

나이관련황반변성에서 안저자가형광에 나타난 지도모양 위축의 2년간 진행 속도 분석

Use of Fundus Autofluorescence Images to Evaluate the Progression of Geographic Atrophy: Two-Year Follow-Up Study

윤원태 · 박성표

Won Tae Yoon, MD, Sung Pyo Park, MD, PhD

한림대학교 의과대학 한림대학교 강동성심병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Hallym University Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: We evaluated the progression of geographic atrophy (GA) based on fundus autofluorescence (FAF) pattern and atrophy size using the fundus camera in non-exudative age-related macular degeneration (ARMD).

Methods: We acquired FAF images in non-exudative ARMD patients over a 2-year period. According to The Fundus Autofluorescence in Age-related Macular Degeneration (FAM) study, FAF patterns of geographic atrophy were classified into 5 categories. Examiners quantified the areas of GA in FAF images and analyzed the progression of atrophy based on FAF pattern and atrophy size.

Results: In 86 non-exudative ARMD eyes, elderly patients had faster progression rate of GA. The growth rates of GA were 1.51 mm²/year in 'Diffuse', 1.49 mm²/year in 'Banded', 1.05 mm²/year in 'Patchy', 0.59 mm²/year in 'Focal' and 0.16 mm²/year in 'None' pattern groups. In addition, the growth rate was 0.38 mm²/year in which initial the GA area was smaller than 1 disc area. This was the slowest progression rate among all categories according to initial GA area.

Conclusions: As a result of evaluating the progression of geographic atrophy using FAF over a 2-year period, the growth rate of GA was the fastest in the 'Diffuse' pattern group. Additionally, as the initial GA area became smaller, the progression of GA atrophy was slower ($p < 0.002$). Although limitations such as short follow-up period and measurement error of GA atrophy area using fundus photography were compensated, the results in the present study were similar to the outcomes of studies on progression of GA based on FAF pattern using the scanning laser ophthalmoscope over several years and the fundus camera for 1 year. In conclusion, the fundus camera is a useful tool for the prediction of long-term progression of GA in patients with non-exudative ARMD.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(8):1195-1200

Key Words: Autofluorescence, Fundus camera, Geographic atrophy, Non-exudative age-related macular degeneration

■ Received: 2014. 10. 17. ■ Revised: 2015. 3. 24.

■ Accepted: 2015. 6. 19.

■ Address reprint requests to **Sung Pyo Park, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Hallym University Kangdong
Sacred Heart Hospital, #150 Seongan-ro, Gangdong-gu,
Seoul 134-701, Korea
Tel: 82-2-2224-2274, Fax: 82-2-470-2088
E-mail: Sungpyo@hanafos.com

안저자가형광은 망막색소상피의 리포푸신에서 방출되며 안저자가형광 촬영을 통해 망막색소상피의 리포푸신 분포를 알 수 있다.¹⁻³ 최근의 여러 연구에 따르면 나이관련황반변성 환자에서 자가형광의 분포를 몇 가지 특징적인 패턴으로 구분하였고, 이런 패턴과 망막색소상피 위축의 진행이 연관이 있다는 결과가 발표되었다.^{2,4} 현재 안저자가형광 촬영을 할 수 있는 검사 기계로는 Delori's fundus spectropho-

tometer, the modified fundus camera (mFC), and confocal scanning laser ophthalmoscopy (cSLO)가 있으며, 기존의 연구는 대부분 cSLO를 통한 안저자가형광 사진을 바탕으로 이루어졌다.³

Jeong et al⁴은 안저카메라를 이용해 지도모양 위축을 가진 비삼출성 나이관련황반변성 환자에서 자가형광 패턴에 따른 지도모양 위축의 진행 속도를 분석하였는데, 패턴별 진행 속도의 차이가 기존의 cSLO를 이용한 연구와 유사한 결과를 보였다.^{2,4} 하지만 지도모양 위축 면적 측정이 측정자의 주관적인 해석에 의존하여 생길 수 있는 부정확성으로 인해 장기적인 경과관찰에서 cSLO를 이용한 연구와 차이점이 없는지에 관한 추가적인 연구의 필요성을 언급하였다.

