대한안과학회지 2020년 제 61 권 제 1 호
J Korean Ophthalmol Soc 2020;61(1):78-85
ISSN 0378-6471 (Print) · ISSN 2092-9374 (Online)
https://doi.org/10.3341/jkos.2020.61.1.78

Original Article

리바운드안압계를 이용하여 측정한 시야검사 전후 안압 차이

The Difference in Intraocular Pressure before and after Visual Field Test Measured by Rebound Tonometer

박중현[1] · 김진영[1] · 이은경[2] · 이혜진[1] · 정진호[1] · 이상윤[1]

Joong Hyun Park, MD[1], Jin Young Kim, MD[1], Eun Kyoung Lee, MD[2], Hye Jin Lee, MD[1], Jin Ho Jeong, MD[1], Sang-Yoon Lee, MD[1]

제주대학교 의학전문대학원 제주대학교병원 안과학교실[1], 서울대학교 의과대학 서울대학교병원 안과학교실[2]

Department of Ophthalmology, Jeju National University Hospital, Jeju National University School of Medicine[1], Jeju, Korea
Department of Ophthalmology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine[2], Seoul, Korea

Purpose: To investigate the effect of a visual field (VF) test on intraocular pressure (IOP) and relevant parameters in a normal group and an open-angle glaucoma group, and to determine the appropriate time of IOP measurements.
Methods: The IOP was measured by a rebound tonometer before and after a VF test for the normal, normal-tension glaucoma, and high-tension glaucoma groups, and IOP differences after the VF tests were compared among groups. Parameters including age, sex, axial length, central corneal thickness, IOP before the VF test, the VF index, mean deviation, VF test duration, and usage of IOP lowering medications were investigated, and the correlations of these parameters with IOP changes after VF tests were determined using linear regression analyses.
Results: A total of 232 participants (232 eyes) included 55 normal subjects, 131 normal-tension glaucoma patients, and 46 high-tension glaucoma patients. The IOP differences after VF tests were not statistically significant in the normal and high-tension glaucoma groups, and the difference was 0.31 mmHg in the normal-tension glaucoma group (p = 0.013). Multivariate regression analyses revealed that axial length (p = 0.005) and IOP before the VF test (p < 0.001) were relevant factors in the total number of patients, and the axial length (p = 0.017), IOP before the VF test (p = 0.001), and duration (p = 0.029) were found to be significantly associated with IOP differences in the normal-tension glaucoma group.
Conclusions: The IOP changes after VF tests using the rebound tonometer were significant in the normal-tension glaucoma group, but were within an acceptable range. The IOP value measured after a VF test is clinically valid in clinical practice.
J Korean Ophthalmol Soc 2020;61(1):78-85

Keywords: Intraocular pressure, Normal tension glaucoma, Rebound tonometer, Visual field test

■ **Received:** 2019. 6. 28. ■ **Revised:** 2019. 9. 6.
■ **Accepted:** 2019. 12. 30.

■ Address reprint requests to **Sang-Yoon Lee, MD**
Department of Opthalmology, Jeju National University Hospital, #15 Aran 13-gil, Jeju 63241, Korea
Tel: 82-64-754-8182, Fax: 82-64-717-1029
E-mail: forgotten100@gmail.com

* This study was presented as a poster at the 115th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2016.

* This work was supported by a research grant from Jeju National University Hospital development fund in 2016.

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

안압은 녹내장의 발병 및 진행과 관련된 가장 중요한 위험 인자로 알려져 있으며, 안압의 조절은 녹내장의 진행을 막기 위한 치료에서 핵심적인 요소이다. 안압은 일중 변동을 보이는 특성이 있으며, 또한 여러 요인의 영향을 받아 측정시마다 다르게 나타날 수 있다. 이전의 연구에서 환자의 나이, 각막의 두께, 안압의 측정 시점, 안압을 측정하는 도구 및 검사자, 눈꺼풀에 가해지는 압력, 일중 혹은 계절 요인, 눈의 깜빡임, 호르몬 균형, 자세, 이전 안구수술 여부, 조절 상태 및 안축장 길이 등이 안압 변동 및 안압의 측정

ⓒ *2020 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.

에 영향을 주는 인자들로 알려져 있다.[1-4]

녹내장 환자의 정기적인 진료에서 안압 측정 및 시야검사는 녹내장의 진행과 치료의 결정에서 중요한 검사이며, 내원 시 같이 시행되는 경우가 흔하다. 시야검사를 시행하는 내원일에 안압 측정이 시야검사 전에 이루어지는 경우도 있고 시야검사 후에 이루어지는 경우도 있는데, 실제 임상 진료 환경에서는 시야검사 이후에 안압을 측정하는 경우가 많다. 그 이유는 표준 안압 측정 방법인 골드만압평안압계를 사용한 안압 측정이 국소마취제 점안 및 안압계 접촉으로 인한 각막표면 눈물층 변화를 유발할 수 있어 시야검사 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.[5,6] 역으로 시야검사의 시행이 안압의 단기 변동을 유발하거나 안압 측정에 영향을 줄 수 있다.

