

한국인에서의 연령 및 성별에 따른 안압-단면적 연구

박성철 · 기창원

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 안과학교실

목적 : 한국인에서의 연령 및 성별에 따른 안압을 대규모 단면적 연구를 통해 조사하였다.

대상과 방법 : 1996~2005년 사이에 본원에서 건강검진을 받은 20~79세의 한국인 중 안압에 영향을 미치는 질환을 가진 사람들을 제외한 102,218명을 대상으로 후향적 연구를 실시하였다. 남녀 각각 20~70대로 구분하여 각 연령군 및 전체 대상자에 대하여 평균 안압을 구하였고, 안압에 대한 연령 및 전신적 변수들의 관계를 다중회귀분석을 이용하여 알아보았다.

결과 : 남자에서는 40~60대까지 안압이 감소하는 경향을 보였으며, 여자에서는 50~70대까지 안압이 증가하는 경향을 보였다. 다중회귀분석 결과, 남녀 모두 연령에 따른 일관적인 안압의 증가 또는 감소 추세를 보이지 않았으며, 비만지수, 수축기혈압, 적혈구용적률 및 혈장 콜레스테롤은 대부분의 연령군에서 안압과 양의 상관관계를 가지고 있었다.

결론 : 한국인의 안압은 연령에 따른 일관적인 증가 또는 감소 경향을 보이지 않았으며, 연령에 따른 안압의 증가율이 여자에서 더 높을 것이라고(또는 감소율이 더 낮을 것이라고) 추측할 수 있다. 향후 보다 정확한 성별 및 연령 별 안압 변화에 대한 종단적 연구가 필요하다.

〈한안지 49(1):135-142, 2008〉

안압 상승은 원발개방각녹내장의 발생과 진행에 있어서 가장 중요한 위험인자로 알려져 있으며,^{1,2} 연령이 증가함에 따라 원발개방각녹내장의 유병률이 높아진다고 한다.³⁻⁷ 따라서 연령에 따른 안압 변화가 녹내장 환자를 진료하는데 중요하다고 생각되지만, 아직 한국인에서의 연령과 안압 사이의 연관성을 조사한 논문의 많지 않다.

여러 단면적 연구들에서 백인에서는 연령이 증가할수록 안압이 유의하게 증가한다고 보고하였다.⁸⁻¹⁴ 하지만 다른 전신적 변수들을 고려하여 다중회귀분석을 실시한 단면적 연구들이나,¹⁵⁻¹⁸ 시간이 지남에 따른 각 대상자들의 안압 변화를 살펴본 종단적 연구에서는¹⁹ 연령과 안압 사이에 유의한 관계가 없다고 보고하였다. 또한 흑인에서는 단면적 연구 및 종단적 연구 모두에서

연령이 증가할수록 안압이 유의하게 증가하였으나,²⁰ 일본인에서는 다중회귀분석을 실시한 단면적 연구들²¹⁻²⁴ 및 종단적 연구들에서^{25,26} 거의 대부분 연령이 증가할수록 안압이 감소한다고 하였다. 하지만, Nomura et al이 일본인들을 대상으로 실시한 종단적 연구에서는 연령이 증가함에 따라 안압이 증가한다고 하였다.²³ 건강한 한국인 13,212명을 대상으로 한 단면적 연구에서는 연령이 증가할수록 안압이 감소한다고 하였으며,²⁷ 이와 같은 인종적 차이에 대한 기전은 아직 명확하게 밝혀지지 않았다. 또한 성별에 따른 안압 및 안압 변화의 차이 역시 인종에 따라 연구 결과가 달랐고, 같은 인종에서도 보고자 간에 상이한 결과를 발표하였다.^{9,15,21,23,28,29}

이처럼 연령 및 성별에 따른 안압에 대한 연구가 동양인에서는 대부분 일본인에 대하여 이루어졌으며 한국인에 대한 연구가 부족하여, 저자들은 한국인에서의 연령 및 성별에 따른 안압을 대규모의 단면적 연구를 통해 알아보고 안압에 영향을 미치는 전신적 변수들을 조사하고자 하였다.

