

흡연대학생의 비타민 A와 β -Carotene 섭취량 및 혈청 총 Carotenoids 수준과의 관계

강명희[†] · 박정아

한남대학교 식품영양학과

Relation between Vitamin A and β -Carotene Intakes and Serum Total Carotenoids Levels in Smoking College Students

Myung-Hee Kang[†] and Jeong-Ah Park

Dept. of Food and Nutrition, Han Nam University, Taejon 306-790, Korea

Abstract

The aim of this study was to assess the association between total vitamin A, retinol and β -carotene intakes and serum concentration of total carotenoids in Korean male smokers and nonsmokers. Food frequency and nutrient intakes of 64 healthy college students were estimated by the 24 hour recall method and food frequency questionnaire and analyzed by smoking status. Serum total carotenoids and lipid profiles were measured in 28 smokers and 36 nonsmokers. The mean total vitamin A, retinol and β -carotene intakes of smokers were not significantly different from nonsmokers. However, β -carotene intakes of the smokers who have smoked more than 5 packyears were significantly lower than those of nonsmokers. Smokers consumed green-yellow leafy vegetables more often ($P=0.005$) and fresh fruits less often ($P=0.017$) than nonsmokers. The serum total carotenoids of smokers consuming the same amount of retinol and β -carotene as nonsmokers, $1.79\mu\text{g/ml}$, were 17% lower than nonsmokers, $2.15\mu\text{g/ml}$ ($P<0.05$). The lipid profiles including total cholesterol, LDL-cholesterol, VLDL-cholesterol and triglycerides of smokers were not significantly different from nonsmokers, however, the concentration of HDL-cholesterol of smokers were significantly higher than that of nonsmokers. The serum carotenoids concentration was positively associated with fruit consumption frequency in smokers, and also was positively associated with green-yellow leafy vegetable consumption frequency in nonsmokers. There were no correlations between dietary and serum carotenoids for smokers as well as nonsmokers. It was concluded that smoking could be inversely related to the serum concentration of carotenoids at constant β -carotene intakes and smokers might require more β -carotene to reach the same concentration comparable to nonsmokers.

Key words: dietary vitamin A, dietary β -carotene, smokers, serum carotenoids, fruits consumption

서 론

흡연은 담배 그 자체에 포함되어 있는 nicotine 및 tar, 흡연으로 인해 체내에서 생성되는 free radical의 영향 때문에 관상심장질환과 암의 위험인자로 알려져 오고 있다. 흡연을 하게 되면, 혈액과 폐에 중성구와 식세포의 수가 증가하며 이들에 의해 활성 산화제(reactive oxidants, ROs)의 생산이 증가한다(1,2). 활성 산화제는 염증으로 인한 조직 손상의 중요한 매개체가 될 뿐 아니라 신체내에서 지질 과산화 과정이 개시되고 진행되

록 영향을 미친다.

흡연은 생체내에서 LDL 산화를 촉진시키므로써 동맥경화의 원인을 제공하는 것으로 보인다(3). 흡연자들은 비흡연자에 비해 혈중 항산화 비타민의 농도가 낮으며, 흡연자에게서 항산화 비타민의 섭취가 낮을수록 관상심장병의 위험이 증가한다는 보고(4)는 흡연자가 체내 산화 스트레스에 대해 비흡연자보다 더 취약하다는 사실을 말해준다. 실제로 흡연자는 비흡연자에 비해 식습관이나 생활방식이 바람직하지 않으며 몇몇 연구에 따르면 β -carotene, vitamin C, E 등 항산화 비

[†]To whom all correspondence should be addressed

타민의 섭취가 낮음이 보고되고 있다(5-7). 낮은 항산화제의 섭취와 흡연자의 동맥벽 조직에서 생산된 free radical들로 인해 흡연자의 체내 항산화 능력이 감소되면 신체내 산화제(prooxidants)과 항산화제 간의 불균형이 생기게 되고 이로 인해 흡연자는 과산화 스트레스를 받게 된다(8). 활성산화제와 항산화제 간의 이와같은 불균형이 암과 관상심장 질환의 원인에 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다.

흡연으로 인한 활성산화제의 증화는 항산화제인 효소와 항산화 비타민에 의해 이루어진다(1). 특히 세포밖의 활성산화제 증화는 주로 β-carotene, 비타민 C, 비타민 E 등 항산화 비타민에 의해 일어난다. 즉 흡연자의 경우, 폐나 대식세포등 산화적 stress가 있는 곳에서는 항산화 비타민들이 oxidant stress에 대한 항산화작용을 하는 것으로 생각된다(9). β-Carotene의 이러한 역할은 β-carotene이 암을 예방해주는 항산화제로 사용될 수 있음을 말해준다.

실제로 많은 역학 연구조사 결과, 식사 중의 carotenoids는 폐암이나 관상심장병의 위험을 감소시키는 역할을 하며 낮은 혈중 β-carotene 농도는 장래의 폐암을 예측해 주는 것으로 보고되고 왔다(10). 반면 최근의 β-carotene 보충 연구들(11,12)은 실험 초기의 혈청 β-carotene 농도는 폐암과 역의 상관관계가 있었으나, β-carotene을 일정량 보충 투여한 후의 혈청 β-carotene 농도는 흡연자들의 폐암을 감소시키는데 효과가 없거나 오히려 악화시키는 결과를 보임이 보고되고 있다.

여러 인구집단을 대상으로 한 역학 연구에서는 흡연자들의 β-carotene 섭취수준 및 혈청수준이 비흡연자들보다 낮음이 보고되고 있다(13,14). 흡연자들은 β-carotene의 섭취수준이 비흡연자들에 비해 낮을 뿐 아니라 섭취수준을 반영하는 혈청수준은 섭취수준에 비해 더욱 낮아서 흡연자와 비흡연자의 대사상의 차이를 나타낸다.

