특발망막전막수술 후 망막의 변위와 변형시의 분석

Analyses of Tangential Retinal Displacement and Metamorphopsia after Idiopathic Epiretinal Membrane Surgery

양희정 · 김기석

Hee Jung Yang, MD, Ki Seok Kim, MD, PhD

새빛안과병원

Saevit Eye Hospital, Goyang, Korea

Purpose: To evaluate the correlation between tangential retinal displacement and the improvement of metamorphopsia after idiopathic epiretinal membrane surgery.

Methods: The medical records of 36 eyes from 36 patients with idiopathic epiretinal membrane who underwent pars plana vitrectomy and who were observed over 1 year between January 2017 and December 2018 were retrospectively reviewed. Pre- and postoperative visual acuity, vertical and horizontal metamorphopsia score using the M-CHART, vertical and horizontal retinal displacement, and the presence of an ectopic inner foveal layer (EIFL) using optical coherence tomography were investigated.

Results: Postoperatively, the ratios of vertical and horizontal retinal displacement were $12.11 \pm 12.04\%$ and $8.09 \pm 11.43\%$, respectively. The postoperative horizontal metamorphopsia score significantly improved ($p = 0.019$) compared to preoperatively and there were no significant differences in the vertical metamorphopsia score ($p = 0.790$). There were no significant correlations between the ratio of the vertical retinal displacement and improvement of horizontal metamorphopsia score or between the ratio of the horizontal retinal displacement and improvement of vertical metamorphopsia score. The preoperative horizontal metamorphopsia score was significantly higher in patients with EIFL than in patients without EIFL ($p = 0.021$) as was the postoperative horizontal metamorphopsia score ($p = 0.016$). In the EIFL group, the disappeared EIFL group had significantly lower postoperative vertical ($p = 0.001$) and horizontal ($p < 0.001$) metamorphopsia scores compared to the persistent EIFL group.

Conclusions: Postoperative retinal displacement was not correlated with improvement in metamorphopsia. However, the presence of preoperative EIFL and postoperative changes affect the severity of postoperative metamorphopsia.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(5):647-655

Keywords: Ectopic inner foveal layer, Epiretinal membrane, Metamorphopsia, Retinal displacement

망막전막은 유리체항상경계부에 발생한 섬유세포성 막이 수축하며 망막 견인을 유발하는 질환이다.¹ 망막 견인은 황

반부 시세포의 배열을 왜곡시켜 망막전막의 주된 증상인 변형시를 유발하게 되며 이러한 변형시 여부를 확인하기 위하여 암슬러 차트와 M-CHART가 이용된다. 암슬러 차트는 변형시의 위치와 형태를 확인할 수 있게 해주지만 변형시의 정도를 수치화하여 보여주지는 못하는 반면 M-CHART는 점선을 이용하여 점 사이 간격을 점차 증가시키면, 변형시가 점차 줄어들어 결국에는 사라지게 되는 원리를 바탕으로 수평, 수직 변형시의 정도를 각각 수치화하여 보여줌으로써 변형시의 중증도를 평가할 수 있게 해준다. Arimura et al²은 M-CHART를 이용하여 수평 방향 망막의 수축과 수직

■ Received: 2020. 11. 30. ■ Revised: 2020. 12. 14.

■ Accepted: 2021. 4. 30.

■ Address reprint requests to **Ki Seok Kim, MD, PhD**
Saevit Eye Hospital, #1065 Jungang-ro, Ilsandong-gu, Goyang 10447, Korea
Tel: 82-31-900-7700, Fax: 82-31-900-7777
E-mail: kiseok70@gmail.com

* 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.

변형시, 수직 방향 망막의 수축과 수평 변형시 사이에 연관성이 있음을 보고한 바 있다.³ 또한 빛간섭단층촬영을 이용하여 관찰한 술 전 망막 구조와 술 후 변형시 사이 연관성이 여러 연구를 통하여 밝혀진 바 있으며, 수술 전후 황반부 형태의 변화와 시력예후 사이의 상관관계에 대한 여러 연구들이 있다.⁴⁻¹⁰ 앞선 연구들에서 나아가 본 연구는 망막전막 환자를 대상으로 수술 전과 술 후 1년 이상 경과한 이후 빛간섭단층촬영을 이용하여 측정된 망막 변위 정도와 변형시 호전 정도 사이의 직접적 상관관계에 대하여 알아보고자 하였다. 또한 ectopic inner foveal layer (EIFL)은 내핵층 및 내망상층이 중심와에서도 연속되는 선의 존재로써 최근 망막전막의 형태를 EIFL의 존재로 구분한 연구들이 보고되고 있으며,¹¹ EIFL은 이미지 분석이나 계측없이 빛간섭단층촬영에서 쉽고 빠르게 확인할 수 있다. 이에 본 연구는 EIFL의 존재 및 수술 전후 변화가 술 후 변형시의 호전과 연관성이 있는지에 대하여 함께 분석하고자 하였다.

