

비만 지수와 안압과의 관계

Cross-Sectional Study between Anthropometric Obesity Indices and Intraocular Pressure

이종수¹ · 김선주² · 박영민³

Jong Soo Lee, MD, PhD¹, Sun Joo Kim, MD², Young Min Park, MD³

부산대학교 의학전문대학원 부산대학교병원 안과학교실¹, 부산대학교 의학전문대학원²,
부산대학교 의학전문대학원 양산부산대학교병원 안과학교실³

Department of Ophthalmology, Pusan National University Hospital, Pusan National University School of Medicine¹, Busan, Korea
Pusan National University School of Medicine², Busan, Korea

Department of Ophthalmology, Pusan National University Yangsan Hospital, Pusan National University School of Medicine³, Yangsan, Korea

Purpose: To investigate the cross sectional study association of intraocular pressure (IOP) with anthropometric obesity indices.

Methods: We classified study subjects into three groups—normal, overweight and obesity, and investigated the correlation of IOP with age, gender and anthropometric obesity indices such as obesity Index, body mass index (BMI), a body shape index (ABSI) and waist to height ratio (WHtR) on healthy subjects.

Results: Of a total of 63,385 participants, 30,288 were male and 33,097 were female. Mean IOP was 15.13 ± 3.24 mm Hg for men and 14.44 ± 3.02 mm Hg for women. The obesity index and BMI in the normal, overweight and obesity groups were significantly different in both men and women ($p < 0.05$). Mean IOP increased to a higher degree in the obesity group. In the normal, overweight and obesity group divided by ABSI, there were no significant differences in both men ($p = 0.66$) and women ($p = 0.28$). Between the normal and overweight group and the normal and obesity group divided by WHtR, there were significant differences in men ($p < 0.05$) and women ($p < 0.05$). Multiple linear regression analysis showed the significant relationship between obesity index, BMI, ABSI, WHtR and IOP in men and women. Receiver operating characteristic curve showed that the obesity index was the highest value following BMI, WHtR and ABSI.

Conclusions: Korean healthy subjects showed a correlation between IOP and anthropometric obesity indices regardless of gender, and the obesity index had the highest correlation.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(3):379-387

Key Words: A body shape index, Anthropometric obesity indices, Body mass index, Intraocular pressure, Waist to height ratio

녹내장은 시신경의 특징적인 변화나 이에 따른 시야 변화가 초래되는 진행성 시신경 병증이며, 실명의 중요한 원

인 중 하나로 조기에 발견하여 적절한 치료를 하지 않으면 영구 시력 손실을 초래하게 된다. 1835년 Meckenzie¹에 의해 안압의 상승이 녹내장의 진행에 영향을 준다는 것이 발표된 이후로, 녹내장의 조기 진단 도구로서의 안압의 역할에 대한 연구가 많이 시행되었다. 최근 국내에서도 건강지수인 비만도, 체질량지수와 녹내장의 위험인자인 안압과의 상당한 연관성이 발표된 바 있다.^{2,3} 최근 기존 건강지수 중 하나인 체질량지수가 근육과 지방을 구분하지 못하여 건강지수로서의 유효성에 의문이 제기되면서, 이를 대체할 만한

■ Received: 2014. 9. 12. ■ Revised: 2014. 10. 1.

■ Accepted: 2015. 3. 1.

■ Address reprint requests to **Jong Soo Lee, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Pusan National University Hospital, #179 Gudeok-ro, Seo-gu, Busan 602-739, Korea
Tel: 82-51-240-7321, Fax: 82-51-242-7341
E-mail: jongsool@pusan.ac.kr

© 2015 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

건강지수로 체형지수, 허리둘레, 허리둘레-신장 비율들이 대두되었고,^{4,7} 이후 새로운 건강지수들과 심혈관계와의 관계 등에 대해 많은 연구가 이루어지고 있지만 비만과 연관된 새로운 건강지수들과 안압 간의 연관성을 비교한 연구는 아직 없다. 따라서 저자들은 현재 많이 사용되고 있는 4 가지 건강지수들과 안압과의 연관성을 알아보고, 그 신뢰도의 정도를 비교하기 위한 연구를 진행하였다.

대상과 방법

2000년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지 본원 건강 증진센터를 방문하여 건강검진을 시행한 환자 중 안과검진과 건강검진 항목으로 건강지수의 도출이 가능하였던 환자 63,385명을 대상으로 전자 차트 의무기록을 후향적으로 분석하였다.

안저 검사는 안저 카메라(TRC-NW5S, Topcon, Japan)를 사용하여 시신경 및 황반부를 포함한 30° 안저 사진촬영을 시행하였다. 안압의 측정은 비접촉성 안압계(CT-80, Topcon, Tokyo, Japan)를 이용하여 동일한 눈에 세 번 시행한 결과의 중간값을 채택하였으며, 일과변동의 영향을 최소화하기 위해 월요일부터 금요일 아침 9시에서 11시 사이에 시행하였다. 검사자 간 오차를 피하기 위해 숙련된 한 명의 기사가 점안마취 없이 안압을 측정하였다. 안저 사진은 숙련된 안과 의사에 의해 판독되었으며, 판독상 C/D ratio 0.6 이상, 수직유두함몰비의 증가, 비정상적인 시신경테 폭, 시신경테 패임, 시신경유두 출혈 등 녹내장성 시신경유두 변화 및 망막 질환의 특이사항이 있는 경우는 대상에서 제외되었다. 전신검사로는 신장, 체중, 허리둘레, 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장 비율 검사를 시행하였다. 신장, 체중은 신발은 신지 않고 서 있는 자세로 가벼운 차림의 병원

가운을 입은 상태로 자동 신체 측정기를 통하여 측정하였다. 허리둘레의 측정은 피검자를 똑바로 서게 한 후 다리를 25-30 cm 정도 벌린 상태에서 가벼운 호기 말에 측정되었고, 양쪽 장골능의 가장 높은 부위 바로 위쪽에 줄자를 대고 숨을 내쉬 상태에서 바닥과 수평하게 측정하였다.

