

근시 환자에서 노안교정 비구면 미세단안시 라식 수술의 장기적인 임상 결과

강경민¹ · 정보영² · 조희태² · 이준훈¹ · 김홍균¹

경북대학교 의학전문대학원 안과학교실¹, 난초 꽃피다 안과²

목적: 근시 환자에서 노안교정 비구면 미세단안시 라식 수술의 효과와 안정성 및 환자의 만족도를 알아보고자 한다.

대상과 방법: 2010년 12월부터 2011년 12월까지 노안으로 비구면 미세단안시 라식 수술을 받았던 환자 중 근시환자 18명 36안을 대상으로 하였다. 원거리, 중간거리와 근거리 시력, 구면렌즈대응치 및 환자 만족도를 후향적으로 조사하였다.

결과: 수술 12개월 후 우세안과 양안의 원거리 및 중간거리 나안시력은 모든 환자에서 0.8 이상이였다. 근거리 나안시력은 비우세안의 경우 83%에서 0.5 (J3) 이상이였고 양안의 경우 94%에서 0.5 (J3) 이상이였다. 수술 후 우세안의 평균 구면렌즈대응치는 수술 1, 6, 12개월에 각각 $-0.09 \pm 0.35D$, $-0.17 \pm 0.42D$, $-0.17 \pm 0.47D$ 였으며 비우세안에서는 각각 $-0.94 \pm 0.53D$, $-1.03 \pm 0.56D$, $-1.02 \pm 0.50D$ 로 유의한 변화 없이 유지되었다. 수술 후 전반적인 환자의 만족도는 좋았다(5점 만점에 4.2점).

결론: 노안교정 비구면 미세단안시 라식 수술은 모든 거리에서의 나안시력을 호전시키고 굴절부동에 대한 환자의 관용도가 높으며 수술 후 퇴행이 거의 없는 안전하고 효과적인 수술방법으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2013;54(12):1893-1901〉

노안이란 나이가 들어감에 따라 눈의 조절력을 상실하는 것으로 만 40-45세 사이에 나타나기 시작하여 서서히 진행한다. 2010년 인구주택총조사 발표에 따르면 우리나라 총인구에서 노안이 시작되는 40세 이상이 차지하는 비율은 2010년 47%로 많은 부분을 차지하고 있다. 이렇게 노안이 시작되는 연령층의 인구 증가로 인해 노안에 대한 관심이 높아졌으며 노안 교정 수술에 대한 요구가 늘어나고 있다.¹

오늘날 노안을 교정하기 위해 매우 다양한 수술 방법들이 시도되고 있다. 수술 방법으로 다초점(multifocal) 인공수정체 삽입술, 단안시를 이용한 단초점(monofocal) 인공수정체 삽입술, 레이저공막절제술(Laser Assisted Presbyopia Reversal, LAPR), 레이저열각막성형술(Laser Thermal Keratoplasty, LTK), 노안교정 고주파 각막성형술(Near Vision Conductive Keratoplasty, CK), 다초점 레이저각막절삭가공성형술(Multifocal laser in situ Keratomileusis, Presby-LASIK), 각막내삽입형 인레이(Small aperture corneal inlay, kamra inlay) 그리고 단안시를 이

용한 굴절교정레이저각막절제술(Photorefractive Keratectomy)과 레이저각막절삭가공성형술(Laser in situ Keratomileusis, LASIK) 등이 있다.²⁻⁵

단안시란 우세안(dominant eye)은 원거리를 잘 볼 수 있도록, 비우세안(non-dominant eye)은 근거리를 잘 볼 수 있도록 교정하여 노안을 치료하는 방법이다.⁶ 노안 환자들을 콘택트 렌즈로 교정하는 과정에서 착안된 방법으로 콘택트 렌즈를 이용한 단안시의 경우 60-80%의 성공률을 나타낸다.^{7,8} 최근에 단안시를 굴절교정수술에 적용하게 되었고 단안시 라식 수술을 시행하여 Goldberg⁹는 96%에서, Miranda and Krueger¹⁰는 92%에서 환자의 만족도를 보인다고 보고하였다. 하지만 기존의 단안시 라식 수술은 근거리가 잘 보이는 범위와 원거리가 잘 보이는 범위 사이에 굴절값의 차이가 커서 중간거리의 시력은 좋지 않고 양안시 기능의 저하로 입체시가 떨어지며 적응에 오랜 기간이 걸리거나 실패하는 경우가 있었다. 이런 단점을 보완하기 위하여 0.7 mm의 spot size와 250 Hz의 반복률의 Gaussian beam을 이용하는 엑시머레이저로 주변 광학부 3-6 mm를 비구면으로 연마하는 비구면 미세단안시 라식 수술이 개발되었다. 이 시술법은 각 눈의 초점 심도를 증가시켜 두 눈의 굴절값 차이는 줄이고 원거리가 잘 보이는 범위와 근거리가 잘 보이는 범위가 겹치는 혼합 영역(blended zone)이 형성되어 중간거리의 시력을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.¹¹⁻¹³

