

## 백내장클리닉을 내원한 성인의 렌즈혼탁지수에 따른 항산화 영양소 및 카로티노이드 섭취량 평가

김지선 · 이승민 · 강자현<sup>1)</sup> · 안홍석<sup>†</sup>

성신여자대학교 생활과학대학 식품영양학과, <sup>1)</sup>경희대학교 의과대학 강동경희대병원 안과

### Intakes of Antioxidant Nutrients and Carotenoids according to Lens Turbidity Level among Adults Visiting Cataract Clinic

Ji Sun Kim, Seung Min Lee, Ja Heon Kang<sup>1)</sup>, Hong Seok Ahn<sup>†</sup>

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Seoul, Korea

<sup>1)</sup>Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, College of Medicine, Seoul, Korea

#### Abstract

This study examined intakes of nutrients, carotenoids and polyphenols according to lens turbidity levels among adults visiting a cataract clinic. A total of 102 males and females aged 40 years or higher agreed to participate in the study, and a face-to-face survey interview was conducted to obtain information on general characteristics, health behaviors, and dietary intakes of each participant. The dietary data were collected by a food frequency questionnaire which was previously validated in a Korean population. In addition to essential nutrients, intakes of a total of 10 carotenoids and polyphenols were calculated based on the tables of food functional composition developed by National Academy of Agricultural Science. The subjects were divided into 3 groups according to turbidity levels ( $< 16$ ,  $\geq 16$  and  $< 25$ ,  $\leq 25$ ), and health behaviors and dietary intakes were compared among the turbidity groups. Data showed seemingly higher energy intake and lower dietary antioxidant (i.e., vitamin A,  $\beta$ -carotene, lutein, zeaxanthin, lycopene, cryptoxanthin) intakes in the highest turbidity group. However, no statistically significant findings were found in all the comparative analysis on characteristics of health behavior and intakes of nutrients, carotenoids and polyphenols. The current study findings should be cautiously interpreted in consideration of several limitations including a cross-sectional study design, a small sample size, uneven sample size distribution across turbidity groups, and limited generalizability due to using a convenience sample. Therefore we cannot conclude that the risk of cataract is unrelated with dietary antioxidant intakes based solely on the results of this study. (*Korean J Community Nutr* 17(2) : 205~214, 2012)

**KEY WORDS** : cataract · turbidity · carotenoids · antioxidants

#### 서론

백내장은 눈 속의 카메라 렌즈에 해당하는 투명한 수정체가 혼탁해지는 질환으로 세계적으로 실명의 첫 번째 원인이

다(Thylefors 등 1995). 세계보건기구(WHO)의 보고에 의하면 세계적으로 시각장애 인구의 42%가 백내장으로 알려져 있고, 우리나라를 포함한 아시아에서는 시각장애 인구 중 39%가 백내장으로 진단되고 있다(Thylefors 등 1995). 백내장은 연령 증가에 따라 유병율이 증가하므로 인구고령화로 인하여 국내 백내장의 유병률이 증가할 것으로 예상된다. 미국의 경우 40세 이상의 연령에서 약 2천 50만명 정도가 백내장을 가지고 있고 80세 이상의 연령에서 약 50% 이상으로 보고되고 있다(Prevent Blindness America 2008). 국내 백내장 현황은 60대에서 65.4%, 70세 이상의 연령에서 92.8%의 유병율을 보이고 있고, 60세 이상의 연령에서는 남자보다 여성에게서 유병율이 더 높게 나타나고 있다(Ministry of Health & Welfare, Korea Centers

접수일: 2011년 10월 20일 접수

수정일: 2011년 11월 22일 수정

채택일: 2011년 12월 19일 채택

\*This research was supported by grants from Sungshin Women University in 2010 (2010-2-11-050/1)

†Corresponding author: Hong-Seok Ahn, Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, 147 Mia-dong, Kangbuk-gu, Seoul 142-100, Korea

Tel: (02) 920-7519, Fax: (02) 920-2076

E-mail: hsahn@sungshin.ac.kr

for Disease Control & Prevention 2008). 나라 간 백내장 유병율의 큰 차이는 백내장 진단 시의 백내장을 정의하는 범주가 조금씩 다르기 때문이다(Kim 2002). 최근 백내장 치료를 위한 외래 및 입원 환자는 국내에서 약 55만 명에 이르며 의료비 지출이 연간 약 1,724억 원에 이르는 것으로 추정되고 있다(National Health Insurance Corporation 2002).

지금까지 백내장 환자에 대한 주요 관리방안은 수술로 시력을 회복시키는 것이었으나 앞으로는 발병을 줄일 수 있는 예방적인 측면이 강조되어야 하며, 백내장 발생이 10년 정도 연기될 수 있다면 백내장 수술도 45%정도 감소할 것이라는 예측을(West & Valmadrid 1995) 미루어 볼 때 백내장의 위험인자의 대한 연구가 다방면적으로 진행되어야 할 것이다.

백내장은 아직까지 명확하게 원인이 밝혀지지 않고 있다(Kim 등 2002). 백내장의 위험인자로 나이, 자외선, 직업, 질병, 약물, 성별, 술, 담배, 불충분한 영양섭취, 산화 스트레스 등이 알려져 있다(Zigler 등 1985). 백내장 발생에 관여하는 위험인자 및 환경의 영향에 대한 역학적 연구(Shyn 등 1992; Chung & Shyn 1995; West & Valmadrid 1995; Hong 등 1998; Valero 등 2002)가 활발히 이루어지고 있다. 국내 연구에서는 흡연, 음주 등의 위험 인자 및 직업, 나이 등의 일반적 사항과 관련된 연구는 진행된 바 있지만 영양과 관련된 연구는 부족한 실정이다.

평균 수명의 증가로 노인인구가 점차 증가하고 시각 체계의 퇴행성변화에서 산화기전의 작용이 밝혀짐에 따라 노인성 안질환의 방지를 위한 기능성 성분인 항산화 영양소 역할에 대한 관심이 증가하고 있다(Christen 등 1996; Selvi 등 2011). 그 중에 산화스트레스에 의해 생긴 산소 자유기들은 세포 내 단백질, 지질, DNA등과 반응하여 손상을 주게 되며 이러한 산화적 손상으로부터 인체를 보호하는 항산화 역할을 하는 것으로 비타민 C, 비타민 E, 카로티노이드, 무기질 등이 있다(Ko 등 2003). 우리 눈의 수정체는 영양물질의 대사로 인하여 모양의 변화가 생기고 손상된 단백질이 뭉치게 되어 수정체가 혼탁해진다(Kim 등 2000). 수정체 단백질의 산화적 손상을 예방하기 위한 항산화 영양소의 역할이 강조되고 있다(Ko 등 2003). 특히 루테인과 제아잔틴이 눈에 존재하는 유일한 카로티노이드이고 시각기능을 좋게 해 준다고 알려지면서 이에 대한 관심이 높아졌다(Bone 등 1988; Olmedilla 등 2003). 루테인과 제아잔틴은 우리 눈 안에서 산화스트레스를 줄이는 기전을 통해 백내장이나 황반변성 같은 노인성 안질환의 예방이나 병의 진행을 늦추는 역할을 한다(Mares-Perlman 등 2002).