비만도(modified Broca's Index)는 (실측 체중(kg) / 신장별 표준 체중(kg)) × 100으로 계산하였으며, 신장별 표준 체중은 (실측 신장-100) × 0.9로 도출하였다. 체질량지수(body mass index)는 체중(kg)/신장(m)²으로 계산하였으며, 체형지수(body shape index)는 허리 둘레(cm)/(BMI^{2/3}·키(cm)^{1/2})로 계산하였다. 허리둘레-신장 비율(waist-to-height ratio)은 허리둘레(cm)/신장(cm)으로 계산하였다.

통계학적인 분석은 연령 및 성별로 나누어서 시행하였으며, 10년 단위의 연령층으로 각각 20대, 30대, 40대, 50대, 60대, 70대 이상으로 구분하였다. 건강지수의 정상, 과체중, 비만의 구분에 따른 안압의 차이를 알아보기 위해 student's *t*-test 및 simple linear regression과 stepwise selection을 이용한 multiple linear regression과 oneway ANOVA를 시행하였으며, 이때 비만도의 경우 90 이상 110 미만을 정상, 110 이상 120 미만을 과체중, 120 이상을 비만으로 정의하였고,⁸ 체질량지수의 경우 18.5 이상 25 미만을 정상, 25 이상 30 미만을 과체중, 30 이상을 비만으로 3그룹으로 나누었다.⁹ 체형지수의 경우 1 미만을 정상, 1 이상 1.30 미만을 과체중, 1.3 이상을 비만이라 정의하였고,⁸ 허리둘레-신장 비율의 경우 0.51 미만을 정상, 0.51 이상 0.57 미만을 과체중, 0.57 이상을 비만으로 3그룹으로 나누었다.¹⁰ 고안압을 예측하기 위한 최적의 건강지수를 찾기 위해서 Receiver Operating Characteristic (ROC) curve를 이용하였으며 성별, 연령별로 나누었을 때 어떤 건강지수가 안압 21 mmHg 이상인 고안압군에 해당하는지를 가장 민감하게 감지하고 특

Table 1. Mean of intraocular pressure and number of ocular hypertension cases in each gender group

Sex	Case	Age group						Total
		20s	30s	40s	50s	60s	over 70s	
Female	N (%)	2319 (3.66)	5949 (9.39)	9616 (15.17)	8149 (12.86)	4668 (7.36)	2396 (3.78)	33097 (57.22)
	Mean of age	25.28 ± 2.75	35.35 ± 2.71	44.64 ± 2.83	54.13 ± 2.85	63.91 ± 2.89	75.23 ± 4.53	48.88 ± 13.23
	IOP	13.82 ± 3.03	14.26 ± 3.07	14.67 ± 3.00	14.70 ± 3.00	14.38 ± 2.93	13.81 ± 2.94	14.44 ± 3.02
	No. of >21 mmHg (%)	45 (1.94)	160 (2.69)	306 (3.18)	266 (3.26)	127 (2.72)	38 (1.59)	942 (2.85)
Male	N (%)	1849 (2.92)	5314 (8.38)	9224 (14.55)	7538 (11.89)	4529 (7.15)	1834 (2.89)	30288 (47.78)
	Mean of age	25.35 ± 2.69	35.38 ± 2.77	44.58 ± 2.84	54.22 ± 2.83	63.83 ± 2.77	74.72 ± 4.22	48.89 ± 12.68
	IOP	14.62 ± 3.14	15.36 ± 3.30	15.49 ± 3.25	15.25 ± 3.20	14.66 ± 3.13	13.86 ± 2.99	15.13 ± 3.24
	No. of >21 mmHg (%)	61 (3.30)	340 (6.40)	673 (7.30)	458 (6.08)	165 (3.64)	35 (1.91)	1732 (5.72)
Total	N (%)	4168 (6.58)	11263 (17.77)	18840 (29.72)	15687 (24.75)	9197 (14.51)	4230 (6.67)	63385 (100)
	Mean of age	25.31 ± 2.72	35.37 ± 2.74	44.61 ± 2.84	54.17 ± 2.84	63.87 ± 2.83	75.01 ± 4.40	48.89 ± 12.97
	IOP	14.18 ± 3.10	14.78 ± 3.23	15.07 ± 3.15	14.96 ± 3.11	14.52 ± 3.03	13.84 ± 2.96	14.77 ± 3.14
	No. of >21 mmHg (%)	106 (2.54)	500 (4.44)	979 (5.20)	724 (4.62)	292 (3.17)	73 (1.73)	2674 (4.22)

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.
IOP = intraocular pressure.

이도가 있는지를 비교하였다. 양안의 안압이 유의한 차이를 보이지 않아 모든 통계적 분석은 우안의 안압을 대상으로 SPSS version 19.0 for Windows (SPSS INC., Chicago, IL, USA)를 이용하였다.

결 과

대상으로 선정된 총 63,385명 중 여자는 33,097명(52.22%)이었으며, 남자는 30,288명(47.78%)이었다. 평균연령은 48.9세였으며, 40대와 50대 연령이 18,840명(29.72%)과 15,687명(24.75%)으로 가장 많았다. 전체 대상자의 평균 안압은 14.77 ± 3.14 mmHg이었으며, 여자는 14.44 ± 3.02 mmHg, 남자는 15.13 ± 3.24 mmHg으로 여자보다 남자가 통계학적으로 유의하게 높은 분포를 보였다($p < 0.001$). 시신경 변화가 없으면서 안압이 21 mmHg 이상인 경우는 여자의 경우 2.85%,

남자의 경우 5.72%였으며, 남녀 모두 주로 40대부터 50대에 분포하였고, 남자의 경우 30대에서도 6.40%로 높은 비율로 관찰되었다. 안압은 남자의 경우 연령이 증가함에 따라 20대에서 40대까지는 증가하다 이후 감소하는 경향을 보였고, 여자의 경우 20대에서 50대까지는 연령이 증가함에 따라 안압이 증가한 후 이후 감소함을 알 수 있었다(Table 1).

