진행된 녹내장 환자에서의 맥락막두께

Choroidal Thickness in Advanced Glaucoma Patients

박도희 · 박상우 · 성미선

Do Hee Park, MD, Sang Woo Park, MD, PhD, Mi Sun Sung, MD, PhD

전남대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

Purpose: We investigated choroidal thickness according to the classification of glaucoma and related factors in patients with advanced glaucoma.

Methods: The present study included 133 eyes of 133 advanced glaucoma patients with a mean deviation of <-12 dB. Patients were classified into primary open angle glaucoma (POAG) and normal-tension glaucoma (NTG) groups. Factors related to the subfoveal and peripapillary choroidal thickness were analyzed using linear regression analysis.

Results: The mean peripapillary choroid thickness was $99.20 \pm 46.85 \mu\text{m}$ in the NTG group, which was significantly thinner than in the POAG group ($121.85 \pm 45.39 \mu\text{m}$, $p = 0.006$). Additionally, in the sectoral comparison, the NTG group had thinner choroids than the POAG group in all areas ($p < 0.05$ for all). In the linear regression analysis, glaucoma class ($p = 0.007$), age ($p = 0.005$), and intraocular pressure (IOP) ($p = 0.024$) significantly affected the peripapillary choroid thickness. Moreover, age ($p = 0.029$) and macular thickness ($p = 0.002$) were significantly associated with subfoveal choroid thickness.

Conclusions: In advanced glaucoma, low baseline IOP, NTG, and old age were significantly associated with a thin peripapillary choroid, suggesting an association between thin peripapillary choroid and the etiology of NTG. Further studies are needed to clarify the significance of a thin choroid in the pathogenesis of glaucoma.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(12):1626-1636

Keywords: Advanced glaucoma, Choroidal thickness, Normal tension glaucoma, Primary open angle glaucoma

녹내장은 전 세계적으로 실명의 주요 원인을 차지하는 질환으로, 진행되는 망막 및 시신경의 전형적인 구조 변화에 따른 손상을 특징으로 한다.^{1,2} 녹내장의 발생 기전으로 안압상승으로 인한 기계적인 시신경손상(mechanical theory)이 원발개방각녹내장과 정상안압녹내장 모두에서 주요 위험 인자가 되지만, 시신경유두 및 주변 조직의 관류부전에

의한 시신경의 허혈성 손상(ischemic theory)도 녹내장성 시신경병증에 중요한 역할을 할 것으로 생각되고 있다.³⁻⁶ 허혈성 손상 이론에 따르면, 녹내장성 시신경병증의 병인은 시신경유두의 전사상판 영역의 혈액 공급과 관련이 있고, 맥락막 조직은 뒤섬모체동맥(posterior ciliary artery)의 분지로부터 혈액 공급을 받아 망막외층과 전사상판 조직에 산소와 영양을 공급하는 조직으로, 맥락막두께가 시신경의 관류 상태와 연관이 있다는 연구 결과가 있다.^{7,8} 특히 한국인에서 개방각녹내장의 77%를 차지하며 아시아 인종에서 높은 유병률을 보이는 정상안압녹내장에서, 혈관 혹은 혈류학적인 조절 장애가 녹내장 발생 및 진행에 연관성이 있음이 보고된 바 있다.^{9,10}

빛간섭단층촬영(optical coherence tomography)의 발달로

■ Received: 2021. 7. 30. ■ Revised: 2021. 9. 13.

■ Accepted: 2021. 11. 16.

■ Address reprint requests to **Mi Sun Sung, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chonnam National University
Hospital, #42 Jebong-ro, Dong-gu, Gwangju 61469, Korea
Tel: 82-62-220-6753, Fax: 82-62-227-1642
E-mail: sms84831@hanmail.net

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

© 2021 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.

맥락막두께를 정량적으로 평가할 수 있게 되면서, 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 맥락막두께와 녹내장성 시신경손상과의 연관성이 보고되고 있다. 여러 연구에서 녹내장 환자의 시신경 유두주위 맥락막두께가 정상인에 비해 얇았으며,¹¹⁻¹³ 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장의 비교에서는 정상안압녹내장 환자들이 원발개방각녹내장 환자들에 비해 더 얇은 맥락막을 가지고 있다고 하였다.¹⁴⁻¹⁶ 하지만 이와는 반대로 유두주위 및 황반하 맥락막두께가 녹내장 환자들과 정상안에서 유의한 차이가 없다는 연구들도 보고된 바 있어, 녹내장의 병인에 맥락막이 어떠한 연관성이 있는지 규명하기 위해서는 추가적인 연구가 필요한 실정이다.¹⁷⁻²⁰

진행된 녹내장안에서는 유두함몰비의 증가, 망막신경섬유층의 얇아짐, 사상판 두께의 감소 등 녹내장에 의한 다양한 구조적 손상들이 나타나게 된다. 한편 맥락막에 있어서는 녹내장안에서 맥락막두께가 얇아졌다는 보고들은 많이 있으나, 녹내장이 진행할수록 맥락막두께가 더 얇아지는지에 대해서는 아직 이견이 있으며, Hirooka et al¹³은 진행된 녹내장일수록 맥락막두께가 더 얇아졌다고 하였다. 그러나 기존의 연구들은 심하지 않은 초기 또는 중기 녹내장만을 대상으로 한 경우가 많았고, 또는 다양한 중증도의 녹내장 환자를 한 번에 분석하여 녹내장 중증도가 맥락막두께 측정에 미치는 혼란 요인을 충분히 고려하지 못하였다는 문제가 있다. 또한 연구에 포함된 진행된 녹내장 환자들의 비율이 적고, 진행된 녹내장 환자라고 하더라도 그 정도가 비교적 심하지 않아 진행된 녹내장안에서의 맥락막두께에 대한 연구는 상대적으로 부족한 측면이 있다. 녹내장이 진행된 상태에서도 기존의 보고처럼 녹내장의 분류에 따른 두께의 차이가 존재하는지 알아보는 것은 녹내장의 병인에 있어 맥락막이 어떠한 역할을 하는지 이해하는 데 도움이 될 것이다. 이에 저자들은 본 연구에서 녹내장 중증도의 다양성이 분석에 미칠 수 있는 혼란 요인을 최소화하기 위하여 진행된 상태의 녹내장안만을 대상으로 하여 맥락막두께의 특성을 알아보고, 녹내장의 분류에 따른 차이가 있는지 분석하고자 하였으며, 진행된 녹내장 환자들에서 맥락막두께와 연관된 인자에는 어떤 것들이 있는지 알아보려 하였다.

