

자세변동에 따른 안압의 변화와 안구박동크기와의 관계

Positional Change of Intraocular Pressure and Its Relationship to Ocular Pulse Amplitude

안재홍¹ · 길현경² · 이마빈²

Jae Hong Ahn, MD, PhD¹, Hyun Kyung Kil, MD², Mar Vin Lee, MD²

아주대학교 의과대학 안과학교실¹, 분당제생병원 안과²

Department of Ophthalmology, Ajou University School of Medicine¹, Suwon, Korea

Department of Ophthalmology, Bundang Jesaeng General Hospital², Seongnam, Korea

Purpose: To investigate the postural change of intraocular pressure (IOP) from sitting to supine position and determine the relationship to other ocular parameters including ocular pulse amplitude (OPA) in glaucoma suspect and open angle glaucoma patients.

Methods: The present study included 46 eyes of 46 patients. First, we measured IOP and OPA using Goldmann applanation tonometer (GAT), Pascal dynamic contour tonometer and TonoPen[®]. Using TonoPen[®], the IOP was measured immediately after the subjects were placed in a supine position and 10 minutes and 30 minutes thereafter. We also investigated the correlation between positional change of IOP and axial length (AL), refractive error (RE), and OPA.

Results: IOPs of patients in a sitting position measured with GAT and TonoPen[®] were 15.3 ± 3.3 mm Hg and 16.6 ± 2.9 mm Hg, respectively, and OPA was 2.57 ± 0.89 mm Hg. IOPs measured with TonoPen[®] were 17.6 ± 2.9 mm Hg immediately after position change, 18.2 ± 3.7 mm Hg after 10 minutes and 17.5 ± 2.7 mm Hg after 30 minutes. Each IOP change was statistically significant and the largest change was after 10 minutes. Changes of IOP after 10 minutes were positively correlated with OPA ($R = 0.340$) and RE ($R = 0.330$) and negatively correlated with AL ($R = -0.410$).

Conclusions: When placed in a supine position, the IOP of patients increased and then decreased over time. Positional IOP change was influenced by AL and OPA and variable hemodynamic factors and apparently influenced OPA and ocular perfusion pressure.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(2):234-240

Key Words: Intraocular pressure fluctuation, Ocular blood flow, Ocular pulse amplitude, Positional intraocular pressure

■ Received: 2014. 5. 16. ■ Revised: 2014. 8. 11.

■ Accepted: 2015. 1. 28.

■ Address reprint requests to **Mar Vin Lee, MD**

Department of Ophthalmology, Bundang Jesaeng General Hospital, #20 Seohyeon-ro 180beon-gil, Bundang-gu, Seongnam 463-774, Korea
Tel: 82-31-779-0292, Fax: 82-31-779-0896
E-mail: mvejhw@dmc.or.kr

* This study was presented as a poster at the 111th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2014.

혈압, 심박수, 호흡수 같은 생체 활력징후가 그리하듯 안압 역시 지속적으로 변화하는 인자로서 나이, 성별, 인종, 일중변동, 전신 혈액학적 요소, 운동, 체위변화, 굴절이상 그리고 약물 등 다양한 요소가 안압의 변동에 영향을 주는 것으로 알려졌다.¹ 체위변화에 따른 안압의 변화에 대한 기존 연구결과들을 살펴보면 좌위에 비해 와위에서 안압이 더 상승하며 심장에 비해 머리가 더 아래에 위치하게 되는 물구나무 서기 자세에서는 안압이 더 상승한다고 보고되어 있으며 이런 안압 상승은 두개강 내 혈압상승으로 인한 혈류의 증가와 상공막정맥압 상승이 주요 원인으로 설명되고

© 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.

있다.^{2,3}

와위를 취하게 될 경우 상승하는 안압의 정도는 정상인보다 정상안압녹내장 환자에서 더 크다는 보고가 있으며 옆으로 누웠을 때 아래에 위치한 눈의 안압이 더 높아지게 되는데 이러한 차이가 녹내장 환자에서 더 크다는 연구 결과도 있었다.^{3,5} 또한 잘 알려져 있듯이 녹내장환자는 일중 그리고 연중 안압 변동량이 더 크고 이러한 큰 변동폭은 녹내장의 진행과도 연관되어 있다.^{6,7} 우리 신체는 항상성을 유지하려고 하는 자가 조절기전을 가지고 있는데 이런 항상성이 어떤 원인에 의해서 장애를 겪게 되면 각종 질환이 유발될 수 있게 된다. 자세변화를 취했을 때 안압의 변화량이 크다는 것은 자가 조절기전에 의한 항상성 유지에 변화가 있음을 시사하는 현상의 하나일 것으로 생각한다.⁸