본 연구에서는 Jeong et al⁴의 연구를 바탕으로 안저카메라를 이용하여 지도모양 위축이 동반된 비삼출성 나이관련 황반변성 환자들의 안저자가형광 촬영을 하였으며, 이를 분석하여 패턴별 지도모양 위축의 진행 속도를 파악하였다. 또한 기존의 연구를 보완하여 경과관찰 기간을 늘리고, 위축의 면적을 좀 더 정확하게 측정하였으며, 초기 위축 면적에 따른 위축의 진행 속도를 분석하였다.

대상과 방법

연구 대상

본 연구는 2011년 6월부터 2014년 5월까지 한림대학교

강동성심병원 안과에 내원한 50세 이상의 비삼출성 나이관련 황반변성 환자를 검사하여, 그 중 단안 또는 양안에 지도모양 위축이 동반된 환자를 대상으로 하였다. 모든 피험자들은 매년 안저자가형광 촬영을 시행하였다. 망막수술의 기왕력이 있거나, 레이저 광응고술을 받았거나, 맥락막 신생혈관이 관찰되거나 다른 황반 또는 망막질환(당뇨망막병증, 근시성 황반변성, 망막 이영양증 등)이 있는 환자는 연구 대상에서 제외하였다. 근시가 -6디옵터 이상, 원시가 +4디옵터 이상인 경우도 제외하였으며 사진의 질이 떨어져 판독하기 어렵거나, 지도형 위축이 후극부 내에 위치하지 않은 경우에도 연구 대상에서 제외하였다. 환자의 나이, 성별, 시력과 함께 당뇨와 고혈압 등 전신질환의 이환 여부와 이환 기간도 기록하였다.

본 연구는 Jeong et al⁴의 연구를 바탕으로 하였기에 초기 환자군은 기존과 동일하였다. 131안 중 inclusion criteria를 만족하는 86안으로 연구를 이어 진행하였다(131안 중 45안은 당뇨망막병증, 망막수술, 맥락막신생혈관, 안저사진의 질 저하로 제외됨).

자가형광안저촬영과 지도형 위축의 분석

Tropicamide와 phenylephrine을 이용해 산동시킨 후, 안저카메라(Topcon TRC-50DX, Topcon, Paramus, Tokyo, Japan)로 안저촬영과 안저자가형광 촬영을 하였다. 안저자가형광 촬영을 위해서는 필터의 자극영역을 500-610 nm (max at 580 nm), 방출영역을 675-715 nm (max at 695 nm)

