

## 노안환자에서 비구면 미세단안시 라식수술 및 단안시 굴절수술의 임상결과 비교

### Comparison of Clinical Outcomes between Laser Blended Vision and Monovision Laser Refractive Surgery for Presbyopia

이수찬 · 장철원 · 공석준 · 김재우 · 조영주 · 임태형 · 최기용 · 조범진

Suchan Lee, MD, Cheolwon Jang, MD, Seok Joon Kong, MD, Jae Woo Kim, MD, Young Joo Cho, MD,  
Tae Hyung Lim, MD, Kee Yong Choi, MD, PhD, Beom Jin Cho, MD, PhD

한길안과병원

HanGil Eye Hospital, Incheon, Korea

**Purpose:** To compare the efficacy and safety of Laser Blended Vision (LBV) and monovision laser refractive surgery (monovision) for presbyopia correction in patients with myopia.

**Methods:** This retrospective comparative study included 42 eyes of 21 patients with LBV and 50 eyes of 25 patients with monovision. Monocular and binocular distance, intermediate and near visual acuity, and refractive changes were evaluated pre-operatively and 3 months after the surgery and compared. The patients in the LBV group underwent further evaluation of spherical aberration 3 months after the surgery and treatment satisfaction 3-6 months after the surgery.

**Results:** The mean age of the patients was 47.9 years in the LBV group and 41.7 years in the monovision group. Three months after surgery, the spherical equivalents were  $+0.11 \pm 0.17$  D in the dominant eye and  $-1.52 \pm 0.36$  D in the non-dominant eye in the LBV group. In contrast, the spherical equivalents were  $+0.23 \pm 0.26$  D in the dominant eye and  $-0.82 \pm 0.28$  D in the non-dominant eye in the monovision group. All patients achieved a binocular uncorrected distance visual acuity of 0.10 (log MAR) or better, and 86% of the LBV group and 100% of the monovision group achieved a binocular uncorrected intermediate visual acuity of better than 0.10. Moreover, 95% of the LBV group and 100% of the monovision group achieved a binocular uncorrected near visual acuity of better than 0.18. In the LBV group, mean spherical aberration increased after surgery than before, but it was not statistically significant. Complications such as corneal opacity that could decrease visual acuity were absent in both groups. Overall patient satisfaction after surgery was 80% in the LBV group.

**Conclusions:** Despite the relatively higher mean age of the LBV group, both groups showed similar results regarding presbyopia correction in patients with myopia.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(12):1840-1848

**Keywords:** Laser blended vision, Monovision, Myopia, Presbyopia

■ Received: 2016. 8. 18.      ■ Revised: 2016. 9. 9.

■ Accepted: 2016. 11. 22.

■ Address reprint requests to **Beom Jin Cho, MD, PhD**  
HanGil Eye Hospital, #35 Bupyeong-daero, Bupyeong-gu,  
Incheon 21388, Korea  
Tel: 82-32-503-3322, Fax: 82-32-504-3322  
E-mail: chobjn@empas.com

눈의 조절력은 10대 이후부터 감소하기 시작하여 40세 이후가 되면 4.5 diopter (D) 이하로 줄어들면서 정시안에서 근거리 작업에 불편한 증세가 나타나기 시작한다.<sup>1,2</sup> 이러한 상태를 노안이라고 하며 이를 극복하기 위해 다양한 방법이 고안되었다.<sup>3</sup> 보존적 방법으로 다초점 안경이나 단안시 콘택트렌즈의 사용 등이 있으며, 수술적 방법으로는 백내장 수술 시 다초점 인공수정체 삽입술, 조절 인공수정체 삽입

© 2016 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.

술, 단안시 단초점 인공수정체 삽입술 등이 있다.<sup>4,7</sup> 하지만 다초점 안경이나 콘택트렌즈의 경우 영구적 교정이 아니며 도구를 사용해야 되는 번거로움이 있고 인공수정체의 경우 백내장이 없는 환자에게는 사용이 제한되는 단점이 있다. 최근 각막내 삽입형 인레이가 개발되었으나 현재 임상경험이 많지 않고 추후 노안 치료로서의 역할이 기대되는 상황이다.<sup>8,9</sup> 이에 따라 실제적으로 이러한 문제점을 극복하기 위해 사용될 수 있는 방법으로는 레이저를 이용한 각막 절삭 굴절교정수술과 기존 콘택트렌즈에 사용하던 단안시 방법을 접목시킨 고식적 단안시 레이저 굴절 수술(monovision laser refractive surgery)이 있다. 단안시란 우세안은 원거리를, 비우세안은 근거리를 볼 수 있도록 굴절도를 교정하는 방법으로 과거 콘택트 렌즈를 사용할 경우 60-80%의 성공률을 보인다고 알려져 있었다.<sup>4,10,11</sup> 이러한 단안시법이 라식이나 라섹수술에 응용된 monovision의 경우 Goldberg<sup>12</sup>는 96%의 환자 만족도를, Miranda and Krueger<sup>13</sup>는 92%의 환자 만족도를 보인다고 보고한 바 있다. 하지만 양안의 굴절부등으로 인한 입체시 저하 및 노안 정도가 심한 환자의 경우 중간거리 시력이 좋지 않을 가능성이 제기되었으며 이를 극복하고자 1.5D 이하 정도의 부등시만 허용하는 미세 단안시법과 광학부 3-6 mm 영역을 비구면으로 만들어 초점 심도를 증가시키는 비구면 미세단안시 라식수술(laser blended vision, LBV)이 개발되었다.<sup>14,15</sup> 기존 monovision 연구에 의하면 원거리 나안시력이 minimal angle of resolution (logMAR) 시력으로 0.00 이상인 경우가 31-81%였으며 근거리 나안 시력이 0.18 이상인 경우가 93-100%였다.<sup>16-19</sup> 이에 반해 LBV의 경우 원거리 나안시력이 0.00 이상인 경우가 83-100%, 근거리 나안 시력이 0.18 이상인 경우가 75-99%였다.<sup>15,19-21</sup> 하지만 저자들이 아는 한 LBV와 monovision을 직접적으로 비교한 연구는 없었기에 두 그룹의 임상결과를 비교하여 LBV의 임상적 효용성을 알아보려고 하였다.