안구박동크기(ocular pulse amplitude, OPA)는 수축기 안압과 이완기 안압 사이의 차이의 평균값으로 측정되며 이러한 박동성 안압 차는 수축기와 이완기에 눈으로 유입되는 유입되는 혈액 양의 차이에서 기인한다.^{9,10} 안구박동크기는 맥락막관류와 안혈류를 반영하는 인자라고 알려졌으며 녹내장의 진행 및 발병에 임상적인 의미를 보이고 있음이 몇몇 연구 결과를 통해 알려졌다.^{11,12} 자세에 따른 안압 변화의 차이와 OPA 모두 혈류의 변화에 따른 측정 지표라고 생각될 수 있지만 아직 이러한 두 인자의 연관성에 대한 연구는 보고된 바가 없었다.

이에 저자는 녹내장 및 녹내장의증 안에서 자세변동 후 시간에 따른 안압의 변화를 관찰하고 이러한 변화의 양상이 안구박동크기 등의 안인자와 어떠한 상관관계를 보이는지 알아보고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 후향적 단면 연구로 아주대학교 병원 녹내장 클리닉에 내원하여 녹내장 검사를 시행 받은 환자 중 파스칼안압계(dynamic contour tonometer, DCT)를 이용하여 측정한 OPA 값 및 자세변동에 따른 안압변동량을 측정한 바 있는 59명의 환자 중 설계된 포함기준에 해당하는 46명의 환자들을 대상으로 진행되었다. 본 연구는 헬싱키 선언을

따랐으며, 아주대학교병원의 의학윤리심의위원회(IRB)에 승인을 받았다.

자세변동 안압변동량을 측정한 의무기록이 있어 최초로 선별된 환자들 중 검사결과 녹내장외의 시신경병증이나 시력저하를 유발할 만한 백내장 등의 기타 안과 질환을 가진 환자들은 최종분석에서 제외하였으며 전방각경 검사에서 폐쇄각 소견이 관찰되거나, 유리체절제술, 백내장 수술, 그리고 섬유주절제술 및 방수유출장치삽입술 등의 안내 수술을 받은 환자 역시 포함되지 않았다. 그리고 범막막광응고술이나 레이저 홍채절개술, 굴절교정수술등의 레이저 시술을 시행 받은 환자는 최종분석에서 제외하였다. 시야검사에서 녹내장성 시야결손이 관찰되며 망막신경섬유층 사진에서 특징적인 시신경 및 시신경섬유층 결손이 확인된 환자는 안압에 따라 본원의 녹내장 전문의에 의해 정상안압 녹내장 및 개방각 녹내장으로 분류되었다. 건강검진 또는 일차진료에서 높은 시신경 유두비를 보이거나 안압이 높거나 녹내장성 손상이 의심되어 검사를 시행하였으나 녹내장으로 진단되지 않은 환자는 녹내장 의증으로 분류하였다.

모든 환자는 병력청취와 함께 굴절이상 검사를 동반한 최대 교정시력측정, 세극등 현미경 검사, Swedish Interactive Threshold Algorithm (SITA) 24-2 strategies를 이용한 자동 시야검사(Humphrey Field Analyzer; Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA), 시신경유두사진 및 망막신경섬유층 사진(AFC-210; NIDEK, Aichi, Japan), 전방각경검사, 초음파를 이용한 중심각막두께(DGH-500; DGH Technology, Exton, PA)측정, 그리고 A-scan ultrasonography (Ultrasonic A/B scanner and biometry UD-6000, TOMMY)를 이용한 안축장 및 전방 깊이 검사를 받았다.

모든 환자에서 골드만압평안압계(GAT)를 이용하여 앉은 자세에서 안압을 측정하였고, DCT (Pascal; Swiss Microtechnology AG, Zurich, Switzerland)를 이용하여 역시 앉은 자세에서 안압과 OPA를 동시에 측정하였다. GAT 안압과 DCT 안압은 모두 국소마취 후 좌위에서 환자가 정면을 바라보게 하여 눈을 누르지 않게 조심스럽게 안검을 벌리고 측정하였으며 GAT 안압 측정 직후 같은 자리에서 DCT안압 및 OPA를 측정하였다. 자세변동에 따른 안압변화를 측정하기

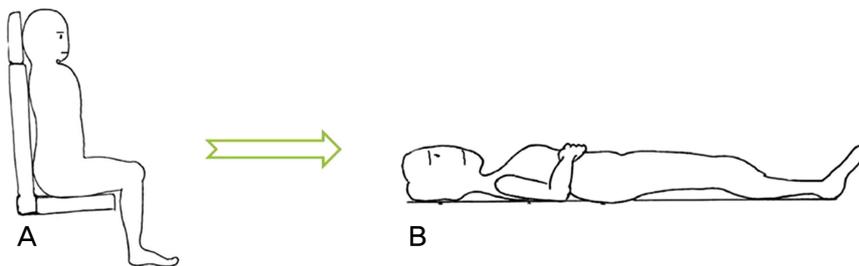


Figure 1. Illustration of postural change of our subjects. (A) Sitting intraocular pressure (IOP) was measured while subjects sitting on chair vertically. (B) Supine IOP was measured while subjects lying on the bed without a pillow.