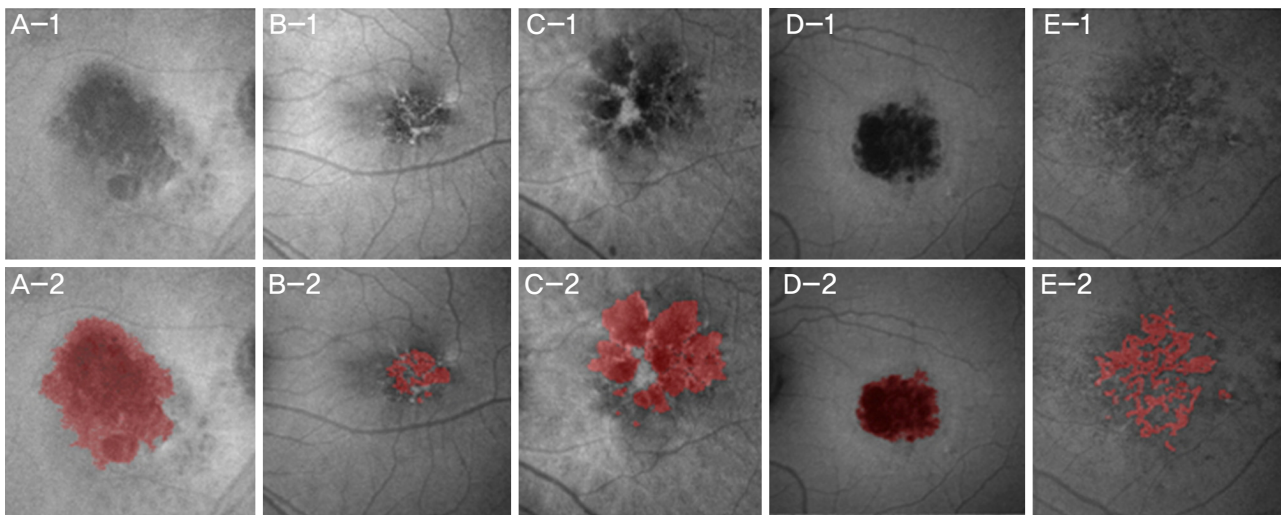


Figure 1. Demarcation of geographic atrophy and calculation of its size. The examiners used a computer mouse to trace all areas of GA around the macula manually. Geographic atrophy was recognized as well-demarcated black areas corresponding to the dead or absent RPE. The computer software automates conversion of pixels to square mm based on the magnification factors of the imaging device. (A-1) None. (A-2) The atrophic area highlighted in red in the upper image. (B-1) Focal. (B-2) The atrophic area highlighted in red in the upper image. (C-1) Patchy. (C-2) The atrophic area highlighted in red in the upper image. (D-1) Banded. (D-2) The atrophic area highlighted in red in the upper image. (E-1) Diffuse. (E-2) The atrophic area highlighted in red in the upper image. GA = geographic atrophy; RPE = retinal pigment epithelium.

로 변경하였다. 사진 촬영 시 초점은 시신경과 시신경 주변의 망막 혈관에 맞추었으며, 사진은 세 번 촬영하여 지도형 위축과 안저자가형광이 가장 선명하게 보이는 것으로 선택했다. 매년 촬영한 안저자가형광 사진을 Jeong et al⁴이 보고한 방법을 바탕으로 세 명의 검사자가 MatLab R2006 (The MathWorks Inc., Natick, MA, USA)을 이용하여 분석하였다(Fig. 1).⁴

지도형 위축은 경계가 분명한 검은색 영역으로 정의하였고, 검사자는 소프트웨어 프로그램에 따라 자동으로 분할되어 확대된 이미지에서 보이는 지도모양 위축의 영역을 컴퓨터 마우스로 표시하였고, 프로그램은 이 영역의 크기를 mm²로 환산하여 나타내었다. 검사자 사이의 측정된 영

역 크기 오차를 감안하여 두 명의 검사자가 측정한 값의 평균을 분석에 사용하였다.

본 연구에서는 The Fundus Autofluorescence in Age-related Macular Degeneration (FAM) study에서 발표된 기준에 따라 안저자가형광을 분류하였다.² 이들은 지도모양 위축을 위축 주변의 증가된 자가형광에 따라 'None', 'Focal', 'Patchy', 'Banded', 'Diffuse' 5가지로 분류하였다. 'None' 패턴은 증가된 자가형광부위가 없거나, 특정한 모양 없이 매우 국소적이며 불규칙적으로 증가된 자가형광을 띠는 'Minimal change'를 포함하였다. 증가된 자가형광을 보이는 부위가 200 μ m보다 작은 크기의 점으로 보일 때 'Focal' 패턴으로 분류하고, 만약 200 μ m보다 크다면 'Patchy' 패턴으로 분류하였다. 'Banded' 패턴은 위축 주변부로 증가된 자가형광이 고리모양을 이루고 있는 형태를 말한다. 마지막으로 자가형광이 지도모양위축에 바로 인접해 있을 뿐만 아니라, 자가형광이 위축에 인접해 있지 않은 곳에도 있다면 'Diffuse'로 분류하였다. 모든 사진은 2명의 검사자가 사진의 촬영 시기를 모르는 상태에서 분석하였으며, 두 검사자 간에 이견이 있을 경우 제3의 검사자의 분류에 따르도록 하였다.