대상과 방법

1996년부터 2005년까지 본원에서 건강검진을 받은 20~79세의 사람들 중 안압에 영향을 미칠 수 있는 질

〈접수일 : 2007년 6월 7일, 심사통과일 : 2007년 9월 21일〉

통신저자 : 기 창 원

서울시 강남구 일원동 50

성균관대학교 삼성서울병원 안과

Tel: 02-3410-3564, Fax: 02-3410-0074

E-mail: kimjaehui.kim@samsung.com

* 본 논문의 요지는 2005년 대한안과학회 제94회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

병을 가졌거나 고혈압 및 고지혈증으로 내과적 치료를 받았던 사람들을 제외한 한국인 102,218명을 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 여러 번 검진받은 사람들에서는 첫 검진 자료를 분석에 사용하였다.

모든 대상자들에 대하여 체중, 신장, 수축기 및 이완기 혈압, 전혈구수검사, 생화학검사, 요검사, 병력청취를 실시하였고, 나안 및 최대교정시력 측정, 안압 측정, 안저사진촬영을 통한 안저검사 등의 안과적 검사를 시행하였다. 안압이 23 mmHg를 넘거나 녹내장의 병력 또는 가족력이 있는 사람, 당뇨병망막병증 및 망막혈관폐쇄 등과 같이 안압 상승을 유발할 수 있는 안과 질환의 병력이 있는 사람, 안저사진에서 녹내장성 시신경 변화 또는 망막질환이 의심되는 사람들은 대상에서 제외하였다. 안압은 비접촉 안압계(Topcon CT-50, Topcon corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 얇은 자세에서 한쪽 눈에 세 번 측정한 후 그 평균치를 택하였고, 비만지수는 체중(Kg)을 키(m)의 제곱으로 나누어 계산 하였다.

남녀 대상자들을 연령에 따라 10년 단위로 20대에서 70대까지 구분하였다. 남녀 각각 전체 대상자 및 각 연

령군 별로 평균 안압을 계산하였고, 안압에 대한 나이 및 전신적 변수(비만지수, 수축기혈압, 적혈구용적률, 혈장 콜레스테롤)의 영향을 다중회귀분석을 이용하여 조사하였다. 통계 분석은 SPSS v11.0을 이용하였다.

결 과

총 102,218명 중 남자가 57,370명, 여자가 44,848명이었다(Table 1). 전체 대상자의 평균 안압은 남자 $15.8 \pm 2.9/15.9 \pm 2.9$ (우안/좌안) mmHg, 여자 $15.2 \pm 2.8/15.2 \pm 2.8$ (우안/좌안) mmHg였으며, 전체 대상자의 안압은 중형분포를 보였다(Fig. 1). 남자에서는 양안 모두 40대보다 50대, 50대보다 60대에서 평균 안압이 유의하게 낮아서, 40대부터 60대까지 안압이 감소하는 경향을 보였으며($P < 0.001$, one-way ANOVA with multiple comparison, Fig. 2A), 여자에서는 50대보다 60대, 60대보다 70대에서 평균 안압이 유의하게 낮아서, 50대부터 70대까지 안압이 증가하는 경향을 보였다($P < 0.001$, one-way ANOVA with multiple comparison, Fig. 2B).

Table 1. The number of participants by age group

	Age Groups*						Total (n=102,218)
	20s (n=3,209)	30s (n=17,848)	40s (n=37,479)	50s (n=29,820)	60s (n=12,465)	70s (n=1,397)	
Men	1,603	9,672	21,186	16,725	7,329	855	57,370
Women	1,606	8,176	16,293	13,095	5,136	542	44,848

* By age at the baseline (years).

