

식사 및 보충제에 의한 항산화 영양소 섭취 현황 및 영양문제

김 은 경

강릉대학교 식품과학과

최근 항산화 비타민에 관한 관심은 주로 체내 항산화 시스템의 붕괴에 따른 각종 질환 발생과 관련되어 있다. 지금까지 보고된 이 분야의 활발한 연구 결과들이 일반인, 즉 국민 건강에 적용되려면 결국은 항산화 비타민 섭취로 연결되어야 한다. 이에, 우리나라 국민의 항산화 비타민 섭취량 및 영양상태에 대한 보고들을 정리하여 보았다.

[1] 항산화 비타민과 건강(1)

인체에는 산화 촉진물질(pro-oxidants)과 산화 억제물질(anti-oxidant)들이 균형을 이루고 있으며, 이 균형이 깨어져 산화촉진 쪽으로 기울게 되면 세포에 해로운 영향을 끼치게 되는 것으로 알려져있으며, 이러한 유해한 작용을 산화적 스트레스(oxidative-stress)라고 부른다(1). 산소 없이는 생명이 유지될 수 없지만, 생명이 유지되는 동안 체내에서는 반응력이 큰 산소화합물들(reactive oxygen species, ROS)이 계속 생성되고 있다. 공기(산소)를 호흡하며 살아가는 생명체(aerobic organisms) 세포의 일반 대사과정에서 생겨나는 과산화물질이나 자유기(free radical)같이 반응력이 큰 산소화합물(ROS)이 정상시에는 항산화 작용을 하는 물질(antioxidants)들과 균형을 이루고 있으나, 이러한 균형이 깨어지면, 반응력이 큰 산소화합물들의 작용은 체내에서 유해하게 나타날 수 있고 나아가서는 질병상태로 기울어지게 된다.

산화적 스트레스쪽으로 기울어지게 되는 이유로는 첫째, 식사를 통한 항산화 영양소들의 섭취가 부족되는 경우와 둘째, 체내에서 과산화물이나 자유기들(예, H_2O_2 , O_2^-)이 과잉 생산되는 경우이다. 활성산소에 대한 항산화물질의 작용기전 3가지 중 비타민류의 작용기전은 주로 '활성산소를 제거하는 항산화 영양소로서의 기능'을 담당한다. 항산화 기능을 갖는 비타민류에는 비타민 E, 카로티노이드(carotenoids), 비타민 C가 있다. 여러 연구결과에 따르면 비타민 E, β -carotene, 비타민 C와 같은 항산화제는 체내의 free radical을 제거하여 체내의 과산화물의 생성을 감소시킴으로써 노화, 암, 심혈관계 질환에 유리한 효과를 나타내었다고 보고하였다.

[2] 항산화 비타민의 섭취량

1. 식사를 통한 항산화비타민의 섭취량

(1) 국민건강·영양조사 결과(2)

1998년부터 국민건강·영양조사 방법이 바뀌어, 24시간 회상법을 이용한 개인별 조사 방식을 통하여 식품 섭취량을 조사하게 되었다. 2001년에 국민건강·영양조사가 실시되었으나, 아직 그 결과가 발표되지 않았으므로, 2000년에 보고된 1998년의 국민건강영양 조사 결과(2)를 통하여 우리나라 국민의 비타민 A와 비타민 C 섭취 현황(비타민 E 섭취량은 조사되지 않았음)을 살펴보고자 한다.

1) 비타민 A와 비타민 C의 연령별 섭취량 및 섭취비율(RDA 기준)

1998년에 실시한 국민건강·영양조사에서 보고된 비타민 A의 전체 평균 섭취량은 624.7 RE (Retinol Equivalent),

남자의 평균 섭취량은 684.8 RE, 여자의 평균 섭취량은 567.6 RE로 나타났다(표 1). 한국인영양권장량을 기준으로 산출한 권장량 대비 비타민 A 섭취비율의 전체 평균은 95.6%였으며, 75%미만을 섭취하는 비율은 조사대상 인원의 54.2%, 125% 이상을 섭취하는 비율은 22.0%로 각각 나타났다. 1995년 국민 영양조사에서는 비타민 A의 권장량 대비 평균 섭취 비율이 67.2%였음을 감안하면, 1998년 조사에서 비타민 A 섭취량이 상당히 증가하였는데, 이는 비타민 A 섭취량 산정을 위해 활용한 식품성분표에서 식품별 비타민 A 함량이 추가 보완되었을 뿐 아니라, 비타민 A 함량이 높은 시판 당근주스의 소비량 증가도 한 요인으로 생각된다.

비타민 A 섭취량을 각 연령층의 권장량과 비교하여 보면(표 1), 전체적으로는 95.6%를 나타내어 RDA 수준의 섭취량을 보였으나, 성별, 연령대별로 차이를 보여주었다. 남자보다 여자의 RDA 기준 섭취비율이 다소 낮았는데(남자 105.0%, 여자 86.7%), 초등학생 이하에서는 남녀간의 커다란 차이를 보이지 않았으나, 중·고등학생부터 중년기에 이르기까지 남자에 비하여 여자의 RDA 기준 섭취량이 20%가량 낮았다. 연령대 별로는 초등학생 이하에서는 권장량 수준을 섭취하고 있었으나, 중고등학생과 50~64세군 여자의 비타민 A 섭취비율이 75%가량으로 낮았다. 특히 65세 이상 노인군에서는 권장량 기준, 남녀 각각 61.5%와 54.3%의 가장 낮은 섭취율을 보였다.

최근 1998년의 조사 결과에 따르면, 비타민 C의 전체 평균 섭취량은 123.1mg, 남자의 평균 섭취량은 121.8mg, 여자의 평균 섭취량은 124.3mg으로 나타났다(표 1). 한국인영양권장량을 기준으로 산출한 권장량 대비 비타민 C의 평균 섭취 비율은 234.0%였으며, 권장량의 75% 미만을 섭취하는 비율은 조사대상자의 18.1%, 125% 이상을 섭취하는 비율은 64.5%로 각각 나타났다. 연령대별 비타민 C의 섭취량을 살펴보면(표 1), 대부분 권장량의 2배 이상(234%)을 섭취하고 있는 것으로 나타났는데, 1~2세군과 65세 이상군은 권장량의 164.9%와 170%를 섭취하는 것으로 나타났다.

표 1. 연령별, 성별 비타민 A와 비타민 C 섭취량 및 권장량에 대한 비율

	지역		전 체	
	남 자	여 자		
비타민 A (RE)	전 체	684.8(105.0)	567.6(86.7)	624.7(95.6)
	1 - 2	354.5(101.3)	341.3(97.5)	348.4(99.5)
	3 - 6	416.0(107.2)	371.1(95.5)	394.9(101.7)
	7 - 12	593.9(107.4)	525.5(96.6)	561.5(102.3)
	13 - 19	643.9(92.0)	527.7(75.4)	585.0(83.6)
	20 - 29	773.4(110.5)	622.7(89.0)	692.0(98.9)
	30 - 49	827.2(118.2)	694.2(99.2)	761.1(108.7)
	50 - 64	654.2(93.5)	514.5(73.5)	581.0(83.0)
	65이상	430.2(61.5)	379.9(54.3)	399.0(57.0)
	비타민 C(mg)	전체	121.8(232.4)	124.3(235.5)
1 - 2		64.2(160.5)	68.0(170.0)	66.0(164.9)
3 - 6		90.3(225.8)	91.6(229.0)	90.9(227.3)
7 - 12		108.0(238.0)	103.9(232.8)	106.0(235.6)
13 - 19		118.7(225.0)	112.9(213.5)	115.8(219.2)
20 - 19		130.5(237.2)	131.5(239.1)	131.0(238.2)
30 - 49		138.0(251.0)	148.3(269.7)	143.2(260.3)
50 - 64		123.9(225.3)	127.2(231.3)	125.6(228.4)
65이상		98.2(178.5)	90.6(164.8)	93.5(170.0)

() : % RDA

자료 : 2) 보건복지부, 국민건강·영양 보고서, 2000

2) 계절별, 연령별 비타민 A와 비타민 C 섭취량

비타민 A 섭취량의 경우(표 2), 13~19세군과 50~64세군은 여름철보다 봄철의 비타민 A 섭취량이 다소 높았으나, 나머지 군에서는 봄철과 여름철의 비타민 A 섭취량에 있어서 큰 차이가 없었다. 그러나 가을철의 비타민 A 섭취량은 봄철 및 여름철의 비타민 A 섭취량보다 약 10~30% 가량 낮았다. 특히 65세 이상 노인의 가을철 비타민 A 섭취량(367.6 R.E)은

권장량(700 R.E)의 53.8%에 불과 하였다.

비타민 C 섭취량을 계절별로 살펴보면(표 2), 초등학교 이하의 연령층에서는 여름철보다 봄철의 비타민 C 섭취량이 많았으나, 중학생 이상의 연령층에서는 오히려 봄철보다 여름철의 비타민 C 섭취량이 많았는데, 특히 65세 이상군에서 가장 큰 차이를 보였다(봄철 67.9mg, 여름철 82.2mg). 한편 가을철의 비타민 C 섭취량은 비타민 A 섭취량과 마찬가지로, 봄철 및 여름철보다 10~20% 가량 낮은 섭취량을 보였다.

표 2. 계절별, 연령별 비타민 A와 비타민 C 섭취량(남녀 전체)

	연 령(세)	봄	여 름	가 을
비타민 A(RE)	전 국	713.3	686.4	540.4
	1 - 2	288.9	293.3	255.0
	3 - 6	381.6	403.1	318.2
	7 - 12	623.9	614.6	533.3
	13 - 19	655.8	575.3	504.1
	20 - 29	688.3	733.9	567.8
	30 - 49	829.3	831.0	624.9
	50 - 64	881.8	727.0	586.5
	65이상	588.0	577.5	367.6
	비타민 C(mg)	전 국	81.2	85.3
1 - 2		52.0	40.4	33.4
3 - 6		56.7	56.9	38.7
7 - 12		76.4	68.5	53.6
13 - 19		65.4	71.3	55.0
20 - 19		83.7	95.6	68.2
30 - 49		96.2	99.5	81.8
50 - 64		86.4	91.2	80.1
65이상		67.9	82.2	57.2

자료 : 2) 보건복지부, 국민건강·영양 보고서, 2000

계절별 섭취량을 권장량과 비교하여 보면(표 3), 전국의 경우, 봄철(107.8%) 및 여름철(105.8%)에 비하여, 가을철의 비타민 A 섭취량은 권장량에 비하여 82.3%로 낮았다. 비타민 C의 경우도 권장량과 비교시, 봄철(154.2%)과 여름철(162.7%)의 섭취량 간에는 큰 차이를 보이지 않았으나, 가을철의 섭취량은 권장량의 128.2%에 해당되었다.