## 대상과 방법

2012년 1월 1일부터 2014년 9월 31일까지 본원에서 LBV나 monovision을 받은 환자를 대상으로 후향적으로 의무기록을 조사하였다. 연구에 앞서 한길안과병원 임상시험심사위원회와 윤리위원회의 심사를 통과하였다. 술 전 최대 교정시력 0.8 이상이며 3개월 이상 추적 관찰이 가능하였던 근시 환자 중 이전에 각막이나 망막 수술을 받았거나 중등도 이상의 각막 혼탁 또는 백내장, 녹내장, 포도막염, 망막 질환 등 시력에 영향을 줄 수 있는 과거력이나 수술력을 가진 환자를 제외하였다. 최종적으로 LBV를 시행 받은 21명 42안, monovision을 시행 받은 25명 50안의 환자가 본 연구에 포함되었다.

## 수술 전 검사

모든 환자에서 수술 전 현성 굴절검사를 기준으로 단안과 양안에서 원거리, 근거리, 중간거리의 나안시력과 최대교정시력을 각각 측정하였으며, 안압검사, 세극등현미경검사, FDT 시야검사(frequency doubling technology, Zeiss-Humphrey Systems, New York, NY, USA), 안저검사, 각막두께검사, 각막곡률검사(ARK-530A®, Nidek, Gamagori, Japan), OQAS® (optical quality analysis system, Visiometrics S.L., Castelldefels, Spain) 검사, Pentacam® (OCULUS, Wetzlar, Germany)을 이용한 각막지형도 검사를 포함한 전반적인 안과 검사를 시행하였다. LBV군에서는 i-Trace® (Tracey Technology Inc., Houston, TX, USA)를 추가로 시행하였다. 원거리, 중간거리, 근거리 시력은 각각 4 m, 80 cm, 33-40 cm 거리에서 측정하였으며 원거리는 전자시표계(CCP-3100, HUVITZ Co., Ltd., Gunpo, Korea), 중간거리는 Logarithmic Visual Acuity Chart 2000 New ETDRS (Precision Vision), 근거리는 Jaeger 시력표를 이용하여 측정하였으며 모든 시력은 측정 후 logMAR시력으로 환산하였다. 수술 전 우세안을 결정하기 위해 가운데 작은 구멍이 있는 카드를 고정된 후 카드의 구멍을 통해 먼 곳의 목표물을 주시하게 하는 hole in the card test를 시행하였다. 이후 한 눈씩 교대로 감고 구멍을 통해 사물을 보았을 때 사물이 보이는 쪽의 눈을 우세안으로 결정하였다. 수술량을 결정하기 위해 양안을 최대교정 상태로 만든 후 비우세안에 나이별 단안시 계산도표를 이용하여 40세 +1.25D를 기준으로 환자의 연령이 5세 증가할 때마다 +0.25D씩 렌즈를 더하고 검사를 시작하였다. 이후 양안으로 원거리 시력표를 주시하게 하여 흐려 보이는지 확인하고 흐려 보이면 비우세안에 +0.25D씩 렌즈를 감하였다. 흐려 보이지 않는 상태에서 양안 원거리 시력이 0.10 이상이 되는지 확인하고 환자의 생활 패턴에 따라 33-40 cm 거리에서 양안 근거리 시력이 0.18 이상이 되는지 확인하였다. 환자가 불편하지 않으면 비우세안의 덧댐굴절력을 마이너스로 환산하여 수술 목표로 정하였다. 수술의 구면렌즈대응치(spherical equivalent, SE) 목표는 monovision의 경우 우세안은 0D, 비우세안은 -0.5~-1.5D 사이로 하였으며, LBV의 경우 이론상 중간거리의 넓은 혼합영역을 형성하기에 환자 적응도가 좀 더 쉬울 것으로 예측하였기에 혼합영역을 해치지 않는 범위라고 추측하는 범위 내에서 근거리 시력을 향상시키기 위해 monovision보다 좀 더 큰 굴절부등을 허용하여 우세안에서 0D, 비우세안에서 -0.5~-2.5D 사이의 구면렌즈 대응치를 목표로 하였다. 추가로 LBV 군에서는 수술 전에 동공 크기를 6 mm 크기로 고정시킨 후 산동하지 않은 상태에서 i-Trace®를 이용하여 구면수차를 측정하였다.

## 수술 방법

모든 수술은 2명의 술자(CKY, CBJ)에 의해 Alcaine® (0.5% proparacaine hydrochloride, Alcon, Fort Worth, TX, USA) 점안마취하에서 시행되었다. LBV의 경우 엑시머레이저 MEL90 (Carl Zeiss Meditec, Oberkochen, Germany)과 VisuMax FS 레이저(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany), CRS-Master 소프트웨어(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)를 이용하여 시행하였다. 점안 마취 후 VisuMax FS 레이저를 이용하여 두께 110  $\mu\text{m}$ 의 각막절편을 만들고 CRS-Master 소프트웨어와 MEL90 엑시머레이저를 이용하여 6.5 mm 광학부에서 굴절이상을 교정하였으며, 주변부 3-6 mm를 비구면으로 절삭하였다. Monovision의 경우 라식과 라섹을 모두 포함하였으며 monovision 라식 수술은 VisuMax FS 레이저를 이용하여 두께 100  $\mu\text{m}$ 의 각막절편을 만든 후 WaveLight EX 500 엑시머레이저(Alcon, Fort Worth, TX, USA)로 6.0 mm의 광학부에서 굴절이상을 교정하였으며, 라섹수술은 20% 알코올 용액을 20초간 점적하여 각막 상피를 제거한 후 EX 500 엑시머레이저로 6.5 mm의 광학부에서 굴절이상을 교정하였다. Monovision 라섹의 경우 수술 후 실리콘 하이드로겔 치료용 콘택트렌즈(ACUVUE® OASYS®, Johnson & Johnson Vision Care Inc., Jacksonville, FL, USA)를 1주간 사용하였다. 모든 굴절 교정 수술 환자들은 수술 후 Vigamox® (Alcon, Fort Worth, TX, USA)를 1주일간 하루 4차례 사용하였으며, Fluometholon® (Fluorometholone, Santen, Osaka, Japan)을 1달간 하루 4차례 사용 후 4주에 걸쳐 점차 감량하도록 하였다.