또한 소프트웨어 프로그램으로 산출된 초기 지도모양 위축의 면적을 시신경유두면적(disc area: 2.54 mm²)을 기준으로 분류하였다. 위축 면적이 1 시신경유두면적보다 작은 그룹부터 2 시신경유두면적을 그룹 간 간격으로 하여 9 시신경유두면적보다 큰 그룹까지 총 6개의 그룹으로 분류하였다.

통계적 분석은 SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 연구 대상의 특성을 파악하였다. 나이, 성별, 전신질환과 지도모양 위축의 크기 변화와의 연관성을 분석하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였고 위축의 초기 크기와 진행 속도의 연관성을 분석하기 위하여 Wilcoxon rank-sum test를 이용하였다. 모든 값은 *p*-value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다

결 과

대상군의 평균 나이는 69.78세, 성별은 남자 43명, 여자

Table 1. Baseline demographics and descriptive data

Variable	Frequency (n = 86)
Age, mean (range) in years	69.78 (51-93)
Male (%)	43 (50.0)
Diabetes (%)	25 (29.1)
Hypertension (%)	43 (50.0)
Pattern of abnormal FAF*	
None or minimal change (%)	18 (20.9)
Focal (%)	12 (14.0)
Banded (%)	16 (18.6)
Patchy (%)	15 (17.4)
Diffuse (%)	25 (29.1)

Values are presented as n (%) unless otherwise indicated.

FAF = fundus autofluorescence.

*Patterns of the abnormal FAF junctional zone were determined in accordance with the classification of the Fundus Autofluorescence in Age-related Macular Degeneration (FAM) study group.

Table 2. Relationships between geographic atrophy progression and systemic variables using multiple linear regression with backward step-wise analysis

	$\beta^* \pm SE$	<i>p</i> -value
Age	0.013 \pm 0.006	0.037
Sex	0.047 \pm 0.152	0.760
Diabetes	-0.065 \pm 0.163	0.691
Hypertension	-0.121 \pm 0.149	0.420

Values are presented as mean \pm SD.

SE = standard error.

*Linear regression coefficient.

Table 3. Growth rates of GA by pattern of abnormal FAF

Pattern	N	Mean growth rates (mm ² /year)	Median growth rates (mm ² /year)	Standard deviation (mm ² /year)	IQR
None or minimal change	18	0.16	0.18	0.36	0.01-0.58
Focal	12	0.59	0.58	0.39	0.19-0.91
Patchy	15	1.05	1.01	0.43	0.46-1.94
Banded	16	1.49	1.51	0.82	0.76-2.87
Diffuse	25	1.57	1.56	0.96	0.84-2.29

GA = geographic atrophy; FAF = fundus autofluorescence; N = number of eyes; IQR = interquartile range.

Table 4. The number of patients and mean growth rate according to initial geographic atrophy area

	None (n)	Focal (n)	Patchy (n)	Banded (n)	Diffuse (n)	Mean growth rate (mm ² /year)	Total
DA <1	5	2	5	2	11	0.3839	25
DA 1-3	4	5	4	1	3	1.1079	17
DA 3-5	4	3	2	2	0	1.2011	11
DA 5-7	2	2	1	3	2	1.5145	10
DA 7-9	1	0	2	5	6	1.7749	14
DA >9	2	0	1	3	3	2.0822	9
Total	18	12	15	16	25		86

DA = disc area (2.54 mm²).