여자의 경우 허리둘레-신장 비율이 남자보다 통계학적으로 유의하게 높은 분포를 보였으며($p < 0.001$), 남자의 경우 신장, 체중, 체질량지수, 그리고 체형지수가 여자보다 통계학적으로 유의하게 높은 분포를 보였다($p < 0.001$). 이에 비해, 비만도($p = 0.14$)는 남녀 간의 차이가 없었다(Table 2).

비만도에 따라 안압을 분석해 본 결과, 여자의 정상은 14.4 ± 3.0 mmHg, 과체중은 14.7 ± 3.1 mmHg, 비만은 15.1 ± 3.1 mmHg로 3군 사이에 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 남자 역시 정상은 15.0 ± 3.1 mmHg, 과체중은 15.6 ± 3.3 mmHg,

Table 2. Numbers and general features of study participants in men and women

Sex	N	Age	Height (cm)	Body weight (kg)	IOP (mm Hg)
Female	33,097	48.88 ± 13.23	156.84 ± 5.90	57.78 ± 8.28	14.44 ± 3.02
Male	30,288	48.89 ± 12.68	169.73 ± 6.04	69.88 ± 10.00	15.13 ± 3.24
<i>p</i> -value		0.924	<0.001	<0.001	<0.001
Total	63,385	48.89 ± 12.97	163.00 ± 8.78	63.56 ± 10.96	14.77 ± 3.14
Age group	Sex	Obesity index	BMI	ABSI	WHtR
20s	Female	86.94 ± 16.72	21.32 ± 3.41	0.75 ± 0.06	0.46 ± 0.07
	Male	94.46 ± 18.09	23.68 ± 3.65	0.75 ± 0.04	0.47 ± 0.06
	<i>p</i> -value	<0.001	<0.001	0.806	<0.001
	Total	90.28 ± 17.74	22.37 ± 3.71	0.75 ± 0.05	0.46 ± 0.07
30s	Female	97.09 ± 18.33	22.30 ± 3.13	0.76 ± 0.06	0.48 ± 0.06
	Male	104.22 ± 17.62	24.46 ± 3.18	0.77 ± 0.04	0.49 ± 0.05
	<i>p</i> -value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Total	100.46 ± 18.35	23.32 ± 3.33	0.76 ± 0.05	0.48 ± 0.06
40s	Female	107.13 ± 17.76	23.41 ± 2.87	0.77 ± 0.05	0.50 ± 0.06
	Male	108.01 ± 15.60	24.45 ± 2.80	0.78 ± 0.04	0.50 ± 0.05
	<i>p</i> -value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Total	107.56 ± 16.75	23.92 ± 2.88	0.77 ± 0.05	0.50 ± 0.05
50s	Female	110.86 ± 18.96	24.30 ± 2.90	0.79 ± 0.06	0.53 ± 0.06
	Male	107.76 ± 15.89	24.37 ± 2.69	0.79 ± 0.04	0.51 ± 0.05
	<i>p</i> -value	<0.001	0.087	0.01	<0.001
	Total	109.37 ± 17.62	24.33 ± 2.80	0.79 ± 0.05	0.52 ± 0.06
60s	Female	109.38 ± 20.30	24.62 ± 3.08	0.81 ± 0.06	0.56 ± 0.07
	Male	103.18 ± 16.59	23.93 ± 2.76	0.80 ± 0.04	0.52 ± 0.05
	<i>p</i> -value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Total	106.33 ± 18.82	24.28 ± 2.95	0.81 ± 0.05	0.54 ± 0.06
Over 70s	Female	98.48 ± 18.94	24.00 ± 3.42	0.85 ± 0.08	0.58 ± 0.09
	Male	91.53 ± 16.21	22.97 ± 3.04	0.82 ± 0.04	0.52 ± 0.06
	<i>p</i> -value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Total	95.46 ± 18.14	23.55 ± 3.30	0.84 ± 0.07	0.55 ± 0.08
Total	Female	104.52 ± 19.84	23.50 ± 3.19	0.78 ± 0.07	0.51 ± 0.07
	Male	104.74 ± 17.07	24.22 ± 2.94	0.79 ± 0.04	0.50 ± 0.05
	<i>p</i> -value	0.14	<0.001	<0.001	<0.001
	Total	104.62 ± 18.57	23.84 ± 3.09	0.78 ± 0.06	0.51 ± 0.06

Values are presented as mean ± SD.

IOP = intraocular pressure; BMI = body mass index; ABSI = a body shape index; WHtR = waist-to-height ratio.

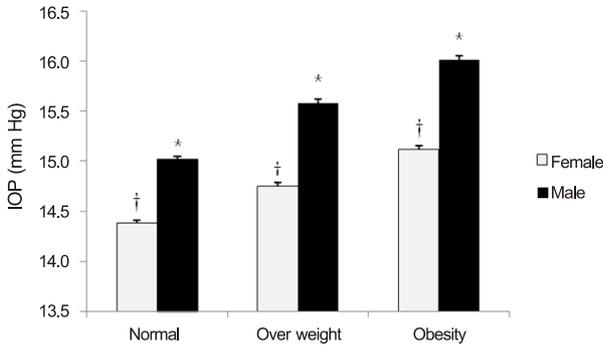


Figure 1. Intraocular pressure according to the group divided by obesity index. * $p < 0.001$ compared with each other in men; † $p < 0.001$ compared with each other in women. IOP = intraocular pressure.

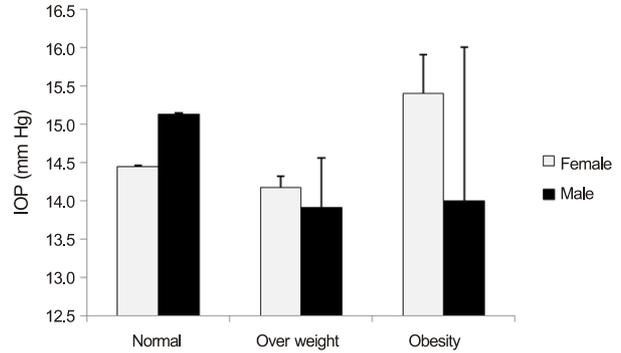


Figure 3. Intraocular pressure according to the group divided by ABSI. IOP = intraocular pressure; ABSI = a body shape index.

