대한안과학회지 2017년 제 58 권 제 11 호
J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(11):1242-1247
ISSN 0378-6471 (Print) · ISSN 2092-9374 (Online)
https://doi.org/10.3341/jkos.2017.58.11.1242

Original Article

정상 안압 녹내장 환자에서 24시간활동혈압 측정: 망막혈관너비 및 시야결손 진행과의 연관성

24-hour Ambulatory Blood Pressure in Normal Tension Glaucoma: Associations with Retinal Vessel Diameter and Visual Field Defect Progression

조애린 · 이형우 · 조병주

Aerin Jo, MD, Hyungwoo Lee, MD, Byung Joo Cho, MD, PhD

건국대학교 의학전문대학원 안과학교실

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

Purpose: To investigate the correlation between 24-hour ambulatory blood pressure (BP) monitoring and peripapillary retinal vessel width and visual field (VF) defect progression in normal tension glaucoma (NTG) patients.

Methods: All patients were classified by 24-hour ambulatory BP monitoring as non-dipper (nocturnal dip < 10%) and dipper (nocturnal dip ≥ 10%) group. Vessel diameter, mean deviation (MD) value by VF test and VF progression from Glaucoma Progression Analysis (GPA) were compared among non-dipper and dipper groups.

Results: Retinal arterial diameter was wider in the non-dipper group compared to the dipper group ($p = 0.015$), while retinal venous diameter had no significant relationship between the two groups ($p = 0.131$). The MD value at baseline and 2 years after was worse in the non-dipper group than the dipper group, respectively ($p = 0.006$, $p = 0.030$). But, there was no significant relationship between nocturnal dip and GPA progression ($p = 0.658$).

Conclusions: There was a statistically significant correlation between nocturnal dips and retinal arterial diameter and MD values. These results suggest that non-invasive fundus photography can predict hemodynamic features like nocturnal dip.
J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(11):1242-1247

Keywords: Nocturnal dip, Normal tension glaucoma, Retinal vessel, Vessel narrowing, 24-hour ambulatory blood pressure monitoring

정상 안압 녹내장(normal tension glaucoma)은 시신경의 녹내장성 변화와 시야 결손을 보이는 만성적인 진행성 시신경 병증으로, 아직까지 그 병인은 명확하게 밝혀지지 않았으나 안압이 중요한 위험인자로 알려져 있다.[1] 하지만 안압이 정상 범위임에도 불구하고 시신경의 변화와 시야 결손이 진행되기도 하며, 따라서 안압 외의 다른 원인도 병의 진행에 기여할 것으로 생각되고 있다.[2,3] 최근에는 혈류의 자가조절능력 저하가 녹내장의 위험인자이며,[4] 정상 안압 녹내장 환자에서 24시간활동혈압 측정(24-hour ambulatory blood pressure monitoring)을 시행하였을 때 시신경에 녹내장성 손상을 줄 수 있는 혈압 관련 요인들이 확인되었다. 이러한 요인들로는 고혈압, 저혈압, 야간 혈압 저하(nocturnal dip) 또는 야간 저혈압(nocturnal hypotension)[2] 등이 있고, 이 중 저혈압[5]이나 야간 혈압 저하[6],

■ **Received:** 2017. 5. 25. ■ **Revised:** 2017. 8. 21.
■ **Accepted:** 2017. 10. 30.

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

* This study was presented as a poster at the 117th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2017.

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

© 2017 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.

야간 저혈압[2]은 안관류압을 떨어뜨려 시신경과 축삭에 허혈성 손상을 일으킨다고 알려져 있다.[2,5,6]

이전의 연구에서 녹내장성 시신경 변화가 심할 경우 망막혈관의 너비가 좁아져 있음을 보고하였고,[7] 정상 안압 녹내장 환자에서 망막혈관너비의 감소가 망막 신경 섬유층 결손과 관련이 있음이 확인되었으며,[8] 안정적인 정상 안압 녹내장 환자보다 진행하는 정상 안압 녹내장 환자에서 망막혈관 직경의 너비가 뚜렷하게 좁다고 하였다.[3]

그러나 이전 연구에서 24시간활동혈압과 망막혈관너비의 관계는 보고된 적이 없으므로, 본 연구에서는 24시간활동혈압 측정에서 얻을 수 있는 지표들과 망막혈관너비 간의 관계를 알아보고자 하였고, 이와 더불어 24시간활동혈압의 지표들과 시야검사에서 시야결손 진행과의 연관성을 조사하였다.

