

단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안의 사상판 두께

Lamina Cribrosa Thickness in the Fellow Eyes of Patients with Unilateral Retinal Vein Occlusion

김용일 · 이태윤 · 이규원 · 김진선

Yong Il Kim, MD, Tea Yoon Lee, MD, Kyoo Won Lee, MD, PhD, Jin Seon Kim, MD

제일안과병원

Cheil Eye Hospital, Daegu, Korea

Purpose: To compare the lamina cribrosa thickness in fellow eyes of patients with unilateral retinal vein occlusion (RVO) with the normal control eyes and the type of RVO.

Methods: This study included 40 patients with unilateral RVO and 45 normal control subjects. We compared the lamina cribrosa thickness between the RVO eyes and the fellow eyes, the fellow eyes and the normal control eyes and the type of RVO eyes. We measured central lamina thickness using enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography.

Results: In patients with unilateral RVO, central lamina cribrosa thickness was not significantly different between the RVO eyes (211.33 μm) and the fellow eyes (204.13 μm ; $p = 0.202$). However, central lamina cribrosa thickness in the fellow eyes was significantly reduced compared with the normal control eyes (217.76 μm ; $p = 0.046$). Central lamina cribrosa thickness in the fellow eyes according to the type of RVO was not statistically significantly different ($p = 0.672$).

Conclusions: This study showed that the central lamina cribrosa thickness in the fellow eyes of patients with unilateral RVO was thinner than in normal patients. Therefore, the lamina cribrosa thickness may be associated with RVO as well as glaucoma.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(11):1736-1741

Key Words: Arteriovenous crossing retinal vein occlusion, Glaucoma, Lamina cribrosa thickness, Optic nerve-sited retinal vein occlusion, Retinal vein occlusion

망막정맥폐쇄는 녹내장 또는 안압 상승과 연관성을 가진다고 보고되고 있다.¹⁻⁹ 녹내장의 유병률은 일반인에 비해 망막정맥폐쇄 환자에서 더 높고,¹⁰ 망막정맥폐쇄 환자의 반대안에서 녹내장의 과거력이 더 흔하다고 알려져 있다.^{2,11} 이는 안압 상승이 혈관 압박 및 혈관내막증식을 유도하고

망막혈관벽을 변형시켜 허혈 및 망막정맥폐쇄를 일으킨다고 보고되었다.^{4,5} 한편 다른 연구에서는 망막정맥폐쇄와 녹내장이 고혈압, 당뇨, 인슐린 저항성 등 전신질환의 혈관병태생리학적 변화와 유사한 혈관 이상을 공통적으로 보임으로써 두 질환을 인과관계가 아닌 공통적인 기전을 가진 결과로 생각하기도 하였다.^{2,6,12-14}

녹내장은 진행성 시신경병증으로 시신경유두 및 주위 구조물의 특징적인 형태학적 이상을 동반한다. 시신경 크기, 시신경테의 모양, 망막신경섬유층의 두께뿐만 아니라 사상판의 두께 감소 및 결손, 시신경 유두주위 구조물인 중심망막동정맥, 짧은 뒤섬모체동맥, 맥락막과 공막의 형태학적 변화를 보인다.¹⁵ 이 중 사상판은 망막혈관 및 신경세포의 축삭이 지나가는 구멍 난 교원질 판의 연속된 구조로 녹내

■ Received: 2015. 5. 29. ■ Revised: 2015. 8. 5.

■ Accepted: 2015. 10. 1.

■ Address reprint requests to **Jin Seon Kim, MD**
Cheil Eye Hospital, #1 Ayang-ro, Dong-gu, Daegu 41196, Korea
Tel: 82-53-959-1751, Fax: 82-53-959-1758
E-mail: ppjinsun25@hanmail.net

* This study was presented as a poster at the 113th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2015.

© 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.

