특발망막앞막수술에서 가스 충전 유무에 따른 수술 결과

Surgical Outcomes in Idiopathic Epiretinal Membrane Surgery with or without Gas Tamponade

유승훈, 이성진

Seung Hoon Yoo, Sung Jin Lee

순천향대학교 의과대학 순천향대학교 서울병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the surgical outcomes in idiopathic epiretinal membrane (ERM) after pars plana vitrectomy with or without sulfur hexafluoride (SF₆) gas tamponade.

Methods: This retrospective study included patients with idiopathic ERM, that underwent pars plana vitrectomy with ERM and internal limiting membrane peeling, and followed up for more than 1 year. The patients were divided into 2 groups: Group I (without gas tamponade), Group II (with gas tamponade). The best-corrected visual acuity (BCVA), central macular thickness (CMT), inner retinal thickness (IRT), intraretinal cystic changes (IRC) and foveal surface symmetry difference (FSSD) were evaluated before surgery and 1, 3, 6, 9, and 12 months after surgery.

Results: Out of 75 eyes of 75 patients, Group I included 40 eyes and group II included 35 eyes. Preoperative BCVA, CMT, IRT, IRC and FSSD were not significantly different between the two groups. Postoperative BCVA in the group I was significantly improved in all period except 1 month, and postoperative BCVA in the group II was significantly decreased at 1 month and was significantly improved after 6 months. Postoperative BCVA in the Group II was significantly decreased compared with Group I at 1 month, but there were not significant differences between the two groups since then. Postoperative CMT and IRT were significantly decreased in both groups and there were no significant differences between the two groups. There was no significant difference between the two groups in postoperative IRC at 1 month and there was no new IRC after 3 months. Postoperative FSSD was significantly increased in both groups and there were no significant differences between the two groups.

Conclusions: Gas tamponade combined with vitrectomy for idiopathic ERM showed no differences of surgical outcomes. If there are no other problems, gas tamponade in idiopathic ERM would not be necessary.

Keywords: Epiretinal membrane; Foveal surface; Inner retinal thickness; Intraretinal cysts; SF₆ gas tamponade

Address reprint requests to Sung Jin Lee, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Soonchunhyang University Seoul Hospital, #59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea
Tel: 82-2-709-9354, Fax: 82-2-710-3196
E-mail: wismile@schmc.ac.kr

Received: 2020. 4. 14.

Revised: 2020. 7. 26.

Accepted: 2020. 8. 9.

* This study were presented as a presentation at the 113th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2015 and a E-poster at the 13th Asian-Pacific Vitreo-retina Society Congress 2019.

서론

망막앞막은 망막표면에 혈관이 없는 반투명의 막조직이 형성되어 다양한 정도의 황반기능 이상을 일으키는 질환으로[1], 특별한 원인이 없는 특발망막앞막이 가장 흔하고 외상, 망막혈관 질환, 염증성 질환, 망막열공이나 망막박리 등에 의해 이차적으로 발생하기도 한다[2]. 망막앞막의 수축과 견인력으로 인해 시력저하, 변형시, 단안복시 등의 시력장애를 일으키며 이런 경우 수술이 필요하다[3]. 1978년 Machemer [4]가 유리체절제술과 망막앞막제거술을 통해 최초로 성공적인 수술을 보고한 이후 최근에는 약 90%의 높은 수술 성공률을 보이고 있다[5,6].

눈 속 가스 충전은 1911년 망막박리의 치료로 처음 눈 속 공기를 주입하여 성공적인 망막유착을 이뤄낸 이후 망막박리, 황반원공, 근시중심와층간분리 등 다양한 망막 질환의 수술에 이용되고 있다[7,8]. 망막앞막에서도 유리체절제술과 망막앞막 및 내경계막제거술을 시행한 뒤 망막의 상태에 따라 막 제거 중 중심와 견인이 있어 보이거나 혹은 망막의 주름을 펴고 편평하게 하기 위해 가스 충전술을 시행할 수도 있다[9-13]. 이렇듯 다양한 용도로 사용되는 가스 충전술의 효과에 대해 과거 연구들은 주로 황반원공이나 근시중심와층간분리 등에 한정되어 있었다[7,8,14,15]. 망막앞막에 대해서는 2014년 Leitritz et al. [11]이 유리체절제술과 망막앞막의 제거 후 평형염액과 공기를 주입한 후 3개월째 수술 결과를 비교한 연구가 처음이었다. 이후 몇몇 저자들이 망막앞막수술 때 평형염액과 공기, 공기와 육불화황(sulfur hexafluoride, SF₆) 가스를 주입하고 수술 결과를 비교한 연구들을 보고하였다[9,10,12]. 이에 대한 연구는 국내에서 보고된 적이 없고 또한 SF₆ 가스 충전 여부에 따른 결과도 보고된 적 없어 이에 저자들은 특발망막앞막으로 유리체절제술과 망막앞막제거술을 할 때 SF₆ 가스 충전 여부에 따라 수술 후 시간 경과에 따른 시력과 중심망막두께(central macular thickness), 망막내층두께(inner retinal thickness), 망막 내 낭포성 변화(intraretinal cystic change) 및 황반부 대칭성의 차이(foveal surface symmetry difference)를 비교하였다.

