황반원공수술에서 내경계막제거술의 크기와 술 후 중심와 조직 신장의 연관성

ILM Peeling Size and Postoperative Foveal Tissue Elongation in Macular Hole Surgery

박재홍 · 전해민 · 윤희성

Jae Hong Park, MD, Hye Min Jeon, MD, Hee Seong Yoon, MD

부산성모안과병원

Busan Sungmo Eye Hospital, Busan, Korea

Purpose: To evaluate the relationship between the size of internal limiting membrane (ILM) peeling and the elongation of foveal tissue after macular hole (MH) surgery.

Methods: The medical records of 29 patients (29 eyes) who developed elongation of foveal tissue on spectral domain optical coherence tomography (OCT) after vitrectomy with ILM peeling and gas tamponade for idiopathic MH were retrospectively reviewed. These eyes were classified into 3 subgroups by the size of ILM peeling: group A (9 eyes), smaller than 2 disc diameter (DD); group B (12 eyes), larger than 2 DD and within the major temporal vascular arcade, and group C (8 eyes), till the edge of the major temporal vascular arcade. Inter-outer plexiform layer (OPL) distance, representing elongation of foveal tissue, was measured 1, 3, and 6-8 months (only 18 eyes) postoperatively. 'Asymmetric elongation' was defined as non-uniform elongation of the foveal tissue in certain directions.

Results: Horizontal/vertical inter-OPL distances 1 month postoperative, in descending order, were: group B, $436.58 \pm 88.54 / 404.92 \pm 78.55 \mu\text{m}$; group A, $421.33 \pm 109.97 / 404.14 \pm 120.9 \mu\text{m}$; and C group, $389.25 \pm 48.75 / 400 \pm 52.23 \mu\text{m}$. Variations in the horizontal/vertical inter-OPL distance 3 months after MH surgery were: group B, $136.83 \pm 65.64 / 103.92 \pm 73.37 \mu\text{m}$; group A, $88.11 \pm 41.57 / 75.89 \pm 53.18 \mu\text{m}$; and group C, $140.25 \pm 68.51 / 83.63 \pm 56.62 \mu\text{m}$. There were no significant differences in inter-OPL distance, variation in inter-OPL distance, or percent asymmetry in both horizontal and vertical directions among these groups.

Conclusions: Elongation of the foveal tissue and asymmetric elongation after MH surgery were not associated with the size of ILM peeling.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(12):1860-1867

Key Words: Asymmetry, Elongation, ILM peeling, Macular hole surgery

■ Received: 2014. 6. 13. ■ Revised: 2014. 10. 7.

■ Accepted: 2014. 11. 17.

■ Address reprint requests to **Hee Seong Yoon, MD**
Busan Sungmo Eye Hospital, #409-1 Haeundae-ro,
Haeundae-gu, Busan 612-823, Korea
Tel: 82-51-743-0775, Fax: 82-51-743-0776
E-mail: heeseyoon@dreamwiz.com

* This study was presented as a narration at the 109th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.

특발성 황반원공의 수술적 치료에서 최근 해부학적 성공률이 85-100%, 술 후 시력 회복은 85-95%까지 보고되었다.¹⁻³ 술 후 원공의 폐쇄와 시력의 회복은 천천히 지속적으로 이루어지며, 일부 환자에서는 시력 예측이 불량하거나 번시증이 지속되기도 한다.³⁻⁵ SD-OCT가 도입된 이후 특발성 황반원공에서 술 후 원공의 폐쇄과정의 미세구조를 보다 명확히 알 수 있게 되었다. Bottoni et al⁶은 술 후 원공의

폐쇄과정은 외경계막이 가장 먼저 회복되면서 그 아래쪽으로 황반부 낭(foveal cyst)이 생기고, 외과립층이 두터워진 후 최종적으로 내절/외절 경계부가 회복된다고 보고하였다. 술 후 외경계막, 내절/외절 경계부의 결손 유무와 시력 예후, 변시증을 분석한 연구는 기존에 다수 있었으나,⁷⁻¹³ 망막의 신호전달체계에 관여하는, 보다 내측 망막에 대한 보고는 드물었다. Kim et al¹⁴은 원공 술 후 외망상층사이 거리가 증가하는 중심와 조직의 신장을 보고하였고, 이러한 중심와 조직의 신장에서 비대칭성과 술 후 변시증과의 연관성을 보고하였다. 본 연구의 저자들은 특발성 황반원공 수술에서 내경계막 제거 후 남겨진 망막 층이 접선방향의 견인력으로 작용한다면, 내경계막 제거 크기와 중심와 조직의 신장은 어떠한 상관관계가 있을지 의문을 가지게 되었다. 국내외 연구 중 특발성 황반원공 수술에서 내경계막의 제거 크기와 술 후 중심와 조직의 신장과의 상관관계를 분석한 연구는 없었으며, 본 연구에서는 내경계막제거의 크기와 술 후 중심와 조직의 신장 및 비대칭 신장을 분석하여 보고하고자 한다.