스페인에서 진행된 환자-대조군 연구에서 식품에서의 비타민 C의 높은 섭취와 혈액에서의 높은 비타민 C의 농도가 백내장 예방에 효과가 있다는 결과가 보고되었다(Valero 등 2002). 또한, 미국 Women's Health Study 연구에서는 과일과 야채를 많은 먹은 여성이 적게 먹은 여성보다 백내장 위험이 10~15%감소되었다는 것을 보고하였다(Christen 등 2005). 프랑스에서 실시된 연구에서는 혈장 제아잔틴과 베타카로틴이 높을수록 백내장의 위험이 유의적으로 감소됨을 발표했고(Delcourt 등 2006), 미국의 Christen 등(2008)은 루테인, 제아잔틴, 비타민 E 섭취가 백내장의 위험을 감소시킴을 보고하였다. 그러나 스웨덴 여성을 대상으로 한 Rautiainen 등(2010)은 보충제로부터의 비타민 C의 섭취가 노화에 따른 백내장의 위험도를 높였다는 상반된 결과를 제시한 바 있다. 국내에서는 환자-대조군 연구 결과로 백내장 환자군에서 곡류, 어류를 선호하였고, 비 백내장군에서 선호도가 높았던 식품으로 과일류가 보고된 바 있으나(Shyn 등 1992) 백내장 환자의 영양섭취 특히, 백내장과 관련성이 보고된 바 있는 카로티노이드 섭취 상태를 평가한 연구는 찾아보기 드물었다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 일부 백내장 위험대상자들의 식이 조사를 통해 백내장의 위험 정도를 나타내는 혼탁 수치와 여러 항산화 영양소 섭취량 간의 연관성을 살펴보고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상 선정

본 연구에서는 2010년 8월부터 2011년 3월까지 약 8개월 동안 서울에 소재한 K병원 백내장 클리닉을 내원한 40세 이상 남녀 성인을 대상으로 본 연구에 대한 설명을 하고 이에 동의한 102명을 최종 대상자로 선정하였다.

### 2. 연구 내용 및 방법

#### 1) 설문조사

본 연구에 사용된 설문지는 2007-2008년도 국민건강영양조사(Korea Centers for Disease Control and Prevention 2009)에서 시행했던 설문지와 Hong 등(1998)의 연구 및 질병관리본부에서 제작한 식품섭취빈도 조사지(Ahn 등 2004)를 참고하여 개발하였다. 설문지의 타당도와 신뢰도를 확보하기 위해 예비설문과 전문가와의 면담을 통해 설문지 내용을 수정 보완하였다. 설문조사는 훈련된 조사자가 일대일 대면면접으로 실시하였다. 설문조사에 소요된 시간은 40~50분이었다.

## 2) 일반사항 조사

일반적 특성에 관한 항목은 성별, 나이, 학력, 영양보충제 또는 건강식품 복용 유무, 흡연, 음주, 운동 등을 조사하였다. 흡연은 과거 흡연량, 현재 흡연 여부, 간접흡연의 정도 등을 조사하였고, 음주는 음주의 빈도와 양을 조사하였다. 전혀 안 마시는 그룹, 적당히 마시는 그룹(한 달에 4번 미만의 술자리 또는 술을 마실 때 보통 소주 1~2잔), 많이 마시는 그룹(한 달에 4번 이상의 술자리와 술을 마실 때 보통 소주 3~4잔 이상)으로 나누어 비교하였다. 운동의 경우는 일상생활 활동, 규칙적인 운동의 실시 여부, 운동의 빈도와 강도 그리고 시간을 조사하였다.

## 3) 식이섭취 조사

식이섭취 조사는 식품섭취빈도조사를 이용하였고 백내장 클리닉 내원을 기점으로 지난 1년 동안의 식이에 대하여 조사하였다. 식품섭취빈도 조사지는 질병관리본부유전체 센터의 양식을 이용하였으며 102개의 식품으로 구성되었다(Ahn 등 2004). 설문지는 식품의 종류와 섭취빈도 그리고 1회 섭취분량이 나와있고 대면면접으로 진행이 되었기 때문에 모든 항목에서 100%의 응답률을 보였다. 조사된 모든 음식 및 식품의 섭취 빈도와 1회 분량은 한국영양학회 CAN Pro 3.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program, 한국영양학회, 2005)을 이용하여 영양소 섭취량으로 환산하였다.

## 4) 카로티노이드와 폴리페놀 섭취량 산출

항산화 기능성 성분 함량이 기존의 CAN Pro 3.0에 포함되어 있지 않으나, 최근 농촌진흥청 국립농업과학원에서 국내 상용식품의 카로티노이드, 플라보노이드 및 폴리페놀과 같은 기능성 성분 함량을 보고하였다(National Academy of Agricultural Science 2009). 이에 본 연구에서는 농촌진흥청의 기능성 성분표 자료를 CAN-Pro 3.0에 추가하여 연구 대상자들의 항산화 기능을 가진 카로티노이드와 폴리페놀 성분 10종(루테인, 제아잔틴, 루테인 + 제아잔틴, 라이코펜,  $\beta$ -크립토잔틴,  $\alpha$ -카로틴, 총 토코페롤, 총 폴리페놀, 제니스타인)의 섭취량을 산출하였고 혼탁수치와 관련하여 평가하였다.

## 5) 안과적 조사

백내장 위험 정도를 나타내는 혼탁수치를 측정하기 위해 Pentacam Scheimpflug Image(Oculus Optikgerate GmbH, Wetzlar, Germany)로 눈의 전·후면, 각막 전·후면 및 수정체를 관찰하였다. 이 방법은 백내장 진단 시 밀

도그래프와 혼탁 정도를 1~100까지 수치화함으로써 치료 효과 및 진행 상황에 대하여 객관적이고 정확한 정보를 얻을 수 있다. 본 연구를 진행한 백내장 클리닉에서는 개인이 느끼는 불편함을 최우선으로 고려하여 수술을 결정하지만 혼탁수치가 25 이상일 경우 수술을 권하는 기준으로 이용하였다.

## 3. 자료처리 및 통계분석

수집된 자료의 통계처리는 데이터 코딩과정을 거쳐 SAS 9.1 통계 프로그램을 이용하였다. 본 연구 혼탁수치에 따라 대상자들의 혼탁수치 범위는 최소값 7.7, 최대값 48.3으로 연구 대상자를 백내장의 혼탁 정도에 따라 세 군(0~15 이하/16 이상~24 이하/25 이상)으로 나누어 생활습관, 일반 영양소 섭취 및 항산화 기능성 영양소 섭취상태를 비교하였다. 일반사항은 빈도수와 백분율로 표시하였고 식이 섭취 조사에서 얻은 영양소 섭취량에 대한 결과는 평균과 표준편차(또는 표준오차)로 제시하고 혼탁수치에 따른 그룹별 비교는 GLM(Generalized Linear Model)을 이용하여 나이에 대하여 보정한 후 평균값을 비교하였다. 모든 통계적 유의성은  $p < 0.05$  수준에서 검정하였다.