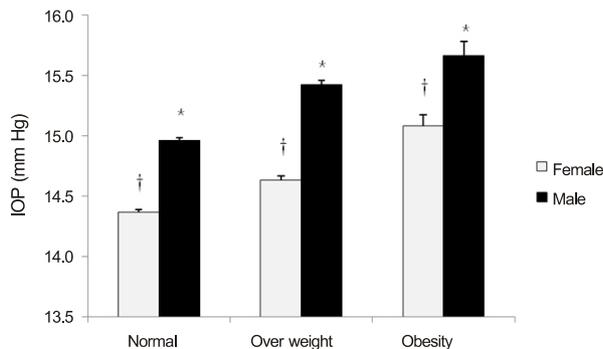


Figure 2. Intraocular pressure according to the group divided by BMI. * $p < 0.001$ compared with each other in men; † $p < 0.001$ compared with each other in women. IOP = intraocular pressure; BMI = body mass index.

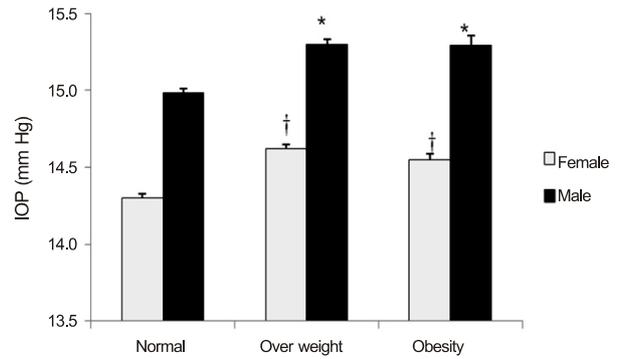


Figure 4. Intraocular pressure according to the group divided by WHtR. * $p < 0.001$ compared with normal in men; † $p < 0.001$ compared with normal in women. IOP = intraocular pressure; WHtR = waist-to-height ratio.

비만은 16.0 ± 3.4 mmHg로 3군 사이에 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$, Fig. 1).

체질량지수에 따라 나눈 3군에서, 여자의 정상은 14.4 ± 3.0 mmHg, 과체중은 14.6 ± 3.0 mmHg, 비만은 15.1 ± 3.1 mmHg로 3군 사이에 유의한 안압 차이를 보였다($p < 0.001$). 남자에서는 정상은 15.0 ± 3.2 mmHg, 과체중은 15.4 ± 3.3 mmHg, 비만은 15.7 ± 3.4 mmHg로 3군 사이에 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$, Fig. 2).

체형지수에 따라 3군으로 나누었을 때, 여자의 정상은 14.4 ± 3.0 mmHg, 과체중은 14.2 ± 2.7 mmHg, 비만은 15.4 ± 1.1 mmHg로 정상과 2군 사이에 유의한 안압의 차이는 보이지 않았다($p = 0.28$). 남자에서 역시 정상은 15.1 ± 3.2 mmHg, 과체중은 13.9 ± 2.2 mmHg, 비만은 14.0 ± 2.8 mmHg으로 3군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.66$, Fig. 3).

허리둘레-신장 비율에 따라 3군으로 나누어 비교하였을 때, 여자의 정상은 14.3 ± 3.0 mmHg, 과체중은 14.6 ± 3.0 mmHg, 비만은 14.5 ± 3.0 mmHg로 정상과 과체중, 정상과 비만 사이에 안압의 유의한 차이가 관찰되었으나($p < 0.001$) 과체중과

비만 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.27$). 남자에서는 정상은 15.0 ± 3.2 mmHg, 과체중은 15.3 ± 3.3 mmHg, 비만은 15.3 ± 3.2 mmHg로 정상과 과체중, 정상과 비만 사이에 유의한 안압의 차이를 나타내었으나($p < 0.001$) 과체중과 비만 사이에는 유의한 차이가 없었다($p = 0.86$, Fig. 4).

각 건강지수가 정의하는 정상, 과체중, 비만의 3군에서 고안압의 비율을 비교했을 때, 비만도와 체질량지수에 의한 분류에서는 남녀 모두 비만으로 갈수록 고안압의 비율이 높은 것으로 관찰되었고 남녀 비교 시 여자보다 남자에서 더 높은 비율을 나타내었다. 허리둘레-신장 비율에 의한 분류에서는 남녀 모두 비만보다 과체중에서 고안압의 비율이 가장 높았으며, 비만, 정상 순으로 고안압의 비율이 높았다. 각 건강지수에 따라 비만으로 분류된 군에서 고안압의 비율은 남자(10.10%), 여자(4.94%)로 비만도에 의한 분류에서 가장 높게 측정되었으며, 과체중으로 분류된 군에서도 남자(7.68%), 여자(3.71%)로 비만도에 의한 분류에서 고안압의 비율이 가장 높게 나타났다(Table 3).

체형지수를 제외한 나머지 건강지수들은 각 연령대별로

Table 3. Comparison of percentage of high intraocular pressure in obesity index, BMI, ABSI and WHtR

Sex		No. of high IOP (≥ 21 mm Hg) (%)			
		Obesity index	BMI	WHtR	ABSI
F	Normal	298 (2.60)	586 (2.63)	434 (2.55)	938 (2.86)
	Over weight	224 (3.71)	287 (3.39)	312 (3.24)	4 (1.19)
	Obesity	366 (4.94)	48 (4.48)	196 (3.04)	0 (0.00)
M	Normal	539 (4.77)	893 (5.01)	836 (5.15)	1732 (5.72)
	Over weight	497 (7.68)	756 (6.90)	711 (6.38)	0 (0.00)
	Obesity	612 (10.10)	68 (8.34)	185 (6.37)	0 (0.00)

BMI = body mass index; ABSI = a body shape index; WHtR = waist-to-height ratio; IOP = intraocular pressure.

