.

3. 식사지방 섭취 조사

식사 섭취 조사 방법은 식품 모델, 계량기기, 식품과 음식의 눈대중량 자료를 이용한 직접 면접을 통한 24시간 회상법(24-hr recall method)으로 전날 1일간의 식사섭취를 조사하였다. 식사조사는 먼저 눈대중 자료로 아동을 교육시킨 후 집에서 부모님과 같이 작성하도록 하였으며 회수시에는 간단한 면담을 실시하여 미비점을 보완하였다. 섭취 지방산 분석은 식품분석표에 제시된 식품류 중에서 지방질(비가시 지방질 포함)함량이 높은 232종의 식품 각각에 대한 지방산의 절대함량을 입력한 data base를 이용하여 작성하였다. 조사된 자료는 자체 개발된 프로그램을 이용하여 각 지방산의 섭취량과 P/S, P/M/S 섭취비율 및 $\omega 6/\omega 3$ 지방산의 섭취비율로 평가되었다.

4. 혈청 지질 및 지방산 조성 분석

연구 대상자의 채혈은 공복시에 실시하여 혈청을 분리하고 혈청자동분석기(Hitachi, 7150)를 사용하여 TG, cholesterol 및 HDL의 농도를 분석하고 Friedwald²²⁾의 계산식에 의하여 LDL의 농도를 산출하였다.

지방산 조성 분석을 위해 -20°C 에 보관한 혈청 일정량을 취하여 Lepage 방법²³⁾에 의해 methylation시킨 후 일정 volume을 gas liquid chromatography(GLC, Hewlett Packard 5890A, Supelco omega 320, capillary column: 30m \times 0.32mm ID \times 0.25 μm)에 주입하여 개별 지방산을 분석하였다. 이때 검출기는 FID(Flame Ionization Detector)를 사용하였다. Carrier gas는 헬륨(He)을 사용하였고, 유속은 2ml/min으로 조정하였으며, 시료의 주입량은 1 μl 로, split ratio는 30 : 1로 하였다. 각 지방산의 규명은 동일한

조건하에서 standard ester들에 대해 GLC 분석을 시행하여 얻은 retention time과 비교하여 결정하였다. 각 fraction의 peak 면적은 Hewlett Packard 3396A integrator를 사용하여 총 지방산에 대한 면적 백분율(area% of total fatty acid)로 계산하였다. Internal standard로는 heptadecanoic acid(C17: 0, HA, Margaric acid, Nu Chek Co., U.S.A.)를 사용하였다.

5. 혈청의 Se 농도 분석

혈청 Se 농도 분석은 Perkin-Elmer사의 ELAN 5000 model ICP/MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer)을 사용하여 측정하였다.

연구 대상자의 아침 공복시의 혈액을 채취하고, 혈청을 분리한 후 실험 전처리 과정으로 혈청 0.3ml에 3차 증류수 2.7ml을 첨가하여 10배 희석액을 만들었다. 혈청 희석액 1ml를 3.0 μm pore 크기를 지닌 지름 25mm의 Millipore-Bedford filter를 사용하여 안개화(nebulization)시켜서 ICP/MS에 주입하였다. ICP/MS에 주입되어 기화된 시료는 플라즈마 지역에 도달하여 약 6000°K 정도의 절대온도에 노출되며, 이 지역에서 약 2m/S 정도 머물면서 이온화된다. 생성된 이온들은 플라즈마를 형성하는 아르곤(Ar)기류를 따라서 두 개의 작은 구멍을 가진 interface를 통해 mass spectrometer(MS)로 들어가서 검출된다. 혈청 Se 농도는 AN 2000 van de Graff accelerator(INFN-Legnaro, Italy)를 사용하여 양자에 의해 유도된 X-energy emission(PIXE)를 측정하여 구하였다.²⁴⁾

6. 자료의 통계 처리

수집된 자료는 SAS(Strategic Application System) package를 사용하여 분석하였고 모든 통계자료는 평균값 \pm 표준오차로 표현하였다. 성별, 학년간의 유의성 검정은 Student's t-test($\alpha < 0.05$, $\alpha < 0.01$ 및 $\alpha < 0.001$)를 적용하였으며, 혈청 Se 농도와 혈청내 각 지방산 조성간의 상관관계는 Pearson's correlation test를 이용하여 유의수준 $\alpha < 0.05$ 에서 분석하였다.

Table 1. Anthropometric measurements of the subjects

Grade	1st		2nd		3rd		4th		5th		6th	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Weight (Kg)	24.5 \pm 0.80	24.1 \pm 0.70	27.2 \pm 0.86	26.0 \pm 0.86	30.1 \pm 1.10	27.9 \pm 0.96	34.9 \pm 1.52	33.8 \pm 1.20	40.1 \pm 1.35	37.5 \pm 1.13	41.8 \pm 2.25	45.1 \pm 2.20
Height (cm)	121.0 \pm 0.94	118.7 \pm 0.63	126.8 \pm 0.90	124.2 \pm 0.91	129.8 \pm 0.95	130.2 \pm 0.93	137.1 \pm 1.25	137.2 \pm 0.79	143.1 \pm 1.12	142.9 \pm 0.82	146.1 \pm 1.80	150.9 \pm 1.39
WHR ¹⁾	0.79 \pm 0.01	0.80 \pm 0.01	0.81 \pm 0.01	0.79 \pm 0.01	0.83 \pm 0.01	0.79 \pm 0.01	0.81 \pm 0.01	0.76 \pm 0.01	0.80 \pm 0.01	0.76 \pm 0.01	0.80 \pm 0.01	0.76 \pm 0.01

Values are Mean \pm SEM, 1) WHR : Waist Hip Ratio(Waist(cm)/Hip(cm))

결 과

1. 신체계측 및 혈청 지질 농도

체중의 경우 남녀 모두 우리 나라 소아의 평균 체중보다 무거웠으며 신장의 경우 표준치²⁰⁾와 유사하였고 WHR은 전체 평균이 약 0.8 정도로서 학년간 및 성별간에 따른 차이 없이 고른 분포를 보였다(Table 1).