지역별로 살펴보면, 비타민 A와 비타민 C 모두 RDA를 기준으로한 여름철의 섭취 비율은 대도시, 중소도시, 읍면지역 간에 유사한 수준을 보였다. 그러나 가을철의 경우는 중소 도시의 섭취량이 다른 지역보다 높았으며, 봄철의 경우는 중소 도시(비타민 A)와 대도시(비타민 C)의 섭취량이 높았다.

표 3. 계절별, 지역별 비타민 A와 비타민 C 섭취량의 권장량에 대한 비율

단위 : %

	지 역	봄	여 름	가 을
비타민 A	전국	107.8	105.8	82.3
	대도시	103.9	107.9	77.2
	중소도시	114.3	103.0	92.6
	읍·면지역	105.5	106.1	80.7
비타민 C	전국	154.2	162.7	128.2
	대도시	164.6	164.0	124.5
	중소도시	146.0	163.1	137.9
	읍·면지역	144.7	158.4	124.2

자료 : 2) 보건복지부, 국민건강·영양 보고서, 2000

3) 식품군별 비타민 A와 비타민 C 섭취비율

표 4는 식품군에 따른 비타민 A와 비타민 C의 섭취비율을 나타내고 있다. 비타민 A 섭취량의 83.8%가 식물성 식품으로부터 섭취되고 있었으며, 나머지 16.2%가 동물성 식품으로부터 섭취되었다. 특히, 식물성 식품 중에서 채소류로부터의 비타민 A 섭취 비율이 53.1%로 가장 높았고, 다음으로 조미료류(고추가루 포함, 11.5%), 해조류(11.2%), 난류(6.2%), 육류 및 낙농제품(4.7%)의 순이었다. 비타민 C는 총 섭취량의 대부분(96.5%)이 식물성 식품으로부터 섭취되었는데 채소류 및 과일류로부터 각각 44.8%와 42.8%가 섭취되었고, 나머지는 감자 및 전분류(4.9%), 어패류(1.9%), 해조류(1.7%) 등으로부터 섭취되었다.

비타민 A와 비타민 C의 주요 급원 식품을 살펴보면 표 5과 같다. 먼저, 비타민 A의 주요 급원 식품을 살펴보면, 봄, 여름 표 4. 비타민 A와 비타민 C의 식품군별 섭취비율 단위: %

	비타민 A	비타민 C
식물성 식품 (%)	83.8	96.5
동물성 식품 (%)	16.2	3.5
식물성 식품		
채소류	53.1	44.8
과실류	2.6	42.8
곡류 및 그제품	3.9	0.5
감자 및 전분류	0.1	4.9
해조류	11.2	1.7
음료 및 주류	1.0	1.0
조미료류	11.5	0.3
기타	0.4	0.6
동물성 식품		
육류 및 그제품	2.4	1.4
난류	6.2	0.0
어패류	2.8	1.9
육류 및 낙농제품	4.7	0.0
기타	0.1	0.0

자료: 2) 보건복지부, 국민건강·영양 보고서.

표 5. 계절별 비타민 A와 비타민 C 섭취의 주요 급원 식품

계절	봄			여름		가을	
	순위	식품명	섭취비율(%)	식품명	섭취비율(%)	식품명	섭취비율(%)
비타민A	1	당근	14.5	무김치	11.8	당근	13.7
	2	시금치	7.9	당근	11.0	무김치	11.0
	3	고추가루	7.7	고춧가루	7.3	고춧가루	7.9
	4	김	6.8	수박	6.1	깻잎	7.1
	5	무김치	5.3	계란	5.1	계란	6.5
	6	계란	5.1	깻잎	4.7	배추김치	5.8
	7	배추김치	4.3	아욱	4.2	김	5.0
비타민C	1	딸기	12.2	수박	10.6	배추김치	13.7
	2	배추김치	11.3	배추김치	10.0	호박	9.4
	3	시금치	8.4	감자	9.1	무김치	6.2
	4	무김치	4.7	참외	7.3	포도	5.4
	5	배추	4.5	무김치	6.3	감자	5.3
	6	무	4.2	호박	5.4	고추	4.3
	7	호박	3.2	고추	4.7	무	3.5

자료: 2) 보건복지부, 국민건강·영양 보고서, 2000

름, 가을에 있어서 각각 당근(14.5%)과 시금치(7.9%), 무김치(11.8%)와 당근(11.0%), 당근(13.7%)와 무김치(11.0%)로 나타나 당근이 비타민 A의 주요 급원 식품임을 알 수 있었다. 또한 고추가루는 계절에 상관없이 비타민 A 섭취의 세 번째 주요한 급원 식품(7.7%, 7.3%, 7.9%)으로 나타났다. 비타민 A의 네 번째 주요 급원 식품은 봄철에는 '김', 여름철에는 '수박', 가을철에는 '깻잎'이 차지하였고, 동물성 식품 중에서는 유일하게 계란으로부터의 비타민 A 섭취비율도 계절별로 각각 5.1%, 5.1%, 6.5%로 나타났다.

비타민 C의 주요 급원 식품을 살펴보면, 계절별로 봄에는 딸기(12.2%)와 배추김치(11.3%), 여름에는 수박(10.6%)과 배추김치(10.0%), 가을에는 배추김치(13.7%)와 호박(9.4%)으로 나타났다. 전체적으로 김치류(배추김치와 무김치)로부터 섭취되는 비율이 매우 높았으며(봄 16.0%, 여름 16.3%, 가을 19.9%), 과일로부터 섭취되는 비타민 C의 비율은 예상보다 낮은 반면(봄 12.2%, 여름 17.9%, 가을 5.4%), 대부분이 야채로부터 섭취되고 있었다.

표 6. 가구당 총 수입 및 교육수준에 따른 비타민 A와 비타민 C 섭취량의 권장량에 대한 섭취 비율 단위 : %

소득수준	비타민 A	비타민 C
~50	65.7	172.7
50~100	83.7	221.2
100~150	102.7	245.6
150~200	99.4	253.4
200~250	101.7	250.4
250~300	93.7	231.3
300~	115.3	263.8
교육수준		
초등 졸업 이하	68.0	190.2
중 졸업	88.0	235.2
고 졸업	99.7	237.9
대 졸업	111.5	266.8
대학원졸 이상	114.4	263.4

자료 : 2) 보건복지부, 국민건강·영양 보고서, 2000

4) 가구 총 수입 및 교육 수준에 따른 비타민 A와 비타민 C 섭취비율(% RDA)

가구 총 수입이 높을수록, 그리고 교육수준이 높을수록 권장량을 기준으로 한 비타민 A와 비타민 C의 섭취비율이 높았다(표 6). 비타민 A 섭취량의 경우, 가구 총 수입이 50만원 이하인 경우에 비하여 300만원 이상인 경우, 그리고 초등학교 졸업 이하의 학력에 비하여 대학원 졸업 이상의 학력인 경우에 각각 약 1.7배의 높은 섭취비율을 보였고, 비타민 C 섭취량의 경우도 각각 1.5배와 1.4배의 높은 수준을 보였다.

(2) 학회지에 보고된 항산화 비타민 섭취량

1) 식사를 통한 비타민 A의 섭취량

표 7은 최근 국내 학회지에 보고된 항산화 비타민 A의 섭취량을 정리한 것이다. 1991년 이전까지는 국민영양 조사 뿐만 아니라, 대부분의 학술 논문에서도 비타민 A의 섭취량을 IU(international unit)로 표기하였으나, 1991년 이후 RE(retinol equivalent)로 보고되고 있다. 대부분의 연구에서 비타민 A 섭취량 조사를 위하여 24시간 회상법(3, 4, 7, 8)을 사용하였는데, 비타민 A 섭취량(특히, β -carotene)의 경우, 계절 및 기타 요인에 의한 개인내 변이가 크므로 24시간 회상법 이외에 보완된 방법이 필요함을 지적하고 있다. 권 등(5) 및 송 등(5)의 경우는 각각 간이 영양소 섭취 조사법 및 식품 섭취 빈도법(FFQ)을 이용하여 대학생의 비타민 A 섭취량을 평가하였는데, 24시간 회상법을 이용한 충북지역 초등학교(3)의 비타민 A 섭취량과 비슷한 수준(500~570 RE/day)을 보였다. 한편 여고생(4)에서 비타민·무기질 보충제 비복용군의 식이를 통한 비타민 A 섭취량(1042.8±457.7 RE)은 보충제 복용군(839.2±425.8 RE)보다 유의하게 높음이 보고

되었다. 그밖에 복지시설 노인(8)의 비타민 A 섭취 수준이 권장량의 28.6%에 불과한 200.9 ± 12.1 RE로 나타나, 이들에 있어서 비타민 A 영양상태 개선의 필요성이 제시되었다. 한편 권 등(9)이 보고한 뇌혈관 질환자의 비타민 A 섭취수준은 대학생보다는 다소 높았으나, 환자군과 대조군간에 유의한 차이는 보이지 않았다. 암 환자의 β -carotene 섭취량에 관한 보고는 '각종 질환자의 항산화 비타민 영양상태((4)-2)'에서 다루고자 한다.

