

한국인에서 7년간의 안압 변화와 전신인자 변화의 연관성: 종단적 연구

Association between 7-year Changes in Intraocular Pressure and Systemic Factors in Koreans: A Longitudinal Study

조윤희 · 지복준 · 조병주

Youn hye Jo, MD, Bokjun Ji, MD, Byung Joo Cho, MD, PhD

건국대학교 의학전문대학원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Konkuk University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the changes in intraocular pressure (IOP) and associated systemic factors over 7 years in a healthy Korean population.

Methods: This longitudinal study included healthy subjects with no history of ocular disease and who had been receiving health examinations seven years apart at the Konkuk University Medical Center, Healthcare Center. The participants completed life-style questionnaires and underwent general health examinations (blood pressure, height and weight, and blood biochemical tests) and ocular examinations including noncontact tonometry and fundus photography. Subjects with abnormal fundus photography findings and ocular hypertension were excluded. Changes in IOP and systemic factors over 7 years were analyzed.

Results: Of 524 possible subjects, 469 were enrolled (55 subjects were excluded: 50 due to abnormal fundus photography and 5 for missing data). The left eye was analyzed in all patients. In all subjects, initial IOP (mean 14.50 ± 3.14 mmHg) was not significantly different from final IOP (14.72 ± 3.38 mmHg) (paired *t*-test, $p = 0.074$). In male patients, the final IOP was significantly higher than the initial IOP (paired *t*-test, $p = 0.035$). Lifestyle questionnaire variables were associated with a final IOP that was significantly higher than the initial IOP (smokers, alcohol drinkers and less exercisers, paired *t*-test; $p = 0.014$, 0.010 and 0.024 , respectively). A linear mixed-effects model analysis showed that the change in IOP was negatively associated with age, but this was not statistically significant. Changes in systolic blood pressure (SBP), body mass index (BMI), total cholesterol (T.Chol) and low density lipoprotein (LDL) were positively correlated with change in IOP.

Conclusions: A linear mixed-model analysis showed IOP decreased with age but this was not statistically significant. Changes in SBP, BMI, T.Chol and LDL were significantly positively correlated with change in IOP.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(9):1074-1079

Keywords: Intraocular pressure, Linear mixed model, Longitudinal study, Mixed-effects model, Systemic factors

- Received: 2017. 6. 1. ■ Revised: 2017. 8. 22.
- Accepted: 2017. 9. 4.
- Address reprint requests to **Byung Joo Cho, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Konkuk University Medical
Center, #120-1 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05030, Korea
Tel: 82-2-2030-7651, Fax: 82-2-2030-5273
E-mail: bjcho@kuh.ac.kr

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

녹내장은 시신경위축과 이에 따른 시야결손을 특징으로 하는 진행성 시신경병증으로 급성폐쇄각녹내장을 제외하고 대부분 자각증상이 없고 진행된 후에야 진단되는 경우가 많아 실명의 주요 원인질환이다. 녹내장의 발병원인을 밝히기 위한 여러 연구가 시행되었고, 안압 상승이 녹내장의 발병과 진행에 있어서 중요한 위험인자임이 1835년 Mackenzie¹에 의해 밝혀지면서 녹내장 조기발견을 위해 안

압 상승에 관한 많은 연구가 진행되었다. 또한 나이가 증가함에 따라 원발 개방각 녹내장의 유병률이 높아진다는 사실이 밝혀지면서 연령의 증가와 안압 사이의 연관성에 관한 관심이 높아지게 되었다.²

세계 각국에서 안압의 변화와 나이, 성별, 비만도 그리고 그 외 여러 전신인자 사이의 연관성에 관한 많은 연구가 발표되었다. 하지만 인종과 연구 구조, 분석 방법 등에 따라 상이한 결과를 보였고, 같은 인종에서도 보고자 간 다른 결과를 보여 많은 연구에도 불구하고 아직까지 안압 변화에 영향을 미치는 요인들에 대해서 명확히 밝히지 못하고 있다.³⁻¹⁸ 특히 서양인에 비해 동양인, 그중에서도 한국인을 대상으로 한 연구는 부족한 실정이며, 대부분이 한 시점에서 연령별 안압 분포를 통해 안압의 추이를 추정하는 단면적 연구(cross-sectional study)로, 시간의 흐름에 따라 안압의 추이를 평가하기에 좀 더 적합한 종단적 연구(longitudinal study)는 더욱 부족하다.