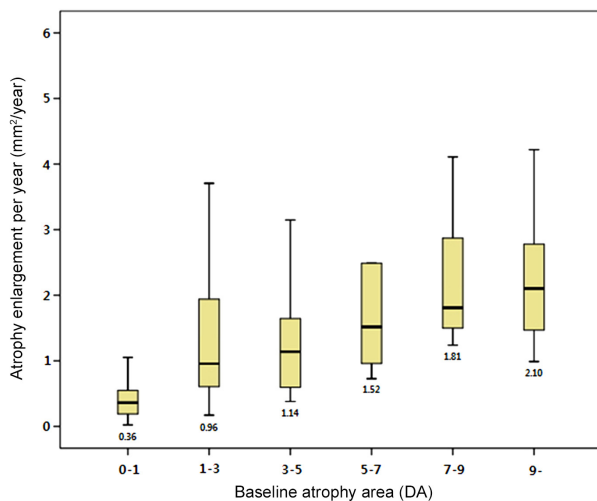


Figure 2. Eyes were classified depending on the total size of atrophy at baseline visit. Median atrophy enlargement per year is given below each box plot. Only the difference between the <1 DA group and the other groups was statistically significant ($p < 0.002$). DA = disc area (2.54 mm²).

43명으로 남녀의 비율은 같았으며 당뇨 환자는 25명(29.1%), 고혈압 환자는 43명(50%)이었다(Table 1). 지도모양 위축의 크기는 처음 연구 시작 시에 평균 11.12 mm² (범위 0.42-44.65), 1년 경과관찰 시 12.25 mm² (범위 0.43-46.95), 2년 경과관찰 시 13.31 mm² (범위 0.45-49.27)였다. 지도모양 위축 영역은 매년 평균 1.09 mm²의 속도로 지속적인 크기 증가 경향을 보였다. 나이, 성별, 당뇨와 고혈압과 지도모양 위축 크기의 증가와 상관관계를 로지스틱 회귀분석을 통해 살펴본 결과, 나이가 증가할수록 지도모양 위축의 크기 증가 속도가 빠른 것으로 나타났으나($p=0.037$), 다른 지표는 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 2).

FAM-study group에 의한 지도모양 위축의 분류를 본 연구에 적용할 경우, 각 패턴에 따른 숫자는 ‘None or minimal change’ 18안, ‘Focal’ 12안, ‘Patchy’ 15안, ‘Banded’ 16안, ‘Diffuse’ 25안이었다(Table 3). 지도모양위축의 크기 증가 속도는 ‘Diffuse’ 패턴이 가장 빠르고(평균 1.57 mm²/년) 그

다음 ‘Banded’ (평균 1.49 mm²/년), ‘Patchy’ (평균 1.05 mm²/년), ‘Focal’ (평균 0.59 mm²/년) 패턴순이었으며, ‘None or minimal change’ 패턴이 가장 느렸다(평균 0.16 mm²/년).

또한 초기 위축 면적과 위축 진행 속도의 상관관계를 보면, 초기 위축 면적이 작을수록 위축의 진행 속도가 느리게 나타났다(Fig. 2). 초기 위축 면적이 1 시신경유두면적 이하인 군이 평균 위축 진행 속도는 0.38 mm²/년으로 가장 느렸고 9 시신경유두면적 이상인 군에서 2.08 mm²/년으로 가장 빨랐다(Table 4). 하지만 각 군 간 위축 진행 속도를 비교해 봤을 때 1 시신경유두면적 이하인 군과 다른 군의 상관관계에서 통계적으로 유의하였다($p<0.002$, Wilcoxon rank-sum test).

고 찰

한국인을 대상으로 시행한 나이관련황반변성의 대규모 역학연구에서는 고령일수록, 남성일수록, 고혈압이나 당뇨의 병력이 있을수록 나이관련황반변성의 유병률과 유의한 연관성이 있다고 보고하였다.⁵ 다른 연구에서는 삼출성 황반변성의 유병률과 당뇨는 연관성이 있지만, 비삼출성 황반변성과는 연관성이 없다는 연구결과도 보고된 바 있다.⁶ 이처럼 황반변성의 유병률과 그 위험인자의 상관관계는 많은 연구가 이루어졌지만, 비삼출성 황반변성에서 지도모양 위축의 진행 속도에 관한 연구는 많지 않다. Jeong et al⁴은 1년간에 걸쳐 안저카메라를 이용해 지도모양 위축을 가진 비삼출성 나이관련황반변성 환자에서 자가형광 패턴에 따른 지도모양 위축의 진행 속도를 분석했는데, 본 연구는 기존의 연구에서 경과관찰 기간을 연장하고, 제한점으로 지적됐던 부분을 보완하여 추가적으로 연구하였다.⁴