대상과 방법

특발망막앞막으로 진단 받아 2013년 7월부터 2015년 12월까지 본원에서 유리체절제술과 망막앞막 및 내경계막제거술을 받은 후 최소 12개월 이상 관찰이 가능했던 환자 75명 75안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 본 연구는 헬싱키선언을 준수하였고 인증된 본원의 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의를 거쳐 연구 계획을 승인(승인 번호: 2020-03-018)을 받아 진행하였다. 당뇨망막병증, 당뇨황반

부종, 망막정맥폐쇄, 포도막염, 외상, 망막열공 및 박리, 이전의 망막수술 과거력 등이 있는 망막앞막은 속발성으로 분류하여 대상에서 제외하였다. 또한 녹내장, 약시, 각막혼탁, -6디옵터 이상의 고도근시, 황반변성, 황반원공 등 시력에 영향을 줄 수 있는 다른 안과적 질환이 있는 경우도 제외하였다.

모든 환자에서 수술 전 안내수술 병력, 안내 질환 및 전신 질환 유무를 확인하고 최대교정시력, 전안부검사 및 안저검사를 하였고 빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT)은 Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany)를 이용하였다. 중심망막두께는 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study의 9개의 Subfield 방법으로 중심소와를 중심으로 하는 직경 1 mm 이내의 평균망막두께로 정의하였다. 망막내층두께는 내경계막(inner limiting membrane)에서부터 내핵층(inner nuclear layer)까지로 정의하였고, 빛간섭단층촬영에 내장된 자동 망막층 구별(segmentation) 기능을 이용하였으며 숙련된 검사자에 의해 결과를 다시 확인하였다. 황반부 대칭성의 차이는 Leitritz et al. [11]의 연구를 참고하여 ImageJ version 1.52 (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였

Figure 1. Binary processing of the fovea and Analysis of the foveal surface symmetry difference (FSSD). (A, F) Single horizontal optical coherence tomography scan through the fovea and foveal cutout (centered on the supposed fovea position) was obtained for analysis. (B, G) Magnified image of previous foveal cutout. (C, H) Foveal cutout was converted into binary image and automated threshold detection was done. (D, I) Flip a previous image horizontally. (E, J) Previous two images were combined with image calculator and half of the gray colored area was measured for FSSD. (A-E) were preoperative images. (F-J) were postoperative 1 month images.

Table 1. Demographic and preoperative findings

Characteristic	Group I (no SF ₆ , n = 40)	Group II (SF ₆ , n = 35)	Total (n = 75)	p-value
Age (years)	65.75 ± 7.63	65.49 ± 9.51	65.66 ± 8.50	0.803*
Sex				
Male	25 (55)	21 (60)	46 (61.3)	0.824†
Female	15 (45)	14 (40)	29 (38.6)	-
Laterality				
Right	22 (55)	22 (62.9)	44 (58.6)	0.491†
Left	18 (45)	13 (37.1)	31 (41.4)	-
Follow-up time (months)	17.00 ± 6.67	16.63 ± 6.49	16.83 ± 6.55	0.989*
Lens status				
Phakic	28 (70)	19 (54.3)	47 (62.6)	0.160†
Pseudophakic	12 (30)	16 (45.7)	28 (37.3)	-
Axial length (mm)	23.61 ± 0.98	23.58 ± 1.14	23.60 ± 1.05	0.766*
Baseline BCVA (logMAR)	0.34 ± 0.25	0.27 ± 0.29	0.31 ± 0.27	0.180*
Baseline CMT (μm)	434.15 ± 77.31	432.77 ± 107.28	433.51 ± 91.86	0.625*
Baseline IRT (μm)	168.00 ± 55.70	163.37 ± 100.69	165.84 ± 79.67	0.190*
Intraretinal cysts				
Cysts	9 (22.5)	10 (28.6)	19 (25.3)	0.546†
No cysts	31 (77.5)	25 (71.4)	56 (74.7)	-
FSSD (pixel)	72.20 ± 88.92	77.93 ± 84.14	74.54 ± 86.35	0.255*

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

SF₆ = sulfur hexafluoride; BCVA = best-corrected visual acuity; logMAR = logarithm of minimal angle of resolution; CMT = central macular thickness; IRT = inner retinal thickness; FSSD = foveal surface symmetry difference.

*Mann-Whitney test; †chi square test.

다. 황반부를 포함하는 Single Horizontal Scan 이미지를 통해 중심오목을 중심으로 하는 가로 1,000 μm, 세로 300 μm의 직사각형 이미지를 추출하였다. 다음 binary image로 전환을 하고 automated threshold detection 기능을 통해 망막약막의 윤곽선을 얻었다. 이후 좌우 반전을 시행하고 원래 이미지와 합쳐 얻어진 이미지에서 회색으로 표시된 부분의 넓이 중 1/2값을 황반부의 대칭성의 차이를 평가하는 지표로 삼았다(Fig. 1).