Table 4. The relationship between intraocular pressure and obesity index, BMI, ABSI, WHtR according to the age group

Age group		Obesity index	BMI	ABSI	WHtR
20s	Pearson's coefficient of correlation	0.20	0.09	-0.01	-0.10
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.56	0.00
30s	Pearson's coefficient of correlation	0.23	0.14	0.01	-0.11
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.44	0.00
40s	Pearson's coefficient of correlation	0.17	0.10	0.01	-0.07
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.13	0.00
50s	Pearson's coefficient of correlation	0.14	0.05	-0.01	-0.06
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.13	0.00
60s	Pearson's coefficient of correlation	0.19	0.11	-0.03	-0.08
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.01	0.00
Over 70s	Pearson's coefficient of correlation	0.13	0.07	-0.01	-0.03
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.59	0.03

BMI = body mass index; ABSI = a body shape index; WHtR = waist-to-height ratio.

Table 5. Univariate linear regression analysis for relationship between intraocular pressure and anthropometric obesity indices

Sex		Obesity index	BMI	ABSI	WHtR
Female (n = 33097)	Pearson's coefficient of correlation	0.18	0.08	-0.02	0.05
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.00	0.00
Male (n = 30288)	Pearson's coefficient of correlation	0.22	0.10	-0.05	0.05
	<i>p</i> -value	0.00	0.00	0.00	0.00

BMI = body mass index; ABSI = a body shape index; WHtR = waist-to-height ratio.

상관계수의 차이가 있었지만 모든 연령대에서 안압과의 관련성이 있는 것으로 관찰되었다($p < 0.05$). 체형지수는 60대에 서만 안압과의 연관성이 있음을 나타내었다($p = 0.01$, Table 4).

안압과 건강지수 사이의 단순 선형 회귀 분석결과 남, 여 모두 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장 비율 검사에서 연관성을 보였다(Table 5).

Receiver Operating Characteristic (ROC) curve에서는 남자 0.669, 여자 0.667로 모두 비만도에서 Mean Area Under Curve (AUC)가 가장 컸으며 체질량지수, 허리둘레-신장 비율, 체형지수 순으로 높은 수치를 나타내었다. 연령대별로 나눈 경우에도 비만도에서 AUC가 가장 컸으며 성별로 나누었을 때와 동일하게 체질량지수, 허리둘레-신장 비율, 체형지수 순으로 높은 수치를 나타내었다(Table 6).

고 찰

녹내장은 현재 성인 실명의 주요 원인 중 하나로 질병의 진행과정에 있어 초기 치료의 효과가 증명되어 조기 진단을 위한 선별검사가 중요하다. 녹내장의 진행에 안압의 상승이 영향을 준다는 것이 1835년 Meckenzie¹에 의해 발표된 이래 꾸준한 연구가 되어 왔고, 안압에 영향을 미치는 인자들로는 연령과 성별을 기본으로 하여 혈압, 당뇨 같은 전신적인 질환이 잘 알려져 있다. 비만의 경우에도 지방이 체내에 과잉 축적되어 안압의 상승에 직접적으로 영향을 주는데, 이는 증가된 안와 내 지방조직, 상공막정맥압의 상승, 혈액 점도의 증가 등으로 인한 방수의 유출 기능 저하에 기인한다.^{11,12} 서구인을 대상으로 한 몇몇 연구는 연령, 성별 및 다른 건강 인자로 보정된 비만지수와 안압 증가와의 직접적인 비례관계를 보여준다.¹³⁻¹⁵ 일본인을 대상으로

Table 6. Area under curve values with 95% confidence intervals for anthropometric obesity indices in men and women in each age group

Age group	Index	Area		
		Male	Female	Total
20s	Obesity index	0.709	0.801	0.761
	BMI	0.559	0.593	0.595
	ABSI	0.478	0.504	0.497
	WHtR	0.536	0.576	0.565
30s	Obesity index	0.700	0.684	0.713
	BMI	0.592	0.555	0.620
	ABSI	0.493	0.487	0.508
	WHtR	0.583	0.537	0.590
40s	Obesity index	0.622	0.637	0.628
	BMI	0.546	0.540	0.567
	ABSI	0.503	0.497	0.524
	WHtR	0.544	0.535	0.549
50s	Obesity index	0.622	0.636	0.617
	BMI	0.534	0.529	0.535
	ABSI	0.453	0.495	0.479
	WHtR	0.510	0.520	0.501
60s	Obesity index	0.711	0.700	0.695
	BMI	0.593	0.580	0.581
	ABSI	0.462	0.474	0.467
	WHtR	0.564	0.537	0.537
Over 70s	Obesity index	0.742	0.680	0.704
	BMI	0.594	0.525	0.554
	ABSI	0.425	0.431	0.429
	WHtR	0.535	0.457	0.481
Total	Obesity index	0.669	0.667	
	BMI	0.568	0.550	
	ABSI	0.464	0.485	
	WHtR	0.539	0.528	

BMI = body mass index; ABSI = a body shape index; WHtR = waist-to-height ratio.

한 연구에서도 체질량지수와 안압 사이에 분명한 연관성이 밝혀졌으며, 안압의 증가에 있어 체질량지수가 독립적인 위험인자라고 보고하였다.¹⁶ 최근 들어 식습관의 변화와 함께 신체활동량의 부족으로 우리나라에서도 비만 인구가 증가하는 추세를 보이고 있고, 비만이 중요한 건강문제로 대두되고 있으며, 특히 복부에 과다하게 지방이 축적된 복부 비만은 질병의 발생 및 사망률을 높이는 것으로 알려졌다.^{17,18} 이와 관련하여 건강지수인 비만도와 체질량지수에 대한 많은 연구가 이루어져 왔고, 비만의 대표 지수인 체질량지수가 근육과 지방의 비율을 반영하지 못하기에 복부비만에 따른 위험성 등을 예측하기에 완벽하지 않은 것으로 생각되고 있다.¹⁹ 이에 따라 새로운 건강지수들과 안압의 상관관계가 연구의 대상으로 떠오르고 있고, 따라서 저자들은 좀 더 많은 수의 정상인들을 대상으로 새로운 건강지수들과 안압과의 연관성을 알아보고, 고안압증의 정확하고 세밀한 예측인자를 찾고자 하였다.