대상과 방법

2010년 3월부터 2014년 2월까지 본원에서 특발성 황반원공으로 유리체절제술, 내경계막제거술과 가스충전술을 시행 받은 눈 중에서 술 후 1개월, 3개월에 촬영한 SD-OCT에서 1개월보다 3개월에 중심와 주변 외망상층사이 거리가 증가한 29안을 대상으로 환자의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 전측 특발성 전측 황반원공만을 대상으로 하였기에 외상성 황반원공이나 이전에 유리체절제술의 기왕력이 있는 눈, 안축장의 길이가 26 mm 이상의 고도근시나 당뇨망막병증 환자는 대상에서 제외하였다. 술 전 OCT에서 표층 황반원공 또는 황반전막을 동반한 가성열공 또한 연구에서 제외하였다.

수술은 1명의 술자가(YHS) 23게이지 유리체 절제술 기기를 이용하였고, 후유리체 박리가 필요한 경우 유리체 절단침으로 후유리체 박리를 일으킨 후 유리체절제술을 시행하였다. 내경계막은 트리암시놀론을 후극부에 도포한 후 안내집계를 이용하여 제거하였다. 수술을 마치기 전 액체공기교환술을 시행하고 hexafluoride (SF₆) 또는 perfluoropropane (C₃F₈) 가스를 충전하였다. 수술 후 환자는 2주간 고개를 숙여 지내도록 지시하였고 술 후 1주일, 1개월, 3개월, 6개월에 경과관찰하였다.

환자 군은 수술 후 대상 환자의 수술 비디오를 분석하여 내경계막제거술의 크기에 따라서 2 disc diameters 크기보다 작게 제거한 군(이하 A군), A군과 C군 사이 대략 3 DD의 크기로 내경계막을 제거한 군(이하 B군), 이측 대혈관궁(major temporal vascular arcade)의 경계까지 제거한 군(이하 C군)으로 세 그룹으로 분류하였다(Fig. 1).

세 그룹 환자 모두에서 술 전 시력검사, 산동 후 안저검사, SD-OCT (Cirrus™ HD-OCT 4000, Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA) 검사를 시행하였고, 술 후 1개월, 3개월, 일부 환자(18안)에서는 술 후 6-8개월에도 시력검사와 OCT 검사를 시행하였다(Fig. 2). 술 전 OCT에서 기계 자체에 내장된 캘리퍼 기능을 이용하여 원공의 수평 최소직경과 수직 최소직경의 길이를 측정하였다. 술 전 황반원공 직경에 따라 술 후 원공폐쇄의 회복과정이 다르다는 보고가 있으므로,⁹ 수평 최소직경과 수직 최소직경의 평균을 원공 직경(Hole diameter)으로 하여 원공 직경이 100-400 μm인 눈만 대상 환자로 선정하였고 원공 직경이 100 μm 미만이거나 400 μm를 초과한 경우는 제외하였다. 술 후 OCT 검사에서 외망상층사이의 거리(inter-OPL distance)를 수평과 수직 방향에서 측정하였고 중심와 결손부위(foveal cyst)를 중심으로 비측, 이측, 하측, 상측 거리를 측정하였다(Fig. 3). 중심와 결손부위가 없는 경우 중심와에서 망막이 가장 얇은 부분을 중심으로 하여 측정하였다. OCT 이미지의 분석은 검사자 간 측

Figure 1. Classification into 3 subgroups by the size of internal limiting membrane (ILM) peeling. (A) Group A, smaller than 2 DD; (B) group B, larger than 2 DD and within the major temporal vascular arcade, and (C) group C, till the edge of the major temporal vascular arcade.

Figure 2. The spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT) images of 61-year-old female patient representing postoperative elongation of foveal tissue. Note the inter-outer plexiform layer (OPL) distance had been increased over follow-up period. (A) Preoperative state (B) 1 month after macular hole surgery (C) 3 months (D) 6 months.