수술은 한 명의 망막 전문의에 의해 시행되었으며 전신마취 또는 국소마취로 진행되었다. 모든 수술은 Constellation vision system (Alcon, Fort Worth, TX, USA)을 이용하였고 Lens Opacity Classification System III [16] 분류에서 C2, N2, P2 이상의 백내장을 동반한 경우 백내장수술을 함께 시행하였다. 23계이지 평면부 유리체절제술을 시행한 후 트리암시놀론을 사용하여 망막약막과 내경계막의 시인성을 증가시킨 뒤 망막약막 및 내경계막제거술을 시행하였다. 망막약막 및 내경계막 제거 중 황반부 망막에 건인의 발생이 의심되거나 황반부의 유동성이 커 보일 때 술자의 판단 하에 액체-기체 교환을 시행한 후 18% SF₆ 가스 충전을 하였다. 가스 충전을 한 경우 7일 정도의 안면하 채위를 유지하도록 하였다. SF₆ 가스 충전 여부에 따라 가스

충전 없이 유리체절제술만 시행한 군을 I군, SF₆ 가스 충전을 한 군을 II군으로 나누어 분석하였다.

수술 후 1, 3, 6, 12개월에 최대교정시력, 전안부검사 및 안저검사, 빛간섭단층촬영을 하였으며 통계학적 분석을 위해 최대교정시력은 logarithm of minimum angle of resolution (logMAR) 시력으로 환산하여 사용하였다. 통계적 분석은 SPSS version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하였다. 각 항목의 통계학적 분석은 자료의 특성에 따라 Mann-Whitney test, Wilcoxon signed rank test, chi-square test, Spearman's correlation analysis를 사용하였으며 모든 통계 분석에서 유의도(p-value)는 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결과

연구 대상자는 총 75명 75안으로 남자는 46명, 여자는 29명이었고 평균 연령은 65.66 ± 8.50세(47-86세)였으며 수술 후 평균 경과 관찰 기간은 16.83 ± 6.55개월(12-36개월)이었다. 수정체의

상태는 47안이 유수정체안(62.6%), 28안이 인공수정체안(37.3%) 이었고 유수정체안은 모두 백내장수술을 동시에 시행하였다. 평균 안축장 길이는 23.60 ± 1.05 mm (21.61–25.10 mm)였고 수술 전 평균 최대교정시력은 logMAR 0.31 ± 0.27 (0.00–1.00) 이었고 평균 중심망막두께는 433.51 ± 91.86 μ m (259–675 μ m) 였다(Table 1). 75명 중 유리체절제술만 시행한 군은 40명 40안 (I군), 유리체절제술과 SF₆ 충전술을 함께 시행한 군은 35명 35안 (II군)이었다. 두 군 간에 평균 나이, 성비, 눈의 방향, 경과 관찰 기간, 수정체의 상태, 안축장의 길이, 평균 최대교정시력, 평균 중심망막두께, 평균 망막내층두께, 망막 내 낭포성 변화 및 황

반부 대칭성의 차이 모두 유의한 차이는 없었다(Table 1).

평균 최대교정시력은 수술 후 1개월 logMAR 0.36 ± 0.30 , 3개월 logMAR 0.16 ± 0.14 , 6개월 logMAR 0.13 ± 0.14 , 12개월 logMAR 0.10 ± 0.12 , 최종 방문 시 logMAR 0.09 ± 0.10 으로 수술 후 1개월째만 제외하고는 수술 전과 비교하여 모두 유의하게 시력이 호전되었다(1개월 $p = 0.199$, 3개월 $p < 0.001$, 6개월 $p < 0.001$, 12개월 $p < 0.001$, 최종 $p < 0.001$) (Table 2). 가스 충전술을 하지 않은 I군은 수술 전과 비교하여 경과 관찰 기간 모두에서 최대교정시력이 호전되었는데 1개월째를 제외하고는 모두 유의한 호전을 보였다(1개월 $p = 0.219$, 3개월 $p < 0.001$, 6개월 $p < 0.001$, 12개월 $p < 0.001$, 최종 $p < 0.001$). SF₆ 가스를 충전한 II군은 수술 전과 비교하여 수술 1개월째에 유의하게 최대교정시력이 감소하였다(1개월 $p = 0.007$). 이후 3개월째에

Figure 2. Changes of best-corrected visual acuity (BCVA) after epiretinal membrane surgery. Group I includes patients who went vitrectomy only and group II includes patient who went vitrectomy with sulfur hexafluoride (SF₆) tamponade. Two groups only showed significant differences of BCVA at 1 month after surgery ($p = 0.024$). logMAR = logarithm of the minimal angle of resolution. *Significant differences compared with baseline within the group, Wilcoxon Signed Rank test; †significant differences compared with the other group, Mann-Whitney test.

Figure 3. Changes of central macular thickness (CMT) after epiretinal membrane surgery. Group I includes patients who went vitrectomy only and group II includes patient who went vitrectomy with sulfur hexafluoride (SF₆) tamponade. CMT consistently decreased after surgery in both groups. Two groups did not show significant differences of CMT at baseline and during the follow-up period. *Significant differences compared with baseline within the group, Wilcoxon Signed Rank test.