## 수술 후 검사

수술 후 3개월에 시력, 현성굴절검사, 안압검사, 세극등현미경검사, 광학수차 검사가 이루어졌으며, 단안 및 양안의 원거리, 중간거리, 근거리 나안시력과 최대교정시력을 각각 4 m, 80 cm, 33-40 cm 거리에서 측정하였다. Mann-Whitney U-test와 Wilcoxon signed rank test 통계분석을 이용하여 LBV와 monovision의 임상 결과를 비교하였다. LBV의 경우 수술 3개월 이후에 Kang et al<sup>20</sup>의 보고를 참고하여 만든 설문지를 통하여 수술 만족도, 불편사항, 재선택 및 다른 사람에게 추천 여부 등 주관적인 만족도 등에 대해 조사하였다. 각 항목의 경우 5점 만점으로 평가가 이루어졌으며 4점 이상이면 만족한 것으로 간주하였다(Appendix 1). 통계분석은 SPSS statistics 17.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여  $p$ 값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 의미가 있다고 간주하였다.

## 결 과

LBV를 시행 받은 환자는 21명, 42안으로 남자가 6명, 여자가 15명이었으며 monovision을 시행 받은 환자는 25명 50안으로 남자가 4명, 여자가 21명이었다. 평균나이는 LBV군에서  $47.90 \pm 4.72$ 세, monovision군에서  $41.68 \pm 1.93$ 세였다(Table 1). 대상 환자군은 모두 근시안이었으며 단안의 원거리 최대 교정시력은 0.10 이상이었다. 수술 전 LBV군의 평균 구면렌즈대응치는 우세안이  $-2.38 \pm 2.48\text{D}$  ( $-2.50 \sim -5.25\text{D}$ ), 비우세안이  $-2.23 \pm 2.77\text{D}$  ( $-2.25 \sim -5.75\text{D}$ )였으며 monovision 군의 평균 구면렌즈대응치는 우세안이  $-3.37 \pm 2.40\text{D}$  ( $-1.25 \sim -7.75\text{D}$ ), 비우세안이  $-3.21 \pm 2.55\text{D}$  ( $-1.25 \sim -6.75\text{D}$ )였다. 수술 3개월 후 LBV 군의 평균 구면렌즈대응치는 우세안이  $+0.11 \pm 0.17\text{D}$  ( $0 \sim +0.50\text{D}$ ), 비우세안이  $-1.52 \pm 0.36\text{D}$  ( $-1.00 \sim -2.25\text{D}$ )였으며 monovision 군의 평균 구면렌즈대응치는 우세안이  $+0.23 \pm 0.26\text{D}$  ( $0 \sim +0.50\text{D}$ ), 비우세안이  $-0.82 \pm 0.28\text{D}$  ( $-0.75 \sim -1.25\text{D}$ )였다. 수술 전후 굴절값의 변화는 LBV군의 우세안에서 2.49D, 비우세안에서 0.71D였으며 monovision군의 우세안에서 3.6D, 비우세안에서 2.39D로 monovision군에서 더 컸고 수술 후 굴절부동 정도는 LBV군에서 평균 1.63D, monovision군에서 1.05D로 LBV군에서 더 컸다(Fig. 1).

## 시력의 결과와 효능

수술 후 3개월에 원거리, 근거리, 중간거리 나안 시력을 우세안, 비우세안, 양안에서 측정하였으며 LBV와 mono-

Table 1. Patients demographics

Parameter	Values		$p$ -value*
	Laser blended vision	Monovision	
Number (patients)	21	25	-
Age (years)	$47.90 \pm 4.72$	$41.68 \pm 1.93$	$<0.001$
Male:Female	6:15	4:21	0.343

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

\* $p$ -value was acquired from Mann-Whitney U-test.

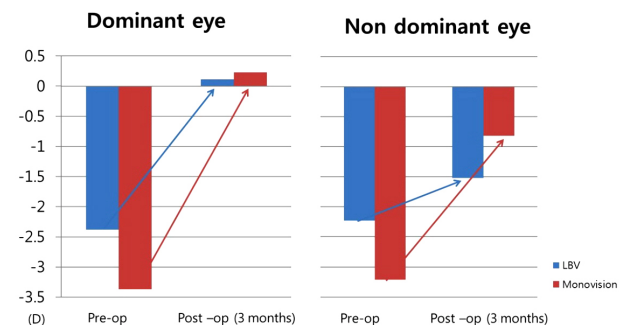
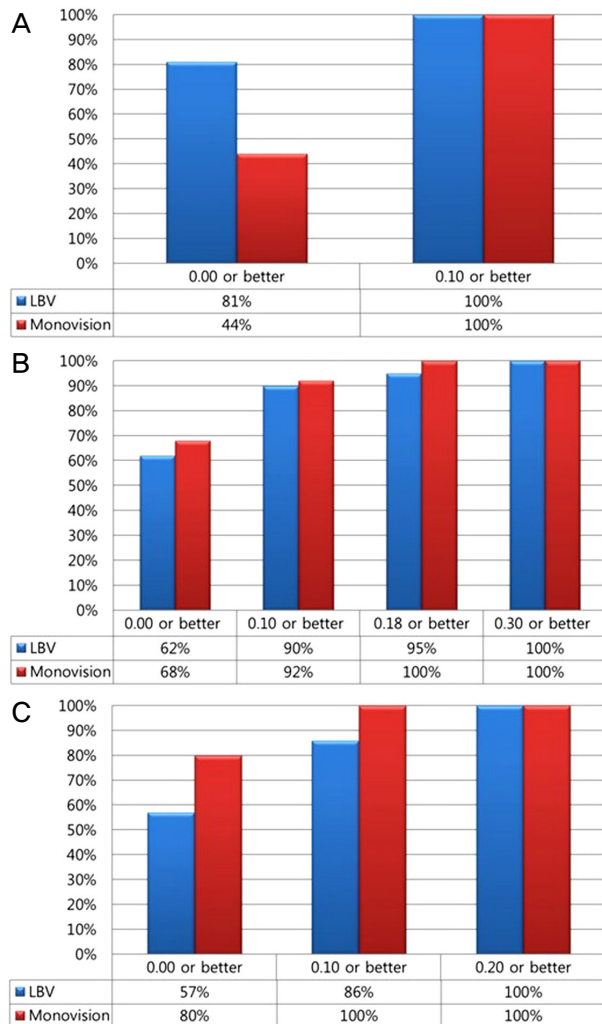


Figure 1. Refractive change in laser blended vision (LBV) and monovision. Preoperation and 3 months after surgery. Pre-op = preoperation; Post-op = preoperation.

vision 두 그룹을 비교하여 기술하였다.