Figure 3. The distance between the edge of outer plexiform layer (OPL) was defined as 'inter-OPL distance'. The spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT) images were taken 1, 3 months after surgery using the 1:1 μm setting. The distance from the center of the foveal cyst to the edge of nasal edge of OPL was defined as N. N = nasal length; T = temporal length.

정 오류를 배제하기 위해 모든 측정은 동일인(PJH)이 시행하였고, 관찰자내 재현성을 알아보기 위해 수평 외망상층 사이 거리는 각각 2회씩 측정하여 관찰자 내 급간 상관계

수(intraclass correlation coefficient)를 계산하였다.

중심와 조직의 비대칭 신장(asymmetric elongation)은 아래와 같이 계산하였다. 수평방향 비대칭신장(horizontal percent asymmetry)은 측정된 비측거리와 이측거리 값을 이용하여 (비측거리-이측거리) / (비측거리+이측거리)를 계산하여 이 값의 절대값을 %로 환산하였다. 수직방향 비대칭신장(vertical percent asymmetry)도 마찬가지로 (하측거리-상측거리) / (하측거리+상측거리)를 계산하여 절대값을 %로 환산하였다.

3군 사이 술 전 황반원공 직경, 술 후 수평 및 수직 외망상층사이 거리, 술 후 변화량, 중심와 조직의 비대칭신장의 비교는 PASW ver. 18.0 (SPSS INC., Chicago, IL) 프로그램으로 Kruskal-Wallis test로 분석하였고, 술 후 6-8개월에 SD-OCT 촬영을 하였던 18안에 대해 수평, 수직방향 중심와 조직 신장(inter-OPL distance)과 비대칭 신장(percent asymmetry)의 상관관계는 Spearman's correlation analysis를 이용하여 분석하였다. $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의

한 것으로 간주하였다. 관찰자 내 급간 상관계수는 동일한 프로그램으로 재현성 검사(reliability test)를 이용하여 0.75 이상일 때 우수(excellent)로 간주하였다.

결 과

대상 기간(2010년 3월-2014년 2월) 동안 특발성 황반원공으로 본원에서 수술 받은 환자는 144명으로 그중 술 후 중심와 조직의 신장을 보인 눈은 37안이 있었다. 술 후 중심와 조직에 미칠 다른 영향을 배제하기 위하여 원공직경이 100-400 μm 인 29안만 연구에 포함시켰다. 29안 중 A군이 9안, B군이 12안, C군이 8안이 있었다(Table 1). 대상 환자는 나이, 성별에 있어서 3군 간 유의한 차이는 없었다. 술 전 평균 원공 직경은 A군에서 $258.39 \pm 97.46 \mu\text{m}$, B군에서 $261.67 \pm 63.67 \mu\text{m}$, C군에서 $266.31 \pm 106.13 \mu\text{m}$ 로 3군 사이 유의한 차이는 없었다($p=0.980$). 술 전 시력과 안축장의 길어도 3군에서 유의한 차이가 없었다. 3군의 평균 경과관찰 기간은 13.04 ± 8.1 개월이었다.

평균 수평 외망상층사이 거리는 A군에서 술 후 1개월에 421.33 ± 109.97 에서 3개월에 $509.44 \pm 108.98 (\mu\text{m})$ 로 증가하였다(Table 2). B군에서 술 후 1개월에 436.58 ± 88.54 에서 3개월에 $573.42 \pm 81.58 (\mu\text{m})$ 로 증가하였고, C군에서도

