

여대생의 비타민 A 영양 상태

나 유 경 · 김 영 남

한국교원대학교 가정교육과

Vitamin A Status of Female University Students

Yoo-Kyung Na and Young-Nam Kim

Dept. of Home Economics Education, Korea Natl. Univ. of Education, Chungbuk 363-791, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to diagnose nutritional status of vitamin A in female university students. Total of 59 female students in Korea National University of Education, Home Economics Education department were recruited for this study.

Retinol and 4 major carotenoids in serum(β -carotene, α -carotene, lycopene and lutein) were analyzed by HPLC. The isocratic separation was performed in a μ BondapakTM C₁₈ stainless steel column with a solvent system of acetonitrile : methanol = 85 : 15.

The results of analysis were as follows:

The average retinol concentration of 59 female students was 25.9 μ g/100ml. According to biochemical criteria for the assessment of vitamin A status, 18 of them belong to well-nourished and 6 students belong to adequate status. On the other hand, 8 students, 3 freshmen and 5 sophomore, were in critical vitamin A status. Retinol concentrations of junior and senior students were higher than those of freshmen and sophomore($P < 0.001$).

The average concentrations of serum β -carotene, lycopene, and lutein were 1.9, 5.4, and 41.4 μ g/100ml, respectively. Serum β -carotene concentration of senior was significant, higher than those of freshman, sophomore and junior($p < 0.001$). Lycopene concentration of freshman was significant, lower than those of the other grades and that of senior was sig, higher than those of the other grades($p < 0.05$). Lutein concentrations of junior and senior were significant, higher than those of freshman and sophomore($p < 0.001$). The serum α -carotene concentrations of the students were too low to analyze.

Key words: vitamin A, retinol, β -carotene, lycopene, lutein.

I. 서론

비타민 A는 천연적으로 여러 이성 형태를 갖는데, 이는 side chain에서 2중 결합의 구조적 차이점으로 인해 생긴다. 자연적으로 존재하는 비타민 A의 형태는 주로 all-trans isomer이며, 생체 활성을 갖는 세 종류의 retinol, retinal, retinoic acid가 있다. Retinol, retinal, retinoic acid 및 합성 유사물질들을 모두 retinoids라 하며, 일반적으로 비타민 A라고 부를 때에는 식품 내에 존재하는 알코올형태의 retinol을 말한다^{1,2)}. 그 외에도 분자 중 β -ionone 고리를 갖는 α -carotene, β -carotene, γ -carotene과 cryptoxanthin 등의 carotenoids는 provitamin A로써 체내에서 분해되어 비타민 A 활성을 지니게 된다³⁾.

성인의 비타민 A 필요량은 극히 적어서 하루 700 μ g RE만 섭취하면 충분하지만 체내에서 합성되지 않기 때문에 반드시 식품으로 섭취하여야 한다⁴⁾. 비타민 A는 동물성 식품(간, 생선 간유, 우유 특히 강화우유, 버터, 치즈, 달걀)에 들어 있으며 식물체나 미생물에는 없다. 그러나 당근, 시금치, 토마토 같은 녹색 채소와 과일에는 α -, β -, γ -carotene이나 cryptoxanthin 같은 황색, 적색의 carotenoid 색소 즉 provitamin A가 풍부하게 들어 있으며, 이 외에도 provitamin A 물질에 해당하지 않는 lycopene, lutein 등이 있다⁵⁾.

우리 나라 국민영양조사에 의하면 비타민 A의 섭취량은 지속적으로 권장량에 미달하는 것으로 밝혀졌으며, 비타민 A의 섭취에 있어 식물성 식품에의 의존도가 특히 높아 1994년 통계에 따르면 비타민 A 전체 섭취량의 80% 이상을 체내 흡수율이 떨어지는 식물성 식품에서 공급받는 것으로 나타났다⁶⁾. 그리고 여대생 70명에 대한 조사에서 비타민 A 섭취량이 권장량의 73%에 불과하였으며⁷⁾, 20~29세 성인 여성에 대한 조사에서도 비타민 A의 섭취량이 권장량의 70%에 미달하는 것으로 보고되었다⁸⁾. 따라서 본 연구는 여대생을 대상으로 비타민 A의 영양 상태를 확인하고자 하였다. 비타민 A의 영양 상태는 혈청 내 retinol 함량을 조사함으로써 진단이

가능하다⁹⁾. 그리고 이들의 혈청 내 주요 carotenoids인 β -carotene, α -carotene, lycopene, lutein의 함량을 분석하였다.