그동안 외국에서는 흡연과 β-carotene의 섭취, 급원 식품 및 혈청 수준에 관한 연구가 활발한데 비해 우리

나라에서는 이 방면의 연구가 비교적 제한되어 있다. 흡연에 따른 비타민 A 섭취량 및 혈청 retinol 농도와 의 관계에 대한 연구로는 그동안 흡연 여대생(15) 및 흡연 성인남자(16)를 대상으로 연구된 논문이 있을 뿐이며, 흡연자와 비흡연자의 β-carotene 섭취량 및 혈청 총 carotenoids 수준의 차이, 그리고 이 두 변수들의 상관성에 대해서는 아직 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 남자 흡연자의 비타민 A 및 β-carotene 섭취 상태를 비흡연자와 비교해보고 흡연상태에 따른 β-carotene의 섭취량을 혈청 총 carotenoids 농도와 관련지어 해석해 봄으로써 흡연여부에 따른 섭취수준과 혈청수준의 상관성 및 흡연자에게서 carotenoids 농도가 낮은지를 확인해 보고자 하는 목적으로 시도되었다.

연구 방법

설문지 조사 및 대상자 선정

본 연구를 위한 설문지 조사는 대전 지역 남자 대학생 135명을 대상으로 실시되었다. 설문지의 내용은 나이, 건강상태 등 일반적 사항, 신장과 체중, 흡연에 관한 사항, 비타민 영양제 복용 여부, 알코올 섭취 여부 등으로 구성하였다. 회수된 설문지를 검토하여 설문지 대답이 불성실한 사람과 비타민 영양제를 복용하고 있는 사람은 대상자에서 제외하였다. 또 설문지 조사에서 나타난 흡연 여부에 따라 담배를 피우다가 끊었거나, 피웠던 경험이 있는 사람은 제외하고 현재 하루에 반 갑 이상을 6개월 이상 피우고 있는 사람을 흡연군(53명), 그리고 담배를 전혀 피워 본 적이 없는 사람을 비흡연군(62명)으로 나누어 총 115명의 대상자를 선정하였다. 흡연군과 비흡연군의 일반적인 사항에 대한 정보는 Table 1에서와 같다. 대상자들의 평균 연령은 흡연자 22.8세, 비흡연자 21.2세였으며 흡연자들의 평균 흡연력은 3.8년, 평균 흡연량은 1일 17.6개피였다. 음주자 비율은 흡연자가 82.1%, 비흡연자가 38.9%를 보여

Table 1. Selected characteristics of college students by their smoking status

	Nonsmokers(n=36)	Smokers(n=28)	Significance
Age(year)	21.2±0.37	22.8±0.35 ¹⁾	p<0.05 ²⁾
Height(cm)	172.2±0.86	171.2±0.91	NS ³⁾
Weight(kg)	62.6±1.24	65.0±1.29	NS
BMI(kg/m ²) ⁴⁾	21.1±0.33	22.2±0.38	p<0.05
Smoking history(packyears) ⁵⁾	-	3.8±0.6	-
Number of cigarettes/day	-	17.6±1.58	-
Alcohol(%drinker)	38.9	82.1	p<0.001

¹⁾Mean±SE, ²⁾Student t-test, ³⁾NS: Not significant at α=0.05 level by Student t-test

⁴⁾BMI: Body Mass Index, ⁵⁾Packyears: Smoking years on the basis of 1 pack of cigarettes per day

흡연자중 음주자 비율이 비흡연자에 비해 유의적으로 높았다.

식이섭취조사

대상자의 식품 및 영양소 섭취량을 구하기 위하여 24시간 회상법을 사용하여 식이섭취조사를 실시하였다. 24시간 회상법에 의한 조사는 개별 면담법으로 실시하였으며 면담은 식품영양학을 전공하고, 미리 훈련을 받은 조사원들에 의해 실시되었다. 식이섭취조사 결과로부터 섭취식품 중량을 환산해 내기 위해 한국식품공업협회 산하 식품연구소에서 펴낸 식품섭취실태조사를 위한 식품 및 음식의 눈대중량(17)을 참고하였으며 농촌진흥청 농촌영양개선연수원에서 발행한 식품성분표(18)와 한국영양학회에서 제작한 영양가 분석 프로그램인 CAN Program을 참고하여 영양소 섭취량으로 환산하였다.

조사자의 식품군별 섭취빈도는 선행 연구(19)에서 사용한 방법을 다소 수정하여 사용하였다. 즉 식품을 10개의 식품군으로 나눈 후 각 식품군별로 식품섭취 빈도수를 조사하였으며 해당 식품의 섭취횟수가 한 달에 1번이나 그 이하이면 1점, 일주일에 1번이면 2점, 일주일에 2~3번이면 3점, 하루에 1번 이상이면 4점을 주어 식품섭취빈도 점수를 구하였다.

혈청 총 carotenoids 및 지질 분석

총 115명의 대상자로부터 본인의 동의를 얻어 채혈을 하였다. 대상자들은 채혈하기 전 8시간 이상 음식물을 먹지 않도록 지도하였으며 이들로부터 약 5ml의 혈액을 제공받았다. 대상자들의 혈액은 채혈 후 즉시 혈청을 원심분리하여 미리 foil로 싸 tube에 넣어 분석할 때까지 -80°C 에서 냉동 보관하였다. 혈청 총 carotenoids는 Pesce와 Kaplan(20)의 spectrophotometric method로 측정하였다. 즉 foil로 싸 15ml 원심분리관에 혈청 2ml를 취한 후 vortex로 섞으면서 ethanol 2ml를 방울방울 떨어뜨린다. 여기에 petroleum ether 4ml를 첨가한 후, 뚜껑을 닫고 약 2분간 vortex mixing한다. 500g에서 5분간 원심분리하여 혈청 lipoprotein으로부터 carotenoids를 추출, 분리한 후 pipet으로 위의 petroleum ether 층을 조심스럽게 빨아올려 cuvette으로 옮긴다. Blank로는 혈청 대신 증류수를 사용하였으며 450nm에서의 흡광도를 읽고 standard curve를 사용하여 흡광도로부터 혈청 총 carotenoids 농도로 환산하였다. 최종 계산시, 혈청 2ml에 ether 4ml를 사용하여 추출하였으므로 모든 농도값에 2를 곱해주었으며 실험의 전