또한 나이가 증가함에 따른 안압의 변화와 비만도 및 전신인자 사이의 연관성에 관한 많은 연구가 있었고, 안압과 수축기혈압 및 비만도 사이에는 양의 상관관계가 있음이 밝혀졌다.¹⁸⁻²¹ 하지만 이들도 대부분이 단면적 연구이거나 전신인자 초기값만을 분석에 이용한 종단적 연구로, 안압의 변화에 영향을 미치는 전신인자의 변화를 종단적으로 분석한 연구는 전무하다. 연령이 증가함에 따라 안압의 변화에 영향을 미치는 전신인자도 불변량이 아니기 때문에 그 변화값을 분석에 이용하는 것이 좀 더 적절한 방법이라고 생각하였다. 이에 건강한 한국인 성인 남녀를 대상으로, linear mixed model을 이용한 종단적 분석을 통해 나이에 따른 안압의 변화를 알아보고, 7년간의 전신인자의 변화가 안압에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보았다.

대상과 방법

2005년부터 2014년 사이 7년 간격으로 본원에서 건강검진을 받은 20-75세의 한국인 성인 남녀 524명을 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 모든 피험자들을 대상으로 Snellen-chart를 이용한 나안시력 및 안압, 안저사진 촬영을 통한 안저검사 등의 안과적 검사를 시행하였고, 체중, 신장, 수축기 및 이완기 혈압, 생화학 혈액검사, 운동과 흡연습관을 포함한 설문 및 병력청취를 실시하였다.

안압은 비접촉안압계(CT-80, Topcon, Tokyo, Japan)를 이용하였고 동일한 눈에 3회 측정하여 평균값으로 기록하였다. 검사자 간 및 검사기계 간의 오차를 최소화하기 위해 숙련된 한 명의 기사가 점안마취 없이 측정하였고, 안저카메라(TRC-NW100, Topcon, Tokyo, Japan)를 사용하여 시

신경 및 황반부를 포함한 30° 안저사진촬영 등을 시행하였다. 내과를 포함한 병력을 상세히 문진하여 이전에 녹내장 진단을 받았거나, 안압 및 안저촬영검사에서 녹내장성 시신경변화, 녹내장성 망막신경섬유층의 변화를 보여 녹내장이 의심되어 추가적인 검사나 치료가 요구되는 경우, 매체 혼탁으로 안저확인이 어려운 경우 그리고 망막질환이 의심되는 경우는 제외하였고, 기간 내 검진을 한 번만 시행하거나 기간이 7년이 안 되는 사람들도 제외하였다.

전신인자로는 혈압, 신장, 체중, 체질량지수(body mass index, BMI), 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP), 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP), 혈중 콜레스테롤(total cholesterol, T.Chol), 고밀도 지질 단백질(high density lipoprotein, HDL), 저밀도 지질 단백질(low density lipoprotein, LDL) 농도 등을 각각 동일한 날에 측정하였고, 음주 및 흡연, 운동 여부에 대해서도 설문조사 하였다. 신장, 체중은 신발은 신지 않고 서 있는 자세로 가벼운 차림의 병원가운을 입고 자동 신체 측정기를 통해 측정하였고, 체질량지수(BMI)는 체중/신장² (kg/m²)으로 계산하였다.