실험수행에 따른 편의성을 고려하여 한국교원대학교에 재학중인 여학생 가운데 연구에의 참여 의사를 밝힌 가정교육과 1, 2, 3, 4학년 59명을 피험자로 선정하였으며, 혈청 retinol과 4가지 carotenoids의 함량 분석방법으로는 빠르고, 정확하며, 산화 파괴로부터 carotenoids를 보호할 수 있는 reversed phase HPLC를 적용하였다.

II. 재료 및 방법

1. 기기 및 시약

1) 실험 기기

UV/Vis. spectroscopy는 Hewlett Packard사의 8452A Diode-Array Spectrophotometer를 사용하였다. HPLC는 Waters사의 U6K Universal injector, M510 pump, M486 tunable absorbance detector와 HP 3396 integrator로 구성하였으며, μ BondapakTM C₁₈ stainless steel column(3.9 \times 300 mm)을 사용하였다.

2) 시약

Retinol, β -carotene, α -carotene, lutein, lycopene의 표준물질은 Sigma Chemical Company의 제품을 구입하여 사용하였다. HPLC 이동상으로 사용된 acetonitrile(AcN)과 methanol(MeOH)은 J.T. Baker Inc.의 제품을, 그리고 추출 용매로 사용된 acetone과 petroleum ether(PE), hexane은 동양화학공업주식회사와 Fisher Scientific의 제품을, ethanol은 James Burrough(F.A.D.) Ltd.의 제품을, 건조제로는 덕산약품공업주식회사의 Na₂SO₄를 구입하여 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 혈액 채취 및 보관

1996년 5월 7일과 8일 이틀에 걸쳐 오전 9~10시

사이에 피험자 1인당 5ml의 혈액을 채취한 후 즉시 혈청을 원심 분리하였다. 자외선이 투과하지 못하는 갈색 유리병에 혈청을 넣어 분석하기까지 -70°C 이하의 온도에서, 보관 기간은 6개월을 초과하지 않도록 하였다. 혈액 채취는 한국교원대학교 보건소에 의뢰하였다.

2) 혈청 retinol 및 carotenoids의 추출 및 분석

혈청 1ml에 에탄올 1ml를 넣어 9분간 sonication 시킨 다음, hexane 2ml를 넣고 9분간의 sonication 과정을 2회 반복하여 약 4ml의 hexane 추출물을 얻었다. 추출물 중 hexane을 질소로 완전 휘발시킨 후, HPLC 이동상 $200\mu\text{l}$ 에 용해시켜 이 중 $25\mu\text{l}$ 를 HPLC에 주입함으로써 정량, 정성 분석을 실시하였다¹⁰⁾.

3) Retinol과 β -carotene, α -carotene, lycopene, lutein의 HPLC peak 확인 및 함량 측정

(1) Retinol과 β -carotene, α -carotene, lycopene, lutein의 HPLC peak 확인

Retention time, co-chromatography, UV spectrum 형태와 main absorption maxima 관찰 등의 방법으로 chromatogram에 나타난 peak들을 확인하였다¹¹⁾.

(2) Retinol과 β -carotene, lycopene, lutein의 함량 측정

Retinol과 β -carotene, lycopene, lutein의 함량은 Arroyave 등¹¹⁾의 방법을 사용하여 측정하였으며, 적용된 $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ (흡광계수)는 retinol과 lutein(ethanol 용매)이 각각 1,850 ($\lambda_{\text{max}}=325\text{nm}$), 2,236 ($\lambda_{\text{max}}=458\text{nm}$)이었고, β -carotene과 lycopene(PE 용매)은 각각 2,592 ($\lambda_{\text{max}}=453\text{nm}$), 3,450 ($\lambda_{\text{max}}=472\text{nm}$)이었다¹²⁾. Retinol과 carotenoids 각각의 표준물질 일정량을 HPLC 용매에 용해한 후 주입시켜 검출된 peak 각각의 면적을 세로축으로, 주입량을 가로축으로 하여 회기식을 작성하고, 이에 근거하여 시료내 retinol과 carotenoids의 함량을 산출하였다¹³⁾.