## 원거리

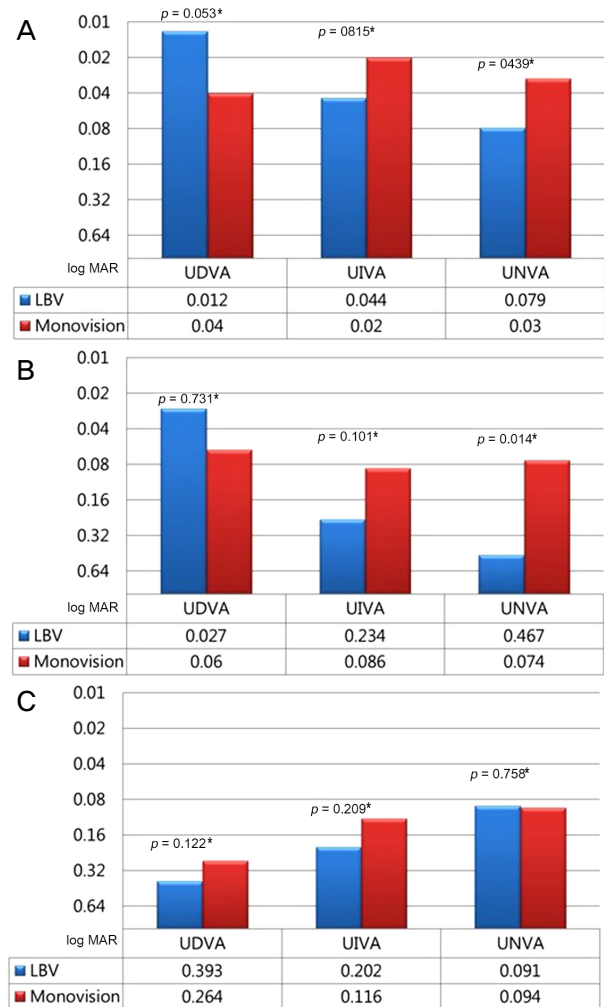
수술 후 양안에서 원거리 나안시력은 0.00 이상인 경우가 LBV군의 경우 81%, monovision군의 경우 44%였으며 0.10 이상인 경우는 두 그룹 모두 100%였다(Fig. 2A). 평균 양안 원거리 나안시력은 LBV군의 경우 0.012, monovision군의 경우 0.04였으며 두 그룹 간 양안 원거리 나안시력 차이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p=0.053$ ) (Fig. 3A). 우세안과 비우세안 시력으로 분류하였을 때 LBV 군의 우세안은 0.027, 비우세안은 0.393이었고 monovision 군의 우세안은 0.06, 비우세안은 0.264로 우세안과 비우세안 모두 두 그룹 간 시력 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(우세안  $p=0.731$ , 비우세안  $p=0.122$ ) (Fig. 3B, C).



**Figure 2.** Cumulative histogram of visual acuity after laser blended vision (LBV) and monovision. (A) Uncorrected distance visual acuity. (B) Uncorrected near visual acuity. (C) Uncorrected intermediate visual acuity.

## 근거리

수술 후 양안 근거리 나안시력은 0.18 이상인 경우가 LBV군에서 95%, monovision군에서 100%였으며 0.30 이상인 경우는 두 그룹 모두 100%였다(Fig. 2B). 평균 양안 근거리 나안 시력의 경우 LBV군은 0.079, monovision군은 0.03이었으며 두 그룹 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p=0.439$ ) (Fig. 3A). 우세안과 비우세안 시력으로 분류하였을 때 LBV군의 우세안은 0.467, 비우세안은 0.091이었으며 monovision군의 우세안은 0.074, 비우세안은 0.094로 두 그



**Figure 3.** Comparison between laser blended vision (LBV) and monovision. (A) Binocular visual acuity. There was no statistically significant difference in distance, intermediate, and near visual acuity. (B) Dominant eye visual acuity. Monovision had better near visual acuity. (C) Non-dominant eye visual acuity. There was no statistically significant difference in distance, intermediate, and near visual acuity. UDVA = uncorrected distance visual acuity at 4 m; UIVA = uncorrected intermediate visual acuity at 80 cm; UNVA = uncorrected near visual acuity at 33-40 cm. \*  $p$ -value was acquired from Mann-Whitney  $U$ -test.

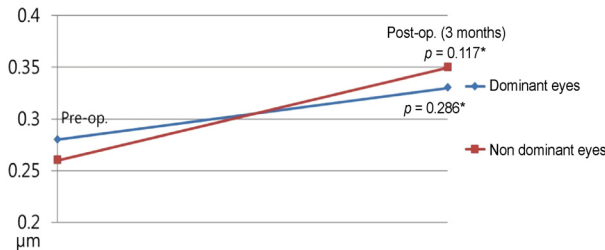
룹 간 시력차이는 우세안에서만 통계적으로 유의하였다(우세안  $p=0.014$ , 비우세안  $p=0.758$ ) (Fig. 3B, C).

#### 중간거리

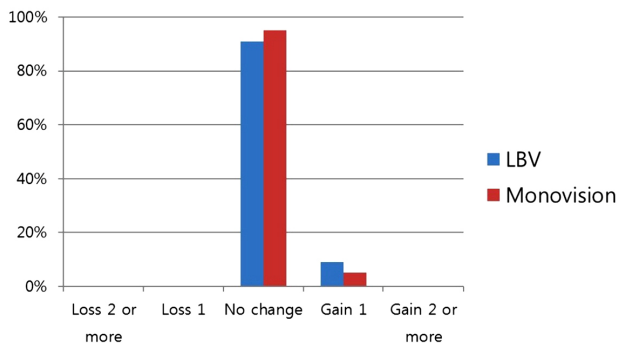
수술 후 양안에서 중간거리 나안시력이 0.00 이상인 경우가 LBV군의 경우 57%, monovision군의 경우 80%였으며 두 그룹 모두 0.20 이상이 100%였다(Fig. 2C). 평균 양안 중간거리 나안시력은 LBV군의 경우 0.044, monovision군의 경우 0.02였으며 두 그룹 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p=0.815$ ) (Fig. 3A), 우세안과 비우세안 시력으로 분류하였을 때 LVB군의 우세안은 0.234, 비우세안은 0.202였고 monovision군의 우세안은 0.086, 비우세안은 0.116이었으며 마찬가지로 두 그룹 간 시력 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(우세안  $p=0.101$ , 비우세안  $p=0.209$ ) (Fig. 3B, C).