시야검사가 안압에 미치는 영향에 대해 현재까지 발표된 연구에 따르면, 유의한 안압의 변화가 관찰된 연구들에서도 안압의 상승 혹은 하강이 모두 나타날 수 있다고 보고된 바 있다.[5,7-9] 또한, 다른 연구들에서는 시야검사가 검사 전후의 안압에 유의한 영향을 끼치지 못한 것으로 보고되기도 하여[6] 시야검사가 검사 후의 안압에 미치는 영향에 대해서는 아직 학계의 동의가 성립되지 않은 상황이다. 그리고 기존 연구들에서는 골드만압평안압계를 이용하였고, 주로 원발개방각녹내장 환자들을 대상으로 이루어졌다.[5,7-9] 이에 본 연구는 국내에 높은 유병률을 차지하는 정상안압녹내장, 고안압녹내장 및 정상 대상군을 포함하여 분석하였고, 시야검사의 시행이 리바운드안압계로 측정한 안압에 미치는 영향과 관련 인자들을 분석하기 위해 계획되었다.

대상과 방법

2015년 10월부터 2016년 4월까지 제주대학교병원 안과 외래에 내원한 환자 중 정상 대상자 및 개방각녹내장환자를 대상으로 시행하였다. 정상 대상자군은 녹내장성 시신경 손상 및 녹내장성 시야 손상이 없는 대상자를 포함하였고, 개방각녹내장은 전방각경검사상 개방각이며, 녹내장성 시신경 손상 및 녹내장성 시야 손상이 관찰되는 환자를 포함하였다. 정상안압녹내장환자는 개방각녹내장환자 중 치료 전 기저안압이 21 mmHg 미만인 경우로 분류하였고, 고안압녹내장 환자군은 치료 전 안압이 21 mmHg 이상인 원발개방각녹내장환자들로 구성되었다. 안압 측정의 시간을 고려하여 오전 10시에서 12시 사이에 진료하고 안압을 측정한 환자만을 포함하였다. 나이가 20세 이하이거나 시야검사상에서 20% 이상의 주시상실을 보였거나, 15% 이상의 위양성 혹은 위음성을 보인 경우, 검사 시간이 30분 이상 지속된 환자는 대상에서 제외되었고, 기존에 안압약을 사용하지 않은 새로 진단된 녹내장환자, 녹내장으로 치료를 받고 있지만 순응도가 좋지 않은 환자, 안압과 시야검사에 영향을 줄 수 있는 각막 및 안구표면질환을 가진 환자, 비합병성 백내장수술을 제외한 다른 안구 내 수술을 시행 받은 환자들도 제외되었다. 본 연구는 헬싱키선언에 입각하여 시행되었고, 제주대학교병원 임상시험위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았다(승인 번호: 2018-03-016).

대상군은 시야검사 시행 5분 전과 시행 5분 후의 시점에 안압을 각각 측정하였다. 안압의 측정은 모두 단일 검사자에 의해 진행되었고, Icare PRO 리바운드안압계(Icare® PRO tonometer, Icare Finland Oy, Vantaa, Finland)를 사용하였다. 안압의 측정은 업데이트 및 보정을 마친 장비를 이용하여 제조사의 매뉴얼의 방법대로 이루어졌다. 환자가 똑바로 앉은 자세를 유지한 상태로 각막 중심에서 3 mm 이내 위치에서 각막표면의 접선이 안압계의 탐침과 수직을 이루는 방향으로 측정하였다. 6번의 연속적인 측정이 이루어진 후 장비의 화면에 표시된 색이 황색이나 적색인 경우는 녹색으로 표시될 때까지 재측정하였다. 시야검사는 험프리 자동시야검사계(HFA; 750I, Carl Zeiss Meditec, Inc. Dublin, CA, USA)의 SITA program (Central 24-2)에 의해 시행되었다. 시야검사를 시행하는 동안 환자는 무산동 상태를 유지하였고, 근거리 렌즈로 해당 안을 교정하였으며 반대편 안은 가리개로 가리고 검사를 진행하였다.

대상자의 나이, 성별, 이전 내원시 외래에서 골드만압평안압계로 측정된 안압, 안축장의 길이, 중심각막두께를 확인하였고, 시야검사 결과에서 평균편차(mean deviation), 시야지표(visual field index), 검사 소요 시간(duration of visual field testing)을 분석에 포함하였다. 안압하강제 사용 여부를 확인하여 베타차단제, 프로스타글란딘 제제, 알파-2 작용제, 탄산탈수효소 억제제로 분류하였다. 리바운드안압계에서 반복 측정의 재현성을 확인하기 위하여 개방각녹내장환자군 30명 30안에서 위와 동일하게 5분 간격으로 안압을 반복 측정하였던 자료를 사용하였다.

통계분석으로는 SPSS (SPSS 12.0, Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, 연구에 포함된 전체 대상군에서 양안 중 무작위로 단안을 선택하여 분석을 시행하였다. 정상 대상군, 정상안압녹내장환자군, 고안압녹내장환자군 간의 시야검사 전후의 안압 차이를 비교하기 위해 대응표본 *t*-검정(paired *t*-test)을 시행하였다. 각 군 간 임상 소견의 비교를 위해 일원배치분산분석(one-way analysis of variance) 및 본페로니 사후분석을 시행하였다. 시야검사 전후의 안압 변화에 영향을 미치는 인자들을 알아보고자 단변량 및 다변량 선형회귀분석(univariate, multivariate linear regression analysis)을 실시하였으며, 다변량 선형회귀분석은 단변량 선형회귀

분석 결과에서 p<0.2로 확인된 인자들을 포함하여 시행하였다. 안압 측정의 재현성은 급간내 상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)를 계산하여 확인하였다. 전체적으로 통계 분석에서 p-value가 0.05 미만인 것을 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