대상과 방법

연구에 앞서 본 연구는 후향적 연구로서 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였으며 새빛안과병원 기관윤리심사(Institutional Review Board)의 승인을 받았다(승인 번호: SVEC_202010-001-01). 2017년 1월부터 2018년 12월까지 본원에서 특발망막전막으로 유리체절제술을 받고 1년 이상 경과 관찰이 가능했던 환자 36명 36안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 망막혈관질환, 포도막염, 외상, 기타 망막수술이나 레이저 기왕력에 의한 이차 망막전막 환자는 대상에서 제외하였으며, 시력 결과에 영향을 미칠 수 있는 황반변성, 녹내장, ± 6 디옵터 이상의 굴절이상인 고도근시 환자 및 빛간섭단층촬영 신호 강도에 영향을 줄 수 있는 Lens Opacities Classification System (LOCS) III 분류에 의한 핵성 경화 정도가 3 이상인 환자 역시 배제되었다. 또한 수술 전 빛간섭단층촬영에서 가성충판원공, 표층황반원공이 있는 경우와 경과 관찰 중 optical coherence tomography (OCT)에서 재발이 확인된 환자 역시 대상에서 제외하였다. 모든 환자의 술 전과 마지막 내원시 시력, M score, 빛간섭단층촬영 결과를 후향적으로 분석하였으며 빛간섭단층촬영은 Spectral domain optical coherence tomography (SD-OCT, Spectralis OCT[®]; Heidelberg engineering, Heidelberg, Germany)로 측정되었다. 변형시의 정도는 M-CHART (Inami Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 평가하였다. M-CHART는 1개의 직선과 19개의 점선으로 구성되어 있으며 각 점선마다 점 간격이 0.2-2.0°의 시각으로 점차 늘어나게 된다. 환자가 30 cm 거

리에서 선 중심부를 주시하였을 때 직선이 왜곡되어 보이지 않으면 M score는 0이며 선이 왜곡되어 보인다고 인지하면 점 간격이 0.2°인 다음 점선을 보여준다. 환자가 점선을 직선으로 인식할 때의 점선의 시각이 M score가 되며, 수직선을 먼저 시행하여 수직 변형시 점수(vertical metamorphopsia score, MV)를 먼저 기록한 후 M-CHART를 90° 돌려 검사 후 수평 변형시 점수(horizontal metamorphopsia score, MH)를 기록하였다.

SD-OCT를 이용하여 술 전과 술 후 마지막 내원시 near-infrared image와 SD-OCT image를 얻었다. 술 전 near infrared image에 중심와를 중심으로 early treatment of diabetic retinopathy study grid 영역을 표시하고 grid 영역 내에서 망막혈관이 분지되는 네 지점을 이어 사각형을 그린 후 사각형 내에서 황반부를 가로지르는 가로선과 세로선을 표시하였다(Fig. 1). 선의 길이는 OCT 기기에 내장된 캘리퍼를 이용하여 측정하였고 술 후에도 술 전과 같은 혈관분지를 찾아 표시한 후 가로선, 세로선의 길이를 측정하였으며 수술 전후 가로 길이와 세로 길이 변화의 비율(술 후 길이-술 전 길이/술 전 길이)을 계산하여 통계 분석에 이용하였다. EIFL은 내핵층 및 내망상층이 중심와에서도 연속되는 선의 존재로 정의하였다(Fig. 2).¹¹ 중심부황반두께는 OCT 황반두께지도에서 중심부 1,000 μ m 영역에서 측정된 망막두께의 평균값으로 정의하였다.

수술은 숙련된 한 명의 술자에 의해 테논낭하 마취 후 25게이지 경결막 무봉합 유리체절제술로 시행되었으며 유수정체안의 경우 모든 환자에서 백내장수술이 동시에 시행되었다. 유리체절제를 시행한 후 triamcinolone acetonide를 도포하여 망막전막의 위치를 확인한 후 안내집게를 이용하여 후극부의 망막전막을 제거하였다.

통계학적 분석에는 SPSS Statistics 18.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 소프트웨어를 이용하였으며 *p*-value가 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의미가 있다고 평가하였다. 시력의 경우는 로그마 시력(Logarithm of the minimal angle of resolution, logMAR)으로 전환하였다. 수술 전후 결과치의 비교에는 paired *t*-test가 이용되었으며 M score와 시력, 망막 수평 및 수직 길이 변화 정도 사이의 상관관계 분석에는 Spearman's correlation coefficient by rank test가 이용되었다. EIFL이 있는 군과 없는 군 사이 결과치의 비교에는 Mann-Whitney *U*-test와 independent *t*-test가 이용되었으며 수술 전후 EIFL의 변화 유무에 따른 두 군 사이 결과치의 비교에는 Mann-Whitney *U*-test가 이용되었다.

결 과

망막전막으로 유리체절제술을 받은 총 36명의 평균 나이는 68세(50-81세)였으며 평균 경과 관찰 기간은 18개월(12-30개월)이었다. 남녀 각각 18인이었으며 28안에서 백내장수술을 함께 시행하였다. 술 전 시력은 0.294 ± 0.18 , 술 후 시력은 0.125 ± 0.116 으로 술 후 시력이 통계적으로 유의하게 호전되었다($p < 0.001$). 술 전 MH score는 0.569 ± 0.609 , 술 후 MH score는 0.397 ± 0.527 로 술 후 MH score

가 통계적으로 유의하게 호전되었으며($p = 0.019$), 술 전 MV score는 0.472 ± 0.435 , 술 후 MV score는 0.456 ± 0.559 로 수술 전후 MV score에는 유의한 변화가 없었다($p = 0.790$). 술 전 중심황반두께는 $471.39 \pm 93.86 \mu\text{m}$, 술 후 중심황반두께는 $365.78 \pm 61.51 \mu\text{m}$ 로 수술 전후 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.0001$). 술 전 망막의 수직길이는 $2,601.94 \pm 468.03 \mu\text{m}$, 술 후 수직길이는 $2,914.94 \pm 596.27 \mu\text{m}$ 로 술 후 $12.11 \pm 12.04\%$ 늘어났으며 이는 통계적으로 유의하였다($p < 0.001$). 술 전 망막의 수평길이는 $2,754.33 \pm 644.63 \mu\text{m}$,

Figure 1. Preoperative and postoperative near infrared images. (A) Preoperative image. Preoperative vertical length was 2,100 μm and preoperative horizontal length was 2,342 μm . (B) Postoperative image. Postoperative vertical length was 2,811 μm and postoperative horizontal length was 2,800 μm .