본 연구에서는 나이, 성별, 당뇨, 고혈압과 지도모양 위축의 진행 속도와 연관성을 분석하였고, 그 결과 나이를 제외한 다른 지표는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 또한 안저자가형광 패턴별 지도모양 위축의 진행 속도는 ‘Diffuse’ 패턴과 ‘Banded’ 패턴의 위축 진행 속도가 가장 빨랐으며,

cSLO를 이용한 연구와 유사한 결과를 보였다.⁴ 하지만 cSLO를 이용한 연구보다 본 연구에서 지도모양 위축의 진행 속도가 상대적으로 느리게 분석되었다. 그 원인으로는 역학적인 차이를 생각해 볼 수 있는데, Park et al⁵에서는 후기 황반변성이 0.19-0.4%로 아시아 국가에서의 유병률과 비슷하였으나, 서양의 유병률(0.59-2.85%)보다는 낮게 보고되었다. 미국의 통계를 보면 삼출성 나이관련황반변성과 비삼출성 나이관련황반변성의 유병률이 크게 차이를 보이지 않으나(1:0.81), 한국의 통계에서는 삼출성 나이관련황반변성이 비삼출성 나이관련황반변성보다 10-15배 정도 많은 것으로 나타났다.^{5,7-9} 이를 미루어 보아 유병률과 진행 속도와 상관관계가 있을 것으로 추측되며, 이에 관한 연구가 좀더 필요할 것으로 생각된다.

Jeong et al⁴은 이러한 역학적인 원인과 더불어 사진촬영 장비도 연구의 결과에 영향을 미칠 것이라고 보고하였는데, 안저카메라로 촬영한 자가형광 사진의 경우 cSLO로 촬영한 사진보다 지도모양위축이 작게 또는 크게 측정될 수 있다. 하지만 본 연구의 목적은 각 해마다 면적을 비교하여 위축의 진행 속도를 분석한 것이기 때문에 안저카메라로 촬영한 사진이 cSLO보다 위축의 면적이 작게 또는 크게 측정되어도 두 기기로 촬영한 위축 면적의 오차가 일정하다면 위축의 진행 속도 분석에는 크게 영향이 없을 것으로 판단했다. cSLO로 촬영한 안저자가형광 사진보다 안저카메라로 촬영한 자가형광 안저사진에서 지도모양의 위축 면적이 매년 균일하게 1 mm² 작게 측정된다면, cSLO로 2년간 촬영하여 분석한 위축진행 속도나 안저카메라로 2년간 촬영해 분석한 위축진행 속도의 차이는 없을 것이다. 하지만 안저카메라와 cSLO로 촬영한 안저자가형광 사진에서 보이는 자가형광의 패턴은 다를 것으로 예상되어 이에 대한 연구는 추가적으로 필요하다.

사진촬영 이후에 지도모양 위축의 분석에도 오차가 발생할 수 있다. FAM study에서 사용한 Heidelberg 프로그램에 비하여 Matlab을 이용해 수작업으로 측정하는 지도모양 위축의 면적은 주관적일 수 있으며 검사자마다 오차가 있을 수 있다. 또한 비삼출성 나이관련황반변성의 지도모양 위축은 진행 속도가 느린 질환으로 86명의 연간 평균 지도모양 위축 진행 속도는 약 1.09 mm²에 불과하다. 따라서 경과관찰 기간이 짧아 지도모양 위축의 절대적인 면적 변화가 작을수록 오차 발생 가능성은 더욱 커질 것이고, 따라서 2년간의 분석이 더욱 의미가 있다. 본 연구에서는 2명의 연구자가 한 사진에 대해 각각 면적을 계산하고 그 평균값을 위축 면적으로 하였으며, 경과관찰 기간을 늘려 오차의 발생 가능성을 보완하였지만 여전히 검사자마다 오차가 발생할 가능성은 있을 것으로 생각된다.

