내경계막절편술 및 삽입술을 이용한 황반원공수술의 장기 임상결과

Long-term Clinical Outcomes of Macular Hole Surgery Using Internal Limiting Membrane Flap or Insertion

박상민 · 김종우 · 김철구 · 이동원 · 유수진 · 조한주 · 김재휘

Sang Min Park, MD, Jong Woo Kim, MD, Chul Gu Kim, MD, Dong Won Lee, MD, Su Jin Yoo, MD,
Han Joo Cho, MD, Jae Hui Kim, MD

김안과병원

Kim's Eye Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the long-term outcomes of inverted internal limiting membrane (ILM) flap and ILM insertion in idiopathic macular hole (MH) and to compare the outcomes between the two techniques.

Methods: We retrospectively reviewed the medical records of 17 eyes that underwent an inverted ILM flap procedure (flap group, $n = 9$) or ILM insertion procedure (insertion group, $n = 8$) for idiopathic MH. Within each group, best-corrected visual acuity (BCVA) before surgery was compared with that at the final follow-up. The BCVA at the final follow-up was compared between the two groups. In addition, the incidence of restoration of the external limiting membrane (ELM) and ellipsoid zone was evaluated.

Results: The mean follow-up period was 25.1 ± 13.7 months after surgery. All MHs were closed after the surgery. In all 17 eyes, the logarithm of minimal angle of resolution BCVA had improved significantly from a mean value of 0.88 ± 0.23 before surgery to 0.42 ± 0.23 at the final follow-up ($p < 0.001$). The BCVA was significantly improved in both the flap group (from 0.92 ± 0.25 to 0.37 ± 0.29 , $p = 0.007$) and the insertion group (from 0.83 ± 0.19 to 0.48 ± 0.15 , $p = 0.018$). There was no significant difference in BCVA at the final follow-up between the two groups ($p = 0.075$). The incidence of restoration of the ELM and ellipsoid zone was significantly higher in the flap group (seven eyes, 77.8%) than in the insertion group (one eye, 12.5%).

Conclusions: Both inverted ILM flap and ILM insertion are effective in MH treatment. The restoration of retinal outer layers was better in the flap group. Further studies with a larger study population are needed to evaluate the long-term visual outcomes of the two methods.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(3):329-336

Keywords: Ellipsoid zone, Flap, Insertion, Internal limiting membrane, Macular hole

황반원공은 중심와 부위 망막조직의 결손을 특징으로 하는 질환으로 국내 연간 발생률은 100,000명당 3.14명이며,

65-69세 사이에 가장 발생률이 높은 것으로 알려져 있다.¹

유리체절제술, 내경계막제거술 및 가스/공기 주입술은 황반원공수술의 주된 방법으로 85-96%의 높은 성공률을 보이는 것으로 보고되었다.^{2,3} 그러나 이와 같은 방법으로도 원공을 폐쇄시키기 어려운 경우가 있어 추가적인 방법의 필요성이 대두되었다.

수술 중 제거한 내경계막의 절편을 이용하여 원공 위를 덮거나(inverted flap) 원공 내부로 이식하는(insertion) 방법은 황반원공수술 성공률을 높이기 위해 도입된 기법이다. 초기 연구에서 Michalewska et al⁴은 400 μ m 이상의 큰 황

■ Received: 2020. 9. 8. ■ Revised: 2020. 10. 8.

■ Accepted: 2021. 2. 24.

■ Address reprint requests to **Jae Hui Kim, MD**
Kim's Eye Hospital, #136 Yeongsin-ro, Yeongdeungpo-gu,
Seoul 07301, Korea
Tel: 82-2-2671-7665, Fax: 82-2-2671-6359
E-mail: kjh7997@daum.net

* 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.

반원공 환자에서 절편술을 이용하여 98%의 수술 성공률을 얻을 수 있다고 보고하였다. Morizane et al⁵은 난치성 황반원공에서 삽입술을 이용하여 90%의 수술 성공률을 얻을 수 있다고 보고하였다. 보다 최근의 연구에서는 상기 두 방법을 비교하였을 때, 원공의 폐쇄율은 비슷하게 나타났으나 내경계막절편술이 내경계막삽입술에 비하여 시세포층이 회복되는 비율이 더 높았으며, 더 나은 시력결과를 보이는 것으로 나타났다.⁶

국내 보고의 경우 Kim et al⁷은 400 μm 이상의 큰 황반원공 5안을 대상으로 내경계막자가삽입술을 시행하여 원공을 완전히 폐쇄시킬 수 있었다고 보고하였으며, Song et al⁸은 800 μm 이상의 큰 황반원공을 12안을 대상으로 다층 속 말림 내경계막절편술을 이용하여 수술을 시행한 결과 75%에서 원공이 폐쇄되었다고 보고하였다. 현재까지 국내 보고의 경우 거의 대부분 1년 이내로 추적 관찰한 결과였으며, 보다 장기간의 결과에 대한 보고는 없었다.