표 7. 학회지를 통해 보고된 비타민 A 섭취량

연구자	연도	대상	조사방법	섭취량(RE)		
				남	여	
김영남 등 ³⁾	2001	충북초등학교 5~6학년 180명	24시간 회상법	Total : 479.7 ± 183.8 Retinol : 117.2 ± 59.2	Total : 502.3 ± 235.8 Retinol : 136.9 ± 112.5	NS
박은숙 ⁴⁾	1995	여고생	24시간 회상법	보충제 복용군 839.2 ± 425.8 (119.9)	보충제 비복용군 1042.8 ± 457.7 (149.0)	*
권정숙 등 ⁵⁾	1999	안동대학생 141명	간이 영양소 섭취 조사법	570.9 ± 127.4 (81.6 \pm 18.2)	537.5 ± 123.2 (76.8 \pm 17.6)	NS
송경희 등 ⁶⁾	2002	경기도 남자 대학생	식품섭취빈도조사법 (FFQ)	흡연군 505.2 ± 123.3	비흡연군 519.5 ± 111.3	NS
박정아 등 ⁷⁾	1996	대전 남자 대학생	24시간 회상법	흡연군 5596 ± 582 IU	비흡연군 5897 ± 573 IU	NS
김화영 등 ⁸⁾	2000	노인복지시설 노인 123명	수정된 24시간 회상법	200.9 ± 12.1 (28.6 \pm 1.7)		
권정숙 등 ⁹⁾	1998	뇌혈관질환자 환자군 16 대조군 21	간이 영양소 섭취 조사법	환자군 636.5 ± 171.1 (90.9 \pm 24.5)	대조군 650.0 ± 135.1 (92.9 \pm 19.3)	NS

() : % RDA, FFQ : Food Frequency Questionnaire
 * : Significantly different between two groups at $p < 0.05$
 NS : Not significantly different
 자료 : 3) 김영남 등. 한국영양학회지 34(6) : 671 - 677, 2001
 4) 박은숙. 한국영양학회지 24(1), 30 - 40, 1995
 5) 권정숙 등. 한국식품영양과학회지 28(1), 257 - 264, 1999
 6) 송경희 등. 한국식생활문화학회지 17(3) : 329 - 336 2002
 7) 박정아 등. 한국영양학회지 29(2) : 122 - 133, 1996
 8) 김화영 등. 대한지역사회영양학회지 5(2) : 201 - 207, 2000
 9) 권정숙 등. 한국식품영양과학회지 27(6), 1197 - 1203, 1998

2) 식사를 통한 비타민 E 섭취량

각종 식품 중의 비타민 E 함량에 관한 database의 부족으로 비타민 E 섭취량에 관한 보고는 매우 미비하였다. 표 8을 보면, 송 등(6)은 남자 대학생 중 흡연군과 비흡연군의 비타민 E 섭취량을 FFQ로 조사하여 각각 6.91 ± 2.39 mg 및 7.

표 8. 학회지를 통해 보고된 비타민 E의 섭취량

연구자	연도	대상	조사방법	비타민 E 섭취량(mg)		
송경희 등 ⁶⁾	2002	경기도 남자 대학생	식품섭취빈도조사법 (FFQ)	흡연군 6.91 ± 2.39	비흡연군 7.09 ± 1.73	NS
박선민 등 ¹⁰⁾	1998	호서 대학생	24시간 회상법	남 11.8 ± 8.4	여 6.9 ± 2.6	***
강명희 등 ¹¹⁾	2001	남자 대학생 61명	24시간 회상법	저 운동군 14.5 ± 2.4	적정 운동군 10.8 ± 1.3	NS

*** : Significantly different between two groups at $p < 0.01$
 NS : Not significantly different
 자료 : 6) 송경희 등. 한국식생활문화학회지 17(3) : 329 - 336 2002
 10) 박선민 등. 한국영양학회지 31(4) : 729 - 738, 1998
 11) 강명희 등. 한국영양학회지 34(3) : 306 - 312, 2001

09±1.73 mg로 보고하였다.

한편, 박 등(10)이 보고한 대학생 중 남자의 비타민 E 섭취량은 11.8±8.4 mg으로 여대생(6.9±2.6 mg)보다 유의하게 높았다. 운동량에 따른 항산화 영양상태를 분석한 강 등(11)에 따르면 저운동군과 적정운동군의 비타민 E 섭취량은 각각 14.5±2.4 mg 및 10.8±1.3 mg으로, 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

3) 식사를 통한 비타민 C 섭취량

학회지에 보고된 비타민 C 섭취량은 표 9와 같다. 대학생 (5, 10), 노인복지시설 노인(8), 뇌혈관 질환자(9)의 비타민 C 섭취량은 권장량 기준 70~120% 에 해당되었으며, 여고생(4), 대학생(6, 7), 운동군(11)의 비타민 C 섭취량은 80~133mg으로 권장량의 1.5~2.5배를 섭취하고 있는 것으로 나타났다.

표 9. 학회지를 통해 보고된 비타민 C의 섭취량

연구자	연도	대상	조사방법	비타민 C 섭취량(mg)		
				남	여	
박은숙 ⁴⁾	1995	여고생	24시간 회상법	92.8 55.6 (168.7)	110.3 92.4 (200.6)	0.000
권정숙 등 ⁵⁾	1999	안동대학생 141명	간이 영양소 섭취 조사법	남 40.3±14.9 (73.6±28.5)	여 44.7±15.4 (81.8±27.4)	NS
송경희 등 ⁶⁾	2002	경기도 남자대학생	식품섭취빈도조사법 (FFQ)	흡연군 133.1±37.8	비흡연군 124.7±27.1	NS
박선민 등 ¹⁰⁾	1998	호서 대학생	24시간 회상법	남 47.1±38.9	여 65.5±31.1	
박정아 등 ⁷⁾	1996	대전 남자대학생	24시간 회상법	남 113.9±11.1	여 106.3±9.8	
김화영 등 ⁸⁾	2000	노인복지시설 노인 123명	수정된 24시간 회상법	49.5±3.0 (90.0±5.5)		
권정숙 등 ⁹⁾	1998	뇌혈관질환자 환자군 16 대조군 21	간이 영양소 섭취 조사법	환자군 59.7±20.7 (108.5±37.7)	대조군 50.8±15.4 (92.4±27.9)	NS
강명희 등 ¹¹⁾	2001	남자 대학생 61명	24시간 회상법	저 운동군 101.7±18.0	적정 운동군 79.9±11.1	NS

() : % RDA, NS : Not significantly different

- 자료 : 5) 권정숙 등. 한국식품영양과학회지 28(1), 257-264, 1999
 4) 박은숙. 한국영양식량학회지 24(1), 30-40, 1995
 6) 송경희 등. 한국식생활문화학회지 17(3) : 329-336 2002
 7) 박정아 등. 한국영양학회지 29(2) : 122-133, 1996
 10) 박선민 등. 한국영양학회지 31(4) : 729-738, 1998
 8) 김화영 등. 대한지역사회영양학회지 5(2) : 201-207, 2000
 9) 권정숙 등. 한국식품영양과학회지 27(6), 1197-1203, 1998
 11) 강명희 등. 한국영양학회지 34(3) : 306-312, 2001

4) 식사를 통한 Flavonoid 섭취량

최근 새로운 항산화 영양소로서 flavonoid에 관한 관심이 증가하고 있다. 특히, 콩류에 다량 함유되어 있는 isoflavone 은 estrogen과 유사한 생리적 기능이 있어 폐경 이후 여성의 각종 질환(심혈관질환, 골다공증 등) 예방에도 유효한 것으로 알려져 있다(12). 최근 강 등(13)은 식품섭취빈도 조사법(FFQ)을 사용하여 20~59세 성인 440명의 flavonoid 섭취량을 보고한 바 있다. 총 flavonoid 섭취량은 64.3±2.2mg/day였으며 isoflavone 섭취량은 15~38mg으로 다양하였다(표 10) (13, 14, 15, 16, 17). 강 등(13)이 보고한 isoflavone을 제외한 flavonoids의 평균 섭취량은 26.7 mg/day로 앞서 보고된 네덜란드(23 mg/day) 및 일본(16.7 mg/day)보다 다소 높았다(18, 19).

표 10. 학회지를 통해 보고된 flavonoid 섭취량

Flavonoid(mg/day)		Isoflavone(mg/day)			
강명희 등 ¹³⁾	강명희 등 ¹³⁾	권태완 등 ¹⁴⁾	성정자 등 ¹⁶⁾	김종상 등 ¹⁵⁾	이수경 등 ¹⁷⁾
64.3±2.2	38.0	30.0	27.3mg	15	25.4

자료 : 13) 강명희 등. 미발표. 2002

14) 권태완 등. Korea Soybean Digest 15 : 1~12, 1998

15) Surg CJ · et al. Angioligy 48 : 39~44, 1997

16) Kim JS · Kwon CS. Nutr Res 21 : 947~953, 2001

17) 이수경 등. 한국식품영양과학회지 29(5) : 948~956, 2000

2. 보충제를 통한 항산화 비타민 섭취량

비타민 보충제는 일반 식품보다 많은 양으로 비타민을 공급하기 위해 만들어진 조제품으로, 1995년 우리나라의 비타민 보충제의 생산액은 2,543.5억원에 달하였으며, 전체 제약회사에서 생산된 품목수도 556종에 달한다(20).

(1) 비타민 제제의 형태

표 11은 시중에 판매되는 항산화비타민 제제의 형태를 정리한 것이다.

비타민 A제의 경우, 비타민 A가 조제품의 종류에 따라 retinyl acetate, retinyl palmitate 및 β -carotene 등의 다양한 형태로 존재하므로 비타민 A로서의 체내 유용도에 차이를 나타낸다. 또 비타민 A제의 처방에 따른 경우, 보충제만으로도 하루 2,000~25,000 IU의 비타민 A를 섭취하게 되어, 성인 남자 권장량의 약 0.9~10배를 섭취하게 된다. 또한 여러 가지 방식에 의해, 비타민 A제 중에 소량의 비타민 D와 B군 등이 함께 조합되어 있다(20).

비타민 E제의 경우도 비타민 E가 체내 유용도가 다른 D- α -tocopherol, DL- α -tocopherol 및 DL- α -tocopherol acetate 등의 형태로 함유되어 있다. 또 비타민 E제의 하루 처방량은 50~400 IU로서, 성인 남자 권장량의 3~27배에 해당되는 수준이었다.

비타민 C제는 비타민 C가 ascorbic acid 형태로만 되어 있으며, 비타민 C 이외에 비타민 B₂, B₆, 판토텐산, 비타민 E 및 아연 등이 각기 다양하게 배합되어 있다. 그리고 비타민 C제의 하루 처방량은 500~1,000mg으로 성인 남자 권장량의 9~18배 수준이었다.

표 11. 비타민 보충제 중 성인을 위한 경구용 단일제제의 영양소 조성^{a)}

종류	주요 영양소의 화학적 형태	성인 남자의 권장량	하루 처방량	권장량 ^{b)} 에 대한 하루 처방량의 비율 ^{c)}
Vitamin A(IU)	retinyl acetate retinyl palmitate β -carotene	2,330	2,000, 5,000, 25,000	0.9~10
Vitamin E(IU)	D- α -tocopherol DL- α -tocopherol DL- α -tocopherol acetate	14.9	50, 100, 200, 300, 400	3~27
Vitamin C(mg)	ascorbic acid	55	500, 750, 1,000	9~18

자료 : a) 약업신문. Korea Drug Index. 1991

b) 한국영양학회. 한국인 영양권장량 7차 개정. 2000

c) 최소~최대 배수

(2) 비타민 보충제 복용율

표 12는 성별, 연령별, 지역별 비타민 보충제 복용비율을 나타내었다. 우리나라 사람의 복용률은 약 30~40%가 되는 것으로 나타나, 보충제의 복용이 보편화되었음을 보여주었다. 일반 환경요인에 따른 비타민·무기질 보충제의 복용율을 살펴보면(표 12), 남자(39.2%)보다 여자(42.4%)에서 높았고(24), 연령이 증가할수록(21, 22, 23, 24, 25), 학력이 높을수록

(25), 소득이 높을수록(26), 농촌(30.3%)보다는 대도시(46.8%)의 영양제 복용율이 높았다(24).