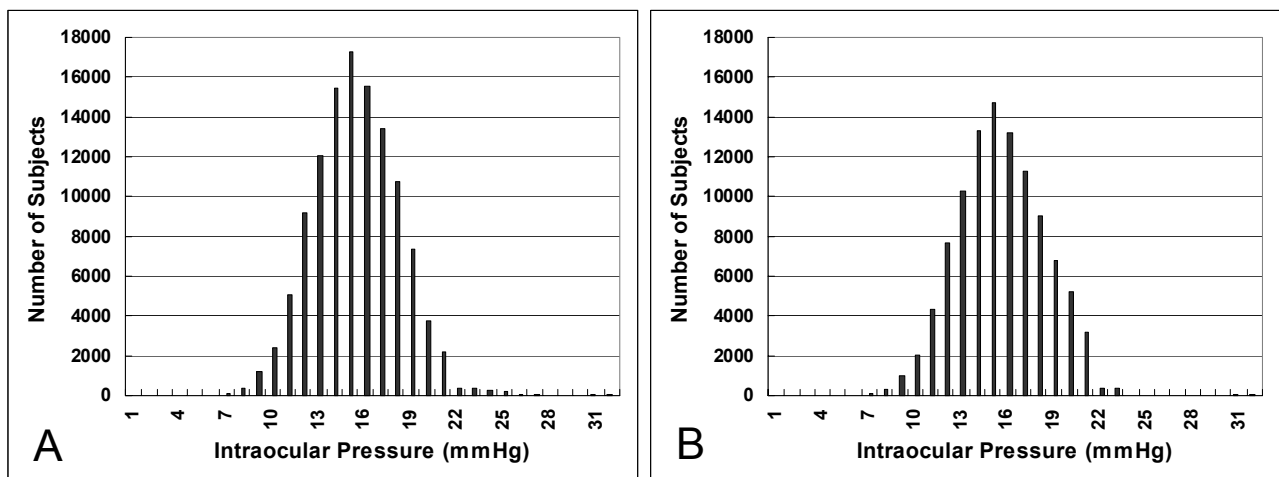


Figure 1. The distribution of intraocular pressure in total subjects. (A) Before and (B) after excluding subjects with double findings, such as optic disc abnormality and fundus abnormality based on fundus photography, IOP over 21 mm Hg, participant's own history or family history of medical and/or ocular conditions that could possibly affect the IOP (glaucoma, proliferative diabetic retinopathy, hypertension, hyperlipidemia, etc.), and drug history of antiglaucoma, antihypertensive, or antihyperlipidemic medications.

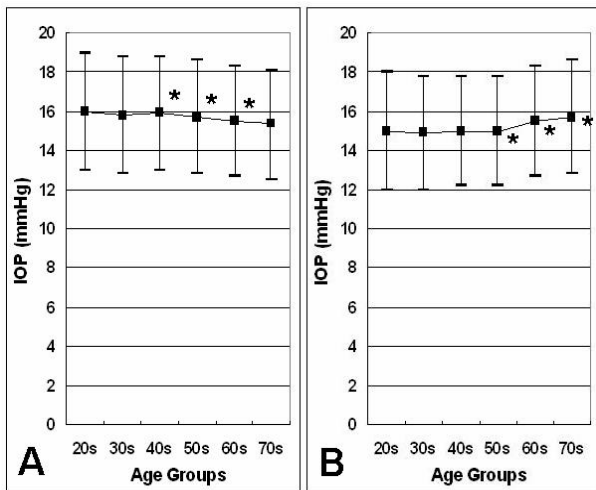


Figure 2. The distribution of mean intraocular pressure (IOP) by age group. (A) In men, there was a significant difference in the mean IOP between those in their 40s and 50s and between those in their 50s and 60s ($P<0.001$, respectively; by one-way ANOVA with multiple comparison) (*). (B) In women, there was a significant difference in the mean IOP between those in their 50s and 60s and between those in their 60s and 70s ($P<0.001$, respectively; by one-way ANOVA with multiple comparison) (*).

또한 20대에서 50대까지는 남자가 여자보다 안압이 유의하게 더 높았고(각각 $P<0.001$, independent T-test), 60대에는 차이가 없었으며, 70대에는 여자가 남자보다 안압이 유의하게 더 높았다($P<0.001$, independent T-test).

연령, 비만지수, 수축기혈압, 적혈구용적률, 혈장 콜레스테롤 등이 안압에 미치는 영향을 알아보기 위한 다중회귀분석 결과, 남녀 모두에서 연령에 따른 일관적이고 뚜렷한 안압의 증가 또는 감소 추세를 보이지 않았다. 남자는 양안 모두 전체 대상자 및 50대, 70대에서 연령 증가에 따른 유의한 안압 감소를 보였으며, 여자는 양안 모두 20대에서 연령 증가에 따른 유의한 안압 감소와 전체 대상자(좌안) 및 40대(양안)에서 연령 증가에 따른 유의한 안압 증가를 보였다(Table 2).