본 연구에서 비구면 미세단안시 라식 수술의 장기적인

■ Received: 2013. 5. 16. ■ Revised: 2013. 7. 11.

■ Accepted: 2013. 11. 4.

■ Address reprint requests to **Hong Kyun Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Kyungpook National University
Hospital, #130 Dongdeok-ro, Jung-gu, Daegu 700-721, Korea
Tel: 82-53-200-5816, Fax: 82-53-426-6552
E-mail: okeye@hanmir.com

효능과 안정성 및 환자의 만족도를 검사하여 그 임상효과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2010년 12월부터 2011년 12월까지 난초 꽃피다 안과에서 노안을 진단받고 비구면 미세단안시 라식 수술을 받았던 환자 중 술 전 최대 교정 시력이 0.8(한00씨 시력) 이상이며 12개월 이상 추적관찰이 가능하였던 환자 중 근시환자 18명 36안을 대상으로 의무기록을 이용하여 후향적으로 조사하였다. 모든 시술은 단일 술자(CHO)에 의해 시행되었다. 이전에 각막 수술을 받은 경우가 있거나 원주각막, 녹내장, 중등도 이상의 백내장, 포도막염, 약시 등의 안과적 질환이 있는 경우는 제외하였다.

모든 환자에서 수술 전 원거리, 근거리, 중간거리의 나안시력과 최대교정시력을 단안 및 양안에서 측정하였으며, 현성 굴절검사, 조절마비 굴절검사, 안압검사, 세극등현미경검사, 안저검사, 초음파 각막두께검사, 각막지형도 검사(Orbscan IIZ; Bausch & Lomb, Salt Lake City, UT, USA), 광학수차 검사(WASCA Analyzer, Carl Zeiss Meditec, Oberkochen, Germany)를 포함한 전반적인 안과 검사를 시행하였다. 원거리 시력은 3 m 거리에서 한천식 시력표를 이용하여 측정하였고 근거리 시력은 40 cm 거리에서, 중간거리 시력은 80 cm 거리에서 Jaeger 시력표를 이용하여 측정하였으며 한천식 시력표에 해당하게 환산하였다. 수술 전 우세안을 결정하기 위해서 hole in the card test를 사용하였다. 가운데 작은 구멍이 뚫린 카드를 환자가 양손으로 들게 한 후 정면 주시 상태에서 카드의 구멍을 통해 먼 곳의 목표물을 주시하게 하였다. 그 상태에서 한 눈씩 교대로 가려 구멍을 통해 사물을 봤을 때 사물이 가장 중심에 오는 쪽의 눈을 우세안으로 결정하였다.

부등시에 대한 관용도 정도를 검사하여 비우세안의 구면렌즈대응치를 정하였다. 양안의 최대교정상태에서 비우세안에 +1.5D 렌즈를 더하였다. 환자에게 원거리 시력표가 흐려 보이는지 물어본 후 흐려 보인다고 대답하면 0.25D씩 구면렌즈대응치를 감하였다. 흐려 보이지 않는다고 대답한 상태에서 양안의 원거리 시력을 측정하여 0.8 이상이 되는지 확인하였다. 또한 40 cm 거리에서 양안의 근거리 시력을 측정하여 0.5 (J5) 이상이 되는지 확인하였다. 다시 환자에게 원거리 시력표를 보여준 후 우세안을 가려 비우세안으로만 볼 때 시표가 많이 흐리게 보이는지 환자에게 물어 보았다. 환자가 불편함을 느끼지 않는다면 이를 비우세안의 구면렌즈대응치로 정하였다. 수술의 목표는 구면렌즈대응치(spherical equivalent, SE)를 기준으로 우세안은

0D, 비우세안은 -0.5~-1.5D로 정하였다.