술 후 1개월에 389.25 ± 48.75 에서 3개월에 $529.5 \pm 61.93 (\mu\text{m})$ 로 증가하였다. 평균 수평 외망상층 사이 거리는 술 후 1개월에 B군, A군, C군 순으로 길이가 길었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.485$). 술 후 3개월에서 길이의 순서는 B군, C군, A군 순으로 길이가 길었으며, 유의한 차이는 없었다($p=0.195$). 평균 수직 외망상층사이 거리도 3군에서 모두 증가하였고, 길이의 순서는 수평 외망상층 사이 거리와 같았다. 술 후 1개월에서 B군($404.92 \pm 78.55 \mu\text{m}$), A군($404.14 \pm 120.9 \mu\text{m}$), C군($400 \pm 52.23 \mu\text{m}$) 순으로 길었으며, 술 후 3개월에서 B군($508.83 \pm 74.18 \mu\text{m}$), C군($483.63 \pm 70.09 \mu\text{m}$), A군($480 \pm 111.98 \mu\text{m}$) 순으로 길었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2). 술 후 1개월에서 3개월까지 외망상층사이 거리의 변화는 모든 군에서 수직보다는 수평 외망상층사이 거리에서 더 많은 양이 증가하였고, 수평 외망상층사이 거리의 증가량 순서는 C군($140.25 \pm 68.51 \mu\text{m}$), B군($136.83 \pm 65.64 \mu\text{m}$), A군($88.11 \pm 41.57 \mu\text{m}$) 순으로 증가량의 폭이 컸으며, 수직 외망상층 거리의 증가량에서는 B군($103.92 \pm 73.37 \mu\text{m}$)이 가장 크고 다음으로 C군($83.63 \pm 56.62 \mu\text{m}$), A군($75.89 \pm 53.18 \mu\text{m}$) 순이었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.539$).

수평방향 비대칭신장(horizontal percent asymmetry)은 술 후 1개월에 A군이 16.86 ± 11.01 로 가장 크고, C군 15.12

Table 1. Patient baseline characteristics

	Group A	Group B	Group C	p-value*
No. of eyes (patients)	9 (9)	12 (12)	8 (8)	
Age (years)	63.75 ± 7.3	58.57 ± 5.44	59.29 ± 6.73	0.769
Sex (M:F)	2:7	6:6	1:7	0.174
Hole diameter (μm)	258.39 ± 97.46	261.67 ± 63.67	266.31 ± 106.13	0.980
BCVA (log MAR)	0.68 ± 0.29	0.6 ± 0.39	0.7 ± 0.3	0.560
Axial length (mm)	23.47 ± 0.92	23.46 ± 0.97	23.28 ± 0.53	0.885
Follow-up duration (months)	19.7 ± 11.81	10.72 ± 4.48	12.18 ± 6.04	0.137

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

BCVA = best corrected visual acuity.

*Kruskal-Wallis test.

Table 2. Postoperative inter-OPL distance among the groups

	Group A	Group B	Group C	p-value*
Horizontal inter-OPL distance				
PostOP 1M (μm)	421.33 ± 109.97	436.58 ± 88.54	389.25 ± 48.75	0.485
PostOP 3M (μm)	509.44 ± 108.98	573.42 ± 81.58	529.5 ± 61.93	0.195
Variations from 1M to 3M (μm)	88.11 ± 41.57	136.83 ± 65.64	140.25 ± 68.51	0.244
Vertical inter-OPL distance				
PostOP 1M (μm)	404.14 ± 120.9	404.92 ± 78.55	400 ± 52.23	0.911
PostOP 3M (μm)	480 ± 111.98	508.83 ± 74.18	483.63 ± 70.09	0.537
Variations from 1M to 3M (μm)	75.89 ± 53.18	103.92 ± 73.37	83.63 ± 56.62	0.539

Values are presented as mean $\pm$ SD.

OPL = outer plexiform layer; PostOP = postoperative; M = month.

*Kruskal-Wallis test.

Table 3. Postoperative asymmetry of foveal tissue elongation among the groups

	Group A	Group B	Group C	p-value*
Horizontal direction				
PostOP 1M†				
Nasal length (μm)	217 ± 55.52	218.42 ± 46.69	192 ± 45.95	0.461
Temporal length (μm)	204.33 ± 75.8	218.17 ± 65.81	197.25 ± 39.88	0.779
Percent asymmetry (μm)	16.86 ± 11.01	11.04 ± 10.93	15.12 ± 8.34	0.321
PostOP 3M				
Nasal length (μm)	256.56 ± 49.79	314.25 ± 64.88	270.25 ± 73.92	0.138
Temporal length (μm)	252.89 ± 97.26	259.17 ± 54.93	259.25 ± 67	0.874
Percent asymmetry (μm)	17.44 ± 16	13.84 ± 11.11	16.23 ± 16.9	0.750
Vertical direction				
PostOP 1M				
Inferior length (μm)	197.11 ± 65.63	203.42 ± 41.4	197.13 ± 37.27	0.925
Superior length (μm)	207 ± 59.87	201.5 ± 52	202.88 ± 37.26	0.899
Percent asymmetry (μm)	7.78 ± 3.96	11.07 ± 8.79	9.61 ± 7.83	0.543
PostOP 3M				
Inferior length (μm)	233.44 ± 41.82	277.08 ± 49.34	232 ± 41.54	0.078
Superior length (μm)	246.56 ± 85.27	231.75 ± 44.45	251.63 ± 44.09	0.792
Percent asymmetry (μm)	9.27 ± 7.16	11.19 ± 9.47	8.71 ± 5.23	0.842

Values are presented as mean ± SD.