Figure 2. Ectopic inner foveal layer (EIFL). (A) Preoperative image shows EIFL. The thickness of the EIFL was measured manually by tracing a vertical line from the outer margin of the inner nuclear layer to the inner margin of the internal limiting membrane. (B) Postoperative image. EIFL was not detected 12 months after vitrectomy.

술 후 수평길이는 $2,955.22 \pm 687.53 \mu\text{m}$ 로 술 후 $8.09 \pm 11.43\%$ 늘어났으며 이 역시 통계적으로 유의하였다($p=0.001$) (Table 1). 술 후 변형시와 시력, 술 전 변형시, 수술 전후 망막의 수직 및 수평길이 변화 정도 사이의 상관관계를 분석하였으며 술 후 MH score와 술 전 MH score, 술 전 MV score 사이에 유의한 양의 상관관계가 있었으며($\rho=0.644$, $p<0.001$; $\rho=0.466$, $p=0.004$), 술 후 MV score와 술 전

MV score, 술 전 MH score 사이에 유의한 양의 상관관계가 있었다($\rho=0.481$, $p=0.003$; $\rho=0.14$, $p=0.001$). 술 후 변형시와 술 전 시력, 술 후 시력, 수술 전후 후극부 망막의 수평 및 수직길이 변화 정도 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다(Table 2). 또한 망막의 수직 및 수평길이 변화 정도와 상관관계가 있는 인자에 대하여 분석하였으며 망막의 수직길이 변화 정도와 술 전 MH score, 술 전

Table 1. Preoperative and postoperative change in ERM patients

	Preoperative	Postoperative	<i>p</i> -value*
BCVA (logMAR)	0.294 ± 0.180	0.125 ± 0.116	0.000
MH	0.569 ± 0.609	0.397 ± 0.527	0.019
MV	0.472 ± 0.435	0.456 ± 0.559	0.790
Central macular thickness (μm)	471.39 ± 93.86	365.78 ± 61.51	0.000
Vertical length (μm)	$2,601.94 \pm 468.03$	$2,914.94 \pm 596.27$	0.000
Horizontal length (μm)	$2,754.33 \pm 644.63$	$2,955.22 \pm 687.53$	0.001

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

ERM = epiretinal membrane; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; MH = horizontal metamorphopsia score; MV = vertical metamorphopsia score.

*Statistically significant differences (p -value < 0.05) in paired *t*-test.

Table 2. Correlation between postoperative metamorphopsia, BCVA, preoperative metamorphopsia and tangential retinal displacement

	Postoperative MH	Postoperative MV
BCVA (logMAR)		
Preoperative	$\text{Rho} = 0.077$, $p = 0.654$	$\text{Rho} = 0.047$, $p = 0.786$
Postoperative	$\text{Rho} = 0.065$, $p = 0.709$	$\text{Rho} = 0.141$, $p = 0.411$
Preoperative MH	$\text{Rho} = 0.644$, $p = 0.000^*$	$\text{Rho} = 0.140$, $p = 0.001^*$
Preoperative MV	$\text{Rho} = 0.466$, $p = 0.004^*$	$\text{Rho} = 0.481$, $p = 0.003^*$
Δ Vertical length (%)	$\text{Rho} = 0.258$, $p = 0.128$	$\text{Rho} = 0.064$, $p = 0.712$
Δ Horizontal length (%)	$\text{Rho} = 0.212$, $p = 0.215$	$\text{Rho} = -0.036$, $p = 0.835$

BCVA = best corrected visual acuity; MH = horizontal metamorphopsia score; MV = vertical metamorphopsia score; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; Δ Vertical length = (postoperative vertical length-preoperative vertical length)/preoperative vertical length; Δ Horizontal length = (postoperative horizontal length-preoperative horizontal length)/preoperative horizontal length.

*Statistically significant differences (p -value < 0.05) in Spearman's correlation coefficient by rank test.

Table 3. Correlation between tangential retinal displacement, preoperative and postoperative metamorphopsia, improvement of metamorphopsia

	Δ Vertical length (%)	Δ Horizontal length (%)
MH		
Preoperative	$\text{Rho} = 0.321$, $p = 0.048^*$	$\text{Rho} = 0.200$, $p = 0.241$
Postoperative	$\text{Rho} = 0.258$, $p = 0.128$	$\text{Rho} = 0.212$, $p = 0.215$
MV		
Preoperative	$\text{Rho} = 0.475$, $p = 0.003^*$	$\text{Rho} = 0.332$, $p = 0.048^*$
Postoperative	$\text{Rho} = 0.064$, $p = 0.712$	$\text{Rho} = -0.036$, $p = 0.835$
Δ MH	$\text{Rho} = 0.085$, $p = 0.621$	$\text{Rho} = -0.013$, $p = 0.940$
Δ MV	$\text{Rho} = 0.244$, $p = 0.151$	$\text{Rho} = 0.321$, $p = 0.065$

Δ Vertical length = (postoperative vertical length-preoperative vertical length)/preoperative vertical length; Δ Horizontal length = (postoperative horizontal length-preoperative horizontal length)/preoperative horizontal length; MH = horizontal metamorphopsia score; MV = vertical metamorphopsia score; Δ MH = preoperative MH-postoperative MH; Δ MV = preoperative MV-postoperative MV.