비만지수, 수축기혈압, 적혈구용적률, 혈장 콜레스테롤 등은 남녀 모두 대부분의 연령군에서 안압과 양의 상관관계를 가지고 있었으며, 특히 비만지수(안압에 대한 회귀계수: 남자 - 0.074/0.077 (우안/좌안), 여자 - 0.020/0.025 (우안/좌안))는 남자에서, 적혈구용적률(안압에 대한 회귀계수: 남자 - 0.009/0.012 (우안/좌안), 여자 - 0.037/0.039 (우안/좌안))은 여자에서 안압에 대한 영향이 보다 큰 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Cross-sectional analysis between intraocular pressure (IOP) and other variables (age, body mass index (BMI), systolic blood pressure (SBP), hematocrit, and cholesterol) using a multiple regression model

Men (OD)	Age Groups (at the baseline)						Total
	20s	30s	40s	50s	60s	70s	
R ²	0.042*	0.028*	0.026*	0.019*	0.020*	0.016*	0.024*
Age (years)	-0.04±0.026	0.004±0.010	-0.006±0.006	-0.034*±0.006	-0.016±0.010	-0.069*±0.028	-0.019*±0.001
BMI (kg/m ²)	0.076*±0.020	0.070*±0.010	0.066*±0.006	0.063*±0.007	0.098*±0.011	0.082*±0.027	0.074*±0.004
SBP (mmHg)	0.027*±0.006	0.022*±0.002	0.024*±0.001	0.017*±0.001	0.015*±0.002	0.011*±0.004	0.019*±0.001
Hematocrit (%)	0.062*±0.028	0.015±0.010	0.013*±0.006	0.011±0.006	-0.020*±0.009	-0.027±0.022	0.009*±0.003
Cholesterol (mg/dL)	0.002±0.002	0.006*±0.001	0.004*±0.001	0.011*±0.001	0.003*±0.001	0.002±0.002	0.004*±0.001
Women (OD)	Age Groups (at the baseline)						Total
	20s	30s	40s	50s	60s	70s	
R ²	0.016*	0.021*	0.022*	0.020*	0.030*	0.026*	0.027*
Age (years)	-0.076*±0.027	-0.017±0.011	0.020*±0.007	0.004±0.007	0.001±0.013	0.029±0.045	0.006±0.001
BMI (kg/m ²)	0.066*±0.027	0.064*±0.011	0.028*±0.007	0.002±0.007	-0.025*±0.012	0.031±0.034	0.020*±0.004
SBP (mmHg)	0.008±0.006	0.022*±0.002	0.019*±0.001	0.018*±0.001	0.020*±0.002	0.005±0.005	0.019*±0.001
Hematocrit (%)	0.082*±0.028	0.030*±0.010	0.025*±0.006	0.036*±0.008	0.078*±0.012	0.112*±0.034	0.037*±0.004
Cholesterol (mg/dL)	-0.004±0.003	0.006*±0.001	0.006*±0.001	0.004*±0.001	0.006*±0.001	0.005±0.003	0.005*±0.001

The results from both eyes were very similar, so data from the left eye are not presented.

Values are described as partial regression coefficient±standard error.

Above 4 systemic factors (BMI, SBP, hematocrit, and cholesterol) were included in multivariate linear regression analysis, because these showed significant correlations with IOP overall and in nearly all age groups by Pearson's correlation analysis.

* $P<0.05$, † $P<0.01$, and * $P<0.001$.

고 찰

본 연구는 20대에서 70대까지의 다양한 연령층을 포함한 단면적 연구로서, 이전 연구들에서 안압과 관련이 있다고 한 여러 전신적 변수들(비만지수, 수축기혈압, 적혈구용적률, 혈장 콜레스테롤)을 연령 및 성별과 함께 고려하여 대규모의 인원을 대상으로 다중회귀분석을 실시했다는 데 의의가 있다. 연령에 따른 안압 변화를 조사한 이전의 단면적 연구들에서 백인에서는 일정한 증감 경향이 나타나지 않았고,¹⁵⁻¹⁸ 흑인에서는 증가 경향이,²⁰ 그리고 일본인과²¹⁻²⁴ 한국인에서는²⁷ 감소 경향이 보였다(Table 3). 한 시점에서의 연령별 안압 분포를 통해 안압의 추이를 추정하는 단면적 연구에 비해 시간의 흐름에 따른 안압의 변화를 실제로 측정하는 종단적 연구가 연령에 따른 안압의 추이를 더 정확히 알 수 있는 방법인데, 이러한 종단적 연구는 단면적 연구에 비해 부족한 실정이다. 이전의 종단적 연구들에서

백인에서는 연령에 따라 일정한 안압의 증감 경향이 나타나지 않았고,¹⁹ 일본인에서는 연구들 사이에 상이한 결과를 보였다(Table 3).^{23,25,26}