라식 수술은 0.7 mm의 spot size와 250 Hz의 반복률의 Gaussian beam을 이용하는 엑시머레이저 MEL 80과 VisuMax 펄스초레이저, CRS-Master 소프트웨어(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)를 이용하여 시행하였다. 수술 전 염산프로파라카인 점안액 0.5% (Proparacaine HCl Ophthalmic soln. 0.5%, Bausch & Lomb, USA)를 3분 간격으로 3회 점안하여 국소마취를 하고 5% 포비돈 용액으로 안면부와 결막낭을 세척하였다. 펄스초레이저를 이용하여 각막절편을 만든 후 CRS-Master 소프트웨어를 이용하여 계산된 결과를 토대로 환자의 굴절이상을 6 mm의 광학부에 교정한 후 구면 수차를 유도하기 위하여 주변 광학부 3-6 mm 구역을 비구면 방식으로 절삭하는 과정을 추가하였다. 수술 후 오프록사신 0.3% (Ocuflox Eye Drops, Samil Pharm. Co., Korea)를 각막상피가 치유될 때까지 하루 4회 사용하였으며 0.1% 플루오로메토론(Ophtalone Eye Drop, Aju Pharm. Co., Korea)은 각막혼탁 및 퇴행을 억제하기 위하여 2달간 하루 4회 사용하였다. 무방부제성 히알루론산 인공누액(Hyalein Mini 0.1%®, Santen Inc., Japan)은 수술 후 최소 6개월 이상 사용하였다.

수술 후 1일, 1주, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월에 현성 굴절검사, 안압검사, 세극등현미경검사를 시행하였고 원거리, 근거리, 중간거리의 나안시력 및 최대교정시력을 단안과 양안 모두에서 측정하였다. 통계분석은 SPSS 18.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였고, 각 측정값의 비교는 paired *t*-test를 이용하였으며 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계학적인 의의가 있다고 하였다. 수술 후 12개월에 모든 환자들을 대상으로 설문조사를 시행하여 수술의 만족도, 돋보기와 원거리용 안경에 대한 의존도, 불편사항 및 타인에게 수술의 추천 여부를 조사하였다. 만족도는 1-5점으로 점수화하여 5점은 '매우 만족', 4점은 '만족', 3점은 '보통', 2점은 '불만족', 1점은 '매우 불만족'으로 분류하였다(Appendix).

결 과

수술환자는 18명, 36안으로 남자가 4명, 여자가 14명이었었다. 수술환자의 평균나이는 45.5 ± 3.54 세(40-52세)였으며, 평균관찰기간은 13.5 ± 3.6 개월(12-26개월)이었다. 수술 전 평균 각막두께는 $537.58 \pm 33.00 \mu\text{m}$ (476-608 μm)였으며 평균 각막곡률치는 $44.29 \pm 1.29\text{D}$ (41.6- 47.6D)였다. 수술 전 평균 구면렌즈대응치는 우세안이 $-5.03 \pm 1.94\text{D}$, 비우세안이 $-5.51 \pm 1.75\text{D}$ 였으며 환자는 모두 근시안이었다. 수술 전 모든 환자에서 원거리 교정시력이 0.8

Table 1. Preoperative patient characteristics

No. of patients (eyes)	18 (36)
Age (years, range)	45.5 ± 3.54 (40-52)
Sex (n, %)	
Men	4 (22%)
Women	14 (78%)
Follow-up period (months)	13.5 ± 3.6
Preoperative CCT* (μm)	537.58 ± 33.00
Preoperative keratometry (D)	44.29 ± 1.29
Preoperative spherical equivalent	
Dominant (D)	-5.03 ± 1.94
Non-dominant (D)	-5.51 ± 1.75

Values are presented as mean ± SD.

CCT = central corneal thickness.

