

남성의 흡연과 활성산소 수준과의 연관성

강윤정¹, 이경종², 민경복², 이순영²

¹단국대학교 대학원 보건학과, ²아주대학교 의과대학 산업의학교실

The Correlation Between the Smoking and Oxygen Free Radicals in Men

Yun-Jung Kang¹, Kyung-Jong Lee², Kyong-Bok Min², Sun-Young Lee²

¹Department of Health, Dankook University Graduate School, Cheonan, ²Department of Preventive Medicine, Ajou University College of Medicine, Suwon, Korea

Background: This study aimed to empirically investigate the determinants on oxygen free radical degree which causes biological damage focusing on smoking habit and health behaviors in daily life.

Methods: In this cross-sectional study, the subjects were adult males who submitted free radical tests among the examinees of the comprehensive medical testings at an university hospital in Suwon from 2008 to 2010. Total 497 samples were used in analyses for clarifying the relations of free radical degree to age, smoking, obesity, and other health behaviors.

Results: First, the degree of oxygen free radical increases by 0.164 as the age group increases ($P<0.05$). Second, the degree of oxygen free radical increases by 0.547 as the smoking habit increases ($P<0.001$). Third, the degree of oxygen free radical increases by 0.087 as the exposure to hazardous factors in workplace increases ($P<0.001$).

Conclusions: The findings of the study imply that the smoking habit has more great influence on the increase of oxygen free radical in body than any other health behaviors. The causality of free radical to smoking and health behavior was not identified due to the limit of the cross-sectional study so it needs to be studied prospectively in the future.

Korean J Health Promot 2012;12(3):129-136

Keywords: Oxygen free radical, Health behaviors, Smoking

서 론

현대사회는 의료기술의 발달과 경제 수준의 향상으로 삶의 질에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있다. 그중에서도 최근 몇 년간 건강과 미용에 대한 관심이 급격히 증가하는 추세이다. 건강에 대한 접근도 과거 치료 중심적이던 개념이 적극적으로 건강을 증진시키기 위한 방법

의 중요성이 강조되고 있다.¹⁾

한편, 최근에는 대중매체의 영향이나 상업적인 권유가 외모에 대한 지나친 관심을 야기하여 남녀노소를 불문하고 미용에 대한 요구가 크게 늘고 있는데, 적절한 운동보다는 절식, 다이어트 식품 복용, 의약품 복용 등 오히려 미용 때문에 건강을 해치게 되는 경우도 발생하고 있다. 건강과 미용에 대한 관심이 관련 산업의 무분별한 증대를 가져오고 있는 현 시점에서 국민들에게 정확한 정보를 제공하여 건강하고 아름다운 삶을 영위할 수 있도록 하는 것이 사회적 책임을 가지고 있는 전문가들이 해결해야 할 시급한 과제라 하겠다. 그중에서 건강과 미용 분야에서 중요하게 다루어지는 인체의 노화와 관련하여 활성산소 및 항산화능에 대한 연구가 활발히 이루어지고

■ Received : May 17, 2012 ■ Accepted : September 20, 2012

■ Corresponding author : **Kyung-Jong Lee, MD, PhD**
Department of Preventive Medicine, Ajou University College of Medicine, 206 Worldcup-ro, Yeongtong-gu, Suwon 443-749, Korea
Tel: +82-31-219-5292, Fax: +82-31-219-5294
E-mail : leekj@ajou.ac.kr

있다. 활성산소의 무분별한 정보가 상업적으로 난무하여 국민 건강을 해칠 수 있으므로 이에 대한 타당성 있는 연구가 필요하다.

활성산소는 대기 중에 존재하는 안정된 산소 분자와 비교하여 반응성이 높고 수명이 짧은 성질이 있기 때문에 신체 내에서 과잉 발생하면 생체 성분에 산화 스트레스를 초래하여 여러 가지 질병을 발생시키거나 촉진할 가능성이 있다.^{2,3)} 그러나 생체에는 활성산소를 소거·불활성화시켜 생체 성분에 대한 손상을 최소한으로 억제하는 항산화 능력이 갖추어져 있다. 따라서 활성산소의 발생량이 항산화 능력의 허용 범위를 넘을 경우 산화 스트레스가 증가하여 생체에 악영향을 주게 된다.⁴⁾