그리고 retinol 측정 시료로는 혈청을, carotenoids 측정 시료로는 당근 주스를 사용하여 반복 실험을 10회 수행한 다음 변동계수 (coefficient of variation)를 산출함으로써 반복 정확도를 확인하였다¹⁴⁾.

4) 통계처리

자료는 SPSS/PC⁺를 이용하여 분석하였다. One-way ANOVA를 사용한 후 Duncan's 방법으로 사후 검증하였다¹⁵⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 혈청 retinol 함량과 비타민 A의 영양 상태

한국교원대학교 여학생 59명의 혈청 retinol 함량을 학년별로 구분하여 Table 1에 제시하였다.

한국교원대학교 여학생들은 입학과 동시에 전원 생활관 의무생활을 하며, 따라서 영양사가 작성한 식단에 따라 3끼니를 섭취한다고 할 때 고등학교 시절의 도시락 위주 식사와 비교하여 비타민 A의 섭취량이 다소 많을 것으로 기대된다. 비타민 A의 체내 대사속도에 대하여는 정확히 밝혀진 바 없으나 섭취량 증가에 따른 시간적 축적 효과가 있는지 알아보고자 하여 retinol 및 carotenoids의 함량을 학년별로 비교하였다.

학년별 혈청의 retinol 함량을 비교해 본 결과, 1학년은 평균 15.7 , 2학년은 13.7 , 3학년은 38.0 , 4학년은 $38.7\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고, 이들 전체의 retinol 함량 평균은 $25.9\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 학년에 따라 $P<0.001$ 수준에서 유의한 차이를 나타내었다. Duncan's 사후 검증 결과 1, 2학년의 혈청 retinol 함량이 3, 4학년과 비교하여 유의한 수준에서 낮았다.

혈청 retinol 함량의 최대치는 $91.0\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고, 최소치는 $1.0\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 차이가 매우 심하였다.

이들 여학생의 비타민 A의 영양상태에 대한 진단 결과를 Table 2. 에 제시하였다.

비타민 A 영양상태진단을 위한 생화학적 기준은 혈장 100ml 당 retinol 함량이 $30\mu\text{g}$ 이상이면 매우 양호, $20\sim30\mu\text{g}$ 이면 양호, 그리고 $10\mu\text{g}$ 미만이면

Table 1. Serum retinol concentration of subjects($\mu\text{g}/100\text{ml}$)

Grade	N	\bar{X}	SD	Max.	Min.	F	Duncan's
freshman	16	15.7	10.3	37.0	1.0	11.1***	A
sophomore	15	13.7	5.3	22.0	6.0		A
junior	13	38.0	22.2	72.0	14.0		B
senior	15	38.7	20.3	91.0	15.0		B
Total	59	25.9	19.4	91.0	1.0		

*** $P < 0.001$ **Table 2.** Serum vitamin A status of subjects

(N)

Vitamin A status · Grade ($\mu\text{g}/100\text{ml}$)	Feshman	Sophomore	Junior	Senior	Total
$X < 10$ (critical)	3	5	—	—	8
$10 \leq X < 20$	10	9	5	3	27
$20 \leq X < 30$ (adequate)	—	1	2	3	6
$X \geq 30$ (well-nourished)	3	—	6	9	18
Total	16	15	13	15	59

X = serum retinol content

영양불량으로 간주한다⁹⁾.

혈청 내 retinol 함량으로 비타민 A의 영양상태를 진단한 결과 8명(14%)이 영양불량으로 진단되었는데, 이 중 1학년이 3명, 2학년이 5명이었다. 3, 4학년 학생은 모두 $10\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이상으로 영양불량에 해당하는 사람은 없었다. 특히 4학년의 경우 80% 이상이 양호 이상의 영양상태로 진단되었다.

식사 실태를 직접 조사하지 않았기 때문에 정확한 근거를 제시할 수는 없지만, 중, 고등학교 시절 특히 고 3 수험생 시기의 불규칙한 식습관과 채소가 부족한 도시락의 섭취, 그리고 다이어트로 인한 제한된 식품 섭취가 대학교 1, 2학년 여대생의 비타민 A 영양불량의 원인이 아닌가 생각해 볼 수 있다.

HPLC chromatogram상에서 혈청 retinol peak를 Fig. 1에 제시하였다.