대상과 방법

본 연구는 헬싱키 선언을 준수하여 시행되었고, 본 기관의 인증된 연구윤리 심의 위원회에서 심의 면제받았다. 본원에서 정상 안압 녹내장으로 진단 받고, 2012년 7월부터 2013년 12월까지 24시간활동혈압 측정을 시행한 77명 중 당뇨 또는 고혈압으로 진단 받은 29명, 팔 저림 등으로 검사를 완료하지 못한 2명, 이전에 고혈압으로 진단 받지는 않았으나 24시간활동혈압 측정에서 고혈압으로 진단 받은 7명을 제외한 39명(72안) 중 양안인 경우 우안만을 포함하여 39명(39안)을 대상으로 하였다. 또한 시야검사에 영향을 줄 수 있는 다른 안과 질환의 과거력 또는 최대교정시력 10/20 미만인 경우와 망막혈관너비에 영향을 줄 수 있는 -6.0 diopter 이상의 굴절이상도 제외하였다.

모든 환자는 두 명의 숙련된 검사자가 자동시야계 Zeiss-humphrey perimetry (Zeiss, San Leangro, CA, USA)와 Central 24-2 SITA strategy를 이용하여 시야검사를 시행하였고, 안저사진기 TOPCON IMAGEnet system (Topcon, Tokyo, Japan)으로 25° Red-free 안저 사진을 촬영하였다. 이후 안저 사진에 대한 영상 분석은 Image J (ver 1.50; National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA; https://imagej.nih.gov/ij)[9]를 이용하였다.

학습효과를 분석에서 제외하기 위하여 첫 번째 시야검사를 제외하고, 24시간활동혈압 측정을 시행한 날짜와 가장 가까운 3개월 이내의 시야검사를 초기 시야검사로 선택하였고, 초기 시야검사 후 2년, 4년의 날짜에 가장 가까운 3개월 이내의 시야검사를 각각 2년 후, 4년 후 시야검사로 선택하였다. 검사의 신뢰도를 위하여 주시실패(fixation loss) 20% 이상, 거짓양성(false positive) 또는 거짓음성(false negative)이 15% 이상인 경우는 제외하였으며, 초기 시야검사, 2년 후 시야검사의 mean deviation (MD)을 분석하였다. 또한 시야검사에서 녹내장성 변화의 진행 정도를 보기 위하여 Glaucoma Progression Analysis (GPA) software (Carl Zeiss Meditec Humphrey field analyzer perimeter, San Leangro, CA, USA)를 이용하여 시야검사를 분석하였다.

GPA는 초기 시야검사와 최근 시야검사를 비교하여 2년 후와 4년 후 GPA가 “possible progression” 또는 “likely progression”을 보이는 경우를 시야결손이 진행한 군(progression)으로 분류하고, 진행을 보이지 않은 경우를 시야결손이 진행하지 않은 군(no progression)으로 분류하였다.