아직까지는 우리나라민의 비타민·무기질 보충제 복용률이 미국(30~70%) 보다 낮았으며, 보충제 중 비타민제가 무기질 제보다 빈번히 섭취되고 있었다. 연령에 따라 선호하는 보충제의 종류가 차이가 있어 노인은 저연령층보다 단일제제를 많이 선택하였으며, 단일 비타민제로는 비타민 E제와 C제가 주로 복용되고 있었다.

표 12. 일반환경요인과 비타민무기질 보충제의 복용율

요 인	분 포(%)	요 인	분 포(%)
성별(24)		학력(25)	
남자	39.2	무학	37.7
여자	42.4	4~6년	48.5
		>13년	61.7
연령		월수입(26)	
학령전아동(21)	34.2	29만원 이하	27.1
청소년(22)	31.3	30~59만원	29.5
성인(서울)(23)	56.0	60~89만원	39.2
중년기(24)	40.8	90~149만원	47.7
노년기(25)	44.9	>150만원	44.4
거주지(24)		채식인(27)	22.6
대도시	46.8		
중소도시	42.5		
농촌	30.3		

자료 : 21) 송병춘 등. 한국영양학회지 31(6) : 1066 - 1075, 1998
 22) 한지혜 등. 한국영양학회지 32(3) : 268 - 276, 1999
 23) 유양자 등. 한국식품영양과학회지 30(2) : 357 - 363, 2001
 24) 김선호. 한국영양학회지 27(3) : 236 - 252, 1994
 25) 송병춘 등. 한국영양학회지 30(2) : 139 - 146, 1997
 26) 이상선 등. 한국영양학회지 23(4) : 287 - 297, 1990
 27) 차복경 등. 한국식품영양과학회지 31(2) : 306 - 314, 2002

(3) 비타민 보충제 복용이유

비타민 보충제의 복용 이유는 보충제의 종류에 따라 차이가 있었는데, 혼합비타민제는 영양보충을 위해, 비타민 A제는 피부질환 및 암의 치료와 시력 보호 등을 위해, 비타민 E제는 퇴행성질환이나 노화방지 등을 위해, 비타민 C제는 감기예방을 위해 복용하는 것으로 나타났다(20).

(4) 보충제를 통한 항산화 비타민 섭취량

비타민 보충제를 통한 항산화 비타민의 섭취량을 권장량(28)과 비교한 결과는 표 13과 같다. 우선, 비타민 A제의 섭취량을 살펴보면 3세 아동(21)은 권장량의 2.3배, 4-6세 아동(21)은 1.6배, 중년기(24)는 2.8배 및 노년기(25)는 3.6배로서 대체로 보충제를 통해 권장량의 3~4배를 섭취하고 있었다. 또 비타민 E제의 경우, 3세 아동(21)은 권장량의 7.6배, 4-6세 아동(21)은 2.9배, 중년기(24)는 30.2배, 노년기(25)는 권장량의 40.1배를 보충제를 통해 섭취하고 있어, 중·노년기가 아동에 비해 보충제를 통한 비타민 E 섭취량(%RDA)이 무려 4~5배나 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이들 연령층의 경우, 고단위의 비타민 E가 함유된 단일제제를 섭취하기 때문으로 생각된다. 비타민 C는 보충제를 통해 3세 아동(21)의 경우 권장량의 2.0배, 4-6세 아동(21)은 1.5배, 중년기(24)는 10.1배, 노년기(25)는 17.2배를 섭취하고 있었다.

중년기에 있어서 보충제를 통한 항산화 비타민의 섭취량은 권장량을 초과하고 있는 사례가 많았으며, 섭취량의 범위가 넓어, 일부 대상자의 경우 보충제의 남용을 통한 독성작용의 가능성도 고려의 대상이 된다. 특히 노인기에 있어서 보충제를 통한 비타민 E 섭취량이 권장량의 40배 이상을 섭취하는 경우가 35%나 되어(25), 이들에 있어 비타민 E 독성의 위험성이 우려된다.

표 13. 보충제를 통한 항산화 비타민 섭취량

		RDA	Mean intake	Range	Times of RDA			
					Mean	Max	Min	
비타민 A (IU)	미취학아동(21)	1-3세	1,165.5	2644.5±324.4	600-9,100	2.3±1.4	7.8	0.5
		4-6세	1,332	2078.6±246.1	834-11,110	1.6±1.2	8.3	0.6
	중년(24)	40-59세	2,330.0	6306±2756	2,500-11,100	2.8±1.3		
	노인(25)	60세이상	2330	8424±997	2500.0-30000.0	3.6±0.4	12.9	1.1
비타민 E (IU)	미취학아동(21)	1-3세	7.45	56.77±18.5	0.4-302	7.6±12.9	40.5	0.05
		4-6세	8.94	25.53±8.0	0.4-151	2.9±5.5	16.9	0.04
	중년(24)	40-59세	11.9-14.9	366.6±381.4	30-1,401	30.2-32.3		
	노인(25)	60세이상	14.9	507.8±59.3	15-2493	40.1±4.9	209.5	1.3
비타민 C (mg)	미취학아동(21)	1-3세	40	81.6±18.2	10-510	2.0±2.9	12.8	0.3
		4-6세	40	59.5±8.9	10-250	1.5±1.6	6.3	0.3
	중년(24)	40-59세	55.0	556.5-624.4	90-2250	10.1±11.4		
	노인(25)	60세이상	55	945.4±371.4	90-14000	17.2±6.8	254.5	1.6

자료 : 21) 송병춘 등. 한국영양학회지 31(6) : 1066-1075, 1998
 24) 김선호. 한국영양학회지 27(3) : 236-252, 1994
 25) 송병춘 등. 한국영양학회지 30(2) : 139-146, 1997

비타민 보충제 복용자에 있어서 보충제에 대한 정보가 의료전문가나 영양전문가보다는 주변의 친지, 가족과 같이 영양지식이 충분하지 못한 사람들로부터 얻는 경우가 많았다. 더우기 식생활을 통한 영양의 균형과는 무관하게 광고나 주변의 권고에 의해 보충제 복용이 결정되고 있어 영양보충제의 오용 및 남용이 우려된다.

(5) 비타민 보충제의 남용에 따른 문제점

비타민 보충제를 복용하고 있는 사람의 대부분은 식이로부터 적절하게 영양소를 섭취하고 있고 건강상태가 양호하면서도, 의료전문가의 처방없이 주변사람의 권유나 광고 등에 의해 보충제를 선택하고 있었다. Keen과 Zidenberg-Cherr(29)는 비타민 보충제를 남용할때의 바람직하지 못한 측면에 대해 1) 식사의 질을 향상시키기 위한 motivation을 낮추거나, 2) 식사의 질을 떨어뜨리거나, 3) 보충제에 들어있지 않는 영양소가 함유된 식품의 섭취량을 낮추거나, 4) 특정 영양소의 과잉 섭취 초래하거나, 5) 영양소와 영양소간의 상호작용에 따른 문제점, 6) 영양 섭취 상태 평가시 보충제 복용군을 건강하고 영양 섭취 상태가 좋은 집단으로 잘못 판단하게 할 수 있다는 점등을 지적하였다. 그러므로 건강유지를 위해 비타민

보충제에 의존하기보다는 균형잡힌 식사의 중요성을 인식시키고, 보충제가 꼭 필요할 때만 전문가의 처방에 의해 바르게 섭취할 수 있도록 영양교육을 실시하는 것이 필요하다고 생각된다.

[3] 혈장 중의 항산화 비타민 농도

혈청내 항산화 영양소의 농도는 식이나 영양보충제를 통한 항산화 영양소의 섭취량을 반영할 뿐만 아니라, 생체내 이용 정도를 반영하고 생체 내의 산화 스트레스인 흡연, 생활습관 및 질환과 관련된 소모량까지도 반영하므로, 생체 항산화 상태의 결정적인 지표로 인식된다.

염 등(29)이 성인 남녀의 혈청 retinol과 β -carotene 농도를 조사한 바에 의하면 혈청 retinol은 남자 45.8 μ g/dl, 여자 41.9 μ g/dl, β -carotene 남자 24.9 μ g/dl, 여자 45.0 μ g/dl로서 양호한 수준인 30~50 μ g/dl를 만족시켰다(표 14). 또한 대구 지역 중년 남성의 혈중 β -carotene 농도는 총 α 형과 β 형의 carotenoid가 64.6 \pm 43.5 μ g/dl였으며, 이 중 α 형이 총량의 1/3~1/4인 점을 감안하여 β -carotene의 수준을 42.9~48.5 μ g/dl로 보고하였다(30).

표 14. 우리나라와 미국 성인 남녀의 혈청 retinol, β -carotene 및 α -tocopherol의 농도

구 분	한 국 ^{a)}		미 국 ^{b)}	
	남 성	여 성	남 성	여 성
retinol(μ g/dl)	45.8	41.9	64.0	58.7
β -carotene(μ g/dl)	24.9	45.0	29.3	36.6
α -tocopherol(mg/l)	80.2	97.6	120	724

자료 : 29) 염경진 등. 한국암학회지 24 : 343 - 351, 1992

31) Comstock GW, et al. Am J Epidemiol, 1997

한국과 미국 사람의 혈청 항산화 비타민 수준을 비교하면(표 14), retinol 수준은 여자보다 남자가, 혈청 β -carotene 수준은 남자보다 여자가 더 높았으며, 미국인과 비교할 때 혈청 retinol은 남녀 모두 미국인에 비해 낮았고, β -carotene은 여자의 경우, 우리나라 사람의 수준이 높아 한국인의 비타민 A 섭취 급원이 주로 식물성 식품임을 알 수 있었다. 한편 α -tocopherol 농도는 남녀 각각 80.2mg/l와 97.6mg/l로 Comstock등(31)이 보고한 미국인의 α -tocopherol 농도보다 낮았다. 서(32)의 연령에 따른 혈청 β -carotene 및 α -tocopherol 수준에 관한 연구결과를 살펴보면, 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 그 수준이 감소하였는데(표 15), 이는 나이가 증가(노화과정)하면서 증가된 자유 라디칼의 생성을 막기 위해 항산화 비타민인 β -carotene 및 α -tocopherol의 소비가 증가되었음을 보여주는 것이다. 따라서 나이가 들수록 이들 항산화 비타민의 섭취에 더욱 유의해야 할 것으로 사료된다.