장 환자에서 신경세포 축삭에 손상을 줄 수 있는 주된 위치로 알려져 있으며,¹⁶⁻²² 실제로 녹내장 환자에서 사상판의 두께가 감소되어 있음이 보고되었다.²³⁻³⁰

과거 연구들에서 망막정맥폐쇄와 녹내장의 연관성을 규명하기 위해, 시신경 유두부종이 동반된 경우가 많고, 망막정맥폐쇄 시점에 따라 유두함몰비가 다를 수 있는 증상안보다 무증상 반대안에 대한 연구를 많이 하였다.^{31,32} 이에 본 연구에서는 망막정맥폐쇄와 녹내장의 발생에 연관된 인자 중 사상판 두께가 관여하는지 알아보기 위해 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안의 사상판 두께를 측정하여 증상안의 사상판 두께와 비교하였으며, 정상안 대조군의 사상판 두께와도 비교하였다. 또한 증상안의 망막정맥폐쇄의 종류에 따라 두 군으로 나누어 무증상안의 사상판 두께를 비교하였다.

대상과 방법

2014년 7월부터 2014년 12월까지 제일안과병원을 방문한 단안 망막정맥폐쇄 환자 40명의 망막정맥폐쇄안 40안과 무증상 반대안 40안, 그리고 정상안 환자 35명(35안)을 대상으로 연구를 시행하였으며, 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안 중 최대교정시력이 20/40 미만이거나, 구면렌즈 굴절력이 ±5디옵터 이상이거나, 원주렌즈 교정이 ±3디옵터 이상이거나, 전방 폐쇄각 또는 유두 주위에 영향을 줄 수 있는 질환을 가진 안은 제외하였으며, 망막정맥폐쇄안과 무증상 반대안, 그리고 정상안은 녹내장이 없는 환자를 대상으로 선정하였다. 또한 단안 망막정맥폐쇄 환자와 정상안 대조군을 선정할 때 사상판의 두께에 영향을 줄 수 있는 나이, 성별, 전신질환 짝짓기로 구성하여 차이가 없도록 하였다.

모든 환자들에게 최대교정시력검사, 세극등현미경검사(Slit lamp 900 BQ, Hagg-Streit AG, Koeniz, Switzerland),

자동굴절검사기(Canon Inc., Tokyo, Japan)를 사용한 굴절력 검사, 안저검사 및 천연색안저사진촬영(Digital retinal camera CR-2, Canon Inc., Tokyo, Japan), 골드만 압평안압계를 이용한 안압측정, 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영(Spectralis® Heidelberg retinal angiography [HRA]-optical coherence tomography [OCT], Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)을 시행하였다. 단안 망막정맥폐쇄 환자의 망막정맥폐쇄안과 무증상 반대안, 그리고 정상안 환자의 사상판 두께를 Spectralis® HRA-OCT의 enhanced depth imaging (EDI) 방법으로 촬영한 영상을 이용하였으며 내장된 프로그램을 이용하여 두께를 측정하였다. 유두함몰비는 두 명의 관찰자가 안저사진을 통해 측정된 값의 평균을 이용하였다. 사상판의 두께는 사상판의 중심두께를 기준으로 하였으며 이는 빛간섭단층촬영 영상에서 중심망막동정맥 기시부의 이측 중심(시신경의 중심부) 아래의 고반사 영역의 앞경계면과 뒤경계면의 거리로 정의하였다(Fig. 1). 사상판의 두께와 두 명의 관찰자(TYL, JSK)가 측정된 평균값을 이용하였으며, 두 관찰자가 측정된 사상판 두께의 재현성 검사는 급내상관계수(Intraclass correlation coefficient, ICC)를 실시하여 알아보았다. 망막정맥폐쇄(retinal vein occlusion, RVO)의 종류는 Beaumont and Kang⁷의 분류법을 수정하여 동정맥-망막정맥폐쇄(arteriovenous crossing RVO, AV-RVO)와 시신경-망막정맥폐쇄(optic cup sited RVO 및 optic nerve sited RVO, ON-RVO)로 분류하였다.