대상과 방법

2018년 8월부터 2020년 12월까지 전남대학교병원 녹내장 클리닉을 내원하여 녹내장으로 진단받은 환자 중 30-2 시야검사 mean deviation (MD)가 -12 dB보다 낮은 진행된 녹내장 환자 133명 133안을 대상으로 의무기록지 분석을

통한 후향적 단면연구를 시행하였다. 본 연구는 ‘진행된 녹내장 환자의 기능적, 구조적 손상을 분석하는 후향적 연구’의 일환으로, 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였으며, 본원 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인 아래 진행되었다(승인 번호: 2021-102).

모든 환자들은 내원 시 세극등현미경을 통한 전안부검사, 전방각경검사, 골드만압평안압계를 통한 안압 측정, 안저 사진촬영, 저간섭성반사계(Lenstar; Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland)를 통한 각막두께와 안축장 측정, 빛간섭단층촬영(Heidelberg Spectralis spectral domain optical coherence tomography; Spectralis software version 6.9.4; Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany), Swedish interactive threshold algorithm (SITA) standard 30-2 방식을 이용한 자동시야검사(Humphrey Field Analyzer; Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA)를 시행하였다.

개방각녹내장은 전방각경검사상 개방각이고 전반적이거나 국소적인 시신경유두테의 좁아짐, 패임, 시신경유두출혈, 시야손상과 일치하는 망막신경섬유층 결손과 같은 특징적인 녹내장성 시신경손상이 관찰되고, 녹내장 이외의 시신경손상을 일으킬 만한 원인 질환이 없는 경우 진단하였다. 그중 초진 시 골드만압평안압계로 측정한 안압을 중심각막두께 값 520 μm 를 기준으로 보정하여(중심각막두께가 10 μm 가 커질수록 안압 값에서 0.7 mmHg를 빼고, 중심각막두께가 10 μm 가 작아질수록 안압 값에서 0.7 mmHg를 더함) 그 값이 21 mmHg 이하인 경우 정상안압녹내장으로 분류하였고, 21 mmHg를 초과하는 안압을 가졌던 환자를 원발개방각녹내장으로 분류하여 분석하였다.²¹ 안압은 골드만압평안압계를 통해 2회 이상 측정한 평균값으로 하였으며, 중심각막두께는 부분결합간섭계를 사용하여 5회 연속 측정하여 중간 값 3개를 평균하여 정하였다. 초진 시 안압하강제를 사용하고 있는 환자의 경우, 소견서상 약물치료 전 안압이 명시되어 있는 경우만을 분석에 포함하였다. 최대교정시력이 0.3 logarithm of minimum angle of resolution (logMAR)보다 낮은 경우 시야검사의 신뢰도가 떨어질 수 있으므로 분석에서 제외하였다. 또한 18세 이하, 굴절 이상이 구면대응치 -6.0 diopters (D)와 +6.0 D 사이를 벗어나는 경우, 녹내장수술을 포함한 안내수술의 기왕력이 있는 경우(단순 백내장수술은 제외), 녹내장 이외의 시야손상을 유발할 수 있는 망막전막, 당뇨망막병증, 망막혈관폐쇄질환 등과 같은 망막질환이 있는 경우 역시 분석에서 제외하였다. 두 눈 모두 선정 제외 기준을 만족하는 경우 임의로 한 눈만 선택하여 분석에 포함시켰다.

스펙트럼영역 빛간섭단층촬영은 숙련된 단일 검사자에 의해 시행되었고, 영상 화질 점수 30점 미만인 스캔 이미지를

는 분석에서 제외되었다. 모든 환자는 초진 시 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영을 시행 받았고, 초진 시 영상의 질이 좋지 않거나 안압이 21 mmHg 이상으로 안정되지 않은 경우에는 3개월 이내 다음 외래 내원 시의 검사 결과를 분석에 이용하였다. 망막신경섬유층 두께는 내장된 Glaucoma Module Premium Edition 소프트웨어를 이용하여 브루크막 개방 중심(Brach's membrane opening center)을 기준으로 360°, 3.5 mm 직경의 원형 스캔을 이용하였으며, 평균값(global thickness)과 함께 이측(temporal), 상이측(superotemporal), 상비측(superonasal), 비측(nasal), 하비측(inferonasal), 하이측(inferotemporal) 6개의 구역으로 나누어 측정하였다. 유두주위 맥락막두께는 망막신경섬유층을 측정할 때와 동일하게 3.5 mm 직경의 원형 스캔 사진에서 Heidelberg Eye Explorer 소프트웨어의 망막층 수동 설정 기능(manual segmentation function)과 망막신경섬유층 두께 자동 측정 기능을 이용하여 측정하였다. 망막층 수동 설정 기능을 통해 브루크막의 고반사선 외측을 안쪽 경계선으로 설정하고 맥락

막-공막의 경계(chorioscleral interface)를 바깥 경계선으로 설정하여 시신경유두주위 맥락막두께를 측정하였다. 맥락막-공막의 경계가 명확하지 않은 경우에는 맥락막혈관을 바깥 경계선으로 설정하여 분석하였다(Fig. 1A). 황반두께(macular thickness)는 내장된 소프트웨어의 Posterior Pole 알고리즘을 사용하여, 중심와를 중심으로 30-25° 볼륨 스캔으로 측정된 값을 사용하였다. 황반하 맥락막두께 측정은 중심와와 브루크막 개방 중심을 관통하는 선형의 스캔을 이용하여 황반하에서 브루크막 고반사선의 외측에서 맥락막-공막의 경계까지 수직선을 그어 측정하였다(Fig. 1B). 맥락막두께의 측정은 2명의 측정자가 독립적으로 측정하였으며, 두 값의 평균을 분석에 이용하였다.

시야검사는 Central 30-2 SITA-standard strategy를 이용하여 초진 시 첫 번째 검사를 시행하였고, 2개월 이내에 두 번째 검사를 시행하여, 학습 효과 배제를 위해 두 번째 결과를 분석에 이용하였다. 이 중 MD가 -12 dB보다 낮은 경우를 진행된 녹내장으로 판단하여 연구에 포함시켰고, 시

Figure 1. Measurement of choroidal thickness. (A) Circular peripapillary scan of 3.5 mm is obtained. After the manual segmentation of basement membrane (red solid line) and the chorioscleral border (green solid line), peripapillary choroidal thickness was calculated. The global and the 6 Garway-Heath regional values of spectral domain optical coherence tomography (nasosuperior, nasal, nasoinferior, temporoinferior, temporal, temporosuperior) was used. (B) Enhanced depth imaging horizontal scan passing through the center of the fovea was used to measure subfoveal choroidal thickness.