정상 안저사진, 정상 안압 범위 및 안과적 질환의 과거력이 없는 한국인을 대상으로 초기 안압과 7년 후 최종 안압의 변화를 종단적으로 분석하였고, 신체계측, 혈액검사 및 설문지를 통해 안압 변화에 영향을 미치는 인자들의 변화를 linear mixed model을 이용하여 분석하였다. 본 연구는 헬싱키 선언을 준수하여 시행되었고, 본 기관의 인증된 연구윤리 심의위원회에서 승인을 면제받았다. 모든 통계적 분석은 좌안 안압을 대상으로 Statistical Analysis System (R version 3.3.3; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 이용하여 분석하였고, p -value<0.05인 경우 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

2005년부터 2014년 사이 7년 간격으로 2회의 건강검진을 시행한 총 524명의 성인 남녀 검진자 중 안압 및 안저검사에서 이상을 보인 50명과 검사결과가 누락된 5명을 제외한 469명을 대상으로 하였고, 그중 남자가 281명(59.9%), 여자가 188명(40.1%)이었다. 평균연령은 41세였으며, 최소 연령은 21세 최고연령은 74세였다. 평균 초기 안압은 14.50 ± 3.14 mmHg였으며, 우안 평균 14.45 ± 3.03 mmHg, 좌안 평균 14.50 ± 3.14 mmHg로 통계적으로 유의한 차이가 없어 이번 연구에서는 좌안 안압을 대상으로 분석하였다 (Student t -test, $p=0.808$). 연구에 포함된 대상자들은 20대 및 30대가 48.83%, 40대 40.51%, 50대 7.04%, 60대 및 70대가 3.62%로 20, 30대 젊은 층의 비율이 많았다.

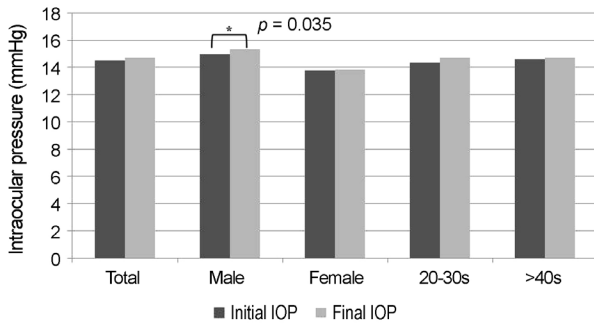


Figure 1. Change in intraocular pressure (IOP) according to sex and age over 7 years. There was a statistically significant IOP increase in males (paired *t*-test, $p=0.035$). *Means statistically significant (p -value ≤ 0.05).

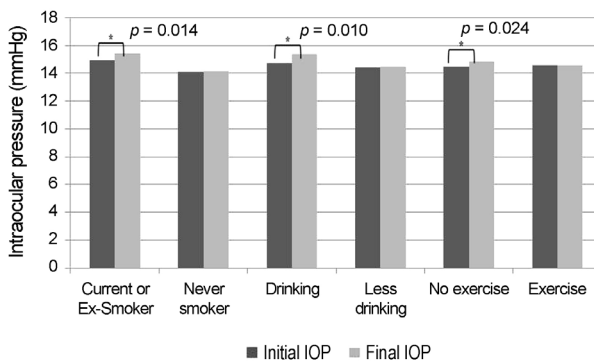


Figure 2. Change in intraocular pressure (IOP) according to lifestyle such as smoking, drinking and exercise. There was a statistically significant IOP increase in smokers, drinkers and those without exercise (paired *t*-test, respectively, $p = 0.014$, 0.010 and 0.024). *Means statistically significant (p -value ≤ 0.05).

초기 평균 안압은 14.50 ± 3.14 mmHg, 7년 뒤 평균 안압은 14.72 ± 3.38 mmHg로 7년간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(paired *t*-test, $p=0.074$). 성별에 따른 안압의 변화를 살펴보았을 때 남성에서는 초기, 최종 평균 안압이 각각 14.96 ± 3.06 mmHg, 15.32 ± 3.32 mmHg로 통계적으로 유의하게 0.36 mmHg 증가한 결과를 보였고(paired *t*-test, $p=0.035$), 여성에서는 초기, 최종 안압이 각각 13.79 ± 3.13 mmHg, 13.83 ± 3.29 mmHg로 0.04 mmHg 증가하는 양상을 보였으나 통계적으로는 유의하지 않았다(paired *t*-test, $p=0.827$) (Fig. 1). 나이에 따른 안압 변화의 차이를 보았을 때도, 20-30대의 경우 14.37 ± 3.34 mmHg에서 14.72 ± 3.43 mmHg로, 40대 이상에서는 14.63 ± 2.93 mmHg에서 14.73 ± 3.34 mmHg로 증가하는 양상을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않은 결과였다(paired *t*-test, respectively, $p=0.057$, $p=0.543$) (Fig. 1). 반면 생활습관에 따른 분석에서는 흡연자, 음주자 및 운동부족 군에서 안압이

