

## 당뇨망막병증 환자에서 패턴 범망막광응고술 후 중심와아래 맥락막두께의 변화

### Change in Subfoveal Choroidal Thickness after Patterned Panretinal Photocoagulation in Patients with Diabetic Retinopathy

전혜민 · 채수혜 · 안소은 · 김상원 · 윤희성

Hye Min Jeon, MD, Sue Hey Chae, MD, Soh-Eun Ahn, MD, Sang Won Kim, MD, Hee Seong Yoon, MD, PhD

성모안과병원

Sungmo Eye Hospital, Busan, Korea

**Purpose:** To evaluate changes in subfoveal choroidal thickness (SFCT) after patterned panretinal photocoagulation (PRP) using pattern scan laser (PASCAL) in patients with diabetic retinopathy.

**Methods:** This study included 39 patients (50 eyes) treated with patterned PRP using PASCAL and who were followed for at least 3 months. Patients were classified into 2 groups according to severity: severe non-proliferative diabetic retinopathy and proliferative diabetic retinopathy. SFCT was measured by enhanced depth imaging of spectral-domain optical coherence tomography. The change in SFCT was analyzed at 1 and 3 months after PRP.

**Results:** SFCT was  $270.42 \pm 61.44 \mu\text{m}$  before PRP,  $264.52 \pm 60.78 \mu\text{m}$  at 1 month, and  $255.74 \pm 56.89 \mu\text{m}$  at 3 months after PRP. Significant change of SFCT was found at 3 months after PRP. Central macular thickness was  $275.56 \pm 50.61 \mu\text{m}$  before PRP and increased to  $295.18 \pm 52.80 \mu\text{m}$  and  $293.10 \pm 57.24 \mu\text{m}$  at 1 and 3 months post-treatment, respectively. There were no significant differences between groups in SFCT at baseline or in the amount of change in SFCT after PRP.

**Conclusions:** SFCT significantly decreased after patterned PRP using PASCAL.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(8):1216-1221

**Keywords:** Diabetic retinopathy, Panretinal photocoagulation, Pattern scan laser, Spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT), Subfoveal choroidal thickness

당뇨망막병증은 실명을 일으키는 가장 흔한 질환 중 하나로 당뇨의 유병률이 증가하고 평균수명이 늘어남에 따라 당뇨망막병증도 꾸준히 증가하고 있다. 범망막광응고술은 고위험 증식군에서 심한 시력손상의 위험을 줄일 수 있는 효과적인 치료이며 현재에는 심한 비증식당뇨망막병증이

나 고위험군이 아닌 증식당뇨망막병증에서도 적극적으로 고려되는 치료법이다.<sup>1,2</sup> 광응고로 망막을 파괴하면 혈관생성인자의 생산이 줄어들고 이에 따라 신생혈관이 위축되는 것으로 알려져 있으며, 또한 레이저를 시행하면 주로 망막 외층이 파괴되어 맥락막에서의 산소공급이 직접 망막내층으로 전달됨으로써 망막내층의 허혈상태가 호전될 것으로 생각되고 있다.<sup>3</sup> 반면 광응고 후에 망막외층의 산소공급을 담당하는 맥락막모세혈관이 상당부분 함께 파괴되는 것이 관찰되기도 하였다.<sup>4</sup>

맥락막은 시세포층 및 망막색소상피층에 혈액과 산소를 공급하는 역할을 하는 중요한 혈관조직으로, 최근에는 enhanced

■ Received: 2016. 4. 14.      ■ Revised: 2016. 5. 23.  
■ Accepted: 2016. 7. 14.  
■ Address reprint requests to Hee Seong Yoon, MD, PhD  
Sungmo Eye Hospital, #409 Haeun-daero, Haeundae-gu, Busan 48064, Korea  
Tel: 82-51-743-0775, Fax: 82-51-743-0776  
E-mail: heesyoony@dreamwiz.com

depth imaging spectral-domain optical coherence tomography를 통해 맥락막의 정량적 분석이 가능해지면서 여러 안과적 질환에서 맥락막 두께 변화와의 상관성이 연구되고 있다.<sup>5</sup> 당뇨병망막병증에서도 병이 진행함에 따라 맥락막 두께가 감소하는 것이 관찰되었고,<sup>6,7</sup> 베바시주맵 안내주입술 후 맥락막두께가 감소하는 것으로 보아 항혈관내피성장인자가 맥락막혈관의 투과성에도 영향을 미치는 것으로 생각된다.<sup>7</sup>