본 연구에서는 특발성 황반원공에서 내경계막절편술 또는 내경계막삽입술의 장기간 시력 및 해부학적 결과를 분석하였다. 추가적으로 두 수술 기법 사이의 결과를 서로 비교하였다.

대상과 방법

본 후향적 연구는 단일 기관에서 헬싱키선언에 입각하여 시행되었으며, Institutional Review Board (IRB) 승인을 획득하였다(Kim's Eye Hospital IRB, No.2020-08-005). 특발성 황반원공으로 진단받은 후 2015년 1월부터 2019년 4월 사이에 4명의 술자에 의해 내경계막절편술 혹은 내경계막삽입술을 이용한 수술을 시행받은 연속 증례를 대상으로 의무기록을 분석하였다. 추적 관찰 기간이 12개월 이상인 경우만 연구에 포함하였다. 다음과 같은 경우 연구에서 제외하였다: 1) 황반원공을 유발할 수 있는 이차적인 원인이 있는 경우, 2) 망막혈관폐쇄 또는 당뇨망막병증, 3) 이전에 유리체망막수술을 시행받은 경우.

수술은 다음과 같은 방법으로 시행되었다. 23게이지 평면부 유리체절제술 후 0.125% 인도시아닌그린 용액을 유리체강 내로 주입하여 내경계막을 염색하였으며, 원공 부위를 중심으로 1-2유두직경(disc diameters) 범위로 내경계막을 제거하였다. 이후 제거된 내경계막 절편을 뒤집어 황반원공 위를 덮거나(inverted flap) 황반원공 내부로 삽입하였다(insertion) (Fig. 1). 내경계막절편술의 경우 황반원공을 완전히 덮고도 어느 정도 여유가 있도록 충분히 큰 내경계막 절편을 제작하였다. 절편 제작 시 절편의 일부는 망막에 유착된 상태를 유지하기 위해 주의를 기울였는데, 이와

같은 방법을 통해 액체공기교환술(fluid-air exchange)을 시행하는 도중 절편의 위치가 이탈하는 것을 방지하고자 하였다. 제작된 절편이 접히거나 말리지 않은 편평하게 퍼진 상태로 황반원공의 입구에 위치시켰다. 내경계막삽입술을 시행하는 경우 내경계막 절편을 집게(forceps)를 이용하여 황반원공 내부로 밀어 넣었는데, 이 과정에서 절편이 접히거나 말리는 것은 허용되었다. 절편이 너무 큰 경우 원공 내로 삽입하기 어렵거나 삽입 후에도 많은 부분이 원공 밖으로 노출될 수 있으므로 절편 제작 시 삽입하기 적절한 크기로 제작하기 위해 노력하였다. 내경계막절편술을 시행하는 경우와 비슷하게 절편의 일부가 망막에 유착된 상태로 삽입한 경우도 있었으나 절편을 망막에서 완전히 분리시킨 후 삽입한 경우도 있었다.

두 방법을 선택하는 데 있어서 확립된 기준은 없었으며, 수술 중 술자의 판단에 따라 어떤 방법을 이용할지 결정하였다. 수술을 마치기 전 octafluoropropane 혹은 sulfur hexafluoride 가스를 유리체강 내에 주입하였다. 백내장이 함께 진단된 환자의 경우 의사의 판단에 따라 유리체절제술과 함께 백내장수술을 시행하였다. 백내장수술은 2.8 mm의 투명 각막절개를 이용한 수정체유화술 후 접합인공수정체 삽입술을 시행하는 방식으로 진행되었다. 수술 후 의사의 판단에 따라 1-2주 동안 엎드린 자세를 유지하였다. 추적 관찰 기간 중 백내장의 진행이 관찰된 경우 백내장수술을 추가로 시행하였다.