Table 1. Longitudinal analysis between change in IOP and initial systemic values over 7 years

Parameters	Estimate	S.E	<i>p</i> -value*
Age	-0.0305	0.0175	0.0821
Time	0.2239	0.1249	0.0731
Sex	0.713	0.3059	0.0198
Initial BMI	0.086	0.0511	0.0924
Initial SBP	0.0247	0.0112	0.0282
Initial T.Chol	0.0176	0.0206	0.3918
Initial TG	-0.0018	0.0028	0.5165
Initial HDL	-0.0392	0.0212	0.0651
Initial LDL	-0.0161	0.0228	0.4795
Intercept	11.0218	1.6949	0

IOP = intraocular pressure; S.E = standard error; BMI = body mass index; SBP = systolic blood pressure; T.Chol = total cholesterol; TG = triglyceride; HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein.

**p*-value relate to linear mixed model, $p < 0.05$.

Table 2. Longitudinal analysis between change in IOP and change in systemic values over 7 years

Parameters	Estimate	S.E	<i>p</i> -value*
Age	-0.029	0.0169	0.0874
time	0.168	0.1297	0.1953
Sex	0.8653	0.2873	0.0026
BMI	0.1464	0.0443	0.001
SBP	0.0168	0.0074	0.0229
T.Chol	0.0262	0.0119	0.0272
TG	0.0031	0.0018	0.0896
HDL	0.0151	0.0139	0.2788
LDL	0.0272	0.0129	0.0342
Intercept	10.3295	1.4411	0

IOP = intraocular pressure; S.E = standard error; BMI = body mass index; SBP = systolic blood pressure; T.Chol = total cholesterol; TG = triglyceride; HDL = high density lipoprotein; LDL = low density lipoprotein.

**p*-value relate to linear mixed model, $p < 0.05$.

각각 0.44 ± 0.15 , 0.62 ± 0.24 및 0.36 ± 0.36 mmHg 상승한 결과를 보였고(paired *T*-test, respectively, $p=0.014$, 0.010 and 0.024) (Fig. 2), 흡연군의 96%, 음주군의 92%가 남성인 특징을 보였다.

여러 전신인자들의 변화가 안압의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 서로의 영향을 보정한 선형 혼합 모형(linear mixed model)을 이용하여 종단적 분석을 하였고, 안압은 나이와 음의 연관성을 보였으나 통계적으로 유의한 결과는 아니었다(estimate -0.03, $p=0.082$). 초기 전신인자와 7년간 안압의 변화 사이의 연관성을 분석하였을 때는, 남성이 여성에 비해 더 안압이 상승하였고(estimate 0.713, $p=0.019$), 초기 수축기 혈압도 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다(estimate 0.025, $p=0.028$) (Table 1). 하지만 7년간 전신인자의 변화와 안압 사이의 연관성을 보았을 때, 성별

과 체질량지수, 수축기혈압, 혈중 콜레스테롤, 저밀도 지질 단백질의 변화가 7년간의 안압의 변화에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것을 확인하였다(Table 2). 이때에도 연령이 증가함에 따라 남성이 여성에 비해 안압이 더 상승하였고, 체질량지수와 수축기혈압, 혈중 콜레스테롤, 저밀도 지질 단백질이 증가할수록 안압이 상승하였다(Table 2).