PostOP = postoperative; M = month.

*Kruskal-Wallis test.

Figure 4. Scatter diagram of inter-outer plexiform layer (OPL) distance and percent asymmetry in each patient along with post-operative period. (A, B) Distribution of the horizontal inter-OPL distance and percent asymmetry. (C, D) Distribution of the vertical inter-OPL distance and percent asymmetry.

± 8.34, B군 11.04 ± 10.93 순서였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.321$) (Table 3). 술 후 3개월에도 A군이 17.44 ± 16으로 비대칭성이 가장 크고, C군 16.23 ± 16.9,

B군 13.84 ± 11.11 순서였으며 3군 사이 유의한 차이는 없었다($p=0.750$). 수평방향 비대칭신장은 3군 모두에서 1개월 보다 3개월에서 증가하였다. 술 후 1개월의 비측거리는 이

측거리와 비교하여 A와 B군에서는 길었고, C군에서는 짧았으며, 술 후 3개월에서는 비측거리가 이측거리에 비해 3군 모두에서 더 길었다. 이측거리와 비측거리는 술 후 1개월, 3개월 모두 3군 사이 유의한 차이는 없었다.

수직방향 비대칭신장(vertical percent asymmetry)은 술 후 1개월에 B군이 11.07 ± 8.79 로 가장 크고, C군 9.61 ± 7.83 , A군 7.78 ± 3.96 순서였으며 3군 사이 유의한 차이는 없었다($p=0.543$) (Table 3). 술 후 3개월에는 B군이 11.19 ± 9.47 로 가장 크고, A군이 9.27 ± 7.16 , C군은 1개월에 비해 다소 감소하여 8.71 ± 5.23 으로 가장 작았으나 3군 사이 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.842$). 술 후 1개월의 하측거리는 상측거리에 비해 A군, C군에서는 더 짧았고, B군에서는 길었다. 술 후 3개월에서 하측거리가 상측거리에 비해 술 후 1개월과 같이 A군, C군에서는 더 짧았고, B군에서는 더 길었다. 상측거리와 하측거리는 술 후 1개월과 3개월 모두 3군 사이 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

술 후 6-8개월에 SD-OCT 촬영이 가능하였던 18안에 대해서 수평방향 중심와 조직 신장은 술후 기간과 Spearman's rho 상관계수 $r=0.602$ 의 증가를 보였고($p=0.000$) (Fig. 4), 수직방향 중심와 조직의 신장은 상관계수 $r=0.431$ 의 증가를 보였다($p=0.001$). 외망상충사이 거리의 증가는 술 후 3개월까지가 현저하였는데, 술 후 6-8개월과 비교하였을 때 술 후 3개월의 수평 외망상충사이 거리는 83-112%, 수직 외망상충사이 거리는 84-126%에 이르렀다. 수평방향 비대칭신장은 술 후 기간과 유의한 상관관계를 보이지 않았고($p=0.399$), 수직방향 비대칭신장 또한 유의한 상관성을 나타내지 않았다($p=0.520$) (Fig. 4).

관찰자 내 급간 상관계수는 0.897로 비교적 높은 관찰자 내 재현성을 나타내었다.

고 찰

특발성 황반원공의 술 후 시력 예후를 평가하고자 빛간섭단층촬영을 통해 폐쇄된 원공의 형태를 분석한 많은 연구들이 있었다.⁶⁻¹⁴ Imai et al¹¹은 중심와 윤곽(foveal contour)의 모양에 따라 U-type, V-type, W-type으로 구분하였고, Sano et al¹⁰은 망막 외층의 결손과 내절/외절 경계부 결손 유무에 따라서 구분하였다. 이러한 연구들에 따르면 특발성 황반원공의 술 후 원공의 폐쇄와 회복과정에서 망막 외층은 외경계막이 광세포층보다 먼저 회복되어 중심와 낭(foveal cyst)을 형성하고,⁶ 망막 내층은 충전된 가스의 경계면에서 교세포 조직이 증식하여 원공의 폐쇄를 이루게 된다.⁹ SD-OCT의 발달로 중심와 미세구조의 회복과정을 보다 자세히 알 수 있게 되었고, TD-OCT로는 알기 힘든 중심