전체 환자를 수술 방식에 따라 두 군으로 구분하였는데, 내경계막 절편을 뒤집어 황반원공 위를 덮은 경우를 절편군, 내경계막을 황반원공 내부로 삽입한 경우 삽입군으로 구분하였다. 술 후 시력 및 해부학적 결과는 술 후 1개월, 6개월 및 최종 추적 관찰 시점에 확인하였다. 정확하게 술

Figure 1. A depiction showing method of internal limiting membrane (ILM) flap technique (A, B) and ILM insertion technique (C). (A) In ILM flap technique, the removed ILM is placed on top of the macula hole (MH) to completely block the hole. To impede dislocation of the flap during fluid-air exchange procedure, part of margin of the flap was remained attached to the retina (B, arrowheads). (C) In ILM insertion technique, the removed ILM is folded and inserted into MH.

후 1개월 및 6개월 시점에 환자가 병원에 방문하지 않은 경우 가장 가까운 방문 시점에 검사한 결과를 분석에 이용하였다. 각 시점의 최대교정시력을 확인하였으며, 빛간섭단층촬영 결과를 분석하여 외경계막(external limiting membrane)과 타원체구역(ellipsoid zone)의 회복 여부를 확인하였다.

전체 환자를 대상으로 술 전 시력과 최종추적 관찰 시 시력을 서로 비교하였다. 절편군과 삽입군으로 나누어 시행한 분석에서는 각 군 내에서 술 전 시력과 최종추적 관찰 시 시력을 비교하였으며, 추가적으로 양 군 사이에 다음과 같은 인자들을 서로 비교하였다: 나이, 성별, 안축장, 황반원공의 크기, 수술 시 이용한 가스의 종류, 추적 관찰 기간, 연구 기간 동안의 백내장수술 여부, 술 전 시력, 최종추적 관찰 시 시력, 최종추적 관찰 시 외경계막과 타원체구역의 회복 여부, 술 전에서 최종추적 관찰 시까지 시력의 변화량.

통계 분석에는 SPSS 프로그램(SPSS ver. 12.0 for Windows; IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. Wilcoxon signed-ranks test를 이용하여 서로 다른 두 시점에 측정된 값을 비교하였으며, Mann-Whitney *U* test 및 Fisher's exact test를 이용하여 서로 다른 두 군 사이의 값을 비교하였다. 0.05 미만의 *p*값을 통계적으로 유의한 값으로 정의하였다.

결 과

연구 기간 중 내경계막절편술 혹은 내경계막삽입술을 시행받은 환자는 총 21명이었으며, 이들 중 4안의 경우 추적 관찰 기간 12개월 미만으로 연구에서 제외되었다. 나머지 17명(17안)을 대상으로 결과를 분석하였으며(Table 1), 평균 연령은 60.5 ± 9.9 세였다. 황반원공의 평균 크기는 $563.6 \pm 135.6 \mu\text{m}$ 였으며, 17안 모두에서 후유리체박리가 동반되

어 있었다. 평균 구면렌즈대응치는 -0.68 ± 2.02 diopter였다. 황반원공수술 시 15안은 유수정체안, 2안은 위수정체안이었는데, 유수정체 15안 중 11안에서 진단 시 백내장이 관찰되었다. 핵백내장만 관찰된 경우는 4안, 피질백내장만 관찰된 경우는 1안, 핵백내장과 피질백내장이 같이 관찰된 경우는 3안, 핵백내장과 전낭하백내장이 같이 관찰된 경우는 1안, 핵백내장과 후낭하백내장이 같이 관찰된 경우는 2안이었다. 유수정체 15안 중 8안은 황반원공수술 중 백내장수술을 같이 시행받았으며, 5안은 황반원공수술 후 추적 관찰 기간 중에 백내장수술을 시행받았다. 결과적으로 최종 추적 관찰 시 유수정체 안은 2안이었다. 최대교정시력은 술

Table 1. Characteristics of included patients (n = 17)

Characteristic	Value
Age (years)	60.5 ± 9.9
Sex (male:female)	5 (29.4):12 (70.6)
Hypertension	7 (41.2)
Diabetes mellitus	2 (11.8)
Phakia:pseudophakia	15 (88.2):2 (11.8)
Axial length (mm)	24.3 ± 1.3
Size of macular hole (μm)	563.6 ± 135.6
Best-corrected visual acuity (logMAR)	0.88 ± 0.23
Spherical equivalents (diopters)	-0.68 ± 2.02
Surgical technique	
Inverted ILM flap	9 (52.9)
ILM insertion	8 (47.1)
Type of gas used for the surgery	
C3F8	7 (41.2)
SF6	10 (58.8)

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation or number (%). LogMAR = logarithm of minimal angle of resolution; ILM = internal limiting membrane; C3F8 = octafluoropropane; SF6 = sulfur hexafluoride.