과정은 빛을 최대한 차단한 상태이거나 혹은 붉은 등만을 사용한 상태에서 실시되었다. 총 115명의 대상자 혈액 중 혈청 carotenoids 분석이 성공적으로 완료된 혈액 시료는 총 64개였다. 혈청 지질성분 중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방은 (주)인화제약의 kit 시약을 사용한 효소법으로 Automatic Photometer (Biotron Scientific Instruments)에 의하여 분석하였으며 LDL-, VLDL-콜레스테롤은 아래와 같은 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{LDL-콜레스테롤(mg/dl)} =$$

$$\text{총콜레스테롤} - (\text{VLDL} + \text{HDL})$$

$$\text{VLDL-콜레스테롤(mg/dl)} = \frac{\text{중성지방(mg/dl)}}{5}$$

자료의 처리

모든 자료는 MS의 excel database system을 이용하여 입력한 후 SPSS-PC + 통계 package를 사용하여 처리하였다. 각 항목에 따라 백분율과 평균치 ± 표준오차(SE)를 구하였으며 각 군별 유의성 검증을 위해서는 one-way 분산분석(ANOVA)을 시행하여 F 값을 구하였고 Duncan's multiple range test를 이용하여 각 군간의 유의성의 차이를 검증하였다. 한편 두 군간의 평균치에 대한 유의적인 차이는 Student t-test, 두 군간의 표본 분포의 비교는 χ^2 -test에 의해 알아보았고 변수들간의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient 인 r 계수로 검증하였다.

결 과

본 연구에서의 흡연자와 비흡연자의 영양소 섭취량을 비교해 보면 흡연자의 에너지, 지방, 총 비타민 A, retinol, β -carotene 및 P/S 비율 등 모두 비흡연자에 비해 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 2). 영양밀도를 고려하여 대상자의 영양소의 섭취를 열량 1,000 kcal당으로 환산한 후 흡연자와 비흡연자의 INQ(index of nutritional quality)를 비교한 결과, retinol 및 β -carotene의 평균 섭취량이 흡연자에게서 약간 낮은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 아니었다. 그러나 대상자의 흡연 상태를 1년에 1갑 피우는 것을 기준으로, 흡연량이 감소된 흡연력(pack-years)으로 환산하여 1.5년 이하, 1.5~5년, 5년 이상으로 나누어 총 비타민 A, retinol 및 β -carotene의 섭취량을 비흡연군과 비교해 본 결과, 흡연자의 총 비타민 A 및 retinol 섭취량은 각 군별로 흡연력에 따른 차이를 보이지 않았으나 β -

Table 2. Nutrient intakes of smokers and non-smokers

Nutrients	Nutrient Intake ¹⁾ /day		Nutrient Intake ¹⁾ /1,000kcal	
	Nonsmokers	Smokers	Nonsmokers	Smokers
Energy(kcal)	2168 ± 113 ²⁾	2493 ± 195	-	-
Fat(g)	52 ± 5	61 ± 6	23 ± 1	24 ± 1
Vitamin A(IU)	5101 ± 594	5474 ± 918	2345 ± 248	2289 ± 368
Retinol(μg)	33 ± 7	32 ± 9	15.6 ± 3.4	9.5 ± 2.3
β-Carotene(μg)	382 ± 64	275 ± 53	170 ± 24	125 ± 24
P/S ratio ³⁾	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	-	-

¹⁾Mean nutrient intakes of energy, fat, total vitamin A, retinol and β-carotene of smokers is not significantly different from those of nonsmokers at α=0.05 level by Student t-test.

²⁾Mean ± SE

³⁾P/S ratio: polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid ratio

carotene 섭취량은 흡연력이 5년 이상인 경우 비흡연자에 비해 유의적으로 낮음을 보였다(Table 3, Fig. 1).

흡연군과 비흡연군에서의 녹황색 채소 및 과일의 섭취 빈도를 본 결과는 Table 4와 같다. 녹황색 채소를 1주일에 2번 이상 섭취하는 대상자 수가 흡연군에서는 50.0%인데 비해 비흡연군에서는 17.1%로 흡연군에서의 녹황색 채소 섭취 빈도가 유의적으로 높았다(p=0.005). 그러나 과일의 경우, 1주일에 2번 이상 먹는 대상자 수가 흡연군에서 25.0%인데 비해 비흡연군에서

는 54.3%로 흡연군에서의 과일 섭취 빈도가 유의적으로 낮음을 보였다(p=0.017).

혈청 총 carotenoids 수준은 비흡연자(2.15 ± 0.10mg/ml)에 비해 흡연자(1.79 ± 0.13mg/ml)에게서 유의적으로(p=0.031) 낮음을 보였다(Table 5). 또 흡연자의 흡연력을 세 군으로 나누어 혈청 총 carotenoids 수준을 비흡연자와 비교해 본 결과 흡연력이 많을수록 혈청 총 carotenoids 수준이 유의적으로 감소하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2).

Table 3. Effect of smoking history on dietary vitamin A, retinol and β-carotene intakes in smokers and nonsmokers

Dietary intake	Nonsmokers (n=36)	Smoking history of smokers(packyears) ¹⁾		
		≤1.5(n=11)	1.6~5.0(n=9)	>5(n=8)
Diet(unit/day)				
Vitamin A(IU)	5101 ± 594 ^{NS3)}	7511 ± 1938 ²⁾	4273 ± 781	4025 ± 1362
Retinol(μg)	32.5 ± 6.9 ^{NS}	37.2 ± 10.3	38.1 ± 19.7	17.8 ± 15.8
β-carotene(μg)	382.1 ± 63.9 ⁴⁾	256.3 ± 77.9 ^{ab}	484.0 ± 94.5 ^a	66.9 ± 27.2 ^b
Diet(unit/1,000kcal)				
Vitamin A(IU)	2345 ± 248 ^{NS}	3114 ± 771	1751 ± 347	1760 ± 532
Retinol(μg)	15.6 ± 3.4 ^{NS}	13.3 ± 3.2	8.7 ± 5.0	5.2 ± 4.0
β-carotene(μg)	170.1 ± 23.5 ^a	126.2 ± 41.9 ^{ab}	191.3 ± 41.2 ^a	48.2 ± 26.7 ^b

¹⁾Packyears: Smoking years on the basis of 1 pack of cigarettes per day

²⁾Mean ± SE

³⁾NS: Not significant at α=0.05 level by Student t-test

⁴⁾Values with a row not followed by the same letter are significantly different at α=0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Comparison of food consumption frequencies of green-yellow leafy vegetables and fresh fruits in smokers and nonsmokers