Table 2. Postoperative changes of BCVA, CMT, IRT, and FSSD in patient with idiopathic epiretinal membrane

	BCVA (logMAR)	<i>p</i> -value*	CMT (μm)	<i>p</i> -value*	IRT (μm)	<i>p</i> -value*	FSSD (pixel)	<i>p</i> -value*
Baseline	0.31 ± 0.27	-	433.51 ± 91.86	-	165.84 ± 79.67	-	74.54 ± 86.35	-
1 month	0.36 ± 0.30	0.199	402.49 ± 74.12	<0.001	149.80 ± 47.10	0.025	213.43 ± 148.99	<0.001
3 months	0.16 ± 0.14	<0.001	375.36 ± 55.76	<0.001	130.63 ± 38.80	<0.001	210.46 ± 129.57	<0.001
6 months	0.13 ± 0.14	<0.001	363.63 ± 53.20	<0.001	125.17 ± 37.90	<0.001	212.03 ± 124.09	<0.001
12 months	0.10 ± 0.12	<0.001	355.71 ± 51.02	<0.001	118.64 ± 35.80	<0.001	225.54 ± 123.50	<0.001
Final	0.09 ± 0.10	<0.001	352.99 ± 50.40	<0.001	118.38 ± 36.43	<0.001	229.60 ± 124.99	<0.001

Values are presented as mean ± standard deviation.

BCVA = best corrected visual acuity; CMT = central macular thickness; IRT = inner retinal thickness; FSSD = foveal surface symmetry difference.

*Comparing follow-up value with baseline value by Wilcoxon Signed Rank test.

는 최대교정시력이 호전되었지만 유의하진 않았고 6개월부터는 수술 전과 비교 시 유의하게 최대교정시력이 호전되었다(3개월 $p = 0.066$, 6개월 $p = 0.005$, 12개월 $p = 0.005$, 최종 $p = 0.002$). 두 군 간 최대교정시력의 비교에서는 수술 1개월째에 SF₆ 가스를 충전한 II군에서 가스 충전을 하지 않은 I군에 비해 유의하게 시력이 저하되었고($p = 0.024$) 이 후에는 두 군 간 유의한 차이는 없었다(3개월 $p = 0.518$, 6개월 $p = 0.978$, 12개월 $p = 0.301$, 최종 $p = 0.255$) (Fig. 2).

평균 중심망막두께는 수술 후 1개월 $402.49 \pm 74.12 \mu\text{m}$, 3개월 $375.36 \pm 55.76 \mu\text{m}$, 6개월 $363.63 \pm 53.20 \mu\text{m}$, 12개월 $355.71 \pm 51.02 \mu\text{m}$, 최종 방문 시 $352.99 \pm 50.40 \mu\text{m}$ 로 수술 전과 비교하여 모두 유의하게 감소하였다(Table 2). I군, II군 모두에서 각각 수술 전과 비교하여 경과 관찰 기간 동안 유의하게 중심망막두께가 감소하였다. 두 군 간 중심망막두께의 비교에서는 경과 관찰 기간 모두에서 군 간 유의한 차이는 없었다(Fig. 3).

평균 망막내충두께는 1개월 $149.80 \pm 47.10 \mu\text{m}$, 3개월 $130.63 \pm 38.80 \mu\text{m}$, 6개월 $125.17 \pm 37.90 \mu\text{m}$, 12개월 $118.64 \pm 35.80 \mu\text{m}$, 최종 방문 시 $118.38 \pm 36.43 \mu\text{m}$ 로 수술 전과 비교하여 모두 유의하게 감소하였다(Table 2). I군, II군 모두에서 각각 수술 전과 비교하여 경과 관찰 기간 동안 유의하게 망막내충두께가 감소하였다. 두 군 간 망막내충두께의 비교에서는 경과 관찰 기간 모두에서 군 간 유의한 차이는 없었다(Fig. 4).

수술 전 총 75안 중 19안(25.3%)에서 보였던 망막 내 낭포성 변화는 수술 후 1개월째 낭포성 변화가 없어진 경우가 7안(I군 3안, II군 4안), 없던 낭포성 변화가 발생한 경우가 5안(I군 2안, II군 3안)으로 총 17안(22.6%)에서 확인되었다(Table 3). 이 후 새롭게 발생한 낭포성 변화는 없었기에 두 군 간 낭포성 변화

의 비교는 1개월째 결과를 비교하였고 군 간 유의한 차이는 없었다($p = 0.555$) (Table 3).

황반부 대칭성의 차이는 1개월 $213.43 \pm 148.99 \text{ pixel}$, 3개월 $210.46 \pm 129.57 \text{ pixel}$, 6개월 $212.03 \pm 124.09 \text{ pixel}$, 12개월 $225.54 \pm 123.50 \text{ pixel}$, 최종 방문 시 $229.60 \pm 124.99 \text{ pixel}$ 로 수술 전과 비교하여 모두 유의하게 증가하였다(Table 2). I군, II군 모두에서 각각 수술 전과 비교하여 경과 관찰 기간 동안 유의하게 황반부 대칭성의 차이가 증가하였다. 두 군 간 황반부 대칭성의 차이 비교에서는 경과 관찰 기간 모두에서 군 간 유의한 차이는 없었다(Fig. 5).

수술 전과 최종 진찰 시 최대교정시력, 중심망막두께, 그리고 각각의 변화량과의 상관관계를 분석하였다. 전체 75안을 대상으로 하였을 때 수술 전 최대교정시력은 각각 수술 후 최종 최대교정시력($r = 0.267$, $p = 0.020$), 수술 전 중심망막두께($r = 0.517$, $p < 0.001$), 최대교정시력의 변화량($r = 0.540$, $p < 0.001$), 중심망막두께의 변화량($r = 0.892$, $p < 0.001$)과 유의한 상관관계를 가졌고 수술 전 중심망막두께는 각각 최종 중심망막두께($r = 0.563$, $p < 0.001$), 최대교정시력의 변화량($r = 0.785$, $p < 0.001$), 중심망막두께의 변화량($r = 0.442$, $p < 0.001$)과 유의한 상관관계를 가졌으며 중심망막두께의 변화량은 최대교정시력의 변화량($r = 0.416$, $p < 0.001$)과 유의한 상관관계를 가졌다(Table 4). 각각의 군으로 나눠 상관관계를 분석했을 때 전체 환자를 대상으로 했을 때와 유사한 상관관계를 보였다.