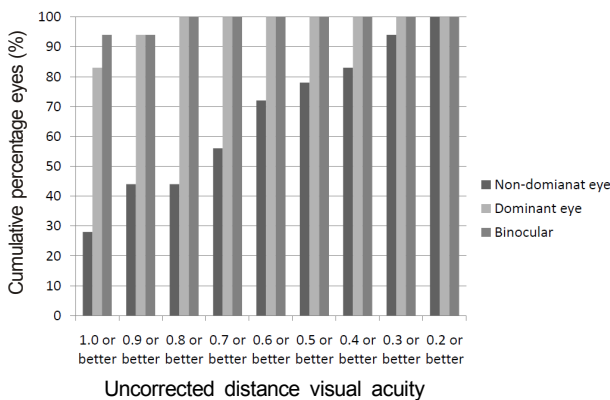


Figure 1. Cumulative histogram for uncorrected distance visual acuity 12 months after treatment.

이상이었으며 38안 중 31안(80%)에서 1.0 이상이였다. 원거리에서의 평균 교정시력은 0.97 ± 0.07 이였다(Table 1).

효능(Efficacy)

수술 전 평균 원거리 나안시력은 우세안이 0.09 ± 0.10 , 비우세안이 0.08 ± 0.09 , 양안이 0.12 ± 0.13 이였다. 수술 12개월 후 평균 원거리 나안시력은 우세안이 0.98 ± 0.05 , 비우세안이 0.70 ± 0.28 , 양안이 0.99 ± 0.05 로 우세안, 비우세안, 양안 모두에서 통계학적으로 유의하게 시력호전이 있었다($p < 0.001$). 수술 12개월 후 원거리 나안시력은 우세안의 경우 83%에서 1.0 이상이였으며 100%에서 0.8 이상이였다. 비우세안의 경우는 28%에서 1.0 이상이였으며 78%에서 0.5 이상이였다. 양안의 경우는 94%에서 1.0 이상이였으며 100%에서 0.8 이상이였다(Fig. 1).

평균 근거리 나안시력은 수술 12개월 후 우세안이 0.48 ± 0.17 , 비우세안이 0.59 ± 0.16 , 양안이 0.66 ± 0.16 이였으며, 이는 수술 전 평균 근거리 나안시력인 0.28 ± 0.11 과 비교하여 통계적으로 유의하게 증가된 것이였다($p < 0.001$).

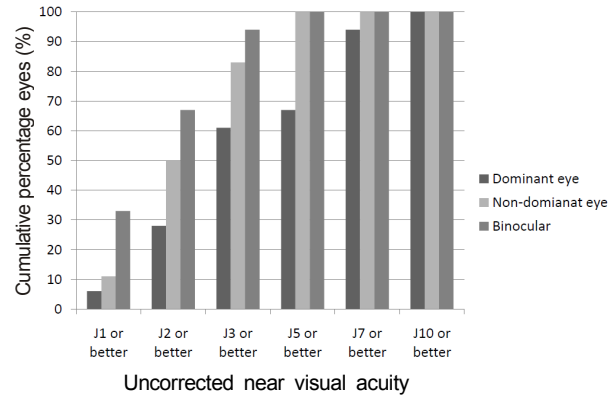


Figure 2. Cumulative histogram for uncorrected near visual acuity 12 months after treatment.

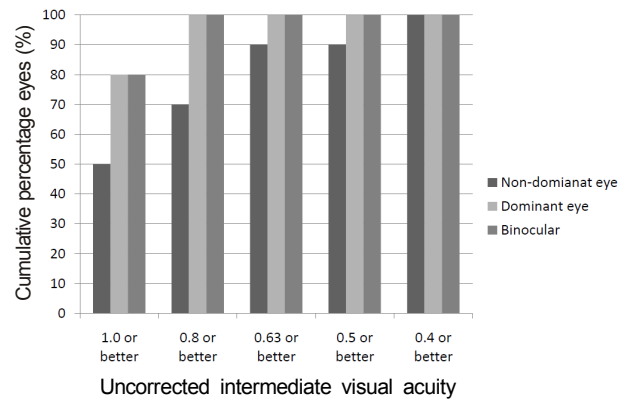


Figure 3. Cumulative histogram for uncorrected intermediate visual acuity 12 months after treatment.

수술 12개월 후 근거리 나안시력이 0.65 (J2) 이상인 경우는 우세안에서 28%, 비우세안에서 50%, 양안에서 67%였다. 유용한 근거리 나안시력인 0.5 (J3) 이상인 경우는 우세안에서 61%, 비우세안에서 83%였으며 양안에서는 94%였다(Fig. 2).