우리 연구의 결과 평균 안압은 14.77 ± 3.14 mmHg이었으며, 여자는 14.44 ± 3.02 mmHg, 남성은 15.13 ± 3.24 mmHg

이었으며, 이 결과는 기존 연구들에서 발표된 안압의 범위와 일치하였다.^{14,20-25}

서양인을 대상으로 한 여러 단면연구에서 나이와 안압이 양의 상관관계를 보인 데 반해,^{21,22,24-29} 본 연구에서는 전체 대상군의 연령이 증가함에 따라 안압이 감소하는 음의 상관관계를 보였다(P-Coefficient: -0.037 , $p < 0.01$). 이는 일본인을 대상으로 한 단면연구의 결과와 일치하며,^{16,30-33} 이는 인종의 차이와 환경의 영향 때문으로 생각한다.³⁴ 남녀로 나누어 결과를 분석하였을 때에는, 남자의 경우 나이와 안압이 음의 상관관계를 보였으나(P-Coefficient: -0.081 , $p < 0.01$), 여자의 경우 유의한 상관관계를 보이지 않았다($p = 0.56$). 이는 나이가 증가할수록 안압이 감소하며 여자보다 남자에서 뚜렷한 경향을 보인다고 한 기존 연구 결과와 일치한다.³¹ 집단의 크기가 비교적 큰 40대($p = 0.41$), 50대($p = 0.48$) 여자와 40대 남자($p = 0.303$)에서도 나이와 안압은 유의한 상관관계는 보이지 않아, 40세 이상의 여자에서 안압에 대한 나이의 영향이 명확한 것으로 발표된 일본인 대상 연구와 차이를 보여,¹⁶ 이는 한국인이 일본인과 다른 체격을 가지며, 식생활

을 포함한 문화 또한 다른 것에 기인한 것으로 생각한다.

본 연구에서 성별에 따른 안압의 경우 여자보다 남자에서 높은 안압을 보였다($p < 0.05$). 안압을 성별로 비교한 연구들을 살펴보면 일본인에서 남자보다 여자에서 높은 안압을 보고하거나,³⁰ 인도인을 대상으로 한 연구에서는 여자보다 남자에서 높은 안압을 보고하기도 하며,³⁴ 남녀 간의 안압 차이가 없다는 보고도 있었다.¹⁴ 연구마다 다양한 결과를 보였는데 이런 다양한 결과는 서양인과 동양인의 인종적 차이, 환경의 차이 및 유전적 요인에 의한 것으로 생각한다.^{11,33,35}

본 연구에서 안압이 21 mmHg 이상이었던 고안압증은 전체에서 약 4.22%에서 나타났고, 남녀 각각 5.72%, 2.85%로 나타났으며 30-50대에서 발생 빈도가 가장 흔한 것으로 관찰되었다. 국내에서 2006년에 1년 동안 방문한 한국인을 대상으로 한 연구에서는 고안압증은 2.1%에서 나타났으며, 40-60대에서 발생빈도가 흔한 것으로 나타났다. 같은 한국인을 대상으로 한 연구임에도 이렇게 차이가 나는 것은 본 연구가 2000년부터 2011년까지의 기간에 방문을 한 정상인에 대한 연구이며, 2006년 이후로 계속해서 우리나라 사람들의 식습관 변화로 인해 지방의 섭취가 늘어나고 이로 인해 비만지수가 증가했기 때문으로 보인다. 2000년-2007년에 본원을 방문한 정상인의 비만도는 113.72 ± 14.41 이고, 2008년-2011년의 비만도는 88.34 ± 13.32 로 비만도가 감소하는 유의한 차이를 보였지만($p < 0.001$), 이에 반해 허리둘레-신장 비율은 0.50 ± 0.05 과 0.52 ± 0.08 로 유의하게 증가하였음을 확인할 수 있었다($p < 0.001$). 이러한 결과들을 분석해볼 때 중심성 비만의 증가가 안압의 증가에 기여했다고 보이며, 비만의 경우에 corticosteroid의 분비 증가의 기전을 통해 안압 상승에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.^{11,12,30,36} 안압이 21 mmHg 이상인 인구의 빈도는 백인에서 4.5-10%, 파키스탄에서 3.7%, 일본에서 2.0%로 보고되며, 한국인을 대상으로 한 본 연구의 결과는 서양의 수치와 유사한 것으로 보아 또 한 번 서구식 식습관으로의 변화와 관계 지어 볼 수 있겠다.^{16,30,37-39}

국외의 많은 연구에서도 비만을 나타내는 건강지수와 안압과의 상관관계는 여러 차례 밝혀져 왔으며,^{11,12,14,30} 본 연구에서도 비만도($p < 0.001$), 체질량지수($p < 0.001$), 체형지수($p = 0.03$), 허리둘레-신장 비율($p < 0.001$) 모두 안압과 연관성이 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서 대상으로 했던 건강지수 4가지 모두 안압과의 상관성을 보였기에 고안압과 더 관계가 높은 건강지수를 알아보고자 ROC곡선 분석을 활용하였다. AUC값은 높을수록 분석의 정확성도 상대적으로 높은 것으로 알려졌으며, 일반적으로 수치가 0.7 이상일 경우에 중등도 이상의