연령에 따른 안압의 변화에 대한 정확한 기전은 아직 밝혀지지 않았으나, 연령이 증가할수록 방수 생성이 적어지고,³⁰⁻³² 또한 섬유주에 세포외물질이 축적되어 방수 유출로가 협소해져 방수 유출에 대한 저항이 증가한다는 보고가 있으므로,³³ 이들 작용의 균형에 따라 안압의 변화 양상이 결정될 것이라 생각할 수 있다. 인종간의 안압 변화 차이에 대한 원인은 아직 알려지지 않았는데, 일본인에서 연령이 증가함에 따라 안압이 감소한다는 결과를 실은 논문들에서는 서양인에서의 연구와 다른 결과를 보인 이유가 일본인의 비만 및 고혈압의 유병율이 서양인보다 낮다는 사실과 관계가 있을 것이라고 추정하고 있으나 명확한 원인을 제시하지 못하였 으며,²¹ 일본인에 대한 종단적 연구들 사이에도 서로 상이한 결과를 보이고 있다.^{23,25,26}

Table 3. Previous cross-sectional studies on the physiologic changes in the intraocular pressure (IOP) with age

Ethnic Group	Previous Study	Range of Age (years)	The No. of Subjects	Method of IOP Measurement	Association with Age	
					Univariate	Multivariate
					Analysis	Analysis
Cross-sectional Studies						
Caucasian	The USA Beaver Dam Eye Study ¹⁵	43-86	4,926	Applanation (GAT [*])	Positive	Not significant
	The USA Framingham Eye Survey ¹⁴	52-85	2,631	Applanation (GAT [*])	Positive [†]	Not done
	The Italian Egna-Neumarkt Study ¹¹	≥40	4,297	Applanation (GAT [*])	Positive	Not done
	The Australia Melbourne Visual Impairment Project ¹⁸	≥40	4,576	Applanation (Tono-Pen)	Negative	Not significant
	The Blue Mountains Eye Study ¹⁷	≥49	3,260	Applanation (GAT [*])	Positive	Not significant
	The Baltimore Longitudinal Study of Aging ¹⁹	19-89	572	Schiotz	Not significant	Not significant
African American	The Barbados Eye Study ²⁰	40-84	4,601	Applanation (GAT [*])	Positive	Positive
Japanese	Shiose Y ²¹	10s-70s	27,969	Schiotz or noncontact	Negative	Negative
	Nomura H et al ²²	40-80	1,317	Noncontact	Negative	Negative
	Nomura H et al ²³	20-79	69,643	Noncontact	Negative	Negative
	Mori K et al ²⁴	14-94	70,139	Noncontact	Negative	Negative
Korean	Lee et al ²⁷	20s-70s	13,212	Noncontact	Not significant	Negative
Longitudinal Studies						
Caucasian	The Baltimore Longitudinal Study of Aging ¹⁹	21-85	413	Schiotz	Not significant	
Japanese	Nakano T et al ²⁵	21-49	2,330	Applanation (GAT [*])	Negative	
	Kashiwagi K et al ²⁶	≥40	219	Noncontact	Negative	
	Nomura H et al ²³	20-79	38,554	Noncontact	Positive	

* Goldmann applanation tonometry.

† Up to the age of 74.

본 연구에서는 다중회귀분석에서의 회기계수로 알아본 연령에 따른 안압의 추이가 각 연령군 사이에 일정한 증가 또는 감소의 경향성을 보이지 않았고, 남녀 각각 전체를 대상으로 분석하였을 때도 통계적으로는 의미있는 결과를 보였지만 임상적으로 유용하다고 하기에는 연령에 따른 안압의 기울기가 너무 작았다(남자-10년에 0.19/0.18 (OD/OS) mmHg 감소, 여자-10년에 0.04 (OS) mmHg 증가). 즉, 60~70대의 대상자들은 20~30대의 대상자들에 비해 한국전쟁을 거치는 등 상대적으로 열악한 환경의 영향을 받았다고 할 수 있고 식생활도 점점 서구화 되어왔기 때문에, 단면적 연구의 결과로 개인의 연령별 안압 변화의 양상을 정확히 추론하기는 어렵다. 따라서, 연령에 따른 안압의 변화에 대한 종단적 연구가 추가적으로 필요하다고 생각한다.