Food frequency	Nonsmokers (n=36)		Smokers (n=28)		Significance
	Number of subjects	%	Number of subjects	%	
Green-yellow vegetables					
Over 2 times/week	6	17.1	14	50.0	X ² =7.86
0-1 time/week	29	82.9	14	50.0	p=0.005
Fresh fruits					
Over 2 times/week	19	54.3	7	25.0	X ² =5.65
0-1 time/week	16	45.7	21	75.0	p=0.017

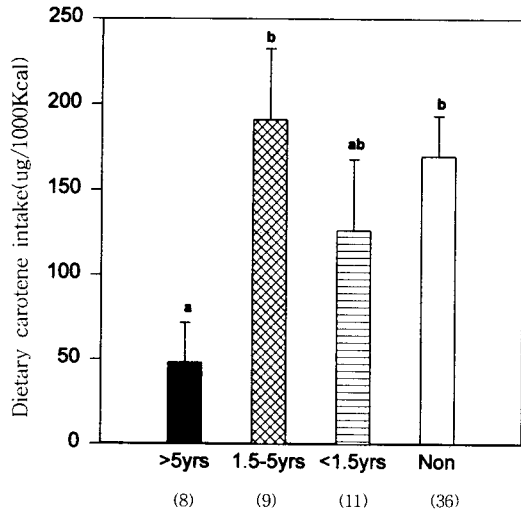


Fig. 1. Effect of smoking history(packyears: smoking years on the basis of one pack of cigarettes per day) on the dietary β -carotene intakes per 1,000 kcal for smokers and nonsmokers. Numbers in parenthesis are the subject numbers. Values are mean \pm SE. The different letters on top of each bar mean that values are significantly different ($p < 0.05$) from each other in each group.

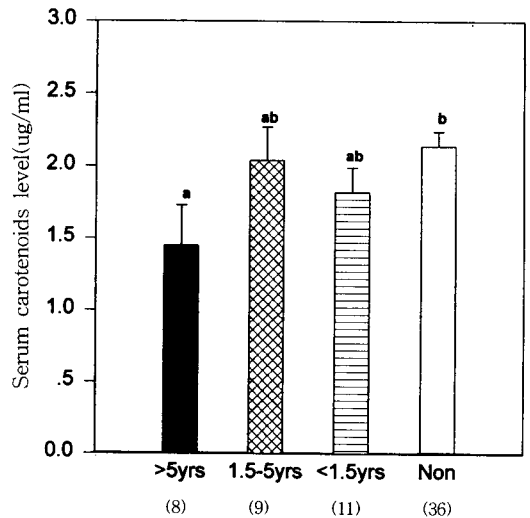


Fig. 2. Effect of smoking history(packyears: smoking years on the basis of one pack of cigarettes per day) on serum carotenoids levels for smokers and nonsmokers. Numbers in parenthesis are the subject numbers. Values are mean \pm SE. The different letters on top of each bar mean that values are significantly different ($p < 0.05$) from each other in each group.

흡연자와 비흡연자의 혈청 지질 분석을 한 결과는 Table 6과 같다. 흡연자의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤 및 중성지방 수준은 비흡연자와 차이가 없었으나 HDL-콜레스테롤은 흡연자에게서 유의적으로 높았다.

대상자의 혈청 carotenoids 수준과 다른 변수들과의 상관관계는 Table 7과 같다. 흡연자의 경우 혈청 carotenoids 수준은 과일의 섭취 빈도와 양의 상관관계를

보였을 뿐 다른 변수들과의 유의적인 상관관계는 보이지 않았다. 비흡연자의 경우는 혈청 carotenoids 수준과 녹황색 채소의 섭취 빈도와 양의 상관관계를 보였다.

고 찰

그동안 흡연상태에 따른 β -carotene의 섭취량에 관한 선행 연구들을 보면 흡연자와 비흡연자의 β -car-

Table 5. Serum carotenoids concentration and dietary values of retinol and β -carotene for smokers and nonsmokers

	Nonsmokers(n=36)	Smokers(n=28)	Smokers/nonsmokers(%)	Significance
Serum carotenoids(μ g/ml)	2.15 \pm 0.10	1.79 \pm 0.13 ¹⁾	83	$p=0.031$ ²⁾
β -Carotene intake(μ g/day)	382.1 \pm 63.9	275.3 \pm 52.7	72	NS ³⁾
Retinol intake(μ g/day)	32.5 \pm 6.9	32.0 \pm 8.6	98	NS

¹⁾Mean \pm SE, ²⁾Student t-test, ³⁾NS: Not significant at $\alpha=0.05$ level by Student t-test

Table 6. Concentrations of total cholesterol and lipoprotein fractions of smokers and nonsmokers

	Nonsmokers(n=36)	Smokers(n=28)	Significance
Total cholesterol(mg/dl)	168.3 \pm 5.2 ¹⁾	181.0 \pm 7.6	NS ²⁾
HDL-cholesterol(mg/dl)	72.2 \pm 3.0	95.8 \pm 6.8	$p=0.003$
LDL-cholesterol(mg/dl)	76.4 \pm 5.8	75.2 \pm 7.0	NS
VLDL-cholesterol(mg/dl)	19.6 \pm 1.9	19.3 \pm 1.6	NS
Triglyceride(mg/dl)	98.2 \pm 9.4	95.7 \pm 8.0	NS

¹⁾Mean \pm SE, ²⁾NS: Not significant at $\alpha=0.05$ level by Student t-test

Table 7. Correlation coefficients between serum carotenoids concentration and other variables in smokers and nonsmokers

	Nonsmoker		Smoker	
	r ¹⁾	p	r	p
BMI	-0.19	0.276	-0.02	0.919
Dietary Intake				
Energy	0.00	0.983	0.30	0.119
Fat	0.06	0.709	0.22	0.272
Vitamin A	-0.17	0.335	0.04	0.821
Retinol	-0.18	0.301	-0.07	0.728
β-Carotene	-0.14	0.424	0.22	0.270
Food frequency score				
Green-yellow leafy vegetables	0.34 ²⁾	0.046*	0.06	0.759
Fruits	0.05	0.763	0.38*	0.048*
Serum concentration				
Total-cholesterol	-0.05	0.780	0.02	0.907
HDL-cholesterol	0.05	0.758	0.10	0.615
LDL-cholesterol	-0.03	0.871	-0.04	0.837
Triglyceride	-0.13	0.444	-0.15	0.435