Figure 2. Changes in best-corrected visual acuity (BCVA), according to follow-up period. (A) Changes in all 17 eyes. (B) Solid line indicates eyes underwent surgery with inverted internal limit membrane (ILM) flap technique, whereas dashed line indicates eyes underwent surgery with ILM insertion technique. Statistical analysis was performed using Wilcoxon signed-ranks test. logMAR = logarithm of minimal angle of resolution; Op. = operation; M = month; F/U = follow-up.

전 0.88 ± 0.23 에서 술 후 1개월에 0.65 ± 0.25 , 6개월에 0.55 ± 0.29 , 최종추적 관찰 시 0.42 ± 0.23 으로 측정되었으며(Fig. 2A), 최종추적 관찰 시 시력은 술 전 시력에 비해 유의하게 호전되었다($p < 0.001$).

9안은 절편군, 8안은 삽입군에 포함되었다. 절편군의 경우 최대교정시력은 술 전 0.92 ± 0.25 에서 술 후 1개월에 0.58 ± 0.28 , 6개월에 0.48 ± 0.35 , 최종추적 관찰 시 0.37 ± 0.29 로 측정되었으며(Fig. 2B), 최종추적 관찰 시 시력은 술 전 시력에 비해 유의하게 호전되었다($p = 0.007$). Fig. 3는 절편군의 대표 증례를 보여준다. 외경계막의 경우 술 후 1개월에 6안(66.7%)에서 회복되었으며, 6개월에 8안(88.9%), 최종추적 관찰 시 8안(88.9%)에서 회복되었다(Table 2). 타 원체구역의 경우 술 후 1개월에는 회복이 관찰되지 않았으

Table 2. Incidence of restoration of external limiting membrane and ellipsoid zone after surgery, according to follow-up period

	Follow-up after surgery		
	1 month	6 months	Final follow-up
Inverted ILM flap group (n = 9)			
Restoration of ELM	6 (66.7)	8 (88.9)	8 (88.9)
Restoration of ellipsoid zone	0	3 (33.3)	7 (77.8)
Restoration of both ELM and ellipsoid zone	0	3 (33.3)	7 (77.8)
ILM insertion group (n = 8)			
Restoration of ELM	0	2 (25.0)	3 (37.5)
Restoration of ellipsoid zone	0	1 (12.5)	1 (12.5)
Restoration of both ELM and ellipsoid zone	0	1 (12.5)	1 (12.5)

Values are presented as number (%).

ILM = internal limiting membrane; ELM = external limiting membrane.

Figure 3. A representative case showing long-term follow-up outcome in an eye underwent macular hole surgery using inverted internal limiting membrane flap technique. A 64-year-old patient was diagnosed with macular hole and cataract in the left eye (A, B). The visual acuity was 0.1. One month after vitrectomy and cataract surgery (C, D), macular hole was closed accompanied with restoration of subfoveal external limiting membrane (D, arrow). Arrowheads indicate internal limiting membrane flap (D). Thirteen months after surgery (E, F), restoration of subfoveal ellipsoid zone was also noted (F, arrows) and the visual acuity was improved to 0.5.

며, 6개월에 3안(33.3%), 최종추적 관찰 시 7안(77.8%)에서 회복되었다. 외경계막과 타원체구역이 모두 회복된 경우는 술 후 1개월에는 없었으며, 6개월에 3안(33.3%), 최종추적 관찰 시 7안(77.8%)이었다.

삽입군의 경우 최대교정시력은 술 전 0.83 ± 0.19 에서 술 후 1개월에 0.73 ± 0.18 , 6개월에 0.64 ± 0.19 , 최종추적 관찰 시 0.48 ± 0.15 로 측정되었으며(Fig. 2B), 최종추적 관찰 시 시력은 술 전 시력에 비해 유의하게 호전되었다($p=0.018$). Fig. 4는 삽입군의 대표 증례를 보여준다. 외경계막의 경우 술 후 1개월에는 회복이 관찰되지 않았으며, 6개월에 2안(25.0%), 최종추적 관찰 시 3안(37.5%)에서 회복되었다(Table 2). 타원체구역의 경우 술 후 1개월에는 회복이 관찰되지 않았으며, 6개월에 1안(12.5%), 최종추적 관찰 시 1안

(12.5%)에서 회복되었다. 외경계막과 타원체구역이 모두 회복된 경우는 술 후 1개월에는 관찰되지 않았으며, 6개월에 1안(12.5%), 최종추적 관찰 시 1안(12.5%)이었다.