와 조직 신장이 SD-OCT 도입된 이후 황반원공의 술 후 회복과정에서 관찰되었다.¹⁴

술 후 중심와 조직의 신장에 대해 Kim et al¹⁴은 31명 31안을 대상으로 한 연구에서 술 후 2개월까지는 모든 눈에서, 술 후 6개월까지는 거의 모든 눈에서 중심와 조직의 신장이 관찰되었다고 기술하였고, 술 후 2개월까지 외망상충사이 거리가 현저히 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 중심와 조직의 신장이 술 후 6-8개월과 비교하였을 때 술 후 3개월까지 대부분 이루어짐을 확인할 수 있었다. 또한 Kim et al¹⁴은 수평과 수직 외망상충사이 거리를 비교하였을 때 수평 외망상충사이 거리가 수직 외망상충사이 거리에 비해 더 길고 6개월의 경과관찰 기간 동안 두 거리의 차이가 점차 벌어지는 것을 보고하였다. 본 연구에서도 평균 수평 외망상충사이 거리와 수직 외망상충사이 거리의 차이가 1개월보다 3개월에 더 커졌고, 6-8개월의 기간 동안 수평 외망상충사이 거리에서 산점도의 기울기가 더 높은 것으로 보아 중심와 조직 신장은 술 후 원형에 가까운 형태에서 점차 수평축이 길어지는 타원형의 모습으로 바뀌어감을 추정할 수 있다.

Jeong et al¹⁵은 술 후 평균 22.7개월 경과 관찰하였던 20안에 대해 수평 외망상충사이 거리는 17안에서, 수직 외망상충사이 거리는 16안에서 술 후 6개월에 비해 술 후 22.7개월에서 길이가 줄어들음을 보고하였다. Kim et al¹⁴의 연구에서는 술 후 6개월에서 수평 외망상충사이 거리는 술 후 2개월에 600 μm 이상이었던 9안 중 2안(22.2%), 600 μm 미만 22안 중 16안(72.7%)에서 길이가 증가하였고, 술 후 6개월에서 수직 외망상충사이 거리는 술 후 2개월에 500 μm 이상이었던 12안 중 4안(33.3%), 500 μm 미만이었던 19안 중 17안(89.5%)에서 길이가 증가하였다. 본 연구에서는 술 후 6-8개월에 SD-OCT를 측정하였던 18안에 대해서 수평 및 수직 외망상충사이 거리가 술 후 6-8개월까지 유의하게 증가하였음을 알 수 있었다. 다만, 술 후 3개월에 비해 술 후 6-8개월에 모든 눈에서 외망상충사이 거리가 증가한 것은 아니며, 수평 외망상충사이 거리는 술 후 3개월에 600 μm 이상이었던 4안 중 2안(50%), 600 μm 미만 14안 중 7안(50%)에서 길이가 증가하였고, 술 후 6-8개월에서 수직 외망상충사이 거리는 술 후 3개월에 500 μm 이상이었던 12안 중 5안(41.7%), 500 μm 미만이었던 6안 중 3안(50%)에서 길이가 증가하였다.

황반원공 술 후 중심와 조직 신장의 원인에 대해서는 아직까지 명확하지 않다.^{14,15} 내경계막제거술 후 남겨진 내경계막의 수축이 중심와 조직에 견인력으로 작용한다는 가설¹⁴에 따라 본 연구에서는 내경계막제거 크기와 중심와 조직 신장의 관계를 분석하였다. 술 전 원공의 직경(Hole diameter)