¹⁾r=Pearson's correlation coefficient

²⁾p<0.05

otene 섭취량에 차이가 없었음을 관찰한 연구들(21, 22)이 있는 반면, 흡연자의 β-carotene의 섭취가 비흡연자에 비해 낮은 결과도 보고되고 있다(23-25). 최근 Marangon 등(26)이 성인 남자를 대상으로 diet history 법으로 섭취량을 조사한 결과 하루 20개피 미만의 가벼운 흡연자의 경우는 비흡연자와 차이가 없었으나 하루 20개피 이상의 담배를 피우는 골수 흡연자의 경우는 비흡연자에 비해 유의적으로 β-carotene의 섭취가 낮았음을 보고하였다. 본 연구에서도 평균 β-carotene 섭취는 흡연자와 비흡연자간에 차이가 없었으나 흡연자를 흡연력에 따라 나누어 비교해 보았을 때 흡연력이 높은 군에서 β-carotene 섭취가 낮음을 보여 위의 연구들과 부분적으로 일치함을 보였다. 반면 본 연구에서 흡연자의 총 비타민 A 및 retinol 섭취는 비흡연자에 비해 차이를 보이지 않았으며 흡연량과도 관계 없음을 보였는데 이와 같은 결과는 Bolton-Smith 등(24)이 성인 대상의 연구에서 β-carotene 섭취량은 흡연자에게서 낮았으나 흡연에 따른 retinol 및 총 비타민 A 섭취량의 차이는 볼 수 없었다고 보고한 것과 같은 경향이었다.

본 연구 결과, 흡연자들의 평균 retinol, β-carotene 및 총 비타민 A 섭취량이 비흡연자에 비해 큰 차이가 없는데도 혈청 총 carotenoids 수준은 비흡연자에 비해 17% 정도 유의적으로 감소하였는데 이와 같은 결과는 흡연자들의 식이 β-carotene 섭취량이 비흡연자와 차이가 없었음에도 혈청 carotenoids 수준이 감소하였다는 여러 연구들(13,21,27,28)과 일치하는 것이다. 혈청

carotenoids 수준은 여러 식이성 요인 및 체중, 흡연, 음주 등 생활양식에 따라 영향을 받으며(21,29), 이중 흡연은 혈청 β-carotene 수준의 독립적인 결정요인이 보고되고 있다(30,31). 흡연자들의 혈청 carotenoids 수준이 감소하는 것이 흡연자의 β-carotene 섭취량과도 관련이 있는지의 여부는 아직도 명확하게 확립되지 않은 채 많은 논란이 있다. 흡연자들은 대사상의 차이로 인해 식사로부터의 섭취량에 관계 없이 혈청 carotenoids 수준이 감소한다는 보고(21,27,28)가 있는 반면, 흡연자들의 혈장 β-carotene 농도를 낮추는 더 중요한 결정요인은 carotenoids의 운반과 저장이 아니라 carotenoids 섭취가 낮은 것이라는 의견도 제시되고 있다(24,32). 우리나라의 연구로는 한국 농촌 성인 흡연자의 혈청 β-carotene 수준이 비흡연자에 비해 낮았다는 보고(33)가 있으나 흡연자의 β-carotene 섭취량과 관련하여 분석하지 않았으므로 그 관계는 알 수 없었다.

흡연자들의 혈청 carotenoids 수준을 결정하는 또 다른 중요한 결정요인은 채소와 과일의 섭취이다(34). Drewnowski 등(30)은 혈청 β-carotene 수준에 영향을 미치는 가장 강하고 독립적인 인자는 채소 섭취, 과일 섭취 및 알코올 사용, 흡연 등이었다고 한다. 본 연구에서 흡연자의 과일 섭취빈도가 비흡연자에 비해 유의적으로 낮게 나타났는데 이와 같은 결과는 비흡연자에 비해 흡연자가, 또 흡연자 중에는 담배 개피수가 증가할수록 과일의 섭취 횟수가 감소하는 것을 관찰한 Le-Marchand 등(35)의 보고 및 Morabia와 Wynder(36)의 연구 결과와 같았다. Zondervan 등은 4244명의 대상자를 흡연량에 따라 5군으로 나누고 항산화 비타민의 섭취실태를 본 결과, 하루에 20개피 이상을 피우는 남자 흡연자는 비흡연자에 비해 β-carotene도 적게 섭취하였을 뿐 아니라 과일을 60%정도나 적게 섭취하였음을 관찰하였다(37). 이러한 경향은 우리나라 흡연 노인들 대상으로 한 선행 연구(38)에서도 확인되었다. 한편 본 연구에서 흡연자들은 과일의 섭취 빈도가 비흡연자보다 낮았을 뿐 아니라 비흡연자에 비해 혈청 carotenoids의 수준이 낮음을 보였고 이에 따라 흡연자의 혈청 carotenoids 수준과 과일 섭취빈도 사이에 유의적인 상관관계를 보여 혈청 β-carotene 수준은 과일 섭취량과 정의 상관관계가 있다고 보고한 Drewnowski 등(30)의 연구들과 같은 경향을 보였다. 그러나 본 연구에서 녹황색 채소의 섭취빈도는 흡연자에게서 높았으며 이에 따라 혈청 carotenoids 수준과 유의적인 상관관계를 보이지 않았는데 이와 같은 결과는 우리나라 농촌 성인 대상의 연구 결과 혈청 β-carotene 수준은 채소 섭취량에 따른 차이를 보이지 않았다는 보고(33)와 부분적으

로 같은 경향이였다. 그러나 흡연자의 채소의 섭취가 비흡연자와 같거나(39) 낮다는(37) 다른 보고들, 또 혈청 carotenoids 수준과 채소섭취량은 관계가 있다는 Wang 등(40)의 보고와 일치하지 않았으며 그 이유에 대해서는 앞으로 더욱 연구되어야 하리라고 본다.