또한 본 다중회귀분석에서 40대 이후 남자에서는 연령에 따라 안압이 감소하는 경향을 보인 반면(50대와 70대에서만 통계적으로 유의), 40대 이후 여자에서는 대부분 증가하는 경향을 보였다(40대에서만 통계적으로 유의)(Table 2). 연령군 별 실제 안압 측정치 분석에서도 남자에서 40대부터 60대까지 유의한 감소소견과 여자에서 50대부터 70대까지 유의한 증가소견을 보였으며(Fig. 1), 이러한 경향으로 20대에서 50대까지는 남자가 여자보다 안압이 유의하게 더 높았으나 70대에는 여자가 남자보다 더 높았다. 연령군 별로 서로 다른 환경적 요인에 의해 영향을 받았으므로 직접적 비교는 종단적 연구에서 조사하여야 하지만, 상기 결과를 토대로 여자가 남자보다 연령에 따른 안압의 증가율이 더 높을 것이라고(또는 감소율이 더 낮을 것이라고) 추론할 수 있다. 이전의 연구들에서 일본인에서는 남자가 여자보다 안압이 높다고 하였고,^{21,23} 백인에서는 연구마다 상이한 결과를 보였으며,^{9,15,28} 흑인에서는 여자가 남자보다 안압이 높다고 하였다.²⁹ 이러한 성별간의 안압 및 안압 변화 양상의 차이에 대한 명확한 원인은 아직 밝혀지지 않았으나, 폐경이 안압의 상승과 관계가 있다는 보고가 있었고,^{34,35} 폐경 여성의 혈중 테스토스테론 상승이 안압을 증가시킨다고 하였다.³⁶ 또한, 여성에서의 호르몬 대체요법이 안압을 유의하게 감소시킨다는 연구 결과가 있었으며,^{34,37} 내인성 여성호르몬에 적게 노출될수록 고안압과 개방각녹내장이 있을 위험이 크다는 보고가 있었다.³⁸ 따라서, 향후 남녀간의 안압 및 안압 변화 양상의 차이에 대하여 호르몬 차이에 초점을 둔 연구가 필요하다고 생각한다.

안압에 영향을 줄 수 있는 전신적 변수로서 비만지수, 수축기혈압, 적혈구용적률, 혈장 콜레스테롤에 대한 안압의 관계를 조사한 결과 남녀 모두에서 이전의

연구들에서와 비슷하게 대부분의 연령군에서 안압과 양의 상관관계를 가지고 있었으며(Table 2), 이전의 한국인에 대한 연구에서도 비만지수 및 평균혈압이 증가할수록 안압이 유의하게 증가한다고 보고한 바 있다.²⁷ 다중회귀분석으로 알아본 안압에 대한 비만지수의 회기계수는 여자보다 남자에서 유의하게 더 컸는데, 이는 남자에서만 비만지수와 안압 사이에 유의한 양의 상관관계가 있다고 한 이전의 한국인에 대한 보고와 일맥상통하며,²⁷ 성별에 따른 이러한 차이의 원인을 알아보기 위해 향후 비만이 남녀 각각에서 호르몬 변화를 통하여 안압에 영향을 미치는지에 대한 연구가 유용할 것이라 생각한다.

이번 연구에서 안압을 측정하기 위해 비접촉 안압계를 사용하였는데, 이는 압평 안압계보다 정확도가 떨어지지만 정상 범위 내의 안압에 대해서는 재현성 높은 결과를 보인다.^{39,40} 본 연구에서는 정상 범위 내의 안압을 가진 사람들을 대상으로 하였고, 또한 안압 수치 자체 보다는 안압의 비교 및 안압 변화에 초점을 둔 연구이므로 비접촉 안압계의 사용이 연구 결과의 신뢰성에 영향을 주지는 않았다. 또한 본 연구에서 십만 명이 넘는 대상자에 대하여 세극등검사(입체 시신경 검사 포함), 시야검사 등을 상세히 실시할 수 없었기 때문에 안저사진촬영에 의해 제외된 사람들에게 더하여 녹내장을 가진 사람들을 충분히 걸러내기 위하여 안압이 23 mmHg를 넘는 사람을 분석 대상에서 제외하였다. 이에 따라 정상인 중 안압이 높은 사람들이 일부 제외되었을 가능성이 있으나, 이렇게 제외한 총 인원이 591 명으로서 전체 분석 대상자 102,218명의 0.58%밖에 되지 않아 결과에 미치는 영향은 극히 미미하다고 생각한다.