표 15. 연령에 따른 혈장 β -carotene과 α -tocopherol 농도

	β -carotene(μ g/dl)		α -tocopherol(μ g/dl)	
	남	여	남	여
40대(n=8)	22.2 \pm 3.37	29.8 \pm 1.62	12.2 \pm 1.79	17.3 \pm 2.67
50대(n=15)	21.0 \pm 2.58	29.0 \pm 2.69	10.9 \pm 2.13	14.7 \pm 1.74
60대(n=8)	13.5 \pm 2.69	31.4 \pm 2.74	11.1 \pm 2.97	12.1 \pm 1.98
70대(n=2)	16.1 \pm 0.58		7.95 \pm 1.00	

자료 : 32) 서정연 등. 한국지질 학회지 7(1) : 11~18, 1997

학회지에 보고된 혈장 항산화 비타민 농도를 정리하면 표 16과 같다.

혈청 비타민 A 농도는 사회복지시설 노인의 경우(8), 0.268 \pm 0.022 μ g/ml로 매우 낮았고, 초등학교(3), 남고생(33) 대학생(5)은 0.3~0.65 μ g/ml 범위에 해당되었다. 그러나, 연구마다 비타민 A 농도를, retinol과 β -carotene으로 구분하여 제시한 연구(33, 35)도 있는 반면, 단순히 비타민 A로 제시하기도 하여(5, 8), 비교하기가 어려웠다. β -carotene 농도는 실업계 흡연 남고생(33)의 0.17 \pm 0.03 μ g/ml로 정상 성인 남자(35) (0.33 \pm 0.01 μ g/ml)보다 낮았다.

비타민 E 와 비타민 C의 혈장내 농도는 다양한 연구에서 보고된 바 있다. 혈장 비타민 E 농도는 대개의 경우, α -tocopherol로 표시되는데, 경우에 따라서는, α -tocopherol 및 γ -tocopherol로 구분하여 분석되기도 하였다(10). 혈장 비타

민 E 농도는 대개 7~12 $\mu\text{g/ml}$ 의 범위에 해당되었는데, 강 등(11)이 보고한 운동군의 α -tocopherol 농도는 2.8~3.4 $\mu\text{g/ml}$ 로 낮았다.

혈장 비타민 농도는 연구마다 다양한 단위($\mu\text{g/ml}$, mg/dl , $\mu\text{mol/dl}$ 등)를 사용하고 있었는데, 표 16에서 혈장 비타민 C 농도를 $\mu\text{g/ml}$ 로 통일하였을 때 매우 넓은 범위의 비타민 농도를 나타내었다. 즉 권 등(5)이 보고한 대학생(5)은 1.65~2.20 $\mu\text{g/ml}$ (164~220 $\mu\text{g/dl}$)를, 송 등(6)이 보고한 대학생(6)은 805.9 $\mu\text{g/ml}$ 과 883.0 $\mu\text{g/ml}$ (80.59~88.32 mg/dl)을 나타내어 매우 큰 차이를 보였다. 그러나 그밖의 연구에서는 권 등(34)이 보고한 노인(남 2.3 $\mu\text{g/ml}$, 여 4.4 $\mu\text{g/ml}$)을 제외하고는 6~14 $\mu\text{g/ml}$ 의 혈장 비타민 C 농도를 나타냈다.

표 16. 학회지에 보고된 혈청 항산화 비타민 농도

연구자	년도	대상자	Retinol($\mu\text{g/ml}$)	β -carotene($\mu\text{g/ml}$)	α -tocopherol($\mu\text{g/ml}$)	비타민 C($\mu\text{g/ml}$)
김영남 등 ³⁾	2001	초등학생(남)	0.359 \pm 0.092			
		초등학생(여)	0.386 \pm 0.098			
김정희 등 ³³⁾	2000	흡연 남고생	0.64 \pm 0.03	0.17 \pm 0.03	8.50 \pm 0.41	10.42 \pm 1.22
권정숙 등 ⁵⁾	1999	대학생(남)	0.426 \pm 0.153		11.1 \pm 3.8*	1.65 \pm 0.65*
		대학생(여)	0.314 \pm 0.098		11.5 \pm 2.9	2.20 \pm 0.80
송경희 등 ⁶⁾	2002	흡연대학생(남)			9.82 \pm 2.35	805.9 \pm 146.1*
		비흡연대학생(남)			9.81 \pm 2.12	883.0 \pm 139.8
박선민 등 ¹⁰⁾	1998	대학생(남)			7.0 \pm 6.9	6.9 \pm 7.0
		대학생(여)			7.4 \pm 1.0	7.4 \pm 6.0
박정아 등 ⁷⁾	1996	흡연대학생(남)				11.3 \pm 0.46*
		비흡연대학생(남)				14.0 \pm 0.44
강명희 등 ¹¹⁾	2000	저 운동군			2.83 \pm 0.13	6.6 \pm 1.0*
		적정 운동군			3.4 \pm 0.12	10.0 \pm 11.0
천종희 등 ³⁴⁾	1988	노인(남)				2.3 \pm 1.9*
		노인(여)				4.4 \pm 2.3
김화영 등 ⁸⁾	2000	복지시설 노인	0.268 \pm 0.022		9.8 \pm 0.4*	
이양자 등 ³⁵⁾	1998	정상 성인(남)	0.82 \pm 0.016	0.33 \pm 0.01	10.1 \pm 0.41	
		정상 성인(여)	0.65 \pm 0.02	0.48 \pm 0.02	11.1 \pm 0.74	

*비타민 A

자료: 3) 김영남 등. 한국영양학회지 34(6): 671-377, 2001
 5) 권정숙 등. 한국식품영양과학회지 28(1): 257-264, 1999
 6) 송경희 등. 한국식생활문화학회지 17(3): 329-336, 2002
 7) 박정아 등. 한국영양학회지 29(2): 122-133, 1996
 8) 김화영 등. 대한지역사회영양학회지 5(2): 201-207, 2000
 10) 박선민 등. 한국영양학회지 31(4): 729-738, 1998
 11) 강명희 등. 한국영양학회지 34(3): 306-312, 2001
 33) 김정희 등. 대한지역사회영양학회지 5(3): 432-443, 2000
 34) 천종희 등. 한국영양학회지 21(4): 253-259, 1988
 35) Lee-Kim YL 등. Nutr Sci 1(1): 61-69, 1998

[4] 항산화 비타민 영양상태에 영향을 미치는 요인

1. 흡연자에 있어서 항산화 비타민 영양상태

(1) 흡연군과 비흡연군의 항산화 비타민 섭취량

흡연은 체내 항산화 시스템에 영향을 미치는 대표적인 예로, 흡연군과 비흡연군의 항산화 비타민 섭취량을 비교하면 표 17과 같다. 대부분의 연구에서 항산화 비타민 섭취량 조사를 위하여 24시간 회상법을 사용하였으며, 비타민 A와 비타민 C 섭취량만이 보고된 경우가 많았다.

실업계 여고생(36)과 경기도 남자 대학생(6) 중 흡연군과 비흡연군의 비타민 A 섭취량은 500~525µg 범위에 해당되었으며, 20세 이상 성인의 비타민 A 섭취량은 이보다 다소 낮았다(40). 한편 IU 단위로 제시한 대전지역 남자 대학생(7)의 비타민 A 섭취량(흡연군 5596±582 IU, 비흡연군 5897±573 IU)은 광주지역 남자 대학생(37)의 비타민 A 섭취량(흡연군 2029.4±158.2 IU, 비흡연군 2339.1±192.8 IU)과 많은 차이를 보였다. 비타민 E 섭취량의 경우, 대학생(6)은 남녀 각각 6.91 mg/day과 7.09 mg/day을, 20세 이상 성인(40)은 4mg/day 정도의 비타민 E를 섭취하고 있는 것으로 보고되었다. 한편, 비타민 C 섭취량의 경우, 여대생(39)과 광주지역 대학생(37)을 제외하고는 대부분 100mg 이상을 섭취하고 있었다. 이상의 결과를 정리하면, 흡연군과 비흡연군간에 항산화비타민(A, E, C) 섭취량에 있어서 유의한 차이를 보이지 않았다. 다만, 이 등(37)이 보고한 흡연군의 비타민 C 섭취량(48.2±4.1mg)은 비흡연군(68.4±6.7mg)보다 유의하게 낮았다.

표 17. 흡연군과 비흡연군의 항산화 비타민 섭취량

대상	실업계 여고생	대전 남자대학생	광주지역 남자대학생	서울 남자대학생	여대생	경기도 남자대학생	20세이상 성인	
년도	1999	1996	1996	1998	1997	2002	1998	
연구자	김경원 등(36)	박정아 등(7)	이성숙 등(37)	김우경 등(38)	김정희 등(39)	송경희 등(6)	윤균애(40, 41)	
조사방법	수정된 간이법	24시간 회상법	24시간 회상법	24시간 회상법	FFQ+간이법	FFQ	24시간 회상법	
비타민 A (µg)	흡연군	516.8±18.3	5596±582 IU	2029.4±158.2 IU	545.7±138.4	450.4±29.72	505.2±123.3	462.0±41.6
	비흡연군	522.1±35.4	5897±573 IU	2339.1±192.8	1139.8±514.3	504.3±23.73	519.5±111.3	405.4±59.6
	p-value	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
비타민 E (mg)	흡연군						6.91±2.39	4.41±0.47
	비흡연군						7.09±1.73	4.39±0.29
	p-value						NS	NS
비타민 C (mg)	흡연군	111.1±4.2	113.9±11.1	48.2±4.1	79.2±20.2	50.2±2.0	133.1±37.8	92.3±6.4
	비흡연군	108.8±7.6	106.3±9.8	68.4±6.7	144.0±36.7	51.6±2.4	124.7±27.1	104.6±9.4
	p-value	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

자료 : 6) 송경희 등. 한국식생활문화학회지 17(3) : 329-336, 2002
 7) 박정아 등. 한국영양학회지 29(2) : 122-133, 1996
 36) 김경원 등. 한국영양학회지 32(8) : 908-917, 1999
 37) 이성숙 등. 한국영양학회지 29(5) : 489-498, 1996
 38) 김우경 등. 한국영양학회지 31(8) : 1244-1253, 1998
 39) 김정희 등. 지역사회영양학회지 2(2) : 159-168, 1997
 40) 윤균애 등. 한국영양학회지 31(8) : 1254-1262, 1998
 41) 윤균애 등. 한국영양학회지 30(10) : 1180-1187, 1997

(2) 흡연군과 비흡연군의 혈장 항산화 비타민 농도

흡연군과 비흡연군의 혈장 항산화 비타민 농도를 비교하여 보면(표 18), 비타민 A의 경우, 여대생(39)이나 20세 이상 성인(40)에서 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 한편, 비타민 E 농도 역시 20세 이상 성인(40)에서는 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 여대생(39)에서는 비흡연군(27.58±3.61 µg/dl)에 비하여 흡연군(18.15±2.40 µg/dl)의 비타민 E 농도가 유의하게 낮게 보고되었다. 더욱이, 혈장 비타민 C 농도는 경기도(6) 및 대전(7)의 남자대학생, 여대생(39), 20세 이상 성인(41) 모두에서 흡연군이 비흡연군보다 유의하게 낮았다.