실험 조건 상에서 retinol의 머무름 시간(T_R)은 평균 4.2분으로 다른 peak들과 뚜렷이 구분되었다.

2. 혈청 carotenoids 함량

한국교원대학교 1~4학년 여학생 59명의 학년별 혈청 β -carotene 함량을 Table 3에 제시하였다.

혈청 β -carotene 함량의 전체 평균은 $1.9\mu\text{g}/100$

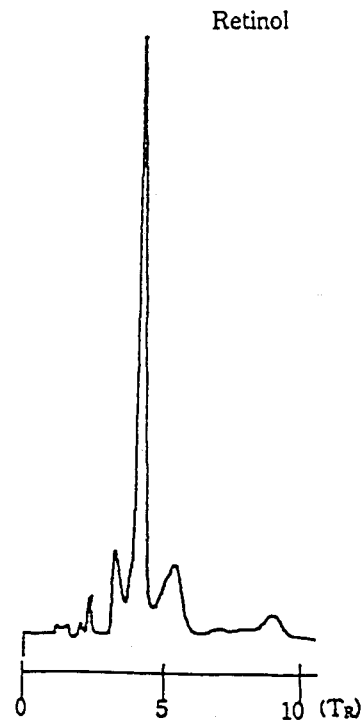
**Fig. 1.** HPLC chromatogram of serum retinol.

Table 3. Serum β -carotene concentration of subjects($\mu\text{g}/100\text{ml}$)

Grade	N	\bar{X}	SD	Max.	Min.	F	Duncan's
freshman	16	0.7	1.6	5.0	0	7.6***	A
sophomore	15	0.9	1.7	5.0	0		A
junior	13	0.3	0.6	2.0	0		A
senior	15	5.5	6.4	18.0	0		B
Total	59	1.9	4.0	18.0	0		

*** $P < 0.001$

m)이었으며, 4학년 학생의 평균은 $5.5\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고, 나머지 1, 2, 3학년 학생은 평균 함량이 모두 $1.0\mu\text{g}/100\text{ml}$ 미만으로 나타났다. 혈청 β -carotene 함량은 학년에 따라 $P < 0.001$ 수준에서 유의한 차이가 있었으며, 사후 검증 결과 1, 2, 3 학년 각각의 혈청 β -carotene 함량은 4학년의 혈청 β -carotene 함량과 유의한 차이가 있었다.

건강한 스페인 사람 111명(남자 57명, 여자 54명), 25-59세의 연령 층을 대상으로 성별 및 계절에 따른 retinol과 carotenoids의 함량 변화에 대한 조사 결과, β -carotene의 함량은 남자 $11.8\mu\text{g}/100\text{ml}$, 여자 $20.2\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 여자가 남자보다 높았으며, β -carotene의 함량은 남녀 모두 여름철에 증가하는 것으로 보고하였다¹⁰⁾. 본 연구 대상자의 혈청 β -carotene 함량은 최대치가 $18.0\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 스페인 여성의 평균 함량에도 미치지 못하였으며, 스페인 여성의 경우에도 혈청 β -carotene 함량은 개인간 편차가 매우 커서 최소 함량은 $1.1\mu\text{g}/100\text{ml}$ 에 불과한 것으로 보고되었다. 그리고 Micozzi 등¹⁶⁾이 보고한 건강한 미국인 성인 남성의 혈청 β -carotene 함량 $16.3\mu\text{g}/100\text{ml}$ 과 비교하여 현저히 낮은 것으로 나타났다.

비타민 A 섭취량의 대부분을 식물성 식품에 의존

하는 우리 나라 국민의 식습관을 고려해 볼 때, 본 연구에서의 혈청 100ml 당 β -carotene 평균 함량 $10\mu\text{g}$ 미만은 무척 낮은 수준이라 할 수 있다. 이는 비타민 A 섭취량의 절대 부족⁶⁾과 지방 섭취량 부족으로 인한 흡수율 저하¹⁷⁾가 원인이 아닌가 짐작할 수 있다.

여대생 59명의 혈청 α -carotene 함량은 본 연구의 실험조건 상에서 자료화 할 수 없을만큼 미량이었다.

여대생 59명의 학년별 혈청 lycopene의 함량은 Table 4와 같다.