고 찰

본 연구는 20대에서 70대까지 다양한 연령층을 포함한 종단적 연구로서, 7년간 안압의 변화에 영향을 미치는 여러 전신인자의 변화를 mixed effected model을 이용하여 분석하였다는 데 큰 의의가 있다. 비록 그동안 안압과 연관된 전신인자에 관한 많은 논문이 발표되었지만 대부분이 단면적 연구이며 안압에 영향을 미치는 요소로 전신인자의 초기값만을 분석에 이용하였다.^{11,20,22} 한 시점에서 연령별 안압 분포를 통해 안압의 추이를 추정하는 단면적 연구보다는 종단적 연구가 시간의 흐름에 따른 안압의 변화를 실제로 측정하기 때문에 연령에 따른 안압의 추이를 평가하기에 더 적절하지만 단면적 연구에 비해 부족한 실정이다. 또한 나이에 따른 안압의 변화에 영향을 미치는 전신 요소가 불변량이 아니기 때문에 그 변화값을 분석에 이용하는 것이 좀 더 정확한 분석이라고 볼 수 있는데, 이 연구는 안압의 변화와 전신인자의 변화량의 연관성을 분석했다는 점에서 중요하다고 볼 수 있겠다.

그동안 나이에 따른 안압의 변화를 밝히기 위한 수많은 연구가 발표되었지만, 인종에 따라 그리고 연구 방법에 따라 그 결과가 매우 상이하였다. 서양인을 대상으로 시행된 단면적 연구에서는 일정한 증감 경향이 나타나지 않았고,^{3,10,23,24} 종단적 연구에서는 나이가 증가할수록 안압이 상승하는 결과를 보였다.^{6,7,21,25-28} 일본에서 시행된 연구에서는 Nomura et al²⁹ 등의 연구를 제외하고는 단면적, 종단적 연구에서 모두 나이에 따라 안압이 감소하는 결과를 보였다.^{11,13,19,30} 한국인을 대상으로 한 단면적 연구에서, Lee et al¹⁷은 연령이 증가함에 따라 안압이 감소한다고 보고하였으나 102,218명을 대상으로 시행한 대규모 단면적 연구에서는 서양인들에서의 단면적 연구와 비슷하게 연령에 따른 일관적인 안압 증가 또는 감소 경향이 보이지 않았다.¹⁵ 하지만 최근 발표된 종단적 연구결과는 비록 매우 작은 정도 이긴 하지만(estimate -0.085, $p<0.0001$) 나이가 증가함에 따라 안압이 감소하는 결과를 보였다.^{14,31} linear mixed model을 이용한 이번 연구에서도 통계적으로 유의하지는 않으나 나이가 증가함에 따라 안압이 감소하는 경향을 보

여 이전 연구들과 비슷한 결과를 보였다.

연령에 따른 안압의 변화의 정확한 기전은 아직 명확히 밝혀지지는 않았으나, 연령이 증가할수록 섬유유에 세포외 물질이 축적되면서 방수 유출의 저항이 증가하고, 방수 생성이 적어진다는 보고가 있어 이들 작용의 균형에 따라 안압의 변화 양상이 결정될 것이라 유추할 수 있다. 인종 간의 안압 변화 차이에 대한 원인은 아직 알려지지 않았는데, 일본인에서 연령이 증가함에 따라 안압이 감소하는 결과를 보인 것은 서양인에 비해 비만 및 고혈압의 유병률이 낮다는 사실과 관계가 있을 것이라 추정하고 있으나 명쾌한 해설을 제시하지는 못하였고,¹¹ 종단적 연구들 사이에서도 서로 상이한 결과를 보이고 있다.^{13,29,30}