*Statistically significant differences (p -value < 0.05) in Spearman's correlation coefficient by rank test.

MV score 사이에 유의한 양의 상관관계가 있었으며($\rho=0.321$, $p=0.048$; $\rho=0.475$, $p=0.003$) 망막의 수평길이 변화 정도와 술 전 MV score 사이에 유의한 양의 상관관계가 있었다($\rho=0.332$, $p=0.048$). 망막 수평 및 수직 길이의 변화 정도와 술 후 MH 및 MV score, 수술 전후 MV 및 MH score의 변화 정도 사이에는 통계적으로 유의한 상관관계가 없었다(Table 3, Fig. 3).

한편 EIFL의 유무에 따라 두 군으로 나누었을 때 EIFL이 없는 군은 16안, EIFL이 있는 군은 20안으로 술 전 MH

score와 술 후 MH score가 EIFL군에서 통계적으로 유의하게 높았으며($p=0.021$, $p=0.016$), 망막 수평 및 수직길이 변화 정도 역시 EIFL군에서 통계적으로 유의하게 컸다($p<0.001$, $p=0.012$). 수술 전후 시력, 수술 전후 MV score, 수술 전후 MV 및 MH score의 변화 정도는 두 군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4). 술 전에 EIFL이 있던 20안을 술 전에 있었던 EIFL이 술 후 없어진 7안과 수술 후에도 EIFL이 지속된 13안으로 나누어 비교하였을 때 EIFL이 없어진 군의 수술 후 MH score 호전 정도는 0.371

Figure 3. Correlation of improvement of metamorphopsia score with the ratios of retinal displacement after surgery. (A) Change of horizontal metamorphopsia was not correlated with the ratio of the vertical retinal displacement. (B) Change of vertical metamorphopsia was not correlated with the ratio of the horizontal retinal displacement. MH = horizontal metamorphopsia score; MV = vertical metamorphopsia score.

Table 4. Comparison of preoperative and postoperative values in ERM patients with and without EIFL

	No EIFL (n = 16)	EIFL (n = 20)	p-value
Preoperative BCVA (logMAR)	0.225 ± 0.144	0.350 ± 0.191	0.072*
Postoperative BCVA (logMAR)	0.094 ± 0.099	0.150 ± 0.124	0.189*
Preoperative MH	0.325 ± 0.397	0.765 ± 0.685	0.021*
Postoperative MH	0.156 ± 0.273	0.59 ± 0.604	0.016*
Preoperative MV	0.338 ± 0.273	0.58 ± 0.512	0.124†
Postoperative MV	0.356 ± 0.495	0.535 ± 0.606	0.422*
ΔMH	0.168 ± 0.334	0.175 ± 0.487	0.888*
ΔMV	-0.019 ± 0.339	0.045 ± 0.403	0.718*
ΔVertical length (%)	3.404 ± 6.868	19.072 ± 10.719	0.000†
ΔHorizontal length (%)	2.861 ± 7.789	12.278 ± 12.305	0.012†

Values are presented as mean ± standard deviation.

ERM = epiretinal membrane; EIFL = ectopic inner foveal layer; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; MH = horizontal metamorphopsia score; MV = vertical metamorphopsia score; ΔMH = preoperative MH-postoperative MH; ΔMV = preoperative MV-postoperative MV; ΔVertical length = (postoperative vertical length-preoperative vertical length)/preoperative vertical length; ΔHorizontal length = (postoperative horizontal length-preoperative horizontal length)/preoperative horizontal length.

*Statistically significant differences (p -value < 0.05) in Mann Whitney U -test; †statistically significant differences (p -value < 0.05) in independent t -test.

± 0.355 로 변화가 없는 군이 0.069 ± 0.527 로 호전된 것에 비해 크게 호전되었으나 통계적으로 유의하지는 않았으며 ($p=0.183$), EIFL이 없어진 군의 수술 후 MV score 호전 정도는 0.371 ± 0.325 로 변화가 없는 군의 MV score 변화 정도가 -0.131 ± 0.330 인 것에 반해 통계적으로 유의하게 크게 호전되었다($p=0.008$). 또한 EIFL이 없어진 군의 술 후 MH score는 0.086 ± 0.157 로 변화가 없는 군의 MH score인 0.862 ± 0.581 보다 통계적으로 유의하게 작았으며($p=0.001$), 술 후 MV score의 경우 EIFL이 없어진 군은 0.029 ± 0.076 으로 변화가 없는 군의 0.808 ± 0.591 보다 통계적으로 유의하게 작았다($p<0.001$). 이외 술 전 및 술 후 시력, 술 전 MH score, 술 전 MV score, 수술 전후 망막의 수직 및 수평길이 변화 정도는 두 군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 5).