위해 우선 환자를 침상에 다양한 자세에서 안압 측정은 TonoPen[®] XL (Medtronic Solan, Jacksonville, FL, USA)을 이용하여 측정하였는데 0.5% proparacaine (Alcaine, Alcon, Fort Worth, TX, USA)으로 국소마취하에 측정하였다. TonoPen[®]은 배터리를 교환하거나 표시창에 “CAL”이 기록되는 경우 제조사 매뉴얼에 지시된 대로 보정(Calibration) 과정을 진행하여 표시창에 “Good”이라는 표시가 확인된 후 측정을 하였다. 우선 환자를 침상에 일반적인 좌위로 앉게 한 후 안압을 측정한 뒤 Fig. 1.에서 보이는 것처럼 베게 없이 바르게 누운 와위를 취하게 한 직후 TonoPen[®] 안압을 측정하였고 지속적으로 자세를 유지한 뒤 10분 뒤 그리고 30분 뒤 안압을 측정하여 기록하였다. GAT 안압과 TonoPen[®] 안압은 2회 측정하여 검사값 중 낮은 값을 기록하였으며 두 검사값 차이가 2 mmHg 이상으로 크다면 3회 이상 측정하여 비슷한 검사값 두 개 중 낮은 안압을 사용하였다. OPA를 측정하는 과정에서 optimal을 의미하는 Q level 1과 acceptable을 의미하는 Q level 2, 3을 포함시켰으며 Q level 4, 5로 측정된 경우 재 측정하였다.

통계분석은 SPSS (SPSS, ver. 19.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 자세변화에 따른 안압의 변화가 의미 있는지 알아보기 위해 좌위에서 측정한 안압과 와위를 취한 각각 시점의 안압을 각각 paired sample *t*-test를 사용하여 비교하였으며, 자세에 따른 안압변화량과 OPA를 비롯한 인자들의 연관성은 Pearson 상관계수를 이용하였다. *p*<0.05를 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

총 46명 46안의 대상군 중 남자는 29명, 여자는 17명이었다. 모든 대상 환자의 우안 검사값만을 통계분석에 사용하였다. 대상의 평균연령은 47.9 ± 13.6세였으며 22안은 녹내장의증 안이었으며 24안은 개방각 녹내장안으로 그중 19안은 정상안압녹내장안이었다. 중심각막두께는 평균 545.6 ± 35.4 μm, 안축장은 평균 24.64 ± 1.54 mm, 그리고 전방깊이는 평균 3.43 ± 0.45 mm로 나타났다(Table 1).

좌위에서 측정한 GAT 안압은 평균 15.3 ± 3.3 mmHg DCT 안압은 평균 18.8 ± 4.1 mmHg였으며 OPA는 2.6 ± 0.8 mmHg로 측정되었다. TonoPen[®] 안압은 좌위에서 16.6 ± 2.9 mmHg였으며 와위를 취한 직후에는 17.1 ± 2.9 mmHg로 상승하였으며 10분 뒤에는 18.2 ± 3.7 mmHg로 더욱 상승하였으며 30분 뒤에는 17.5 ± 2.8 mmHg로 상승폭이 감소하였다. 좌위에서 측정한 안압과 와위를 취한 후 각 시간에 측정한 안압은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Paired sample *t*-test, *p*<0.05) (Table 2).

TonoPen[®]로 측정한 자세변화에 따른 안압변화와 다른 인자들과의 상관관계를 살펴보면 누운 직후의 평균 안압변화는 안압, OPA, 안축장과 상관을 보이지 않았으나 10분 뒤의 안압변화량은 OPA와 양의 상관관계를 보이며(*r*=0.340, *p*=0.021, Fig. 2) 안축장과 음의 상관관계(*r*=-0.410, *p*=0.005, Fig. 2)를 보이는 것을 알 수 있으며 누운 후 30분 뒤의 안압변화량은 다시 이러한 상관관계를 소실하는 것으로 확인

Table 1. Descriptive statistics of 46 subjects

	Minimum	Maximum	Average	Standard deviation
Age (years)	17	81	47.9	±13.6
MD (dB)	-28.26	2.90	-4.68	±8.17
PSD (dB)	0.97	17.17	5.59	±5.45
VFI (%)	14.00	100.00	84.67	±23.07
BCVA	0.40	1.00	0.95	±0.12
SE (diopter)	-13.38	2.88	-2.53	±3.72
CCT (μm)	458.7	636.0	545.6	±35.4
AL (mm)	20.35	27.87	24.64	±1.54
ACD (mm)	2.57	4.41	3.43	±0.45

MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; VFI = visual field index; BCVA = best corrective visual acuity; SE = spherical equivalent; CCT = central corneal thickness; AL = axial length; ACD = anterior chamber depth.