#### 구면수차

구면수차는 LBV군을 대상으로 수술 전과 수술 후 3개월에 i-Trace<sup>®</sup>를 사용하여 6 mm 영역에서 측정하였으며 총 12안에서 시행되었다. 평균은 우세안의 경우 수술 전  $0.28 \pm 0.05 \mu\text{m}$ 에서 수술 후  $0.33 \pm 0.11 \mu\text{m}$ 로 증가하였고 비우세



**Figure 4.** Corneal spherical aberration of laser blended vision. At 3 months postoperatively, spherical aberration increased in non dominant and dominant eye. Pre-op = preoperation; Post-op = postoperation. \*  $p$ -value was acquired from Wilcoxon signed rank test.



**Figure 5.** Safety: changes of postoperative best corrected distant visual acuity. There was no visual loss at 3 months postoperatively. LBV = laser blended vision.

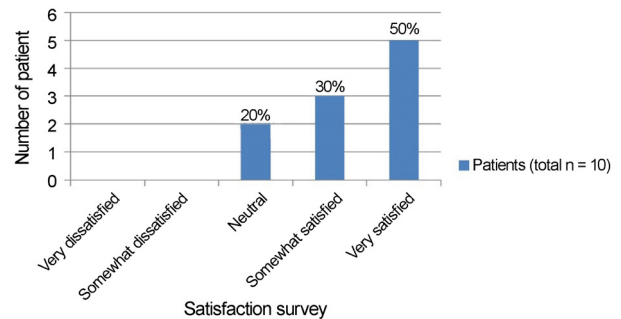
안의 경우 수술 전  $0.26 \pm 0.12 \mu\text{m}$ 에서 수술 후  $0.35 \pm 0.13 \mu\text{m}$ 로 증가하였으나 구면수차의 증가 정도는 통계적으로 유의하지 않았다(우세안  $p=0.117$ , 비우세안  $p=0.286$ ) (Fig. 4).

#### 안전성

두 그룹의 안전성은 원거리 최대 교정시력의 변화를 통해 평가되었다. LBV 군의 경우 술 후 3개월에 측정한 최대 교정시력은 술 전과 비교하여 변화가 없는 경우가 91%, 전자시표계 시력표상 1줄의 시력 개선이 있는 경우가 9%였으며 monovision군의 경우 변화가 없는 경우가 95%, 전자시표계 시력표상 1줄의 시력 개선이 있는 경우가 5%였다(Fig. 5). 두 그룹 모두 시력저하가 발생하거나 각막 혼탁 등 영구적 시력저하가 발생할 수 있는 합병증이 일어난 경우는 없었다.

#### 환자 만족도

LBV를 시행 받은 환자를 대상으로 최소 수술 3개월 이후에 만족도에 대해 설문조사를 시행하였다. 수술을 시행 받은 21명 중 10명이 응답을 하였으며 응답률은 48%였다. 수술의 전반적인 만족도는 5점이 50%, 4점이 30%, 3점이 20%로 4점 이상을 만족한 것으로 간주하였을 때 80%의 환자가 수술 결과에 대해 만족한 것으로 나타났다(Fig. 6). 원거리, 중간거리, 근거리에 대한 만족률은 각각 100%, 90%, 100%였으며 근거리, 원거리, 중간거리 순으로 높은 만족도를 보였다. 근거리 만족도는 매우 높아 수술 후 돋보기를 사용하는 환자는 없는 것으로 확인되었으며 불만족을 보인 1명의 경우 중간거리의 사물이 뿌옇게 보인다고 호소하였고 중간거리 시력의 질이 만족스럽지 않다고 응답하였다. 수술 후 불편사항에 대해서는 50%의 환자에서 불편한 점이 없다고 하였으며 두 가지 이상의 증상을 호소한 환자는 30%, 한 가지의 증상만을 호소한 환자는 20%였다. 불편한 증상으로는 야간 빛 번짐이 40%로 가장 많았으며, 뒤이어 시력의 질 저하(30%), 두통(20%), 안구건조증(10%) 순이었다. 굴절부등



**Figure 6.** Overall satisfaction after Laser blended vision. Eighty percent of the patients were satisfied with the results of the operation.



에 대한 적응기간은 1-2개월이 10%, 1개월 이내와 2-3개월이 각각 20%였으며 50%의 환자에서 3개월 이상이라고 응답하여 평균적으로 3개월 이상의 적응 기간이 필요한 것으로 나타났다. 최종적으로 설문조사에 참여한 환자 중 80%에서 노안수술을 다시 받을 의향이 있다고 하였으며 90%에서 친구나 가족에게 추천하겠다고 하였다. 중간거리 시력의 질에 만족하지 못한 1명의 경우 수술 선택을 다시 결정할 수 있다면 수술을 받지 않겠으며 주변인에게도 추천하지 않는다고 응답한 반면 다초점 안경이 좀 더 편하기에 본인은 수술을 다시 받지 않겠다고 응답한 또 다른 1명의 경우 수술 자체는 만족스럽기에 주변인에게는 추천할 것이라고 하였다.

## 고 찰

UN이 제시한 인구유형 기준으로 65세 이상의 인구 비율이 7% 이상일 경우 고령화 사회라 하며 14% 이상일 경우 고령 사회라 한다. 2015년 한국 통계청에서 발표한 ‘세계와 한국의 인구현황 및 전망’에 따르면 우리나라의 경우 2000년에 고령화 사회가 되었으며 2020년 이전에 고령 사회로 진입할 것이라고 예측된다. 또한 이에 따라 은퇴시기가 점점 늦어지는 추세에 있어 백내장이 없는 사람들의 노안 문제는 사회적 부담으로 다가올 수 있다. 노안 교정을 위해 콘택트렌즈를 이용한 단안시법이 고안된 이후로 레이저 각막 절삭수술을 접목시켜 영구적으로 노안을 교정한 시술 방법이 Goldberg<sup>12</sup>와 Miranda and Krueger<sup>13</sup> 등에 의해 보고된 바 있다. 이후 monovision을 좀 더 보완하여 각막 주변부를 비구면으로 절삭하는 LBV가 도입되었다. LBV의 이론적 배경은 인위적으로 구면수차를 증가시켜 초점 심도를 크게 만들고 중간 거리에서 우세안과 비우세안의 혼합영역을 만드는 것이다. 이러한 혼합영역을 통해 양안시 기능을 획득하고 가성조절력을 향상시켜 더 작은 굴절부등으로도 기존 monovision보다 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다. 하지만 LBV를 통해 구면수차를 증가시키면 초점심도가 증가하고 가성 조절력이 커진다는 것은 보고되었으나 실제 monovision과의 차이는 명확히 밝혀진 바가 없다.<sup>16,22-26</sup> 또한 기존 보고들의 결과를 비교하였을 때 LBV의 원거리 나안시력은 monovision보다 뛰어났으나 근거리 시력은 다소 떨어지는 양상이었으며 중간거리 시력의 경우 기존 monovision 연구에서 LBV와 비교할 만한 자료가 없었다.<sup>12-22</sup> 이에 따라 저자들은 실제 임상에서 근시환자를 대상으로 LBV와 monovision의 임상 결과를 비교하고자 하였다.