절편군과 삽입군을 비교하였을 때, 절편군에서 외경계막과 타원체구역이 모두 회복된 비율($p=0.015$)이 유의하게 더 높았다. 나이($p=0.815$), 성별($p=1.000$), 안축장($p=0.606$), 황반원공의 크기($p=0.074$), 수술 시 이용한 가스의 종류($p=1.000$), 추적 관찰 기간($p=0.370$), 연구 기간 동안의 백내장수술 여부($p=1.000$), 술 전 시력($p=0.481$), 최종추적 관찰 시 시력($p=0.074$), 시력의 변화량($p=0.059$)의 경우 양 군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 3).

Figure 4. A representative case showing long-term follow-up outcome in an eye underwent macular hole surgery using internal limiting membrane insertion technique. A 60-year-old patient was diagnosed with macular hole and cataract in the right eye (A, B). The visual acuity was 0.1. One month after vitrectomy (C, D), macular hole was closed. However, there was no restoration of subfoveal external limiting membrane and ellipsoid zone (D). Arrowheads indicate inserted internal limiting membrane (D). The patient underwent cataract surgery 10 months after vitrectomy. Twenty-one months after vitrectomy (E, F) the visual acuity was improved to 0.3. However, restoration of subfoveal external limiting membrane and ellipsoid zone was not noted (arrows).

Table 3. Comparison of characteristics between ILM flap group and ILM insertion group

Characteristic	Inverted ILM flap group (n = 9)	ILM insertion group (n = 8)	p-value
Age (years)	61.1 ± 8.8	59.9 ± 11.6	0.815*
Sex (male:female)	3 (33.3):6 (66.7)	2 (25.0):6 (75.0)	1.000†
Axial length (mm)	24.1 ± 1.3	24.6 ± 1.6	0.606*
Size of macular hole (μm)	501.1 ± 91.9	633.9 ± 147.4	0.074*
Type of gas (SF6:C3F8)	5 (55.6):4 (44.4)	5 (62.5):3 (37.5)	1.000†
Follow-up period	22.6 ± 12.9	27.9 ± 14.9	0.370*
Cataract surgery during study period	7 (77.8)	6 (75.0)	1.000†
BCVA before surgery (logMAR)	0.92 ± 0.25	0.83 ± 0.19	0.481*
BCVA at final follow-up (logMAR)	0.37 ± 0.29	0.48 ± 0.15	0.074*
Restoration of both ELM and ellipsoid zone at final follow-up	7 (77.8)	1 (12.5)	0.015†
Change in BCVA (logMAR)	0.55 ± 0.21	0.35 ± 0.12	0.059*

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

ILM = internal limiting membrane; C3F8 = octafluoropropane; SF6 = sulfur hexafluoride; BCVA = best-corrected visual acuity; logMAR = logarithm of minimal angle of resolution; ELM = external limiting membrane.

*Statistical analysis was performed using Mann-Whitney *U* test; †statistical analysis was performed using Fisher's exact test.

고 찰

내경계막절편술과 삽입술은 큰 황반원공이나 재발한 황반원공, 또는 황반원공에 동반된 망막박리수술에 주로 이용되어 왔는데, 술 후 높은 황반원공 폐쇄율과 함께 유의한 시력호전을 얻을 수 있는 것으로 보고되었다.⁴⁻¹² Shioda et al¹³은 원숭이의 눈을 이용하여 황반원공수술 및 내경계막절편술을 시행 후 조직학적인 변화를 관찰하였다. 수술 후 10일에 황반원공폐쇄와 함께 glial fibrillary acidic protein-positive cell이 내경계막 주변을 감싸는 것이 관찰되었으며, Müller cell들의 이동 역시 관찰되었다. 이와 같은 결과를 바탕으로, 저자들은 내경계막이 Müller cell의 이동과 증식에 골격(scaffold)역할을 하여 황반원공폐쇄를 촉진시킨다고 추측하였다.¹³