고 찰

망막전막으로 인한 망막의 견인과 변형시에 대하여 다양한 방법으로 여러 연구들이 진행되어 왔다. 망막전막에 의한 망막견인의 강도를 안저 사진과 near infrared image를 이용하여 표시한 망막혈관변위의 거리로 측정한 연구들이 있는데^{2,10,12,13} Arimura et al²은 안저사진을 이용하여 망막전막의 자연경과에 따른 망막혈관의 변위를 벡터로 수치화한 후 M-CHART를 이용하여 측정한 변형시의 정도가 망막변위의 정도와 상관관계가 있음을 보여주었으며 또한 수평 변형시와 수직 방향 망막 수축 사이의 연관성, 수직 변형시와 수평 방향 망막 수축 사이의 연관성에 대하여 보고

한 바 있다. 본 연구에서는 수술 전후 수직 망막변위의 정도와 술 전 수평 및 수직 변형시, 수평 망막변위의 정도와 술 전 수직 변형시 사이에 양의 상관관계가 있었는데 이는 망막견인의 정도가 클수록 변형시가 심해지는 앞선 연구의 결과들과 일치한다. 망막견인이 변형시를 유발하는 기전에 대해서는 정확하게 밝혀져 있지 않으나 Okamoto et al은 망막견인으로 인한 내핵층 내 세포배열의 변화가 시세포와의 신경접합부에 문제를 일으키며 변형시가 일어날 것이라 하였으며^{4,14} Ichikawa et al¹⁰은 변위되어 중심부로 모인 물리세포에 의해 본래 위치로부터 떨어져 있는 시세포가 자극됨으로써 변형시가 일어날 것이라고 가정하였다.

앞선 연구들은 망막전막의 자연경과에 따라 견인의 정도가 심해지는 것과 변형시 사이의 관계를 분석한 결과로써 이에 본 연구는 수술 전후 견인의 정도가 호전되는 것이 변형시의 호전과 직접적인 연관관계가 있는지 분석하고자 하였다. 이와 관련하여 앞서 해외에서 보고된 연구는 하나로서 Ichikawa et al¹³은 망막전막 영역 내 혈관이 교차하는 네 지점을 선택한 후 황반부를 교차하는 두 개의 선을 그려 수술 3개월째 선의 길이 변화를 측정하였고 연구 결과 술 후 3개월째 수평망막변위는 술 후 3개월의 수직 및 수평 변형시와 연관이 있었으며 수직망막변위는 수평 변형시와 연관이 있었다. 이는 본 연구 결과와 상반되는 결과로써 본 연구에서는 수술 전후 망막변위의 정도와 변형시의 변화 정도 사이에 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았는데 이는 술 전 망막견인이 심한 정도가 술 전 변형시에는 영향을 미치지만 술 후 망막 표층의 견인이 해소되어도 그것이 기능적인 결과로 직접 이어지지 않음을 시사한다. 본

Table 5. Comparison of preoperative and postoperative values in ERM patients depending on persist of EIFL

	Persistent EIFL (+) (n = 13)	Persistent EIFL (-) (n = 7)	p-value*
Preoperative EIFL thickness (μm)	224.85 ± 82.43	194.14 ± 101.36	0.643
Preoperative BCVA (logMAR)	0.362 ± 0.185	0.329 ± 0.214	0.536
Postoperative BCVA (logMAR)	0.154 ± 0.113	0.143 ± 0.151	0.757
Preoperative MH	0.931 ± 0.773	0.457 ± 0.351	0.275
Postoperative MH	0.862 ± 0.581	0.086 ± 0.157	0.001
Preoperative MV	0.677 ± 0.576	0.400 ± 0.327	0.536
Postoperative MV	0.808 ± 0.591	0.029 ± 0.076	<0.001
ΔMH	0.069 ± 0.527	0.371 ± 0.355	0.183
ΔMV	-0.131 ± 0.330	0.371 ± 0.325	0.008
ΔVertical length (%)	19.071 ± 10.126	19.072 ± 12.602	0.757
ΔHorizontal length (%)	11.191 ± 12.489	14.297 ± 12.659	0.588

Values are presented as mean ± standard deviation.

ERM = epiretinal membrane; EIFL = ectopic inner foveal layer; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; MH = horizontal metamorphopsia score; MV = vertical metamorphopsia score; ΔMH = preoperative MH-postoperative MH; ΔMV = preoperative MV -postoperative MV; ΔVertical length = (postoperative vertical length-preoperative vertical length)/preoperative vertical length; ΔHorizontal length = (postoperative horizontal length-preoperative horizontal length)/preoperative horizontal length.

*Statistically significant differences (p -value < 0.05) in Mann Whitney U-test.

연구가 앞선 연구와 다른 결과를 보이는 이유로는 망막변위를 측정하는 방법 사이의 차이 및 경과 관찰 기간, 술 전 망막전막이 심한 정도가 다름에서 기인할 것으로 생각된다. Ichikawa et al¹³의 연구의 경우 황반부를 가로지르는 두 선이 비스듬한 방향이며 두 선이 수직을 이루지 않아 각각의 선에 수평 방향, 수직 방향 벡터가 혼재하여 각각의 선이 수평, 수직 방향의 변위 및 변형시를 완전하게 반영한다고 보기 어려울 것으로 생각되며 또한 망막의 변위와 술 후 3개월째 변형시 점수와의 상관관계를 보았다는 점에서 망막 변위와 변형시 점수의 수술 전후 변화와의 상관관계를 연구한 본 연구와 차이가 있다고 볼 수 있다.