Table 2. IOP and OPA measured at each time point

	Sitting	Supine-0 minute	Supine-10 minutes	Supine-30 minutes
GAT IOP (mm Hg)	15.3 ± 3.3	-	-	-
DCT IOP (mm Hg)	18.8 ± 4.1	-	-	-
DCT OPA (mm Hg)	2.6 ± 0.8	-	-	-
TonoPen [®] IOP (mm Hg)	16.6 ± 2.9	17.1 ± 2.9*	18.2 ± 3.7*	17.5 ± 2.8*

Values are presented as mean ± SD.

IOP = intra ocular pressure; OPA = ocular pulse amplitude; GAT = Goldmann applanation tonometer; DCT = dynamic contour tonometer.

*Difference from sitting Tonopen[®] IOP was statistically significant with paired sample *t*-test.

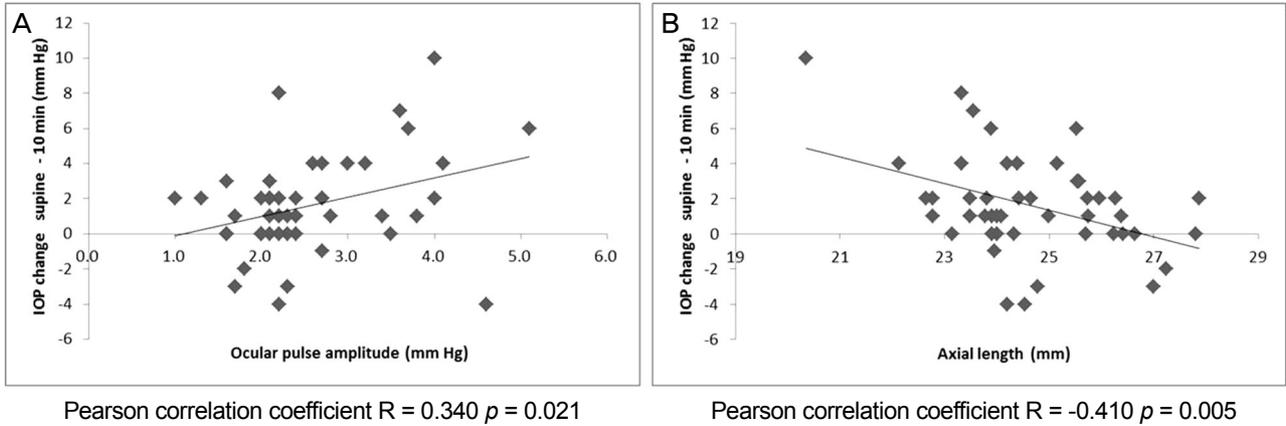


Figure 2. (A) Correlation between ocular pulse amplitude and change of intraocular pressure (IOP) between sitting IOP and supine IOP 10 minutes after taking supine position. (B) Correlation between axial length and changes of IOP between sitting IOP and supine IOP 10 minutes after taking supine position.

Table 3. Correlation between positional IOP change and ocular parameters

	GAT IOP	DCT IOP	TonoPen® IOP	OPA	CCT	AL	ACD
Supine-0 minute	0.121 (0.423)	0.204 (0.173)	-0.227 (0.130)	0.025 (0.870)	-0.093 (0.541)	-0.042 (0.782)	0.149 (0.324)
Supine-10 minutes	0.186 (0.215)	0.154 (0.306)	-0.162 (0.283)	0.340 (0.021)	0.174 (0.246)	-0.410 (0.005)	-0.123 (0.416)
Supine-30 minutes	-0.023 (0.882)	-0.068 (0.653)	-0.248 (0.163)	0.092 (0.545)	0.063 (0.680)	-0.161 (0.284)	-0.165 (0.274)

Pearson correlation coefficient r (p -value).

IOP = intra ocular pressure; GAT = Goldmann applanation tonometer; DCT = dynamic contour tonometer; OPA = ocular pulse amplitude; CCT = central corneal thickness; AL = axial length; ACD = anterior chamber depth.