평균 중간거리 나안시력은 수술 12개월 후 우세안이 0.96 ± 0.08 , 비우세안이 0.83 ± 0.21 이였으며 양안이 0.96 ± 0.08 이였다. 중간거리 나안시력이 0.8 이상인 경우는 우세안에서 100%, 비우세안에서 70%, 양안에서 100%로 나타났다(Fig. 3).

양안시의 경우 수술 12개월 후 100%에서 원거리 나안시력이 0.8 이상이였으며 94%에서 근거리 나안시력이 0.5 (J3) 이상이였다. 중간거리 나안시력의 경우는 100%에서 1.0 이상이였다.

안전성(Safety)

수술의 안정성을 평가하기 위해 최대교정시력의 변화를

분석하였다. 원거리 최대교정시력이 수술 전과 비교하여 변화가 없는 경우는 78%, 1줄 증가는 17%, 2줄 이상 증가는 5%였고 감소한 경우는 없었다. 이 외에 각막혼탁이나 각막염 등의 다른 합병증은 관찰되지 않았다.

정확도(Accuracy)

수술 12개월 후에 구면렌즈대응치는 83%에서 수술 전 목표한 구면렌즈대응치의 $\pm 0.5D$ 이내에, 97%에서 $\pm 0.75D$ 이내에, 100%에서 $\pm 1.00D$ 이내에 위치하고 있었다(Fig. 4, 5).

안정성(Stability)

우세안에서 평균 구면렌즈대응치는 수술 전 $-5.03 \pm 1.94D$ 에서 수술 1개월 후 $-0.09 \pm 0.35D$ 로 유의하게 감소하였다($p < 0.001$). 수술 후 평균 구면렌즈대응치는 3, 6, 12개월에 각각 $-0.11 \pm 0.42D$, $-0.17 \pm 0.42D$, $-0.17 \pm 0.47D$ 로 유의한 변화 없이 유지되었다(각각 $p = 0.721$, 0.276 , 0.884). 비우세안의 경우도 평균 구면렌즈대응치는

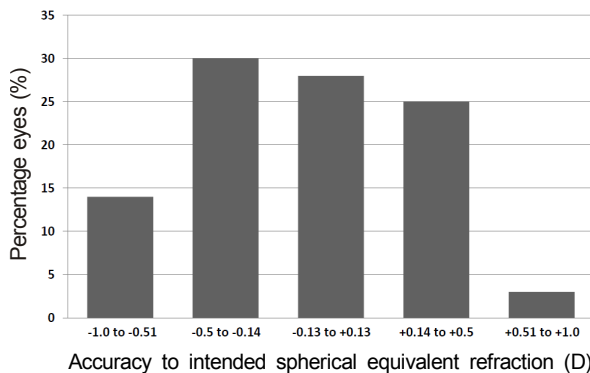


Figure 4. Histogram showing the accuracy to the intended spherical equivalent refraction 12 months after treatment.

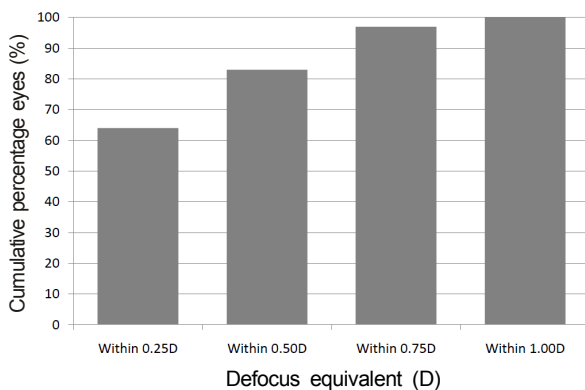


Figure 5. Cumulative histogram for the distribution of the defocus equivalent 12 months after treatment.

수술 전 $-5.51 \pm 1.75D$ 에서 수술 1개월 후 $-0.94 \pm 0.53D$ 로 유의하게 감소하였으며($p < 0.001$), 수술 3, 6, 12개월 후에는 각각 $-1.01 \pm 0.45D$, $-1.03 \pm 0.56D$, $-1.02 \pm 0.50D$ 로 유의한 변화 없이 유지되었다(각각 $p = 0.166$, 0.733 , 0.893)(Fig. 6).