야검사의 신뢰도를 위하여 15% 이상의 거짓양성(false positive)이나 거짓음성(false negative), 20% 이상의 주시 실패(fixation loss)가 있는 경우 해당 시야검사의 결과는 분석에서 제외하였다. 시야검사의 MD, pattern standard deviation (PSD)값을 수집하였다.

IBM SPSS software (IBM Corp., Armonk, NY, USA)군 간 비교를 위해 *t*-검정(independent *t*-test)과 카이제곱검정(χ^2 test)을 이용하였다. 두 명의 측정자가 측정한 맥락막두께의 측정 일치도 평가는 급내상관계수(intraclass correlation coefficients, ICCs)를 이용하였다. 맥락막두께에 영향을 미치는 인자는 단변량 선형회귀분석을 시행하여 $p < 0.05$ 로 유의한 연관성을 보이는 인자들을 대상으로 다변량 선형회귀분석을 시행하였다. 다변량 선형회귀분석에서 교란변수로 작용할 수 있는 녹내장의 분류와 안압을 model 1 및 model 2로 나누어 분석을 시행하였다.

결 과

원발개방각녹내장 87안과 정상안압녹내장 46안이 분석에 포함되었다. 원발개방각녹내장 환자 중 남자는 69명(79.3%) 이었고, 정상안압녹내장 환자 중 남자는 23명(50.0%)으로 원발개방각녹내장군에서 남성의 비율이 더 높았다($p < 0.001$).

원발개방각녹내장군의 평균 연령은 61.89 ± 13.77 세, 정상안압녹내장군의 평균 연령은 63.20 ± 12.03 세로 두 군 사이의 차이는 관찰되지 않았다($p = 0.587$). 기저안압은 원발개방각녹내장군에서 32.63 ± 7.43 mmHg로 정상안압녹내장군의 16.89 ± 1.72 mmHg보다 유의하게 높았으며($p < 0.001$), 빛간섭단층촬영 시점의 안압은 원발개방각녹내장군에서 14.44 ± 3.44 mmHg, 정상안압녹내장군에서 12.43 ± 2.27 mmHg로 유의한 차이를 보였다($p = 0.001$). 빛간섭단층촬영으로 측정한 평균 유두주위 망막신경섬유층 두께는 원발개방각녹내장군에서 46.33 ± 9.63 μ m로 정상안압녹내장군에서 56.70 ± 14.27 μ m보다 낮은 결과를 보였다($p < 0.001$). 황반두께는 원발개방각녹내장군에서 302.91 ± 17.59 μ m로 정상안압녹내장군의 315.69 ± 13.13 μ m보다 낮게 나타났다($p < 0.001$). 시야검사의 MD 및 PSD, 구면렌즈대응치, 시력, 안축장, 중심각막두께, 시신경유두주위 위축은 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다(모두 $p > 0.05$) (Table 1).

맥락막두께측정의 측정 일치도 평가에서, 평균 유두주위 맥락막두께의 ICCs는 99.1% ($p < 0.001$), 황반하 맥락막두께의 ICCs는 97.6% ($p < 0.001$)로 평가자 간 좋은 일치도를 보여주었다. 황반하 맥락막두께에서는 원발개방각녹내장군(212.82 ± 66.70 μ m)과 정상안압녹내장군(198.95 ± 74.64 μ m) 사이의 유의한 차이를 보이지 않았다($p = 0.327$). 하지만 평

Table 1. Demographics and ocular characteristics of the eyes with advanced glaucoma

	POAG (n = 87)	NTG (n = 46)	<i>p</i> -value*
Age (years)	61.89 ± 13.77	63.20 ± 12.03	0.587
Sex (male/female)	69/18	23/23	<0.001
Baseline IOP (mmHg)	32.63 ± 7.43	16.89 ± 1.72	<0.001
IOP at imaging (mmHg)	14.44 ± 3.44	12.43 ± 2.27	0.001
Spherical equivalent (D)	-1.49 ± 2.63	-1.51 ± 3.61	0.968
Visual acuity (logMAR)	0.09 ± 0.19	0.09 ± 0.18	0.979
Axial length (mm)	24.35 ± 1.17	24.41 ± 1.73	0.846
Central corneal thickness (μ m)	525.94 ± 54.05	534.41 ± 30.57	0.365
Peripapillary RNFL thickness (μ m)			
Global	46.33 ± 9.63	56.70 ± 14.27	<0.001
Superotemporal	53.72 ± 17.10	64.22 ± 29.33	0.029
Temporal	45.59 ± 13.27	53.65 ± 14.21	0.001
Inferotemporal	49.26 ± 17.93	45.57 ± 17.83	0.260
Inferonasal	48.01 ± 14.33	57.33 ± 21.91	0.011
Nasal	42.41 ± 25.59	55.72 ± 20.09	0.003
Superonasal	53.63 ± 20.28	69.67 ± 30.62	0.002
Macular thickness (μ m)	302.91 ± 17.59	315.69 ± 13.13	<0.001
Presence of peripapillary atrophy	11 (12.6)	7 (15.2)	0.680
Mean deviation (dB)	-20.27 ± 5.93	-18.62 ± 5.72	0.178
Pattern standard deviation (dB)	11.55 ± 3.48	12.90 ± 3.18	0.059

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation or number (%).

POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma; IOP = intraocular pressure; D = diopters; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; RNFL = retinal nerve fiber layer.

**p*-value obtained from the independent *t*-test or χ^2 test between the two groups.

군 유두주위 맥락막두께는 정상안압녹내장군에서 $99.20 \pm 46.85 \mu\text{m}$ 로 원발개방각녹내장군의 $121.85 \pm 45.39 \mu\text{m}$ 에

비해 유의하게 얇았으며($p=0.006$), 구역별 비교에서도 모든 영역에서 정상안압녹내장군이 원발개방각녹내장군에 비해

Table 2. Comparison of subfoveal and peripapillary choroidal thickness between the groups

	POAG (n = 87)	NTG (n = 46)	p-value*
Subfoveal choroidal thickness (μm)	212.82 ± 66.70	198.95 ± 74.64	0.327
Peripapillary choroidal thickness (μm)			
Global	121.85 ± 45.39	99.20 ± 46.85	0.006
Superotemporal	127.30 ± 50.12	102.65 ± 47.45	0.006
Temporal	126.66 ± 54.78	104.22 ± 58.32	0.024
Inferotemporal	99.10 ± 43.94	79.85 ± 40.92	0.012
Inferonasal	99.33 ± 39.70	83.78 ± 44.85	0.034
Nasal	130.25 ± 48.84	104.50 ± 51.12	0.004
Superonasal	127.18 ± 46.48	105.13 ± 46.28	0.007

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation.