생체는 이 활성산소를 이용해 세균이나 암세포를 죽이는 데 사용하고 있지만 환경오염, 자외선, 식품첨가물, 과로, 스트레스 등에 의해 체내에서 과도하게 발생하면 지질을 산화시키고, 단백질의 변성을 초래해 정상세포를 공격하고 여러 가지 질병을 일으키는 원인이 된다.⁵⁾ 즉, 활성산소가 적정량이면 본래의 역할을 하지만, 과잉이 되는 경우 자기의 세포나 조직을 해치게 된다.⁶⁾ 과잉 발생된 활성산소로 인해 발생하는 대표적인 질환으로는 생활습관병, 뇌졸중, 심근경색, 심장마비, 암, 백혈병 등이며, 이 밖에도 사망원인은 되지 않으나 백내장, 당뇨병, 간염, 신장염, 아토피성피부염, 관절염, 위염, 기미, 주근깨, 주름, 백내장, 파킨슨씨병, 알츠하이머형 치매 등 난치병의 90%가 활성산소로부터 야기된다.⁷⁾

활성산소 또는 항산화능력과 관련된 국내 연구들은 주로 운동과 항산화제의 복용과 관련된 연구가 대부분이고, 아직까지 일상생활과 관련된 건강증진행위에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 흡연, 비만을 비롯해 각종 건강행위와 작업장 유해요인, 공해노출 등의 환경적 요인과 관련된 독립변수들을 활용하여 활성산소 발생의 관련을 주는 요인을 파악하고자 하였다.

방 법

1. 연구대상

본 연구에서는 2008년 2월 1일부터 2010년 12월 30일까지 수원시 소재 대학병원을 방문하여 종합검진을 수행한 검진자를 대상으로 하였다. 총 활성산소 검진자 950명 중 남성의 흡연을 주제로 선정하였기 때문에 여성 수검자 423명을 제외하였으며, 문진표 답변에 무응답 또는 불성실한 대상자 30명이 제외되어, 남성수검자 총 497명을 대상으로 하여 수검자들이 작성한 문진표와 활성산소 검사 결과를 통해 대상자별로 데이터를 수집하였다.

2. 연구자료

1) 문진표

부록 1 문진표의 내용은 수검자들의 연령, 흡연행위(흡연여부, 흡연기간, 흡연량), 비만(비만여부, 비만도, 복부비만), 건강행위(운동량, 과일 섭취량, 다이어트 여부, 음주량, 영양제 복용), 환경적 요인(햇빛노출 여부, 작업장 유해요인, 공해노출 여부), 기타 요인(스트레스 여부, 피곤 여부) 등을 파악할 수 있는 항목들로 나열하였다 (Appendix 1).

2) 활성산소

본 연구에서는 다음과 같은 방법으로 활성산소를 측정하였다.

- (1) 란셋으로 손가락 끝 부위를 찌른다.
- (2) 20 uL 모세관을 사용하여 채혈한다.
- (3) 시약(R2)에 채혈된 모세관을 넣는다.
- (4) 큐벳을 조심스럽게 위아래로 흔든다.
- (5) 본 내용물을 다시 시약(R1)에 따른다.
- (6) 큐벳을 1분간 원심분리 한다.
- (7) 원심분리기가 끝난 후, 큐벳을 장비의 Reading Cell에 놓으면 6분간 자동검사가 시작된다.

활성산소검사는 선형 운동 반응을 기본으로 하며, 3분씩 각각 두 번 총 6분간 자동검사가 진행된다. 검사 결과는 두 번의 리딩 사이에서의 차이로 해석된다.

흡광도는 자동적으로 FORT 단위로 변환하거나, H₂O₂의 농도로 재해석할 수 있다.

1FORT 단위는 약 7.6 umol/l H₂O₂와 상응한다.

• 활성산소 기준치⁸⁾: Under 160: 상담요망

160-230: 정상

231-310: 주의

311-340: 저산화적 스트레스

341-400: 중산화적 스트레스

401-600: 고산화적 스트레스

Over 600: 매우 심각한 산화스트레스

활성산소의 검사방법은 여러 가지 방법과 분석기기가 있으나 검사의 기본 원리는 같다. 이 연구에서는 FORM plus 분석기(폼헬스케어, Parma, Italy)를 사용하였다. 이는 검사범위와 시약의 정확성 범위 불일치문제 등의 단점이 가장 적은 기기 중 하나이며, 사용된 FORT 시약도 정확성과 재현성이 우수하다고 알려져 있다.