이처럼 맥락막은 당뇨병망막병증의 진행과 연관이 있는 조직이지만, 진행한 당뇨병망막병증에서 기본적인 치료로 여겨지는 범망막광응고술이 맥락막에 미치는 영향에 대해서는 많이 알려진 바가 없고 보고된 몇몇 연구에서는 상반된 결과를 보이기도 하였다.<sup>7-9</sup> 본 연구에서는 당뇨병망막병증 환자에서 파스칼레이저(PATtern SCAn Laser [PASCAL]; Topcon, Santa Clara, CA, USA)를 이용한 패턴 범망막광응고술이 맥락막두께에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 파스칼레이저를 이용하여 전통적인 방법보다 10분의 1 정도의 조사시간(pulse duration)인 0.03초로 시행하였고, 이처럼 짧은 조사시간으로 시행하였을 때 기존의 보고들과 결과의 차이가 있는지를 확인하고자 하였다.

## 대상과 방법

2013년 2월부터 2014년 12월까지 본원에서 당뇨병망막병증으로 진단 받고 범망막광응고술을 시행 받은 환자를 대상으로 하였다. 맥락막두께에 영향을 줄 수 있는 유리체절제술, 항혈관내피성장인자 안내주입술 등을 시행 받았거나, 나이관련황반변성, 중심성 장액맥락망막병증 같은 안과적 질환이 있는 경우, 그리고 당뇨병망막병증과 함께 유의한 황반부종, 황반전막, 유리체출혈, 견민망막박리 등이 동반된 환자는 대상에서 제외하였다. 굴절이상에 따라 맥락막두께의 차이가 있을 수 있어  $\pm 6.0$ 디오퍼 이상의 굴절이상을 가진 환자는 대상에서 제외하였다. 범망막광응고술은 심한 비증식당뇨망막병증 또는 증식당뇨망막병증 환자에게 시행하였고, 경과관찰 중에 다른 당뇨병망막병증치료를 받은 경우도 대상에서 제외하였다. 최소 3개월 이상 경과관찰 기록이 있는 환자를 대상으로 하여 의무기록을 후향적으로 분석하였다.

범망막광응고술은 3명의 술자에 의해 2주일 간격으로 2회에 나누어 시행하였으며, 파스칼레이저(PASCAL, Topcon)를 이용하여 200  $\mu\text{m}$ 의 응고반 크기와 0.03초의 조사시간으로 300 mW의 레이저 세기로 시작하여 회백색의 응고반이 생기도록 조정하면서 시행하였다. 범망막광응고술은 비측으로는 시신경유두에서 1 시신경유두지름 떨어진 곳부터 주변부까지, 상, 하, 이측은 중심와로부터 2 시신경유두지

름 떨어진 곳부터 주변부까지, 이측 혈관궁 바깥으로 시행하였다.

맥락막두께는 스펙트럼도메인 빛간섭단층촬영(SD-OCT, Cirrus-HD OCT, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)의 enhanced depth imaging (EDI)을 촬영하여 중심와아래 바깥망막색소상피 경계에서 내측공막 경계까지의 거리로 정의하였고, Cirrus OCT 자체 프로그램에서 제공되는 scale bar를 이용하여 한 명의 숙련된 검사자가 측정하였다. 중심망막두께는 cirrus OCT 프로그램에서 자동으로 측정되어 제시되는 값을 이용하였고, 광응고술 시행 전, 시행 후 1개월, 3개월의 결과값으로 전후 차이를 분석하였다. 또한 당뇨병망막병증을 심한 비증식당뇨망막병증(severe non-proliferative diabetic retinopathy [NPDR])과 증식당뇨망막병증(proliferative diabetic retinopathy, PDR)으로 분류하여 중증도에 따른 맥락막두께 및 광응고술 후 변화양상의 차이를 분석하였다. 광응고술 시행 전과 시행 후 1개월 및 3개월에 최대교정시력을 측정하였고, 시력은 logarithm of the minimal angle of resolution (logMAR)로 변환하여 비교하였다.