이 200 마이크로 정도 크기가 작거나 환자의 협조가 어려운 경우 내경계막제거의 크기를 2 DD 이내로 시행하였고, 이후 일반적으로 내경계막을 2 DD보다 크게 혈관궁 경계 이내로 제거하였으며 최근에는 가능한 경우 혈관궁 범위까지 내경계막을 제거하였다. 본 연구의 저자들은 내경계막제거의 크기가 작다면 술 후 남은 내경계막의 수축으로 발생하는 견인력이 더 커져 중심와 조직 신장의 정도가 더 클 것으로 예상하였다. 또한 중심와 조직 신장이 더 크다면 그에 따라서 비대칭 신장도 클 것으로 기대하였다. 내경계막을 혈관궁 범위까지 제거한 C군이나 혈관궁 범위보다 작게 제거한 B군에 비해 2 DD 이내로 내경계막을 가장 작게 제거한 A군에서 술 후 중심와 조직의 신장이 3군 중 가장 클 것으로 생각하였다. 실제로 술 후 1개월과 3개월 사이 중심와 조직 신장은 A군이 가장 적었으며 다른 군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 내경계막을 혈관궁 범위까지 가장 크게 제거한 C군이 술 후 1개월에 수평과 수직 외망상충사이 거리가 가장 짧아서 가설에 일치하는 듯이 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

내경계막제거술 이후에 중심와 주변 망막층에 비후(thickening)가 발생하고 비측과 이측, 상측과 하측에서 균일하지 않게 망막층이 비후되면 비대칭적인 신축(stretching)으로 중심와 조직에 비대칭 신장이 발생할 수 있다.^{9,14} 비대칭 중심와 조직 신장은 술 후 해부학적 회복과정에서 망막층의 온결성(integrity)을 떨어뜨리고 망막의 신호전달체계(signal transduction)에 부정적인 영향을 끼친다.¹⁴ Kim et al¹⁴은 황반원공 술 후 중심와 주변 망막층에서 이측보다 비측이, 하측보다 상측의 망막층의 두께가 두텁고, 두터운 망막층이 더 팽팽하게 중심와 조직을 잡아당겨 중심와 조직 신장에서 비측거리가 이측거리보다, 상측거리가 하측거리보다 더 길다고 보고하였다. 본 연구에서는 비측거리와 이측거리, 상측거리와 하측거리를 직접 비교하지는 않았고, 3군 사이에 각 거리를 비교하였을 때 유의한 차이를 보이지는 않았다. 수평방향 비대칭신장은 내경계막을 가장 작게 제거한 A군이 1개월과 3개월 모두 3군 중에서 가장 컸다. 하지만 통계적으로 유의한 정도는 아니었고, 수직방향 비대칭신장은 B군이 3군 중에 가장 컸다. 술 후 기간과 비대칭 신장의 관계에서도 수평방향과 수직방향 모두 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 본 연구의 결과는 중심와 조직의 비대칭 신장이 술 후 경과관찰 기간에 따라 증가한다고 보기 어렵고, 내경계막제거의 크기에 따른 차이를 나타내지도 않았다.

본 연구의 제한점으로 각 군별 소수의 안을 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 각 군을 구분 짓는 방법으로 수술 비디오를 참고하였으며, 내경계막제거 크기의 정확한 값을 도출할 수가 없었다. OCT 이미지 획득에서도 1-2회의 촬영

만을 시행하여 상대적으로 이미지 해상도가 떨어질 수 있었고, 외망상충사이 거리 분석에서 중심위치 선정에 일부 오차가 발생할 수 있었다. 수평 외망상충사이 거리만을 2회 측정하여 관찰자 내 급간 상관계수를 계산하였다. 술 후 1개월과 3개월에 OCT 촬영은 일정한 간격으로 시행되었으나, 술 후 6개월 OCT 촬영은 모든 눈을 대상으로 촬영할 수 없었고, 일부(18안)에서 술 후 6-8개월에 촬영을 시행할 수 있었다.

결론적으로 특발성 황반원공 술 후 외망상충사이 거리가 증가하는 중심와 조직의 신장은 수평방향을 장축으로 하는 타원형의 모습으로 술 후 3개월까지 현저하고 이후 지속적으로 증가하거나 일부 감소되는 양상을 보였다. 특발성 황반원공 수술에서 내경계막제거술의 크기는 술 후 중심와 조직의 신장과 서로 상관관계가 없었고, 비대칭 신장도 유의한 상관관계가 없었다.