통계적 분석은 표준 소프트웨어(SPSS, version 18.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였고, 망막정맥폐쇄 환자와 정상안 환자 간의 차이를 확인하기 위해 Student's *t*-test와 Mann-Whitney *U*-test를 사용하였다. 망막정맥폐쇄 환자의 망막정맥폐쇄안과 무증상 반대안의 차이를 확인하기 위해 paired *t*-test를 사용하였으며, 망막정맥폐쇄 분류에 따른 차이를 알아보기 위해 정규성 검정을

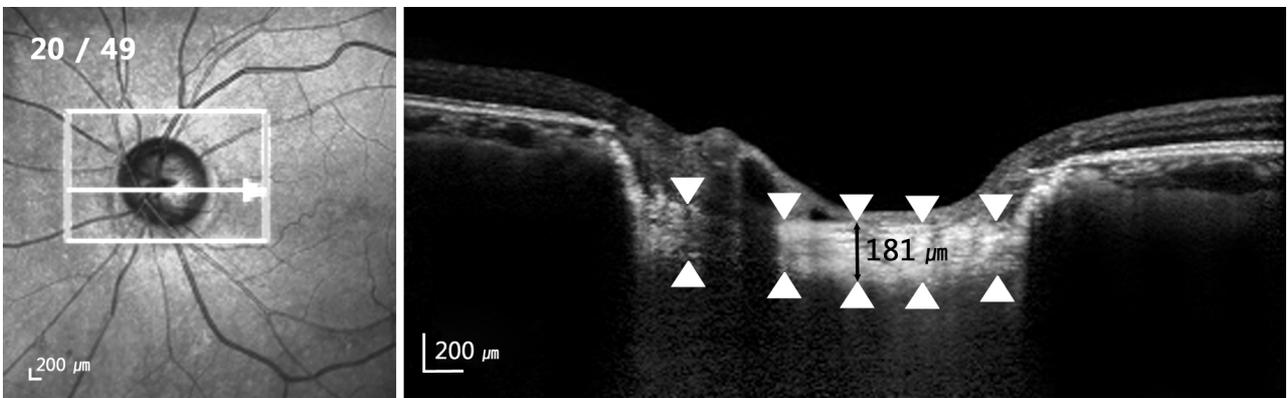


Figure 1. Cross-sectional image of the optic nerve head by Spectralis® OCT in the EDI mode. The central lamina cribrosa thickness was measured between the anterior and posterior border of the highly reflective region that was visible beneath the center of optic disc cup (arrowheads). OCT = optical coherence tomography; EDI = enhanced depth imaging.

한 후 Student's *t*-test와 Mann-Whitney *U*-test를 사용하였다. 그리고 급내상관계수를 사용하여 두 측정자 간 사상판 두께의 재현성을 확인하였다. 유의수준 5% 미만($p < 0.05$)인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 정의하였다.

결 과

단안 망막정맥폐쇄 환자와 정상안 환자들 간의 성별과 나이 및 고혈압, 당뇨의 전신질환 유무는 유의한 차이가 없었으며, 단안 망막정맥폐쇄 무증상 반대안과 정상안의 눈 방향, 구면렌즈대응치, 유두함몰비, 안압 또한 유의한 차이가 없었다(Table 1).

측정자 간 사상판 두께의 재현성 검사 결과 단안망막정

맥폐쇄 환자, 무증상 반대안, 정상안 모두 측정자 간에 높은 재현성을 보였다(Table 2).

단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안 40안과 망막정맥폐쇄안 40안의 사상판 두께는 각각 $204.13 \pm 32.26 \mu\text{m}$, $211.33 \pm 26.25 \mu\text{m}$ 로 통계적으로 유의한 차이는 없었고 ($p=0.202$), 유두함몰비는 각각 0.53 ± 0.20 , 0.50 ± 0.24 로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.146$; Table 3).

단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안의 사상판 두께는 $204.13 \pm 32.26 \mu\text{m}$ 이며, 정상안의 경우 사상판의 두께는 $217.76 \pm 23.97 \mu\text{m}$ 였다. 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안이 정상안에 비해 사상판의 두께가 유의하게 감소되어 있었다($p=0.046$; Table 4).