본 연구대상자의 Chol의 평균 농도는 Table 2에 제시된 바와 같이 150mg/dl이고, 이중 저학년 아동은 남녀 모두 151mg/dl으로 나타났으며 고학년 아동중에서 남아, 여아는 각각 147mg/dl, 151mg/dl로 나타났다. TG의 평균농도는 88.6mg/dl이며 저학년 아동은 80~92mg/dl, 고학년 아동에서는 84~98mg/dl이었다. HDL 농도는 저학년 아동에서 50~63mg/dl, 고학년 아동에서는 47~57mg/dl로 평균 농도는 54.6mg/dl로 나타났으며, LDL 농도는 저학년 및 고학년 아동에서 각각 70~84mg/dl, 73~84mg/dl이었고 그 평균농도는 77.8 mg/dl로 나타났다. 평균 LDL/HDL 비율은 1.49로서 저학년의 경우 여아가 남아에 비해 유의적으로 낮았으나(p < 0.01), 고학년에서는 유의적인 차이를 보이지

않았다. Atherogenic index(AI)와 Chol/HDL 비율 역시 LDL/ HDL 비율과 같이 저학년의 경우에서만 여아가 남아에 비해 유의하게 낮게 나타났다(p < 0.01).

2. 지방산 섭취량

연구 대상자의 개별 지방산 및 콜레스테롤 섭취량을 Table 3과 4에 나타내었다. 지방질의 평균 섭취량은 46.3g으로 섭취 열량중 지방질이 차지하는 비율은 약 23%에 해당되었으며 학년간, 성별간 유의한 차이를 나타내지 않았다.

연구 대상자의 PUFA, MUFA, SFA의 평균 섭취량은 각각 10.5g, 12.7g, 11.2g이었으며 성별, 학년간 유의한 차이를 보이지 않았다. P/S 비율의 전체 평균은 1.10이었고, 고학년의 경우 여아가 남아에 비해 유의적으로 높았다(p < 0.05). M/S 비율은 평균 1.18로 나타났으며 저학년 및 고학년에서 모두 여아가 남아보다 유의적으로 높게 나타났다(p < 0.05).

본 연구 대상자의 평균 ω3계 지방산 섭취량은 1.33g, 평균 ω6계 지방산 섭취량은 9.19g이었고 ω6/ω3계 지방산의 평균비율은 14.2로 고학년에서 더 높은 경향을 나타내었다. ω6계 및 ω3계의 평균값에 의한 ω6/ω3 비율값과 ω6/ω3 비율들의 평균값이 다른 것은 개별 ω6/ω3 비율의 폭이 때

Table 2. Metabolic variables of the subjects

	Total	Lower Grades(1st - 3rd)		Upper Grades(4th - 6th)	
		Male	Female	Male	Female
Triglyceride(mg/dl)	88.6 ± 2.14	88.6 ± 3.76	83.7 ± 4.77	88.0 ± 4.16	93.9 ± 4.30
Cholesterol(mg/dl)	150 ± 1.61	151 ± 3.01	151 ± 2.77	147 ± 3.71	151 ± 3.46
LDL(mg/dl)	77.8 ± 1.55	81.7 ± 2.67	72.3 ± 2.50	80.6 ± 3.54	77.0 ± 3.53
HDL(mg/dl)	54.6 ± 0.82	51.8 ± 1.55	61.8 ± 1.40*	48.6 ± 1.40	55.5 ± 1.53
LDL/HDL	1.49 ± 0.04	1.64 ± 0.07	1.19 ± 0.05**	1.71 ± 0.09	1.45 ± 0.09
AI ¹⁾	1.84 ± 0.09	2.00 ± 0.08	1.47 ± 0.05**	2.09 ± 0.10	1.81 ± 0.10
Chol/HDL	2.84 ± 0.05	3.00 ± 0.08	2.47 ± 0.05**	3.09 ± 0.15	2.81 ± 0.10

Values are Mean ± SEM, Significantly different from the value of male at *p < 0.05, **p < 0.01

1) AI(Atherogenic Index): (Chol-HDL)/HDL

Table 3. Dietary fatty acids and cholesterol ingested by the subjects

	Total	Lower Grades(1st - 3rd)		Upper Grades(4th - 6th)	
		Male	Female	Male	Female
Energy(Kcal)	1820 ± 44.5	1808 ± 76.2	1496 ± 69.5	2207 ± 114	1854 ± 67.3*
Fat(g)	46.3 ± 1.8	45.6 ± 3.2	38.9 ± 2.6	56.8 ± 5.2	46.0 ± 3.5
PUFA(g)	10.5 ± 0.53	9.73 ± 1.04	8.82 ± 0.83	13.6 ± 1.43	10.7 ± 0.91
MUFA(g)	12.7 ± 0.68	12.3 ± 1.13	11.9 ± 1.55	15.9 ± 1.62	11.7 ± 1.09*
SFA(g)	11.2 ± 0.54	11.2 ± 0.90	9.7 ± 0.94	14.1 ± 1.43	10.3 ± 1.04
P/S	1.10 ± 0.06	0.97 ± 1.12	1.12 ± 0.72	1.01 ± 0.07	1.29 ± 0.12*
M/S	1.18 ± 0.04	1.11 ± 0.07	1.26 ± 0.10*	1.09 ± 0.05	1.23 ± 0.08*
P/M/S	1.10/1.18/1	0.97/1.11/1	1.12/1.26/1	1.01/1.09/1	1.29/1.23/1
ω3(g)	1.33 ± 0.11	1.25 ± 0.21	1.23 ± 0.20	1.78 ± 0.27	1.19 ± 0.18
ω6(g)	9.19 ± 0.49	8.49 ± 0.93	7.59 ± 0.71	11.9 ± 1.42	9.51 ± 0.84*
ω6/ω3	14.2 ± 1.08	14.0 ± 2.22	13.2 ± 1.84	14.4 ± 2.82	15.3 ± 2.02
Cholesterol(mg)	253 ± 21.3	215 ± 42.4	264 ± 43.5	285 ± 43.3	255 ± 40.1

Values are Mean ± SEM, *Significantly different from the value of male at p < 0.05

(unit: g)