이번 연구를 시력측면에서 보았을 때 우세안에서 평균 원거리 나안 시력은 LBV군에서, 중간거리와 근거리 나안시

력은 monovision군에서 더 높게 측정되었으나 근거리 나안시력만 통계적으로 유의하게 차이가 있었다. 이에 반해 비우세안에서 평균 원거리와 중간거리 나안시력은 monovision군에서, 근거리 나안시력은 LBV군에서 더 높게 측정되었으나 통계적 차이는 없었다. 최종적으로 양안 나안시력의 경우 LBV군에서 원거리가, monovision군에서 중간거리와 근거리가 더 좋게 측정되었으며 통계적으로 유의하지는 않았고 LBV군과 monovision군에서 모두 거리에 상관없이 0.097 이상의 임상적으로 유용한 시력을 얻을 수 있었다. 중간거리 양안 시력의 경우 통계적으로 유의하지는 않았으나 LBV군보다 monovision 군에서 더 높게 측정되었는데 LBV의 경우 중간거리 혼합영역을 만들어 주기 때문에 더 높을 것이라는 예상과는 다른 것이었다. 이러한 결과와 발생한 원인을 추측하기로는 첫째, 두 그룹의 평균 연령 차이 때문으로 생각된다. 평균 나이가 LBV군에서 47.90세인 것에 반해 monovision군에서 41.68세로 LBV군에서 6.22세 더 고령이었으며 조절력을 직접적으로 평가하지는 못하였으나 단안시 계산도를 고려했을 때 LBV 환자군에서 평균 0.3D 정도의 조절력이 더 적었을 것으로 추측된다. 이것은 앞서 언급한 우세안 시력검사 시 LBV군보다 monovision군에서 근거리 나안 시력이 통계적으로 유의하게 높게 측정된 것을 통해서도 간접적으로 알 수 있는데, 우세안의 수술 후 굴절값은 LBV군에서 +0.11D였으며 monovision군에서 +0.23D였기에 두 그룹의 평균 조절력이 같다면 LBV군의 근거리 나안 시력이 더 좋게 측정되었어야 하지만 실제적으로는 monovision 환자군에서 더 좋게 측정되었기 때문이다. 다만 이러한 결과를 바탕으로 LBV의 위 조절력이 40세와 45세의 평균 조절력 차이인 1D 내외가 될 수 있다고 추측할 수 있었다. 둘째, 수술 전과 후 구면수차의 증가 폭이 기존 논문보다 작아 LBV의 장점이 충분히 나타나지 않았기 때문으로 생각해 볼 수 있다. 6 mm 영역의 구면수차의 경우 LBV 군에서 수술 전 0.28  $\mu\text{m}$ 에서 수술 후 0.33  $\mu\text{m}$ 로 증가하였으며 비우세안에서도 수술 전 0.26  $\mu\text{m}$ 에서 수술 후 0.35  $\mu\text{m}$ 으로 증가하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 수술 전 구면수차가 우세안에서 0.19  $\mu\text{m}$ , 비우세안에서 0.20  $\mu\text{m}$ 라고 보고한 Bae et al<sup>19</sup>이나 우세안 구면 없이 -0.21  $\mu\text{m}$ 라고 보고한 Chun et al<sup>22</sup>에 비해 이번 연구의 수술 대상군 환자의 수술 전 구면수차가 더 높은 상태였다. 따라서 이미 환자들은 술 전부터 높은 구면수차로 인해 넓은 초점심도 가지고 있는 상태였으며 수술 후 추가적인 구면수차의 증가로 인한 초점심도 증가 폭이 기존 논문보다 작을 수밖에 없기에 실제 환자들이 변화를 체감하기에는 부족하였을 수 있다. 또한 LBV군에서 근거리 시력을 향상시키기 위해 양안의 수술 후 평균 굴절부등 정도를 LBV군에서 1.63D,

monovision군에서 1.05D로 더 크게 시행하였던 것도 하나의 원인으로 생각된다. 이러한 굴절부등의 차이로 인해 LBV의 초점심도 증가에 따른 위 조절력증가보다 굴절부등 정도가 더 크게 발생하고 중간거리에서 우세안과 비우세안의 양안시 혼합영역을 충분히 만들지 못하게 되어 LBV의 장점이 약화되었을 수 있는 것이다. 이렇게 될 경우 LBV에서 굴절부등의 적응문제가 monovision보다 뛰어난 장점과 중간거리 시력의 질 향상의 이점이 감소하게 되었을 수 있다. 이러한 점은 LBV군의 환자 만족도를 통해서도 간접적으로 확인할 수 있었는데 전반적인 시술 만족도는 80%인데 반해 원거리와 근거리 시력에 대한 만족도는 각각 100%, 근거리 안경 의존도는 0%였다는 것으로 보아 중간거리의 만족도가 낮았을 것이라고 예측할 수 있다. 또한 LBV를 추천하지 않겠다고 응답한 2명 중 1명은 중간거리의 시력의 질이 불만이었으며 또 다른 1명은 다초점 안경이 조금 더 편하다고 하였던 것으로 보아 역시 중간거리의 만족도 및 굴절부등 적응문제가 가장 큰 문제였다는 것을 알 수 있다. 적응도 측면에서 살펴 보았을 때 설문에서는 굴절부등에 대해 적응하기 위해 3개월 이상이 필요했다는 응답이 50%인데 반해 1개월 이내는 20%로, 일반적인 다초점 안경의 적응기간이 1개월인 것이나 Kang et al<sup>20</sup>이 보고한 평균 LBV 적응기간인 37.4일보다 길었다. 반면 기존 보고와 비교하였을 때 근거리 만족도는 더 높게 나타났다. 이러한 높은 근거리 만족도와 대비되는 긴 적응 기간과 낮은 중간거리의 만족도는 본 연구의 경우 기존 연구와 대비되어 근거리 덧댐 굴절력을 더 높게 잡았기 때문으로 추측된다.<sup>15,16,20</sup> 즉 기존 연구들의 경우 비우세안에서의 구면렌즈대응치의 목표는 -0.50~-1.50D였던 것과 대비되어 본 연구의 수술 후 구면렌즈대응치의 평균은 -1.52D로 다소 높았으며 범위 또한 -1.00~-2.25D로 일반적인 미세단안시 기준인 -1.50D를 넘는 경우도 있었다. 이러한 굴절부등으로 인해 근거리 시력은 좋게 측정되었으나 중간거리 혼합영역을 형성하는 데 방해가 되어 중간거리의 시력은 기존 보고보다 다소 떨어지며 적응기간 또한 길어졌던 것으로 추측된다. 다만 중간거리 시력의 질에 불만을 가진 환자의 경우 LBV시술 후 대비감도는 암 순응 상태에서 술 후 3개월과 6개월에 대비감도 18 cycle/degree에서 증가되었고, 명 순응 상태에서 술 후 12개월에 대비감도 12, 18 cycle/degree에서 증가하였다는 보고로 미루어 보아 수술 후 1년까지 신경학적 적응이 일어날 수 있기 때문에 중간거리에 대해 만족하지 못한 환자들의 경우도 추후에 적응할 가능성이 있다고 볼 수 있다.<sup>19</sup>