또한 초기 위축 면적이 작을수록 진행 속도가 느리고, disc area (DA; 2.54 mm²)가 1 미만인 군에서만 통계적으로 유의하였다. Holz et al⁹은 유사한 결과를 보고하였으며, 이는 FAM study 분류의 'None', 'focal' 패턴이 1 DA 미만인 군에 많이 포함됐기 때문이다. 이를 통해 자가형광의 패턴이 지도모양 위축의 진행을 예측하는 데 중요하다는 것을 다시 한 번 확인하였다.⁹⁻¹²

결론적으로 안저카메라를 이용하여 2년 동안 지도모양위축이 동반된 비삼출성 나이관련황반변성 환자의 예후를 예측해 봤을 때 'Diffuse', 'Banded' 패턴이 지도모양 위축의 진행이 빠르며, 나이가 많을수록 위축의 진행이 빠르고, 초기 위축 면적이 작을수록 진행이 느리다는 것을 확인하였다. 이는 기존의 cSLO를 이용하여 2년 동안 비삼출성 나이관련황반변성 환자들의 안저자가형광 사진을 이용한 패턴별 진행 속도의 차이와 유사한 결과를 보였고, 기존의 유사한 환자군을 1년 동안 안저카메라를 이용하여 분석한 Jeong et al⁴의 연구결과와 유사한 결과를 보였다.^{4,11} 이로 미루어 보아 비삼출성 나이관련황반변성 환자에서 지도모양 위축의 진행 속도를 예측하는 데 안저카메라를 이용하여 촬영한 안저자가형광 사진의 분석이 도움이 될 것으로 생각되며, 안저카메라를 이용한 기존 연구보다 장기적인 경과관찰을 통한 본 연구에서 패턴별 진행 속도가 1년 동안 경과관찰한 연구와 유사한 결과를 보여 기존 연구에서 제한점으로 언급되었던 짧은 경과관찰 기간, 사진촬영 장비로 인한 위축 면적 분석 오차의 영향은 크지 않을 것으로 생각한다.

2년 동안 비삼출성 나이관련황반변성 환자의 안저카메라를 이용한 자가형광 패턴 분석이 cSLO를 이용한 패턴별, 나이별, 초기 위축 크기별 진행 속도에서 유사한 결과를 보이므로, 지도모양위축이 동반된 비삼출성 나이관련황반변성 환자의 장기적인 예후 예측에 안저카메라가 유용하게 사용될 수 있다고 생각한다.

REFERENCES

- 1) Bindewald-Wittich A, Han M, Schmitz-Valckenberg S, et al. Two-photon-excited fluorescence imaging of human RPE cells with a femtosecond Ti: Sapphire laser. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:4553-7.
- 2) Bindewald A, Schmitz-Valckenberg S, Jorzik JJ, et al. Classification of abnormal fundus autofluorescence patterns in the junctional zone of geographic atrophy in patients with age related macular degeneration. Br J Ophthalmol 2005;89:874-8.
- 3) Delori FC, Dorey CK, Staurengi G, et al. In vivo fluorescence of the ocular fundus exhibits retinal pigment epithelium lipofuscin characteristics. Invest Ophthalmol Vis Sci 1995;36:718-29.
- 4) Jeong YJ, Hong IH, Chung JK, et al. Predictors for the progression