Table 4. Correlation between positional IOP change and severity of glaucomatous visual field defects

	MD	PSD	VFI
Supine - 0 minute	-0.015 (0.922)	-0.036 (0.817)	0.009 (0.951)
Supine - 10 minutes	-0.170 (0.265)	0.213 (0.161)	-0.150 (0.326)
Supine - 30 minutes	-0.161 (0.290)	0.241 (0.111)	-0.150 (0.324)

Pearson correlation coefficient r (p -value).

IOP = intra ocular pressure; MD = mean deviation; PSD = pattern standard deviation; VFI = visual field index.

되었다(Table 3). 선형회귀분석 결과 OPA와 안축장이 좌위를 취한 뒤 10분 뒤의 안압변화에 유의한 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다($p=0.017$). 녹내장군은 평균 1.25개의 안압약을 사용하고 있었으며 녹내장의증군은 0.36개의 안압약을 사용하고 있었고 전체적으로는 평균 0.72개의 안압약을 사용하고 있었다. 16안은 프로스타글란딘 제제를 단독으로 사용하고 있었으며 2안은 알파작동제, 1안은 베타차단제를 단독으로 사용하고 있었으며 10안은 2가지 이상의 안압하강제를 복합하여 사용하고 있었다. 그리고 녹내장성 시야결손 정도와 자세변동에 따른 안압변화는 어떠한 의미 있는 상관관계도 보이지 않았다(Table 4).

고 찰

녹내장은 특징적인 녹내장성 시신경 손상과 시야결손을

나타내는 진행성 시신경병증으로 안압상승이 가장 중요한 위험인자로 알려졌지만 정상안압녹내장이나 약물 또는 수술적 치료로 안압이 잘 조절됨에도 불구하고 녹내장이 진행하여 시력소실이 나타나는 것을 통해 녹내장의 발병과 진행에 안압 이외의 다른 원인이 있는 것으로 받아들여지고 있다.^{13,14} 다양한 연구에서 시신경 주위 혈류를 포함한 안혈류의 장애가 녹내장 진행과 발병의 중요한 원인이며 혈류의 변동이 시신경병증의 진행을 유발하는 인자라는 연구결과가 있었다.^{15,16} Flammer et al¹⁷의 연구에 의하면 혈류의 변동이 심한 경우 시신경은 반복적인 허혈 후 재관류손상에 노출되게 되며 재관류시 활성산소증가, 산화적 스트레스 증가, 세포 외 글루타메이트 증가 등이 일어나 시신경 손상이 초래되게 된다. 안관류압은 평균동맥압에서 안압을 뺀 수치로 정의되므로 안압의 변동이 심하거나 안혈류가 일정하지 않아 안구주위 평균동맥압의 변동이 심하다면 시

신경을 포함한 안구 조직은 이러한 반복적인 허혈후-재관류 손상에 노출되게 될 위험성이 높아진다고 할 수 있겠다. Galassi et al¹⁸은 녹내장 환자에서 vascular dysregulation과 연관된 인자인 endothelin-1이 높았고 nitric oxide markers는 낮은 것으로 측정되었다고 보고하였다.

자세변동 후 안압 변화에 대한 연구들을 살펴보면 와위에서 일관되게 안압이 상승하는 것을 확인할 수 있으며 이러한 안압 변화는 정상안에서 평균 1-4 mmHg로 보고되었다.^{2,3,19} 좌위에서 대상환자가 와위를 취했을 때 안압이 상승하는 기전에 대해서는 초기에는 갑작스런 맥락막 혈액량의 증가로 일어나나 이후 지속적인 안압상승은 방수생성 증가 혹은 방수유출 감소로 인한 것이라고 설명, 체위변화에 따른 정수화적인 요소나 동맥혈내 이산화탄소 분압 변화로 인해 맥락막정맥 혈류량이 변화하여 안압이 상승한다는 설명, 단순한 상공막정맥압과 안동맥압의 변화가 원인이라는 설명 등 다양한 이론이 있다.^{2,20,21} 이러한 안압의 변화량은 녹내장 환자에서 더 높게 나타나는 경향이 있다. Tsukahara and Sasaki³는 20명의 정상안과 20명의 개방각 녹내장안 그리고 5명의 정상안압 녹내장안에서 좌위에서 와위로 자세변화를 취한 뒤 안압의 변화를 측정하였는데, 그 안압 변화량이 정상안에서는 평균 5.5 mmHg 개방각 녹내장안에서는 6.5 mmHg 그리고 정상안압 녹내장안에서는 8.6 mmHg로 정상안압 녹내장안에서 가장 크다고 보고하였다. Sawada and Yamamoto²²의 연구에서는 자세변동 후 5분 뒤에 측정한 안압의 상승폭이 개방각 녹내장안에서 평균 4.0 mmHg로 정상안의 3.4 mmHg보다 컸지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 또한 정상안압 녹내장 환자에서 누웠을 때 안압이 상승하는 정도가 클수록 녹내장의 진행이 빠르다는 보고가 있었다.^{23,24} 이런 연구결과들을 통해 허혈성 기전이 병인에 특히 중요할 것으로 생각되는 정상안압 녹내장 환자에 있어서 관찰되는 혈류조절 기능의 장애와 자세변동으로 인한 안압 변화의 증가가 부분적이거나 공통요소를 가지고 있는 것이라고 추측해 볼 수 있겠다.