3) 비만도

비만은 대개가 체중에 의해서 결정되지만 개인의 골격 크기나 체형에 의해서도 좌우되므로 체중만 측정해서 비만이라고 판단하는 것은 다소 무리가 있다. 실제 신체 구성성분을 직접적으로 나타내 주지는 못하나 체중과 신장 측정치를 사용하여 간접적으로 비만도를 판정하는 지수 중에서 가장 많이 사용되는 것은 체질량지수(body mass index, BMI)이다.⁹⁾

본 연구에서는 아시아-태평양 지역의 기준을 적용하여 BMI 18.5 kg/m² 미만을 저체중, BMI 18.5-22.9 kg/m²를 정상, BMI 23-24.9 kg/m²를 과체중, BMI 25 kg/m² 이상을 비만으로 분류하였으며, 비만 중 BMI 25-29.9 kg/m²를 비만(1단계 비만), BMI 30-34.9 kg/m²를 고도비만(2단계 비만), BMI 35 kg/m² 이상을 초고도비만(3단계 비만)으로 분류하였다.^{10,11)}

3. 자료의 분석

수집한 데이터는 SPSS 18.0 for Windows 통계패키지 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용해 분석하였으며 구체적으로 표본특성 분석은 빈도분석으로 하였고, 표본특성에 따른 활성산소 수준은 독립표본 t검정, 일원배치분산분석을 실시하였다. 건강행위와 환경적 요인이 활성산소 수준에 미치는 영향을 관찰하기 위해서는 위계적 회귀분석을 실시하였다.

결 과

1. 조사대상자의 일반적 특성

연구의 분석에 활용된 497명의 대상자들의 특성 중 연령대는 40대가 전체의 37%로 가장 많았고, 50대(26.8%), 30대(18.9%), 60-69대(9.7%) 순이었으며, 20대와 70대 이상은 각각 19명(3.8%)으로 동일하게 관찰되었다(Table 1).

2. 활성산소 수준 분포

대상자들의 혈중 활성산소 수준을 분석한 결과 ‘주의’에 해당되는 대상자가 181명(36.4%)으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 중산화적 스트레스(22.5%), 저산화적 스트레스(19.5%), 고산화적 스트레스 이상(14.1%) 순이었고, 정상은 37명(7.4%)이었다(Table 2).

3. 특성에 따른 활성산소 수준의 분포

대상자의 특성 및 흡연행위, 건강행위에 따른 활성산

소 수준에 차이가 있는지 알아보기 위해 one-way analysis of variance 및 independent samples t-test를 실시하였다. 분석 결과 흡연, 비만도(BMI), 운동량, 음주, 작업장 유해요인, 영양제 복용에 따라 활성산소 수준과 관련이 있는 것으로 관찰되었다($P < 0.05$) (Table 3)

4. 흡연과 건강행위가 활성산소 수준에 미치는 영향

일상생활에서 흡연행위와 각종 건강관련 행위가 활성산소 수준에 미치는 영향을 알아보기 위해 앞의 단변량 분석에서 유의한 차이를 보였던 독립변수(흡연, 비만도, 운동량, 음주, 작업장 유해요인, 영양제 복용)를 투입하여 활성산소 수준에 대한 multiple regression analysis를 실시하였다. 또한 이변량 상관분석(Pearson's correlation analysis)에서 유의한 상관관계를 나타냈던 나이를 추가로 투입하였다. 변수들은 stepwise 방식으로 투입하였으며, 그 결과 모든 변수들을 함께 고려하였을 때 흡연($\beta = 0.547$, $P < 0.001$), 나이($\beta = -0.164$, $P < 0.001$), 작업장 유해요인($\beta = 0.087$, $P < 0.05$)만 활성산소 수준과 관련이 있는 것으로 관찰되었다(Table 4).