Table 4. Individual fatty acids ingested by the subjects

	Total	Lower Grades(1st - 3rd)		Upper Grades(4th - 6th)	
		Male	Female	Male	Female
C12: 0	0.25 ± 0.02	0.30 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.29 ± 0.03	0.23 ± 0.04*
C14: 0	1.06 ± 0.06	1.08 ± 0.09	0.92 ± 0.11	1.39 ± 0.14	0.93 ± 0.14
C16: 0	7.09 ± 0.33	7.02 ± 0.57	6.25 ± 0.61	9.23 ± 0.86	6.40 ± 0.58
C16: 1	0.65 ± 0.06	0.57 ± 0.09	0.72 ± 0.18***	0.89 ± 0.13	0.50 ± 0.07**
C18: 0	2.40 ± 0.13	2.45 ± 0.21	1.97 ± 0.20	3.13 ± 0.37	2.22 ± 0.25
C18: 1	12.0 ± 0.61	11.6 ± 1.04	11.0 ± 1.34	14.9 ± 1.50	11.1 ± 1.02
C18: 2 ω6	9.12 ± 0.49	8.43 ± 0.93	7.51 ± 0.70	11.8 ± 1.42	9.43 ± 0.83*
C18: 3 ω3	0.92 ± 0.08	0.89 ± 0.17	0.85 ± 0.13	1.02 ± 0.14	0.95 ± 0.15
C20: 0	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.04 ± 0.01***	0.07 ± 0.02	0.06 ± 0.02
C20: 1	0.08 ± 0.01	0.11 ± 0.03	0.07 ± 0.02***	0.11 ± 0.02	0.05 ± 0.01**
C20: 4 ω6	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0.08 ± 0.01*	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.02
C20: 5 ω3	0.12 ± 0.02	0.10 ± 0.03	0.10 ± 0.03	0.22 ± 0.06	0.08 ± 0.04**
C22: 0	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00
C22: 1	0.01 ± 0.00	0.04 ± 0.04	0.00 ± 0.00***	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00*
C22: 6 ω3	0.29 ± 0.05	0.26 ± 0.08	0.28 ± 0.08	0.53 ± 0.14	0.16 ± 0.07**
C24: 0	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00*	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00

Values are Mean ± SEM, Significantly different from the value male at *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

Table 5. Composition of serum total fatty acids of the subjects

(unit: wt%)

	Total	Lower grades(1st - 3rd)		Upper grades(4th - 6th)	
		Male	Female	Male	Female
C12: 0	0.29 ± 0.01	0.28 ± 0.02	0.22 ± 0.01**	0.46 ± 0.05	0.23 ± 0.01****
C13: 0	1.25 ± 0.06	1.19 ± 0.08	1.17 ± 0.07	1.52 ± 0.19	1.14 ± 0.06****
C14: 0	0.39 ± 0.01	0.41 ± 0.03	0.35 ± 0.01***	0.39 ± 0.01	0.38 ± 0.01
C15: 0	0.59 ± 0.04	0.55 ± 0.08	0.48 ± 0.01***	0.50 ± 0.01	0.81 ± 0.14***
C16: 0	27.8 ± 0.30	28.4 ± 0.73	27.4 ± 0.57	28.3 ± 0.47	27.4 ± 0.57
C16: 1	3.98 ± 0.10	3.72 ± 0.17	3.94 ± 0.28*	3.75 ± 0.11	4.50 ± 0.23****
C18: 1	22.6 ± 0.21	22.7 ± 0.50	22.3 ± 0.52	22.2 ± 0.36	23.3 ± 0.30
C18: 2 ω6	30.1 ± 0.30	31.4 ± 0.70	29.3 ± 0.61	30.2 ± 0.54	29.6 ± 0.48
C18: 3 ω3	0.69 ± 0.03	0.57 ± 0.05	0.77 ± 0.06	0.63 ± 0.04	0.78 ± 0.06****
C18: 3 ω6	0.33 ± 0.02	0.23 ± 0.03	0.35 ± 0.02***	0.34 ± 0.03	0.43 ± 0.06****
C20: 0	0.32 ± 0.01	0.31 ± 0.02	0.33 ± 0.03*	0.32 ± 0.02	0.32 ± 0.02
C20: 1	0.28 ± 0.02	0.27 ± 0.02	0.35 ± 0.06***	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.01
C20: 3	1.40 ± 0.04	1.26 ± 0.04	1.53 ± 0.12***	1.37 ± 0.05	1.41 ± 0.04
C20: 4 ω6	4.70 ± 0.07	4.74 ± 0.14	4.87 ± 0.16	4.92 ± 0.13	4.29 ± 0.12
C20: 5 ω3	0.79 ± 0.05	0.70 ± 0.07	0.89 ± 0.13***	0.83 ± 0.10	0.73 ± 0.04****
C22: 0	0.64 ± 0.03	0.52 ± 0.04	0.81 ± 0.09***	0.58 ± 0.03	0.63 ± 0.04
C22: 1	0.19 ± 0.02	0.15 ± 0.01	0.28 ± 0.08***	0.14 ± 0.03	0.16 ± 0.01**
C22: 4	0.16 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.21 ± 0.03***	0.14 ± 0.01	0.15 ± 0.01
C22: 5 ω3	0.41 ± 0.02	0.30 ± 0.02	0.54 ± 0.07***	0.37 ± 0.06	0.44 ± 0.04*
C22: 5 ω6	0.12 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.24 ± 0.07***	0.05 ± 0.01	0.11 ± 0.01
C22: 6 ω3	1.91 ± 0.09	1.46 ± 0.07	2.42 ± 0.31***	1.84 ± 0.09	1.91 ± 0.09
C24: 1	0.96 ± 0.06	0.70 ± 0.04	1.22 ± 0.19***	0.92 ± 0.07	1.01 ± 0.11****
SFA ¹⁾	31.6 ± 0.32	32.0 ± 0.80	31.1 ± 0.57*	32.2 ± 0.57	31.1 ± 0.59
MUFA ²⁾	28.1 ± 0.27	27.6 ± 0.58	28.1 ± 0.65	27.2 ± 0.44	29.2 ± 0.44
PUFA ³⁾	40.6 ± 0.33	40.8 ± 0.73	41.1 ± 0.63	40.7 ± 0.68	37.9 ± 0.52
P/S	1.34 ± 0.07	1.33 ± 0.05	1.37 ± 0.07	1.37 ± 0.03	1.32 ± 0.08
M/S	0.88 ± 0.02	0.85 ± 0.03	0.90 ± 0.05*	0.83 ± 0.02	0.93 ± 0.03*
ω3	3.80 ± 0.11	3.03 ± 0.14	4.60 ± 0.35***	3.67 ± 0.16	3.87 ± 0.14
ω6	36.8 ± 0.31	37.7 ± 0.72	36.6 ± 0.60	37.1 ± 0.64	36.1 ± 0.49
ω6/ω3	11.3 ± 0.36	14.1 ± 0.86	9.84 ± 0.65	11.0 ± 0.53	10.4 ± 0.59

Values are Mean ± SEM, Values are expressed as the wt % of total fatty acids, Significantly different from the value of male at *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001, 1) SFA: Saturated fatty acids, 2) MUFA: Monounsaturated fatty acids, 3) PUFA: Polyunsaturated fatty acids

Table 6. Serum selenium concentration of the subjects

(unit: µg/l)

Total (n=156)	Male (n=75)	Female (n=81)	Lower grades(1st - 3rd)			Upper grades(4th - 6th)		
			Total(n = 78)	Male(n = 39)	Female(n = 40)	Total(n = 78)	Male(n = 36)	Female(n = 42)
416.7 ± 6.3	396.9 ± 7.6	435.0 ± 9.7	444.1 ± 8.1	414.8 ± 8.2	461.6 ± 12.3	389.2 ± 8.7	377.5 ± 12.4	399.3 ± 12.1