통계적 분석은 SPSS software version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하였다. 광응고술 시행 전과 시행 후 1개월, 3개월 후의 맥락막두께와 중심망막두께의 변화를 비교하기 위해 반복측정 분산분석(repeated measures analysis of variance [ANOVA])을 이용하였고, 당뇨병망막병증 중증도에 따른 맥락막두께 및 중심망막두께 변화량 비교는 student *t*-test를 이용하였으며, 맥락막두께와 중심망막두께의 상관관계 분석에는 Pearson correlation analysis를 이용하였다. 통계 분석에서 유의도(*p*-value) 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

Table 1. Demographics of patients

Characteristics	Values
Eyes (n)	50
Patients (n)	39
Laterality (OD:OS)	27:23
Age (years)	57.4 $\pm$ 8.4
Sex (M:F)	29:21
Visual acuity (log MAR)	0.20 $\pm$ 0.28
SFCT ( $\mu\text{m}$ )	270.42 $\pm$ 61.44
CMT ( $\mu\text{m}$ )	275.56 $\pm$ 50.61
Severity (n)	
Severe NPDR	30
PDR	20

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated. SFCT = subfoveal choroidal thickness; CMT = central macular thickness; NPDR = non-proliferative diabetic retinopathy; PDR = proliferative diabetic retinopathy.

## 결 과

대상자는 39명 50안이었고, 남녀비율은 29:21로 비슷하였으며, 평균 나이는  $57.4 \pm 8.4$ 세였다. 대상군의 술 전 평균 최대교정시력은  $0.20 \pm 0.28$  logMAR이고, 평균 중심와 아래 맥락막두께는  $270.42 \pm 61.44 \mu\text{m}$ , 평균 중심망막두께는  $275.56 \pm 50.61 \mu\text{m}$ 였다. 중증도에 따른 분류에서 severe NPDR군이 30안, PDR군이 20안이었다(Table 1).

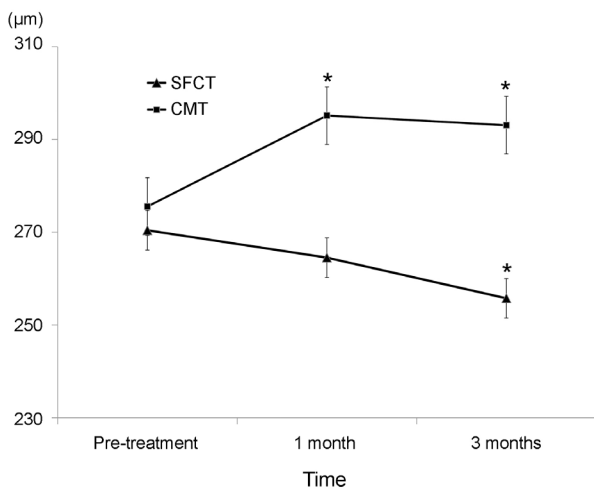
범망막광응고술 전 평균 최대교정시력은  $0.21 \pm 0.28$  logMAR였고, 술 후 1개월에  $0.23 \pm 0.27$  logMAR, 3개월에  $0.24 \pm 0.29$  logMAR로 유의한 변화는 관찰되지 않았다

( $p=0.539$ ). 중심와아래 맥락막두께는 술 전  $270.42 \pm 61.44 \mu\text{m}$ 였고 술 후 1개월에  $264.52 \pm 60.78 \mu\text{m}$ , 3개월에  $255.74 \pm 56.89 \mu\text{m}$ 로 술 전과 비교하여 술 후 3개월에 유의한 변화를 보였다( $p=0.012$ ) (Fig. 1). 중심망막두께는 술 전  $275.56 \pm 50.61 \mu\text{m}$ 였고 술 후 1개월에  $295.18 \pm 52.80 \mu\text{m}$ , 3개월에  $293.10 \pm 57.24 \mu\text{m}$ 로 술 전과 비교하여 술 후 1개월( $p=0.001$ ), 3개월( $p=0.007$ ) 모두 유의한 변화를 보였다 (Fig. 1). 범망막광응고술 후 1개월에 측정한 중심와아래 맥락막두께와 중심망막두께는  $r=-0.133$ ,  $p=0.359$ 로 유의한 상관관계가 관찰되지 않았고, 3개월에도  $r=-0.184$ ,  $p=0.245$ 로 상관관계를 보이지 않았다(Fig. 2).