수술 후 경과 관찰 중 망막앞막의 재발은 총 2안으로 I군이 1안, II군이 1안에서 발생하였으며, 심한 증상을 유발하지 않아 경과 관찰하였고 두 군 간 유의한 차이는 없었다. 일시적인 안압상승을 보였던 경우는 총 12안이었고 I군이 5안, II군이 7안이었고 모두 안약 점안으로 해결되었으며 두 군 간 유의한 차이는 없었다.

고찰

특발망막앞막은 국내 환자를 대상으로 한 2017년 Kim et al. [17]에 의하면 40대의 유병률이 12.5%였고, 아시아인을 대상으로 한 2008년 Kawasaki et al. [18]에 의하면 7.9%에서 발견되는

Figure 4. Changes of inner retinal thickness (IRT) after epiretinal membrane surgery. Group I includes patients who went vitrectomy only and group II includes patient who went vitrectomy with sulfur hexafluoride (SF₆) tamponade. IRT consistently decreased after surgery in both groups. Two groups did not show significant differences of IRT at baseline and during the follow-up period. *Significant differences compared with baseline within the group, Wilcoxon Signed Rank test.

Table 3. Postoperative changes of intraretinal cyst at 1 month in idiopathic epiretinal membrane

	Group I (No SF ₆)	Group II (SF ₆)	p-value*
Cysts	8	9	0.555
No cysts	32	26	

SF₆ = sulfur hexafluoride.

*Chi square test.

비교적 흔한 질환이다. 1978년 Machemer [4]가 유리체절제술과 망막앞막제거술을 통해 성공적인 수술을 최초로 보고한 이후 현재까지 유리체절제술이 효과적인 치료로 시행되고 있으며 높은 수술 성공률을 보이고 있다[4-6].

2014년 Leitritz et al. [11]은 망막앞막으로 유리체절제술을 받을 때 공기와 평형염액을 충전하고 3개월 뒤 수술 결과를 비교한 연구를 보고하였는데, 이 연구가 망막앞막에서 가스 충전 여부에 따른 수술 결과를 비교한 최고 보고였다. 이들 저자들은 공기를 충전한 군에서 평형염액을 충전한 군보다 수술 후 황반부 모양의 좌우 대칭성 회복이 유의하게 더 빨랐지만 수술 후 두 군 모두에서 수술 전과 비교하여 시력과 망막두께의 유의한 회복을 보였고 군 간 차이는 없었다고 하였다. 이후 2017년 Chabot et al. [9]은 망막앞막으로 유리체절제술을 받을 때 공기와 SF₆ 가스를 충전하고 6개월 뒤 시력과 시력기능 설문지,

Figure 5. Changes of foveal surface symmetry difference (FSSD) after epiretinal membrane surgery. Group I includes patients who went vitrectomy only and group II includes patient who went vitrectomy with sulfur hexafluoride (SF₆) tamponade. FSSD consistently increased after surgery in both groups. Two groups did not show significant differences of FSSD at baseline and during the follow-up period. *Significant differences compared with baseline within the group, Wilcoxon Signed Rank test.

망막두께, 백내장의 진행 정도, 합병증을 비교하였는데 6개월째 두 군 모두에서 상기 항목들의 유의한 차이가 없음을 보고 하였다. 또한 2018년, 2020년 Leisser et al. [10,12]은 망막앞막으로 유리체절제술을 받을 때 공기와 평형염액을 충전하고 3개월 뒤 결과를 비교하였을 때 두 군에서 해부학적 및 기능적 결과에 유의한 차이는 없었고 유리체절제술과 수정체유화술 동시 수술이 수술 후 망막 내 낭포성 변화의 발생에는 유의한 차이가 없다고 하였다.

본 연구에서 가스 충전 여부에 따라 두 군으로 나뉘었을 때 수술 전 두 군 간 최대교정시력과 중심망막두께에 유의한 차이는 없었다. 가스를 충전하지 않은 군은 수술 후 1개월을 제외하고 모든 시기에서 최대교정시력이 유의하게 호전되는 것을 확인하였다. 가스를 충전한 군은 수술 후 1개월째 최대교정시력이 유의하게 저하되었고 3개월째는 호전되었지만 유의한 결과는 아니었으며 6개월 이후부터는 유의한 시력호전을 확인하였다. 수술 후 차이를 보였던 결과는 수술 후 1개월째 최대교정시력이 가스를 충전한 경우에서 그렇지 않은 경우에 비해 유의하게 저하된 것이었다($p = 0.024$). SF₆ 가스는 보통 안구 내에서 2.5일의 반감기를 가지며 2주 정도 유지되다 흡수되는 것으로 알려져 있다[19,20]. 수술 후 1개월째 안구 내 SF₆ 가스가 남아있지 않았고 중심망막두께도 가스를 충전하지 않은 경우와 비교했을 때 유의한 차이가 없었음에도 유의한 시력차이가 나는 원인에 대해서 다음과 같이 추측해볼 수 있다. 유리체강 내 가스가 망막에 미치는 영향에 대해 많은 저자들은 약리적, 화학적, 물리적으로 무독성이라고 하였다. 이와는 달리 몇몇 저자들은 가스가 망막에 일시적이고 가역적인 변화를 유발할 수 있다고 보고하였다. 1975년 Fineberg et al. [21]은 원숭이를 대상으로 유리체강 내 공기와 SF₆ 가스를 주입하였을 때 국소적인 광수용체외절의 얇아짐을 관찰하여 보고하였고 1997년 Juzoji et al. [22]은 토끼를 대상으로 유리체강 내 공기와 SF₆, C₃F₈ 가스를 주입하였을 때 공기는 아무런 변화가 없었고, SF₆와 C₃F₈ 가스는 신경섬유층의 공포성(vacuole) 변화가 발생하여 2주 뒤 회복되었으며 가스의 농도가 높아질수록 공포성 변화가 빨리 발견되고 오래 지