단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안을 증상안의 망

Table 1. Patients demographics and clinical information

	RVO fellow eyes group (n = 40)	Normal eyes group (n = 35)	p-value
Sex (male, n)	15 (37.5)	21 (45.7)	0.474*
Age (years)	58.58 ± 9.03	57.57 ± 10.94	0.665†
OD:OS	22:18	17:18	0.581*
Systemic disease			
Hypertension (n)	18 (45.0)	13 (37.1)	0.493*
Diabetes mellitus (n)	4 (10.0)	7 (20.0)	0.225*
Spherical equivalent (diopter)	0.11 ± 1.73	-0.29 ± 1.48	0.295†
Cup-disc ratio	0.53 ± 0.20	0.53 ± 0.11	0.858†
Intraocular pressure (mm Hg)	15.28 ± 16.46	15.11 ± 3.60	0.955†

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

RVO = retinal vein occlusion.

*Mann-Whitney *U*-test; †Student's *t*-test.

Table 2. Reproducibility of the central lamina cribrosa thickness

	ICC (95% confidence interval)	p-value
RVO eyes group	0.884 (0.778-0.939)	0.000
RVO fellow eyes group	0.819 (0.652-0.906)	0.000
Normal eyes group	0.873 (0.748-0.936)	0.000

RVO = retinal vein occlusion; ICC = intraclass correlation coefficient.

Table 3. Comparison of the central lamina cribrosa thickness and cup-disc ratio between RVO fellow eyes group and RVO eyes group

	RVO fellow eyes group	RVO eyes group	p-value
Central lamina cribrosa thickness (μm)	204.13 ± 32.26	211.33 ± 26.25	0.202*
Cup-disc ratio	0.53 ± 0.20	0.50 ± 0.24	0.146*

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

RVO = retinal vein occlusion.

*Paired *t*-test.

Table 4. Comparison of the central lamina cribrosa thickness between RVO fellow eyes group and normal eyes group

	RVO fellow eyes group	Normal eyes group	p-value
Central lamina cribrosa thickness (μm)	204.13 ± 32.26	217.76 ± 23.97	0.046*

Values are presented as mean \pm SD unless otherwise indicated.

RVO = retinal vein occlusion.

*Compared by Student's *t*-test, $p < 0.05$.

Table 5. Comparison of the fellow eyes between ON-RVO and AV-RVO

	ON-RVO (n = 16)	AV-RVO (n = 24)	p-value
Sex (male, n)	6 (37.5)	9 (37.5)	1.000*
Age (years)	54.06 ± 9.56	61.58 ± 7.41	0.007*
OD:OS	9:7	13:11	0.924*
Systemic disease			
Hypertension (n)	8 (50.0)	10 (41.7)	0.672*
Diabetes mellitus (n)	3 (18.8)	1 (4.2)	0.452*
Spherical equivalent (diopter)	-0.40 ± 2.09	0.45 ± 1.39	0.132†
Cup-disc ratio	0.58 ± 0.21	0.50 ± 0.19	0.185†
Intraocular pressure (mm Hg)	12.31 ± 3.36	17.25 ± 21.03	0.539*
Central lamina cribrosa thickness (µm)	210.47 ± 28.19	199.52 ± 34.83	0.672*

Values are presented as mean ± SD or n (%).

RVO = retinal vein occlusion; ON-RVO = optic cup sited and optic nerve sited RVO; AV-RVO = arteriovenous crossing RVO.

*Mann-Whitney U-test; †Student's t-test.

망막맥폐쇄 종류에 따라 시신경-망막정맥폐쇄와 동정맥-망막정맥폐쇄 두 군으로 나누어 비교 분석하였다. 나이를 제외한 지표에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 사상판 두께도 시신경-망막정맥폐쇄에서 210.47 ± 28.19 µm, 동정맥-망막정맥폐쇄에서 199.52 ± 34.83 µm로 동정맥-망막정맥폐쇄에서 사상판의 두께가 얇았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.672$; Table 5).