총 232명이 연구 대상군으로 포함되었으며, 정상 대상군이 55명, 정상안압녹내장환자군이 131명, 그리고 고안압녹내장환자군이 46명이었다. 연구대상군의 임상 특성은 Table 1에 정리하였다. 각 군별 평균 연령은 각각 정상 대상군이 60.9 ± 11.3세, 정상안압녹내장환자군이 65.9 ± 13.0세, 고안압녹내장환자군이 62.1 ± 12.2세였다. 남성의 비율은 정상 대상군에서 50.9%, 정상안압녹내장환자군이 60.3%, 고안압녹내장환자군이 63.0%였고, 연령 및 성별은 각 군에서 차이가 없었다. 이전 외래에서 골드만압평안압계로 측정한 안압은 정상군에서 12.5 ± 3.0 mmHg, 정상안압녹내장환자군에서 11.8 ± 3.0 mmHg, 고안압녹내장환자군에서 15.2 ± 3.5 mmHg로 측정되었고, 정상군과 정상안압녹내장환자군에 비해 고안압녹내장환자군에서 유의하게 높게 나타났다(p<0.001). 안축장의 평균 길이는 정상 대상군, 정상안압녹내장환자군, 고안압녹내장환자군 순으로 24.51 ± 1.60 mm, 24.35 ± 1.19 mm, 24.30 ± 1.88 mm였고, 중심각막두께는 각각 516.9 ± 36.0 μm, 524.1 ± 42.2 μm, 521.5 ± 25.7 μm로 각 군 간 차이는 유의하지 않았다. 시야검사 결과에서 평균편차(mean deviation)은 정상 대상군에서 -3.02 ± 2.00 dB, 정상안압녹내장환자군에서 -8.90 ± 2.00 dB, 고안압녹내장환자군에서 -11.6 ± 8.60 dB였고, 고안압녹내장환자군, 정상안압녹내장환자군, 정상 대상군 순으로 시야손상이 심한 것으로 확인되었다(p<0.001). 시야지표(visual field index)는 정상 대상군(96.2 ± 3.14%)이 정상안압녹내장환자군(78.1 ± 22.3%)과 고안압녹내장환자군(69.7 ± 28.8%)에 비해 높게 나타났다(p<0.001). 시야검사에 소요된 시간은 정상군에서 203.2 ± 46.1초로 타 그룹에 비해 더 짧은 경향을 보였다(p<0.001) (Table 1). 안압하강제의 사용 개수는 정상안압녹내장환자군에서 1.26 ± 0.93개였고, 고안압녹내장환자군에서 1.85 ± 1.19개로 유의한 차이를 보였다. 안압하강제 종류의 빈도는 정상안압녹내장 및 고안압녹내장환자군에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

시야검사 전후의 안압의 평균 변화는 정상군에서 -0.06 ± 1.55 mmHg, 정상안압녹내장환자군에서 0.31 ± 1.43 mmHg, 고안압녹내장환자군에서 -0.10 ± 1.64 mmHg로 나타났고, 정상안압녹내장환자군에서 시야검사 전후 안압 측정치가 유의한 차이를 보였다(p=0.013). 시야검사 후 안압의 변화량이 2 mmHg를 초과한 환자는 정상 대상군에서 12안(21.8%), 정상안압녹내장환자군에서 22안(16.8%), 고안압녹내장환자군에서 9안(19.6%)였다(Table 2). 시야검사 전후로 안압의 변화를 보인 환자의 분포를 살펴보면, 정상 대상군과 고안압녹내장환자군에서는 안압이 상승하는 환자와 감소하

Table 1. The comparison of characteristics between normal subject group, normal tension glaucoma group, and high tension glaucoma group

Characteristic	Normal (n = 55)	NTG (n = 131)	HTG (n = 46)	p-value	*Post hoc* analysis*
Age (years)	60.9 ± 11.3	65.9 ± 13.0	62.1 ± 12.2	0.261†	
Sex (male:female)	28:27	79:52	29:17	0.392‡	
IOP by Goldmann tonometry (mmHg)	12.5 ± 3.0	11.8 ± 3.0	15.2 ± 3.5	<0.001†	Nl=NTG<HTG
Axial length (mm)	24.51 ± 1.60	24.35 ± 1.19	24.30 ± 1.88	0.779†	
CCT (μm)	516.9 ± 36.0	524.1 ± 42.2	521.5 ± 25.7	0.615†	
Humphrey visual field					
MD (dB)	-3.02 ± 2.00	-8.90 ± 2.00	-11.6 ± 8.60	<0.001†	Nl>NTG>HTG
VFI (%)	96.2 ± 3.1	78.1 ± 22.3	69.7 ± 28.8	<0.001†	Nl>NTG=HTG
Duration (seconds)	203.2 ± 46.1	260.2 ± 81.5	254.8 ± 52.9	<0.001†	Nl<NTG=HTG
Number of IOP lowering medication	None	1.26 ± 0.93	1.85 ± 1.19	<0.001†	Nl<NTG<HTG
IOP lowering medication				0.075‡	
Beta blocker		55 (42.0)	26 (56.5)		
Calcium anhydrase inhibitor		27 (20.6)	18 (39.1)		
Alpha agonist		22 (16.8)	20 (43.5)		
Prostagladin analogue		61 (46.6)	21 (45.7)		

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%) unless otherwise indicated.
NTG = normal tension glaucoma group; HTG = high tension glaucoma group; IOP = intraocular pressure; Nl = normal group; CCT = central corneal thickness; MD = mean deviation; VFI = visual field index.
*Bonferroni method; †one-way analysis of variance; ‡chi-square test.