POAG = primary open angle glaucoma; NTG = normal tension glaucoma.

*p-value obtained from the independent t-test between the two groups.

Figure 2. The distribution of subfoveal and peripapillary choroidal thickness of primary open angle glaucoma (POAG) and normal tension glaucoma (NTG). (A) Subfoveal choroidal thickness, global and sectoral peripapillary choroidal thickness are shown. Red asterisks show a significant difference between the groups. (B) Difference between POAG and NTG are shown.

얇은 맥락막두께를 보였다(모두 $p < 0.05$) (Table 2, Fig. 2A). 정상안압녹내장과 원발개방각녹내장의 구역별 맥락막두께 차이를 살펴보았을 때, 비측 구역에서 가장 큰 두께 차이를 보였고 황반하 및 하비측에서 가장 작은 두께 차이를 나타냈다(Fig. 2B).

유두주위 맥락막두께에 영향을 미치는 인자들에 대한 단변량 선형회귀분석에서 녹내장의 분류($p=0.006$), 나이($p=0.004$), 안압($p=0.012$)이 유의한 인자로 나타났다. 이에 대하여 녹내장의 분류 및 나이를 포함한 model 1 다변량 선형회귀분석에서 녹내장의 분류($p=0.007$) 및 나이($p=0.005$) 모두 맥락막두께와 연관된 유의한 인자였으며, 나이 및 안압을 포함한 model 2 다변량 선형회귀분석에서도 나이($p=0.013$),

안압($p=0.024$) 모두 맥락막두께와 연관된 유의한 인자로 나타났다(Table 3). 황반하 맥락막두께에 영향을 미치는 인자들에 대한 단변량 선형회귀 분석에서 나이($p=0.003$) 및 황반두께($p=0.003$)가 유의한 인자로 나타났으며, 두 변수에 대한 다변량 선형회귀분석에서도 나이($p=0.029$)와 황반두께($p=0.002$) 모두 황반하 맥락막두께와 유의한 연관이 있는 것으로 나타났다(Table 4).

고 찰

녹내장성 시신경병증의 병인에서 맥락막의 역할은 아직까지 명확히 규명되지 않았으나, 시신경의 허혈성 손상 이

Table 3. Factors affecting peripapillary choroidal thickness by linear regression analysis in advanced glaucoma patients

Variable	Univariable		Multivariable (model 1)		Multivariable (model 2)	
	Estimate (95% CI)	p-value	Estimate (95% CI)	p-value	Estimate (95% CI)	p-value
Group (ref:POAG)	23.74 (6.94 to 40.53)	0.006	22.60 (6.24 to 38.96)	0.007		
Age (years)	-0.90 (-1.51 to -0.30)	0.004	-0.865 (-1.46 to -0.27)	0.005	-0.80 (-1.42 to -0.17)	0.013
Sex (ref:male)	3.02 (-14.78 to 20.82)	0.738				
Baseline IOP (mmHg)	1.12 (0.25 to 1.99)	0.012			0.99 (0.13 to 1.85)	0.024
IOP at imaging (mmHg)	0.20 (-2.36 to 2.76)	0.875				
Spherical equivalent (D)	2.03 (-0.71 to 4.76)	0.145				
Visual acuity (logMAR)	-17.70 (-62.41 to 27.00)	0.435				
Axial length (mm)	-3.99 (-10.04 to 2.06)	0.194				
Central corneal thickness (μ m)	0.17 (-0.17 to 0.20)	0.855				
Global RNFL thickness (μ m)	-0.40 (-1.08 to 0.27)	0.240				
Macular thickness (μ m)	0.33 (-0.22 to 0.87)	0.234				
Mean deviation (dB)	1.26 (-0.32 to 2.84)	0.116				
Pattern standard deviation (dB)	2.29 (-0.42 to 5.00)	0.096				

Model 1 is a multivariate linear regression analysis with group and age. Model 2 is a multivariate linear regression analysis with age and IOP. CI = confidence interval; POAG = primary open angle glaucoma; IOP = intraocular pressure; D = diopters; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; RNFL = retinal nerve fiber layer.

Table 4. Factors affecting subfoveal choroidal thickness by linear regression analysis in advanced glaucoma patients

Variable	Univariable		Multivariable	
	Estimate (95% CI)	p-value	Estimate (95% CI)	p-value
Group (ref:POAG)	13.07 (-13.21 to 39.35)	0.327		
Age (years)	-1.40 (-2.32 to -0.49)	0.003	-1.07 (-2.03 to -0.12)	0.029
Gender (ref:male)	0.43 (-26.79 to 27.65)	0.975		
Baseline IOP (mmHg)	2.26 (-1.89 to 6.40)	0.283		
IOP at imaging (mmHg)	2.16 (-1.72 to 6.03)	0.272		
Spherical equivalent (D)	2.00 (-2.33 to 6.33)	0.362		
Visual acuity (logMAR)	-52.07 (-118.59 to 14.45)	0.124		
Axial length (mm)	-6.40 (-16.08 to 3.28)	0.193		
Central corneal thickness (μ m)	0.03 (-0.24 to 0.30)	0.825		
Global RNFL thickness (μ m)	0.35 (-0.69 to 1.39)	0.508		
Macular thickness (μ m)	1.17 (0.41 to 1.94)	0.003	1.23 (0.48 to 1.99)	0.002
Mean deviation (dB)	1.17 (-1.37 to 3.72)	0.362		
Pattern standard deviation (dB)	3.71 (-0.69 to 8.10)	0.097		

CI = confidence interval; POAG = primary open angle glaucoma; IOP = intraocular pressure; D = diopters; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; RNFL = retinal nerve fiber layer.