- of geographic atrophy in patients with age-related macular degeneration: fundus autofluorescence study with modified fundus camera. *Eye (Lond)* 2014;28:209-18.
- 5) Park KH, Song SJ, Lee WK, et al. The results of nation-wide registry of age-related macular degeneration in Korea. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:516-23.
- 6) Topouzis F, Anastasopoulos E, Augood C, et al. Association of diabetes with age-related macular degeneration in the EUREYE study. *Br J Ophthalmol* 2009;93:1037-41.
- 7) Youm DJ, Oh HS, Yu HG, Song SJ. The prevalence of vitreoretinal diseases in a screened Korean population 50 years and older. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1645-51.
- 8) Friedman DS, O'Colmain BJ, Munoz B, et al. Prevalence of age-related macular degeneration in the United States. *Arch Ophthalmol* 2004;122:564-72.
- 9) Holz FG, Bellmann C, Margaritis M, et al. Patterns of increased in vivo fundus autofluorescence in the junctional zone of geographic atrophy of the retinal pigment epithelium associated with age-related macular degeneration. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1999;237:145-52.
- 10) Sunness JS. The natural history of geographic atrophy, the advanced atrophic form of age-related macular degeneration. *Mol Vis* 1999;5:25.
- 11) Holz FG, Bindewald-Wittich A, Fleckenstein M, et al. Progression of geographic atrophy and impact of fundus autofluorescence patterns in age-related macular degeneration. *Am J Ophthalmol* 2007;143:463-72.
- 12) Holz FG, Schutt F, Kopitz J, et al. Inhibition of lysosomal degradative functions in RPE cells by a retinoid component of lipofuscin. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:737-43.

= 국문초록 =

나이관련황반변성에서 안저자가형광에 나타난 지도모양 위축의 2년간 진행 속도 분석

목적: 비삼출성 나이관련황반변성에서 안저자가형광에 나타난 지도모양 위축의 크기와 패턴에 따른 위축의 진행 속도를 분석하고 예후를 예측해 보고자 한다.

대상과 방법: 비삼출성 나이관련황반변성 환자를 2년간 안저카메라를 이용해 안저자가형광 촬영을 하였다. The Fundus Autofluorescence in Age-related Macular Degeneration (FAM) study 기준에 따라 위축 주변의 안저자가형광 패턴을 5가지로 분류하고 위축 면적을 측정하여 자가형광의 패턴별, 위축의 크기별 진행 속도를 분석하였다.

결과: 86안을 대상으로 하였으며 지도모양 위축 진행 속도는 고령일수록 빠르고($p < 0.037$), FAM-study 분류상 'Diffuse' 패턴이 $1.57 \text{ mm}^2/\text{년}$, 'Banded'는 $1.49 \text{ mm}^2/\text{년}$, 'Patchy'는 $1.05 \text{ mm}^2/\text{년}$, 'Focal'은 $0.59 \text{ mm}^2/\text{년}$, 'None'은 $0.16 \text{ mm}^2/\text{년}$ 이었다. 또한 초기 위축 면적과 위축 진행 속도의 상관관계를 보면, 초기 위축 면적이 1 시신경유두면적 이하일 때 $0.38 \text{ mm}^2/\text{년}$ 으로 가장 느렸다.

결론: 안저카메라를 이용하여 2년간 비삼출성 나이관련황반변성 환자의 예후를 예측해 봤을 때 FAM-study 분류상 'Diffuse' 패턴이 가장 빠르고, 초기 위축 면적이 작을수록 위축의 진행 속도가 느리게 나타났다($p < 0.002$). 기존에 제기됐던 짧은 경과관찰 기간, 안저카메라를 이용해 측정한 지도모양위축의 오차가가능성을 보완하여 기존의 confocal scanning laser ophthalmoscopy (cSLO)를 이용한 연구와, 그리고 안저카메라를 이용하여 1년간 분석한 연구결과와 유사한 결과를 보였으므로 비삼출성 나이관련황반변성 환자의 장기적인 예후 예측에 안저카메라가 유용하게 사용될 수 있다고 생각한다.

〈대한안과학회지 2015;56(8):1195-1200〉