는 환자가 비교적 고르게 분포되어 있었던 반면, 정상안압녹내장환자군에서는 안압이 상승하는 경향에 치우친 분포를 보였다(Fig. 1). 전체 대상군에서 시야검사 이후 안압 변화를 영향을 평가하기 위한 단변량 선형회귀분석에서 시야검사 전 안압이 시야검사 전후의 안압 차이와 유의한 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 단변량 분석에서 p<0.2인 인자들을 포함하여 시행한 다변량 회귀분석에서는 시야검사 전 안압이 시야검사 후의 안압 변화와 유의한 음의 상관관계를, 안축장의 길이가 유의한 양의 상관관계를 보였다(Table 3). 정상안압녹내장환자군에서 시행한 단변량 선형회귀분석에서는 시야검사 전 안압과 평균편차가 시야검사 전후의 안압 차이와 유의한 음의 상관관계를 보였고, 시야검사 소요 시간은 유의한 양의 상관관계를 보였다. 단변량 분석에서 p<0.2인 인자들을 포함하여 시행한 다변량 회

Table 2. The differences of intraocular pressure after visual field test in three groups

Intraocular pressure	Normal (n = 55)	NTG (n = 131)	HTG (n = 46)
Before test	14.91 ± 2.78	13.97 ± 3.24	17.10 ± 3.51
After test	14.85 ± 2.04	14.28 ± 3.14	17.01 ± 3.54
Difference	-0.06 ± 1.55	0.31 ± 1.43	-0.10 ± 1.64
p-value*	0.776	0.013	0.695

Values are presented as mean ± standard deviation.
NTG = normal tension glaucoma group; HTG = high tension glaucoma group.
*Paired t-test.

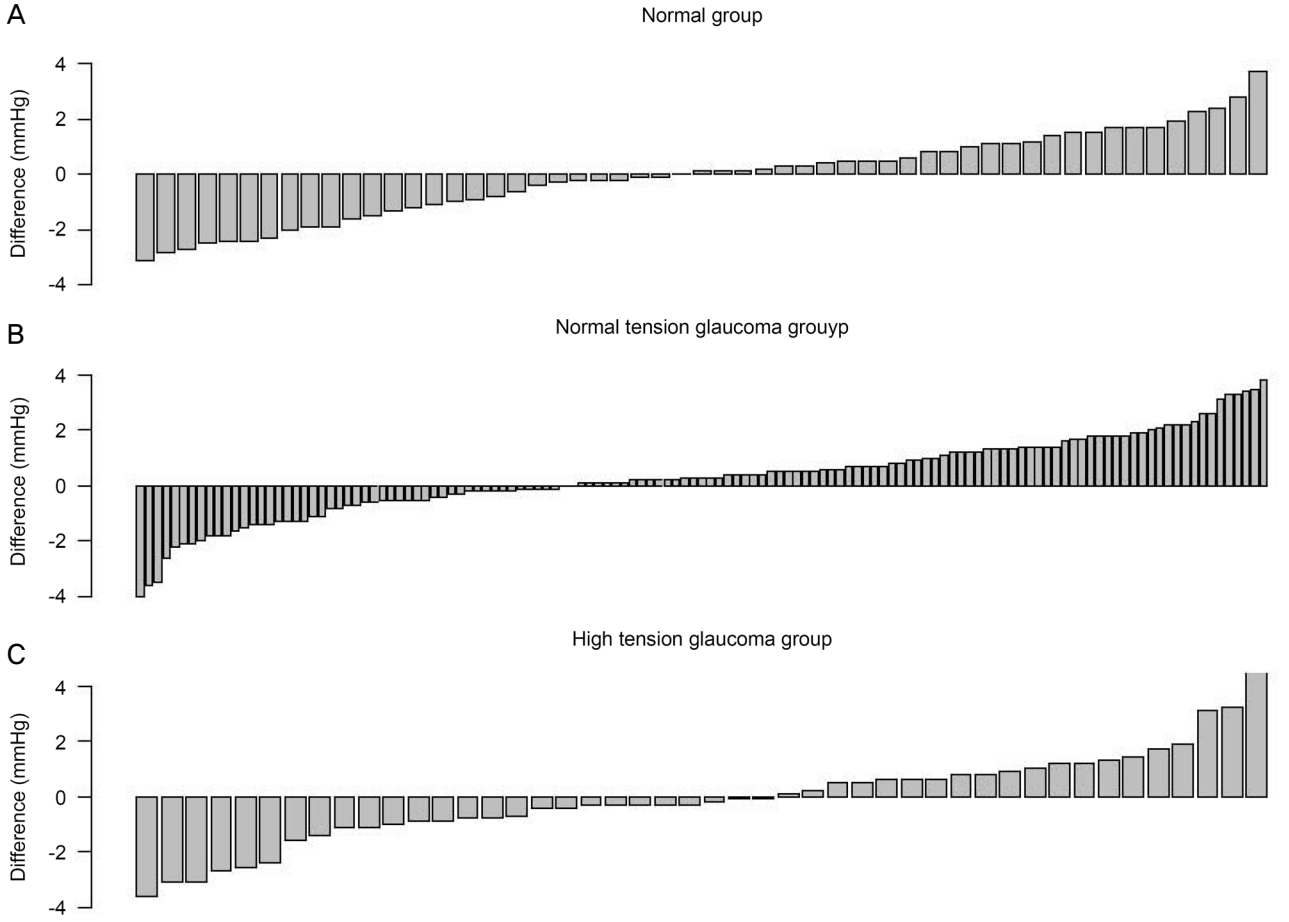

Figure 1. The distribution of intraocular pressure (IOP) changes after visual field test. Normal group (A) and high tension glaucoma group (C) show similar distribution between patients with increased and decreased IOP after visual field test, but normal tension glaucoma group showed high concentration of patients with increased IOP (B).