정상인의 평균 시신경 유두 길이인 높이 1.88 mm, 너비

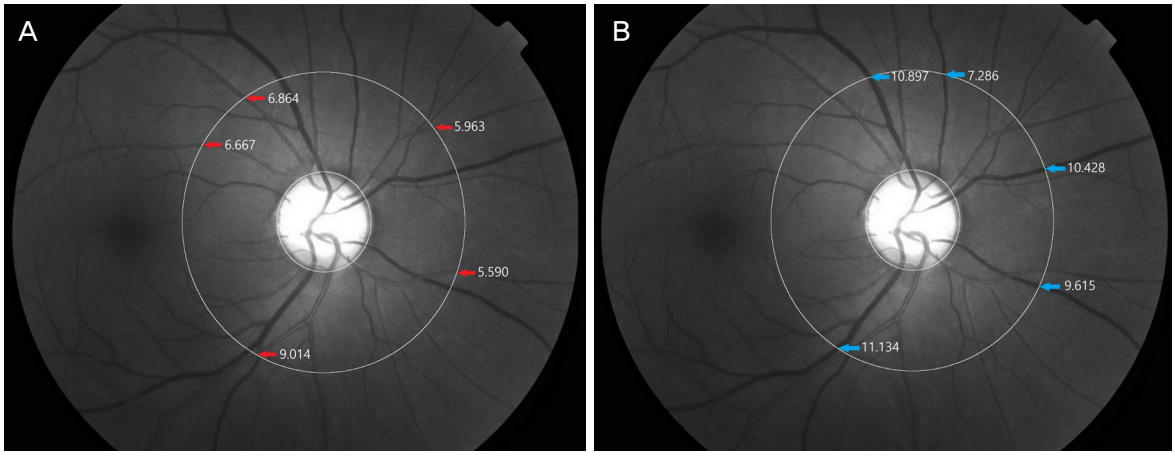

Figure 1. The geometric measurement of the retinal vessels. The 1 disc-diameter is marked as the white line based on the optic disc margin. All retinal vessel's diameter that cross the white line are measured two times by manual method then we selected the biggest 5 from arteries (A, red arrows) and veins (B, blue arrows).

www.kci.go.kr

1.77 mm[10]를 1,320 × 1,032 pixels, 8-bit, 1.3 MB 안저 사진에서 높이 225 pixels, 너비 212 pixels로 변환하여 시신경유두를 기준으로 1 유두직경(disc-diameter)에 해당하는 높이 675 pixels, 너비 636 pixels의 원을 그린 후 원과 만나는 모든 망막혈관의 너비를 한 명의 검사자가 수동 방식(manual)으로 측정하여 동맥과 정맥에서 가장 큰 5개의 값을 각각 골랐으며, 같은 검사를 2회 반복하여 평균값을 사용하였다(Fig. 1).

24시간활동혈압 측정은 Mobile-O-Graph® NG (IEM GmbH, Stolberg, Germany)를 이용하여 주간 혈압(8시-22시)은 30분 간격으로, 야간 혈압(22시-8시)은 1시간 간격으로 측정하였고, 야간 혈압 저하는 평균 동맥압(mean arterial blood pressure)의 야간 평균치가 주간 평균치에 비하여 얼마나 감소하였는지를 나타내는 것으로, 다음과 같이 구한다.[11]

평균 동맥압=이완기 혈압+1/3 (수축기 혈압–이완기 혈압)

야간 혈압 저하(%)=(1–야간 혈압의 평균치/주간 혈압의 평균치)×100

여러 연구들[12,13]의 기준을 참고하여 야간 혈압 저하(nocturnal dip)가 10% 미만인 경우를 야간 혈압 저하가 없는 군(non-dipper), 10% 이상인 경우를 야간 혈압 저하군(dipper)으로 정의하였다. 통계분석은 SPSS 18.0 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 유의한 상관관계는 유의 수준 0.05 미만의 p값을 갖는 경우로 정의하였다.

결 과

야간 혈압 저하(nocturnal dip)가 10% 미만인 야간 혈압 저하가 없는 군(non-dipper)은 39안 중 18안이었고, 이 중 남자는 3명, 여자는 15명이었으며, 평균 나이는 50.39 ± 15.94세, 평균 안압은 15.22 ± 1.93 mmHg였다. 또한 야간 혈압 저하가 10% 이상인 야간 혈압 저하군(dipper)은 총 21안이며, 이 중 남자는 10명, 여자는 11명이었다. 평균 나이는 45.62 ± 14.48세, 평균 안압은 15.90 ± 3.29 mmHg였으며, 야간 혈압 저하가 없는 군과 야간 혈압 저하군 사이에 성별, 나이, 안압 사이 유의성은 없었다(각각, p=0.051, p=0.334, p=0.444) (Table 1).