론과 함께 망막외층 및 전사상판에 혈액 순환에 영향을 미치는 맥락막이 녹내장 병태생리에 중요한 역할을 할 수 있음이 제시된 바 있다.³⁻⁸ 이는 녹내장 환자의 형광안저촬영에서 맥락막 충만이 지연되고 유두주위 맥락막 충만 결손이 두드러지게 관찰되는 것이나, 녹내장 환자에 대한 조직학적 연구에서 맥락막혈관의 직경 수축 및 혈관 밀도의 감소로 맥락막두께의 감소를 보였다는 연구 결과에서도 확인할 수 있다.^{22,23} 특히 한국인에서 개방각녹내장의 77%를 차지하며, 아시아 인종에서 높은 유병률을 보이는 정상안압 녹내장은 안압의 영향 외에도 다른 병인이 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있다.^{9,24-26} 특히, 혈관 혹은 혈류학적인 조절 장애가 정상안압녹내장의 병인에 중요한 인자 중 하나로 생각되고 있으며 말초혈관장애, 편두통, 여성에서 더 많은 유병률 등이 이러한 연관성을 뒷받침한다.^{10,27-30}

여러 연구에서 녹내장 환자의 시신경유두주위 맥락막두께가 정상인에 비해 얇았으며,¹¹⁻¹³ 특히 정상안압녹내장에서 원발개방각녹내장보다 맥락막두께가 더 얇았다고 하였다.¹⁴⁻¹⁶ 반면에 정상안과 녹내장안 사이에 맥락막두께의 유의한 차이가 없다는 연구들도 보고된 바 있어 맥락막두께와 녹내장과의 연관성이 명확히 규명된 것은 아니다.¹⁷⁻²⁰ 본 연구에서는 진행된 녹내장안을 대상으로 한 분석에서 정상안압녹내장군의 유두주위 맥락막두께가 원발개방각녹내장군보다 유의하게 얇음을 확인하였다. 지금까지 한국인을 대상으로 한 진행된 녹내장에서의 맥락막두께에 대한 비교 연구는 부족하며 녹내장의 분류에 따른 비교 및 각 인자들의 상관관계에 대한 분석은 없어, 본 연구는 진행된 녹내장 환자의 맥락막두께에 대한 근거 자료로 사용될 수 있다는 점에서 중요한 의의를 가질 것으로 생각된다.

본 연구에서 원발개방각녹내장군의 황반하 및 유두주위 맥락막두께는 $212.82 \pm 66.70 \mu\text{m}$ 및 $121.85 \pm 45.39 \mu\text{m}$ 였으며, 정상안압녹내장군에서는 각각 $198.95 \pm 74.64 \mu\text{m}$ 및 $99.20 \pm 46.85 \mu\text{m}$ 였다. 녹내장이 없는 정상 한국인의 황반하 맥락막두께는 Kim et al³¹의 연구에서 $307.26 \pm 95.18 \mu\text{m}$, Park et al³²의 연구에서 $309.57 \pm 56.44 \mu\text{m}$ 로 본 연구 결과와 큰 차이를 보였다. 이는 Sacconi et al³³의 연구에서 발표한 진행된 원발개방각녹내장에서의 황반하 맥락막두께가 얇았다는 결과와 비슷하게 생각해 볼 수도 있겠으나, 본 연구와 기존 연구들 사이에 분석 대상자의 평균 연령 및 성별, 안축장 등에 차이가 있어 직접적으로 비교하는 데에 무리가 있을 것으로 생각된다. 또한 맥락막두께는 나이 및 안축장과 연관성이 높으며, 녹내장의 중증도와는 직접적인 관련이 없다는 연구들이 있어, 추후 교란변수를 통제한 대조군과의 추가적인 비교 연구가 필요하겠다. 한편 원발개방각녹내장군과 정상안압녹내장군 사이에 황반하 맥락막

두께의 유의한 차이는 보이지 않았는데, 이는 이전의 연구들과 같은 결과로서,^{14,19,34} 황반하 맥락막두께를 녹내장 병인의 요소로 생각하기에 한계가 있음을 시사한다.

구역별 유두주위 맥락막두께 분포를 보면, 두 군 모두 이측과 상이측에서 가장 두꺼운 경향이 있었고 하이측과 하비측에서 가장 얇은 경향을 보였으며, 이러한 구역별 두께 분포는 정상 아시아인을 대상으로 했던 기존 연구에서의 결과와 비슷한 양상이었다.³⁵ 구역별 맥락막두께의 차이의 원인은 아직까지 분명하게 밝혀지지 않았지만, 시신경의 발생 과정 중 optic fissure가 하측에 위치하여 optic cup의 하측이 가장 늦게 닫히는 것이 하측의 더 얇은 맥락막두께와 연관이 있을 것으로 생각되고 있다.³⁶ 이러한 점은 이전의 연구에서 연령에 따른 맥락막두께의 감소가 하측 부위에서 가장 컸다는 결과와 연관지어 생각해 볼 수 있겠고, 또한 녹내장성 손상이 시신경의 하측에서 가장 취약한 것과도 관련이 있을 수 있음을 생각해 볼 수 있겠다.³⁷ 실제로 과거 정상안압녹내장 환자에서 하이측 망막신경섬유층 손상이 더 심한 경우 하이측의 맥락막두께가 더 얇았다는 결과도 발표된 바 있다.¹¹

원발개방각녹내장 안에서의 맥락막두께에 대한 연구 결과는 연구자에 따라 이견이 있지만, 정상안압녹내장과 얇은 맥락막두께 사이의 연관성은 비교적 일관되게 보고되고 있다. 본 연구에서도 정상안압녹내장 및 낮은 기저 안압은 얇은 유두주위 맥락막두께와 유의한 상관관계가 있음이 확인되었다. 이는 Jin et al¹⁶과 Park et al¹⁴의 연구에서 원발개방각녹내장에 비해 정상안압녹내장에서 유두주위 맥락막두께가 유의하게 얇았던 결과와 일치하는 부분이다. 그러나 기존 연구들은 분석에 포함된 환자들의 평균 MD 값이 각각 -4 dB와 -5 dB 정도로 본 연구의 녹내장 환자들에 비해 녹내장 진행 정도가 경한 환자들이었다는 차이가 있으며, 본 연구 결과를 통해 진행된 녹내장에서도 정상안압녹내장안과 원발개방각녹내장안 사이에 유의한 유두주위 맥락막두께의 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 짧은 뒤섬모체동맥에서 유래된 유두주위 맥락막은 시신경의 전사상판 혈액 공급과 연관이 있으므로 얇은 유두주위 맥락막이 전사상판조직의 관류부전을 초래하여 정상안압녹내장의 병인으로 작용할 수 있다는 기존의 연구 결과를 고려하였을 때, 본 연구는 얇은 유두주위 맥락막이 녹내장성 시신경손상과 연관성이 있을 수 있으며, 이러한 연관성이 안압이 낮은 눈에서 더 중요할 수 있다는 것을 시사하는 결과라고 생각해 볼 수 있겠다.⁴ 하지만 빛간섭단층촬영을 통한 유두주위 맥락막두께의 측정은 맥락막의 정적인 구조만을 반영할 뿐, 맥락막의 혈류학적 변화 및 관류압의 차이를 반영한다고 할 수 없으며, 건강한 사람들을 대상으로 한 연구에서

맥락막두께와 혈류 사이에 연관성이 없다는 연구도 있어 맥락막이 녹내장에서 갖는 임상적 의미에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요하겠다.^{38,39}