고 찰

사상판은 녹내장 환자에서 신경세포 축삭에 손상을 줄 수 있는 주된 위치로 알려져 있고,¹⁶⁻²² 과거 여러 연구들에서 정상안에 비해 녹내장 환자에서 사상판의 두께가 의미 있게 얇다고 보고되었다.²³⁻³⁰ 이런 결과들은 녹내장에서 안압이 상승하면 사상판에서 축삭의 흐름이 방해를 받으며 이로 인해 결국 축삭과 신경절 세포의 변성을 초래하여 사상판 두께를 감소시키기 때문에 얇은 사상판 두께는 녹내장에 의한 손상으로 보고하고 있다.²³⁻³⁰ 다른 한편으로는 사상판 두께의 감소가 녹내장의 결과가 아니라 오히려 녹내장 발생의 민감성을 증가시킨다고 보고하고 있다.^{24,33} 그 증거로 정상안압녹내장을 들 수 있다. 이전 연구에서 정상안압녹내장은 같은 안압이라도 더 많은 손상을 입는 이유에 대하여 혈류학적 이론에 따라 짧은 뒤섬모체동맥의 혈액공급에 변화가 오면 안구 내 혈류와 안구 내 관류압의 변동이 일어나 시신경유두의 결합조직 및 축삭에 손상을 주기 때문이라고 하였다.^{34,35} 최근 연구에 따르면 정상안압녹내장에서 개방각녹내장 환자보다 사상판의 두께가 더 얇은 것¹⁶으로 보아 혈류학적 원인과 함께 기계적인 원인도 관여하고 있을 것으로 생각해 볼 수 있다. 즉 사상판 두께가 얇으면 시신경세포 축삭 손상을 일으킬 수 있으며, 시신경 주위 지지능력이 떨어지므로 같은 안압에도 기계적 손상과

변형에 더 민감하기 때문에 녹내장 발생의 민감성이 증가 될 것으로 생각해 볼 수 있다.^{16,36}

본 연구에서 망막정맥폐쇄안과 무증상 반대안의 사상판 두께는 차이가 없었으며 무증상 반대안은 정상안에 비하여 사상판 두께가 감소되었다. Yoon et al³¹은 무증상 반대안에서 정상안에 비해 망막신경섬유층의 두께가 감소된 경우가 많다고 보고하였으며, Kim et al³²은 단안망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안에서 망막신경섬유층의 하측과 상이 측부에 두께 감소가 관찰되었다고 보고하여 본 연구와 유사하게 무증상 반대안에서 구조적 이상이 동반될 수도 있음을 보여주었다. 이에 저자들은 망막정맥폐쇄가 있는 눈은 시신경 유두부종이 있는 경우, 그리고 망막정맥폐쇄 시점에 따라 유두함몰비가 다를 수 있어 사상판 두께를 측정하기 쉽지 않은 경우가 많았기 때문에 증상안보다 무증상안의 사상판 두께를 정상안 대조군과 비교하였다. 망막정맥폐쇄 증상안과 정상안 대조군의 사상판 두께를 비교해보면 망막정맥폐쇄 증상안이 정상안 대조군보다 사상판 두께가 마찬가지로 얇게 나타났다. 그러나 통계학적인 차이를 보이지 않았는데, 이는 망막정맥폐쇄로 인한 시신경 구조물의 변형이 영향을 주었을 것으로 생각되며, 이러한 영향을 고려하여 무증상 반대안으로 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 망막정맥폐쇄의 종류를 동정맥-망막정맥폐쇄와 시신경-망막정맥폐쇄로 나누어서 분석하였다. 기존의 연구에 따르면 녹내장의 유무에 따라 망막정맥폐쇄의 형태의 차이가 있었으며, Kim et al³⁷은 단안 망막정맥폐쇄 환자의 반대안이 녹내장이 있는 경우에는 약 81%의 환자가 시신경-망막정맥폐쇄형태를 가지고, 녹내장이 없는 경우에는 약 76%의 환자가 동정맥-망막정맥폐쇄형태를 가진다고 보고하였다. 이에 본 연구에서도 망막정맥폐쇄의 종류에 따라 사상판의 두께를 비교하여 차이점이 있는지 알아보려고 하였다. 분석 결과 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무