망막 동맥 너비는 야간 혈압 저하가 없는 군에서 7.99 ± 0.82 μm로 야간 혈압 저하군의 동맥 7.33 ± 0.79 μm와 유의한 차이를 보였으나(p=0.015), 망막 정맥 너비는 야간 혈압 저하가 없는 군에서 9.65 ± 1.35 μm, 야간 혈압 저하군에서 10.27 ± 1.14 μm로 두 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다(p=0.131) (Table 1).

Table 1. Demographics of patients in non-dipper and dipper

	Non-dipper	Dipper	p-value
Number	18	21	
Male:Female	3:15	10:11	0.051†
Mean age (years)	50.39 ± 15.94	45.62 ± 14.48	0.334*
Mean IOP (mmHg)	15.22 ± 1.93	15.90 ± 3.29	0.444*
Nocturnal dip (%)	1.51 ± 5.72	15.33 ± 5.15	0.000*
Retinal vessel diameter (μm)			
Artery	7.99 ± 0.82	7.33 ± 0.79	0.015*
Vein	10.27 ± 1.14	9.65 ± 1.35	0.131*
Mean deviation of visual field (dB)			
At baseline	-3.91 ± 2.39	-1.65 ± 1.17	0.006*
2 years after	-5.05 ± 3.26	-2.53 ± 1.85	0.030*

'Non-dipper' means 'less than 10% of nocturnal dip' and 'Dipper' means 'more than 10% of nocturnal dip'. Statistical significance: $p < 0.05$.
IOP = intraocular pressure.
*Student t-test; †Fisher's exact test.

Table 2. The number of patients classified by GPA in non-dipper and dipper

	Non-dipper	Dipper	p-value
GPA (eye)			0.658*
No progression	14	16	
Progression	3	2	

'Non-dipper' means 'less than 10% of nocturnal dip' and 'Dipper' means 'more than 10% of nocturnal dip'. Statistical significance: $p < 0.05$.
GPA = Glaucoma Progression Analysis.
*Fisher's exact test.

www.kci.go.kr

시야검사의 MD값은 야간 혈압 저하가 없는 군에서 초기 시야검사 -3.91 ± 2.39 dB, 2년 후 시야검사 -5.05 ± 3.26 dB로 야간 혈압 저하군에서 초기 시야검사 -1.65 ± 1.17 dB, 2년 후 시야검사 -2.53 ± 1.85 dB과 유의한 차이를 보였다(각각 p=0.006, p=0.030) (Table 1). 시야검사의 MD값의 변화를 보기 위하여 2년 후, 4년 후 GPA를 분석하였으며, 야간 혈압 저하와 시야결손의 진행과 유의한 상관관계를 보이지 않았다(p=0.658) (Table 2).

고 찰

혈압과 망막혈관너비에 관한 기존의 연구들 중 Sun et al[14]은 The Singapore Malay eye study의 자료를 분석하여 고혈압이 있는 경우 망막 동맥 너비가 좁고, 그에 비해 망막 정맥 너비는 혈압보다는 흡연, 고밀도지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol; HDL cholesterol) 저하, 당화혈색소(hemoglobin A1c; HbA1c)의 증가, 신체질량지수(body mass index; BMI)와 연관이 있음을 밝혔다. Wong et al[15]과 Kaushik et al[16] 또한 고혈압이 있는 환자군에서 정상군보다 망막 동맥 너비가 좁음을 확인하였다. 이는 높은 혈압에 대한 인체의 항상성 유지 기능의 일환으로 혈관 운동성 긴장(vasomotor tone) 증가에 의한 것으로 생각된다.[17] 그러나 기존의 연구들은 안과 질환 과거력을 조사하지 않아 녹내장과 혈관 너비와의 연관성을 확인할 수 없었다는 단점이 있다. 또한 본 연구에서는 망막혈관너비에 대한 고혈압에 의한 영향을 배제하기 위하여 고혈압의 과거력이 있는 환자나 24시간활동혈압 측정에서 고혈압으로 진단된 환자는 모두 제외하였다.