혈청 lycopene의 학년별 평균 함량은 2학년이 가장 낮아 $0.1\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었고, 4학년이 가장 높은 $14.2\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 학년에 따라 $P < 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 있었다. 또한 사후 검증 결과 2학년과 4학년의 혈청 lycopene 함량간에 유의한 차이가 있었다. 혈청 lycopene의 함량은 최대치가 $80.0\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었으며, 최소치는 $0.0\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 조사되었다.

스페인인을 대상으로 한 선행 연구¹⁰⁾에서 혈청 lycopene의 함량은 남자 $20.9\mu\text{g}/100\text{ml}$, 여자 $22.5\mu\text{g}/100\text{ml}$ 인 반면에 본 연구에서는 혈청 lycopene의 평균 함량이 $5.4\mu\text{g}/100\text{ml}$ 로 상대적으로 낮게 나타

Table 4. Serum lycopene concentration of subjects($\mu\text{g}/100\text{ml}$)

Grade	N	\bar{X}	SD	Max.	Min.	F	Duncan's
freshman	16	1.4	3.6	14.0	0	3.7*	AB
sophomore	15	0.1	0.3	1.0	0		A
junior	13	6.4	22.1	80.0	0		AB
senior	15	14.2	15.2	63.0	0		B
Total	59	5.4	13.9	80.0	0		

* $P < 0.05$

났는데, 이는 우리 나라 식습관에 비추어 볼 때 서양인보다 lycopene이 다량 함유되어 있는 토마토를 즐겨 먹지 않는 것을 반영한 결과라고 생각된다. 그리고 본 연구는 5월 초에 혈액 채취가 이루어졌으며, 우리 나라 사람들은 주로 한여름동안 토마토를 섭취한다고 할 때 이같은 계절적인 요인도 혈청 lycopene이 낮은 것에 대한 부분적인 설명이 될 수 있을 것으로 짐작된다.

여대생 59명의 학년별 혈청 lutein의 함량을 Table 5에 제시하였다.

혈청 lutein 함량의 전체 평균은 41.4 μ g/100ml이었으며, 학년별 평균 함량 차이를 살펴보면 3학년이 가장 높아 113.7 μ g/100ml이었고, 2학년이 가장 낮 전체 인원이 59명에서 58명으로 된 이유는 평균과 표준편차에 큰 영향을 주는 극단치(291 μ g/100ml)를 제외시켰기 때문이다.

스페인 성인에 대한 선행연구¹⁰⁾에서 혈청 lutein 함량은 남자 11.4 μ g/100ml, 여자 13.6 μ g/100ml으로, 그리고 미국인 여성 98명에 대한 조사에서는 혈청 lutein 함량이 26.2 μ g/100ml으로 보고되었다⁸⁾. 본 연구에서는 혈청 lutein의 평균 함량이 41.4 μ g/100ml으로, 이는 우리 나라 식습관을 고려할 때 서양인보다는 lutein이 풍부한 푸른 잎 채소를 비교적 많이 섭취하기 때문이라고 생각된다.

혈청 carotenoids의 HPLC chromatogram을 Fig. 2에 제시하였다.

검출 파장 450nm에서 lutein peak가 5.2분에 검출되었으며, lycopene이 11.7분, 그리고 β -carotene이 19.5분에 검출되었다. 이 외에 α -carotene의 peak가 β -carotene 바로 전에 나타났다.

반복 실험에 따른 정확도를 측정하기 위한 방법으로 동일 시료를 HPLC에 10회 주입하여 함량 변화

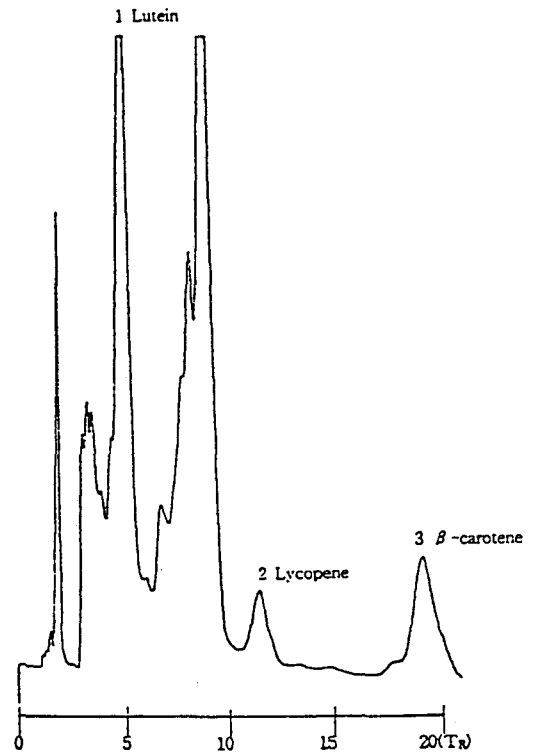


Fig. 2. HPLC chromatogram of serum carotenoids.