고 찰

본 연구에서는 성인 남성검진 수검자를 대상으로 흡연 및 일상적 건강행위와 활성산소와 관련된 요인을 평가하였다. 그 결과 활성산소와 독립적으로 관련된 요인은 흡연, 비만도(BMI), 운동량, 음주, 작업장 유해요인, 영양제 복용에 따라 활성산소 수준에 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 스텝와이즈 회귀분석결과 흡연, 나이, 작업장 유해요인 순으로 활성산소 수준에 관련성이 있는 것으로 나타나 Block 등¹²⁾에 의해 행해진 연구에서 흡연과의 영향 결과와 부합하였다. 담배연기는 4,700개 이상의 화학물질로 이루어져 있으며, free radical 등의 산화제가 고농도로 포함되어 있다.¹³⁾ 이러한 산화제 물질들은 강한 산화자극을 유발하며 폐에 염증세포의 증가와 활성화를 초래하고 활성산소와 활성질소 등의 독성대사물질을 생성한다. 특히 흡연물질 중 니코틴이 활성산소의 생산을 증가시키며, 이 과정에서 Nuclear Factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF- κ B)가 관여한다는 보고들이 있다.^{14,15)} Song 등¹⁶⁾에 이루어진 연구에서는 흡연에 의해 비타민 C의 요구량이 증가되었으며 Park 등¹⁷⁾의 연구에서는 혈청 비타민 C농도가 흡연으로 인해 감소함을 보였다. Lim 등¹⁸⁾의 연구에서 비타민 C가 지질과산화 작용을 감소시켜 항산화 작용에 영향을 주는 연구결과를 볼 때 흡연이 항산화작용을 하는 비타민 C의 농도를 감

Table 1. General characteristics of the study subjects

Characteristics		N	%
Age, y	20-29	19	3.8
	30-39	94	18.9
	40-49	184	37.0
	50-59	133	26.8
	60-69	48	9.7
	70 or more	19	3.8
Smoking	Non-smoker	250	50.3
	Smoker	247	49.7
Obesity	Normal	274	55.1
	Obese	223	44.9
Physical exercise load, per week	Never	122	24.5
	1 or 2 time(s)	233	46.9
	3 to 5 times	110	22.2
	Every day	32	6.4
Fruit intake, per day	None	26	5.2
	1	220	44.3
	2	118	23.7
	At every meal	133	26.8
Diet	No	440	88.5
	Yes	57	11.5
Alcohol intake, per week	Zero	108	21.7
	1 or 2 time(s)	267	53.7
	3 or 4 times	90	18.2
	Almost every day	32	6.4
Sun light exposure	No	248	49.9
	Yes	249	50.1
Workplace hazards exposure	No	477	96.0
	Yes	20	4.0
Pollution exposure	No	438	88.1
	Yes	59	11.9
Under stress	No	289	58.1
	Yes	208	41.9
Fatigued	No	271	54.5
	Yes	226	45.5
Nutritional supplements dosage	No	339	68.2
	"Oxycarotine"	79	15.9
	Other health food	79	15.9

Table 2. The distribution of the study subjects according to the degree of oxygen free radicals^a

Characteristics ^b	N	%
Normal (160-230)	37	7.4
Caution (231-310)	181	36.4
Low oxidative stress (311-400)	97	19.5
Middle oxidative stress (401-600)	112	22.5
High oxidative stress (over 600)	70	14.2

^aThe criteria is proposed by Dal Negro et al. Ital J Chest Dis 2003;57(3):199-209.⁸⁾

^bUnit of characteristics is mmol/Trolox.

소시켜 흡연이 활성산소와 연관성이 있음을 간접적으로 보여준다.

그 밖에 선행연구 결과들을 살펴보면, 운동, 비타민, 건강식품, 흡연, 비만, 노화 등이 활성산소 및 항산화능과 관련이 있음을 알 수 있다. 그러나 일상생활에서도 개인

마다 신체활동 수준이 다르고 여러 가지 건강 습관 및 환경적 요인 등이 활성산소량의 변화나 항산화 능력에 영향을 미칠 가능성이 있지만 이에 대한 연구는 매우 적은 실정이다. 특히 일상적인 신체활동이나 환경적 요인 및 생활습관에 따른 활성산소의 변화나 항산화 능력의 관계

Table 3. The distribution of the degrees of oxygen free radicals according to the subjects' characteristics