망막전막수술 후 해부학적 결과와 기능적 결과 사이의 연관성에 대해 보고한 이전의 연구들 역시 서로 상반된 결과들을 보이는데 Falkner-Radler et al⁷ 및 Niwa et al¹⁵의 연구에서는 수술 후 망막 윤곽의 회복이 좋은 시력 결과와 연관성이 있음을 보여주었으며 Lim et al¹⁶의 연구에서 역시 술 후 1개월 내의 빠른 망막중심오목 회복이 시력호전과 유의한 상관관계가 있음을 보고한 바 있다. 반면 Mathews et al⁵의 연구에서는 망막전막수술 후 망막중심오목 형태가 17% 환자에서 돌아왔으나 황반부의 윤곽 변화와 시력호전 사이에 직접적인 연관성은 없었으며, Suh et al⁸의 연구에서 역시 망막윤곽의 변화와 시력 결과 사이 연관성을 보이지 않았다. 이렇게 각 연구가 상반된 결과를 보이는 이유는 술 전의 시력과 변형시 그리고 술 후의 시력, 변형시 사이에 양의 상관관계가 있음을 보여주는 많은 일관된 연구 결과들에 비추어 볼 때,^{2,17} 결국 망막 형태의 만성적 변화가 술 전에 망막 내 세포의 배열과 기능에 비가역적인 영향을 미쳤을 기간의 차이에서 올 것이라고 유추해볼 수 있고, 이는 술 후 망막전막의 호전이 술 후 변형시의 호전으로 직결되는 결과가 아님을 보여주는 본 연구의 결과를 뒷받침해준다.

한편 망막전막수술 후 시기능의 변화와 OCT에서 보이는 망막구조 변화 사이의 연관성에 대한 최근의 연구들을 보면, 망막을 내측 구조와 외측 구조로 나누어서 각각의 구조가 술 후 시력과 변형시에 미치는 영향에 대하여 보고하고 있다. 타원체구역(ellipsoid zone) 결손을 포함한 외측 망막구조의 변화와 시력예후 사이의 상관관계에 대하여 보고된 바 있으며,^{18,19} inner-retina irregularity index, 중심부 망막 내측 두께(central inner retinal layer thickness)와 같은 내측 망막의 형태 변화 역시 시력예후에 영향을 미침이 보고된 바 있다.^{20,21} 위의 연구들 중 많은 요소들이 OCT에 내장된 프로그램을 이용하여 직접 두께를 재거나 Image J 프로그램을 이용해야 하므로 본 연구는 OCT에서 조금 더 직관적으로 확인할 수 있는 요소인 EIFL의 존재가 변형시와 연관이 있는지 확인하고자 하였다. Govetto et al²²은 EIFL을

OCT에서 본래 망막중심오목이 있던 곳에 내핵층과 내망상층이 연장되어 이어진 저반사 혹은 고반사 선의 존재로 정의하였고 EIFL의 존재로 망막전막의 중증도를 4단계로 나누었다. Stage 1은 망막중심오목이 존재하는 경우, stage 2는 망막중심오목이 사라지고 망막중심오목이 있던 부위의 외핵층이 넓어진 경우, stage 3는 EIFL이 존재하는 경우, stage 4는 EIFL이 존재하면서 망막층이 어그러져 층 사이의 구분이 어려워진 경우로 정의하였다. 위 연구는 EIFL이 망막전막에 의한 만성적인 전후 그리고 구심성 견인으로 인한 망막 내층의 중심부로의 변위, 그리고 망막손상으로 인해 자극된 물리세포에 의한 신경 아교 세포의 활성화로 인하여 만들어질 것이라고 가정하였으며 각 stage에 따라서 시력예후가 달라짐을 보여주었다. 본 연구에서 술 전 EIFL이 이미 있는 군이 EIFL이 없는 군에 비하여 술 전 및 술 후 수평 변형시가 유의하게 좋지 않았는데 이는 EIFL을 기준으로 한 망막전막의 병기가 진행할수록 변형시 정도가 심해지는 이전의 연구 결과들과 일치하며 다만 수직 변형시의 경우 EIFL 군이 컸으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다.^{2,9} Arimura et al²은 진행된 형태의 망막전막 일수록 수평 변형시가 수직 변형시보다 정도가 심해짐을 보고한 바 있으며 이를 시신경에 의해 제한되는 수평 방향 수축보다 수직 방향 수축이 더 심해지는 결과로써 나타나는 현상이라 유추하였는데, 이와 같은 결과는 본 연구에서 EIFL의 유무에 따라 수평 변형시에 유의한 차이가 있었으나 수직 변형시에는 유의한 차이가 없었던 결과에 대하여 설명해준다. 또한 EIFL 군에서 EIFL이 없는 군에 비하여 수술 전후 망막의 수직 및 수평변위가 유의하게 컸는데 이는 망막전막의 만성적인 구심성 견인으로 인해 EIFL이 발생할 것이라는 가정을 뒷받침해준다.