환자 만족도(Patient satisfaction)

수술 후 12개월에 모든 환자를 대상으로 설문조사를 시행하여 만족도를 조사하였다. 수술의 전반적인 만족도는 5점이 56%, 4점이 22%, 3점이 11%, 2점이 11%였고 평균은 4.2점으로 만족스러운 것으로 나타났다. 원거리, 중간거리, 근거리에 대한 각각의 만족도는 평균 4.3점, 4.6점, 4.2점으로 만족스러운 것으로 나타났으며 중간거리에 대한 만족도가 가장 컸다(Fig. 7). 수술 후 돋보기 사용에 대한 의존도 조사에서 100%의 환자에서는 돋보기를 사용하지 않는다고 답하였으며 원거리 시력교정용 안경 착용에 대한 조사에서는 95%의 환자에서 안경을 착용하지 않는다고 답하였다. 안경을 착용한다고 답한 경우는 1명(5%)으로 아

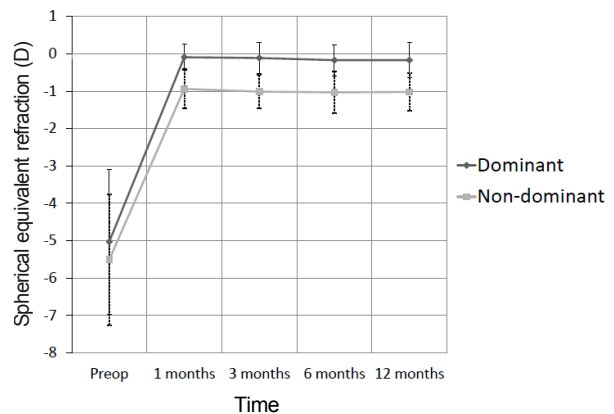


Figure 6. Perioperative changes in mean spherical equivalent refraction over 12 months after treatment.

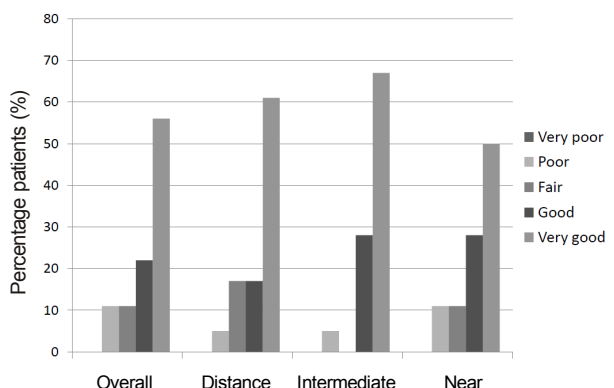


Figure 7. Patient's satisfaction after treatment.

간 운전시 안경을 착용하며 일상생활에서 안경을 착용하는 시간의 비율은 5% 이내라고 답하였다. 수술 후 불편사항에 대한 조사에서는 28%에서 불편한 점이 전혀 없다고 대답하였다. 한 가지의 증상을 호소한 환자는 50%였고 두 가지 이상의 증상을 호소한 환자는 22%에 불과했다. 환자들이 불편하다고 호소한 증상으로는 안구건조증(45%)이 가장 많았고, 뿌옇게 보임(20%), 야간 빛 번짐 및 눈부심(20%) 순이었다. 굴절부동에 대해 적응하는 기간은 환자의 78%에서 1개월 이내에, 100%에서 6개월 이내에 적응할 수 있었다고 하였으며 평균 37.4일이었다. 설문조사에 참여한 환자 모두(100%)에서 다시 노안수술을 선택할 수 있다 하더라도 이 수술법을 선택하겠다고 하였으며, 이들 모두(100%) 다른 사람에게 노안 수술을 추천하겠다고 하였다.