Table 4. Correlation between BCVA and CMT after surgery in idiopathic epiretinal membrane

			Variable		
Baseline BCVA	Final BCVA	Baseline CMT	Final CMT	BCVA change	CMT change
	$r = 0.267^*$	$r = 0.517^*$	$r = 0.147^*$	$r = 0.540^*$	$r = 0.892^*$
	$p = 0.020$	$p < 0.001$	$p = 0.207$	$p < 0.001$	$p < 0.001$
Baseline CMT	Baseline BCVA	Final BCVA	Final CMT	BCVA change	CMT change
	$r = 0.517^*$	$r = 0.158^*$	$r = 0.563^*$	$r = 0.785^*$	$r = 0.442^*$
	$p < 0.001$	$p = 0.176$	$p < 0.001$	$p < 0.001$	$p < 0.001$

BCVA = best-corrected visual acuity; CMT = central macular thickness.

*Pearson correlation coefficient.

속된다고 보고하였다. 또한 2000년 Doi et al. [23]은 토끼를 대상으로 유리체강 내 공기와 SF₆, C₃F₈ 가스를 주입하고 면역화학적 염색을 통해 비정상적인 글루탐산염(glutamate) 분포를 확인하였고 이는 가스로 인한 망막의 허혈 때문이라고 보고하였다. 따라서 저자들은 가스와 망막의 접촉에 의한 일시적이고 가역적인 망막의 변화가 발생하여 1개월째 일시적인 시력저하를 유발하였으나 이내 곧 회복되어 3개월 이후부터는 시력차이가 없었다고 생각하였다.

2018년 Hecht et al. [24]은 망막앞막수술 전후 망막층별 두께의 변화를 비교하여 발표하였다. 중심망막두께는 수술 후 6개월까지 지속적으로 감소하다가 이후 12개월까지 변화 없이 유지되었고 여러 층 중에서 망막신경섬유층과 망막신경절세포-내망상층의 두께가 가장 크게 감소하였으며 반대쪽 건강한 눈과 비교 시 망막앞막에 의해 망막내층은 약 40%, 망막외층은 약 10% 정도 두께가 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 비슷하게 중심망막두께는 6개월까지 비교적 큰 폭으로 감소하다 이후에는 적게 감소하였고 망막내층두께 변화도 비슷한 양상이었다. 수술 전 망막앞막의 견인에 의해 망막내층과 외층이 모두 두꺼워지고 수술을 통해 견인을 유발하는 망막앞막이 제거되며 또한 물리세포의 기저막으로 알려진 내경계막이 제거됨에 따라 물리세포의 손상이 가해져 망막이 지속적으로 얇아지는 것으로 설명할 수 있겠다.

2018년, 2020년 Leisser et al. [10,12]은 망막앞막으로 유리체절제술을 시행할 때 공기충전을 한 경우 평형염액을 충전했을 때와 비교하여 망막 내 낭포성 변화에는 차이가 없다고 하였는데, 본 연구에서도 가스 충전 여부에 따른 낭포성 변화에는 차이가 없음을 확인하였다. 2018년, 2020년 Leisser et al. [10,12]은 3개월의 비교적 짧은 기간의 결과를 한계점으로 언급했는데 본 연구는 최소 12개월의 결과를 보고하였던 점이 의의가 있겠다.

2014년 Leitritz et al. [11]의 연구를 토대로 본 연구에서도 동일한 방법으로 망막앞막수술 전후의 황반부 대칭성의 차이를 분석하였다. 망막앞막으로 중심오목의 함몰이 편평해지는 효과 때문에 수술 전 황반부 대칭성의 차이가 상대적으로 적게 측정되고 수술 후 망막앞막의 견인력이 제거됨에 따라 중심오목의 함몰이 다시 생겨 황반부 대칭성의 차이가 증가하는 것을 확인할 수 있었는데 이는 Leitritz et al. [11]의 결과와 같았다. 차이점은 Leitritz et al. [11]은 3개월째 황반부 대칭성의 차이가 공기주입을 한 경우에 평형염액을 채운 경우보다 유의하게 증가했고 이는 공기주입을 했을 때 황반부 대칭성의 회복이 더 빠르다고 결론지었지만 본 연구에서는 가스 주입 여부에 따른 차이는 없었다. 이런 차이는 Leitritz et al. [11]도 언급했듯이 수술 전후로 명확한 중심오목이 존재하지 않을 때 중심축을 정하기 어려운 것과 중심축이 정확하지 않을 때 결과의 해석에 제

한이 있을 수 있는 점 등을 원인으로 생각할 수 있겠다. Leitritz et al. [11]은 3개월의 비교적 짧은 기간의 결과를 보고하였던 것에 반해 본 연구에서는 최소 12개월의 결과를 보고하였던 점이 의의가 있겠다.