기존에 고령일수록 동맥경화에 의해 망막 동맥 너비가 좁아진다는 결과가 발표된 바 있으나,[15] 본 연구에서는 망막 동맥 너비(p=0.151)와 망막 정맥 너비(p=0.073) 모두 나이와의 연관성은 유의하지 않은 것으로 확인되었고, 이는 아마도 포함된 환자군의 수가 충분하지 않고, 동맥경화에 영향을 줄 수 있는 당뇨나 고혈압 등의 기저질환을 제외했기 때문으로 생각된다.

정상 안압 녹내장 환자군에서 망막혈관너비에 관하여 조사한 이전 연구들에 따르면, Chang et al[8]은 정상 안압 녹내장에서 대조군에 비해 중심 망막혈관이 좁아져 있다고 보고하였고, Lee et al[3]은 안정적인 정상 안압 녹내장보다 진행하는 정상 안압 녹내장 환자군에서 중심 망막혈관너비가 유의하게 좁아져 있음을 확인한 바 있으며, Kim et al[18]은 정상 안압 녹내장에서 망막혈관이 좁은 부분의 시신경 섬유층 두께가 감소되어 있다고 밝혔다. 또한 정상 안압 녹내장에서 안압이 잘 조절되더라도 야간 혈압 저하가 있을 경우 녹내장성 시야 결손이 더 빠르게 진행될 수 있음이 보고되어 있고,[2,5,19] Charlson et al[20]에 의한 코호트 연구에서도 확인된 바 있다. 이는 야간 저혈압이 시신경 유두의 혈류를 저하시켜 시신경에 허혈성 변화를 일으키기 때문으로 보고되고 있다.[12,21]

이전의 연구들을 종합하여, 본 연구에서는 정상 안압 녹내장 환자에서 야간 혈압 저하가 있을 경우 망막혈관너비가 좁다는 것을 확인하고자 하였고, 이에 추가적으로 망막혈관너비가 좁을 경우 녹내장성 시신경 변화가 더 심할 것이므로 이에 동반된 시야결손의 진행을 확인할 수 있을 것이라고 가정하였다.

연구 결과 정상 안압 녹내장 환자에서 야간 혈압 저하가 있을 경우 망막 동맥 너비가 야간 혈압 저하가 없는 경우보다 유의하게 좁았으나 망막 정맥 너비는 야간 혈압 저하 여부와 무관하였다. 망막 동맥 너비와 야간 혈압 저하군 사이에 유의한 상관관계를 보인 것은 본 연구의 가설과도 일치하나 망막 정맥 너비는 유의한 관계를 보이지 않았다. 이는 이전 연구들에서 망막 동맥 너비가 망막 정맥 너비보다 녹내장의 진행 정도,[22] 시신경 섬유층 두께(retinal nerve fiber layer)[23]와 연관이 있고, 개방각녹내장의 위험인자[24]로 더 유의하다고 한 내용과도 일치한다. 이는 동맥과 정맥의 혈관 조절 기전이 서로 다르며,[12] 정맥의 너비에 영향을 미치는 다른 요인들[25]도 존재하기 때문으로 생각된다. 본 연구의 평균 동맥압은 수축기 혈압과 이완기 혈압에 의해 결정되며, 망막혈관너비는 심장주기(cardiac cycle)의 영향을 받으나 그 정도는 유의하지 않은 수준으로 알려져 있다.[26] 시야검사 MD값은 초기와 2년 후 시야검사 모두 야간 혈압 저하가 없는 군에서 야간 혈압 저하군보다 유의하게 낮은 값을 보여, 야간 혈압 저하가 없는 군에서 야간 혈압 저하군보다 전반적인 시야변화가 있음을 알 수 있다. 이는 야간 혈압 저하가 있을 경우 정상 안압 녹내장에서 질병의 진행이 더 빠르다[2,5,19,20]는 기존에 알려진 내용과는 일치하지 않는 것이다. 야간 혈압 저하가 없는 경우 동맥 내경 두께(artery intima-media thickness)가 증가되어 있어 심혈관계 질환의 위험이 높아지며,[27] 신장질환과도 연관이 높다[28]는 연구결과가 있어 야간 혈압 저하가 없는 군에서 혈역학적 불안정에 의해 시야변화가 더 진행되어 있는 것으로 추측할 수 있다. 그러나 앞선 연구는 녹내장 유무와는 무관한 결과이며, 본 연구에서도 야간 혈압 저하 유무와 GPA를 이용한 시야장애 진행이 연관성이 없는 것으로 나타났다. 따라서 야간 혈압 저하가 없는 군의 MD값이 더 낮은 것은 초기 시점에 연구에 포함된 환자군의 선택 바이어스에 의한 것으로 생각된다. 그러나 Collignon et al[2]은 새로운 야간 혈압 저하의