나이는 맥락막두께와 연관이 있는 인자로 잘 알려져 있다.^{32,35,40,41} 그 외 맥락막두께와 연관이 있는 인자로 중심각 막두께, 안압, 혈압 및 이완기 안구관류압 등이 보고된 바 있다.^{16,35,40-42} 본 연구에서는 다변량 분석에서 정상안압녹내장 및 낮은 기저 안압 뿐만 아니라 고령이 젊은 유두주위 맥락막두께와 유의한 연관이 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 정상인 및 녹내장 환자에서 나이가 10세 증가함에 따라 맥락막두께가 약 9-31 μm 의 감소를 보이는 것으로 보고되는데,^{35,40-45} 진행된 녹내장 환자들을 대상으로 한 본 연구에서도 나이가 증가함에 따른 유두주위 맥락막두께에 감소가 있음을 확인할 수 있었다. 그 원인으로는 맥락막은 조직학적으로 주로 혈관조직 및 기질조직으로 구성이 되는데 이러한 요소들이 나이가 증가함에 따라 감소하게 되고, 이러한 경향성은 녹내장이 진행되더라도 변하지 않기 때문으로 해석할 수 있겠다.

본 연구에서 황반두께가 황반하 맥락막두께에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 기존 연구들에서도 황반두께와 황반하 맥락막두께에 유의한 연관성이 있음을 보고한 바 있다.^{46,47} 해부학적으로 망막 중심와는 망막모세혈관이 없어 무혈관성 영역이 되며, 이 영역은 맥락막혈관에 의해서만 영양을 공급받으므로,⁴⁸ 맥락막 순환에 특히 취약할 수 있으며, 이러한 영향으로 인한 황반하 맥락막두께와 황반두께의 유의한 연관성을 설명해볼 수 있겠다. 고도근시 환자를 대상으로 한 기존 연구에 따르면 맥락막이 얇아지면 맥락막 순환이 상대적으로 감소하여 대사적으로 가장 활발한 중심하 영역에 필요한 산소 및 영양소 전달이 감소될 수 있다고 하였다.⁴⁹ 그러나 맥락막두께 감소가 맥락막 순환 부전으로 이어지는지에 대해서는 아직 불분명하며, 단면적 디자인의 본 연구를 통해서도 둘 사이의 연관성에 대한 정보를 얻기 어려워, 황반두께와 맥락막두께의 상관관계에 대한 부분은 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.³⁸

본 연구에서 원발개방각녹내장군과 정상안압녹내장군의 남녀 비율이 유의한 차이를 보였다. 이는 원발개방각녹내장군에서는 남성이, 정상안압녹내장에서는 여성의 각각 더 높은 비율을 보인 이전의 연구 결과와 일치하는 부분이다.⁵⁰⁻⁵² 일부 연구에서 황반하 맥락막두께가 남성에서 유의하게 높게 나타났다는 보고가 있어 이러한 점이 두 군 간 맥락막두께의 차이에 영향을 미쳤을 가능성도 생각해 볼 수 있겠다.^{53,54} 남성의 눈이 더 크고, 호르몬적 상태 및 여성의 폐경이 맥락막 혈류 순환에 영향을 주어 성별의 차이가 있다는 설명이 있다.⁵⁵⁻⁵⁷ 하지만 또 다른 연구들에서는 성

별이 맥락막두께와 연관성을 보이지 않음을 보고하였으며,^{11,31,35,44} 본 연구에서도 단변량 분석에서 성별은 유두주위 및 황반하 맥락막두께와 통계적으로 유의한 연관성을 보이지 않아, 군 간 성별의 차이가 맥락막두께 분석에 영향을 미쳤을 가능성은 낮을 것으로 생각한다.

또한 흥미롭게도 본 연구에서 진행된 녹내장 환자들의 시야검사 결과는 두 군 간 유의한 차이가 없었으나, 망막신경섬유층두께는 원발개방각녹내장에서 유의하게 낮게 나타났다. 첫 번째, 이에 대한 이유로 진행된 녹내장에서는 빛간섭단층촬영 결과치가 바닥효과에 근접하여 약한 구조-기능 상관관계를 보였을 가능성이 있다. 말기녹내장에서도 망막신경섬유층 두께가 45-55 μm 미만인 경우는 드물며, 스펙트럼영역 빛간섭단층촬영에서 전체 망막신경섬유층 두께가 약 50 μm 에 달하게 되면 바닥효과로 인해 구조-기능 상관관계 그래프가 완만해진다고 하였다.^{58,59} 본 연구에 포함된 환자들의 망막신경섬유층두께는 비교적 이에 근접한 수치로 시야검사상에 차이가 없음에도 약한 구조-기능 상관관계로 인해 망막신경섬유층두께에서 차이를 보였을 수 있다. 둘째, 비록 시야검사상 그 차이가 통계적으로 유의하지는 않았지만, 실제로 원발개방각녹내장군이 정상안압녹내장군에 비해 녹내장이 더 진행된 상태였을 가능성이 있다. 추후 보다 많은 환자들을 대상으로 한 연구가 이루어진다면, 이러한 결과에 대한 보다 분명한 해석을 할 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 정상 대조군과의 비교가 없다는 점이다. 그러나 본 연구를 통해 진행된 녹내장안에서 원발개방각녹내장군과 정상안압녹내장군 사이에 유두주위 맥락막두께의 유의한 차이가 있음을 확인한 점에 중요한 의미가 있을 것이다. 추후 정상 대조군과의 비교 연구가 추가적으로 이루어진다면 임상적으로 보다 유용한 정보를 줄 수 있을 것으로 생각한다. 둘째, 맥락막두께에 영향을 미칠 수 있는 수축기 및 이완기 혈압, 고혈압 및 당뇨 등의 전신인자에 대한 분석이 이루어지지 않았다는 점이다. 전신인자의 영향을 고려한 추가적인 분석이 이루어진다면 녹내장안에서의 맥락막의 변화 및 역할을 규명하는 데 도움이 될 것이다. 셋째, 안압이 조절되지 않은 상태에서의 맥락막두께에 대한 측정이 필요할 수 있겠다. 본 연구에서 낮은 기저안압이 유두주위 맥락막두께와 유의한 연관성이 있음을 확인하였는데, 빛간섭단층촬영의 시점은 안압이 조절되는 상태에서 측정된 것이었다. 추후 안압이 높은 환자들에서 치료 전 고안압 상태에서의 맥락막두께를 측정하여 비교한다면 녹내장의 병인과 맥락막두께 사이의 연관성을 규명하는 데 도움이 될 것으로 생각된다. 넷째, 본 연구에서 두 군 사이의 표본 수가 균등하지 못하였다. 우리나라

녹내장 유병률은 정상안압녹내장이 더 많은 것으로 보고되었으나, 본 연구에서는 말기녹내장 환자 중 원발개방각녹내장의 비율이 높았는데, 이는 3차 기관의 특성상 안압 조절이 잘 되지 않은 원발개방각녹내장 환자가 상대적으로 많아 불균등하게 분포된 것으로 생각된다.