결론적으로 한국인의 연령 및 성별에 따른 안압을 단면적 연구를 통해 조사한 본 결과, 백인들에서의 단면적 연구와 비슷하게 연령에 따른 일관적인 안압 증가 또는 감소 경향이 보이지 않았는데, 모든 단면적 연구에서 연령이 증가함에 따라 안압이 감소하는 경향을 보인 일본인과는 달리, 같은 동양인이지만 한국인의 연령별 안압 분포 및 변화가 일본인과 차이를 보여주고 있다. 또한 실제 안압 측정치는 대부분의 연령군에서 남자가 여자보다 더 높았으나, 연령에 따른 안압의 증가율은 여자가 남자보다 더 높을 것이라고(또는 감소율이 더 낮을 것이라고) 추론할 수 있었다. 여러 연구들 사이에 서로 다른 결과가 나오는 원인이 되는 인종, 환경, 성별 요인의 차이에 대해서는 앞으로의 연구가 필요할 것으로 생각하며, 본 연구의 결과가 실제 한국인 개인의 연령별 안압 추이를 잘 반영하는지에 대해서도 추가적인 종단적 연구가 필요하다고 생각한다.

참고문헌

- 1) Morgan RW, Drance SM. Chronic open-angle glaucoma and ocular hypertension. An epidemiological study. *Br J Ophthalmol* 1975;59:211-5.
- 2) Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1998;126:498-505.
- 3) Mitchell P, Smith W, Attebo K, Healey PR. Prevalence of open-angle glaucoma in Australia. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 1996;103:1661-9.
- 4) Sommer A, Tielsch JM, Katz J, et al. Relationship between intraocular pressure and primary open angle glaucoma among white and black Americans. The Baltimore Eye Survey. *Arch Ophthalmol* 1991;109:1090-5.
- 5) 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.
- 6) Leske MC, Connell AM, Schachat AP, Hyman L. The Barbados Eye Study. Prevalence of open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1994;112:821-9.
- 7) Rochtchina E, Mitchell P. Projected number of Australians with glaucoma in 2000 and 2030. *Clin Experiment Ophthalmol* 2000;28:146-8.
- 8) Klein BE, Klein R. Intraocular pressure and cardiovascular risk variables. *Arch Ophthalmol* 1981;99:827-9.
- 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.
- 10) David R, Zangwill L, Stone D, Yassur Y. Epidemiology of intraocular pressure in a population screened for glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1987;71:766-71.
- 11) Bonomi L, Marchini G, Marraffa M, et al. Prevalence of glaucoma and intraocular pressure distribution in a defined population. The Egna-Neumarkt Study. *Ophthalmology* 1998;105:209-15.
- 12) Colton T, Ederer F. The distribution of intraocular pressures in the general population. *Surv Ophthalmol* 1980;25:123-9.
- 13) Armaly MF. Age and sex correction of applanation pressure. *Arch Ophthalmol* 1967;78:480-4.
- 14) Kahn HA, Leibowitz HM, Ganley JP, et al. The Framingham Eye Study. I. Outline and major prevalence findings. *Am J Epidemiol* 1977;106:17-32.
- 15) Klein BEK, Klein R, Linton KLP. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2224-8.
- 16) Carel RS, Korczyn AD, Rock M, Goya I. Association between ocular pressure and certain health parameters. *Ophthalmology* 1984;91:311-4.
- 17) Rochtchina E, Mitchell P, Wang JJ. Relationship between age and intraocular pressure: the Blue Mountains Eye Study. *Clin Experiment Ophthalmol* 2002;30:173-5.
- 18) Weih LM, Mukesh BN, McCarty CA, Taylor HR. Association of demographic, familial, medical, and ocular factors with intraocular pressure. *Arch Ophthalmol* 2001;119:875-80.
- 19) McLeod SD, West SK, Quigley HA, Fozard JL. A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressures. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:2361-6.
- 20) Wu SY, Leske MC. Associations with intraocular pressure in the Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol* 1997;115:1572-6.
- 21) Shiose Y. The aging effect on intraocular pressure in an apparently normal population. *Arch Ophthalmol* 1984;102:883-7.
- 22) Nomura H, Ando F, Niino N, et al. The relationship between age and intraocular pressure in a Japanese population: The influence of central corneal thickness. *Curr Eye Res* 2002;24:81-5.
- 23) Nomura H, Shimokata H, Ando F, et al. Age-related changes in intraocular pressure in a large Japanese population. *Ophthalmology* 1999;106:2016-22.
- 24) Mori K, Ando F, Nomura H, et al. Relationship between intraocular pressure and obesity in Japan. *Int J Epidemiol* 2000;29:661-6.
- 25) Nakano T, Tatemichi M, Miura Y, et al. Long-term physiologic changes of intraocular pressure. *Ophthalmology* 2005;112:609-16.
- 26) 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.
- 27) 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* 2003;44:1559-66.
- 28) Banks JL, Perkins ES, Tsoulakis S, Wright JE. Bedford Glaucoma Survey. *Br Med J* 1968;1:791-796.
- 29) Leske MC, Connel AM, Wu SY, et al. Distribution of intraocular pressure: the Barbados Eye Study. *Arch Ophthalmol* 1997;115:1051-7.
- 30) Kupfer C. Clinical significance of pseudofacility. Sanford R. Gifford Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol* 1973;75:193-204.
- 31) Bloom JN, Levene RZ, Thomas G, Kimura R. Fluorophotometry and the rate of aqueous flow in man. I. Instrumentation and normal values. *Arch Ophthalmol* 1976;94:435-43.
- 32) Brubaker RF, Nagataki S, Townsend DJ, et al. The effect of age on aqueous humor formation in man. *Ophthalmology* 1981;88:283-7.
- 33) Miyazaki M, Segawa K, Urakawa Y. Age-related changes in the trabecular meshwork of the normal human eye. *Jpn J Ophthalmol* 1987;31:558-69.
- 34) Altintas O, Caglar Y, Yuksel N, et al. The effects of menopause and hormone replacement therapy on quality and quantity of tear, intraocular pressure and ocular blood flow. *Ophthalmologica* 2004;218:120-9.
- 35) Qureshi IA. Ocular hypertensive effect of menopause with and