이처럼, 흡연으로 인해 혈장내 비타민 C가 낮은 것은 흡연에 의한 장기적인 산화 stress로 수용액상에서 free radical이 형성되면 비타민 C가 가장 먼저 방어작용에 사용되기 때문이다(42). Lykkesfeldt 등(43)은 흡연자에게 담배를 끊게하면,

표 18. 흡연군과 비흡연군의 혈액 중 항산화 비타민 농도

대상	대전 남자대학생	경기도 남자대학생	서울 남학생	여대생	20세이상 성인	
년도	1996	2002	1998	1997	1998	
연구자	박정아 등(7)	송경희 등(6)	김우경(38)	김정희 등(39)	윤균애(40, 41)	
비타민 A ($\mu\text{g}/\text{d}$)	흡연군		retinol 102.3±7.8	74.0±10.0	retinol 67.54±5.06	
	비흡연군		115.2±6.5	71.0±10.0	70.25±3.66	
	p-value		NS	NS	NS	
비타민 E ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	흡연군	9.82±2.35	70.2±4.96	18.15±2.40	α -tocopherol 9.82±0.64	
	비흡연군	α -tocopherol 9.81±2.12	79.6±3.88	27.58±3.61	10.0±0.61	
	p-value	NS	NS	*	NS	
비타민 C (mg/d)	흡연군	1.13±0.046	80.6±14.6	1.45±0.08	0.79±0.017	0.93±0.02
	비흡연군	1.41±0.044	88.3±14.0	1.53±0.15	0.92±0.016	1.00±0.028
	p-value		*	*	*	*

자료 : 6) 송경희 등. 한국식품영양학회지 17(3) : 329-336, 2002

7) 박정아 등. 한국영양학회지 29(2) : 122-133, 1996

38) 김우경 등. 한국영양학회지 31(8) : 1244-1253, 1998

39) 김정희 등. 지역사회영양학회지 2(2) : 159-168, 1997

40) 윤균애 등. 한국영양학회지 31(8) : 1254-1262, 1998

41) 윤균애 등. 한국영양학회지 30(10) : 1180-1187, 1997

항산화제의 소모가 적어짐으로서 혈액내 비타민 C 함량이 23.5% 증가하였다고 보고하였다. 그리하여 Kallner 등(44)은 흡연자는 비흡연자에 비해 40%이상의 비타민 C 섭취량이 요구된다고 하였고, Schetmann 등(45)은 하루에 200mg이상을 섭취하면 흡연자와 비흡연자간의 혈장내 비타민 C 함량의 차이가 없어진다고 하였다.

(3) 흡연자에 있어서 비타민 C 보충 효과

비타민 C를 보충하기 전의 일상적인 비타민 C 섭취량에 있어서는 흡연군과 비흡연군간에 유의한 차이를 보이지 않았던 남자고등학생 흡연군(33) 및 일반 흡연자(38)에게 각각 매일 500mg 및 1g의 비타민 C를 보충해 준 결과, 혈장의 비타민 A(retinol 또는 β -carotene) 및 비타민 E 농도에는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 혈장 비타민 C 농도는 유의하게 증가하였음을 알 수 있었다(표 19). 비타민 C 보충 전, 혈장 내 비타민 C 농도가 흡연군에서 낮은 경향을 나타내었으나, 500mg 또는 1g이라는 일상적인 섭취범위를 넘어선 많은 양의 비타민 C를 보충한 후, 흡연군에서 혈장 비타민 C 농도의 유의적인 차이를 보인 것은 비타민 C 보충이 흡연으로 인한 혈장 비타민 C의 손실을 보상해 준 것으로 사료되며, 적절한 보충양에 대해서는 앞으로 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

흡연자들은 비흡연자에 비하여 항산화 영양소의 요구량이 증가되어 있으며, 이들 항산화 영양소를 보충하면 혈중 농도 상승 뿐만 아니라 항산화 관련 효소의 활성도를 증가시켜 전체적인 체내 항산화 방어 능력을 향상시킬 수 있다고 한다. 한편 흡연자에게 비타민 C 보충과 금연 교육을 함께 실시한 결과, 체내 항산화 비타민 중 비타민 C 및 α -tocopherol 농도 상승이 나타났다(33).

표 19. 흡연자에 있어서 비타민 C 보충 효과

	비타민 A (retinol) (mg/dl)		비타민 E (mg/dl)		비타민 C (mg/dl)	
	보충 전	보충 후	보충 전	보충 후	보충 전	보충 후
남자고등학생(33)	0.072±0.006	0.076±0.006	0.84±0.05	0.81±0.06	0.88±0.08	1.04±0.06*
남학생(38)	102.3±7.8	127.3±16.5	702.0±49.6	700.8±66.7	1.45±0.08	1.88±0.07*

자료 : 33) 김정희 등. 대한지역사회영양학회지 5(3) : 432 - 443, 2000
 38) 김우경. 한국영양학회지 31(8) : 1244 - 1253, 1998

2. 각종 질환자의 항산화 영양 상태

(1) β-carotene과 암과의 관계

우리나라에서 수행된 역학조사에서 폐암과 위암 환자의 경우, 정상인에 비해 β-carotene의 섭취가 적었으며, 이들의 혈청내 β-carotene의 수치도 적게 나타났다(29). 또한 한국인의 β-carotene 섭취량과 암 발생에 관한 이 등(46)의 연구에 의하면 위암을 제외한 유방암, 자궁암, 폐암, 후두암 환자들에서 β-carotene의 섭취가 정상인에 비해 유의적으로 적었고, retinol의 경우는 후두암 환자에서 유의적으로 적게 섭취한 것으로 조사되었다. 특히 폐암과 후두암 환자의 경우 β-carotene의 섭취가 가장 적었으며(표 20), 식품군별로 보았을 때 녹황색 채소류의 섭취가 가장 적었다. 또한 β-carotene과 retinol의 섭취수준을 네 단계로 나누어 암발생 비교 위험도를 조사한 결과에 의하면, β-carotene의 섭취가 적을수록 암이 발생할 수 있는 가능성이 1.0, 2.0, 1.7, 8.5배로 증가하였으며, retinol의 경우는 섭취수준에 따른 차이를 보이지 않았다(46).

표 20. 부위별 암환자와 정상인의 1일 영양소 섭취량

영양소	정상인	위 암	유방암	자궁암	폐 암	후두암	기 타	평 균
β-carotene(μg)	10326±588	8077±1163	7446±1238*	7097±912*	5855±1459*	5492±162*	6560±623*	7002±441*
retinol(μg)	388±40	239±48	175±67	236±80	137±62	158±51	383±106	245±35

*p<0.05

자료 : 46) 이기열 등. 한국영양학회지 18(4) : 301 - 310, 1985

혈청 retinol과 β-carotene 농도에 대한 이 등(46)의 연구에서는 암환자의 경우 이들 수치가 모두 낮게 나타났으며, 염 등(29)의 연구에서도 폐암 및 위암 환자의 혈청 β-carotene 농도는 각각 21.18±2.55 μg/dl와 21.15±3.08 μg/dl로 정상인(각각 31.72±3.25 μg/dl, 21.15±3.08 μg/dl)보다 유의하게 낮았다(표 21).

표 21. 암환자와 정상인의 혈청 β-carotene, retinol, α-tocopherol 농도 (단위 : μg/dl)

구분	폐 암		위 암		유방암		기타 암	
	정상인	환 자	정상인	환 자	정상인	환 자	정상인	환 자
β-carotene	31.72±3.25	21.18±2.55*	33.89±3.52	21.15±3.08**	46.88±2.54	32.26±10.5	34.79±3.74	27.95±2.76
retinol	13.88±2.71	36.46±3.26	43.79±2.72	37.72±3.57	39.63±6.50	28.26±5.59	44.55±3.02	42.76±42.7
α-tocopherol	810.8±69.41	751.0±92.20	819.7±71.08	55.8±80.79*	831.6±133	820.5±78.4	846.0±74.1	834.7±123

*p<0.01, **p<0.005

자료 : 29) 염경진 등. 한국암학회지 24: 343 - 351, 1992

(2) 비타민 E와 각종 만성 질환

Gey 등(47)은 유럽의 16개국이 참여한 대규모의 역학조사에서 혈청 비타민 E와 비타민 C의 수준이 허혈성 심질환 발생과 역의 상관성이 있음을 보고하였고, 협심증의 위험도도 혈청 비타민 E와 비타민 C 및 β-carotene 수준과 역비례 관계를 보였는데, 흡연의 영향을 고려하면 비타민 E만이 독립 변인이라고 판정하였다(48).