를 측정된 결과 retinol, β -carotene, lycopene과 lutein의 변동계수가 각각 1.6, 1.4, 1.9, 2.6%로 나타나 반복 측정의 오차는 매우 적은 것으로 확인되었다.

VI. 결 론

우리 나라 국민은 비타민 A의 섭취량이 지속적으로 권장량에 미달되고 있으며, 비타민 A 섭취량의

Table 5. Serum lutein concentration of subjects

Grade	N	\bar{X}	SD	Max.	Min.	F	Duncan's
freshman	16	10.4	14.4	57.0	0.0	30.4***	A
sophomore	15	6.0	6.6	20.0	0.0		A
junior	12	113.7	65.8	197.0	5.0		B
senior	15	51.9	22.3	94.0	11.0		C
Total	58	41.4	52.4	197.0	0.0		

***P<0.001

(μ g/100ml)

80~90%를 식물성 carotenoids에 의존하고 있는 것으로 보고되고 있다. 최근들어 carotenoids의 암 예방 및 치료, 관상순환계 질환 예방 같은 성인병 예방 기능이 제기되면서 carotenoids의 적극적인 섭취가 권유되고 있는데 carotenoids는 retinoids와 비교하여 체내 흡수율이 떨어지며, 또 지방과 함께 섭취할 때 흡수율이 다소 증가된다는 점을 고려할 때 carotenoids의 의존도가 매우 높고 지방 섭취량이 부족되는 우리 나라 여대생들의 비타민 A의 영양 상태가 어느 정도의 수준인지 궁금하였다.

따라서 본 연구는 한국교원대학교 여학생 59명을 피험자로 선정하여 혈청내 retinol 함량과 4가지 주요 carotenoids, 즉 β -carotene, α -carotene, lycopene, lutein의 함량을 분석하였다.

이들에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

혈청 retinol 함량 평균은 $25.9\mu\text{g}/100\text{ml}$ 이었으며, 학년에 따라 $P<0.001$ 수준에서 유의한 차이를 나타냈다. 혈청 retinol 함량의 평균으로 보아 3학년과 4학년 학생의 비타민 A의 영양 상태는 매우 양호한 반면, 1, 2학년은 3, 4학년에 비하여 상대적으로 비타민 A의 영양 상태가 좋지 않은 것으로 나타났다. 특히 1학년 학생의 18.8%, 2학년 학생의 33.3%가 영양 불량 범위에 속한 것으로 나타나 비타민 A의 영양 상태의 심각성을 알 수 있었다.

본 실험에 참가한 대상자가 일부 여대생으로 제한되어 있기는 하지만 이는 1994년도 국민영양조사 보고에서 우리 국민이 권장량의 62.0%를 섭취하고 있고, 내내 비타민 A의 섭취량이 권장량에 미달되고 있다는 것을 반영하는 결과라고 할 수 있다.

혈청 β -carotene의 평균 함량은 100ml 당 $10\mu\text{g}$ 미만으로 상당히 낮았다. β -carotene 섭취 절대량 부족과 지방 섭취량 부족 때문으로 추측할 수 있다. 혈청 β -carotene 함량은 학년에 따라 $P<0.001$ 수준에서 유의한 차이가 있었다.

혈청 lycopene의 평균 함량도 $5.4\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로 낮았는데 lycopene이 다량 함유되어 있는 토마토를 자주, 많이 먹지 않는 식습관을 반영하는 결과라고 생각된다. 혈청 lycopene 함량은 학년에 따라 $P<0.05$ 수준에서 유의한 차이가 있었다.