비록 내경계막절편술과 삽입술이 황반원공수술 성공률을 높여줄 수 있다 해도 술 후 망막 미세구조 및 시력의 회복이라는 측면에서는 내경계막을 제거하는 기존의 방식에 비해 열등하다는 연구 결과도 보고되어 있다. Iwasaki et al¹⁰은 내경계막절편술을 시행한 14안과 기존의 방식으로 내경계막을 제거한 10안의 수술 결과를 서로 비교하였는데, 술 후 외경계막과 타원체구역이 회복되는 비율과 시력이 회복되는 정도가 절편술을 시행한 안에서 더 낮은 것으로 나타났다. 그러나 보다 많은 안을 대상으로 한 Rizzo et al¹⁴의 연구에서는 내경계막절편술을 시행한 320안에서 기존의 방법대로 내경계막을 제거한 300안에 비해 황반원공폐쇄율이 높았을 뿐 아니라 최종 시력도 더 좋은 것으로 나타났다. 내경계막절편술이 시력회복이라는 측면에서 기존의 방법에 비해 우월 혹은 열등한가에 대해서는 아직 완전히 결론이 나지 않았으며, 추가적인 연구가 필요한 상태이다.

내경계막절편술과 삽입술의 결과를 비교하였을 때에는 일반적으로 절편술의 시력결과가 더 나은 것으로 알려져 있다. Park et al⁶은 500 μm 이상 크기의 황반원공으로 진단된 41안을 대상으로 절편술과 삽입술의 6개월 임상결과를 서로 비교하였다. 술 후 41안 모두에서 황반원공은 폐쇄되었으나 타원체구역과 외경계막의 회복이 절편술을 시행받은 군에서 38.9% 관찰된 반면, 삽입술을 시행받은 군에서는 타원체구역과 외경계막의 회복이 관찰되지 않아 뚜렷한 차이가 있었다. 술 후 측정된 시력 역시 절편술을 시행받은 군에서 유의하게 더 좋았다.⁶ 저자들은 이식된 내경계막이 망막 조직이 연결 및 시세포 재배열에 장벽 역할을 할 수 있으며, 내경계막을 원공으로 삽입하는 과정에서 망막 색소상피가 손상될 수 있어 술 후 망막외층과 시력의 회복에 악영향을 미칠 수 있을 것이라 추측하였다.⁶ Zhu et al¹¹은 황반원공에 동반된 망막박리 환자에서 절편술과 삽입술의 12개월 결과를 서로 비교하였는데, 양 군 모두에서 유의한 시력 전이 나타났으나 절편술을 시행받은 경우 황반원공 폐쇄율이 더 높았을 뿐 아니라 시력결과도 더 좋았다.

술 후 장기 추적 관찰한 본 연구의 결과 역시 기존의 연구들과 비슷한 경향을 보였다. 절편술과 삽입술을 시행받은 경우 모두에서 황반원공이 폐쇄되었으며, 유의한 시력의 호전이 나타났다. 그러나 시력 및 망막미세구조의 호전은 절편술을 시행받은 경우 더 나은 결과를 보이는 경향이 있었다. 술 후 평균 약 25개월의 추적 관찰 기간이 지난 후에도 삽입군의 거의 대부분에서 외경계막과 타원체구역의 회복이 나타나지 않았다. 특히 술 후 6개월에 내경계막과 타원체구역의 회복이 나타나지 않았던 안들 중 최종추적 관찰 시에 회복이 나타난 안은 일부에 불과하였다. 반면 절편군의 경우 시간의 경과에 따라 지속적인 해부학적 호전

이 나타나는 경향을 보였는데, 외경계막과 타원체구역이 모두 회복된 경우는 술 후 6개월에 33.3%로 Park et al⁶의 연구와 비슷한 비율을 보였으나 최종추적 관찰 시에는 77.8%로 그 비율이 뚜렷하게 상승하였다. 술 후 시력호전 정도의 경우 절편군에서 평균 logMAR 0.55, 삽입군에서 평균 logMAR 0.35로 절편군에서 더 큰 폭의 시력호전이 나타난 경향이 있었으나 유의한 차이는 아니었다. 그러나 이러한 통계 결과는 본 연구에 포함된 안의 숫자가 적었다는 데에서 기인하였을 가능성이 있다.