고 찰

노안을 교정하는 가장 기본적인 방법으로 돋보기, 이중 초점렌즈 또는 누진다초점렌즈 등의 안경을 통한 방법이 있다. 그러나 노인 인구의 증가와 함께 노인 인구의 활발한 사회 활동으로 인하여 안경 이외의 노안 교정술에 대한 요구가 늘어나고 있다. 최근에는 노안교정수술로서 레이저를 이용한 굴절교정수술이 많이 시도되고 있다. 본 연구에서는 노안이 동반된 근시 환자에게 엑시머레이저를 이용하여 각막을 비구면으로 연마함으로써 초점 심도를 증가시키는 방법을 이전의 단안시 라식 수술에 응용하여 비구면 미세단안시 라식 수술을 시행하였으며 수술의 효능과 안정성 및 환자의 만족도를 검사하여 임상효과를 알아보고자 하였다. 성공적인 노안교정수술이 되기 위해서는 원거리, 중간거리, 근거리 모두에서 나안시력의 향상이 있어야 하며 양안시 기능이 유지되어야 한다. 또한, 환자의 굴절부동에 대한 관용도(tolerance)가 높고 수술 후 굴절부동에 대한 적응시간이 짧으며 수술 후 생긴 굴절이상을 쉽게 교정할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 수술 12개월 후에 측정한 우세안, 비우세안, 양안의 원거리, 중간거리, 근거리 나안시력이 모두 향상되었다. 이전의 엑시머레이저를 이용한 단안시 연구에서는 원거리 나안시력이 1.0 이상인 경우는 31-81%, 0.5 이상인 경우는 87-100%로 보고하였다.^{9,14-17} 본 연구에서는 우세안의 원거리 나안시력이 1.0 이상인 경우는 83%이었으며 0.8 이상인 경우는 100%로 이전의 단안시 라식 수술 연구와 비교하여 더 좋은 시력결과를 나타냈다. 본 연구에서 비우세안의 근거리 나안시력은 0.65 (J2) 이상인 경우는 50%, 0.5 (J3) 이상인 경우는 83%였다. 이전의 연구에서는 J2 이상, J3 이상인 경우를 각각 84-100%, 93-100%

로 보고하였다.^{9,14-17} 이와 비교하여볼 때 본 연구에서는 근거리 나안시력의 결과가 좋지 않았으나 이는 유용한 근거리 나안시력인 J3를 목표로 비우세안의 구면렌즈대응치를 설정하였기 때문으로 생각된다. 근거리 시력의 J3는 6포인트의 활자 크기와 비슷하기 때문에 대부분의 환자들은 8-12포인트 정도의 크기의 책이나 신문의 글자를 읽는 데 어려움이 없을 것으로 판단되며 실제 설문조사에서 18명 모두(100%) 돋보기를 사용하지 않는다고 대답하였다.

본 연구에서는 중간거리 나안시력이 0.8 이상인 경우가 우세안에서 100%, 비우세안에서 70%, 양안에서 100%로 좋은 시력결과를 보였다. 여러 보고에 의하면 수정체의 변화 뿐만 아니라 각막의 변화 역시 조절에 관여하는 것으로 알려졌다.^{18,19} 조절을 위해 섬모체근이 수축을 하면 앞쪽 섬모체소대와 연결되어 있는 안쪽 각막이 잡아당겨져서 주변부 각막은 편평해지고 중심각막은 가파르게 되어 장방형으로 변하여 근거리를 볼 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 각막을 비구면으로 연마하고 구면수차를 증가시켜 위 조절력(pseudoaccomodation)을 증가시키도록 한 프로그램을 이용하였다. 이러한 방법은 초점심도를 증가시켜 굴절부동의 차이를 줄일 수 있었으며 우세안의 원거리가 잘 보이는 범위와 비우세안의 근거리가 잘 보이는 범위가 겹쳐지는 혼합 영역(blended zone)을 형성하여 단안시 라식 수술의 단점인 중간거리의 시력을 향상시킬 수 있었다.

Marcos et al²⁰은 양의 구면수차 또는 음의 구면수차의 증가는 초점심도의 증가를 가져온다고 보고하였고 Artola et al²¹은 근시가 동반된 노안 환자에서 굴절교정레이저각막절제술 후 구면수차의 증가는 조절범위의 증가 및 근거리 시력의 향상을 가져온다고 하였다. 이는 본 연구에서 낮은 정도의 굴절부등으로도 근거리 시력이 예상했던 것보다 좋았던 것을 설명할 수 있다. 하지만 구면수차의 증가는 대비감도의 감소를 가져온다고 알려졌다.^{5,7,22} Reinstein et al²³은 라식 수술에서 구면수차의 허용수준을 6 mm 영역에서 0.384 μ m, 3-6 mm 영역에서는 276 μ m²이라고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 이 수치를 바탕으로 하여 각막을 비구면으로 절삭하였다. 즉 구면수차의 증가가 대비감도에는 거의 영향을 주지 않는 범위에 맞추도록 하였는데 이러한 이유로 인해 시력의 질이 감소하지 않은 것으로 저자들은 추정하고 있다. 그러나 본 연구에서 구면수차의 증가 정도와 대비감도의 측정이 없었고 환자들의 주관적인 설문조사에 의존한 단점이 있으며, 향후 객관적인 검사를 통한 비교가 필요할 것으로 생각한다.