www.kci.go.kr

기준을 사용(기존 10%에서 6.5%로 변경)하여 야간 혈압 저하와 시야장애의 진행 간에 더욱 유의한 결과를 얻었다. 또한 일중혈압과 녹내장성 시야장애의 진행에 대한 메타 분석에서 야간 혈압 저하가 있는 경우 시야장애의 진행이 빠르다고 하였으나, 포함된 연구들이 야간 혈압 저하 유무만을 기준으로 하였기 때문에 야간 혈압 저하의 정도와 시야장애 진행과의 연관성은 추가적인 연구가 필요하다고 하였다.[29] 본 연구에서도 야간 혈압 저하의 유무를 기준으로 환자군을 분류하였으며, 따라서 야간 혈압 저하군 내에서도 혈압 저하 정도가 매우 다양하였다. 이에 야간 혈압 저하의 정도에 따른 녹내장성 시야장애 진행에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 후향적 연구 자체의 특징적인 한계와 포함된 환자 수가 충분하지 않다는 점, 대조군이 없는 연구 디자인의 한계, 본 연구에서 배제한 고혈압이나 당뇨 외에 망막혈관너비에 영향을 줄 수 있는 흡연, 이상지질혈증, 고혈당, 높은 체질량 지수 등에 대한 고려가 충분하지 않은 점, 망막혈관너비를 자동화 방식이 아닌 수동 방식으로 측정하여 그 과정에 오차가 발생할 수 있다는 점, 녹내장성 시야장애를 MD값으로만 판단하여 국소적인 시야변화를 반영하지 못한 점 등이 있다.

본 연구에서는 24시간활동혈압 측정과 안저 사진을 통하여 야간 혈압 저하와 망막혈관너비와의 연관성을 확인하고자 하였다. 또한 이전에 망막혈관너비와 시야검사와의 연관성을 알아보고자 하는 시도는 없었으므로, 망막혈관너비와 시야검사에서 시야결손의 진행 정도의 연관성을 조사함으로써 안저 사진에서 망막혈관너비를 확인하는 것으로 녹내장의 진행 여부 및 진행 가능성을 확인할 수 있을 것이라 가정하였고, 정상 안압 녹내장 환자에서 야간 혈압 저하와 망막혈관너비 사이에 유의한 상관관계가 있다는 것을 확인하였다. 비록 본 연구에서 망막혈관너비와 시야결손 진행의 연관성을 확인하지 못하였으나, 녹내장 환자에게 정기적으로 시행되는 안저 사진을 통하여 망막혈관너비를 측정함으로써 야간 혈압 저하와 같은 시신경 유두의 혈류를 저하시킬 수 있는 혈역학적 요인을 예측할 수 있는 가능성을 확인하였고, 이를 통하여 시야결손 진행을 예측하여 치료 방침을 결정하는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