최근 우리나라에서도 혈청 항산화 비타민과 만성 질환발생에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(표 22). 김(50)이 보고한 유방암 환자의 혈청 retinol, β-carotene 및 α-tocopherol 농도는 정상인에 비하여 유의하게 낮았으며, 남자 관상 동

맥 질환자(51)의 β -carotene 농도($15.5 \pm 16.5 \mu\text{g/ml}$) 역시 정상인 남자($32.5 \pm 2.05 \mu\text{g/ml}$)보다 유의하게 낮았다. 또한 고영숙 등(54)은 백내장 남녀 환자의 혈청 항산화 비타민 농도를 정상인과 비교하였는데, 남자에서는 비타민 C 농도가, 여자에서는 α -tocopherol 농도가 정상인 보다 유의하게 낮았다. 한편 엄 등(29)의 연구에서 α -tocopherol 수준은 암환자가 $7.33 \pm 0.56 \mu\text{g/ml}$ 으로 정상인의 $9.11 \pm 0.66 \mu\text{g/ml}$ 보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

표 22. 각종 질환자의 혈청 항산화 비타민 농도

연도	조사자	대상자	Retinol[$\mu\text{g/ml}$]	β -carotene[$\mu\text{g/ml}$]	α -tocopherol[$\mu\text{g/ml}$]	비타민 C[$\mu\text{g/ml}$]
1992	염경진 등 ²⁹⁾	정상인	0.43 ± 0.02	37.4 ± 2.66	9.11 ± 0.66	-
		암환자	0.38 ± 0.02	24.1 ± 1.68	$7.33 \pm 0.56^*$	-
1994	김형미 ⁴⁹⁾	정상인	-	37.1 ± 1.84	14.89 ± 0.51	-
		당뇨인	-	24.5 ± 2.18	12.52 ± 0.57	-
1995	조성희 등 ³⁰⁾	남자 성인 (40세 이상)	-	-	9.59 ± 3.11	10.05 ± 3.8
1995	김미경 ⁵⁰⁾	정상인(여)	$0.50 \pm 0.21^{***}$	$47.4 \pm 28.6^{***}$	$10.99 \pm 8.48^*$	-
		유방암환자	0.41 ± 0.48	34.7 ± 31.8	6.49 ± 4.96	-
1996	김수연 등 ⁵¹⁾	정상인(남)	0.81 ± 0.28	32.5 ± 2.05	9.4 ± 5.7	-
		관상동맥 질환자	0.91 ± 1.48	$15.5 \pm 16.5^*$	11.3 ± 8.3	-
		정상인(여)	0.62 ± 0.29	48.2 ± 23.4	10.50 ± 8.20	-
		관상동맥 질환자	0.75 ± 0.28	51.9 ± 13.0	11.9 ± 6.0	-
1996	최영선 등 ⁵²⁾	정상인	0.80 ± 0.57	32.9 ± 21.6	9.48 ± 3.50	-
		허혈성 심장질환자	0.61 ± 0.20	38.5 ± 22.5	8.53 ± 3.11	-
1997	박의현 등 ⁵³⁾	정상인	0.80 ± 0.57	32.9 ± 21.6	9.48 ± 3.50	-
		뇌경색 환자	0.69 ± 0.25	38.5 ± 22.6	8.56 ± 3.25	-
1997	서정연 등 ³²⁾	정상인(남)	-	36.4 ± 3.93	11.4 ± 1.71	-
		관상동맥 질환자	-	19.1 ± 1.67	11.3 ± 1.28	-
		정상인(여)	-	29.6 ± 1.89	14.3 ± 1.29	-
		관상동맥 질환자	-	20.8 ± 1.85	10.3 ± 1.56	-
2002	고영숙 등 ⁵⁴⁾	남	정상인	33.2 ± 3.15	0.9 ± 0.12	15.5 ± 0.75
		백내장 환자		24.4 ± 4.92	1.17 ± 0.17	$12.5 \pm 0.80^*$
		여	정상인	55.6 ± 5.10	1.33 ± 0.10	12.8 ± 0.38
		백내장 환자		45.6 ± 6.00	$0.88 \pm 0.12^{**}$	13.1 ± 0.46

* $p < 0.005$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

자료 : 29) 염경진 등. 대한암학회지 24 : 343-351, 1992

30) 조성희. 한국영양학회지 28(1) : 33-45, 1995

32) 서정연 등. 한국지질학회지 7(1) : 11-17, 1997

49) 김형미. 연세대학교 대학원 박사학위 논문, 1994

50) 김미경. 연세대학교 박사학위 논문, 1995

51) Kim SY, et al. Biochem and Environmental Science 9 : 229-235, 1996

52) 최영선 등. 한국영양학회지 29(2) : 223-231, 1996

3. 운동량에 따른 항산화 비타민 영양상태

규칙적인 운동을 하는 사람은 운동하지 않는 사람에 비해 혈중 비타민 C 및 비타민 E 수준이 높으며, 운동은 적혈구 항산화 효소활성을 향상시킨다(55). 적절한 양의 운동은 활성 산소에 대한 체내 항산화 방어 능력을 향상시켜 운동으로 증가된 지질 과산화물을 감소시키며, 산화적 손상에 대한 내성을 증가시켜 심혈관계 질환을 비롯하여 여러 종류의 암을 예방할 수 있다(56). 규칙적인 운동을 하는 사람은 산화적 스트레스를 덜 받으면서 강도 높은 일을 수행할 수 있으며, 적절한 양의 규칙적인 운동은 산화적 손상에 대한 내성을 증가시켜 항산화 상태를 개선시킨다. 강 등(11)에 따르면 저 운동군과 적정 운동군 간에 비타민 C와 비타민 E의 섭취량은 유의한 차이가 없었으나, 혈장 비타민 C, α -tocopherol, α -tocopherol/total cholesterol은 적정 운동군(1일 30분 이상 운동)이 저 운동군(1일 30분 이하 운동)보다 유의하게 높았으며, 혈장 α -tocopherol 수준은 운동량과 유의한 정의 상관관계가 있었다(표 23). 이와 같은 결과는 하루 30분 이상 규칙적으로 운동

표 23. 저운동군 및 적정 운동군의 항산화 비타민 영양상태

	섭취량		혈중 농도		
	비타민 E(mg/day)	비타민 C(mg/day)	α -tocopherol(μ g/dl)	α -tocopherol/TC(%)	비타민 C(mg/dl)
저 운동군	14.5 \pm 2.4	101.7 \pm 18.0	283.0 \pm 12.8	0.18 \pm 0.0	0.66 \pm 0.1
적정 운동군	10.8 \pm 1.3	79.9 \pm 11.1	340.2 \pm 11.9	0.20 \pm 0.0	1.00 \pm 1.1
p-value	NS	NS	0.002	0.009	0.020

TC : total cholesterol

자료 : 11) 강명희 등. 한국영양학회지 34(3) : 306-312, 2001

하는 것이 항산화 영양상태를 개선시킬 수 있음을 보여준다.

4. 비타민 영양제 보충효과

한편 노인 복지 시설 노인에게 비타민 무기질 복합제를 2개월간 투여하였을 경우(8), 영양중재 이전의 혈중 비타민 수준이 낮았던 군은 혈중 비타민 A와 비타민 E 모두 증가한 반면, 혈중 비타민 수준이 높았던 군은 혈중 비타민 A와 비타민 E 모두 감소한 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 비타민 보충제 복용 효과가 보충제 복용 이전의 해당 비타민 영양상태에 따라 다양하며, 특히, 영양상태가 저조했던 경우에 가장 큰 효과를 나타냄을 보여준다.

[5] 항산화 비타민 연구의 활성화를 위한 제안

(1) 각종 식품 중의 항산화 비타민 함량 분석

한국인에 있어서 항산화 비타민에 관한 연구를 활성화하기 위한 제 1차 작업은 국내에서 생산되는 각종 식품 중의 항산화 비타민 함량에 관한 data base를 완성하는 것이다. 가장 광범위하고 신뢰도 높은 국민건강·영양조사에서 조차 비타민 E 섭취량이 분석되지 못함은 이와 같은 data base의 부재 때문이다. 최근 새로운 항산화 비타민으로 주목받고 있는 flavonoid 섭취량에 관한 연구를 위하여 식품 중의 flavonoid 함량 분석 또한 필요하다.

특히, 다양한 형태로 공급되는 비타민 A(retinol, β -carotene 등)와 비타민 E(D- α -tocopherol, DL- α -tocopherol, α -tocopherol 등)의 구체적인 함량이 정확하게 분석되어야만 이들 비타민의 체내에서의 이용률 분석이 가능할 것이다.

(2) 항산화 비타민 섭취량 조사 방법의 표준화

지금까지의 국내의 연구들은 대부분 24시간 회상법을 이용하여 조사된 항산화 비타민의 섭취량을 보고하고 있다. 그러나 대부분의 항산화 비타민의 섭취량은 다른 영양소와 달리 계절 및 식단의 변화 등에 민감하게 반응하는 등 개인내 변이 (intravariation)가 크므로 1~2일간의 24시간 회상법만으로는 평소의 이들 영양소 섭취량을 평가하기 어렵다(3).

따라서, 각각의 항산화 비타민 섭취량 조사를 위한 개별적인 표준화된 조사 방법이 정립되어야만 연구 결과간의 비교 및 분석이 가능할 것이다. 이를 위하여, 신뢰도 높은 생화학적 분석 결과 등과 높은 상관관계를 보이는 조사 도구를 개발하는 것이 필요하다. 최근 반정량 또는 정량적 식품섭취빈도(FFQ) 조사법에 따른 항산화 비타민 섭취량을 평가하고자 하는 시도(6, 13)가 이루어짐은 매우 고무적이라 하겠다.

(3) 항산화 비타민 보충제 섭취를 위한 권장량 제시

최근 들어, 항산화 비타민의 섭취가 체내 평형을 유지하기 위한 수준을 넘어, 각종 만성 질환의 예방 차원에서 강조되고 있다. 이와 함께, 무분별한 항산화 비타민 복용으로 인한 부작용 및 독성 문제가 대두되고 있다. 따라서, 항산화 비타민 보충제 복용에 있어서 최대 허용 수준을 성별, 연령별, 질환별로 제시하여 줌으로써 보충제 과잉 섭취에 따른 문제를 해결할

수 있을 것이다.

(4) 항산화 비타민 섭취의 적절성 및 결핍 상태 평가를 위한 기준 마련

항산화 비타민 섭취량의 적정성 및 결핍 여부 진단을 위한 평가 도구가 개발되어야 한다. 지금까지는 권장량에 대한 섭취 비율(% RDA)만을 이용하여, 이들 항산화 비타민의 섭취량이 평가됨에 따라, 결핍 집단에 대한 정확한 진단이 어려웠다. 따라서, 계절별, 연령별, 성별, 기타 특성별(흡연 및 질환 여부) 적정 섭취 수준 및 결핍 위험 집단을 진단하기 위한 섭취량 경계 값(cutoff point)이 제시되어야 할 것이다.

지금까지 한국인의 항산화 비타민 섭취 현황에 관한 자료를 정리하면서 많은 학자들이 "항산화 비타민 연구의 매력"에 사로잡혀 있는 이유를 조금이나마 이해할 수 있었다. 전반적인 연구의 흐름을 살펴보면, 항산화 비타민 섭취량에 관한 연구는 점점 감소하는 반면, 혈액 분석을 통해 항산화 비타민 농도를 분석하는 등 다양한 생화학적 방법을 이용한 연구들이 활발하게 이루어지고 있었다. 이처럼 생화학자, 임상의학자 등이 아닌 영양학자 고유의 영역이라고 할 수 있는 "섭취량"에 관한 연구가 감소하고 있는 것은 이와 같은 연구를 위해 소요된 노력과 시간 등에 비하여 객관성 있는 data를 제시할 수 없다는 한계 상황에 직면하기 때문인 것으로 추측된다.

그러나 이와 같은 문제를 해결할 수 있는 사람은 다른 어느 분야의 학자가 아니라, 바로 '영양학자'라는 엄연한 사실을 간과할 수 없다. 영양소 섭취량에 관한 연구야말로 영양학자의 권리이자 의무인 것이다.