Values are Mean ± SEM, Significantly different from the value of lower grades at *p < 0.05

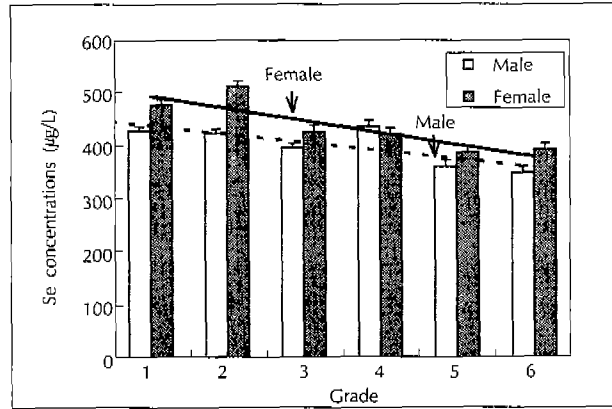


Fig. 1. Serum Se concentrations of elementary school children by grade.

우 넓기 때문인 것으로 보인다. ω3계 지방산은 성별, 학년 별 간의 유의적인 차이를 나타내지 않은 반면, ω6계 지방산의 섭취는 고학년에서 남아가 여아에 비해 유의적으로 높았다(p < 0.05).

주요 ω3계 지방산중에서 α-LNA의 평균 섭취량은 0.92g이며 남아와 여아가 비슷한 섭취양상을 보였다. EPA의 평균 섭취량은 0.12g, DHA의 평균 섭취량은 0.29g이었으며 두 지방산의 섭취 모두 고학년에서 남아가 여아보다 유의적으로 높게 나타났다(p < 0.01). 주요 ω6계 지방산을 보면 LA의 평균 섭취량은 9.12g로서 고학년에서 남아가 여아보다 많이 섭취하였고(p < 0.05), AA의 평균 섭취량은 0.07g으로 저학년에서 남아가 여아보다 높은 반면(p < 0.05), 고학년에서는 남녀가 비슷한 수준을 보였다.

3. 혈청 지방산 조성

연구 대상자의 혈청 지방산 조성에 대한 결과는 Table 5에 제시한 바와 같다. 혈청 PUFA 조성은 평균 40.6%, 혈청 MUFA 조성은 28.1%로 저학년, 고학년 모두 성별에 따른 차이가 나타나지 않았다. 반면 혈청 SFA 조성의 평균은 31.6%로 나타났는데 저학년에서 남아가 여아에 비해 유의적으로 높은 수치를 보였다(p < 0.05). 혈청 P/S 비율은 평균 1.34였으며 성별, 학년간 차이를 보이지 않고 거의 일정한 수준으로 유지되는 반면, M/S 비율은 평균 0.88로서 학년에 관계없이 여아가 유의적으로 높았다(p < 0.05).

평균 ω3계 지방산 조성은 3.80%였으며 저학년에서 여아

Table 7. Correlation coefficients(r) between serum fatty acids compositions and Se concentration

	Total	Male	Female	Lower grades (1st - 3rd)		Upper grades (4th - 6th)	
				Male	Female	Male	Female
C12: 0	-0.165	-0.105	-0.161	0.213	-0.306	0.067	0.066
C14: 0	0.024	0.111	-0.053	0.011	-0.256	0.270	0.089
C16: 0	0.168	0.156	0.177	0.097	0.028	0.356	0.278
C16: 1	0.065	0.074	0.007	0.067	0.072	0.135	0.030
C18: 1	0.156	0.188	0.100	0.102	0.058	0.352	0.212
C18: 2, ω6	0.075	0.197	0.026	0.243	-0.049	0.118	0.087
C18: 3, ω3	-0.065	-0.041	-0.149	-0.091	0.275	0.042	-0.095
C18: 3, ω6	-0.060	-0.188	-0.052	-0.266	-0.371*	-0.085	0.021
C20: 0	0.152	0.185	0.080	0.126	0.090	0.324	0.130
C20: 1	0.129	0.143	0.112	0.126	0.066	0.157	-0.018
C20: 3, ω6	-0.116	-0.018	-0.197	0.150	-0.391*	-0.080	-0.183
C20: 4, ω6	0.027	0.135	-0.049	0.247	-0.189	0.058	-0.040
C20: 5, ω3	0.045	0.020	0.051	0.199	-0.012	-0.041	-0.035
C22: 0	0.071	0.057	0.032	0.218	0.016	0.030	-0.310
C22: 1	0.118	0.213	0.064	0.425	0.020	0.157	-0.043
C22: 4, ω6	-0.080	-0.045	-0.158	0.245	-0.498*	-0.269	0.051
C22: 5, ω3	-0.087	-0.067	-0.167	0.184	-0.451*	-0.098	-0.004
C22: 5, ω6	0.024	0.176	-0.112	0.236	-0.330	0.075	-0.033
C22: 6, ω3	-0.052	-0.029	-0.132	-0.028	-0.037	0.093	0.368
C24: 1	-0.188*	-0.079	-0.287	0.083	-0.349*	-0.062	-0.267
PUFA	-0.254	-0.568	-0.297	0.102	0.356	-0.544	-0.306
MUFA	0.160	0.031	0.840	0.366	0.259	0.601	0.204
SFA	0.175*	0.184	0.139	0.141	0.010	0.366	0.291
ω3	-0.273	-0.065	-0.221	0.315	-0.325	0.091	-0.197
ω6	-0.070	-0.256	-0.143	0.039	-0.206	-0.053	-0.260
P/S	-0.211*	0.097	-0.327**	-0.102	-0.242	-0.392	0.013

Significantly correlated with Se concentration at *p < 0.05, **p < 0.01.