귀분석에서 검사 전후 안압 차이와 유의한 음의 상관관계를 나타낸 인자는 시야검사 전 안압이었고, 안축장의 길이와 검사소요시간은 각각 유의한 양의 상관관계를 보인 인자로 확인되었다(Table 4). 정상안압녹내장환자군에서 안압 변화의 양이 2 mmHg 이상인 환자군과 그 미만인 환자군을 나누어 비교하였을 때, 연령, 성별, 안축장길이, 각막중심두께, 안압하강제의 수와 종류 모두 유의한 차이를 보이지 않았으나, 안압 변화의 양이 2 mmHg 이상인 환자군에서 이전 외래에서 골드만압평안압계로 측정한 안압이 더 높았다(p=0.044) (Table 5). 리바운드안압계를 이용한 안압 측정의 재현성을 확인하기 위한 자료에서 안압의 반복 측정시 1회차 안압은 14.46 ± 2.38 mmHg였고, 2회차 안압은 14.67 ± 2.39 mmHg였으며, 측정 간 안압의 차이는 0.22 ± 0.86 mmHg였으나 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.158). 반복 측정 간 급간내 상관계수(ICC)는 0.932였고, 95% 신뢰구간은 0.889에서 0.959였다.

고 찰

안압측정은 녹내장 진행의 판단 및 치료의 결정에서 매우 중요하며, 안압의 저평가 및 고평가는 녹내장 치료 결정에 큰 영향을 줄 수 있다. 더불어 시야검사는 녹내장성 시야결손의 유무 및 진행 정도를 분석하여, 녹내장의 진단과 병의 진행 여부를 판단하는 필수적인 검사이다. 임상 진료 환경에서 녹내장환자는 흔히 안압의 측정과 시야검사를 같은 내원일에 시행받게 되는데, 안압의 측정을 시야검사 전과 후 중 어느 시기에 해야할지는 정립된 바가 없다. 안압의 측정만을 중요하게 생각한다면 시야검사 전에 안압을 측정하는 것이 다른 영향 없이 안정된 상태에서의 환자의 안압을 측정한다는 측면에서 더 적절하다고 할 수 있다. 그러나 서론에서 언급한 바와 같이 시야검사 후에 안압을 측정하는 방법은 표준 측정 방식인 골드만압평안압계의 사용시 필수적으로 발생하는 국소마취제의 사용 및 접촉으로

Table 3. Univariate and multivariate regression analyses for intraocular pressure differences after visual field test in total subjects

Variable	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	β ± SE	p-value*	β ± SE	p-value†
Age	-0.002 ± 0.008	0.824	-	-
Sex‡	0.199 ± 0.201	0.325	-	-
Axial length	0.127 ± 0.074	0.087	0.207 ± 0.072	0.005
CCT	-0.006 ± 0.003	0.051	0.004 ± 0.170	0.170
IOP before test	-0.164 ± 0.027	<0.001	-0.166 ± 0.033	<0.001
HVF				
MD	-0.023 ± 0.014	0.103	-0.025 ± 0.018	0.162
Testing time	0.000 ± 0.001	0.842	-	-
Medication	0.037 ± 0.093	0.688	-	-

β = β coefficient; SE = standard error; CCT = central corneal thickness; IOP = intraocular pressure; HVF = Humphrey Visual Field; MD = mean deviation.
*Univariate linear regression analysis; †multivariate linear regression analysis; ‡male was coded as 1.

Table 4. Univariate and multivariate regression analyses for intraocular pressure differences after visual field test in the normal tension glaucoma group

Variable	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	β ± SE	p-value*	β ± SE	p-value†
Age	-0.010 ± 0.012	0.419		
Sex‡	0.297 ± 0.304	0.333		
Axial length	0.180 ± 0.117	0.128	0.269 ± 0.111	0.017
CCT	0.000 ± 0.003	0.821		
IOP before test	-0.120 ± 0.044	0.008	-0.153 ± 0.046	0.001
HVF				
MD	-0.051 ± 0.022	0.026	-0.001 ± 0.041	0.974
Testing time	0.005 ± 0.002	0.031	0.005 ± 0.002	0.029
Medication	0.210 ± 0.163	0.202		

β = β coefficient; SE = standard error; CCT = central corneal thickness; IOP = intraocular pressure; HVF = Humphrey Visual Field; MD = mean deviation.
*Univariate linear regression analysis; †multivariate linear regression analysis; ‡male was coded as 1.