## 결 과

### 1. 일반적인 특성

연구 대상자의 일반적인 특성을 Table 1에 제시하였다. 안과를 내원한 102명 대상자의 구성은 남성 26명(25.5%), 여성 76명(74.5%)이었다. 연구 대상자의 평균 나이는  $62.9 \pm 9.7$ 세로 40세부터 89세까지의 분포를 보였다. 평균 신장은 남자가  $167.6 \pm 6.2$  cm, 여자가  $154.9 \pm 5.2$  cm 이었고 평균 체중은 남자가  $65.5 \pm 10.4$  kg, 여자가  $55.6 \pm 7.0$  kg이었다. 평균 체질량지수는  $23.2 \pm 3.0$  kg/m<sup>2</sup>으로 대한비만학회에서 제시한 한국인 기준(Koo 등 2007)으로 볼 때 과체중에 속하였다.

혼탁수치가 16미만인 가장 낮은 군은 31명(남 : 19.3%, 여 : 80.7%)이고 혼탁수치가 16이상 25미만인 군은 64명(남 : 28.1%, 여 : 71.9%), 혼탁수치가 25이상인 군은 7명(남 : 28.6%, 여 : 71.4%)이었다(Table 1).

### 2. 건강관련 행동

연구대상자의 건강관련 행동은 Table 2에서 보는 바와 같이 흡연 항목에서 세 군 모두 비흡연자의 비율이 각각 80.7%, 75% 및 85.7%로 대부분이 현재 흡연을 하지 않고 있었다. 또한, 현재 규칙적인 운동(주 3회 이상)을 하고 있는 비율은 각각 58.0%, 45.3% 및 57.2%로 혼탁수치에 따른 차이가

보이지 않았다. 알코올 섭취를 보면 세 군 모두 비음주자의 비율이 각각 74.2%, 76.7%, 71.4%로 높았으나 군간 차이는 없었다. 비타민/무기질 및 건강기능식품 복용에 있어서는 세 군 모두 섭취한다는 비율이 각각 71.0%, 65.6% 및 57.1%로 세 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 2).

**Table 1 .** General characteristics of subjects

		N (%)
Gender	Male	26 (25.5)
	Female	76 (74.5)
Age (year)	40 – 49	6 ( 5.9)
	50 – 59	27 (26.5)
	60 – 69	45 (44.1)
	70 – 79	18 (17.7)
	80 – 89	6 ( 5.9)
		62.9 ± 9.7 <sup>1)</sup>
Height (cm)	Male	167.6 ± 6.2
	Female	154.9 ± 5.2
Weight (kg)	Male	65.5 ± 10.4
	Female	55.6 ± 7.0
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		23.2 ± 3.0
Education	≤ High school	77 (76.2)
	≥ College	24 (23.8)
Turbidity	< 16	31 (30.4)
	≥ 16 and < 25	64 (62.7)
	≥ 25	7 ( 6.9)

1) Mean ± SD

**Table 2.** Health behavior characteristics by turbidity level

Variable		Turbidity < 16 (n = 31)	16 ≤ Turbidity < 25 (n = 64)	25 ≤ Turbidity (n = 7)	p value
Smoking	Non	25 (80.7) <sup>1)</sup>	48 (75.0)	6 (85.7)	0.19
	Current	2 ( 6.5)	9 (14.1)	1 (14.3)	
	Past	4 (12.9)	7 (11.0)	0 ( 0.0)	
Exercise	Non	13 (41.9)	35 (54.7)	3 (42.9)	0.49
	≤ 3/week	5 (16.1)	10 (15.6)	1 (14.3)	
	≥ 4/week	13 (41.9)	19 (29.7)	3 (42.9)	
Drinking	Non	23 (74.2)	51 (76.7)	5 (71.4)	0.88
	Moderate	3 ( 9.7)	6 ( 9.4)	1 (14.3)	
	Heavy	5 (16.1)	7 (10.9)	1 (14.3)	
Supplements	Yes	22 (71.0)	42 (65.6)	4 (57.1)	0.82
	No	9 (29.0)	22 (34.4)	3 (42.9)	

1) N (%)

### 3. 영양소 섭취량

연구 대상자들의 영양소 섭취량을 조사한 결과는 Table 3과 Table 4에 제시하였다. 연구대상자의 1일 평균 열량 섭취량은 혼탁수치가 높을수록 에너지 섭취가 높은 것으로 보였으나 유의성에는 미치지 못하였다(혼탁수치 ≤ 16 : 1637.2 ± 121.0 kcal, 혼탁수치 ≥ 25 : 1794.4 ± 249.1 kcal). 지방질은 31.4 ± 3.9 g, 33.2 ± 2.7 g 및 37.8 ± 7.9 g으로 혼탁수치가 높은 군이 다소 높았으나 유의한 차이는 보이지 않았다. 단백질과 당질, 섬유소 섭취량도 유사한 결과를 보였으며 세 군간 유의한 차이는 보이지 않았다. 비타민 A와 β-카로틴의 섭취량은 혼탁수치가 가장 높은 군에서 각각 916.9 ± 516.5 µg RE, 5631.3 ± 3582.9 µg 으로 가장 낮았으나 세 군간 유의한 차이는 보이지 않았다. 리보플라빈, 나이아신, 비타민 E, 칼슘, 철, 아연, 나트륨, 인, 레티놀의 섭취량은 혼탁수치가 높은 군이 다소 많이 섭취했으나 역시 유의하지 않았다(Table 3).

Table 4에서와 같이 카로티노이드류에서 루테인과 제아잔틴, 라이코펜, β-크립토잔틴 및 총 크립토잔틴은 혼탁수치가 25이상인 군에서 각각 0.20 ± 1.27 mg, 0.08 ± 0.07 mg, 0.36 ± 1.8 mg, 1.45 ± 1.42 mg, 0.21 ± 0.26 µg 및 5.4 ± 4.3 mg으로 가장 낮은 섭취량을 보였으나 세 군 간에는 유의한 차이가 없었다. 그 외 폴리페놀과 제니스타인의 섭취량은 혼탁수치가 높은 군에서 다소 높았으나 유의한 차이는 없었다(Table 4).