하지만 그럼에도 불구하고 이번 연구에서 LBV군의 경우 monovision군보다 굴절부등 정도가 더 컸지만 관용도는 비슷하였는데 초점심도가 증가하는 LBV의 장점 때문일 수도

있으나 노안이 심할수록 높은 굴절부등을 잘 견딘다는 기존 보고에 비추어 보았을 때 LBV군의 평균나이가 monovision군보다 많았기에 비슷한 관용도를 보였을 가능성을 배제할 수 없다.<sup>12,16</sup>

마지막으로 수술 후 3개월에 원거리 최대 교정시력은 LBV군과 monovision군에서 모두 변화가 없거나 전자시표계 시력표상 1줄의 증가를 보였으며 감소한 환자는 없었다. 또한 각막 혼탁 등 영구적 시력저하를 보일 수 있는 합병증이 발생한 환자는 없기에 두 수술 방법 모두 안전하다고 생각된다.

본 연구는 저자들이 아는 한 monovision 수술과 LBV의 임상결과를 중간거리 시력을 포함하여 직접적으로 비교한 최초의 연구이다. 결론적으로 본 연구를 통해 LBV와 monovision 모두 만족할 만한 임상결과를 얻을 수 있었으며 LBV가 monovision보다 우월하다는 것을 명확히 알 수는 없었으나 평균나이가 더 많은 환자를 대상으로 통계적으로 차이가 없는 양안시 시력을 얻었을 수 있었다. 물론 이번 연구는 소규모 단기 연구로서 노안의 원인이 되는 조절력 평가가 수술 전후로 이루어지지 않았고 구면수차와 설문조사가 LBV군에서만 이루어졌다는 제한점을 가진다. 따라서 조절력이 임상결과에 미치는 영향과 설문조사의 통계적 오류를 완전히 배제할 수는 없을 것이다. 하지만 이번 연구의 임상결과를 과거 연구와 비교하였을 때, 임상결과가 크게 벗어나지 않았기에 어느 정도 신뢰할 수 있음을 알 수 있었다.<sup>15-21</sup> 이러한 점을 종합하였을 때 LBV군과 monovision군의 나이대와 조절력을 일치시킨 후 비교하는 추가 연구 및 LBV 시행 시 중간거리시력과 시력의 질을 유지하는 최소한의 혼합영역의 범위를 확인하여 나이와 조절력에 따른 가장 적절한 굴절부등 정도를 확인하는 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Oum BS. Eye Exam, 3rd ed. Goyang: Naewaeahs, 2013; 98.
- 2) Duane A. A modified accommodation line and Prince's rule. Trans Am Ophthalmol Soc 1921;19:178-9.
- 3) Michaels DD. Visual Optics and Refraction, 1st ed. St. Louis: The C.V. Mosby company, 1975; 268-81.
- 4) Beddow DR, Martin SJ, Pfeiffer CH. Presbyopic patients and single vision contact lenses. South J Optom 1966;8:9-11.
- 5) Kohnen T, Allen D, Boureau C, et al. European multicenter study of the AcrySof ReSTOR apodized diffractive intraocular lens. Ophthalmology 2006;113:584.e1. Epub 2006 Feb 14.
- 6) Heatley CJ, Spalton DJ, Boyce JF, Marshall J. A mathematical model of factors that influence the performance of accommodative intraocular lenses. Ophthalmic Physiol Opt 2004;24:111-8.
- 7) Kim YJ, Cheon MH, Ko DA, et al. Visual function and patient satisfaction in pseudophakic monovision. J Korean Ophthalmol Soc