결론적으로, 진행된 녹내장에서 정상안압녹내장은 원발개방각녹내장안에 비해 유두주위 맥락막두께가 유의하게 얇았다. 진행된 녹내장에서 낮은 기저안압 및 정상안압 녹내장, 고령은 얇은 유두주위 맥락막두께와 연관된 중요한 인자였다. 녹내장의 분류에 따른 황반하 맥락막두께에 차이는 관찰되지 않았으나, 나이 및 황반두께와 유의한 연관이 있었다. 본 연구의 결과는 얇은 유두주위 맥락막과 정상안압녹내장의 병인의 연관성을 시사할 수 있으나, 정상안압녹내장에서 시신경유두주위의 맥락막이 녹내장의 발생 및 진행에 영향을 미치는지에 대한 여부를 규명하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Hyman L, Wu SY, Connell AM, et al. Prevalence and causes of visual impairment in The Barbados Eye Study. *Ophthalmology* 2001; 108:1751-6.
- Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 2006;90:262-7.
- Flammer J, Orgül S, Costa VP, et al. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res* 2002;21:359-93.
- Hayreh SS. Blood supply of the optic nerve head and its role in optic atrophy, glaucoma, and oedema of the optic disc. *Br J Ophthalmol* 1969;53:721-48.
- Duijm HF, van den Berg TJ, Greve EL. Choroidal haemodynamics in glaucoma. *Br J Ophthalmol* 1997;81:735-42.
- Grunwald JE, Piltz J, Hariprasad SM, DuPont J. Optic nerve and choroidal circulation in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2329-36.
- Nickla DL, Wallman J. The multifunctional choroid. *Prog Retin Eye Res* 2010;29:144-68.
- Kubota T, Jonas JB, Naumann GO. Decreased choroidal thickness in eyes with secondary angle closure glaucoma. An aetiological factor for deep retinal changes in glaucoma? *Br J Ophthalmol* 1993;77:430-2.
- Kim CS, Seong GJ, Lee NH, Song KC. Prevalence of primary open-angle glaucoma in central South Korea the Namil study. *Ophthalmology* 2011;118:1024-30.
- Galassi F, Giambene B, Varriale R. Systemic vascular dysregulation and retrobulbar hemodynamics in normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:4467-71.
- Lee KM, Lee EJ, Kim TW. Juxtapapillary choroid is thinner in normal-tension glaucoma than in healthy eyes. *Acta Ophthalmol* 2016;94:e697-708.
- Karahan E, Tuncer I, Er D, Zengin MO. Correlation of peripapillary choroidal thickness and retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects and in patients with glaucoma. *Semin Ophthalmol* 2017;32:602-6.
- Hirooka K, Fujiwara A, Shiragami C, et al. Relationship between progression of visual field damage and choroidal thickness in eyes with normal-tension glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2012;40: 576-82.
- Park HY, Lee NY, Shin HY, Park CK. Analysis of macular and peripapillary choroidal thickness in glaucoma patients by enhanced depth imaging optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2014; 23:225-31.
- Lin Z, Huang S, Huang P, et al. The diagnostic use of choroidal thickness analysis and its correlation with visual field indices in glaucoma using spectral domain optical coherence tomography. *PLoS One* 2017;12:e0189376.
- Jin SW, Choi WS, Seo HR, et al. Analysis of choroidal thickness measured using RTVue and associated factors in open-angle glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:1065-74.
- Li L, Bian A, Zhou Q, Mao J. Peripapillary choroidal thickness in both eyes of glaucoma patients with unilateral visual field loss. *Am J Ophthalmol* 2013;156:1277-84.e1.
- Suh W, Cho HK, Kee C. Evaluation of peripapillary choroidal thickness in unilateral normal-tension glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2014;58:62-7.
- Kim JW, Rhew JY, Choi KR. Choroidal thickness in primary open-angle glaucoma using spectral-domain optical coherence tomography. *J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55:868-76.
- Wang W, Zhang X. Choroidal thickness and primary open-angle glaucoma: a cross-sectional study and meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55:6007-14.
- Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1975;53:34-43.
- Alm A, Bill A. Blood flow and oxygen extraction in the cat uvea at normal and high intraocular pressures. *Acta Physiol Scand* 1970; 80:19-28.
- Yin ZQ, Vaegan, Millar TJ, et al. Widespread choroidal insufficiency in primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 1997;6: 23-32.
- Moon SK, Jun RM, Choi KR. Comparison of retinal nerve fiber layer thickness in early normal-tension glaucoma and early primary open-angle glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51: 248-53.
- Yokoyama Y, Maruyama K, Konno H, et al. Characteristics of patients with primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma at a university hospital: a cross-sectional retrospective study. *BMC Res Notes* 2015;8:360.
- Shields MB. Normal-tension glaucoma: is it different from primary open-angle glaucoma? *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19:85-8.
- McLeod SD, West SK, Quigley HA, Fozard JL. A longitudinal study of the relationship between intraocular and blood pressures. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990;31:2361-6.
- Becker B. Diabetes mellitus and primary open-angle glaucoma. The XXVII Edward Jackson Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol* 1971;71(1 Pt 1):1-16.
- Broadway DC, Drance SM. Glaucoma and vasospasm. *Br J Ophthalmol* 1998;82:862-70.
- Pradalier A, Hamard P, Sellem E, Bringer L. Migraine and glaucoma: an epidemiologic survey of French ophthalmologists. *Cephalalgia* 1998;18:74-6.
- Kim M, Kim SS, Koh HJ, Lee SC. Choroidal thickness, age, and