정확성을 반영하는 것으로 간주된다.⁴⁰ 본 연구에서 ROC곡선의 AUC 면적을 살펴보면 비만도, 체질량지수, 허리둘레-신장 비율, 체형지수 순으로 AUC 값이 높았다. 이와 마찬가지로 정상, 과체중, 비만으로 나누어 비만도와 체질량지수의 고안압의 비율을 비교한 결과에서도 남녀 모두 각 건강지수가 정의하는 비만으로 분류될수록 고안압이 늘어나 건강지수와 안압과의 상관관계를 일부 확인하였고, 과체중, 비만에서도 비만도, 체질량지수, 허리둘레-신장 비율, 체형지수 순으로 고안압 비율이 높게 나타나 비만도와 체질량지수가 허리둘레-신장 비율보다는 보다 나은 고안압의 예측 지표라 생각한다. 또한 성별로 보정한 집단에서 AUC값이 0.7 이상을 나타내는 지수는 없었지만, 그중 비만도가 남녀 모두 0.7에 근사한 값을 나타낸 것으로 보아, 비만도가 안압과의 관계에 있어 가장 정확한 지수라 할 수 있겠다. 연령으로 세분화 하여 ROC 곡선을 살펴보았을 때는 20, 30, 70대 이상의 그룹에서 비만도의 AUC값이 0.7 이상으로 가장 정확하게 고안압을 예측하는 것으로 나타났다. 고안압의 비율이 가장 높았던 40대에서는 비만도, 체질량지수, 허리둘레-신장 비율, 체형지수 순으로 AUC값이 높았으나, 다른 연령대에 비해 허리둘레-신장 비율과 체질량지수의 AUC값 차이는 크지 않았다. 성별과 연령으로 세분화 하여 ROC 곡선을 살펴보았을 때는 남자의 경우 20, 60대에서, 여자의 경우 20, 30, 60, 70대 이상의 그룹에서 비만도의 AUC값이 0.7 이상으로 가장 정확하게 고안압을 예측하는 것으로 나타났다. 남자의 경우 40대에서 고안압의 비율이 가장 높았고, 여자의 경우 40, 50대에서 고안압의 비율이 높았는데 비만도, 체질량지수, 허리둘레-신장 비율, 체형지수 순으로 AUC값이 높았으며, 허리둘레-신장 비율의 AUC값은 체질량지수의 그것과 다른 연령대에 비해 크게 차이가 나지 않았다. 이는 고안압의 비율이 높았던 그룹에서 복부비만이 증가함에 따라, 허리둘레-신장 비율의 고안압 예측률 상승에 영향을 준 것으로 유추된다.

몇몇 앞선 연구에서 체질량지수는 신장-체중을 사용하는 지수 중 가장 체지방량과 관련성이 높아 상관계수가 0.8에 이르는 것으로 알려졌다.⁴¹⁻⁴³ 하지만 비만은 단순한 체중 증가가 아닌 지방의 과도한 체내 축적으로 축적된 정도와 체내에서의 분포에 대한 평가가 필요한데 이는 내장지방이 피하지방보다 건강에 대한 위험도를 평가하는 데 더 중요하기 때문이다.⁴⁴ 본 연구를 통해 본 결과 비만도와 체질량지수가 여전히 고안압을 예측하는 데 가장 좋은 지수라는 것이 다시 확인되긴 하였지만, 서구식 생활습관으로의 변화로 중심성 비만이 증가하는 것을 고려하여 성별 및 연령대에 따라 허리둘레-신장 비율을 함께 사용하는 것이 좀 더 정확한 예측을 위해 도움이 될 것이라 생각한다.

본 연구는 다른 연구들에 비해 많은 수의 환자를 대상으로 하였으며, 기존의 건강지수들과 새롭게 대두된 건강지수와 안압과의 상관관계를 연구하고 비교하였다는 점에 의의가 있다. 하지만 본 연구의 제한점은 단면연구이기 때문에 인과관계를 규명할 수 없었다는 점이고 체형지수가 정의하는 비만으로 갈수록 안압의 평균값은 높아졌으나 과체중 또는 비만에 해당하는 사람의 수가 전체 표본에 비해 너무 적어 해당 군의 고안압 또한 적게 관찰되었기에 상관관계를 연구하기에 부족한 점이 있었다. 연구대상이 되었던 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장 비율 외에 비만과 관련된 심혈관 질환 등에서 많이 연구되고 있는 허리둘레-엉덩이 둘레 비율(Waist-Hip ratio)을 본 연구를 진행하는 과정에 포함시키지 못해 아쉬운 점이 있었다.

성인 비만뿐만 아니라 소아 비만이 사회적인 문제가 되고 있고 비만인구가 점점 늘어나는 만큼 앞으로도 비만을 나타내는 건강지수와 안압에 대한 전향적이고 대규모의 연구가 필요할 것으로 생각하며 하나의 지수 단독으로 고안압을 예측하기보다는 여러 지수를 고려하여 좀 더 세밀하고 정확한 예측을 위한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로, 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장 비율을 포함한 건강지수와 안압은 상관관계를 보였으며, 비만도, 체질량지수에 따라 정상, 과체중, 비만으로 갈수록 안압은 증가하였고 본 연구에서는 비만도가 안압과의 관련성이 가장 높았다. 안압 조절을 목적으로 허리둘레, 체중 등의 개선이 실제 안압의 변화로 이어지는지 여부에 대하여 후속연구가 필요할 것이다.