인한 각막눈물층의 변화가 시야검사 결과에 영향을 미칠 가능성을 배제한다는 점에서 장점이 있다. 또한 국내 진료 환경에서 시야검사는 검사실에서 따로 검사가 이루어지는 반면, 골드만압평안압계를 사용한 안압 측정은 진료 및 세극등현미경검사와 동시에 시행되어 외래 환자의 동선이 효율적으로 줄어드는 장점도 가진다. 이러한 이유로 시야검사 이후에 안압을 측정하는 경우도 적지 않은데, 이 때 측정된 안압이 안정될 시 안압과 어떤 차이가 있는지를 알아보고자 본 연구를 계획하였다.

이러한 관점에서 시야검사가 안압에 미치는 영향에 대해서는 이전부터 연구가 이루어져 왔으며, 그 결과는 서로 다르게 보고되었다. Recupero et al[8]의 연구에 따르면 원발개방각녹내장환자들에서 시야검사 이후 평균 2.38 mmHg의 일시적인 안압상승이 있었다고 하였고, 원발개방각녹내장환자에서 평균 10.6%의 안압상승을 보였다는 보고도 있었다.[5] 반면, 시야검사 전후로 녹내장환자, 고안압증환자, 녹내장의증환자 모두에서 유의한 안압 차이를 보이지 못했다는 연구 결과도 있었고,[6] 개방각녹내장환자에서 오히려 시야검사 이후 유의한 안압의 하강을 보였다는 보고도 있었다.[7] 리바운드안압계를 이용하여 시야검사 전후의 안압 변화를 분석한 보고에서도 검사 이후 유의한 안압 변동을 보이지 못했다고 하였다.[10] 이전의 연구들의 단점은 대부분 대상이 되는 환자군이 50명 이내의 적은 수였으며, 안압을 시야검사 직전과 직후에 측정한 경우가 많아 실제 진료 환경과는 잘 맞지 않았다. 더불어 국내에 흔한 정상안압녹내장과 고안압녹내장의 구분 없이 분석이 이루어져 있어 본 연구에서는 이러한 부분을 보완하여 시행하였다. 또한 각막 접촉 면적이 매우 작은 리바운드안압계를 사용함으로써 시야검사 전 안압 측정이 시야검사에 미치는 영향을 최소화하여 연구를 수행할 수 있게 하였다.

본 연구에서는 정상 대상군 및 고안압녹내장환자군에서는 시야검사 이후 유의한 안압 변화를 보이지 않았고, 정상안압녹내장환자군에서는 유의한 안압 변화를 보였으나 그 크기는 0.31 mmHg로 매우 적었다. 본 기관의 리바운드안압계를 사용한 안압 측정의 재현력(0.22 mmHg)을 고려하고, 이전에 리바운드안압계로 안압 측정의 재현성을 연구한 다른 문헌을 참고하였을 때에도 본 연구의 안압 변화는 임상적으로 의미가 있는 양은 아닌 것으로 생각된다.[11-13] 다만, 전체 232안 중 43안(18.5%)에서 2 mmHg를 초과하는 안압 변화를 보였는데, 각 군에서도 비슷한 정도의 비율로 나타났다. 이는 개방각녹내장환자에서 시행된 이전 연구에서 18.3%로 보고된 결과와 비슷한 정도였는데,[10] 표본군에 대한 통계분석에서는 유의한 정도의 차이로 나타나지 않았으나 소수의 환자에서는 2 mmHg를 넘는 안압 변화가 나타났다는 점에서 이러한 변화가 다른 날짜에 환자가 내원했을 때도 재현되는지에 대한 추가 연구가 필요하다. 더불어 실제 임상 진료 환경에서 안정적이었던 녹내장환자가 시야검사 시행일에 측정한 안압이 큰 변화를 보인 경우는 단기적으로 다시 확인할 필요가 있다고 하겠다.

이전에 시야검사와 안압 측정의 관계를 연구한 보고들에 따르면 시야검사 이후에 안압의 변화가 발생할 수 있는 근거로 먼저 검사 시간 동안 발생하는 조절로 인해 방수 유출

Table 5. The comparison of characteristics between the intraocular pressure change exceeding 2 mmHg and the intraocular pressure change under 2 mmHg in normal tension glaucoma group

Characteristic	IOP change (< 2 mmHg)	IOP change (> 2 mmHg)	*p*-value
Age (years)	65.6 ± 12.8	67.3 ± 14.2	0.616*
Sex (male:female)	64:45	15:7	0.408†
IOP by Goldmann tonometry (mmHg)	11.5 ± 2.6	13.4 ± 3.9	0.044*
Axial length (mm)	24.23 ± 1.01	24.95 ± 1.74	0.087*
CCT (μm)	524.5 ± 43.9	521.8 ± 32.6	0.773*
Humphrey visual field			
MD (dB)	-8.65 ± 6.65	-10.22 ± 7.26	0.379*
VFI (%)	78.8 ± 22.1	74.6 ± 22.8	0.464*
Duration (seconds)	257.8 ± 73.8	272.5 ± 114.6	0.579*
Number of IOP lowering medication	1.30 ± 0.94	1.05 ± 0.90	0.233*
IOP lowering medication			0.817†
Beta blocker	47 (43.1)	8 (36.4)	
Calcium anhydrase inhibitor	24 (22.0)	3 (13.6)	
Alpha agonist	20 (18.3)	2 (9.1)	
Prostagladin analogue	51 (43.1)	10 (45.5)	

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%) unless otherwise indicated.
IOP = intraocular pressure; CCT = central corneal thickness; MD = mean deviation; VFI = visual field index.
*t-test; †chi-square test.