REFERENCES

1) Hong C, Hong YJ, Baik NH. Glaucoma, 5th ed. Seoul: The Korean Glaucoma Society. 2012; 180-4.
2) Collignon N, Dewe W, Guillaume S, Collignon-Brach J. Ambulatory blood pressure monitoring in glaucoma patients. The nocturnal systolic dip and its relationship with disease progression. Int Ophthalmol 1998;22:19-25.
3) Lee TE, Kim YY, Yoo C. Retinal vessel diameter in normal-tension glaucoma patients with asymmetric progression. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2014;252:1795-801.
4) Shoshani YZ, Harris A, Shoja MM, et al. Endothelin and its suspected role in the pathogenesis and possible treatment of glaucoma. Curr Eye Res 2012;37:1-11.
5) Kaiser HJ, Flammer J, Graf T, Stümpfig D. Systemic blood pressure in glaucoma patients. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1993;231:677-80.
6) Hayreh SS, Podhajsky P, Zimmerman MB. Role of nocturnal arterial hypotension in optic nerve head ischemic disorders. Ophthalmologica 1999;213:76-96.
7) Rader J, Feuer WJ, Anderson DR. Peripapillary vasoconstriction in the glaucomas and the anterior ischemic optic neuropathies. Am J Ophthalmol 1994;117:72-80.
8) Chang M, Yoo C, Kim SW, Kim YY. Retinal vessel diameter, retinal nerve fiber layer thickness, and intraocular pressure in Korean patients with normal-tension glaucoma. Am J Ophthalmol 2011;151:100-105.e1.
9) Rasband WS, ImageJ US. Bethesda (MD): National Institutes of Health, 1997-2016. https://imagej.nih.gov/ij/. Accessed November 8, 2016.
10) Quigley HA, Brown AE, Morrison JD, Drance SM. The size and shape of the optic disc in normal human eyes. Arch Ophthalmol 1990;108:51-7.
11) Park CJ, Lee NH, Kim CS. Difference in 24-hour ambulatory blood pressure in normal tension glaucoma and primary open-angle glaucoma. J Korean Ophthalmol Soc 2007;48:1512-21.
12) Seo HR, Ryu WY, Rho SH. Correlation between nocturnal dip and progression of glaucoma. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:1471-8.
13) Joe SG, Choi J, Sung KR, et al. Twenty-four hour blood pressure pattern in patients with normal tension glaucoma in the habitual position. Korean J Ophthalmol 2009;23:32-9.
14) Sun C, Liew G, Wang JJ, et al. Retinal vascular caliber, blood pressure, and cardiovascular risk factors in an Asian population: the Singapore Malay Eye Study. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008;49:1784-90.
15) Wong TY, Klein R, Klein BE, et al. Retinal vessel diameters and their associations with age and blood pressure. Invest Ophthalmol Vis Sci 2003;44:4644-50.
16) Kaushik S, Kifley A, Mitchell P, Wang JJ. Age, blood pressure, and retinal vessel diameter: separate effects and interaction of blood pressure and age. Invest Ophthalmol Vis Sci 2007;48:557-61.
17) Fraser-Bell S, Symes R, Vaze A. Hypertensive eye disease: a review. Clin Exp Ophthalmol 2017;45:45-53.
18) Kim JM, Sae Kim M, Ju Jang H, et al. The association between retinal vessel diameter and retinal nerve fiber layer thickness in asymmetric normal tension glaucoma patients. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53:5609-14.
19) Graham SL, Drance SM. Nocturnal hypotension: role in glaucoma progression. Surv Ophthalmol 1999;43 Suppl 1:S10-6.
20) Charlson ME, de Moraes CG, Link A, et al. Nocturnal systemic hypotension increases the risk of glaucoma progression. Ophthalmology 2014;121:2004-12.
21) Plange N, Kaup M, Daneljan L, et al. 24-h blood pressure monitor-