증상 반대안의 사상판 두께는 망막정맥폐쇄의 종류에 따라 통계적으로 유의하게 차이를 보이지는 않았으나, 동정맥-망막정맥폐쇄에서 사상판 두께가 좀 더 얇은 것으로 나타났다. 연령이 두 군 간에 유의한 차이를 보였다. 이와 같은 사상판 두께의 차이는 Paik et al³⁸의 연구에서 보여 주듯이 연령의 차이에 의해 발생할 수도 있기 때문에 연령과 성별을 보정하여 분석해 보았으며, 그 결과 망막정맥폐쇄의 종류에 따른 사상판의 두께에는 통계적으로 차이가 없었고, 연령 또한 영향을 주는 변수로 나타나지는 않았다. 그러나 망막정맥폐쇄에 따라 군을 나누었을 때 대상자 수가 너무 적기 때문에 앞으로 좀 더 많은 수의 대상자를 포함한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 다기관 연구가 아닌 제일안과병원에 내원한 환자만을 대상으로 하였고, 대상자 수가 상대적으로 적었다. 둘째, 망막정맥폐쇄의 분류를 더 세분화하지 못하였다. Beaumont and Kang⁷의 연구에 따르면 시신경함몰부위 망막정맥폐쇄(optic cup sited RVO)의 경우 다른 분류의 망막정맥폐쇄에 비해 연령과 평균 안압이 높았고, 개방각녹내장의 유병률이 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 더 많은 환자를 대상으로 망막정맥폐쇄의 분류를 세분화하여 유두함몰비와 안압을 비교하여 보았다면, 망막정맥폐쇄의 분류에 따른 녹내장과 연관성을 알아보는 데 도움이 되었을 것으로 생각된다. 셋째, 망막정맥폐쇄안 환자들의 진단시기와 빛간섭단층촬영을 시행한 시기가 일정하지 않았다. 환자들이 진단 받고 빛간섭단층촬영을 시행한 시기는 평균 6.29 ± 6.75주이며, 진단 받을 당시 촬영한 환자도 있었으며 몇 달이 지난 뒤 촬영한 환자도 있었다. 그러나 진단 당시가 발병시기는 아니며 따라서 발병과 촬영시점 간의 정확한 기간은 알 수 없다. 발병시기와 촬영 시점 간의 간격이 다르다면 주요 변수가 될 수 있기 때문에 다른 망막정맥폐쇄와 녹내장의 연구에서처럼³² 망막정맥폐쇄가 없는 무증상 반대안의 사상판 두께를 측정하도록 하였다.

결론적으로 본 연구에서 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안은 정상안에 비해 사상판의 두께가 감소된 것을 알 수 있었으며 증상안의 망막정맥폐쇄 분류에 따른 사상판의 두께 차이는 없었다. 이는 망막정맥폐쇄에 과거 보고된 혈액학적인 이유뿐만 아니라, 녹내장에 사상판 두께가 관여하는 것처럼 망막정맥폐쇄에도 사상판의 두께가 연관될 수도 있다고 추측해 볼 수 있다.

참고문헌

1) Soni KG, Woodhouse DF. Retinal vascular occlusion as a presenting feature of glaucoma simplex. Br J Ophthalmol 1971;55:192-5.