가 남아에 비해 유의적으로 높았고(p < 0.001). 주요 ω3계 지방산중 α-LNA는 0.69%였으며 고학년에서 여아가 남아보다 유의적으로 높았다(p < 0.001). EPA는 평균 0.79%, DHA는 1.91%로서 모두 저학년에서 여아가 남아에 비해 유의적으로 높게 나타났는데(p < 0.001) 저학년 여아의 ω3계 지방산 조성이 남아보다 높은 것은 이 두 ω3계 지방산의 차이 때문으로 생각된다. 한편, EPA의 경우 저학년에서는 여아의 경우가 유의적으로 높은 반면 고학년에서는 유의적으로 낮은 것이 특이하다. ω6계 지방산을 보면 전체 평균은 36.8%였고, 주요 ω6계 지방산인 LA와 AA는 각각 30.1%,

4.70%로서 성별 및 학년간의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

4. 혈청 Se 농도

연구 대상자의 혈청 Se 농도를 살펴보면 다음과 같다 (Table 6). 전체 대상자의 평균농도는 416.7 μ g/l로 저학년과 고학년의 경우 평균값이 각각 444.1 μ g/l와 389.2 μ g/l로 나타나 저학년이 고학년보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이를 성별로 나누어 볼때 남아가 396.9 μ g/l(저학년 414.8 μ g/l, 고학년 377.5 μ g/l), 여아가 435.0 μ g/l(저학년 461.6 μ g/l, 고학년 399.3 μ g/l)로 나타나 유의적이지는 않으나 여아가 남아보다 높은 경향을 보였다. 성별 및 연령에 따른 Se 농도의 변화를 Fig. 1에 나타내었는데 학년이 증가할수록 Se 농도가 감소하는 추세를 보였다.

5. 혈청 Se 농도와 혈청 지방산과의 상관 관계

혈청 지방산 조성과의 상관관계를 알아보고자 Pearson's correlation test를 실시하여 그 결과를 Table 7에 나타내었다.

혈청 Se 농도와 혈청 지방산과의 관계를 알아본 결과 전체대상자의 혈청 Se 농도와 혈청 지방산의 P/S 비율 간에는 유의한 음의 상관관계가 성립되었으며($p < 0.05$). 포화 지방산은 양의 관계, 그리고 개별 지방산 중에서는 C24: 1가 Se 농도와 유의적인 음의 상관관계를 나타냄이 특이하다($p < 0.05$). 남아의 경우 혈청 Se 농도와 유의적인 상관관계가 있는 개별 지방산은 나타나지 않았으나 SFA를 제외한 대부분의 혈청 PUFA는 유의하지 않지만 Se 농도와 음의 상관 관계를 나타내었다. 반면 여아에서는 혈청 P/S 비율과 Se 간에 유의적인 음의 상관관계를 나타내었으며($p < 0.01$) 개별 지방산에서는 남아와 마찬가지로 유의적인 상관관계가 있는 지방산은 나타나지 않았으나 대부분의 혈청 PUFA 조성과의 Se 농도는 음의 관계를 보였다. 이를 학년별로 세분해 본 결과, 저학년에서 남아의 경우 혈청 Se 농도와 혈청 지방산에서는 유의적인 상관관계가 있는 지방산이 없는 반면, 여아에서는 γ -LNA(C18: 3, ω 6), eicosatrienoic acid(C20: 3 ω 6), docosatetraenoic acid(C22: ω 6) 및 docosapentaenoic acid(C22: 5, ω 6) 등의 PUFA와 tetracosenoic acid(C24: 1)가 혈청 Se 농도와 유의한 음의 상관관계를 보임이 특이하다($p < 0.05$). 고학년의 경우 남녀 모두 Se 농도와 유의적 상관성을 나타내는 지방산은 없었다.

한편, 개별적인 섭취 지방산과 혈청 Se 농도와는 유의한 상관성이 발견되지 않았으며 PUFA, ω 6 및 ω 3계 지방산의 섭취량 또한 혈청 Se 농도와 유의한 상관성이 없었다.

고 찰

본 연구는 우리 나라 일부 초등학생의 지방산 섭취양상, 혈청 지방산 조성 및 혈청 Se 농도의 수준을 파악하고 혈청 Se과 혈청 지방산과의 관계를 알아보려 시도되었다.

조사 대상자의 Chol 평균 농도는 150mg/dl로서 Resin-cow 등²⁶⁾이 보고한 미국내 아동들의 총 Chol 평균치(흑인 아동 173mg/dl, 백인아동 163mg/dl, 동양계아동 165mg/dl)보다 낮은 수치를 보인 반면 우리나라 어린이를 대상으로 실시한 Cha와 Chung²⁷⁾의 조사결과인 157mg/dl와는 비슷한 수치이다. 또한 성별, 학년간에 유의한 차이를 보이지 않았는데 Ginsberg와 Zetterstrom²⁸⁾은 연령에 따른 Chol의 변화보고에서 출생후 28일까지는 빠르게 증가하다가 그 이후부터는 거의 성인수준을 유지한다고 하였으며 Whorang 등²⁹⁾은 10세와 11세를 기준으로 일시적 증가를 보이다가 감소하여 일정수준으로 유지된다고 보고하였다. TG의 평균농도는 88.6mg/dl로서 우리 나라 초등학교 정상아의 경우 7~9세는 86mg/dl, 10~12세는 89.9mg/dl라고 보고한 Yoon 등³⁰⁾의 결과와 유사한 수치를 나타내었다. 한편 Yoon 등²⁵⁾은 우리나라 아동들이 비슷한 Chol 평균농도를 지닌 외국의 아동들보다 일반적으로 TG의 혈중 농도가 높다고 보고한 바 있다.

섭취 지방산의 P/M/S 비율을 보면, 전체 평균이 1.10/1.18/1.0으로서 현재 권장되고 있는 1~1.5/1~1.5/1의 범주²³⁾에 속하므로 바람직하다고 사려된다. 저학년에서 남아는 0.97/1.11/1, 여아는 1.12/1.26/1로서 여아가 남아에 비해 유의하지는 않으나 SFA 섭취량에 비해 PUFA와 MUFA의 섭취량이 상대적으로 높은 것을 알 수 있으며, 이와 같은 결과는 고학년에서도 나타났다(Table 3). 한편 우리나라 강릉 지역의 초등학교 아동들의 지방산 섭취량을 조사한 Kim 등³¹⁾의 연구에 의하면 남아 및 여아의 P/M/S 비율이 각각 0.7/0.8/1.0과 0.8/0.8/1.0으로 서울 지역 아동을 대상으로 한 본 연구에 비해서 조금 낮은 수치를 보고하였다.