녹내장의 병인에 OPA가 어떤 역할을 하는지에 대해서는 아직 명확히 밝혀진 바는 없으나 일련의 연구 결과들을 살펴보면 OPA는 눈 주위 혈역학 인자와 연관성을 가지고 있는 것으로 생각한다. Dastiridou et al¹⁰은 OPA가 큰 환자에서 박동성 안혈류가 감소되어 있다고 보고하는데 Fontana et al²⁵의 연구를 살펴보면 정상안압 녹내장 환자는 정상안에 비해 박동성 안혈류가 감소되어 있으며 시야 결손이 더 심한 눈에서 박동성 안혈류가 감소되어 있다고 하였다. 또한 중심시야 결손은 시신경 유두주위 출혈, 수면 무호흡, 편두통 등이 동반된 정상안압 녹내장 환자에서 더 흔하게 발견되는데 이는 혈액 순환장애와 동반되어 있을 가능성이 더

크다.²⁶ Lee et al¹²의 연구에 의하면 OPA가 높은 정상안압 녹내장 환자에서 초기부터 중심시야 결손이 동반될 가능성이 더 컸다.

아직까지도 OPA가 높은 것 그리고 낮은 것 중 어느 것이 더 녹내장의 악화에 관련되어 있는지 그리고 정상범위보다 높거나 낮은 OPA가 안혈류장애와 어떤 기전으로 연관되어 있는지는 확실하지 않다. 이에 저자들은 눈주위 혈류와 연관이 되어 있는 것으로 생각되는 OPA와 자세변동시 안압 변동이 어떠한 연관성을 보이는지 알아보았고 좌위에서 와위를 취한 뒤 10분 후의 안압상승정도가 클수록 OPA가 더 높은 것을 확인할 수 있었다. OPA가 높다는 것은 심박동 주기에 의해 안구로 향하는 혈류의 변화가 안압변화에 더 직접적으로 반영되는 것이라고 해석할 수 있으며 그렇다는 것은 눈 주위 혈류를 일정하게 유지하는 기능이 더 떨어져 있을 것이라는 추측을 가능하게 한다. 또한, 와위를 취한 뒤 안구로 향하는 혈류의 증가가 더 많은 안압상승으로 이어지는 것 또한 항상성 유지의 측면에서 혈류의 조절기능이 떨어져 있는 것이라고 생각한다. 본 연구에서 안축장이 짧을수록 와위를 취한 뒤 10분 뒤의 안압 상승폭이 더 큰데, 안축장은 눈주위의 혈류와 관계가 있으며 안축장이 길수록 눈주위 혈류가 감소하는 것으로 알려졌다.^{27,28} 안축장이 짧은 눈은 긴 눈에 비해 혈류는 더 풍부하게 공급받지만 용적이 작으므로 혈류의 급격한 변화에 대한 완충역할을 할 수 있는 용적 역시 작으므로 혈류의 변화에 더 민감하게 반응하는 것으로 추측해 볼 수 있겠다. 실제로 안축장은 OPA와 음의 상관관계를 보인다는 보고가 있었으며 본 연구에서도 안축장은 OPA와 음의 상관관계를 보였다.²⁸

자세변동을 취한 뒤 30분이 경과하면 이러한 OPA와의 연관성이 상실되는 것은 안압상승폭이 줄어 들기 때문인데, 이전의 연구들에서는 와위를 취한 시간이 길어질수록 안압 상승폭이 더 커졌는데 본 연구의 대상환자에서는 그렇지 못했다. 안압상승폭이 줄어든 것은 본 연구 대상환자들이 시간이 지날수록 혈류조절기능에 의해 상공막정맥압이 감소하거나 눈 주위로 향하는 혈류가 감소했기 때문이라고도 생각할 수 있지만 환자가 대기실에 누워 있는 동안 지속적으로 자세를 취하고 있는지 감시하지 못했기 때문에 발생한 오류일 수도 있다. 본 연구의 또 다른 한계점은 대상환자들이 안압조절 약물을 사용하고 있었다는 점이다. 자세변동 후 안압의 상승 정도는 점안 안압약의 사용여부와 상관없이 없다는 보고도 있지만 최근 보고에 의하면 안압 하강제를 사용하여 안압이 떨어지면 OPA는 감소하며 약제에 따라 차이를 보인다는 보고가 있으며 자세변동 안압 역시 영향을 받을 수 있기 때문이다.^{22,29} 실제로 본 연구의 대상환자 중 약물을 사용하고 있지 않은 17안을 대상으로 한 정