흡연자에 있어서 알코올의 섭취도 혈청 carotenoids 수준에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(41,42). Kitamura 등(41)은 24~60세의 흡연 남자 성인 194명을 대상으로 조사한 결과 알코올의 섭취와 혈청 carotenoids 수준과는 강한 역의 상관관계를 보였으나 혈청 retinol 수준과는 정의 상관관계를 보였다고 하였다. 본 실험에서 알코올의 섭취량은 조사하지 않았으나, 본 연구 대상자들의 음주자 비율이 흡연자에게서 유의적으로 높았던 것으로 보아(Table 1) 흡연자들의 알코올 섭취도 흡연자들의 혈청 carotenoids 수준에 영향을 주었을 것으로 생각된다.

식사 중의 carotenoids는 lipoprotein과 결합하여 순환계로 운반되며 cholesterol처럼 lipoprotein과 결합한 형태로 순환계에 존재한다(43,44). 따라서 각 집단별로 혈청 carotenoids의 농도를 비교하려고 할 때 혈중 지질이 중요한 결정요인이 될 수 있다. 본 연구 결과 흡연자의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤 및 중성지방 수준은 비흡연자와 차이가 없었고, HDL-콜레스테롤은 흡연자에게서 유의적으로 높게 나타났으나 흡연자의 혈청 carotenoids 농도와 HDL-콜레스테롤 수준과의 유의적인 상관관계는 볼 수 없었다. 이와 같은 결과는 흡연자의 HDL-콜레스테롤 수준이 비흡연자에 비해 낮다는 다른 선행 연구 보고(45) 및 최근 Brady 등(32)이 혈청 carotenoids 농도와 HDL-콜레스테롤 농도 사이에 상관관계가 있었다고 보고한 결과와는 달랐다. 그러나 최근 van Poppel 등(46)이 흡연자에게 β -carotene을 14주 동안 보충하여도 혈청 HDL-콜레스테롤 농도는 달라지지 않았다는 결과가 보고되고 있으므로 앞으로 흡연자의 혈청 β -carotene 농도가 혈청 지단백의 각 성분에 미치는 영향에 대해서는 더 많은 연구가 필요하리라고 본다.

식사 중의 carotenoids 및 혈중 β -carotene 농도는 장래의 폐암 위험성을 예측해 주는 것으로 보고되고 왔다(10). 반면 최근에 시도되었던 대규모의 β -carotene 보충 연구 결과(11,12), β -carotene이 풍부한 과일과 채소의 섭취를 늘리는 것은 흡연자의 담배로 인한 건강상의 피해를 줄이거나 일반인들의 만성질환 예방에 좋은 효과가 있으나 β -carotene을 약리적인 수준으로 보충 투여하는 것은 특히 흡연자에 있어서 폐암을 비롯한 만성질환의 예방에 효과가 없을 뿐 아니라 폐암의 발생률

을 증가시키기가 밝혀지고 있다. 이로써 여러 만성 질병의 원인과 예방에 있어서 β -carotene의 약리적인 면보다 식사에서의 역할이 훨씬 중요하다는 것이 명백해졌으므로 최근에는 흡연자에게도 약리적인 수준으로의 β -carotene의 보충투여보다 식사를 통한 β -carotene의 섭취를 권장하고 있다. 본 연구 결과 흡연자들의 β -carotene 섭취와는 관계없이 혈청 carotenoids 수준이 비흡연자에 비해 17% 정도 낮은 것이 밝혀졌는데 이는 흡연자의 경우 체내 항산화 영양소의 균형을 위해서는 비흡연자보다 더 많은 β -carotene이 요구된다는 것을 의미한다. 따라서 흡연자들의 만성질환 예방 및 건강유지를 위해서는 식사로부터의 β -carotene 섭취를 비흡연자보다 증가시키도록 권장하여야 하리라고 본다. 이와같은 결과는 앞으로 흡연자의 건강을 위한 β -carotene의 권장량 설정시 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 앞으로 흡연자의 혈청 carotenoids들을 종류별로 분석하여 각 carotenoid별로 β -carotene 섭취와 어떤 관계가 있는지, 또 carotenoids 자체들간의 상호작용, carotenoids와 다른 phytochemicals들과의 상호작용, 그리고 폐암에 있어서의 β -carotene의 작용 메카니즘 등이 더 깊이있게 연구되어야 할 것이다.

요 약

본 연구는 우리나라 흡연자의 총 비타민 A, retinol 및 β -carotene 섭취량, 과일과 채소의 섭취빈도 및 혈청 carotenoids 수준이 비흡연자와 어떻게 다른지 알아보고 혈청 carotenoids 수준에 영향을 미치는 변수들을 알아보기 위해 남자 대학생 64명을 흡연군(n=28)과 비흡연군(n=36)으로 나누어 식이섭취 조사 및 혈청 carotenoids 수준을 비교 분석하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 흡연자의 에너지, 지방, 총 비타민 A, retinol, β -carotene 및 P/S 비율 등 모두 비흡연자에 비해 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 대상자의 흡연 상태를 1년에 1갑 피우는 것을 기준으로, 흡연량이 감안된 흡연력(pack-years)으로 환산하여 1.5년 이하, 1.5~5년, 5년 이상으로 나누어 총 비타민 A, retinol 및 β -carotene의 섭취량을 비흡연군과 비교해 본 결과, 총 비타민 A 및 retinol은 흡연력에 따른 차이를 보이지 않았다(Table 3). 그러나 흡연자의 β -carotene 섭취량은 흡연력이 5년 이하인 경우에는 비흡연자와 차이가 없었으나 흡연력이 5년 이상인 흡연자의 β -carotene 섭취량은 비흡연자에 비해 유의적으로 낮음을 보였다. 흡연군의 녹색채소 섭취 빈도가 비흡연군에 비해 유의적으로 높았다. 그러나 과일의 섭취빈도는 흡연군이 비흡연군에 비해 유의적으로 낮았다. 혈청 총 carotenoids