불포화 지방산의 섭취가 강조되면서 섭취한 지방의 질을 평가할 때에는 P/M/S 비율 뿐만 아니라 PUFA의 ω 6/ ω 3계 지방산의 비율을 동시에 고려하게 되었다. 바람직한 ω 6/ ω 3계 지방산의 비율은 여러 요인들에 의해 연구자마다 다양하게 제시되고 있는데 Bourre¹³⁾는 기관이나 조직 지방산의 성질에 따라 바람직한 ω 6/ ω 3 지방산 비율이 6 : 1~10 : 1이라고 보고하였고 Neuringer 등¹⁴⁾은 모유의 ω 6/ ω 3 비율과 유사한 4 : 1~10 : 1을 권장하고 있다. 본 연구 대상자의 ω 6/ ω 3계 지방산의 비율은 평균 14.2로서 ω 6계 총섭

취량과 ω 3계 총섭취량에 의한 비율보다 높게 나타났다. 이러한 차이는 ω 6/ ω 3계 지방산 비율의 개인간의 차이가 매우 크고 ω 3계 지방산의 섭취량이 ω 6계 지방산에 비해 매우 낮은 경우가 있기 때문으로 사려된다. 아직 우리나라에서는 ω 6계와 ω 3계 지방산의 섭취 권장량이 제시되어 있지 않은데, 캐나다의 경우 7~9세 아동의 ω 3계 지방산 권장량은 1.0~1.2g, 10~12세 아동의 경우는 1.1~1.4g이며 ω 6계 지방산은 6~8g로 권장되고 있다.³²⁾ 본 연구 대상자의 ω 3계 및 ω 6계 지방산의 전체 평균 섭취량은 각각 1.3g, 9.2g으로 나타났는데 ω 6계 지방산의 섭취량의 경우 저학년 여아를 제외한 모든 군에서 캐나다 권장량을 초과하여 섭취하였고 ω 3계 지방산의 경우 성별, 학년에 상관없이 캐나다의 권장량 수준을 섭취하였다. 이를 종합해 볼 때, 본 조사 대상자와 같은 낮은 연령층에서 지방질 영양의 질적인 섭취에 문제가 있음을 지적하게 한다.

혈청 지방산 조성의 차이는 주로 저학년에 남·여 차이가 뚜렷함이 특이하며 이는 여아의 혈청에서 남아보다 포화지방산은 적고 ω 3계 지방산이 많은 것에 기인한다. 혈청 지방산 조성에서 P/S 비율의 전체 평균이 1.34(1.32~1.37)로서 이 수치는 Kim 등³³⁾의 연구에서 보고된 한국 여대생의 혈청 P/S 비율인 1.29와 비슷하였다. 성인을 대상으로 한 Oh 등³⁴⁾과 Kim 등³⁵⁾의 연구 결과에서도 그 비율이 1.15~1.4였으며, Olivieri 등³⁶⁾의 연구 결과에서는 1.02~1.25의 범위로 나타났다. 이처럼 혈청 P/S 비율은 나이 및 성별에 따라 차이가 크지 않은 것으로 보아 체내에서 혈청 P/S 비율이 세밀히 조절되는 것으로 사려된다. 혈청 ω 6/ ω 3 비율은 11.3으로 나타났으며 이는 여대생을 대상으로 한 Kim 등³⁵⁾ 및 Olivieri 등의 Nove study³⁶⁾결과와 비슷한 수준이었다. M/S 비율은 섭취 지방산이나 혈청 지방산 조성면에서 모두 여아가 남아보다 유의적으로 높은 비율로 나타남이 특이하다.

연구대상자의 혈청 Se 농도의 전체 평균은 416.7 μ g/l이며, 연령이 증가함에 따라 유의하지는 않으나 감소되는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 소아 영양과 혈중 Se 농도와의 관계를 연구 한 Richard³⁷⁾에 의하면, 전세계적으로 볼 때 혈중 Se의 농도는 그 폭이 매우 넓으며, 이는 그 지역의 토양내 Se 함량과 밀접한 관계가 있다고 보고되고 있다. 따라서 한 나라 안에서도 지역마다 큰 차이를 보이는 경우가 많으며 일반적으로 정상 소아의 혈청 Se 농도 범위는 50~150 μ g/l 수준으로 알려져 있다.³⁸⁾ 이와 비교해 보면, 본 연구대상자의 혈청 Se 농도가 높은 것을 알 수 있는데 그 이유 중 하나는 실험 방법의 차이를 들 수 있다. 즉 Se은 매우 불안정한 휘발성 원소로서 지금까지 이루어진 기존의 실험 방법에서는 복잡하고 긴 전처리 과정을 거치면서 Se의 손

실량이 매우 많게 되므로³⁸⁾ 손실이 적은 ICP/MS 방법으로 분석한 본 연구결과가 과거의 연구결과에 비해 상대적으로 높은 것으로 사려된다. 본 연구팀은 ICP/MS 방법을 이용하여 우리 나라 정상성인의 평균 Se 농도를 264 μ g/l로 보고하였는데³⁹⁾ 이는 성인을 대상으로 한 다른 조사 결과³⁶⁾⁴⁰⁾와 비교해 볼 때 본 연구결과와 마찬가지로 비교적 높은 수치를 보이고 있다. 식품 섭취를 통한 Se이 과잉으로 체내에 축적되면 독성을 일으킨다는 보고가 있으며,³⁸⁾⁴⁰⁾ 이 때의 혈청 Se 농도는 3200 μ g/l라 한다. 이와 비교해 볼 때, 본 연구대상자의 혈청 농도는 다른 연구 결과보다 높기는 하지만 독성을 일으키는 수준보다는 매우 낮은 농도이다. 한편, 연령과 Se 농도와의 관계를 살펴 보면 Slovenia 아동의 혈청 Se 농도를 조사한 Micetic-Turk 등⁴¹⁾의 연구에서 평균 Se 농도가 1~2세는 74.9 μ g/l, 3~5세는 85.5 μ g/l, 11~13세는 93.3 μ g/l으로 나이에 비례하여 증가하는 경향이 있다고 보고하였다. Rossipal과 Tiran⁴²⁾의 연구에서도 1~15세 어린이의 혈청 Se 농도는 성인에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타낸다고 보고하였다. 그러나 20세 이상의 성인을 대상으로 한 Nove study³⁶⁾에서는 연령이 증가할 수록 혈청 Se 농도가 감소하며 그 원인을 Se의 섭취 감소에 기인한다고 추정하고 있는데 이는 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내는 본 연구결과와 유사한 양상을 보여주고 있다. 소아의 혈청 Se 농도와 Se을 활성의 필수 cofactor로 함유하는 GSH-Px의 활성 관계에 대한 연구⁴³⁾에 의하면 농도가 78.96 μ g/l~2053 μ g/l 사이에서는 Se 농도가 높을 수록 GSH-Px의 활성도가 증가했다고 보고되고 있다. 따라서 혈청 Se 농도와 관련하여 Se 영양상태를 직·간접적으로 판정할 수 있는 GSH-Px의 활성도에 대한 관련 연구도 함께 진행되어야 할 것으로 생각된다.