REFERENCES

- 1) Meckenzie W. Practical treatise on the disease of the eye, 2nd ed. London: Longman, 1835; pp. 822.
- 2) Lee JK, Han YS, Lee JS, Kim YK. The relationship between intraocular pressure and age, hypertension and obesity index in ocular hypertensive patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1082-7.
- 3) Lee JK, Lee JS, Kim YK. The relationship between intraocular pressure and health parameters. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009; 50:105-12.
- 4) Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI. *Am J Phys Anthropol* 2006;129:151-6.
- 5) Heymsfield SB, Scherzer R, Pietrobelli A, et al. Body mass index as a phenotypic expression of adiposity: quantitative contribution of muscularity in a population-based sample. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:1363-73.
- 6) Gómez-Ambrosi J, Silva C, Galofré JC, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *Int J Obes (Lond)* 2012; 36:286-94.
- 7) Bray GA, Smith SR, de Jonge L, et al. Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial. *JAMA* 2012;307: 47-55.
- 8) Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS One* 2012; 7:e39504.
- 9) Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: executive summary. Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight in Adults. *Am J Clin Nutr* 1998;68:899-917.
- 10) Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010;23:247-69.
- 11) Shiose Y, Kawase Y. A new approach to stratified normal intraocular pressure in a general population. *Am J Ophthalmol* 1986; 101:714-21.
- 12) Bulpitt CJ, Hodes C, Everitt MG. Intraocular pressure and systemic blood pressure in the elderly. *Br J Ophthalmol* 1975;59:717-20.
- 13) Carel RS, Korczyn AD, Rock M, Goya I. Association between ocular pressure and certain health parameters. *Ophthalmology* 1984; 91:311-4.
- 14) Klein BE, Klein R, Linton KL. Intraocular pressure in an American community. The Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:2224-8.
- 15) Bulpitt CJ, Hodes C, Everitt MG. Intraocular pressure and systemic blood pressure in the elderly. *Br J Ophthalmol* 1975;59:717-20.
- 16) Mori K, Ando F, Nomura H, et al. Relationship between intraocular pressure and obesity in Japan. *Int J Epidemiol* 2000;29:661-6.
- 17) Perry AC, Applegate EB, Allison ML, et al. Relation between anthropometric measures of fat distribution and cardiovascular risk factors in overweight pre- and postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1997;66:829-36.
- 18) Seidell JC, Han TS, Feskens EJ, Lean ME. Narrow hips and broad waist circumferences independently contribute to increased risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Intern Med* 1997;242: 401-6.
- 19) Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *Am J Clin Nutr* 2009;89:500-8.
- 20) 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.
- 21) Klein BE, Klein R. Intraocular pressure and cardiovascular risk variables. *Arch Ophthalmol* 1981;99:837-9.
- 22) Bengtsson B. Some factors affecting the distribution of intraocular pressures in a population. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1972;50:33-46.
- 23) 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.
- 24) 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.
- 25) Armaly MF. Age and sex correction of applanation pressure. *Arch Ophthalmol* 1967;78:480-4.
- 26) Martin MJ, Sommer A, Gold EB, Diamond EL. Race and primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1985;99:383-7.

- 27) Hollows FC, Graham PA. Intra-ocular pressure, glaucoma, and glaucoma suspects in a defined population. Br J Ophthalmol 1966;50:570-86.
- 28) Klein BE, Klein R, Moss SE. Intraocular pressure in diabetic persons. Ophthalmology 1984;91:1356-60.
- 29) Seddon JM, Schwartz B, Flowerdew G. Case-control study of ocular hypertension. Arch Ophthalmol 1983;101:891-4.
- 30) Shiose Y. The aging effect on intraocular pressure in an apparently normal population. Arch Ophthalmol 1984;102:883-7.
- 31) Shiose Y, Kawase Y. A new approach to stratified normal intraocular pressure in a general population. Am J Ophthalmol 1986;101:714-21.
- 32) 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]. Nihon Ganka Gakkai Zasshi 1969;73:112-22.
- 33) Shiose Y. Intraocular pressure: new perspectives. Surv Ophthalmol 1990;34:413-35.
- 34) Kass MA, Zimmerman TJ, Alton E, et al. Intraocular pressure and glaucoma in the Zuni indians. Arch Ophthalmol 1978;96:2212-3.
- 35) Jung SC, Choi YR, Lee JS. The Relationship between intraocular pressure and cardiovascular risk factors. J Korean Ophthalmol Soc 2005;46:1518-25.
- 36) Scheingart DE, Conn JW. Characteristics of the increased adreno-cortical function observed in many obese patients. Ann N Y Acad Sci 1965;131:388-403.
- 37) Katavisto M, Sammalkivi J. Tonometry among persons over 40 years of age. (results of a mass examination at the north karelian central hospital). Acta Ophthalmol (Copenh) 1964;42:370-7.
- 38) Qureshi IA. Intraocular pressure: a comparative analysis in two sexes. Clin Physiol 1997;17:247-55.
- 39) 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. Ophthalmology 1999;106:2016-22.
- 40) Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science 1988;240:1285-93.
- 41) Norgan NG, Ferro-Luzzi A. Weight-height indices as estimators of fatness in men. Hum Nutr Clin Nutr 1982;36:363-72.
- 42) Oshaug A, Bugge KH, Bjønnes CH, Ryg M. Use of anthropometric measurements in assessing risk for coronary heart disease: a useful tool in worksite health screening? Int Arch Occup Environ Health 1995;67:359-66.
- 43) Schreiner PJ, Pitkaniemi J, Pekkanen J, Salomaa VV. Reliability of near-infrared interactance body fat assessment relative to standard anthropometric techniques. J Clin Epidemiol 1995;48:1361-7.
- 44) Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Body mass index, waist circumference, and health risk: evidence in support of current National Institutes of Health guidelines. Arch Intern Med 2002;162:2074-9.

= 국문초록 =

비만 지수와 안압과의 관계

목적: 비만을 나타내는 건강지수들과 안압의 상관관계를 단면연구를 통해 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 정상인을 대상으로 연령, 성별에 따른, 건강지수들 즉 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장비율과 정상, 과체중, 비만에 따른 안압과의 상관관계를 조사하였다.

결과: 총 63,385명의 환자 중 남자가 30,288명, 여자가 33,097명이었으며, 평균 안압은 남자가 15.13 ± 3.24 mmHg, 여자가 14.44 ± 3.02 mmHg이었다. 비만도와 체질량지수와 연관된 남, 여의 안압이 모두 정상, 과체중, 비만으로 나눈 3군 사이에 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 비만으로 갈수록 각 군의 평균값이 증가하였다. 체형지수에 따라 나눈 정상, 과체중, 비만에서는 3군 사이에 여자($p = 0.28$), 남자($p = 0.66$) 모두 안압의 유의한 차이가 없었다. 허리둘레-신장비율에 따라 나눈 3군에서는 성별의 차이 없이 정상과 과체중, 정상과 비만 사이에 안압이 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 다중 선형 회귀분석에서 남, 여 모두 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장비율에서 안압과 연관성을 보였고, ROC curve에서는 비만도, 체질량지수, 허리둘레-신장비율, 체형지수 순으로 높은 수치를 나타내었다.

결론: 한국의 정상인에 있어서 성별에 상관없이 안압은 비만도, 체질량지수, 체형지수, 허리둘레-신장비율에서 연관성을 가지고 있으며, 그중 비만도와 가장 밀접한 연관성이 있었다.

〈대한안과학회지 2015;56(3):379-387〉