### 4. 영양소 밀도

1일 영양소 섭취량을 영양소 밀도로 환산하여 세 군간 비교한 결과는 Table 5와 같다. 혼탁수치가 가장 높은 군의 단백질과 섬유소의 영양소 밀도는 각각 41.7 ± 3.5 g/1000

**Table 3.** Age-adjusted mean daily nutrient intakes by turbidity level

	Turbidity < 16 (n = 31)		16 ≤ Turbidity < 25 (n = 64)		25 ≤ Turbidity (n = 7)		P value
Energy (kcal)	1,637.2 ±	121.0 <sup>1)</sup>	1,706.8 ±	83.2	1,794.4 ±	249.1	0.81
Protein (g)	69.9 ±	7.9	73.9 ±	5.4	79.0 ±	16.2	0.83
Fat (g)	31.4 ±	3.9	33.2 ±	2.7	37.8 ±	7.9	0.76
Carbohydrate (g)	274.2 ±	18.4	284.2 ±	12.7	288.9 ±	37.9	0.89
Fiber (g)	36.1 ±	5.3	38.8 ±	3.6	40.6 ±	10.9	0.89
Calcium (mg)	759.9 ±	87.2	767.3 ±	60.0	868.6 ±	179.5	0.85
Phosphorous (mg)	1,149.8 ±	123.4	1,188.9 ±	84.9	1,282.8 ±	254.0	0.89
Iron (mg)	18.6 ±	2.4	19.2 ±	1.6	20.2 ±	4.9	0.95
Sodium (mg)	3,879.6 ±	459.8	4,235.0 ±	346.3	4,340.3 ±	946.6	0.79
Potassium (mg)	3,823.9 ±	427.4	4,323.0 ±	294.1	4,153.0 ±	879.9	0.63
Zinc (mg)	9.9 ±	0.8	10.2 ±	0.6	10.4 ±	1.7	0.95
Vit. A (μg RE)	1,155.1 ±	250.9	1,313.1 ±	172.6	916.9 ±	516.5	0.71
Retinol (μg)	101.5 ±	16.6	102.0 ±	11.4	114.5 ±	34.2	0.93
b-carotene (μg)	7,060.7 ±	1,740.4	8,188.0 ±	1,197.4	5,631.3 ±	3,582.9	0.73
Thiamin (mg)	1.2 ±	0.1	1.2 ±	0.1	0.2 ±	0.2	0.93
Riboflavin (mg)	1.4 ±	0.1	1.5 ±	0.1	1.5 ±	0.4	0.94
Vit. B6 (mg)	1.9 ±	0.2	2.3 ±	0.2	2.2 ±	0.5	0.58
Niacin (mg)	16.0 ±	1.8	17.5 ±	1.3	18.5 ±	3.9	0.77
Vit. C (mg)	143.6 ±	18.8	165.7 ±	13.0	149.2 ±	38.8	0.61
Folic acid (μg)	412.3 ±	53.5	470.1 ±	36.8	457.0 ±	110.1	0.68
Vit. E (mg)	21.9 ±	6.4	23.7 ±	4.4	24.5 ±	13.1	0.97

1) Mean ± SE

**Table 4.** Age-adjusted mean daily carotenoid and polyphenol intakes by turbidity level

	Turbidity < 16 (n = 31)		16 ≤ Turbidity < 25 (n = 64)		25 ≤ Turbidity (n = 7)		P value
Lutein (mg)	0.53 ±	0.61 <sup>1)</sup>	1.21 ±	0.42	0.20 ±	1.27	0.56
Zeaxanthin (mg)	0.16 ±	0.03	0.20 ±	0.02	0.08 ±	0.07	0.18
Lu + zea <sup>2)</sup> (mg)	0.74 ±	0.88	1.75 ±	0.60	0.36 ±	1.80	0.55
Lycopene (mg)	3.19 ±	0.69	3.27 ±	0.47	1.45 ±	1.42	0.47
β-cryptoxanthin (μg)	0.38 ±	0.12	0.48 ±	0.09	0.21 ±	0.26	0.51
α-carotene (mg)	3.36 ±	0.59	3.51 ±	0.41	3.45 ±	1.22	0.98
Total-cryptoxanthin (mg)	10.1 ±	2.1	8.6 ±	1.4	5.4 ±	4.3	0.60
Total-tocopherol (mg)	199.9 ±	25.1	221.0 ±	17.3	226.4 ±	51.7	0.77
Total-polyphenol (mg)	1,476.2 ±	140.1	1,571.6 ±	96.4	1,496.9 ±	288.4	0.84
Genistein (mg)	4,654.0 ±	555.3	5,078.2 ±	382.0	5,207.5 ±	1,143.1	0.80

1) Mean ± SE

2) Lu + zea = lutein + zeaxanthin

kcal,  $20.6 \pm 4.0$  g/1000 kcal로 다른 두 군에 비해 가장 낮았으나 유의한 차이는 없었다. 혼탁수치가 가장 높은 군의 비타민 A와 레티놀, β-카로틴의 영양소 밀도는 낮았으나 유의하지는 않았다. 또한, 혼탁수치가 가장 높은 군에서 비타민 C, 비타민 E 그리고 엽산의 영양소 밀도도 다른 두 군에 비해 낮았으나 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그 외 영양소에서도 군 간 유의한 차이는 없었다(Table 5).

Table 6에 10종의 항산화 기능성 영양소의 영양소 밀도를 제시하였다. 루테인, 제아잔틴 및 라이코펜 등 10종의 영양소 밀도는 혼탁수치가 가장 높은 군에서 각각  $0.19 \pm 0.3$  mg/1000 kcal,  $0.04 \pm 0.04$  mg/1000 kcal,  $0.86 \pm 0.85$  mg/1000 kcal로 유의하지는 않았지만 제일 낮았다(Table 6).

**Table 5.** Age-adjusted mean daily nutrient density<sup>1)</sup> by turbidity level

	Turbidity < 16 (n = 31)		16 ≤ Turbidity < 25 (n = 64)		25 ≤ Turbidity (n = 7)		P value
Protein (g)	41.9 ±	1.7 <sup>2)</sup>	41.8 ±	1.2	41.7 ±	3.5	0.99
Fat (g)	19.1 ±	1.2	18.7 ±	0.8	19.3 ±	2.5	0.95
Carbohydrate (g)	168.2 ±	3.7	169.2 ±	2.5	187.1 ±	9.6	0.95
Fiber (g)	21.7 ±	1.9	21.7 ±	1.3	20.6 ±	4.0	0.96
Calcium (mg)	160.9 ±	29.7	438.1 ±	20.4	468.1 ±	61.2	0.77
Phosphorous (mg)	691.4 ±	29.3	675.9 ±	20.1	681.9 ±	60.2	0.91
Iron (mg)	11.0 ±	0.8	10.8 ±	0.5	10.3 ±	1.6	0.92
Sodium (mg)	2,376.1 ±	210.4	2,524.4 ±	144.7	2,294.2 ±	433.1	0.78
Potassium (mg)	2,392.4 ±	148.5	2,479.1 ±	102.2	2,208.7 ±	305.8	0.66
Zinc (mg)	6.1 ±	0.2	6.0 ±	0.2	5.7 ±	0.5	0.82
Vit. A (μg RE)	743.9 ±	101.2	719.8 ±	69.6	448.1 ±	208.3	0.42
Retinol (μg)	60.3 ±	8.5	59.4 ±	5.8	57.6 ±	17.5	0.99
β-carotene (μg)	4,449.9 ±	671.5	4,339.3 ±	462.0	2,672.0 ±	1,382.6	0.49
Thiamin (mg)	0.7 ±	0.0	0.7 ±	0.0	0.7 ±	0.1	0.66
Riboflavin (mg)	0.8 ±	0.1	0.8 ±	0.0	0.8 ±	0.1	0.92
Vit. B <sub>6</sub> (mg)	1.2 ±	0.1	0.3 ±	0.1	1.2 ±	0.1	0.34
Niacin (mg)	9.8 ±	0.5	9.9 ±	0.3	9.5 ±	0.9	0.89
Vit. C (mg)	91.6 ±	7.4	95.0 ±	5.1	74.7 ±	15.3	0.44
Folic acid (μg)	263.6 ±	22.4	267.8 ±	15.4	236.9 ±	46.2	0.81
Vit. E (mg)	12.3 ±	2.6	12.1 ±	1.8	11.5 ±	5.4	0.99