www.kci.go.kr

ing in normal tension glaucoma: night-time blood pressure variability. J Hum Hypertens 2006;20:137-42.
22) Jonas JB, Nguyen XN, Naumann GO. Parapapillary retinal vessel diameter in normal and glaucoma eyes. I. Morphometric data. Invest Ophthalmol Vis Sci 1989;30:1599-603.
23) Chang M, Yoo C, Kim SW, Kim YY. Retinal vessel diameter, retinal nerve fiber layer thickness, and intraocular pressure in Korean patients with normal-tension glaucoma. Am J Ophthalmol 2011; 151:100-5.e1.
24) Kawasaki R, Wang JJ, Rochtchina E, et al. Retinal vessel caliber is associated with the 10-year incidence of glaucoma: the Blue Mountains Eye Study. Ophthalmology 2013;120:84-90.
25) Wong TY, Islam FM, Klein R, et al. Retinal vascular caliber, cardiovascular risk factors, and inflammation: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47: 2341-50.
26) Hao H, Sasongko MB, Wong TY, et al. Does retinal vascular geometry vary with cardiac cycle? Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53: 5799-805.
27) Albert BB, de Bock M, Derraik JG, et al. Non-dipping and cardiometabolic profile: A Study on Normotensive Overweight Middle-Aged Men. Heart Lung Cir 2016;25:1218-25.
28) de la Sierra A, Segura J, Gorostidi M, et al. Diurnal blood pressure variation, risk categories and antihypertensive treatment. Hypertens Res 2010;33:767-71.
29) Bowe A, Grünig M, Schubert J, et al. Circadian Variation in Arterial Blood Pressure and Glaucomatous Optic Neuropathy--A Systematic Review and Meta-Analysis. Am J Hypertens 2015;28: 1077-82.

= 국문초록 =

정상 안압 녹내장 환자에서 24시간활동혈압 측정: 망막혈관너비 및 시야결손 진행과의 연관성

목적: 정상 안압 녹내장 환자에서 24시간활동혈압을 측정하여 이와 시신경유두 주위 망막혈관너비 및 시야결손 진행과의 연관성을 알아보고자 하였다.
대상과 방법: 24시간활동혈압 검사에서 야간 혈압 저하가 10% 미만인 경우를 야간 혈압 저하가 없는 군(non–dipper), 10% 이상인 경우를 야간 혈압 저하군(dipper)으로 정의하였고, 이를 안저 촬영에서 측정한 망막혈관너비와 시야검사의 mean deviation (MD)값, Glaucoma Progression Analysis (GPA)를 통해 확인한 시야결손의 진행 정도와 비교하였다.
결과: 망막 동맥 너비는 야간 혈압 저하가 없는 군에서 7.99 ± 0.82 μm로 야간 혈압 저하군의 동맥 7.33 ± 0.79 μm와 유의한 차이를 보였으나(p=0.015), 망막 정맥 너비는 야간 혈압 저하가 없는 군에서 9.65 ± 1.35 μm, 야간 혈압 저하군에서 10.27 ± 1.14 μm로 두 군 간의 유의한 차이는 보이지 않았다(p=0.131). 시야검사의 MD값은 야간 혈압 저하가 없는 군에서 초기 시야검사 −3.91 ± 2.39 dB, 2년 후 시야검사 −5.05 ± 3.26 dB로 야간 혈압 저하군에서 초기 시야검사 −1.65 ± 1.17 dB, 2년 후 시야검사 −2.53 ± 1.85 dB과 유의한 차이를 보였다(각각 p=0.006, p=0.030). 그러나 2년 후, 4년 후 GPA에서 야간 혈압 저하와 시야결손의 진행이 유의한 상관관계를 보이지 않았다(p=0.658).
결론: 야간 혈압 저하 유무는 망막 동맥 너비, MD값의 변화와 유의한 상관관계를 보여, 안저 사진과 같은 비침습적 검사로 야간 혈압 저하와 같은 혈역학적 요인을 예측할 수 있음을 시사한다.
〈대한안과학회지 2017;58(11):1242–1247〉

www.kci.go.kr