Characteristics	N	Mean±SD	F or t ^a	P ^b		
Age, y	20-29	19	307.63±59.27	1.072	0.375	ND ^c
	30-39	94	314.16±75.71			
	40-49	184	327.04±65.78			
	50-59	133	332.88±87.79			
	60-69	48	335.17±87.67			
	70 or more	19	331.53±46.50			
Smoking	Non-smoker	250	286.60±53.20	-13.871	<0.001	NA ^d
	smoker	247	366.64±73.68			
Body mass index	Healthy or underweight	133	337.07±81.53	2.715	0.044	ND
	Overweight	141	319.04±67.02			
	Obese	198	321.07±73.93			
	Severly obese	25	353.00±92.95			
Physical exercise load, per week	Never (A)	122	346.00±81.00	4.076	0.007	A>B
	1 or 2 (B)	233	317.04±69.76			
	3 to 5 (C)	110	323.41±71.50			
	Every day (D)	32	329.81±96.30			
Fruit intake, per day	None	26	356.35±73.81	2.128	0.096	ND
	1	220	329.34±76.59			
	2	118	317.12±68.64			
	At every meal	133	323.84±79.19			
Diet	No	440	327.54±74.83	0.949	0.343	NA
	Yes	57	317.44±81.57			
Alcohol intake, per week	Zero (A)	108	315.73±71.75	3.861	0.009	A,B<C
	1 or 2 (B)	267	323.00±77.26			
	3 or 4 (C)	90	349.88±70.46			
	Almost every day (D)	32	324.44±78.41			
Sun light exposure	No	248	322.53±72.29	-1.134	0.257	NA
	Yes	249	330.22±78.75			
Workplace hazards exposure	No	477	324.62±75.17	-2.541	0.011	NA
	Yes	20	368.25±76.16			
Pollution exposure	No	438	325.85±75.46	-0.428	0.669	NA
	Yes	59	330.34±77.37			
Under stress	No	289	328.39±76.32	0.700	0.485	NA
	Yes	208	323.58±74.73			
Fatigued	No	271	322.84±73.52	-1.144	0.253	NA
	Yes	226	330.63±78.02			
Nutritional supplement dosage	No (A)	339	329.19±78.97	12.741	<0.001	A,C>B
	"Oxycarotene" (B)	79	291.58±52.53			
	Other health food (C)	79	349.10±69.27			

^aFor two-level variables, it means *t*-value. For three or more-level variables, it represents *F*-value.

^bCalculated by independent samples *t*-test (for two-level variables) and one-way analysis of variance (for three or more-level variables).

^cNot done.

^dNot detectable.

는 매우 복잡하여 현재까지 이를 규명하기가 쉽지 않다. 체내 활성산소의 영향요인에 대한 실증연구는 대부분 운동과 관련된 연구^{19,20}들이 주를 이룬다.

본 연구에서는 일상적인 건강행위와 활성산소 수준과의 관계를 실증적으로 파악하고자 한 것에 의의가 있다. 특히 일상의 건강행위 중 가장 흔한 행위 중 하나인 흡연행위가 체내 활성산소의 증가에 많은 영향을 미치는 것을 다른 변수들을 통제된 가운데 규명한 것은 국내에서

거의 발견할 수 없다. 이러한 연구 결과는 국민들에게 정확한 정보를 전달하여 올바른 건강생활 습관을 기르게 하는 데 도움이 될 것이다. 그러나 건강검진 문진표의 기초적인 데이터만을 활용하였기 때문에 이 연구에서는 중요한 인자인 '생활습관'에 관한 조사항목들에 대하여 세부적인 기준을 제시할 수 없었다.

본 연구는 단면연구이므로 활성산소와 흡연 및 건강행위와의 인과관계를 밝히는 데는 한계가 있으므로 개별요

Table 4. The effects of health activity on the level of free radical

Model		Standardized B	t	P ^a	Statistics
1	(Constant)		70.585	<0.001	R ² =0.281
	Smoking	0.530	13.897	<0.001	F=193.137
2	(Constant)		17.059	<0.001	R ² =0.308
	Smoking	0.551	14.596	<0.001	F=109.823
3	Age	0.166	4.399	<0.001	
	(Constant)		17.115	<0.001	R ² =0.315
	Smoking	0.547	14.541	<0.001	F=75.680
	Age	0.164	4.354	<0.001	
	Workplace hazards exposure	0.087	2.330	0.020	

^aCalculated by stepwise regression analysis

인에 대하여 실험적인 방법 또는 전향적인 연구를 통해 각각의 건강행위와 활성산소 발생에 대한 인과관계를 분석해 볼 필요성과 작업장 유해요인이 이 연구에서 관찰 되었으므로 추후 연구에는 작업장 유해물질의 종류를 구분하여 그 수준에 따라 활성 산소의 수준과 관련성이 있는지 규명할 필요가 있다고 생각한다.