황반원공이 성공적으로 폐쇄되는 경우 시간의 경과에 따라 망막외층이 서서히 회복되는데,¹⁵ 이러한 망막외층의 회복은 시력예후와 밀접하게 관련된 인자로 알려져 있다.^{16,17} Lee et al¹⁷의 연구에서는 타원체구역의 회복과 함께 시력 역시 지속적으로 회복되는 결과가 나타났다. Wakabayashi et al¹⁶의 연구에서 외경계막과 타원체구역이 모두 회복된 경우 시력결과가 가장 좋았으며, 수술 3개월째 외경계막이 회복된 경우 12개월 시력결과가 가장 좋았다. 본 연구에서는 절편군에서 보다 높은 비율로 망막외층의 회복이 나타났는데, 이와 같은 해부학적 결과 차이가 시력결과 차이에 영향을 주었을 것으로 추측된다. 본 연구에서는 포함된 안의 대부분에서 연구 기간 중 백내장수술을 시행하였다. 비록 절편군과 삽입군 사이에 백내장수술을 시행받은 비율의 차이는 없었으나 백내장수술이 연구 결과에 일부 영향을 주었을 가능성이 있어, 보다 정확한 결과를 확인하기 위해서는 위수정제안에서 황반원공수술만을 시행한 경우를 대상으로 한 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 의의는 내경계막절편술과 삽입술의 장기 결과를 국내 최초로 보고하고 서로 비교하였다는 것이다. 그러나 본 연구는 다음과 같은 제한점들이 있다. 본 연구는 후향적 연구로 소수의 안을 대상으로 시행되었다. 대부분의 안에서 황반원공수술 시 백내장수술을 같이 시행 받았거나 추적 관찰 기간 중 백내장수술을 시행받았으며, 최초 진단 시 백내장의 정도를 정확하게 평가하지 못하였다. 따라서 황반원공수술 후 망막 구조의 회복에 따른 시력회복 정도만을 평가하기에는 어려운 면이 있었다. 또한 4명의 서로 다른 술자가 수술을 시행하였으며, 2종류의 서로 다른 가스가 이용되었다. 마지막으로 절편술과 이식술을 선택하는데 있어서 명확한 기준이 없었다. 비록 유의한 차이는 아니었으나 삽입군의 황반원공 크기가 절편군에 비해 평균 약 132.8 μm 더 컸는데, 이러한 차이가 시력결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

요약하면 본 연구에서는 특발성 황반원공에서 내경계막절편술 또는 내경계막삽입술의 장기간 시력 및 해부학적 결과를 분석하였는데, 양 군 모두에서 황반원공폐쇄와 함

께 유의한 시력호전이 나타났다. 그러나 양 군을 서로 비교하였을 때, 외경계막과 타원체구역의 회복은 절편술을 시행받은 안에서 뚜렷하게 더 높은 비율로 나타났으며, 시력예후 역시 절편술을 시행받은 안에서 더 나은 경향이 있었다. 향후 더 많은 환자를 대상으로 한 추가 연구를 통해 각 술기에 알맞은 적응증을 밝히고자 하는 시도가 필요할 것이다.

REFERENCES

- 1) Cho SC, Park SJ, Byun SJ, et al. Five-year nationwide incidence of macular hole requiring surgery in Korea. *Br J Ophthalmol* 2019; 103:1619-23.
- 2) Ando F, Sasano K, Ohba N, et al. Anatomic and visual outcomes after indocyanine green-assisted peeling of the retinal internal limiting membrane in idiopathic macular hole surgery. *Am J Ophthalmol* 2004;137:609-14.
- 3) Mester V, Kuhn F. Internal limiting membrane removal in the management of full-thickness macular holes. *Am J Ophthalmol* 2000; 129:769-77.
- 4) Michalewska Z, Michalewski J, Adelman RA, Nawrocki J. Inverted internal limiting membrane flap technique for large macular holes. *Ophthalmology* 2010;117:2018-25.
- 5) Morizane Y, Shiraga F, Kimura S, et al. Autologous transplantation of the internal limiting membrane for refractory macular holes. *Am J Ophthalmol* 2014;157:861-9.e1.
- 6) Park JH, Lee SM, Park SW, et al. Comparative analysis of large macular hole surgery using an internal limiting membrane insertion versus inverted flap technique. *Br J Ophthalmol* 2019;103: 245-50.
- 7) Kim KH, Jung JW, Park SW, et al. Autologous transplantation of internal limiting membrane for the treatment of large macular hole. *J Korean Ophthalmol Soc* 2015;56:1899-905.
- 8) Song DH, Yeom MI, Park JM. The treatment of large macular holes using a multi-layered inverted internal limiting membrane flap technique. *J Korean Ophthalmol Soc* 2018;59:428-36.
- 9) Rossi T, Trillo C, Ripandelli G. Autologous internal limiting membrane transplant for recurrent idiopathic macular holes. *Eur J Ophthalmol* 2020 Feb 11. doi: 10.1177/1120672120906391. [Epub ahead of print]
- 10) Iwasaki M, Kinoshita T, Miyamoto H, Imaizumi H. Influence of inverted internal limiting membrane flap technique on the outer retinal layer structures after a large macular hole surgery. *Retina* 2019;39:1470-7.
- 11) Zhu K, Lei B, Wong W, et al. Comparison of the internal limiting membrane insertion technique and the inverted internal limiting membrane flap technique with vitrectomy to treat macular hole-associated retinal detachment. *Retina* 2021;41:37-44.
- 12) De Novelli FJ, Preti RC, Ribeiro Monteiro ML, et al. Autologous internal limiting membrane fragment transplantation for large, chronic, and refractory macular holes. *Ophthalmic Res* 2015;55: 45-52.
- 13) Shiode Y, Morizane Y, Matoba R, et al. The role of inverted internal limiting membrane flap in macular hole closure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58:4847-55.