의 증가가 발생한다는 점을 들었다. 조절 능력이 저하된 경우 정상에 비해 안압상승이 발생할 수 있다고 하였고, 실제 짧은 시간의 조절에도 유의한 안압하강이 유발되었다는 연구 결과도 보고된 바 있다.[3,14] 또한 고령의 환자들에서 더 많은 안압상승이 나타났으며, 이러한 원인으로 고령에 의한 조절 능력 저하가 연관되어 있을 가능성을 제시한 보고도 있었다.[8] 정신적인 스트레스 역시 안압에 영향을 미칠 수 있다는 연구 결과가 보고된 바 있고,[15] Ni et al[5]은 시야검사에 의한 스트레스와 그에 따른 교감신경자극에 의해 노르에피네프린이 분비되어 방수로 유입될 경우 안압상승이 나타날 수 있다고 하였다. 시야검사 후 안압 변화와 관련된 또 다른 인자에 대한 보고에서는 안압하강수술을 시행받지 않고 안압하강제를 사용 중인 환자들과 베타차단제와 알파-2작용제보다 프로스타글란딘과 탄산탈수효소억제제를 사용한 환자들의 경우 유의한 안압상승이 있었다고 하였다.[5] 또한 시야검사 전 표준 안압과 중심각막두께가 시야검사 이후의 안압하강과 유의한 상관관계가 있다는 보고도 있었다.[7]

본 연구에서 전체 대상자를 포함한 군과 정상 안압녹내장환자군에서 안압 변화에 영향을 미치는 인자를 다변량 선형회귀분석하였을 때, 두 군 모두에서 시야검사 전 안압과 안축장 길이가 유의한 것으로 나타났다. 시야검사 전 안압이 시야검사 후 안압 하강과 관련이 있었다는 결과는 이전 Sawada et al[7]의 보고와 일치하는 점이 있었으며, 그 이유에 대해서는 본 연구의 결과만으로 추정하기는 어렵다. 다만, 본 연구에서 조절을 줄이기 위해 시야검사 시행 시 근거리 교정을 실시했음에도 불구하고 이미 안압이 높게 측정된 환자들에서 조절에 의한 안압하강 영향이 더 크게 작용했을 가능성은 있다고 생각된다. 본 연구에서 정상안압녹내장환자군 중 시야검사 후 2 mmHg 이상의 안압 변화가 발생한 군을 분석하였을 때 그렇지 않은 군에 비하여 유의하게 이전 외래에서 측정한 골드만압평안압계 안압이 높았다는 것도 일치하는 소견이다. 안축장 길이 역시 조절에 의한 안압 변화와 관련하여 유의한 인자일 것으로 생각되나, 조절에 의한 안압 변화에서 근시나 안축장 길이의 영향에 대해서는 기존 보고가 큰 차이를 나타나지 못한 결과를 보이고 있어 이에 대한 자세한 연구가 필요하다고 생각한다. 녹내장환자군에서는 안압하강제를 사용하고 있었는데, 2 mmHg 이상의 안압 변화가 있었던 군과 그렇지 않은 군 간의 비교에서 안압하강제 종류의 분포는 통계적으로 차이를 보이지 않았다. 본 연구의 표본 수로 볼 때는 안압하강제의 연관성을 분석하기엔 표본 수가 부족하여 추후에 대규모 연구로 약제에 의한 영향을 추가로 확인할 필요가 있다.

본 연구의 제한점으로 표준 안압 측정법으로 알려진 골드만압평안압계를 이용하지 않았다는 점을 생각해 볼 수 있겠으나, 리바운드안압계를 이용한 안압 측정 방식이 골드만압평안압계를 이용한 방식과 비교하여 높은 일치율을 보였다는 연구들이 보고된 바 있다.[16-19] 본 기관에서 시행한 리바운드안압계를 사용한 안압 측정의 재현성도 기존 연구와 비슷한 정도였다. 또한 시야검사 5분 전과 5분 후의 시점에서만 안압 측정이 이루어졌기 때문에 안압의 변화가 일시적이었는지 또는 시간이 더 경과한 이후에 변화를 보이는지 여부를 평가하지 못했다는 점도 본 연구의 제한점으로, 추후 좀 더 다양한 시간 경과 시 안압 변화를 연구할 필요가 있다. 더불어 본 연구에서 미처 다 확인하지 못한 안압 변화에 영향을 미치는 인자들에 대한 세부 군별 분석을 위해서는 더 많은 수의 표본을 이용한 연구가 필요하다고 생각한다.

본 연구의 결론으로 시야검사 이후 안압의 변화를 리바운드안압계를 이용하여 확인한 결과, 정상 대상군 및 고안압녹내장환자군에서는 유의한 변화가 없었으며, 정상안압녹내장 환자군에서도 임상적으로 수용 가능한 정도의 변화만 보였다. 따라서 일반적으로 임상 진료 환경에서 시야검사 이후에 측정한 안압을 녹내장환자의 진료에서 활용할 수 있다고 생각한다. 그러나 소수의 환자에서는 2 mmHg를 넘는 안압 변화를 보였으므로, 안정적인 녹내장환자에서 시야검사를 시행한 내원일에 안압이 크게 변화한 경우는 단기적으로 다시 안압을 확인해보는 것이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1) Jamal KN, Gürses-Özden R, Liebmann JM, Ritch R. Attempted eyelid closure affects intraocular pressure measurement in open-angle glaucoma patients. Am J Ophthalmol 2002;134:186-9.
2) Rota-Bartelink AM, Pitt A, Story I. Influence of diurnal variation on the intraocular pressure measurement of treated primary open-angle glaucoma during office hours. J Glaucoma 1996;5:410-5.
3) Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. Surv Ophthalmol 1993;38:1-30.
4) Sudesh S, Moseley MJ, Thompson JR. Accuracy of Goldmann tonometry in clinical practice. Acta Ophthalmol (Copenh) 1993;71:185-8.
5) Ni N, Tsai JC, Shields MB, Loewen NA. Elevation of intraocular pressure in glaucoma patients after automated visual field testing. J Glaucoma 2012;21:590-5.
6) Martin L. Intraocular pressure before and after visual field examination. Eye (Lond) 2007;21:1479-81.
7) Sawada A, Yamada H, Yamamoto Y, Yamamoto T. Intraocular pressure alterations after visual field testing. Jpn J Ophthalmol 2014;58:429-34.
8) Recupero SM, Contestabile MT, Taverniti L, et al. Open-angle