하여 살펴 보았을 때 누운 자세로 자세변동 후 10분 뒤 안압변화량은 안축장과는 의미 있는 음의 상관관계를 보였지만($p=0.047$, Spearman correlation test) OPA와는 양의 상관관계를 보이는 하지만 통계적 유의성은 없었다($p=0.069$, Spearman correlation test). 약물을 사용하고 있지 않은 정상안압녹내장 환자들을 대상으로 철저한 환자 자세 관리하에 연구를 진행할 수 있다면 더 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있으리라고 예상된다. 좌위와 와위에서 혈압이 다르기 때문에 OPA역시 차이가 있을 수 있으므로 와위에서 OPA를 측정해 볼 수 있다면 이를 자세변동 안압과 비교해 보는 것도 필요할 것으로 생각한다.³⁰

본 연구를 통해 저자들은 자세변동 후 시간에 따라 안압이 상승하는 양상을 보이다가 다시 상승정도가 줄어드는 것을 확인할 수 있었으며 또한 자세변동에 따른 안압변동은 안구가 클수록(안축장이 길수록) 적으며 안구박동크기가 클수록 큰 것으로 보아 여러 가지 혈액학적 요소가 자세변동 후 안압 및 눈 주위 관류압에 영향을 끼치는 것으로 생각해 볼 수 있다.

REFERENCES

- 1) Allingham RR, Damji KF. Shields textbook of glaucoma, 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2011; chap. 2.
- 2) Leonard TJ, Kerr Muir MG, Kirkby GR, Hitchings RA. Ocular hypertension and posture. Br J Ophthalmol 1983;67:362-6.
- 3) Tsukahara S, Sasaki T. Postural change of IOP in normal persons and in patients with primary wide open-angle glaucoma and low-tension glaucoma. Br J Ophthalmol 1984;68:389-92.
- 4) Carlson KH, McLaren JW, Topper JE, Brubaker RF. Effect of body position on intraocular pressure and aqueous flow. Invest Ophthalmol Vis Sci 1987;28:1346-52.
- 5) Lee JY, Yoo C, Kim YY. The effect of lateral decubitus position on intraocular pressure in patients with untreated open-angle glaucoma. Am J Ophthalmol 2013;155:329-35.e2.
- 6) Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. Arch Ophthalmol 2002;120:1268-79.
- 7) Jonas JB, Budde WM, Stroux A, et al. Diurnal intraocular pressure profiles and progression of chronic open-angle glaucoma. Eye (Lond) 2007;21:948-51.
- 8) Dumskyj MJ, Mathias CJ, Doré CJ, et al. Postural variation in intraocular pressure in primary chronic autonomic failure. J Neurol 2002;249:712-8.
- 9) Grieshaber MC, Katamay R, Gugleta K, et al. Relationship between ocular pulse amplitude and systemic blood pressure measurements. Acta Ophthalmol 2009;87:329-34.
- 10) Dastiridou AI, Ginis HS, De Brouwere D, et al. Ocular rigidity, ocular pulse amplitude, and pulsatile ocular blood flow: the effect of intraocular pressure. Invest Ophthalmol Vis Sci 2009;50:5718-22.
- 11) Stalmans I, Harris A, Vanbellingen V, et al. Ocular pulse amplitude in normal tension and primary open angle glaucoma. J Glaucoma 2008;17:403-7.
- 12) Lee M, Cho EH, Lew HM, Ahn J. Relationship between ocular pulse amplitude and glaucomatous central visual field defect in normal-tension glaucoma. J Glaucoma 2012;21:596-600.
- 13) Araie M, Sekine M, Suzuki Y, Koseki N. Factors contributing to the progression of visual field damage in eyes with normal-tension glaucoma. Ophthalmology 1994;101:1440-4.
- 14) Daugeliene L, Yamamoto T, Kitazawa Y. Risk factors for visual field damage progression in normal-tension glaucoma eyes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1999;237:105-8.
- 15) Grieshaber MC, Flammer J. Blood flow in glaucoma. Curr Opin Ophthalmol 2005;16:79-83.
- 16) Harris A, Rechtman E, Siesky B, et al. The role of optic nerve blood flow in the pathogenesis of glaucoma. Ophthalmol Clin North Am 2005;18:345-53, v.
- 17) Flammer J, Orgül S, Costa VP, et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. Prog Retin Eye Res 2002;21:359-93.
- 18) Galassi F, Giambene B, Varriale R. Systemic vascular dysregulation and retrobulbar hemodynamics in normal-tension glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52:4467-71.
- 19) Jain MR, Marmion VJ. Rapid pneumatic and Mackey-Marg applanation tonometry to evaluate the postural effect on intraocular pressure. Br J Ophthalmol 1976;60:687-93.
- 20) Krieglstein GK, Waller WK, Leydecker W. The vascular basis of the positional influence of the intraocular pressure. Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol 1978;206:99-106.
- 21) Hvidberg A, Kessing SV, Fernandes A. Effect of changes in PCO2 and body positions on intraocular pressure during general anaesthesia. Acta Ophthalmol (Copenh) 1981;59:465-75.
- 22) Sawada A, Yamamoto T. Posture-induced intraocular pressure changes in eyes with open-angle glaucoma, primary angle closure with or without glaucoma medications, and control eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:7631-5.
- 23) Kiuchi T, Motoyama Y, Oshika T. Postural response of intraocular pressure and visual field damage in patients with untreated normal-tension glaucoma. J Glaucoma 2010;19:191-3.
- 24) Kiuchi T, Motoyama Y, Oshika T. Relationship of progression of visual field damage to postural changes in intraocular pressure in patients with normal-tension glaucoma. Ophthalmology 2006;113:2150-5.
- 25) Fontana L, Poinosawmy D, Bunce CV, et al. Pulsatile ocular blood flow investigation in asymmetric normal tension glaucoma and normal subjects. Br J Ophthalmol 1998;82:731-6.
- 26) Park SC, De Moraes CG, Teng CC, et al. Initial parafoveal versus peripheral scotomas in glaucoma: risk factors and visual field characteristics. Ophthalmology 2011;118:1782-9.
- 27) Lam AK, Chan ST, Chan B, Chan H. The effect of axial length on ocular blood flow assessment in anisometropes. Ophthalmic Physiol Opt 2003;23:315-20.
- 28) Dastiridou AI, Ginis H, Tsilimbaris M, et al. Ocular rigidity, ocular pulse amplitude, and pulsatile ocular blood flow: the effect of axial length. Invest Ophthalmol Vis Sci 2013;54:2087-92.
- 29) Jang SR, Lee MV, Ahn JH. Comparison of dorzolamide-timolol fixed combination and latanoprost, effects on intraocular pressure and ocular pulse amplitude. J Korean Ophthalmol Soc 2014;55:854-9.
- 30) Lu LC, Wei TM, Li S, et al. Differences in blood pressure readings between supine and sitting positions in hypertensive patients. Acta Cardiol 2008;63:707-11.