수준은 비흡연자가 2.15mg/ml, 흡연자가 1.79mg/ml로서 비흡연자에 비해 흡연자가 17% 정도 유의적으로 낮음을 보였다($p=0.031$). 또 흡연자의 흡연력을 세 군으로 나누어 혈청 총 carotenoids 수준을 비흡연자와 비교해 본 결과 흡연력이 증가할수록 혈청 총 carotenoids 수준이 감소하였다. 흡연자의 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, VLDL-콜레스테롤 및 중성지방 수준은 비흡연자와 차이가 없었으나 HDL-콜레스테롤은 흡연자에게서 유의적으로 높았다. 흡연자의 혈청 carotenoids 수준은 과일 섭취 빈도와 양의 상관관계를 보였을 뿐 다른 변수들과의 유의적인 상관관계는 보이지 않았다. 비흡연자의 경우는 혈청 carotenoids 수준과 녹황색 채소의 섭취 빈도와 양의 상관관계를 보였다. 흡연자와 비흡연자 모두 β -carotene의 섭취량과 혈청 carotenoids 수준과는 유의적인 상관관계를 보이지 않았다. 흡연자와 비흡연자의 총 비타민 A, retinol 및 β -carotene의 섭취량이 차이가 없는데도 혈청 carotenoids 수준이 흡연자에게서 낮았던 결과로부터 흡연자의 경우 체내 항산화 영양소의 균형을 유지하기 위해서는 비흡연자보다 더 많은 β -carotene이 요구된다는 것을 확인할 수 있었다. 이와같은 결과는 흡연자의 만성질환 예방 및 건강유지를 위해 식사를 통한 β -carotene의 섭취를 권장하는데 기초자료로 사용될 수 있을 것이다. 앞으로 여러 단계의 β -carotene 섭취량을 보이는 대상자와 흡연력이 오래된 성인을 포함하는 보다 큰 인구집단을 대상으로 그들의 혈청 carotenoids를 종류별로 분석해서 β -carotene 섭취 수준과 각 혈청 carotenoid 수준과의 관계를 각각 알아보는 광범위한 조사 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 한남대학교 교비연구비 지원에 의한 결과이며, 이에 감사드립니다.

문헌

1. Anderson, R. : Assessment of the roles of vitamin C, vitamin E, and β -carotene in the modulation of oxidant stress mediated by cigarette smoke-activated phagocytes. *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 358-361(1991)
2. Ludwig, R. W. and Hoidal, J. R. : Alterations in leukocyte oxidative metabolism in cigarette smokers. *Am. Rev. Respir. Dis.*, **126**, 977-980(1982)
3. Harats, D., Ben-Naim, M., Dabach, Y., Hollander, G., Stein, O. and Stein, Y. : Cigarette smoking renders the LDL susceptible to peroxidative modification and enhances metabolism by macrophages. *Atherosclerosis*, **79**, 245-252(1989)

4. Thompson, R. L., Margetts, B. M., Wood, D. A. and Jackson, A. A. : Cigarette smoking and food and nutrient intake in relation to coronary heart disease. *Nutr. Res. Rev.*, **5**, 131-152(1992)
5. Margetts, B. and Jackson, A. : Interactions between people's diet and their smoking habits: the dietary and nutritional survey of British adults. *Br. Med. J.*, **307**, 1381-1384(1993)
6. Subar, A. F., Harlan, L. C. and Mattson, M. E. : Food and nutrient intake differences between smokers and non-smokers in the US. *Am. J. Public Health*, **80**, 1323-1329(1990)
7. Zondervan, K., Ocke, M., Smit, H. and Seidell, J. : Do dietary and supplementary intakes of antioxidants differ with smoking status? *Int. J. Epidemiol.*, **25**, 70-79(1996)
8. Mezzetti, A., Lapenna, D., Pierdomenico, S. D., Calafiore, A. M., Costantini, F., Riario-Sforza, G., Imbastaro, T., Neri, M. and Cucurullo, F. : Vitamin E, C and lipid peroxidation in plasma and arterial tissue of smokers and non-smokers. *Atherosclerosis*, **112**, 91-99(1995)
9. Bui, M. H., Sauty, A., Collet, F. and Leuenberger, P. : Dietary vitamin C intake and concentrations in the body fluids and cells of male smokers and non-smokers. *J. Nutr.*, **122**, 312-316(1992)
10. Ziegler, R. G. : A review of the epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer. *J. Nutr.*, **119**, 116-122(1989)
11. The α -Tocopherol, β -Carotene Cancer Prevention Study Group : The effect of vitamin E and β -carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N. Engl. J. Med.*, **330**, 1029-1035(1994)
12. Omenn, G. S., Goodman, G. E., Thornquist, M. D., Balmes, J., Cullen, M. R., Glass, A., Keogh, J. P., Meyskens, F. L. Jr., Valanis, B., Williams, J. H. Jr., Barnhart, S., Cherniack, M. G., Brodtkin, C. A. and Hammar, S. : Risk factors for lung cancer and for intervention effects in CARET, the Beta-Carotene and Retinol Efficacy Trial. *J. Natl. Cancer Inst.*, **88**, 1550-1559(1996)
13. Roidt, L., White, E., Goodman, G. E., Wahlm, P. W., Omenn, G. S., Rollins, B. and Karkeck, J. M. : Association of food frequency questionnaire estimates of vitamin A intake with serum vitamin A levels. *Am. J. Epidemiol.*, **128**, 645-654(1988)
14. Nomura, A. M., Stemmermann, G. N., Heilbrun, L. K., Salkeld, R. M. and Vuilleumier, J. P. : Serum vitamin levels and the risk of cancer of specific sites in men of Japanese ancestry in Hawaii. *Cancer Res.*, **45**, 2369-2372(1985)
15. Kim, J. H. and Moon, J. S. : A study on dietary intakes and nutritional status in college women smokers. II. Assessment of nutritional status for antioxidant vitamins. *Korean J. Community Nutrition*, **2**, 159-168(1997)
16. Yoon, G. A. : The relation of the elevated plasma lipid levels to plasma vitamin E status and activities of erythrocyte glutathione peroxidase in smokers. *Korean J. Nutr.*, **31**, 1254-1262(1998)