1) (Nutrient intake/ energy intake) × 1000 Kcal

2) Mean ± SE

**Table 6.** Age-adjusted mean daily carotenoid and polyphenol density<sup>1)</sup> by turbidity level

	Turbidity < 16 (n = 31)		16 ≤ Turbidity < 25 (n = 64)		25 ≤ Turbidity (n = 7)		P value
Lutein (mg)	0.64 ±	0.15 <sup>2)</sup>	0.52 ±	0.10	0.19 ±	0.30	0.31
Zeaxanthin (mg)	0.11 ±	0.02	0.12 ±	0.01	0.04 ±	0.04	0.24
Lu+zea (mg)	0.44 ±	0.21	0.75 ±	0.14	0.18 ±	0.43	0.27
Lycopene (mg)	1.98 ±	0.41	1.95 ±	0.28	0.86 ±	0.85	0.45
β-cryptoxanthin (μg)	0.27 ±	0.09	0.31 ±	0.06	0.11 ±	0.19	0.56
α-carotene (mg)	2.12 ±	0.27	1.99 ±	0.18	1.58 ±	0.55	0.67
Total-cryptoxanthin (mg)	6.5 ±	1.3	4.9 ±	0.9	3.1 ±	2.7	0.42
Total-tocopherol (mg)	128.7 ±	10.7	126.6 ±	7.3	109.6 ±	21.9	0.73
Total-polyphenol (mg)	929.1 ±	49.5	914.6 ±	34.1	800.6 ±	101.9	0.51
Genistein (mg)	2,974.5 ±	235.5	2,925.0 ±	162.0	2,540.8 ±	484.8	0.71

1) (Nutrient intake/ energy intake) × 1000 Kcal

2) Mean ± SE

## 고 찰

전 세계적으로 실명의 주 원인으로 꼽히는 백내장은 한국에서도 보편적으로 고령 인구에서 발병율이 높은 질환이다. 경제성장과 더불어 건강관리에 따른 평균 수명의 증가로 노인인구가 점차 증가하고 있고 시각 체계의 퇴행성변화에서

산화기전의 작용이 밝혀짐에 따라 노인성 안질환의 방지를 위한 항산화 영양소의 역할에 대한 관심이 증가되고 있다 (Christen 등 1996; Selvi 등 2011). 백내장은 수정체 단 백질의 산화적 손상으로 인해 수정체가 혼탁해지는 질환이다. 따라서 산화적 스트레스를 줄일 수 있다면 백내장의 예방이 가능하다는 가설 아래 항산화 역할을 하는 기능성 영양소에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다 (Fernandez &

Afshari 2008; Ma & Lin 2010). 하지만, 국내에서는 백내장과 기능성 영양소들과의 관계를 파악하는 연구는 아직 미비한 실정이다. 본 연구에서는 우리나라 일부 백내장 위험 대상자들의 식이 조사를 통해 백내장과 백내장의 위험 정도를 나타내는 혼탁수치와 이러한 여러 항산화 영양소 섭취량 간의 연관성을 살펴보고자 하였다. 백내장 진단기준은 나라에 따라서 혹은 개인에 따라서 불분명하기 때문에 객관화된 수치를 기준으로 사용하기 위하여 1~100까지의 범위 내에서 수정체의 혼탁 정도를 수치로 보여주는 기계(Rosales & Marcos 2009)로 본 연구에서는 백내장의 정도를 판단하였다.

대부분의 선행연구에서는 흡연이 백내장의 위험요인이라는 것을 제시하였고 West 등(1995)의 연구에서도 백내장이 이미 있는 경우에 흡연이 기존 백내장을 더욱 악화시킨다는 것을 발표한 바 있다. Shyn 등(1992)의 연구에서는 흡연 기간이 길수록 백내장 발생률이 증가함을 보고하였고, Hong 등(1998)은 흡연량이 많을수록 피질백내장 및 핵 백내장이 증가하였다고 보고하였다. 인도인을 대상으로 수행된 연구에서 흡연량이 많은 사람이 비흡연자에 비해 핵 백내장과 피질백내장의 유병률이 높았다는 결과를 보고한 바 있다(Krishnaiah 등 2005). 또한 Christen 등(2008)은 미국 여성을 대상으로 백내장이 없는 정상군에서 비흡연자의 비율이 높았다고 보고하였다. 반면 본 연구에서는 흡연과 백내장의 위험 정도를 나타내는 혼탁수치와의 유의한 관련성은 보이지 않았다. 오히려 혼탁수치가 가장 높은 군에서 비흡연자의 비율이 높았다. 또한, 우리나라 서울에서 수행된 연구(Lee 2009)에서는 본 연구 결과와 비슷하게 환자군에서 비흡연자의 비율이 가장 많았다는 것을 제시한 바 있다. 선행연구와의 차이에 대한 이유를 명확히 알 수는 없지만 두 연구 모두 여성대상자가 많이 포함되어서 흡연과 백내장의 위험 정도를 나타내는 혼탁수치와의 유의한 관련성이 보이지 않았다고 생각된다.

운동은 통계적으로 유의하지는 않았으나 혼탁수치가 낮은 군에서 일주일에 세 번 이상 규칙적으로 운동한다는 응답이 높았다. Williams(2009)의 연구에서는 높은 강도로 달리기를 하는 남자가 낮은 강도로 달리기를 하는 남자보다 백내장의 발병률이 50% 정도 낮았다고 보고하였다. 또한, 미국에서 실시한 연구에서는(Christen 등 2008) 백내장이 있는 군이 운동을 전혀 하지 않는다는 비율이 높았다는 것을 보여주어 본 연구결과와 유사한 것을 알 수 있다. 즉, 꾸준한 운동을 통해서 백내장과 관련된 BMI, 당뇨, HDL 등의 위험요인을 개선하는 것으로 사료된다.