- without systemic hypertension. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1996;75:266-9.
- 36) Toker E, Yenice O, Temel A. Influence of serum levels of sex hormones on intraocular pressure in menopausal women. *J Glaucoma* 2003;12:436-40.
- 37) Affinito P, Di Spiezio Sardo A, Di Carlo C, et al. Effects of hormone replacement therapy on ocular function in postmenopause. *Menopause* 2003;10:482-7.
- 38) Lee AJ, Mitchell P, Rochtchina E, et al. Female reproductive factors and open angle glaucoma: the Blue Mountains Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2003;87:1324-8.
- 39) Kocak I, Orgul s, Saruhan A, et al. Measurement of intraocular pressure with a modern noncontact tonometer. *Ophthalmologica* 1998;212:81-7.
- 40) 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.

=ABSTRACT=

The Effect of Age and Gender on the Intraocular Pressure in Koreans: A Cross-sectional Study

Sung Chul Park, M.D., Changwon Kee, M.D., Ph.D.

Department of Ophthalmology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To assess the effect of age and gender on intraocular pressure (IOP) in a large Korean population.

Methods: This cross-sectional study included 102,218 healthy Koreans who were aged between 20 and 79 and had no preexisting ocular conditions that could affect the IOP. All the subjects had undergone a physical check up between 1996 and 2005, and their medical records were reviewed retrospectively. Anthropometric measurements, blood tests, noncontact tonometry, and fundus examination were performed on all participants. Subjects were grouped according to decade of age. For all subjects and each age group, age and systemic variables were analyzed by multiple regression analysis on their relationship with IOP.

Results: A significant trend of decreasing IOP was observed in the 40s, 50s, and 60s in men, while a significant trend of increasing IOP was found in the 50s, 60s, and 70s in women. Multiple regression analysis revealed different IOP trends with age between age groups in both men and women. In general, the IOP had a significant positive correlation with systolic blood pressure, body-mass index (BMI), hematocrit, and serum cholesterol, especially with BMI in men and hematocrit in women.

Conclusions: In a multiple regression analysis, the IOP trend in each age group was quite different from each other in a large Korean population, and it was suggested that women may have a steeper increasing slope (or less steep decreasing slope) of IOP with age than men. Further investigations with longitudinal study would be required to clarify the age- and gender-related physiologic changes of IOP.

J Korean Ophthalmol Soc 49(1):135-142, 2008

Key Words: Age, Cross-sectional analysis, Intraocular pressure, Korean

Address reprint requests to **Changwon Kee, M.D.**

Department of Ophthalmology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine
#50 Ilwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 130-710, Korea

Tel: 82-2-3410-3564, Fax: 82-3410-0074, E-mail: cwkee@smc.samsung.co.kr