혈청 lutein의 평균 함량이 $41.4\mu\text{g}/100\text{ml}$ 으로 다

른 3가지 carotenoids와 비교하여, 그리고 서구인들에 대한 선행 연구에 비하여도 상대적으로 높았다. 이는 우리 나라 식습관을 고려할 때 서양인보다는 lutein이 풍부한 푸른 잎 채소를 비교적 많이 섭취하기 때문이라고 생각된다. 혈청 lutein 함량은 학년에 따라 $P<0.001$ 수준에서 유의한 차이가 있었다.

결론적으로, 비타민 A의 영양 상태는 1, 2학년의 경우 3, 4학년에 비하여 좋지 않은 것으로 나타났다.

끝으로 본 연구는 실험에 참가 한 대상자들의 식사실태 또는 식품 기호도를 조사하지 못하였기에 혈청 retinol과 carotenoids 함량에 대한 직접적인 설명이 부족하였다는 것이 제한점이 된다.

V. 참고문헌

1. 한양일, 최경순: 영양생리학, 효일문화사, p. 155, 1993.
2. 채범석: 사람의 영양학, 아카데미서적, p. 90, 1988.
3. 강인수, 김정숙, 조득문: 현대식품화학, 지구문화사, p. 146-147, 1996.
4. 한국영양학회: 한국인 영양권장량, 제 6차 개정, p. 127-134, 1995.
5. 김영남 역: 미국인 영양권장량, 제 10차 개정, 수학사, p. 89-100, 1992.
6. 보건복지부: '94 국민영양조사 결과보고서, p. 41, p. 47, 1996.
7. 홍순명, 백금주, 정선희, 오경원, 홍영애: 여대생의 영양섭취상태 및 혈액성상에 관한 연구 - 제1보 혈청지질 성분을 중심으로-. 한국영양학회지, 26(3): 338-346, 1993.
8. 황은희: 식이 섬유소 섭취상태와 변 담즙산 조성과의 관계. 한국영양학회지, 29(1), 41-49, 1996.
9. Arroyave, G., Chichester, C. O., Flores, H., Glover, J., Mejia, L. A., Olson, J. A., Simpson, K. L. and Underwood, B. A. : Biochemical Methodology for the Assessment of Vitamin A Status, A Report of the International Vitamin A Consultative Group, p.

- 69-72, 1982.
10. Olmedilla, B., Granado, F., Blanco, I. and Rojas-Hidalgo, E. : Seasonal and sex-related variations in six serum carotenoids, retinol, and α -tocopherol. *Am. J. Clin. Nutr.*, 60:106-110, 1994.
 11. 이화숙, 김영남: 녹색잎 채소류의 β -carotene과 lutein 함량. *동아시아식생활학회지*, 7(2): 175-178, 1997.
 12. Davis, B. H. : Carotenoids in Chemistry and Biochemistry of Plants Pigments. Goodwin I.W ed., Academic Press, p. 150-152, 1983.
 13. 김영남, 김나경: HPLC를 이용한 고추 및 고추 가공품의 비타민 A 함량 측정. *한국영양학회지*, 25(5): 389-396, 1992.
 14. Bieri, J.G., Tolliver, T. J. and Catignani, G. L. : Simultaneous determination of α -tocopherol and retinol in plasma or red cells by high pressure liquid chromatography. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32: 2143-2149, 1979.
 15. Weiner, B. J. : Statistical Principles in Experimental Design, 2nd ed., McGraw-Hill Book Company, p. 196, 1971.
 16. Micozzi, M. S., Brown, E. D., Edwards, B. K., Bieri, J. G., Taylor, P. R., Khachik, F., Beecher, G. R. and Smith, J. C Jr. : Plasma carotenoid response to chronic intake of selected foods and β -carotene supplements in men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 1120-1125, 1992.
 17. Prince, M. R. and Frisoli, J. K. : Beta-carotene accumulation in serum and skin. *Am. J. Clin. Nutr.*, 57: 175-181, 1993.
 18. Yong, L. C., Forman, M. R., Beecher, G. R., Graubard, B. I., Campbell, W. S., Reichman, M. E., Taylor, P. R., Lanza, E., Holden, J. M. and Judd, J. T. : Relationship between dietary intake and plasma concentrations of carotenoids in premenopausal women: application of the USDA-NCI carotenoid food-composition database. *Am. J. Clin. Nutr.*, 60: 223-230, 1994.

(1997년 11월 28일 접수)