17. Chung, H. R., Moon, H. K. and Song, B. H. : *Eye measure estimation of Korean foods and meals for food consumption survey*. Korea Institute of Food Hygiene(1988)
18. Rural Nutrition Institute, Office of Rural Development : *Food composition table*. 5th ed.(1996)
19. Kang, M. H. : Influence of dietary factors of smokers on smoking-induced DNA damage as reflected by sister chromatid exchanges(SCE). *Korean J. Nutrition*, **27**, 740-751(1994)
20. Pesce, A. J. and Kaplan, L. A. : *Methods in clinical chemistry*. The CV Mosby Company, St Louis, p.513-519(1987)
21. Stryker, W. S., Kaplan, L. A., Stein, E. A., Stampfer, M. J., Sober, A. and Wollett, W. C. : The relation of diet cigarette smoking and alcohol consumption to plasma beta-carotene and alpha-tocopherol levels. *Am. J. Epidemiol.*, **127**, 283-296(1988)
22. Faruque, O., Khan, M. R., Rahman, M. and Ahmed, F. : Relationship between smoking and antioxidant nutrient status. *Br. J. Nutr.*, **73**, 625-632(1995)
23. Cade, J. E. and Margetts, B. M. : Relationship between diet and smoking. Is the diet of smokers different? *J. Epidemiol. Community Health*, **45**, 270-272(1991)
24. Bolton-Smith, C., Casey, C. E., Gey, K. F., Smith, W. C. S. and Tunstall-Pedoe, H. : Antioxidant vitamin intakes assessed using a food-frequency questionnaire: correlation with biochemical status in smokers and non-smokers. *Br. J. Nutr.*, **65**, 337-346(1991)
25. Chow, C. K., Thacker, R. R., Changchit, C., Bridges, R. B., Rehm, S. R., Humble, J. and Turbek, J. : Lower levels of vitamin C and carotenes in plasma of cigarette smokers. *J. Am. Coll. Nutr.*, **5**, 305-312(1986)
26. Marangon, K., Herbeth, B., Lecomte, E., Paul-Dauphin, A., Grolier, P., Chancerelle, Y., Artur, Y. and Siest, G. : Diet, antioxidant status, and smoking habits in French men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **67**, 231-239(1998)
27. Pamuk, E. R., Byers, T., Coates, R. J., Vann, J. W., Sowell, A. L., Gunter, E. W. and Glass, D. : Effect of smoking on serum nutrient concentrations in African-American women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **59**, 891-895(1994)
28. Herbeth, B., Chavance, M., Musse, N. and Vernhes, G. : Determinants of plasma retinol, β -carotene, and α -tocopherol. *Am. J. Epidemiol.*, **140**, 132-147(1994)
29. Rock, C. L. and Swendseid, M. E. : Plasma carotenoid levels in anorexia nervosa and in obese patients. *Methods. Enzymol.*, **214**, 116-123(1993)
30. Drewnowski, A., Rock, C. L., Henderson, S. A., Shore, A. B., Fischler, C., Galan, P., Preziosi, P. and Hercberg, S. : Serum β -carotene and vitamin C as biomarkers of vegetable and fruit intakes in a community-based sample of French adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1796-1802(1997)
31. Herbeth, B., Chavance, M., Musse, N., Mejean, L. and Mermhes, G. : Dietary intake and other determinants of blood vitamins in an elderly population. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **43**, 175-186(1989)
32. Brady, W. E., Mares-perlman, J. A., Bowen, P. and Stacewicz-Sapuntzakis, M. : Human serum carotenoid concentrations are related to physiologic and lifestyle factors. *J. Nutr.*, **126**, 129-137(1996)
33. Ahn, Y. J. and Paik, H. Y. : Levels and factors affecting serum carotenoids concentrations of adults living in rural area of Korea. *Korean J. Nutrition*, **30**, 489-498(1997)
34. Kitamura, Y., Tanaka, K., Kiyohara, C., Hirohata, T., Tomita, Y., Ishibashi, M. and Kido, K. : Relationship of alcohol use, physical activity and dietary habits with serum carotenoids, retinol and alpha-tocopherol among male Japanese smokers. *Int. J. Epidemiol.*, **26**, 307-314(1997)
35. LeMarchand, L., Ntilivamunda, A. and Kolonel, L. N. : Relationship of smoking to other life-style factors among several ethnic groups in Hawaii. *Asia Pac. J. Public Health*, **2**, 120-126(1988)
36. Morabia, A. and Wynder, E. L. : Dietary habits of smokers, people who never smoked, and exsmokers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 933-937(1990)
37. Zondervan, K. T., Ocke, M. C., Smitt, H. A. and Seidell, J. C. : Do dietary and supplementary intakes of antioxidants differ with smoking status? *Int. J. Epidemiol.*, **25**, 70-79(1996)
38. Kang, M. H. and Park, J. A. : Dietary patterns of elderly people by smoking status. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 663-675(1995)
39. Marti, B., Tuomilehto, J., Korhonen, H. J., Kartovaara, L., Vartiainen, E., Pietinen, P. and Puska, P. : Smoking and leanness: evidence for change in Finland. *Br. Med. J.*, **298**, 1287-1290(1989)
40. Wang, Y., Ichiba, M., Oishi, H., Iyadomi, M., Shono, N. and Tomokuni, K. : Relationship between plasma concentrations of beta-carotene and alpha-tocopherol and life-style factors and levels of DNA adducts in lymphocytes. *Nutr. Cancer*, **27**, 69-73(1997)
41. Kitamura, Y., Tanaka, K., Kiyohara, C., Hirohata, T., Ishibashi, M. and Kido, K. : Relationship of alcohol use, physical activity and dietary habits with serum carotenoids, retinol and alpha-tocopherol among male Japanese smokers. *Int. J. Epidemiol.*, **26**, 307-314(1997)
42. Benton, D., Haller, J. and Fordy, J. : The vitamin status of young British adults. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, **67**, 34-40(1997)
43. Olson, J. A. : Absorption, transport, and metabolism of carotenoids in humans. *Pure Appl. Chem.*, **66**, 1011-1016(1994)
44. Clevidence, B. A. and Bieri, J. G. : Association of plasma carotenoids with human plasma lipoprotein fractions. *Methods enzymol.*, **214**, 33-46(1993)
45. Hughes, K., Choo, M., Kuperan, P., Ong, C. N. and Aw, T. C. : Cardiovascular risk factors in relation to cigarette smoking: a population-based survey among Asians in Singapore. *Atherosclerosis*, **137**, 253-258(1998)
46. van Poppel, G., Hospers, J., Buytenhek, R. and Princen, M. G. : No effect of β -carotene supplementation on plasma lipoprotein in healthy smokers. *Am. J. Clin. Nutr.*, **60**, 730-734(1994)