음주와 백내장과의 선행연구 결과는 상반된 결과가 공존하고 있다. Christen 등(2008)의 연구는 백내장 환자 군에

서 비음주자의 비율이 대조군에 비해서 높았다고 하였다. 그러나 Kanthan 등(2010)은 술을 전혀 먹지 않거나 과음을 하는 경우보다 적당한 음주를 하는 것이 백내장 수술 건수를 감소시킨다고 보고한 바 있다. 국내 연구 경우에도 Chung & Shyn(1995)의 연구를 보면 음주는 피질백내장, 핵백내장의 위험을 증가시키는 요인으로 제시된 바 있으나 Shyn 등(1992)은 음주가 백내장유발과는 무관하다고 언급한 바 있다. 본 연구에서는 혼탁수치 수준에 따라 비음주자의 비율이 다르지 않은 것으로 나타났으나 여성대상자의 비율이 높고 전체대상자의 수가 적기 때문에 음주와 백내장 간의 상관계수에 대하여 명확한 판단근거를 제시하고 있지 않다.

구리시 지역에서 수행된 연구(Kim 등 2000)는 시력장애와 관련된 영양요인 중에서 단백질이 특이적으로 시력장애 유발에 관여한 영양소로 언급 한 바 있다. 스페인에서 이루어진 Valero 등(2002)은 통계적으로 유의하지는 않았지만 식이에서의 아연 섭취량이 11.4 mg/d 초과 시 OR값이 0.64로 백내장의 위험이 감소되는 경향이 나타남을 보고하였다. 서울 지역 백내장 환자와 정상인의 혈청 내 아연 농도를 비교한 연구(Ko 등 2003)에서는 정상인에 비해 남성 백내장 환자의 혈청 내 아연농도가 유의적으로 감소되어 있었다는 것을 보고한 바 있다. 본 연구에서의 영양소 섭취량을 보면 탄수화물, 지질, 단백질, 총 에너지 섭취량, 아연 및 그 외 영양소에서 혼탁수치가 25 이상인 군에서 다른 두 군에 비해 다소 높게 나타났으나 유의한 차이는 없었다.

항산화 기능성 영양소 섭취 비교에서도 유의적인 차이를 볼 수 없었으나 비타민 A와  $\beta$ -카로틴은 혼탁수치가 가장 높은 군에서 섭취량이 다른 두 군에 비해 낮았고, 레티놀과 비타민 E의 섭취량은 혼탁수치가 가장 높은 군에서 많았다. Tan 등(2008)의 연구에서 식이 또는 보충제로 섭취한 비타민 E의 양이 많을수록 핵 백내장의 발달이 지연되었음을 보고 한 바 있고, 미국에서 수행된 연구(Christen 등 2008)는 식품과 보충제로 섭취한 비타민 E의 양이 가장 높은 그룹에서 약 14% 정도의 백내장 위험이 감소하였다는 연구결과가 제시되었다. 그러나 인도인을 대상으로 한 연구는 일반적으로 항산화 영양소가 부족한 식사를 하고 백내장 유병률이 높은 인구집단에서  $\beta$ -카로틴, 비타민 C 및 비타민 E와 같은 항산화제를 보충했을 때 백내장 치료에 영향을 주지 않았다는 연구 결과도 있다(Gritz 등 2006). 국내 연구(Ko 등 2002)에서는 혈청  $\beta$ -카로틴의 농도가 백내장 환자군이 정상군에 비해서 낮은 경향이 있었다는 결과를 발표한 바 있다.

루테인, 제아잔틴, 라이코펜,  $\beta$ -크립토잔틴 및 총 크립토잔틴의 섭취량은 혼탁수치가 25이상인 군에서 가장 낮았으며, 토코페롤과 제니스타인은 혼탁수치가 25이상인 군에서

가장 많이 섭취하는 것으로 나타났지만 세 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다. Vu 등 (2006)의 연구에서 식이로 섭취하는 루테인과 제아잔틴의 섭취가 많을수록 핵 백내장의 위험이 감소됨을 보고하였다. 45세 이상의 미국 여성을 대상으로 한 연구에서는 루테인, 제아잔틴 및  $\beta$ -크립토헨틴의 섭취가 백내장의 위험을 유의적으로 감소시켰고 라이코펜도 비슷한 경향을 보였다고 보고하였다(Christen 등 2008). 45세~75세의 미국 남성을 대상으로 한 연구는 루테인과 제아잔틴의 섭취가 많을수록 백내장의 위험을 감소시켰다는 결과를 보고하였다(Brown 등 1999). 본 연구의 루테인 + 제아잔틴의 섭취량은 평균 0.91 mg으로 캐나다에서 FFQ를 이용하여 조사한 40세 이상 남녀 성인의 루테인 + 제아잔틴의 평균 섭취량 0.73 mg보다(Vu 등 2006) 다소 높았고, 또한 미국 성인 여성의 루테인 + 제아잔틴 평균 섭취량은 3.07 mg(Christen 등 2008), 미국남성의 평균인 3.18 mg보다는(Brown 등 1999) 낮았다. Dherani 등 (2008)은 혈액의 항산화 영양소 농도와 백내장의 발생률과는 역의 상관관계가 있음을 보고하였고, 특히 비타민 C, 제아잔틴, 레티놀,  $\alpha$ -카로틴 및  $\alpha$ -토코페놀이 혈액 내 농도가 높을수록 백내장의 위험도는 유의적으로 감소한다고 보고하였다. Delcourt 등 (2006)은 혈장의 제아잔틴 농도가 높을수록 백내장의 위험이 유의적으로 감소됨을 관찰하였고 국내 대학병원에서 수행된 연구에서는 정상인의 혈장 제아잔틴 농도는 남자는  $13.7 \pm 1.41 \mu\text{g/dL}$  여자는  $18.4 \pm 1.51 \mu\text{g/dL}$ 로 보고된 바 있다(Ko 등 2002). 본 연구는 혈청 내 카로티노이드의 함량을 분석하지는 못했지만 루테인과 제아잔틴의 경우 안구 내에 존재하는 카로티노이드(Bone 등 1988)이고 인체 내에서 합성이 되지 않기 때문에 섭취량에 전적으로 의존함으로(Mares-Perlman 등 2002) 혈청에서의 루테인과 제아잔틴의 농도는 루테인과 제아잔틴의 섭취량과 연관성이 있을 것으로 사료된다.

영양소의 양적섭취량뿐만 아니라 질적섭취량을 비교해 보고자 비타민과 무기질 그리고 카로티노이드와 폴리페놀의 섭취량을 혼탁수치 세 군에 따른 영양소 밀도로 비교해보았다. 모든 항목에서 유의적이지 않았지만 대부분의 영양소들이 혼탁수치가 25이상인 군에서 영양소 밀도가 다소 낮은 경향을 보였다. 이는 본 연구의 대상자들이 혼탁수치가 높은 군에 속할수록 에너지가 높은 식사를 하지만 기능성 성분 영양소 밀도가 낮았음을 알 수 있다. 자료 수 부족으로 본 연구에서 자료를 제시하지는 않았지만 혼탁수치에 따라 나눈 세 군에서 가운데 군( $16 \leq \text{혼탁수치} < 25$ ,  $n = 64$ )을 제외한 혼탁수치 16미만인 군과 25이상인 두 군의 영양소 밀도를 비교해보았다. 항산화 영양소 중 루테인( $p < 0.001$ )과 루테인

+ 제아잔틴( $p < 0.001$ ) 및  $\beta$ -크립토헨틴( $p < 0.05$ )의 영양소 밀도가 혼탁수치 16미만이 군에서 유의적으로 더 높게 나타났다. 최근 국내의 연구에서도 백내장 환자군이 대조군에 비해서 모든 영양소의 적정 섭취비(NAR)가 낮았고, 식품군 점수와 식품군 섭취 패턴에 있어서도 유의적으로 낮았다고 보고되었고 백내장 환자군에서 영양소의 섭취량도 유의적으로 낮았다고 설명한 바 있다(Lee 2009).