= 국문초록 =

자세변동에 따른 안압의 변화와 안구박동크기와의 관계

목적: 녹내장 및 녹내장의증 안에서 자세변동 후 시간에 따른 안압의 변화를 관찰하고 이러한 변화 양상이 안구박동크기 등의 안인자와 어떠한 상관관계를 보이는지 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 총 46안을 대상으로 먼저 앉은 자세에서 골드만압평안압계, 파스칼안압계, TonoPen[®]을 이용하여 안압과 안구박동크기를 측정된 뒤 똑바로 누운 자세에서 누운 직후, 누운 지 10분 후 그리고 30분 뒤 안압을 TonoPen[®]으로 측정하여 앉은 자세에서의 안압과의 차이를 측정하였다. 이러한 안압의 변화가 안구박동크기 등 여러 가지 안인자와 어떤 상관관계를 보이는지 알아보았다.

결과: 앉아서 측정한 TonoPen[®]안압은 16.6 ± 2.9 mmHg였으며 안구박동크기는 2.57 ± 0.89 mmHg였다. TonoPen[®]으로 와위를 취한 직후, 10분 뒤 그리고 30분 뒤 측정한 안압은 각각 17.6 ± 2.9 mmHg, 18.2 ± 3.7 mmHg, 17.5 ± 2.7 mmHg이었다. 각 자세변화와 시간에 따른 안압은 모두 통계적으로 의미 있는 차이를 보였으며 누운 후 10분 뒤 안압의 변화가 가장 컸다. 누운 뒤 10분 후의 안압 변화는 안구박동크기($R=0.340$) 및 굴절이상정도($R=0.330$)와 양의 상관관계를 보였으며 안축장($R=-0.410$)과는 음의 상관관계를 보였다.

결론: 자세변동 후 시간에 따라 안압이 상승하는 양상을 보이다가 다시 상승 정도가 줄어드는 것을 확인할 수 있었으며 또한 자세변동에 따른 안압변동은 안구가 클수록(안축장이 길수록) 적으며 안구박동크기가 클수록 컸다.

<대한안과학회지 2015;56(2):234-240>