- 2012;53:1621-9.
- 8) Waring GO 4th. Correction of presbyopia with a small aperture corneal inlay. *J Refract Surg* 2011;27:842-5.
- 9) Dexl AK, Seyeddain O, Riha W, et al. One-year visual outcomes and patient satisfaction after surgical correction of presbyopia with an intracorneal inlay of a new design. *J Cataract Refract Surg* 2011;38:262-9.
- 10) Harris MG, Classé JG. Clinicolegal considerations of monovision. *J Am Optom Assoc* 1988;59:491-5.
- 11) Stahl JE. Conductive keratoplasty for presbyopia: 3-year results. *J Refract Surg* 2007;23:905-10.
- 12) Goldberg DB. Laser in situ keratomileusis monovision. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1449-55.
- 13) Miranda D, Krueger RR. Monovision laser in situ keratomileusis for pre-presbyopic and presbyopic patients. *J Refract Surg* 2004;20:325-8.
- 14) Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. LASIK for myopic astigmatism and presbyopia using non-linear aspheric micro-monovision with the Carl Zeiss Meditec MEL 80 platform. *J Refract Surg* 2011;27:23-37.
- 15) Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, Gobbe M. LASIK for presbyopia correction in emmetropic patients using aspheric ablation profiles and a micro-monovision protocol with the Carl Zeiss Meditec MEL 80 and VisuMax. *J Refract Surg* 2012;28:531-41.
- 16) Goldberg DB. Comparison of myopes and hyperopes after laser in situ keratomileusis monovision. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1695-701.
- 17) Reilly CD, Lee WB, Alvarenga L, et al. Surgical monovision and monovision reversal in LASIK. *Cornea* 2006;25:136-8.
- 18) Braun EH, Lee J, Steinert RF. Monovision in LASIK. *Ophthalmology* 2008;115:1196-202.
- 19) Bae K, Keum JE, Chung TY, Chung ES. LASIK for myopia with presbyopia using the aspheric micro-monovision Technique. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:11-9.
- 20) Kang KM, Jung BY, Cho HT, et al. Long-term results of LASIK for presbyopia correction in myopic patients using aspheric micro-monovision. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1893-901.
- 21) Reinstein DZ, Couch DG, Archer TJ. LASIK for Hyperopic astigmatism and presbyopia using micro-monovision with the Carl Zeiss Meditec MEL80 Platform. *J Refract Surg* 2009;25:37-58.
- 22) Chun YS, Lee HI, Dausch D, Kim JC. Long-term results of presbyopic corneal surface ablation with Eximer laser. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1061-70.
- 23) Alió JL, Chabard JJ, Caliz A, et al. Correction of presbyopia by technovision central multifocal LASIK(presbyLASIK). *J Refract Surg* 2006;22:453-60.
- 24) Artola A, Patel S, Schimchak P, et al. Evidence for delayed presbyopia after photorefractive keratectomy for myopia. *Ophthalmology* 2006;113:735-41.e1.
- 25) Ares J, Flores R, Bará S, Jaroszewicz Z. Presbyopia compensation with a quartic axicon. *Optom Vis Sci* 2005;82:1071-8.
- 26) Nio YK, Jansonius NM, Wijdh RH, et al. Effect of methods of myopia correction on visual acuity, contrast sensitivity, and depth of focus. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:2082-95.



## Appendix 1. A survey of patients

1. 수술 후 전반적으로 얼마나 만족하십니까?
  - ① 매우 불만족                      ② 불만족
  - ③ 보통                                ④ 만족
  - ⑤ 매우 만족
2. 수술 후 원거리 시력은 얼마나 만족하십니까?
  - 1) 원거리 나안 시력에 대한 만족도
    - ① 매우 불만족                      ② 불만족
    - ③ 보통                                ④ 만족
    - ⑤ 매우 만족
  - 2) 원거리 시력 교정 안경에 대한 의존도
    - ① 항상 안경을 착용한다            ② 운전 시 착용한다
    - ③ 야간에만 착용한다                ④ 착용하지 않는다
3. 수술 후 중간거리 시력은 얼마나 만족하십니까?
  - 1) 중간거리 나안 시력에 대한 만족도
    - ① 매우 불만족                      ② 불만족
    - ③ 보통                                ④ 만족
    - ⑤ 매우 만족
  - 2) 중간거리 시력 교정 안경에 대한 의존도
    - ① 항상 안경을 착용한다            ② 착용하지 않는다
4. 수술 후 근거리 시력은 얼마나 만족하십니까?
  - 1) 근거리 나안 시력에 대한 만족도
    - ① 매우 불만족                      ② 불만족
    - ③ 보통                                ④ 만족
    - ⑤ 매우 만족
- 2) 돋보기 사용에 대한 의존도
  - ① 돋보기 사용이 증가하였다
  - ② 돋보기 사용에 변화가 없다
  - ③ 돋보기 사용이 감소하였다
  - ④ 돋보기를 사용하지 않아도 독서 및 신문 보는 것이 가능하다(돋보기를 사용하지 않는다)
5. 불편 사항(복수 선택 가능)
  - ① 야간 빛 번짐 및 눈부심            ② 시력의 질 저하
  - ③ 안구 건조증                        ④ 없다
  - ⑤ 기타
6. LBV 수술 선택 시 재선택 여부
  - ① 하지 않겠다                        ② 하겠다
7. 다른 사람에게 이 수술을 추천하겠습니까?
  - ① 추천하지 않겠다                    ② 추천하겠다
8. 수술 후 적응할 때까지 걸리는 기간(개월)
  - ① 1개월 이내                        ② 1-2개월
  - ③ 2-3개월                            ④ 3개월 이상

---

## = 국문초록 =

# 노안환자에서 비구면 미세단안시 라식수술 및 단안시 굴절수술의 임상결과 비교

**목적:** 노안이 동반된 근시환자에서 비구면 미세단안시 라식 수술(laser blended vision, LBV) 및 고식적 단안시 레이저 굴절 수술(monovision laser refractive surgery)의 효능과 안정성을 비교 분석하고자 하였다.

**대상과 방법:** LBV를 시행 받은 환자 21명 42안, monovision을 시행 받은 환자 25명 50안을 대상으로 후향적으로 비교하였다. 술 전과 술 후 3개월 원거리, 중간거리, 근거리 시력과 굴절력 변화를 단안과 양안 모두에서 조사하였으며 LBV군에서는 추가로 술 후 3개월에 구면수차를, 술 후 3-6개월에 환자 만족도를 조사하였다.

**결과:** 평균연령은 LBV군에서 47.9세, monovision군에서 41.7세였다. 술 후 3개월에 구면 대응치는 LBV군에서 우세안  $+0.11 \pm 0.17D$ , 비우세안  $-1.52 \pm 0.36D$ 인 반면, monovision군에서는 우세안  $+0.23 \pm 0.26D$ , 비우세안  $-0.82 \pm 0.28D$ 였다. 술 후 양안 원거리 나안시력의 경우 두 군 모두 minimal angle of resolution (logMAR) 시력으로 0.10보다 좋은 경우가 100%였으며, 중간거리 나안시력의 경우 0.10 이상은 LBV군에서 86%, monovision군에서 100%였다. 근거리 나안시력은 LBV군에서 0.18 이상이 95%, monovision군에서 100%였다. LBV군에서 수술 전보다 수술 후 평균 구면 수차는 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 술 후 최대 교정시력 저하나 각막 혼탁 등 시력저하가 발생할 수 있는 합병증은 두 군에서 모두 없었으며 전반적인 환자의 만족도는 LBV군에서 80%였다.

**결론:** 노안이 동반된 근시 환자에서 LBV는 상대적으로 높은 연령에도 불구하고 monovision과 비슷한 결과를 보였으며 효과적이고 안전한 수술방법으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2016;57(12):1840-1848〉

---