본 연구는 횡단연구로써 인과 관계를 밝히기 어렵다는 한계가 있고, 모집단의 크기가 작고 대상자 선정이 특정 병원으로 한정되어 있어 본 연구 결과를 일반화하기 어렵다는 제한점을 가지고 있다. 본 연구 영양소 비교 결과가 대부분 유의하지 않은 이유 중 하나는 혼탁수치가 최소 1 최대 100 사이에서 측정되는 것에 반해 본 연구대상자의 혼탁수치의 범위(7.7~48.3)가 제한적이기 때문으로 사료된다. 혼탁수치에 의해 3군으로 나뉘었을 때 군간 대상자 수가 고루 분포되어 있지 못했는데 수술을 권장하는 기준으로 삼았던 혼탁수치 25 이상이 7명 이었고 주로 16이상 25미만인 군에 속하였기 때문에 대부분의 분석결과가 혼탁수치 수준에 따른 차이를 검정하기 위한 통계적 검정력이 부족하였다고 할 수 있다. 또한 본 연구에서는 안과의 백내장 클리닉을 내원한 사람들 중에서 연구 대상자를 선정하였기 때문에 눈이 불편하다는 점을 알고 의식적으로 식생활 및 생활습관을 개선해 온 대상자들이 많았을 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서 항산화 영양소 섭취량과 혼탁수치 간의 연관성이 보이지 않은 결과에 근거하여 백내장이 항산화 영양섭취와 무관하다고 결론 내릴 수는 없다. 차후 연구에서는 이러한 한계점을 보완한 대규모 코호트 연구가 필요하다고 생각한다.

## 요약 및 결론

본 연구는 백내장 클리닉을 내원한 40대 이상 성인 102명을 혼탁수치에 따라 세 군으로 나눈 후 건강관련 행동과식이섭취를 비교하였다.

1) 흡연과 알코올은 혼탁수치가 25이상인 군에서 담배를 전혀 피지 않거나, 음주를 전혀 하지 않는 비율이 높았고, 운동에서는 혼탁수치가 16미만인 군에서 일주일에 3회 이상 규칙적인 운동을 한다는 비율이 다소 높았으나 모두 유의한 차이는 없었다.

2) 영양소 섭취는 혼탁수치가 높을수록 에너지 섭취가 다소 높았고, 지방질, 단백질, 당질 및 섬유소도 혼탁수치가 25 이상인 군이 가장 많이 섭취하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 비타민 A와  $\beta$ -카로틴은 혼탁수치가 가장 낮은 16미만인 군에서 섭취량이 다소 높은 경향을 보였으나 유



의하지는 않았다.

3) 10종의 항산화 기능성 성분의 섭취량은 루테인, 제아잔틴, 라이코펜,  $\beta$ -크립토잔틴 및 총 크립토잔틴이 혼탁수치가 가장 높은 25이상인 군에서 섭취량이 혼탁수치가 25 미만인 두 군에 비해 낮았으나 유의적인 차이는 없었다.

4) 혼탁수치가 25이상인 가장 높은 군에서 당질과 칼슘을 제외한 비타민 A, 레티놀 및  $\beta$ -카로틴 등 대부분의 영양소에서 영양소 밀도가 낮았으나 유의성에 미치지 못하였다. 항산화 기능성 성분의 영양소 밀도는 루테인, 제아잔틴 및 라이코펜 등 10종 모두 혼탁수치가 가장 높은 군에서 다른 두 군에 비해 낮았지만 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