참고 문헌

- 1) 이양자, 이종호, 박태선. 항산화영양소와 건강. 연세대학교 식품영양과학연구소. 1998
- 2) 보건복지부. '98 국민건강·영양조사보고서. 2000. 1
- 3) 김영남, 목진화, 나현주, 한경희, 김기남, 현태선. 충북지역 초등학교생의 비타민 A 식이 섭취실태와 영양상태 진단. 한국영양학회지 34(6) : 671-677, 2001
- 4) 박은숙. 청소년의 식이섭취와 비타민·무기질 보충제 복용에 관한 연구. 한국영양학회지 24(1) : 30-40, 1995
- 5) 권정숙, 한은화, 윤수홍, 장현숙. 대학생들의 생활습관과 혈청 항산화비타민 및 지질상태의 관련성에 관한 연구. 한국식품영양과학회지 28(1) : 257-264, 1999
- 6) 송경희, 김현아. 일부 남자 대학생 흡연자와 비흡연자의 흡연에 대한 인식 및 항산화 비타민 수준 비교. 한국식품영양학회지 17(3) : 329-336 2002
- 7) 박정아, 강명희. 흡연대학생의 비타민 C 섭취량과 혈청수준. 한국영양학회지 29(2) : 122-133, 1996
- 8) 김화영, 안소영, 송요숙. 노인복지시설 거주노인의 영양상태와 비타민-무기질 보충 효과에 관한 연구. 대한지역사회영양학회지 5(2) : 201-207, 2000
- 9) 권정숙, 박경희, 윤수홍, 장현숙. 남성 뇌혈관질환자의 혈청지질과 항산화비타민 상태에 관한 연구. 한국식품영양과학회지 27(6) : 1197-1203, 1998
- 10) 박선민, 류정길, 이주영. 건강하고 젊은 남녀의 비타민 E와 비타민 C 요구량에 영향을 미치는 요인 분석. 한국영양학회지 31(4) : 729-738, 1998
- 11) 강명희, 윤지숙. 운동량이 젊은 성인 남자의 비타민 C와 E 섭취량 및 혈장 비타민 C, α -tocopherol 및 γ -tocopherol 수준에 미치는 영향. 한국영양학회지 34(3) : 306-312, 2001
- 12) Hertog, MGL, Fesken EJM, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout K. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease the Zutphen elderly study. Lancet 342 : 1001-1007, 1993
- 13) 강명희 등. 식품섭취 빈도조사를 이용한 우리나라 성인의 Flavonoids 섭취실태 조사. 미발표. 2002
- 14) Kwon TW, Song YS, Kim J-S, Moon GS, Kim JI, Hong JH. Current research on the bioactive function of soyfoods in Korea. Korea Soybean Digest. 15 : 1-12, 1998
- 15) Sung CJ, Choi SH, Kim MH, Park MH · Ko BS, Kim HK. A study on dietary isoflavone intake from soy food. Antioxidant effect of flavonoids. Angiology 48 : 39-44, 1997
- 16) Kim JS, Kwon CS. Estimated dietary isoflavone intake of Korean population based on national nutrition survey. Nutr Res 21 : 947-953, 2001
- 17) Lee SK, Lee MJ, Yoon S, Kwon DJ. Estimated Isoflavone intake from soy products in Korean middle-aged women. J Korean Soc Food Sci Nutr 29(5) : 948-956, 2000
- 18) Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout D. Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in the Netherlands. Nutr Cancer 20(1) : 21-29, 1993
- 19) Arai Y, Watanabe S, Kimira M, Shimoi K, Mochizuki R, Kinae N. Dietary intakes of flavonols, flavones and isoflavones by Japanese women and the inverse correlation between quercetin intake and plasma LDL cholesterol concentration. J Nutr 130 : 2243-2250, 2000
- 20) 김선효. 최근의 비타민·무기질 보충제 복용 양상에 대한 다각적 검토. 한국영양학회지 30(5) : 561-570, 1997
- 21) 송병춘, 김미경. 미취학 아동의 비타민·무기질 보충제 복용 양상에 관한 연구. 한국영양학회지 31(6) : 1066-1075, 1998
- 22) 한지혜, 김선효. 청소년기의 비타민·무기질 보충제 복용에 영향을 미치는 요인. 한국영양학회지 32(3) : 268-276, 1999
- 23) 유양자, 홍완수, 최영섭. 서울지역 성인들의 비타민·무기질 보충제 섭취 실태에 관한 연구. 한국식품영양과학회지 30(2) : 357-363, 2001

- 24) 김선호. 중년기의 비타민 · 무기질 보충제 복용 실태 조사. 한국영양학회지 27(3) : 236-252, 1994
- 25) 송병춘, 김미경. 노년기의 비타민 · 무기질 보충제 복용 실태 조사. 한국영양학회지 30(2) : 139-146, 1997
- 26) 이상선, 김미경, 이은경. 서울지역 성인의 영양보충제 복용실태. 한국영양학회지 23(4) : 287-297, 1990
- 27) 차복경, 최현경. 채식 성인여성의 식사형태 및 비타민, 영양제 복용과 혈중 지질, 혈당, 혈압과의 관련성에 관한 비교연구. 한국식품영양과학회지 31(2) : 306-314, 2002
- 28) 한국영양학회. 한국인 영양권장량 제 7차 개정. 2000
- 29) 염경진, 이양자, 이기열 등. 혈청 retinoids, carotenoid 및 α -tocopherol과 암과의 관계. 한국암학회지 24 : 343-351, 1992
- 30) 조성희, 이옥주, 임정교 등. 대구지역 중년 남성의 혈중 항산화성 영양소와 지질 상태에 관한 연구. 한국영양학회지 28(1) : 33-45, 1995
- 31) Comstock GW et al. Am J Epidemiol, 1997
- 32) 서정연. 관상동맥 질환환자의 혈청 β -carotene과 α -tocopherol 농도에 관한 연구. 한국지질학회지 7(1) : 11-18, 1997
- 33) 김경희, 임재연, 강현주, 김경원. 남자 고등학생 흡연자의 비타민 C 보충 및 금연교육 효과 평가. 대한지역사회영양학회지 5(3) : 432-443, 2000
- 34) 천중희, 신명화. 도시 지역 노인의 일부 비타민 영양상태에 관한 연구. 한국영양학회지 21(4) : 253-259, 1988
- 35) Lee-Kim YJ, Kim MK. Serum concentration of α -tocopherol, carotenoids and retinol of normal Korean. Nutr Sci 1(1) : 61-69, 1998
- 36) 김경원, 임재연, 김주영, 김정희. 여고생 흡연자의 영양소 섭취 실태 및 흡연관련 사회심리적 요인에 관한 연구. 한국영양학회지 32(8) : 908-917, 1999
- 37) 이상숙, 최인선, 이정화, 최운정, 오승호. 흡연 남자 대학생의 영양소 섭취 및 혈중 지질양상에 관한 연구. 한국영양학회지 29(5) : 489-498, 1996
- 38) 김우경. 흡연자에 있어 비타민 C 보충이 면역능력에 미치는 영향. 한국영양학회지 31(8) : 1244-1253, 1998
- 39) 김경희, 문정숙. 흡연 여대생의 이섭취실태 및 영식양상태 평가에 관한 연구. 지역사회영양학회지 2(2) : 159-168, 1997
- 40) 윤군애. 흡연인들에서 증가된 혈장지질 농도가 비타민 E 영양상태와 글루타티온 과산화효소 활성에 미치는 영향. 한국영양학회지 31(8) : 1254-1262, 1998
- 41) 윤군애. 흡연이 혈장의 비타민 C 함량과 지질과산화 및 지질의 농도 변화에 미치는 영향. 한국영양학회지 30(10) : 1180-1187, 1997
- 42) Mezzetti A, Lapenna D, Pierdomenico SD, Calafiore AM, Costanini F, Riario-Sforza G, Imbastro T, Neri M, Cuccurullo F. Vitamin E, C and lipid peroxidation in plasma and arterial tissue of smokers and non-smokers. Atherosclerosis 112 : 91-99, 1995
- 43) Lykkesfeldt J, Prieme H, Loft Steffen, Poulsen HE. Effect of smoking cessation on plasma ascorbic acid concentration. Br Med J 313 : 91-92, 1996
- 44) Kallner AB, Hatman D, Hornig DH. On the requirement of ascorbic acid in man : Steady state turnover and body pool in smoker. Am J Clin Nutr 34 : 1347-1355, 1981
- 45) Schectmann G, Byrd JC, Gruchow HW. The influence of smoking on vitamin C status in adults. Am J Public Health 79 : 158-162, 1989
- 46) 이기열, 이양자, 박영심, 윤교회, 김병수. 한국인의 식이 섭취와 암유발의 관계에 관한 연구. 한국영양학회지 18(4) : 301-310, 1985
- 47) Gey KF, Puska P, Jordan P, Moser UK. Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. Am J Clin Nutr 53 : 326S-334S, 1991
- 48) Riemersma RA, Wood DA, Macintyre CCA, Elton RA, Gey KF, Oliver MF. Risk of angina pectoris and plasma concentrations of vitamins A, C, and E and carotene. Lancet 337 : 1-5, 1991
- 49) 김형미. 당뇨병 환자의 지방산 섭취양상과 혈청 지방산 및 혈청 항산화제에 관한 연구. 연세대학교 대학원 박사학위 논문. 1994
- 50) 김미경. 한국 정상인과 유방암 환자의 항산화 비타민류의 섭취수준과 혈청 농도. 연세대학교 박사학위 논문. 1995
- 51) Kim SY, Lee YC, et al. Serum levels of antioxidant vitamins in relation to coronary artery disease : A case control study of Koreans. Biochem and Environmental Science 9 : 229-235, 1996
- 52) 최영선, 이나희, 조성희, 배복선, 박의현, 임정교. 허혈성 심장질환에서의 항산화 영양소 상태와 혈소판 항산화 효소 활성에 관한 연구. 한국영양학회지 29(2) : 223-231, 1996
- 53) 박의현, 서정규, 이나희, 조성희, 최영선. 뇌경색 환자에서의 혈장 지질과 항산화 영양소 상태에 관한 연구. 한국지질학회지 1(1) : 19-28, 1997
- 54) 고영숙, 홍영재, 정혜연, 김수연, 이양자. 한국인 백내장환자의 항산화 체계에 관한 연구. 한국영양학회지 35(2) : 229~236, 2002
- 55) Brites FD, Evelson PA, Christian MC, Nicol MF, Basilio MJ, Wikinski RW. Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. Clin Sci 96 : 381-385, 1999
- 56) Sen CK. Oxidants and antioxidants in exercise. J Appl Physiol 79 : 675-686, 1995