변형시의 경우 외측 망막보다 내측 망막의 구조와 연관되어 있음이 여러 연구를 통하여 밝혀진 바 있으며^{4,10,14} 술 전 EIFL이 시력예후에 영향을 미침 역시 여러 연구를 통하여 보고되었으나 술 후 EIFL 여부가 시력예후, 특히 변형시에 영향을 미치는가에 대해서 연구한 논문은 보고된 바 없다. Sato et al²³의 연구에서 술 전 EIFL이 있던 23안을 술 후 EIFL이 사라진 18안과 술 후에도 EIFL이 남아있는 5안으로 나누어 비교하였을 때 두 군 사이 술 후 시력에 차이가 없었다. 본 연구에서도 술 후 EIFL 지속 여부에 따라 시력에는 유의한 차이가 없었으나, 변형시의 경우 EIFL이 사라진 군에서 유의하게 술 후 수평 및 수직 변형시 점수가 낮았으며, 수술 전후 수직 변형시 호전은 EIFL이 사라진 군에서 유의하게 컸다. 또한 수평 변형시 호전은 EIFL이 사라진 군에서 컸으나 두 군 사이에 유의한 차이를 보이지는 않았다. 이는 망막전막이 제거된 후 구심성 견인이 사라

지며 EIFL에 존재했던 물리세포의 재배열이 일어난 결과로 생각할 수 있다. EIFL 지속 유무에 따른 수술 전후 망막 변위에는 유의한 차이가 없었는데 이는 술 후 접선 방향 견인이 호전되어도 EIFL이 지속될 수 있음을 시사하며 EIFL이 지속된 기간이나 망막층이 어그러져 있는 정도가 이에 영향을 미쳤을 것이라고 유추할 수 있다. 나아가 술 후 변형시의 예후를 예측하는 데에 접선 방향 견인의 호전 정도보다 EIFL의 지속 유무를 확인하는 것이 도움이 될 수 있음을 시사한다. 그러나 본 연구는 대상자의 수가 적어 EIFL이 있는 군을 stage 3와 4로 세분화하여 구분하지 못하였으며, 결과적으로 앞선 연구에 비하여 망막층이 어그러져 있는 stage 4에 해당하는 환자가 포함된 수가 적었던 결과로 생각해볼 수도 있고 이에 대해서는 조금 더 많은 환자를 대상으로 stage를 세분화하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 첫 번째, 대상 수가 적고 후향적 연구였다는 점과 두 번째, 망막혈관의 변위를 수동으로 측정하였다는 점이며, 세 번째 일부 환자에서만 백내장수술이 동시에 이루어졌다는 점이다. 그러나 본 연구는 변형시의 변화에 중점을 둔 연구로써 백내장 자체가 변형시에 영향을 미치지 않는 점이며, 또한 M-CHART 검사를 시행하는데 있어 지장을 줄 정도의 경화가 있는 백내장은 연구에서 배제되었다는 면에서 이 점이 본 연구에 미치는 영향은 미미할 것으로 사료된다. 마지막으로 본 연구는 황반부 망막 전막만을 제거하고자 하였으나 망막전막 제거 후 인도시아닌그린용액을 사용하여 내경계막이 황반부에 온전히 유지됨을 확인하지는 못하였다. 망막전막수술에서 내경계막의 제거 여부가 술 후 시력, 변형시, 황반부 두께에 영향을 미치지 않음이 여러 연구를 통해 보고된 바 있으며 비록 내경계막 제거가 술 후 재발률에 영향을 미침 역시 보고된 바 있으나,^{24,25} 본 연구는 1년 이상 경과 관찰 중 재발이 없는 환자를 대상으로 하였다는 점에서 내경계막의 존재가 본 연구에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 생각된다. 추후 내경계막의 제거가 EIFL을 기준으로 한 망막전막의 술 후 staging 변화에 영향을 미치는지에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 본 연구에서 술 후 망막의 접선 방향 견인이 호전된 정도와 변형시가 호전된 정도 사이에 양의 상관관계가 있지 않았고, 술 전 EIFL이 존재하는 군이 술 후 변형시 정도가 심하였으며, EIFL이 사라진 경우 EIFL이 지속되는 군에 비하여 변형시 예후가 양호하였다. 이는 술 후 OCT의 en face image에서 망막의 접선 방향 견인이 호전된 정도로 술 후 변형시 호전 정도를 예측하기 어려움을 의미하는 한편 술 전 EIFL의 존재, 술 후 EIFL의 변화로 변

형시의 예후를 예측할 수 있음을 시사한다.

REFERENCES

- 1) Stevenson W, Prospero Ponce CM, Agarwal DR, et al. Epiretinal membrane: optical coherence tomography-based diagnosis and classification. *Clin Ophthalmol* 2016;10:527-34.
- 2) Arimura E, Matsumoto C, Okuyama S, et al. Retinal contraction and metamorphopsia scores in eyes with idiopathic epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:2961-6.
- 3) Matsumoto C, Arimura E, Okuyama S, et al. Quantification of metamorphopsia in patients with epiretinal membranes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:4012-6.
- 4) Okamoto F, Sugiura Y, Okamoto Y, et al. Inner nuclear layer thickness as a prognostic factor for metamorphopsia after epiretinal membrane surgery. *Retina* 2015;35:2107-14.
- 5) Mathews NR, Tarima S, Kim DG, Kim JE. Foveal contour changes following surgery for idiopathic epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55:7754-60.
- 6) Sayegh RG, Georgopoulos M, Geitzenauer W, et al. High-resolution optical coherence tomography after surgery for vitreomacular traction: a 2-year follow-up. *Ophthalmology* 2010;117:2010-7.e2.
- 7) Falkner-Radler CI, Glittenberg C, Hagen S, et al. Spectral-domain optical coherence tomography for monitoring epiretinal membrane surgery. *Ophthalmology* 2010;117:798-805.
- 8) 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.
- 9) Mao J, Wu H, Liu C, et al. Changes in metamorphopsia, visual acuity, and central macular thickness after epiretinal membrane surgery in four preoperative stages classified with OCT B-scan images. *J Ophthalmol* 2019;2019:7931654.
- 10) Ichikawa Y, Imamura Y, Ishida M. Inner nuclear layer thickness, a biomarker of metamorphopsia in epiretinal membrane, correlates with tangential retinal displacement. *Am J Ophthalmol* 2018;193:20-7.
- 11) Govetto A, Lalane RA 3rd, Sarraf D, et al. Insights into epiretinal membranes: presence of ectopic inner foveal layers and a new optical coherence tomography staging scheme. *Am J Ophthalmol* 2017;175:99-113.
- 12) Nomoto H, Matsumoto C, Arimura E, et al. Quantification of changes in metamorphopsia and retinal contraction in eyes with spontaneous separation of idiopathic epiretinal membrane. *Eye (Lond)* 2013;27:924-30.
- 13) Ichikawa Y, Imamura Y, Ishida M. Metamorphopsia and tangential retinal displacement after epiretinal membrane surgery. *Retina* 2017;37:673-9.
- 14) Okamoto F, Sugiura Y, Okamoto Y, et al. Associations between metamorphopsia and foveal microstructure in patients with epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53:6770-5.
- 15) Niwa T, Terasaki H, Kondo M, et al. Function and morphology of macula before and after removal of idiopathic epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:1652-6.
- 16) Lim JH, Han YS, Lim HB, et al. Early foveal pit contour recovery after idiopathic epiretinal membrane surgery as a long-term post-