또한 이전의 여러 연구에 따르면 안압은 혈압 및 여러 전신인자, 비만 정도와 직접적으로 연관되어 있다.^{3,4,11} 한국인을 대상으로 한 단면적 연구에서도 비만지수 및 평균혈압이 증가할수록 안압이 유의하게 증가한다고 보고한 바 있고,¹⁷ 다른 연구에서는 혈중 콜레스테롤과 중성지방, 포도당 수치는 안압과 유의한 연관성을 보인 반면 고밀도 지방단백질(HDL)은 안압과 유의한 연관성이 없었다.¹⁶ 하지만 그동안의 연구들은 단면적 연구라는 점에서 안압의 변화와의 연관성을 설명하기에 부족함이 있어 이번 연구에서는 7년간 안압이 변화와 함께 전신인자의 변화를 측정하였고, 그 연관성을 살펴보았다. 그 결과 전신인자 초기값과 안압의 변화 사이의 연관성을 분석했을 때는 수축기 혈압(estimate 0.713, $p=0.0198$)과 성별(estimate 0.0247, $p=0.0282$)만이 7년간 안압의 변화에 유의하게 영향을 미쳤으나, 전신인자의 변화값으로 분석하였을 때 성별(estimate 0.865, $p=0.003$)과 체질량지수(estimate 0.146, $p=0.001$), 수축기혈압(estimate 0.017, $p=0.023$), 혈중 콜레스테롤(estimate 0.026, $p=0.027$), 저밀도 지질단백질(estimate 0.0272, $p=0.034$)의 변화가 안압의 변화에 통계적으로 유의하게 영향을 미쳤다. 즉, 여성보다 남성이, 체질량지수와 수축기혈압이 높아질수록, 혈중 콜레스테롤 및 저밀도 지질단백질이 높아질수록 안압이 높아짐을 알 수 있다. 수축기 혈압의 상승은 방수의 여과계수를 높여 안압 상승을 초래하기 때문으로 설명되고,³² 체질량지수, 혈중 콜레스테롤 및 저밀도 지질단백질의 상승은 혈액점도 증가, 안와 내 지방조직, 상공막 정맥압 상승으로 인한 방수의 유출을 저하시켜 안압 상승에 기여한다고 설명할 수 있다.^{32,33} 또한 여성에 비해 남성의 안압이 더 상승한다는 것은 이전의 한국인에 대한 보고와 동일한 결과로,¹⁷ 성별에 따른 이러한 차이는 호르몬과 흡연, 음주 등의 생활습관과 연관이 있을 것으로 생각되며 이번 연구에서도 음주, 흡연 및 운동 부족군에서 유의하게 안압이 높아진 것을 확인하였고, 음주 및 흡연군에서 압도적으로 남성의 비

율이 높은 점에 미루어 보았을 때 이러한 생활 습관이 안압의 변화에 밀접하게 연관이 있을 것이라 유추할 수 있다.

이번 연구에서 안압을 측정하기 위해 비접촉 안압계를 사용하였지만 정상안압 범위 내에서는 재현성이 높다.^{34,35} 이번 연구에서는 정상 범위 내의 안압을 보인 환자들을 대상으로 하였고, 안압 수치 자체보다는 그 변화에 초점을 맞춘 연구로, 비접촉 안압계 사용이 연구의 신뢰도에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 생각한다. 또한 시야검사와 시신경두께검사, 각막두께검사를 모든 환자에서 시행할 수 없어 안저촬영 결과에 더하여 안압이 높은 사람을 연구에서 제외하였기 때문에 정상인 중에 안압이 높은 사람은 일부 제외되었을 수 있는 selection bias가 있을 수 있으나 그 수가 매우 작아 그 영향은 극히 미미할 것이다.