REFERENCES

- 1) Benson WE, Cruickshanks KC, Fong DS, et al. Surgical management of macular holes: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001;108:1328-35.
- 2) Tognetto D, Grandin R, Sanguinetti G, et al. Internal limiting membrane removal during macular hole surgery: results of a multicenter retrospective study. *Ophthalmology* 2006;113:1401-10.
- 3) Haritoglou C, Reiniger IW, Schaumberger M, et al. Five-year follow-up of macular hole surgery with peeling of the internal limiting membrane: update of a prospective study. *Retina* 2006;26:618-22.
- 4) Tranos PG, Ghazi-Nouri SM, Rubin GS, et al. Visual function and subjective perception of visual ability after macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 2004;138:995-1002.
- 5) Sjaarda RN, Frank DA, Glaser BM, et al. Resolution of an absolute scotoma and improvement of relative scotomata after successful macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 1993;116:129-39.
- 6) Bottoni F, De Angelis S, Luccarelli S, et al. The dynamic healing process of idiopathic macular holes after surgical repair: a spectral-domain optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:4439-46.
- 7) Wakabayashi T, Fujiwara M, Sakaguchi H, et al. Foveal microstructure and visual acuity in surgically closed macular holes: spectral-domain optical coherence tomographic analysis. *Ophthalmology* 2010;117:1815-24.
- 8) Christensen UC, Krøyer K, Sander B, et al. Prognostic significance of delayed structural recovery after macular hole surgery. *Ophthalmology* 2009;116:2430-6.
- 9) Kang SW, Lim JW, Chung SE, Yi CH. Outer foveolar defect after surgery for idiopathic macular hole. *Am J Ophthalmol* 2010;150:551-7.
- 10) Sano M, Shimoda Y, Hashimoto H, Kishi S. Restored photoreceptor outer segment and visual recovery after macular hole closure. *Am J Ophthalmol* 2009;147:313-8.e1.
- 11) Imai M, Iijima H, Gotoh T, Tsukahara S. Optical coherence tomography of successfully repaired idiopathic macular holes. *Am J*

- Ophthalmol 1999;128:621-7.
- 12) Oh J, Smiddy WE, Flynn HW Jr, et al. Photoreceptor inner/outer segment defect imaging by spectral domain OCT and visual prognosis after macular hole surgery. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:1651-8.
- 13) Itoh Y, Inoue M, Rii T, et al. Correlation between length of foveal cone outer segment tips line defect and visual acuity after macular hole closure. Ophthalmology 2012;119:1438-46.
- 14) Kim JH, Kang SW, Park DY, et al. Asymmetric elongation of foveal tissue after macular hole surgery and its impact on metamorphopsia. Ophthalmology 2012;119:2133-40.
- 15) Jeong SH, Kim JH, Kim JW, et al. Long-term changes in foveal microstructure after macular hole surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2013;54:1731-6.

= 국문초록 =

황반원공수술에서 내경계막제거술의 크기와 술 후 중심와 조직 신장의 연관성

목적: 특발성 황반원공 환자에서 내경계막제거술의 크기와 중심와 조직의 신장(Elongation)과의 연관성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 특발성 황반원공으로 유리체절제술, 내경계막제거술 및 가스주입술을 받은 후 시행한 빛간섭단층촬영에서 중심와 조직 신장을 보인 29안을 대상으로 후향적으로 연구하였다. 내경계막제거술의 크기에 따라 2 disc diameter (DD)보다 작게 제거한 군(9안, A군), 2 DD보다 크고 혈관궁 경계보다 작게 제거한 군(12안, B군), 혈관궁 경계까지 제거한 군(8안, C군)으로 나누어 술 후 1개월, 3개월, 18안에서는 술 후 6-8개월에 외망상층사이 거리를 측정하였다. 비대칭 신장은 외망상층사이 거리가 특정 방향으로 더 많이 늘어난 정도로 정의하였다.

결과: 술 후 1개월에 수평과 수직 외망상층사이 거리는 B군, A군, C군 순으로 길었고, 각각의 거리는 $436.58 \pm 88.54 / 404.92 \pm 78.55$, $421.33 \pm 109.97 / 404.14 \pm 120.9$, $389.25 \pm 48.75 / 400 \pm 52.23$ (μm)였다. 술 후 3개월까지 수평과 수직 거리의 증가 값은 B군이 $136.83 \pm 65.64 / 103.92 \pm 73.37$, A군 $88.11 \pm 41.57 / 75.89 \pm 53.18$, C군이 $140.25 \pm 68.51 / 83.63 \pm 56.62$ (μm)였다. 외망상층사이 거리, 거리의 변화량, 비대칭 신장은 수평방향과 수직방향 모두에서 3군 사이 유의한 차이는 없었다.

결론: 중심와 조직의 신장과 비대칭 신장은 내경계막제거술의 크기와 유의한 상관관계가 없었다.

(대한안과학회지 2014;55(12):1860-1867)