2) Sperduto RD, Hiller R, Chew E, et al. Risk factors for hemiretinal vein occlusion: comparison with risk factors for central and branch retinal vein occlusion: the eye disease case-control study. Ophthalmology 1998;105:765-71.
3) Beaumont PE, Kang HK. Cup-to-disc ratio, intraocular pressure, and primary open-angle glaucoma in retinal venous occlusion. Ophthalmology 2002;109:282-6.
4) Frucht J, Shapiro A, Merin S. Intraocular pressure in retinal vein occlusion. Br J Ophthalmol 1984;68:26-8.
5) Luntz MH, Schenker HI. Retinal vascular accidents in glaucoma and ocular hypertension. Surv Ophthalmol 1980;25:163-7.
6) Johnston RL, Brucker AJ, Steinmann W, et al. Risk factors of branch retinal vein occlusion. Arch Ophthalmol 1985;103:1831-2.
7) Beaumont PE, Kang HK. Clinical characteristics of retinal venous occlusions occurring at different sites. Br J Ophthalmol 2002;86:572-80.
8) Yoo YC, Park KH. Disc hemorrhages in patients with both normal tension glaucoma and branch retinal vein occlusion in different eyes. Korean J Ophthalmol 2007;21:222-7.
9) Kim SJ, Park KH. Four cases of normal-tension glaucoma with disk hemorrhage combined with branch retinal vein occlusion in the contralateral eye. Am J Ophthalmol 2004;137:357-9.
10) Hayreh SS, Zimmerman MB, Beri M, Podhajsky P. Intraocular pressure abnormalities associated with central and hemicentral retinal vein occlusion. Ophthalmology 2004;111:133-41.
11) Risk factors for central retinal vein occlusion. The Eye Disease Case-Control Study Group. Arch Ophthalmol 1996;114:545-54.
12) Bonomi L, Marchini G, Marraffa M, et al. Vascular risk factors for primary open angle glaucoma: the Egna-Neumarkt Study. Ophthalmology 2000;107:1287-93.
13) Simons BD, Brucker AJ. Branch retinal vein occlusion. Axial length and other risk factors. Retina 1997;17:191-5.
14) Pasquale LR, Kang JH, Manson JE, et al. Prospective study of type 2 diabetes mellitus and risk of primary open-angle glaucoma in women. Ophthalmology 2006;113:1081-6.
15) Park SC, De Moraes CG, Teng CC, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of deep optic nerve complex structures in glaucoma. Ophthalmology 2012;119:3-9.
16) Park HY, Jeon SH, Park CK. Enhanced depth imaging detects lamina cribrosa thickness differences in normal tension glaucoma and primary open-angle glaucoma. Ophthalmology 2012;119:10-20.
17) Gaasterland D, Tanishima T, Kuwabara T. Axoplasmic flow during chronic experimental glaucoma. 1. Light and electron microscopic studies of the monkey optic nervehead during development of glaucomatous cupping. Invest Ophthalmol Vis Sci 1978;17:838-46.
18) Minckler DS, Bunt AH, Johanson GW. Orthograde and retrograde axoplasmic transport during acute ocular hypertension in the monkey. Invest Ophthalmol Vis Sci 1977;16:426-41.
19) Quigley HA, Addicks EM, Green WR, Maumenee AE. Optic nerve damage in human glaucoma. II. The site of injury and susceptibility to damage. Arch Ophthalmol 1981;99:635-49.
20) Quigley HA, Green WR. The histology of human glaucoma cupping and optic nerve damage: clinicopathologic correlation in 21 eyes. Ophthalmology 1979;86:1803-30.
21) Bellezza AJ, Rintalan CJ, Thompson HW, et al. Deformation of the lamina cribrosa and anterior scleral canal wall in early experimental glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci 2003;44:623-37.
22) Burgoyne CF, Downs JC. Premise and prediction-how optic nerve