요 약

배경: 본 연구의 목적은 생체에 손상을 가하는 활성산소의 영향요인을 흡연과 일상적인 건강행위와의 관계에서 실증적으로 파악하기 위함이다.

방법: 본 연구에서는 2008년부터 2010년까지 수원시 소재 대학병원을 방문한 종합검진 수검자들을 대상자 중에서 활성산소검사에 응한 성인 남성을 대상자로 한 단면연구이다. 총 497명의 데이터를 분석에 사용하였다. 활성산소 수준을 종속변수로 하여 대상자의 연령, 흡연행위, 비만도, 기타 건강행위와의 관련성을 파악하고자 하였다.

결과: 분석 결과 연령대가 높을수록 활성산소 수준이 0.164만큼 증가하는 것으로 나타났으며($P<0.05$). 흡연을 할수록 활성산소 수준이 0.547만큼 증가하는 것으로 나타났다($P<0.001$). 또한 작업장 유해요인에 노출될수록 활성산소 수준이 0.087만큼 증가하는 것으로 나타났다($P<0.05$).

결론: 일상의 건강행위 중 무엇보다도 흡연행위가 체내 활성산소의 증가에 많은 연관성이 있는 것으로 보인다. 그러나 단면연구의 한계로 인하여 활성산소와 흡연 및 건강행위와의 인과관계를 규명하지는 못하였는데, 향후 전향적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

중심단어: 활성산소, 건강행위, 흡연

REFERENCES

1. Lee YM. The Effects of Different Exercise Intensities at Exercise Intervals on Change of MDA and SOD [dissertation]. Seoul: Sungshin Women's University; 2006.
2. Lee HS, Park WY. Physical activity and reactive oxygen. Health Sports Med 2007;9(2):21-31.
3. Jacob RA, Burri BJ. Oxidative damage and defense. Am J Clin Nutr 1996;63(6):985S-990S.
4. Kim CM, Lee JY. Effects of oxidative stress on apoptosis and antioxidant enzyme levels. J Appl Pharmacol 1996;4(4):402-7.
5. Alessio HM. Exercise-induced oxidative stress. Med Sci Sports Exerc 1993;25(2):218-24.
6. Reiter RJ. The role of the neurohormone melatonin as a buffer against macromolecular oxidative damage. Neurochem Int 1995;27(6):453-60.
7. Vollaard NB, Shearman JP, Cooper CE. Exercise-induced oxidative stress: myths, realities and physiological relevance. Sports Med 2005;35(12):1045-62.
8. Dal Negro RW, Visconti MC, Micheletto C, Pomari M, Squaranti C, Turati F, et al. Normal values and reproducibility of the major oxidative stress obtained thanks to FORM system. Ital J Chest Dis 2003;57(3):199-209.
9. Nho HS. An approach to validity of index evaluation based on change of BMI with age. Growth Develop 2012;20(1):1-7.
10. Lovlin R, Cottle W, Pyke I, Kavanagh M, Belcastro AN. Are indices of free radical damage related to exercise intensity. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1987;56(3):313-6.
11. Schneider CD, Barp J, Ribeiro JL, Belló-Klein A, Oliveira AR. Oxidative stress after three different intensities of running. Can J Appl Physiol 2005;30(6):723-34.
12. Block G, Dietrich M, Norkus EP, Morrow JD, Hudes M, Caan B, et al. Factors associated with oxidative stress in human populations. Am J Epidemiol 2002;156(3):274-85.
13. Freeman BA, Crapo JD. Hyperoxia increases oxygen radical production in rat lungs and lung mitochondria. J Biol Chem 1981;256(21):10986-92.
14. Kim YS, Lee JH, Kim SH, Kim TH, Sohn JW, Yoon HJ, et al. Effects of nicotine, cotinine and benzopyrene as smoke components on the expression of antioxidants in human bronchial epithelial cells. Tuberc Respir Dis 2007;62(3):197-202.
15. Kim SH. The Effect of Vitamin C&E Supplementation on Free Oxygen Radical, Lactate, Glucose after Acute Aerobic Exercise [dissertation]. Gimhae: Inje University; 2010.
16. Song KH, Kim HA. Comparison attitudinal beliefs regarding