PUFA의 과잉섭취는 산화 스트레스를 유발시켜 항산화 영양소의 고갈을 야기시킬 수 있는 부작용을 초래할 수 있다.¹⁸⁾ Bellisola 등⁴⁴⁾은 흰쥐에게 fish oil 등과 같은 PUFA를 일정한 양씩 10주간 주었을 때 혈청 Se 농도가 유의적으로 감소하였는데 이는 fish oil 등과 같은 long chain PUFA가 조직 및 혈액내 lipid peroxide의 양을 증가시켜 이에 대한 방어 기전으로 항산화효소인 GSH-Px의 활성을 증가시키고 결과적으로 Se의 소모가 이루어졌다고 설명하였다. 그러나 PUFA 섭취량이 증가할 수록 혈청 Se 농도가 감소하는 결과를 보인 기존 연구들³⁶⁾⁴⁴⁾과는 달리 본 연구에서는 PUFA 섭취량과 혈청 Se 농도사이에서 유의한 상관관계는 나타나지 않았다. 그러나 혈청 지방산의 P/S 비율과 혈청 Se과는 유의적인 음의 상관관계를 나타냈다($p < 0.05$). 즉 혈청 SFA에 비해 PUFA 조성 비율이 높을 수록 lipid perox-

idation의 증가로 인해 혈청 Se 농도가 감소됨을 알 수 있으며 항산화 체계에 있어서 SFA에 대한 PUFA의 상대적 비율인 P/S 비율이 더 중요한 의미를 지닌다고 사려된다. 개별지방산과 Se 농도와의 상관성을 알아본 결과, 전체적으로 유의적인 상관성을 나타낸 지방산은 MUFA인 C24: 1였으며 혈청 PUFA 수준과 혈청 Se 농도는 유의적이지는 않지만 음의 관계를 보였다. 특히 저학년 여아에서 혈청 ω 6계 PUFA 및 MUFA인 C24: 1 조성이 혈청 Se 농도와 유의적인 음의 관계를 보인 것이 특이하다. Nove study³⁶⁾에서는 적혈구막의 oleic acid(C18: 1) 조성과 GSH-Px가 유의적인 음의 상관관계가 있음을 보고하였으며, 이 결과는 MUFA인 C18: 1의 증가는 PUFA에 비해 산화적 손상을 적게 받게 되어 결과적으로 항산화 system인 GSH-Px 활성을 감소시키는 것으로 설명하였다. 본 연구에서도 같은 MUFA 계열인 C24: 1이 Se 농도와 음의 상관성을 보인 점은 흥미로우며, 혈청 Se과 혈청 지방산 농도사이의 보다 명확한 관계규명을 위해 연령별, 성별로 각 항산화요소와 지방산과의 관계에 대한 총체적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사려된다.

요약 및 결론

우리 나라 도시지역 초등학생을 대상으로 지방산 섭취 실태를 조사하고 혈청 지방산 조성 및 항산화 영양소인 혈청 Se 농도를 측정하여 이들의 관계를 알아본 결과는 다음과 같다.

1) 대상자의 PUFA, MUFA, SFA의 평균 섭취량은 각각 10.5g, 12.7g, 11.2g으로 나타났고, P/M/S 비율은 전체 평균이 1.10/1.18/1.0로서 권장범위에 속하나, ω 6계 지방산의 평균 섭취량은 9.19g, ω 3계 지방산의 평균 섭취량은 1.33g, 그리고 ω 6/ ω 3계 지방산의 비율은 평균 14.2로서 권장비율인 4~10보다 높게 나타났다.

2) 혈청 지방산 중 PUFA의 평균조성은 40.6%였으며 MUFA와 SFA가 각각 28.1%, 31.6%로 나타났고, 혈청 P/S의 평균 비율은 1.34로 일정하게 유지되었다. 평균 ω 3계 지방산 조성은 3.80%이고 이를 주요 지방산별로 보면 α -LNA가 0.69%, EPA는 0.79%였으며 DHA는 1.91%였다. ω 6계 지방산조성은 전체 평균이 36.8%로서 LA는 30.1%, AA는 4.70%의 평균조성을 나타냈다. 섭취 지방산과 혈청 지방산 조성에서 여아의 M/S 비율이 남아보다 유의적으로 더 높음이 특이하다.

3) 연구대상자의 평균 혈청 Se 농도는 416.7 μ g/l였으며 저학년(1~3학년)이 고학년(4~6학년)보다 유의적으로 높

게 나타났으나($p < 0.05$) 성별에 따른 차이는 없었다.

4) 혈청 Se농도와 혈청 지방산 조성과의 관계를 보면 P/S 비율($p < 0.05$)과 C24: 1은 모두 음의한 상관관계를 나타내었고($p < 0.05$), SFA 조성과는 유의한 양의 상관관계를 보였다. 한편 섭취지방과 혈청 Se 농도와는 유의한 상관관계가 관찰되지 않았다.

본 연구에서 나타난 일부 초등학생의 지방산 섭취 결과를 종합해 볼 때, 본 조사대상자와 같은나이 어린 연령층에 있어 지방산의 균형적인 섭취가 강조되어야 하겠다. 즉, 콩, 해조류, 생선 등의 ω 3계 지방산이 풍부한 식품의 섭취 증가와 함께 ω 6계 지방산의 섭취를 줄이도록 하는 내용의 영양교육이 이루어져야 하겠다. 또한 식품 중 Se 함량에 대한 정확한 분석을 통해 일일 Se 섭취량 조사가 이루어져야 하며 이러한 자료를 바탕으로 Se의 권장량 설정이 이루어져야 할 것이다. 그리고 혈청 Se과 혈청 지방산 농도사이의 보다 명확한 관계 및 각 항산화 요소들과의 관계규명에 대한 총체적인 연구가 이루어져야 하겠다.