- refractive error in healthy Korean subjects. *Optom Vis Sci* 2014;91:491-6.
- 32) Park JY, Kim BG, Hwang JH, Kim JS. Choroidal thickness in and outside of vascular arcade in healthy eyes using spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58:5827-37.
- 33) Sacconi R, Deotto N, Merz T, et al. SD-OCT choroidal thickness in advanced primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2017;26: 523-7.
- 34) Mwanza JC, Hochberg JT, Banitt MR, et al. Lack of association between glaucoma and macular choroidal thickness measured with enhanced depth-imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:3430-5.
- 35) Shibata H, Sawada Y, Ishikawa M, et al. Peripapillary choroidal thickness assessed by spectral-domain optical coherence tomography in normal Japanese. *Jpn J Ophthalmol* 2021;65:666-71.
- 36) Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis-West PH. Larsen's human embryology, 4th ed. Philadelphia: Elsevier, 2009;602-16.
- 37) Yang H, Luo H, Gardiner SK, et al. Factors influencing optical coherence tomography peripapillary choroidal thickness: a multi-center study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019;60:795-806.
- 38) Sogawa K, Nagaoka T, Takahashi A, et al. Relationship between choroidal thickness and choroidal circulation in healthy young subjects. *Am J Ophthalmol* 2012;153:1129-32.e1.
- 39) Ooto S, Hangai M, Yoshimura N. Effects of sex and age on the normal retinal and choroidal structures on optical coherence tomography. *Curr Eye Res* 2015;40:213-25.
- 40) Maul EA, Friedman DS, Chang DS, et al. Choroidal thickness measured by spectral domain optical coherence tomography: factors affecting thickness in glaucoma patients. *Ophthalmology* 2011;118:1571-9.
- 41) Ho J, Branchini L, Regatieri C, et al. Analysis of normal peripapillary choroidal thickness via spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2011;118:2001-7.
- 42) Saeedi O, Pillar A, Jefferys J, et al. Change in choroidal thickness and axial length with change in intraocular pressure after trabeculectomy. *Br J Ophthalmol* 2014;98:976-9.
- 43) Jiang R, Wang YX, Wei WB, et al. Peripapillary choroidal thickness in adult Chinese: The Beijing Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:4045-52.
- 44) Zhang C, Tatham AJ, Medeiros FA, et al. Assessment of choroidal thickness in healthy and glaucomatous eyes using swept source optical coherence tomography. *PLoS One* 2014;9:e109683.
- 45) Roberts KF, Artes PH, O'Leary N, et al. Peripapillary choroidal thickness in healthy controls and patients with focal, diffuse, and sclerotic glaucomatous optic disc damage. *Arch Ophthalmol* 2012; 130:980-6.
- 46) Flores-Moreno I, Ruiz-Medrano J, Duker JS, Ruiz-Moreno JM. The relationship between retinal and choroidal thickness and visual acuity in highly myopic eyes. *Br J Ophthalmol* 2013;97:1010-3.
- 47) Chen W, Wang Z, Zhou X, et al. Choroidal and photoreceptor layer thickness in myopic population. *Eur J Ophthalmol* 2012;22:590-7.
- 48) Levin LA, Nilsson SFE, Hoeve JV, Wu SM. Adler's physiology of the eye, 11th ed. New York: Elsevier, 2011;254-5.
- 49) Nishida Y, Fujiwara T, Imamura Y, et al. Choroidal thickness and visual acuity in highly myopic eyes. *Retina* 2012;32:1229-36.
- 50) Drance S, Anderson DR, Schulzer M. Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2001;131:699-708.
- 51) Kamal D, Hitchings R. Normal tension glaucoma-a practical approach. *Br J Ophthalmol* 1998;82:835-40.
- 52) Ng SK, Burdon KP, Fitzgerald JT, et al. Genetic association at the 9p21 glaucoma locus contributes to sex bias in normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57:3416-21.
- 53) Barteselli G, Chhablani J, El-Emam S, et al. Choroidal volume variations with age, axial length, and sex in healthy subjects: a three-dimensional analysis. *Ophthalmology* 2012;119:2572-8.
- 54) Li XQ, Larsen M, Munch IC. Subfoveal choroidal thickness in relation to sex and axial length in 93 Danish university students. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:8438-41.
- 55) Miglior S, Brigatti L, Velati P, et al. Relationship between morphometric optic disc parameters, sex and axial length. *Curr Eye Res* 1994;13:119-24.
- 56) Kavroulaki D, Gugleta K, Kochkorov A, et al. Influence of gender and menopausal status on peripheral and choroidal circulation. *Acta Ophthalmol* 2010;88:850-3.
- 57) Centofanti M, Bonini S, Manni G, et al. Do sex and hormonal status influence choroidal circulation? *Br J Ophthalmol* 2000;84:786-7.
- 58) Bowd C, Zangwill LM, Weinreb RN, et al. Estimating optical coherence tomography structural measurement floors to improve detection of progression in advanced glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2017;175:37-44.
- 59) Mwanza JC, Kim HY, Budenz DL, et al. Residual and dynamic range of retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma: comparison of three OCT platforms. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56: 6344-51.

= 국문초록 =

진행된 녹내장 환자에서의 맥락막두께

목적: 진행된 녹내장 환자에서 녹내장의 분류에 따른 맥락막두께를 비교하고 관련 인자들에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법: Mean deviation 값이 -12 dB 이하의 진행된 녹내장 환자 133명의 133안을 대상으로 원발개방각녹내장과 정상안압녹내장 두 군으로 분류한 후 황반하 및 유두주위 맥락막두께를 비교하였다. 또한 선형회귀분석을 통해 황반하 및 유두주위 맥락막두께와 관련된 인자들에 대해 알아보았다.

결과: 평균 유두주위 맥락막두께는 정상안압녹내장에서 $99.20 \pm 46.85 \mu\text{m}$ 로 원발개방각녹내장의 $121.85 \pm 45.39 \mu\text{m}$ 에 비해 유의하게 얇았으며($p=0.006$), 구역별 비교에서도 모든 영역에서 정상안압녹내장이 원발개방각녹내장에 비해 얇은 맥락막두께를 보였다(모두 $p<0.05$). 유두주위 맥락막두께에 영향을 미치는 인자들에 대한 선형회귀분석에서 녹내장의 분류($p=0.007$), 나이($p=0.005$), 기저안압($p=0.024$)이 유의한 인자로 나타났다. 황반하 맥락막두께는 두 군 간에 차이를 보이지 않았으며, 나이($p=0.029$)와 황반두께($p=0.002$)가 유의한 연관이 있는 인자로 나타났다.

결론: 진행된 녹내장에서 낮은 기저안압, 정상안압녹내장 및 고령은 얇은 유두주위 맥락막두께와 유의한 연관성을 보였다. 본 연구를 통해 얇은 유두주위 맥락막과 정상안압녹내장의 병인의 연관성을 고려해 볼 수 있으나, 녹내장의 병인에 있어 맥락막이 어떠한 의미를 갖는지 규명하기 위해서는 추후 추가적인 연구가 필요하겠다.

〈대한안과학회지 2021;62(12):1626-1636〉

박도희 / Do Hee Park

전남대학교 의과대학 안과학교실
Department of Ophthalmology, Chonnam
National University Medical School