이상의 결과로 혼탁수치가 가장 높은 25이상인 군의 백내장 환자에서 에너지가 높은 식사를 하지만 항산화 기능성 성분의 영양소 밀도가 낮았음을 볼 수 있다. 본 연구의 제한점으로 인해 혼탁수치 그룹 간 연구결과의 유의적인 차이는 없었지만 여러 선행 연구들과 본 연구에서 루테인과 제아잔틴 등의 생리활성물질들이 백내장의 정도에 따라 섭취량이 감소하는 것으로 미루어 보아 백내장의 위험과 항산화 기능을 가지는 영양소들의 섭취상태가 무관하다고 결론내릴 수는 없다. 향후 백내장과 항산화 영양상태와의 관계를 밝혀내는 연구가 전향적이고, 대상자의 혼탁수치 범위가 넓으며 대규모의 대상으로 진행된다면 백내장과 항산화 영양상태와의 연관성을 확인할 가능성이 있다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Ahn YJ, Lee JE, Cho NH, Shin C, Park C, Oh BS, Kim KC (2004): Validation and calibration of semi-quantitative food frequency questionnaire-with participants of the Korean health and genome study-. *Korean J Community Nutr* 9(2): 173-182
- Bone RA, Landrum JT, Fernandez L, Tarsis SL (1988): Analysis of the macular pigment by HPLC : retinal distribution and age study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 29(6): 843-849
- Brown L, Rimm EB, Seddon JM, Giovannucci EL, Chasan-Taber L, Spiegelman D, Willett WC, Hankinson SE (1999): A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. *Am J Clin Nutr* 70(4): 517-524
- Christen WG Jr (1994): Antioxidants and eye disease. *Am J Med* 97(3S): 14S-17S
- Christen WG, Glynn RJ, Hennekens CH (1996): Antioxidants and age-related eye disease; current and future perspectives. *Ann Epidemiol* 6: 60-66
- Christen WG, Liu S, Glynn RJ, Gaziano JM, Buring JE (2008): Dietary carotenoids, vitamins and E, and risk of cataract in women: a prospective study. *Arch Ophthalmol* 126(1): 102-109
- Christen WG, Liu S, Schaumberg DA, Buring JE (2005): Fruit and vegetable intake and the risk of cataract in women. *Am J Clin Nutr* 81(6): 1417-1422
- Chung HW, Shyn KH (1995): An epidemiological study for relationship between risk factors and types of cataract. *J Korean Ophthalmol Soc* 36(2): 227-233
- Delcourt C, Carriere I, Delage M, Barberger-Gateau P, Schalch W, POLA Study Group (2006): Plasma lutein and zeaxanthin and other carotenoids as modifiable risk factors for age-related maculopathy and cataract : the POLA Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 47(6): 2379-2335
- Dherani M, Murthy GV, Gupta Sk, Young IS, Maraini G, Camparini M, Price GM, John N, Chakravarthy U, Fletcher AE (2008): Blood levels of vitamin C, carotenoids and retinol are inversely associated with cataract in a North Indian Population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 49(8): 3328-3335
- Fernandez MM, Afshari NA (2008): Nutrition and the prevention of cataracts. *Curr Opin Ophthalmol* 19(1): 66-70
- Gritz DC, Srinivasan M, Smith SD, Kim U, Lietman TM, Wilkins JH, Priyadharshini B, John RK, Aravind S, Prajna NV, Duraisami Thulasiraj R, Whitcher JP (2006): The Antioxidants in prevention of cataract study : effects of antioxidant supplements on cataract progression in South India. *Br J Ophthalmol* 90(7): 847-851
- Hong SJ, Park WC, Rho SH (1998): Epidemiology of risk factors for cataract at Chang-Nyung district, Kyung-Nam province. *J Korean Ophthalmol* 39(1): 80-91
- Kanthan GL, Mitchell P, Burlutsky G, Wang JJ (2010): Alcohol consumption and the long-term incidence of cataract and cataract surgery : the blue mountains eye study. *Am J Ophthalmol* 150(3): 434-440
- Kim JH (2002): Cataract. Ilchokak, Seoul, pp. 18-20
- Kim BG, Yoo YS, Kim HK (2002): The role of nitric oxide in the cataract development : a possible mechanism of lens opacity. *J Korean Ophthalmol Soc* 43(4): 757-763
- Kim YO, Choi HJ, Lee SY (2000): The relationship between ophthalmic refractive errors and factors of nutrition and health. *Korean J Community Nutr* 5(4): 608-614
- Ko YS, Hong YJ, Chung HY, Kim SY, Lee YC (2002): A study on antioxidant system in cataract patients. *Korean J Nutr* 35(2): 229-236
- Ko YS, Park JW, Lee SH, Lee YC, Hong YJ (2003): Serum concentration of antioxidant minerals in cataract patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 44(10): 2358-2363
- Koo JY, Kim WK, Seo JS, Son SM, Lee YS (2007): Diet therapy principle & practice. Kyomunsa, Paju, p. 305
- Korea Centers for Disease Control and Prevention (2009): The third Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES VI-3). Korea Centers for Disease Control and Prevention, Seoul
- Krishnaiah S, Vilas K, Shamanna BR, Rao GN, Thomas R, Balasubramanian D (2005): Smoking and its association with cataract : results of the Andhra Pradesh eye disease study from India. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 46(1): 58-65
- Lee JS (2009): Risk factors of dietary intake affecting cataract. MS thesis, Ewha Woman University, pp. 1-3, 51-53
- Ma L, Lin XM (2010): Effects of lutein and zeaxanthin on aspects of eye health. *J Sci Food Agric* 90(1): 2-12
- Mares-Perlman JA, Millen AE, Ficek TL, Hankinson SE (2002): The

- body of evidence to support a protective role for lutein and zeaxanthin in delaying chronic disease. Overview. *J Nutr* 32(3): 518-524
- Ministry of Health & Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention (2008): 2008 National health statistics - The 4th Korea national health and nutrition examination survey, the second year (2008). Korea Centers for Disease Control and Prevention, Korea
- National Academy of Agricultural Science (2009): Tables of food functional composition first edition, National academy of agricultural science. Munyoungdang, Suwon, pp. 1-349
- National Health Insurance Corporation (2002): Annual statistics. Available from <http://www.nhic.or.kr> [ cited 2003 October 18 ]
- Olmedilla B, Granado F, Blanco I, Vaquero M (2003): Lutein, but Not  $\alpha$ -tocopherol, supplementation improves visual function in patients with age-related cataracts : a 2-y double-blind, placebo-controlled Pilot Study. *Nutr* 19(1): 21-24
- Park SS, Lee EH (2009): Relations of cataract to metabolic syndrome and its components-based on the KNHANES 2005, 2007. *J Korean Oph Opt Soc* 14(3): 103-108
- Prevent Blindness America (2008): Vision problems in the U.S. fourth edition. Available from <http://www.preventblindness.org> [cited 2011 June 28 ]
- Rautiainen S, Lindblad BE, Morgenstern R, Wolk A (2010): Vitamin C supplements and the risk of age-related cataract : a population-based prospective cohort study in women. *Am J Clin Nutr* 91(2): 487-493
- Rosales P, Marcos S (2009): Pentacam scheimpflug quantitative imaging of the crystalline lens and intraocular lens. *J Refract Surg* 25(5): 421-428
- Selvi R, Angayarkanni N, Biswas J, Ramakrishnan S (2011): Total antioxidant capacity in Eales' disease, uveitis & cataract. *J Med Res* 134(1): 83-90
- Shyn KH, Kim JC, Kim WS, Ahn BH, Lee JH, Ro SH, Song JK, Lee YH (1992): An epidemiological study of the risk factors contributing to the senile cataractogenesis by the Korea Cooperative Cataract Epidemiology Study Group(KCCESG). *J Korean Ophthalmol Soc* 33(2): 127-134
- Tan AG, Mitchell P, Flood VM, Burlutsky G, Rochtchina E, Cumming RG, Wang JJ (2008): Antioxidant nutrient intake and the long-term incidence of age-related cataract : the Blue Mountains Eye Study. *Am J Clin Nutr* 87(6): 1899-1905
- The Korean Nutrition Society (2005): Dietary reference intakes for Koreans. Korean Nutrition Society, Seoul
- Thylefors B, Negrel AD, Pararajasegaram R, Dadzie KY (1995): Global data on blindness. *Bull WHO* 73: 115-21
- Valero MP, Fletcher AE, De Stavola BL, Vioque J, Alepuz VC (2002): Vitamin C is associated with reduced risk of cataract in a mediterranean population. *J Nutr* 132(6): 1299-1306
- Vu HT, Robman L, Hodge A, Mccarty CA, Taylor HR (2006): Lutein and zeaxanthin and the risk of cataract : the Melbourne Visual Impairment Project. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 47(9): 3783-3786
- West S, Munoz B, Schein OD, Vitale S, Maquire M, Taylor HR, Bressler NM (1995): Cigarette smoking and risk for progression of nuclear opacities. *Arch Ophthalmol* 113(11): 1377-1380
- West SK, Valmadrid DT (1995): Epidemiology of risk factors for age related cataract. *Surv Ophthalmol* 39(4): 323-334
- Williams PT (2009): Prospective epidemiological cohort study of reduced risk for incident cataract with vigorous physical activity and cardiorespiratory fitness during a 7-year follow-up. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 50(1): 95-100
- Zigler JS Jr, Jernigan HM Jr, Garland D, Reddy VN (1985): The effects of "oxygen radicals" generated in the medium in lenses in organ culture; inhibition of damage by chelated iron. *Arch Biochem Biophys* 241(1): 163-172