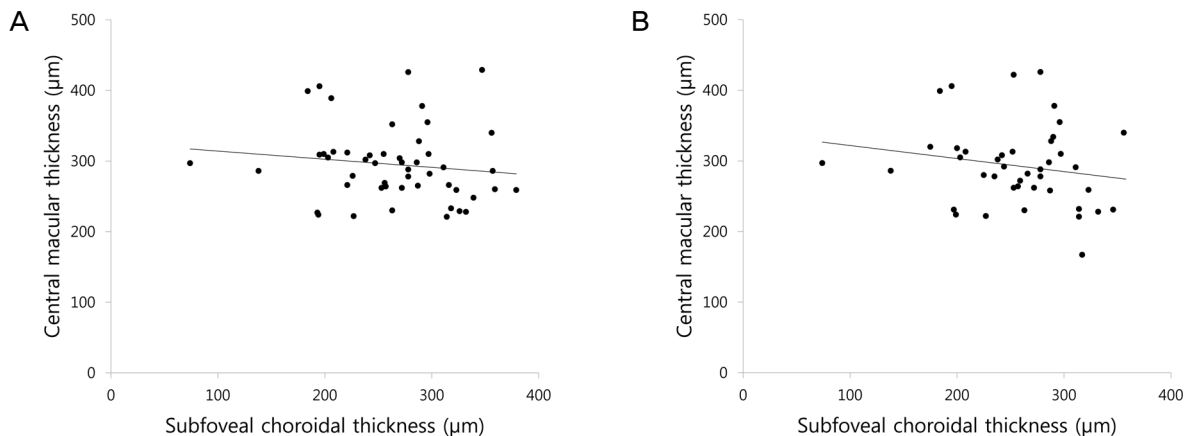
당뇨망막병증의 중증도에 따라서 나누었을 때, severe NPDR군과 PDR군의 술 전 중심와아래 맥락막두께는 각각  $290.05 \pm 52.92 \mu\text{m}$ ,  $257.33 \pm 64.03 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이는 없었으며( $p=0.064$ ) 중심망막두께 역시 각각  $277.53 \pm 47.46 \mu\text{m}$ ,  $272.60 \pm 56.15 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이는 없었다( $p=0.739$ ). 범망막광응고술 후 맥락막두께의 변화량은 1개월에 severe NPDR군에서  $6.33 \pm 20.67 \mu\text{m}$ , PDR군에서  $5.25 \pm 27.85 \mu\text{m}$ 가 감소하였으며, 3개월에는 severe NPDR군에서  $8.54 \pm 20.60 \mu\text{m}$ , PDR군에서  $13.36 \pm 24.18 \mu\text{m}$ 가 감소하였으나 통계학적 유의성은 없었다( $p=0.593$ , 762) (Table 2). 광응고술 후 중심망막두께의 변화량 역시 1개월, 3개월 모두 중증도에 따른 차이는 관찰되지 않았다(Table 2).

## 고 찰

맥락막은 풍부한 혈관을 가진 조직으로 망막외층에 혈액과 산소를 공급하는 기능을 한다. 정상 맥락막 혈관은 정상적인 망막 기능 유지에 필수적인 요소이며, 맥락막에 유입



**Figure 1.** Consecutive changes of the mean subfoveal choroidal thickness (SFCT) and central macular thickness (CMT) after patterned panretinal photocoagulation. Data are expressed as the mean  $\pm$  standard error of mean. \* $p < 0.05$  by repeated measures analysis of variance (ANOVA).



**Figure 2.** Scatter plots for correlation between subfoveal choroidal thickness (SFCT) and central macular thickness (CMT). (A) At 1 month after patterned panretinal photocoagulation (PRP), there was no significant correlation between SFCT and CMT ( $r = -0.133$ ,  $p = 0.201$ ). (B) At 3 months after patterned PRP, there was no significant correlation between SFCT and CMT ( $r = -0.184$ ,  $p = 0.245$ ). Compared by Pearson's correlation analysis.  $r$  = coefficient of correlation.