Literature cited

- 1) Hertzler AA. Children's food patterns. A Review: 1. Food preferences and feeding problems. *J Am Diet Assoc* 83(5): 555-560, 1983
- 2) Advanced Nutrition, Shingwang Co. 1992
- 3) Lee KY, Lee YC, Kestin M, Clifton P, Bellin GB, Nestel PJ. n-3 fatty acids of marine origin lower systolic blood pressure and triglyceride but raise LDL cholesterol compared with n-3 and n-6 fatty acids from plants. *Am J Clin Nutr* 51: 1028-1034, 1990
- 4) Harris WS, Rothrock DW, Fannig A, Inkeles SB, Goodnight SH, Illingworth DR, Connor WE. Fish oils in hypertriglyceridemia: A dose-response study. *Am J Clin Nutr* 51: 399-406, 1990
- 5) Neuringer M, Connor WE. N-3 fatty acids in the brain and retina: evidence for their essentiality. *Nutr Rev* 44: 125-134, 1986
- 6) Neuringer M, Anderson GJ, Connor WE. The essentiality of n-3 fatty acids for the development and function of the retina and brain. *Ann Rev Nutr* 8: 517-541, 1988
- 7) Nettleton JA. Are n-3 fatty acids essential nutrients for fetal development? *J Am Diet Assoc* 93: 58-64, 1993
- 8) Carlson SE, Werkman SF, Peeples JM, Cooke RJ, Koo WWK, Tolley EA. The effect of marine oil supplemented formula with and without eicosapentaenoic acid on the n-3 and n-6 fatty acid and growth of premature infants. In *Advances in Polyunsaturated Fatty Acid Research*, pp.261-264, 1992
- 9) Dougherty RM, Fong AKH, Iacono JM. Nutrient content of the diet when the fat is reduced. *Am J Clin Nutr* 48: 970-979, 1988
- 10) Grundy SM. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N Engl J Med* 314: 745-748, 1986
- 11) Grundy SM. Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am J Clin Nutr* 45: 1168-1175, 1987
- 12) Lands WEM. Biochemistry and physiology of n-3 fatty acids. *FASEB J* 6: 2530-2536, 1992
- 13) Bourre JM, Durand G, Pascal G, Youyou A. Brain cell and tissue recovery in rats made deficient in n-3 fatty acids by alteration of die-

- tary fat. *J Nutr* 119: 15-22, 1989
- 14) Korean Nutrition Survey, The Ministry of health and Social Affairs, 1993
 - 15) Lee YA, Ahn HS, Lee SH, Kim SJ, Chung EJ, Um YS, Lee-Kim YC, Lee DH. Studies on dietary intakes and serum levels of fatty acids of Korean children. 7th Asian Congress of Nutrition Abstracts, pp.366, 1995
 - 16) Tappel AL. Lipid peroxidation damage to cell components. *Fed Proc* 32: 1870-1874, 1973
 - 17) Chow CK, Reddy K, Tappel AL. Effect of dietary vitamin E on the activities of glutathione peroxidase system in rat tissues. *J Nutr* 103: 618-624, 1973
 - 18) Cho SH, Im JG, Choi YS. Periodic changes in vitamin E, A and glutathione status in rats fed fish oil diet with different levels of vitamin E. *Korean J Nutr* 25(7): 586-596, 1992
 - 19) US National Academy of Sciences, National Research Council. Selenium in nutrition. Washington DC, Agricultural Board, Committee on American Nutrition, 1971 and 1983
 - 20) Shim TS, Ko KW. Physical growth percentiles of Korean children in 1985. *Korean J Pediatrics* 29: 232-254, 1986
 - 21) National cholesterol education program' Report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents. *Pediatrics* 89(Suppl): 525-576, 1992
 - 22) Fridwald WT, Levy RI, 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
 - 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) Goossens J, Vanhaecke F, Mosens L, Dams R. Elimination of inductively coupled plasma mass spectrometry. *Annal Chim Acta* 280: 137-143, 1993
 - 25) Recommended dietary allowances for Korean. 6th Reversion, 1995
 - 26) Resnicow K, Morley-Kotchen J, Wynder E. Plasma cholesterol levels of 6585 children in the United States. *Pediatrics* 84(6): 969-976, 1989
 - 27) Cha SW, Chung YH. A study on the triglyceride values in children. *Korean J Pediatrics* 37(11): 1519-1525, 1994
 - 28) Ginsberg BE, Zetterstrom R. Serum cholesterol level in newborn infants with gestation ages of 28-42 weeks. *Acta Pediatr Scand* 69: 578-592, 1980
 - 29) Whoang GE, KS Rhee, Chung YH. The normal serum total cholesterol level in children. *Korean J Pediatrics* 35(11): 1559-1565, 1992
 - 30) Yoon EY, Kim WG, Lee YN, Kim JH, Kim CI, Choi H, Mo S. Obesity, blood lipids and eating behavior of high socioeconomic school children. *Korean J Lipidology* 2(1): 52-64, 1992
 - 31) Kim E, Choi J, Kim M. A study on serum lipid levels and dietary fat and fatty acid intakes in primary school children. *Korean J Nutr* 31(2): 166-178, 1998
 - 32) Simopoulos AP. ω3 Fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54: 438-463, 1991
 - 33) 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
 - 34) Oh KW, Lee SI, Song KS, Nam CM, Kim YO, Lee YC. Fatty acid intake patterns and compositions of serum phospholipids-fatty acids of the Koreans adults. *Korean J Lipidology* 5(2): 153-165, 1995
 - 35) Kim HM. Studies on fatty acid intake pattern, fatty acid composition of total serum phospholipids, and serum antioxidant system of diabetic patients in Korea. doctoral thesis in Yonsei Univesity, 1994
 - 36) Olivieri O, Stanzial AM, Girelli D, Trevisan MT, Guarini P, Terzi M, Caffi S, Fontana F, Casaril M, Ferrai S. Selenium status, fatty acids, vitamins A and E, and aging: the Nove study. *Am J Clin Nutr* 60: 510-517, 1994
 - 37) Richard E, Litov RE, Combs GF Jr. Selenium in pediatric nutrition. *Pediatrics* 87(3): 339-351, 1991
 - 38) Diplock AT. Trace elements in human health with special reference to selenium. *Am J Clin Nutr* 45: 1313-1322, 1987
 - 39) Lee-Kim YC, Chung EJ, Hwang J, Kim MK, Lee JH, Park T, Kim ST, Park KY. A study on serum concentrations of antioxidant minerals in normal Korean adults. *Korean J Nutr* 31(3): 324-332, 1998
 - 40) Haldimann M, Venner TY, Zimmerli B. Determination of selenium in the serum of healthy Swiss adults and correlation to dietary intake. *J Trace Elements in Medicine and Biology* 10(1): 31-45, 1996
 - 41) Micetic-Turk D, Turk Z, Radolli L. Serum selenium values in healthy children aged 1-18 years in NE Slovenia. *European J Clin Nutr* 50(3): 192-194, 1996
 - 42) Rossipal E, Tiran B. Selenium and glutathione peroxidase levels in healthy infants and children in Austria and the influence of nutrition regimens on these levels. *Nutrition* 11(5 Suppl): 573-575, 1995
 - 43) Lloyd B, Robson E, Smith I, Clayton BE. Blood selenium, concentration and glutathione peroxidase activity. *Archives of Disease in Children* 64: 352-356, 1989
 - 44) Bellisola G, Galassini S, Moschini G, Ploi G, Perona G, Guidi G. Selenium and glutathione peroxidase variations induced by polyunsaturated fatty acids oral supplementation in humans. *Clinica Chimica Acta* 205: 75-85, 1992