특별망막앞막으로 유리체절제술을 받은 뒤 기능적 및 해부학적 수술 결과와 관련된 인자에 대해서 많은 연구들이 있었다. 과거 연구들과 마찬가지로 수술 전 시력이 수술 후 최종 시력과 유의한 상관관계($r = 0.267$, $p = 0.020$)를 보였고 시력호전의 정도($r = 0.540$, $p < 0.001$)와도 높은 상관관계를 보였다[25-27]. 또한 수술 전 중심망막두께는 최종 중심망막두께($r = 0.563$, $p < 0.001$), 중심망막두께의 변화량($r = 0.442$, $p < 0.001$), 시력호전의 정도($r = 0.785$, $p < 0.001$)와 각각 높은 상관관계를 보였고 이 또한 과거 연구들과 같은 결과를 보였다[26-28]. 그리고 중심망막두께의 호전 정도와 시력의 호전 정도도 높은 상관관계를 보임을 확인할 수 있었다.

망막앞막으로 유리체절제술을 받은 뒤 가스 충전술을 시행하여 결과를 비교한 과거 연구들은 3-6개월의 결과를 보고하여 짧은 관찰 기간을 제한점으로 삼았는데 본 연구는 최소 12개월 이상을 관찰하여 결과를 보고하였다. 이는 망막앞막으로 유리체절제술을 받은 뒤 시력의 회복이 비교적 천천히 이뤄지는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 과거 연구들은 수술 후 1개월째 결과를 보고한 적이 없었는데 본 연구는 1개월째 결과를 비교하여 가스 충전을 한 경우 1개월째의 시력이 유의하게 저하되는 것을 확인하였고 3개월 이후 회복되어 군 간 차이가 없는 것을 확인하였기에 의미가 있다고 할 수 있다. 마지막으로 과거 연구들은 공기와 평형염액, 공기와 SF₆ 가스 주입술의 수술 결과를 비교하였지만 본 연구는 평형염액과 SF₆ 가스 주입술의 수술 결과를 비교한 것으로 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 후향적 연구로서 대상 환자의 수가 비교적 적었다는 점, 술자의 판단에 따라 가스 주입을 결정하였다는 점, 백내장과 동시에 수술한 경우 망막앞막만의 시력의 호전을 측정하기 어려운 점을 들 수 있다. 추후 더 많은 환자를 대상으로 한 무작위 전향적 연구를 통해 연구의 결과를 확인할 필요가 있다. 결론적으로 특별망막앞막으로 유리체절제술과 망막앞막제거술을 받을 때 SF₆ 가스 충전은 가스 충전 유무에 따른 수술 결과에 차이가 없었기 때문에 황반원공, 망막층간분리, 망막열공이나 망막박리 등과 같은 동반된 다른 문제가 없다면 가스 충전은 필요하지 않을 것으로 생각된다.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest relevant to this article.