**Table 2.** Comparison of baseline and amount of change after patterned panretinal photocoagulation according to disease severity

	Severe NPDR	PDR	<i>p</i> -value*
SFCT ( $\mu$ m)	290.05 $\pm$ 52.92	257.33 $\pm$ 64.03	0.064
$\Delta^\dagger$ 1 month	-6.33 $\pm$ 20.67	-5.25 $\pm$ 27.85	0.593
$\Delta$ 3 months	-8.54 $\pm$ 20.60	-13.36 $\pm$ 24.18	0.762
CMT ( $\mu$ m)	277.53 $\pm$ 47.46	272.60 $\pm$ 56.15	0.739
$\Delta$ 1 month	20.47 $\pm$ 23.30	18.35 $\pm$ 57.83	0.308
$\Delta$ 3 months	20.79 $\pm$ 34.64	7.64 $\pm$ 42.70	0.290

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

NPDR = non-proliferative diabetic retinopathy; PDR = proliferative diabetic retinopathy; SFCT = subfoveal choroidal thickness; CMT = central macular thickness.

\*Compared by student *t*-test;  $^\dagger$ Amount of change.

되는 혈류가 줄어들면 시세포가 제대로 기능하지 못하게 된다.<sup>10</sup> 당뇨병망막병증은 일반적으로 망막혈관에 손상을 일으키는 것이 주된 병인으로 알려져 있지만, 맥락막의 혈관 병증 또한 당뇨병망막병증에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되었다. 조직병리학적 연구에서 맥락막 혈관의 동맥경화, 모세혈관의 폐쇄 등이 관찰되었고,<sup>11</sup> 인도시아닌그린 형광 안저혈관조영술을 이용한 연구에서는 맥락막 혈관의 충만 지연 및 국소 확장 등의 혈관이상이 보고되었으며,<sup>12</sup> laser Doppler flowmetry를 사용하여 당뇨병망막병증 환자에서 중심와아래 맥락막 혈류가 감소한 것이 확인되기도 하였다.<sup>13</sup> Park et al<sup>14</sup>의 연구에서는 베바시주맙 안내주입술 후에는 맥락막두께가 감소한다고 보고하였는데, 이는 베바시주맙 안내주입술 후 혈관내피성장인자의 감소가 망막뿐만 아니라 맥락막 순환에도 영향을 미치는 것을 시사한다.

당뇨망막병증에서 범망막광응고술을 시행한 후 맥락막두께의 변화에 대해서는 다양한 결과들이 보고되었다. Cho et al<sup>7</sup>은 아르곤 레이저를 이용하여 범망막광응고술 후 1주에 맥락막 두께의 증가를 보고하였으며, 이는 맥락막 혈관의 확장에 의한 맥락막 혈류의 증가 때문이거나 레이저에 의한 혈관폐쇄로 인한 맥락막 혈관으로부터의 삼출 때문으로 생각하였다. Zhu et al<sup>8</sup>은 파스칼 레이저를 이용해 범망막광응고술을 시행한 후 중심와아래 맥락막두께를 측정된 결과에서 1개월, 3개월째 모두 유의한 증가를 보인 반면, 레이저 광응고술을 시행한 부위에서는 맥락막두께가 감소하는 결과를 보여 이러한 결과가 광응고술 후 맥락막 혈류의 재분포를 반영한다고 하였다.

이와 상반된 결과로 Kim et al<sup>6</sup>은 당뇨병망막병증의 정도가 심해질수록 중심와아래 맥락막두께가 증가하였고, 범망막광응고술을 시행 받은 당뇨병망막병증 환자는 맥락막 두께가 감소한 것을 보고하였다. 이러한 맥락막두께가 감소는 혈관내피성장인자의 감소로 인한 맥락막 혈류의 감소와 맥락막 혈류의 감소에 따른 위축성 변화에 의한 것이라고 설명하였다. 또한 Zhang et al<sup>9</sup>은 전향적 연구를 통해 532 nm 파장의 레이저를 이용한 범망막광응고술을 시행한 후 12주

동안의 맥락막두께의 변화를 추적하였고 결과 1주째 맥락막두께는 유의하게 증가하였고 4주, 8주 후에는 치료 전 수준으로 감소하였으며, 12주 후에는 치료 전보다 감소하는 것을 확인하였다. 이 연구에서도 마찬가지로 망막색소상피의 파괴로 인한 혈관내피성장인자의 감소가 맥락막 혈관의 수축과 투과성 감소를 가져올 수 있다고 하였고, 그 외에 레이저에 의한 열손상으로 인한 맥락막 혈류의 차단, 레이저로 외측망막이 파괴되면서 망막에 산소공급이 증가하여 자가조절로 인해 맥락막 혈류가 감소하였을 가능성을 제시하였다.