glaucoma: variations in the intraocular pressure after visual field examination. J Glaucoma 2003;12:114-8.
9) Rebolleda G, Rodríguez-Villace C, Anton MV, Muñoz-Negrete FJ. Variations in intraocular pressure after visual field examination. J Glaucoma 2004;13:178-9.
10) Lee CM, Yoo YC. Short-term effect of standard automated perimetry testing on intraocular pressure in patients with open-angle glaucoma. ISRN Ophthalmol 2013;2013:956504.
11) Salim S, Du H, Wan J. Comparison of intraocular pressure measurements and assessment of intraobserver and interobserver reproducibility with the portable ICare rebound tonometer and Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. J Glaucoma 2013;22:325-9.
12) Kim KN, Jeoung JW, Park KH, et al. Comparison of the new rebound tonometer with Goldmann applanation tonometer in a clinical setting. Acta Ophthalmol 2013;91:e392-6.
13) Schweier C, Hanson JV, Funk J, Töteberg-Harms M. Repeatability of intraocular pressure measurements with Icare PRO rebound, Tono-Pen AVIA, and Goldmann tonometers in sitting and reclining positions. BMC Ophthalmol 2013;13:44.
14) Mauger RR, Likens CP, Applebaum M. Effects of accommodation and repeated applanation tonometry on intraocular pressure. Am J Optom Physiol Opt 1984;61:28-30.
15) Erb C, Brody S, Rau H. Effect of mental and physical stress on intraocular pressure--a pilot study. Klin Monbl Augenheilkd 1998;212:270-4.
16) Brusini P, Salvetat ML, Zeppieri M, et al. Comparison of ICare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. J Glaucoma 2006;15:213-7.
17) Martinez-de-la-Casa JM, Garcia-Feijoo J, Vico E, et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. Ophthalmology 2006;113:2156-62.
18) Sahin A, Basmak H, Niyaz L, Yildirim N. Reproducibility and tolerability of the ICare rebound tonometer in school children. J Glaucoma 2007;16:185-8.
19) Van der Jagt LH, Jansonius NM. Three portable tonometers, the TGDc-01, the ICARE and the Tonopen XL, compared with each other and with Goldmann applanation tonometry. Ophthalmic Physiol Opt 2005;25:429-35.

= 국문초록 =

리바운드안압계를 이용하여 측정한 시야검사 전후 안압 차이

목적: 정상 대상군과 개방각녹내장 환자군에서 시야검사가 안압에 미치는 영향 및 관련 인자들을 분석하고 적절한 안압측정 시점에 대해 논의하고자 한다.
대상과 방법: 2015년 10월부터 2016년 4월까지 내원한 정상 대상자, 정상안압녹내장환자, 고안압녹내장환자를 대상으로 험프리시야검사 시행 전후로 리바운드안압계로 안압 측정한 후 각 군별로 변화 양상을 비교하였다. 또한 나이, 성별, 안축장길이, 중심각막두께, 검사 전 안압, 시야검사 결과, 시야검사 시행 시간, 안압하강제 사용 개수 및 종류 등에 대해 각 군별 비교를 시행하고, 안압 변화와의 관계를 회귀분석으로 분석하였다.
결과: 정상 대상군 55명, 정상안압녹내장환자군 131명, 고안압녹내장환자군 46명을 포함한 232명(232안)에서 확인된 시야검사 전후 안압 차이는 정상 대상군 및 고안압녹내장환자군에서 유의한 차이가 없었고, 정상안압녹내장군에서 0.31 mmHg의 변화를 보였다(p=0.013). 전체 환자군을 대상으로 다변량 회귀분석 결과, 안축장의 길이(p=0.005)와 검사 전 안압(p<0.001)이 검사 전후 안압 변화와 유의한 연관인자로 파악되었고, 정상안압녹내장군에서는 안축장의 길이(p=0.017), 검사 전 안압(p=0.001), 그리고 검사 시간(p=0.029)이 유의한 연관을 보였다.
결론: 정상안압녹내장군에서 리바운드안압계로 측정 시 시야검사 전후로 유의한 안압 차이를 보였으나, 이는 수용 가능한 범위로 시야검사 이후 측정된 안압이 임상적으로 활용 가능함을 확인하였다.
〈대한안과학회지 2020;61(1):78–85〉

박중현 / Joong Hyun Park
제주대학교 의학전문대학원 제주대학교병원 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Jeju National University Hospital,
Jeju National University School of Medicine