- operative visual prognosis factor. J Retin 2020;5:29-36.
- 17) Takabatake M, Higashide T, Udagawa S, Sugiyama K. Postoperative changes and prognostic factors of visual acuity, metamorphopsia, and aniseikonia after vitrectomy for epiretinal membrane. Retina 2018;38:2118-27.
 - 18) Kim HJ, Kang JW, Chung H, Kim HC. Correlation of foveal photoreceptor integrity with visual outcome in idiopathic epiretinal membrane. Curr Eye Res 2014;39:626-33.
 - 19) Kishi T, Watanabe A, Yoshimine S, et al. Long-term course following vitreous surgery for epiretinal membrane. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina 2019;50:e105-11.
 - 20) Kim JY, Kim DY, Kim KT, et al. Visual prognostic factors of epiretinal membrane surgery in patients with pseudophakia. Ophthalmologica 2020;243:43-50.
 - 21) Jeon S, Jung B, Lee WK. Long-term prognostic factors for visual improvement after epiretinal membrane removal. Retina 2019;39:1786-93.
 - 22) Govetto A, Virgili G, Rodriguez FJ, et al. Functional and anatomical significance of the ectopic inner foveal layers in eyes with idiopathic epiretinal membranes: surgical results at 12 months. Retina 2019;39:347-57.
 - 23) Sato T, Mori R, Takahashi S, et al. Retrospective comparison of visual prognosis after vitrectomy for idiopathic epiretinal membranes with and without an ectopic inner foveal layer. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina 2018;49:838-45.
 - 24) Guber J, Pereni I, Scholl HPN, et al. Outcomes after epiretinal membrane surgery with or without internal limiting membrane peeling. Ophthalmol Ther 2019;8:297-303.
 - 25) Schechet SA, DeVience E, Thompson JT. The effect of internal limiting membrane peeling on idiopathic epiretinal membrane surgery, with a review of the literature. Retina 2017;37:873-80.

= 국문초록 =

특발망막전막수술 후 망막의 변위와 변형시의 분석

목적: 특발망막전막 환자에서 유리체절제술 전후 발생하는 망막변위의 정도와 변형시 호전 사이의 상관관계에 대하여 분석하고자 하였다.

대상과 방법: 2017년 1월부터 2018년 12월까지 본원에서 특발망막전막으로 유리체절제술을 시행받은 환자 중 1년 이상 경과 관찰이 가능했던 36안의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 시력, M-CHART를 이용하여 측정한 수평 및 수직 변형시 점수를 기록하였으며 빛간섭단층촬영을 이용하여 수평 및 수직 망막변위를 측정하고 ectopic inner foveal layer (EIFL)의 존재 여부를 기록하였다.

결과: 술 후 망막의 수직변위는 $12.11 \pm 12.04\%$, 수평변위는 $8.09 \pm 11.43\%$ 증가하였으며, 술 후 수평 변형시는 술 전에 비해 유의하게 호전되었고, 수직 변형시는 유의한 호전이 없었다($p=0.019$, $p=0.790$). 망막의 수직변위와 수평 변형시 호전 정도 사이에는 유의한 상관관계가 없었으며 망막의 수평변위와 수직 변형시 호전 정도 역시 유의한 상관관계가 없었다. 술 전 EIFL이 있는 군이 없는 군에 비해 술 전 수평 변형시 점수가 높았으며($p=0.021$), 술 후 수평 변형시 점수도 높았다($p=0.016$). 술 후 EIFL이 사라진 군이 변화가 없는 군에 비해 술 후 수직 변형시 점수가 낮았으며($p=0.001$), 술 후 수평 변형시 점수 역시 유의하게 낮았다($p<0.001$).

결론: 수술 전후 망막의 변위 정도가 변형시 호전 정도와 비례하지는 않았다. 하지만, 술 전 EIFL의 존재 및 술 후 변화가 술 후 변형시에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

〈대한안과학회지 2021;62(5):647-655〉

양희정 / Hee Jung Yang

새빛안과병원
Saevit Eye Hospital