이처럼 연구마다 상반된 결과를 나타낸 요인으로서는 먼저 범망막광응고술 후 맥락막두께를 측정할 시기에 따른 차이를 들 수 있다. Cho et al<sup>7</sup>의 연구에서는 술 후 1주째 맥락막두께의 증가가 관찰되었고 Zhang et al<sup>9</sup>의 연구에서도 마찬가지로 술 후 1주에는 맥락막두께가 증가하였다가 이후 서서히 감소하여 12주에는 치료 전보다 감소하는 결과를 보였다. 이전의 초음파를 이용한 연구에 따르면 범망막광응고술 후 59-90%에서 삼출이 발생하며 이러한 삼출현상은 7-14일 후에는 완전히 회복된다고 하였다.<sup>15,16</sup> 따라서 치료 직후 맥락막두께가 증가하는 것은 레이저에 의한 맥락막 모세혈관의 파괴, 염증반응에 의한 삼출이 주된 원인으로 생각되며, 본 연구에서는 광응고술 후 첫 측정시기가 술 후 1개월이었기 때문에 술 후 맥락막두께의 증가가 관찰되지 않았던 것으로 생각된다.

또 다른 요인으로서는 범망막광응고술을 시행함에 있어 레이저 종류와 레이저 시행 방법, 사용한 parameter 등의 차이가 있기 때문이다. 아직 범망막광응고술 후 맥락막두께에 미치는 영향에 대해 많은 연구가 이루어지지는 않았지만, 현재까지 발표된 연구에서는 514 nm 파장의 아르곤 녹색레이저 또는 532 nm 파장의 2배 주파수 야그레이저가 각각 사용되었다. 그중 광응고술 직후의 삼출에 의한 효과를 배제할 수 있는, 즉 1개월 이후의 결과를 발표한 연구에서는 본 연구와 마찬가지로 532 nm 파장의 레이저가 이용되었다.<sup>8,9,17</sup> 이 중 Zhang et al<sup>9</sup>과 Yu et al<sup>17</sup>의 연구에서는

기존의 전통적인 방법인 0.2-0.3초의 조사시간으로 범망막 광응고술을 시행하였고, Zhu et al<sup>8</sup>의 연구에서만 0.02-0.03초의 짧은 조사시간으로 시행하였다. 이미 여러 연구에서 전통적인 방법의 광응고술과 조사시간을 줄인 방법의 차이에 대해 보고된 바가 있어,<sup>18-20</sup> 저자들은 이러한 레이저 조사시간의 차이가 맥락막두께의 변화에도 영향을 미칠 것으로 생각하였다. 0.05초 이하의 짧은 조사시간을 이용하였을 때는 열에너지(thermal energy)의 발생이 적어 주위조직으로의 세포손상이 파급되는 것을 막을 수 있고, 이것이 내측망막과 맥락막의 손상을 최소화시킨다.<sup>18-20</sup> 따라서 짧은 조사시간을 이용하여 패턴 범망막광응고술을 시행하였을 때 맥락막 손상에 의한 두께감소 효과가 적게 나타날 것으로 생각되며, 이것이 0.2초의 조사시간을 이용한 Yu et al<sup>17</sup>의 연구에서 광응고술 후 1개월째부터 맥락막두께가 감소한 것과 달리 본 연구에서는 1개월째에는 유의한 변화가 없었고 3개월째에 이르러서야 맥락막두께가 감소한 이유로 생각된다. 맥락막두께의 변화량도 Yu et al<sup>17</sup>의 연구에서는 술 후 1개월에 12.38  $\mu\text{m}$ , 2개월에 18.57  $\mu\text{m}$ 가 감소한 반면, 본 연구에서는 술 후 1개월에 5.90  $\mu\text{m}$ , 3개월에 14.68  $\mu\text{m}$ 가 감소하여 상대적으로 감소한 폭이 적었다. 하지만 두 연구는 레이저 조사시간 외에도 광응고술 시행 간격, 완료 횟수 등에서 차이가 있기 때문에, 정확한 비교를 위해서는 향후 레이저 조사시간만 달리하고 나머지 변수를 같게 한 비교연구가 필요할 것이다.