- smoking and antioxidant vitamins status in the college male smokers and non-smokers. *Korean J Diet Cult* 2002;17(3): 329-36.
17. Park SM, Yu JG, Ahn SH. Effect of smoking on the levels of antioxidant vitamins and enzymes in healthy and young men. *J Korean Diet Assoc* 1998;4(2):168-77.
 18. Lim DJ, Song HC, Park JH. Antioxidant activity of vitamin C in iron-overloaded swine plasma. *Korean J Vet Res* 2001;41(3): 305-10.
 19. Lim CS, Ji YS, Jang CH. The effects of physical fitness, blood component, oxidant stress and antioxidant capacity to 9-weeks complex training in girls high school dance sport players. *J Exerc Sci* 2011;20(3):227-38.
 20. Han JH. (The) Effect of Antioxidants Intake Durations and Formulas on Free Radical Scavenging Activity, Peroxide Value and Fatigue Variables induced by Exercise [dissertation]. Yongin: Yong-in University; 2005.

Appendix 1. The questionnaire for oxidative stress & anti-oxidant test

- 체내 활성산소 · 총 항산화력 검사 문진표 -

① 환자등록정보

• 등록번호(I.D)		• 성명(Name)	
• 나이(Age)		• 성별(Gender)	
• 신장(cm)		• 체중(kg)	
• 검진일시	년 월 일	• 연락처	

② 검사내용

1) 주 몇회 운동을 하십니까?	<input type="checkbox"/> 안한다 <input type="checkbox"/> 1-2회 <input type="checkbox"/> 3-5회 <input type="checkbox"/> 매일
2) 야채나 과일의 섭취는 매일 몇회나 하십니까?	<input type="checkbox"/> 안먹는다 <input type="checkbox"/> 1회 <input type="checkbox"/> 2회 <input type="checkbox"/> 끼니때마다
3) 현재 식이조절(소식)과 같은 다이어트를 하고 계십니까?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
4) 음주를 하신다면 주 몇회 하십니까?	<input type="checkbox"/> 0회 <input type="checkbox"/> 1-2회 <input type="checkbox"/> 3-4회 <input type="checkbox"/> 거의 매일
5) 담배를 피우십니까?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예(갑/1일)
6) 햇빛에 자주 노출되나요?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
7) 전자파 유발 제품(PC 혹은 전자제품)을 장시간 (3시간 이상) 사용하나요?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
8) 작업장소에 독성물질이 있나요? (예, 화학물질, 방사선, 수은 등...)	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
9) 공해가 심한 지역에 살고 계신가요?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
10) 스트레스를 많이 받고 있나요?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
11) 늘 피곤하십니까?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
12) 의료검진을 자주 하시나요?(일년에 1번 이상)	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
13) 현재 꾸준히 복용하고 있는 보충제나 영양제가 있습니까?	<input type="checkbox"/> 옥시카로틴 <input type="checkbox"/> 기타건강식품 <input type="checkbox"/> 아니오
14) 현재 임신 중 이십니까?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
15) 호르몬제를 복용하고 계십니까?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
16) 질병이 있으십니까?	<input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 예
17) 질병의 종류는 무엇입니까?	<input type="checkbox"/> 당뇨 <input type="checkbox"/> 알레르기 <input type="checkbox"/> 심장질환 <input type="checkbox"/> 위장장애 <input type="checkbox"/> 우울증 <input type="checkbox"/> 고 콜레스테롤 <input type="checkbox"/> 비만 <input type="checkbox"/> 빈혈 <input type="checkbox"/> 간질환 <input type="checkbox"/> 아토피 <input type="checkbox"/> 아테롬성 <input type="checkbox"/> 고혈압 <input type="checkbox"/> 동맥 경화증 <input type="checkbox"/> 암 <input type="checkbox"/> 통풍 <input type="checkbox"/> 특수요법 <input type="checkbox"/> 신장 관련질환 <input type="checkbox"/> 방사선요법 <input type="checkbox"/> 만성 염증질환 <input type="checkbox"/> 호르몬요법 <input type="checkbox"/> 호흡기 질환 <input type="checkbox"/> 면역요법 <input type="checkbox"/> 화학요법 <input type="checkbox"/> 기타
18) 가족 중 (부모 및 형제자매나 자녀분들) 다음 질병이 있다면 체크하여 주십시오	<input type="checkbox"/> 암 <input type="checkbox"/> 뇌졸중(중풍) <input type="checkbox"/> 당뇨 <input type="checkbox"/> 심혈관 질환 <input type="checkbox"/> 고혈압 <input type="checkbox"/> 아토피등 피부질환 <input type="checkbox"/> 기타