이상 연구결과를 요약하면 7년간 안압의 변화는 여성보다 남성에서 더 증가하는 결과를 보였으며, 수축기 혈압, 체질량지수, 혈중 콜레스테롤 그리고 저밀도 지질단백질이 높아질수록 안압이 높아지는 양의 상관관계를 보였다. 또한 통계적으로 유의하지는 않으나 나이가 증가함에 따라 안압이 감소하는 경향을 보였다. 흡연과 음주, 운동 저하군에서 유의한 안압 상승 결과를 보였으며 흡연과 음주군의 90% 이상이 남성인 특징을 보였다. 따라서 안압을 낮추기 위해 체중조절 및 혈압조절, 금주, 금연 등 생활습관의 개선이 도움이 될 것이며, 여러 연구들 사이에서 상이한 결과를 보이는 원인이 되는 인종, 성별, 환경, 생활습관의 차이에 대해 앞으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Mackenzie W. Practical treatise on the diseases of the eye, 2nd ed. London: Longman, 1835;822.
- Dielemans I, Vingerling JR, Wolfs RC, et al. The prevalence of primary open-angle glaucoma in a population-based study in the Netherlands: the Rotterdam Study. *Ophthalmology* 1994;101:1851-5.
- Carel RS, Korczyn AD, Rock M, Goya I. Association between ocular pressure and certain health parameters. *Ophthalmology* 1984; 91:311-4.
- Schulzer M, Drance SM. Intraocular pressure, systemic blood pressure, and age: a correlational study. *Br J Ophthalmol* 1987;71:245-9.
- Kahn HA, Leibowitz HM, Ganley JP, et al. The Framingham Eye Study II. Association of ophthalmic pathology with single variables previously measured in the Framingham Heart Study. *Am J Epidemiol* 1977;106:33-41.
- Hollows F, Graham P. Intra-ocular pressure, glaucoma, and glaucoma suspects in a defined population. *Br J Ophthalmol* 1966;50: 570-86.
- Klein BE, Klein R. Intraocular pressure and cardiovascular risk variables. *Arch Ophthalmol* 1981;99:837-9.
- Dielemans I, de Jong PT, Stolk R et al. Primary open-angle glaucoma, intraocular pressure, and diabetes mellitus in the general elderly population: the Rotterdam Study. *Ophthalmology* 1996;103: 1271-5.
- Dielemans I, Vingerling JR, Algra D et al. Primary open-angle glaucoma, intraocular pressure, and systemic blood pressure in the general elderly population: the Rotterdam Study. *Ophthalmology* 1995;102:54-60.
- Klein B, Klein R, Linton K. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2224-8.
- Shiose Y. The aging effect on intraocular pressure in an apparently normal population. *Arch Ophthalmol* 1984;102:883-7.
- Kurokawa M. Studies on the normal intraocular pressure. I. The average distribution and difference of both sexes and the aging of the normal intraocular pressure. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 1969;73:112-22.
- Kashiwagi K, Shibuya T, Tsukahara S. De novo age-related retinal disease and intraocular-pressure changes during a 10-year period in a Japanese adult population. *Jpn J Ophthalmol* 2005;49:36-40.
- Back S, Kee C, Suh W. Longitudinal analysis of age-related changes in intraocular pressure in South Korea. *Eye (Lond)* 2015;29:625-9.
- Park SC, Kee C. The effect of age and gender on the intraocular pressure in Koreans: a cross-sectional study. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:135-42.
- Jung SC, Choi YR, Lee JS. The relationship between intraocular pressure and cardiovascular risk factors. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005 46:1518-25.
- Lee JS, Kim CM, Choi HY, Oum BS. A relationship between intraocular pressure and age and body mass index in a Korean population. *J Korean Ophthalmol Soc*;44:1559-66.
- McLeod S, West SK, Quigley HA, Fozard J. A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressures. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:2361-6.
- Mori K, Ando F, Nomura H, et al. Relationship between intraocular pressure and obesity in Japan. *Int J Epidemiol* 2000;29:661-6.
- Lee JS, Lee SH, Oum BS, et al. Relationship between intraocular pressure and systemic health parameters in a Korean population. *Clin Exp Ophthalmol* 2002;30:237-41.
- Armaly MF. Age and sex correction of applanation pressure. *Arch of Ophthalmol* 1967;78:480-4.
- Xu L, Li J, Zheng Y, et al. Intraocular pressure in Northern China in an urban and rural population: the Beijing eye study. *Am J Ophthalmol* 2005;140:913-5.
- Rochtchina E, Mitchell P, Wang JJ. Relationship between age and intraocular pressure: the Blue Mountains Eye Study. *Clin Exp Ophthalmol* 2002;30:173-5.
- Weih LM, Mukesh BN, McCarty CA, Taylor HR. Association of demographic, familial, medical, and ocular factors with intraocular pressure. *Arch of Ophthalmol* 2001;119:875-80.
- Bengtsson B. Some factors affecting the distribution of intraocular pressures in a population. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1972;50: 33-46.
- Graham PA. Epidemiology of simple glaucoma and ocular hypertension. *Br J Ophthalmol* 1972;56:223-9.
- Armaly MF. On the distribution of applanation pressure: I. Statistical features and the effect of age, sex, and family history of glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1965;73:11-8.
- Klein BE, Klein R, Moss SE. Intraocular pressure in diabetic