본 연구에서 당뇨망막병증 환자를 severe NPDR군과 PDR군으로 나누었을 때, 두 군 사이에 광응고술 전 맥락막 두께 및 술 후 변화량에서는 차이가 관찰되지 않았다. Kim et al<sup>6</sup>은 당뇨망막병증의 중증도가 심해질수록 맥락막두께가 두껍다고 하였고, Park et al<sup>14</sup>은 당뇨망막병증 정도가 심해질수록 맥락막두께가 감소한다고 보고하기도 하였는데, 본 연구에서는 severe NPDR 이상의 환자를 대상으로 하였기 때문에 중증도가 두 군 사이에 큰 차이가 없었던 것으로 생각되며 정확한 분석을 위해서는 정상군, mild~moderate NPDR 환자를 모두 포함하여야만 중증도에 따른 차이를 알 수 있을 것으로 생각한다.

범망막광응고술 후 중심망막두께는 술 후 1개월부터 의미 있게 증가하여 3개월까지도 증가한 상태를 유지하였다. 하지만 중심와아래 맥락막두께와 중심망막두께 사이에 상관관계는 관찰되지 않았다. 이는 Nagaoka et al<sup>13</sup>이 제시한 맥락막 순환의 저하가 황반부종을 유발할 것이라는 가설과는 맞지 않는 결과이며, 이후의 여러 연구에서도 역시 중심와아래 맥락막두께와 중심망막두께 사이에 연관성은 관찰되지 않았다.<sup>7,9,17</sup> 이는 광응고술 후의 황반부종이 맥락막에 의한 이차적인 결과보다는 다른 요인이 더 관련함을 시사

한다. 또한 맥락막두께의 감소가 중심부 망막의 허혈을 의미하지는 않으며, 맥락막 혈류가 감소하고 두께가 감소하여도 외측망막의 파괴로 인한 내측망막으로의 상대적 산소 공급은 충분할 수 있다.<sup>21,22</sup>

본 연구의 제한점은 범망막광응고술 후 초기 1-4주 사이에 비교적 많은 변화가 예측됨에도 불구하고 술 후 1개월, 3개월에만 측정을 시행하여 초기변화를 알 수 없다는 한계점이 있다. 시간에 따른 변화과정을 정확히 관찰하기 위해서는 치료 직후, 그리고 3개월 이후의 장기간 경과관찰도 필요할 것이다.

결론적으로 당뇨망막병증 환자에서 파스칼레이저를 이용한 패턴 범망막광응고술 후 중심와아래 맥락막두께는 술 후 3개월에 감소하였고, 중심망막두께는 술 후 1개월, 3개월에 증가하였으며, 당뇨망막병증의 중증도에 따른 차이는 없었다. 짧은 조사시간을 이용한 범망막광응고술은 전통적인 방법에 비해 맥락막의 손상을 적게 유발할 수 있을 것으로 생각되며, 향후 패턴 범망막광응고술과 전통적인 범망막광응고술의 맥락막에 대한 영향에 관한 추가적인 비교연구가 필요할 것이다.

## REFERENCES

- 1) Diabetic Retinopathy Study Research Group. Photocoagulation treatment of proliferative diabetic retinopathy. Clinical application of Diabetic Retinopathy Study (DRS) findings, DRS Report Number 8. The Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology* 1981;88:583-600.
- 2) Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report number 9. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology* 1991;98(5 Suppl):766-85.
- 3) Weiter JJ, Zuckerman R. The influence of the photoreceptor-RPE complex on the inner retina. An explanation for the beneficial effects of photocoagulation. *Ophthalmology* 1980;87:1133-9.
- 4) Nonaka A, Kiryu J, Tsujikawa A, et al. Inflammatory response after scatter laser photocoagulation in nonphotocoagulated retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:1204-9.
- 5) Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2008;146:496-500.
- 6) Kim JT, Lee DH, Joe SG, et al. Changes in choroidal thickness in relation to the severity of retinopathy and macular edema in type 2 diabetic patients. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:3378-84.
- 7) Cho GE, Cho HY, Kim YT. Change in subfoveal choroidal thickness after argon laser panretinal photocoagulation. *Int J Ophthalmol* 2013;6:505-9.
- 8) Zhu Y, Zhang T, Wang K, et al. Changes in choroidal thickness after panretinal photocoagulation in patients with type 2 diabetes. *Retina* 2015;35:695-703.
- 9) Zhang Z, Meng X, Wu Z, et al. Changes in choroidal thickness after panretinal photocoagulation for diabetic retinopathy: a 12-week longitudinal study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:2631-8.