References

- Smiddy WE, Maguire AM, Green WR, et al. Idiopathic epiretinal membranes. Ultrastructural characteristics and clinicopathologic correlation. *Ophthalmology* 1989;96:811-21.
- Wise GN. Clinical features of idiopathic preretinal macular fibrosis. Schoenberg Lecture. *Am J Ophthalmol* 1975;79:349-57.
- Mitchell P, Smith W, Chey T, et al. Prevalence and associations of epiretinal membranes. The Blue Mountains Eye Study, Australia. *Ophthalmology* 1997;104:1033-40.
- Machemer R. The surgical removal of epiretinal macular membranes (macular puckers) (author's transl). *Klin Monbl Augenheilkd* 1978;173:36-42.
- Margherio RR, Cox MS Jr, Trese MT, et al. Removal of epimacular membranes. *Ophthalmology* 1985;92:1075-83.
- McDonald HR, Verre WP, Aaberg TM. Surgical management of idiopathic epiretinal membranes. *Ophthalmology* 1986;93:978-83.
- Smiddy WE, Flynn HW Jr. Pathogenesis of macular holes and therapeutic implications. *Am J Ophthalmol* 2004;137:525-37.
- Zheng B, Chen Y, Chen Y, et al. Vitrectomy and internal limiting membrane peeling with perfluoropropane tamponade or balanced saline solution for myopic foveoschisis. *Retina* 2011;31:692-701.
- Chabot G, Bourgault S, Cinq-Mars B, et al. Effect of air and sulfur hexafluoride (SF₆) tamponade on visual acuity after epiretinal membrane surgery: a pilot study. *Can J Ophthalmol* 2017;52:269-72.
- Leisser C, Hirschschall N, Hackl C, et al. Risk factors for postoperative intraretinal cystoid changes after peeling of idiopathic epiretinal membranes among patients randomized for balanced salt solution and air-tamponade. *Acta Ophthalmol* 2018;96:e439-44.
- Leitritz MA, Ziemssen F, Voykov B, et al. Early postoperative changes of the foveal surface in epiretinal membranes: comparison of 23-gauge macular surgery with air vs. balanced salt solution. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014;252:1213-9.
- Leisser C, Hirschschall N, Döller B, et al. Effect of air tamponade on postoperative visual acuity and intraretinal cystoid changes after peeling of idiopathic epiretinal membranes in pseudophakic patients. *Ophthalmologica* 2020;243:37-42.
- Jeon HM, Chae SH, Bang CW, et al. Intraoperative foveal traction in patients with epiretinal membrane. *J Korean Ophthalmol Soc* 2018;59:738-44.
- Berger JW, Brucker AJ. The magnitude of the bubble buoyant pressure: implications for macular hole surgery. *Retina* 1998;18:84-8.
- Kumagai K, Furukawa M, Ogino N, Larson E. Factors correlated with postoperative visual acuity after vitrectomy and internal limiting membrane peeling for myopic foveoschisis. *Retina* 2010;30:874-80.
- Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, et al. The lens opacities classification system III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol* 1993;111:831-6.
- Kim JM, Lee H, Shin JP, et al. Epiretinal membrane: prevalence and risk factors from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008 through 2012. *Korean J Ophthalmol* 2017;31:514-23.
- Kawasaki R, Wang JJ, Mitchell P, et al. Racial difference in the prevalence of epiretinal membrane between Caucasians and Asians. *Br J Ophthalmol* 2008;92:1320-4.
- Hilton GF, Das T, Majji AB, Jalali S. Pneumatic retinopexy: principles and practice. *Indian J Ophthalmol* 1996;44:131-43.
- Cekic O, Ohji M. Intraocular gas tamponades. *Semin Ophthalmol* 2000;15:3-14.
- Fineberg E, Machemer R, Sullivan P, et al. Sulfur hexafluoride in owl monkey vitreous cavity. *Am J Ophthalmol* 1975;79:67-76.
- Juzoji H, Iwasaki T, Usui M, et al. Histological study of intraocular changes in rabbits after intravitreal gas injection. *Jpn J Ophthalmol* 1997;41:278-83.
- Doi M, Ning M, Semba R, et al. Histopathologic abnormalities in rabbit retina after intravitreal injection of expansive gases and air. *Retina* 2000;20:506-13.
- Hecht I, Yeshurun I, Bartov E, et al. Retinal layers thickness changes following epiretinal membrane surgery. *Eye (Lond)* 2018;32:555-62.
- Rice TA, De Bustros S, Michels RG, et al. Prognostic factors in vitrectomy for epiretinal membranes of the macula. *Ophthalmology* 1986;93:602-10.
- Kwon SI, Ko SJ, Park IW. The clinical course of the idiopathic epiretinal membrane after surgery. *Korean J Ophthalmol* 2009;23:249-52.
- Kim J, Rhee KM, Woo SJ, et al. Long-term temporal changes of macular thickness and visual outcome after vitrectomy for idiopathic epiretinal membrane. *Am J Ophthalmol* 2010;150:701-9. e1.
- Suh MH, Seo JM, Park KH, Yu HG. Associations between macular findings by optical coherence tomography and visual outcomes after epiretinal membrane removal. *Am J Ophthalmol* 2009;147:473-80. e3.

국문초록

특발망막앞막수술에서 가스 충전 유무에 따른 수술 결과

목적: 특발망막앞막수술 시 SF₆ 가스 충전의 수술 결과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 특발망막앞막으로 유리체절제술, 망막앞막제거술 및 내경계막제거술을 시행하고 1년 이상 관찰하였던 환자를 대상으로 하였다. 가스 충전을 하지 않은 I군, 가스 충전을 한 II군으로 나눠 수술 전, 후 1, 3, 6, 9, 12개월의 최대교정시력, 중심망막두께, 망막내층두께, 망막 내 낭포성 변화 및 황반부 대칭성의 차이를 비교하였다.

결과: 총 75명 75안 중 I군은 40안, II군은 35안이었다. 술 전 최대교정시력, 중심망막두께, 망막내층두께, 망막 내 낭포성 변화 및 황반부 대칭성의 차이는 두 군 간에 유의한 차이는 없었다. 술 후 최대교정시력은 I군은 1개월만 제외하고 유의한 시력호전을 보였고 II군은 1개월째 유의한 시력저하를 보였지만 6개월부터는 유의한 시력호전을 보였다. 두 군 간 비교에서 1개월째 II군이 I군에 비해 시력이 유의하게 낮았지만 이후 유의한 차이는 없었다. 수술 후 중심망막두께, 망막내층두께는 I, II군 모두 각 시기별로 유의하게 감소하였고 두 군 간에 유의한 차이는 없었다. 수술 후 망막 내 낭포성 변화는 1개월째 두 군 간에 유의한 차이는 없었고 이후 새롭게 발생한 낭포성 변화는 없었다. 수술 후 황반부 대칭성의 차이는 I, II군 모두 각 시기별로 유의하게 증가하였고 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.

결론: 특발망막앞막으로 유리체절제술 시 SF₆ 가스 충전 유무에 따른 수술 결과에 차이가 없으므로 동반된 다른 문제가 없다면 망막앞막수술에서 가스 충전은 필요하지 않을 것이다.