- persons. Ophthalmology 1984;91:1356-60.
- 29) Nomura H, Shimokata H, Ando F, et al. Age-related changes in intraocular pressure in a large Japanese population: A cross-sectional and longitudinal study. The authors have no financial interests related to the article. Ophthalmology 1999;106:2016-22.
- 30) Nakano T, Tatemichi M, Miura Y, et al. Long-term physiologic changes of intraocular pressure: a 10-year longitudinal analysis in young and middle-aged Japanese men. Ophthalmology 2005;112: 609-16.
- 31) Zhao D, Kim MH, Pastor-Barriuso R, et al. A longitudinal study of age-related changes in intraocular pressure: the Kangbuk Samsung Health Study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2014;55:6244-50.
- 32) Bulpitt C, Hodes C, Everitt M. Intraocular pressure and systemic blood pressure in the elderly. Br J Ophthalmol 1975;59:717-20.
- 33) Shiose Y, Kawase Y. A new approach to stratified normal intraocular pressure in a general population. Am J ophthalmol 1986; 101:714-21.
- 34) Koçak I, Orgül S, Saruhan A, et al. Measurement of intraocular pressure with a modern noncontact tonometer. Ophthalmologica 1998;212:81-7.
- 35) Lam AK, Chan R, Lam CH. The validity of a new noncontact tonometer and its comparison with the Goldmann tonometer. Optom Vis Sci 2004;81:601-5.

= 국문초록 =

한국인에서 7년간의 안압 변화와 전신인자 변화의 연관성: 종단적 연구

목적: 한국인의 7년간의 안압 변화와 전신인자 변화와의 연관성을 종단적 연구를 통해 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 2005년부터 2014년까지 건국대학교병원에서 7년의 간격으로 2회 건강검진을 받은 사람들 중에서, 정상 안저사진, 정상 안압 범위 및 안과적 질환의 과거력이 없는 한국인을 대상으로 초기 안압과 7년 후 최종 안압의 변화를 분석하고 신체계측, 혈액검사 및 설문지를 통해 안압 변화에 영향을 미치는 전신인자의 변화를 선형 혼합 모형(linear mixed model)을 이용하여 분석하였다. 안압은 비접촉안압계를 이용해 측정하였고, 모든 피험자의 좌안을 대상으로 분석하였다.

결과: 총 524명의 검사자 중 안저 이상을 보이거나 검사 결과가 누락된 55명을 제외한 469명(평균나이 40.94 ± 7.87세)이 연구에 포함되었다. 그중 여성이 188명(평균나이 41.70 ± 8.24세), 남성이 281명(평균나이 39.90 ± 7.14세)이었다. 초기 안압과 7년 뒤 안압은 각각 평균안압 14.50 ± 3.14, 14.72 ± 3.38 mmHg로 유의한 차이는 확인되지 않았고(paired T test, $p=0.074$), 성별에 따른 분석에서 여성은 유의한 차이가 없었으나 남성은 0.36 ± 0.26 mmHg의 안압 상승이 확인되었다(paired T test, $p=0.035$). 또한 생활습관에 따른 분석에서 흡연자, 음주자 및 운동부족군에서 안압이 각각 0.44 ± 0.15, 0.62 ± 0.24 및 0.36 ± 0.36 mmHg 상승한 결과를 보였다(paired T test, respectively, $p=0.014$, 0.010 and 0.024). 또한 전신인자들의 영향을 서로 보정한 선형 혼합 모형(linear mixed model)을 이용한 종단적 분석 결과, 나이가 증가함에 따라 안압은 감소하는 경향을 보이나 통계적으로 유의하지는 않았고(estimate -0.03, $p=0.082$), 남성이 여성에 비해 안압이 더 상승하였으며, 수축기 혈압, 체질량지수, 혈중 콜레스테롤 및 저밀도 지질단백질의 농도가 증가할수록 안압이 상승하는 결과를 보였다.

결론: 7년간 연령 증가에 따른 한국인의 안압 변화는 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았고, 남성, 수축기혈압, 체질량지수, 혈중 콜레스테롤 및 저밀도지질단백질의 변화와 양의 상관관계를 보였다.

(대한안과학회지 2017;58(9):1074-1079)