- 10) Coleman DJ, Silverman RH, Chabi A, et al. High-resolution ultrasonic imaging of the posterior segment. *Ophthalmology* 2004; 111:1344-51.
- 11) Hidayat AA, Fine BS. Diabetic choroidopathy. Light and electron microscopic observations of seven cases. *Ophthalmology* 1985;92: 512-22.
- 12) Weinberger D, Kramer M, Priel E, et al. Indocyanine green angiographic findings in nonproliferative diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol* 1998;126:238-47.
- 13) Nagaoka T, Kitaya N, Sugawara R, et al. Alteration of choroidal circulation in the foveal region in patients with type 2 diabetes. *Br J Ophthalmol* 2004;88:1060-3.
- 14) Park BJ, Chung HW, Kim HC. Effects of diabetic retinopathy and intravitreal bevacizumab injection on choroidal thickness in diabetic patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1520-5.
- 15) Yuki T, Kimura Y, Nanbu S, et al. Ciliary body and choroidal detachment after laser photocoagulation for diabetic retinopathy. A high-frequency ultrasound study. *Ophthalmology* 1997;104:1259-64.
- 16) Gentile RC, Stegman Z, Liebmann JM, et al. Risk factors for iohoroidal effusion after panretinal photocoagulation. *Ophthalmology* 1996;103:827-32.
- 17) Yu S, Kim YI, Lee KW, Kang HG. Changes in choroidal thickness after panretinal photocoagulation in diabetic retinopathy patients. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:256-63.
- 18) Chappelov AV, Tan K, Waheed NK, Kaiser PK. Panretinal photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy: pattern scan laser versus argon laser. *Am J Ophthalmol* 2012;153:137-42.e2.
- 19) Paulus YM, Jain A, Gariano RF, et al. Healing of retinal photocoagulation lesions. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:5540-5.
- 20) Yang JW, Lee YC. Comparison of the effects of patterned and conventional panretinal photocoagulation on diabetic retinopathy. *J Korean Ophthalmol Soc* 2010;51:1590-7.
- 21) Arnarsson A, Stefánsson E. Laser treatment and the mechanism of edema reduction in branch retinal vein occlusion. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:877-9.
- 22) Mendivil A. Ocular blood flow velocities in patients with proliferative diabetic retinopathy after panretinal photocoagulation. *Surv Ophthalmol* 1997;42 Suppl 1:S89-95.

---

= 국문초록 =

## 당뇨망막병증 환자에서 패턴 범망막광응고술 후 중심와아래 맥락막두꺼기의 변화

**목적:** 당뇨망막병증 환자에서 파스칼레이저(pattern scan laser, PASCAL)를 이용한 패턴 범망막광응고술 후 중심와아래 맥락막두꺼기의 변화를 분석하고자 하였다.

**대상과 방법:** 2013년 2월부터 2014년 12월까지 파스칼레이저를 이용한 패턴 범망막광응고술을 시행 받은 39명 50안을 대상으로 하였다. 대상자를 심한 비증식당뇨망막병증(severe non-proliferative diabetic retinopathy), 증식당뇨망막병증(proliferative diabetic retinopathy)으로 분류하여 비교하였다. 스펙트럼도메인 빛간섭단층촬영의 enhanced depth imaging으로 측정하여 술 전, 술 후 1개월, 3개월의 결과를 분석하였다.

**결과:** 술 전 중심와아래 맥락막의 두께는  $270.42 \pm 61.44 \mu\text{m}$ 였고 술 후 1개월에  $264.52 \pm 60.78 \mu\text{m}$ , 3개월에  $255.74 \pm 56.89 \mu\text{m}$ 로 술 후 3개월에 유의한 변화를 보였다. 중심망막두께는 술 전  $275.56 \pm 50.61 \mu\text{m}$ 에서 술 후 1개월에  $295.18 \pm 52.80 \mu\text{m}$ , 3개월에  $293.10 \pm 57.24 \mu\text{m}$ 로 유의하게 증가하였다. 당뇨망막병증의 중증도에 따른 맥락막두께 변화를 비교하였을 때 두 군 간의 차이는 없었다.

**결론:** 당뇨망막병증 환자에서 파스칼레이저를 이용한 패턴 범망막광응고술 후 중심와아래 맥락막두께는 감소하였다.  
(대한안과학회지 2016;57(8):1216-1221)

---