- head biomechanics underlies the susceptibility and clinical behavior of the aged optic nerve head. *J Glaucoma* 2008;17:318-28.
- 23) Albon J, Purslow PP, Karwatowski WS, Easty DL. Age related compliance of the lamina cribrosa in human eyes. *Br J Ophthalmol* 2000;84:318-23.
- 24) Lee EJ, Kim TW, Weinreb RN, et al. Visualization of the lamina cribrosa using enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2011;152:87-95.e1.
- 25) Jonas JB, Berenshtein E, Holbach L. Lamina cribrosa thickness and spatial relationships between intraocular space and cerebrospinal fluid space in highly myopic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:2660-5.
- 26) Ren R, Wang N, Li B, et al. Lamina cribrosa and peripapillary sclera histomorphometry in normal and advanced glaucomatous Chinese eyes with various axial length. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50:2175-84.
- 27) Sigal IA, Flanagan JG, Tertinegg I, Ethier CR. Finite element modeling of optic nerve head biomechanics. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:4378-87.
- 28) Sigal IA, Ethier CR. Biomechanics of the optic nerve head. *Exp Eye Res* 2009;88:799-807.
- 29) Levy NS, Crapps EE. Displacement of optic nerve head in response to short-term intraocular pressure elevation in human eyes. *Arch Ophthalmol* 1984;102:782-6.
- 30) Radius RL. Anatomy of the optic nerve head and glaucomatous optic neuropathy. *Surv Ophthalmol* 1987;32:35-44.
- 31) Yoon SY, Choi J, Lee CH, et al. Evaluation of glaucomatous damage in the fellow eyes of patients with unilateral retinal vein occlusion. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:120-7.
- 32) Kim MJ, Woo SJ, Park KH, Kim TW. Retinal nerve fiber layer thickness is decreased in the fellow eyes of patients with unilateral retinal vein occlusion. *Ophthalmology* 2011;118:706-10.
- 33) Jonas JB, Berenshtein E, Holbach L. Anatomic relationship between lamina cribrosa, intraocular space, and cerebrospinal fluid space. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:5189-95.
- 34) Kondo Y, Niwa Y, Yamamoto T, et al. Retrobulbar hemodynamics in normal-tension glaucoma with asymmetric visual field change and asymmetric ocular perfusion pressure. *Am J Ophthalmol* 2000;130:454-60.
- 35) Mi XS, Yuan TF, So KF. The current research status of normal tension glaucoma. *Clin Interv Aging* 2014;9:1563-71.
- 36) Yang H, Downs JC, Girkin C, et al. 3-D histomorphometry of the normal and early glaucomatous monkey optic nerve head: lamina cribrosa and peripapillary scleral position and thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:4597-607.
- 37) Kim S, Sung KR, Joe SG, et al. Comparison between glaucomatous and non-glaucomatous eyes with unilateral retinal vein occlusion in the fellow eye. *Korean J Ophthalmol* 2013;27:440-5.
- 38) Paik DW, Lee JH, Kim JS. Age-related changes in the thickness of the lamina cribrosa measured by spectral domain OCT. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1261-8.

= 국문초록 =

단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안의 사상판 두께

목적: 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안과 정상안 대조군의 사상판 두께를 비교하였으며, 망막정맥폐쇄의 종류에 따라 사상판 두께를 비교하였다.

대상과 방법: 단안 망막정맥폐쇄 환자 40명과 정상안 환자 35명을 대상으로 연구를 시행하였으며, 망막정맥폐쇄 증상안과 무증상안, 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안과 정상안, 증상안의 망막정맥폐쇄의 종류에 따른 무증상안의 사상판 두께를 각각 비교하였다. 사상판 두께는 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영의 Enhanced depth imaging 방법을 이용하여 중심 사상판 두께를 측정하였다.

결과: 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안과 증상안의 사상판 두께는 각각 204.13 μm , 211.33 μm 로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.202$). 그러나 무증상 반대안의 사상판 두께는 정상안의 사상판 두께 217.76 μm 에 비해 유의하게 감소되어 있었다($p=0.046$). 망막정맥폐쇄의 종류에 따른 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안의 사상판 두께는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.672$).

결론: 단안 망막정맥폐쇄 환자의 무증상 반대안은 정상안에 비해 사상판의 두께가 감소되었다. 이로 보아 녹내장뿐만 아니라 망막정맥폐쇄에도 사상판 두께가 관여할 수도 있을 것으로 추측할 수 있다.

(대한안과학회지 2015;56(11):1736-1741)