- 14) Rizzo S, Tartaro R, Barca F, et al. Internal limiting membrane peeling versus inverted flap technique for treatment of full-thickness macular holes: a comparative study in a large series of patients. *Retina* 2018;38:S73-8.
- 15) Kang SW, Lim JW, Chung SE, Yi CH. Outer foveolar defect after surgery for idiopathic macular hole. *Am J Ophthalmol* 2010;150:551-7.
- 16) Wakabayashi T, Fujiwara M, Sakaguchi H, et al. Foveal micro-structure and visual acuity in surgically closed macular holes: spectral-domain optical coherence tomographic analysis. *Ophthalmology* 2010;117:1815-24.
- 17) Lee JE, Lee SU, Jea SY, et al. Reorganization of photoreceptor layer on optical coherence tomography concurrent with visual improvement after macular hole surgery. *Korean J Ophthalmol* 2008;22:137-42.

= 국문초록 =

내경계막절편술 및 삽입술을 이용한 황반원공수술의 장기 임상결과

목적: 특발성 황반원공에서 내경계막절편술 또는 내경계막삽입술의 장기간 결과를 분석하고, 두 수술 기법 사이의 결과를 서로 비교하고자 한다.

대상과 방법: 특발성 황반원공으로 내경계막절편술(절편술군, 9안) 혹은 내경계막삽입술(삽입술군, 8안)을 시행받은 17안을 대상으로 의무기록을 분석하였다. 각 군에서 술 전 시력을 최종추적 관찰 시의 시력과 서로 비교하였다. 추가적으로 양 군 사이에 외경계막 및 타원체구역 회복 빈도와 최종추적 관찰 시의 시력을 서로 비교하였다.

결과: 술 후 평균 추적 관찰 기간은 25.1 ± 13.7 개월이었으며, 모든 안에서 황반원공이 폐쇄되었다. 전체 17안의 logarithm of minimal angle of resolution 시력은 술 전 평균 0.88 ± 0.23 에서 최종추적 관찰 시 0.42 ± 0.23 으로 유의하게 호전되었다($p < 0.001$). 절편술군(0.92 ± 0.25 에서 0.37 ± 0.29 , $p = 0.007$)과 삽입술군(0.83 ± 0.19 에서 0.48 ± 0.15 , $p = 0.018$) 모두에서 시력은 유의하게 호전되었다. 양 군 사이에 최종추적 관찰 시 시력에는 유의한 차이가 없었다($p = 0.075$). 외경계막 및 타원체구역의 회복 빈도는 절편술군에서 77.8% (7안)로 삽입술군의 12.5% (1안)에 비해 유의하게 높았다.

결론: 내경계막절편술과 삽입술은 황반원공 치료에 효과적인 방법으로 생각된다. 술 후 망막외층의 회복은 절편술군에서 더 나은 결과를 보였다. 두 수술 방법의 장기 시력결과에 대해서는 향후 보다 많은 안을 대상으로 한 연구가 필요할 것이다.

〈대한안과학회지 2021;62(3):329-336〉

박상민 / Sang Min Park

김안과병원
Kim's Eye Hospital