기존의 단안시 라식 수술의 단점은 굴절부동에 대한 낮은 관용도이다. Evans²⁴는 굴절부동에 대한 환자의 관용도를 56-67%로 보고한 바 있다. Goldberg⁹는 114명의 단안

시 라식 수술을 시행 받았던 환자 중 2명(4.4%)의 환자에서 근거리를 보기 위해 저교정된 비우세안을 원거리를 볼 수 있도록 다시 교정해 달라고 요청하였다고 하였다. Braun et al¹⁷은 단안시 라식 수술을 시행받았던 172명 중 12명(7%)의 환자에서 재교정을 요청하였다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 재교정이 필요하거나 요청한 환자는 한 명도 없었다. 이는 이전의 단안시 라식 수술에 비해 굴절부등의 정도가 심하지 않기 때문으로 생각되며 미세단안시 라식 수술의 경우 환자의 굴절부등에 대한 관용도가 높다는 것을 말해준다. 또한 본 연구에서 환자들이 굴절부등에 대해 적응하는 기간은 평균 37.4일로 적응기간이 비교적 짧았으며 환자의 78%에서 1개월 이내에, 100%에서 6개월 이내에 적응할 수 있었다고 하였다.

만족도에 대한 설문조사에서 전반적인 만족도는 5점 만점에서 4.2점으로 만족스러운 것으로 나타났다. 원거리, 중간거리, 근거리에 대한 각각의 만족도는 평균 4.3점, 4.6점, 4.2점으로 만족스러운 것으로 나타났으며 중간거리에 대한 만족도가 가장 컸다. 18명의 환자 모두(100%)에서 노안교정수술을 다시 선택할 수 있다 하더라도 다시 하겠다 하였으며 18명 모두(100%) 다른 사람에게 노안 수술을 추천하겠다고 하였다. 이 설문지 결과로 보아 전체적인 환자의 만족도는 매우 좋았다는 것을 알 수 있었다.

Alió et al⁵은 각막의 중심부와 주변부를 다르게 레이저 절삭하여 중심부 각막으로는 근거리를 주변부 각막으로는 원거리를 주시하도록 하는 노안라식을 시행하여 수술 6개월 후 원거리 나안시력이 1.0 이상인 경우는 64%, 0.5 이상인 경우는 72%로 만족스러운 결과를 얻었으나 수술 6개월 후 3, 6, 12, 18 cycle/degree에서 통계적으로 유의하게 대비감도의 감소가 있었다고 보고하였다. 이에 반해 비구면 미세 단안시 라식 수술의 경우 Reinstein et al¹¹⁻¹³은 원시 환자의 경우 3, 6 cycles/degree에서 통계적으로 유의한 대비감도의 증가가 있었으며 12, 18 cycles/degree에서는 유의한 변화가 없었다고 보고하였다. 근시 환자의 경우는 모든 공간주파수에서 유의한 차이가 없었다고 하였으며 정시 환자에서는 3 cycles/degree에서 통계적으로 유의한 대비감도의 증가가 있었다고 보고하였다. 즉 비구면 미세 단안시 라식 수술의 경우 대비감도의 유의한 감소는 관찰되지 않았다. 각막을 다초점 형태로 절삭하는 노안라식의 경우는 자연스러운 신경학적 적응 기전인 양안경합(Binocular rivalry)이 이루어지지 않고 한눈 안에서 경합(Intraocular rivalry)이 이루어지기 때문으로 생각된다. 또한, 노안라식은 각막영역을 뚜렷한 두 개의 영역으로 연마한 것이기 때문에 그 경계면에서 발생할 수 있는 눈부심과 빛 번짐의 증상도 대비감도의 감소 원인이 될 수 있을 것이다. 노안을

교정하는 또 다른 방법인 다초점 인공수정체의 경우도 한눈에 들어오는 광량을 나누어 가지기 때문에 대비감도가 저하된다.²² 반면에 미세단안시 라식의 경우는 다초점 인공수정체처럼 광량을 나누어 가지지 않으며, 우세안은 원거리를 비우세안은 근거리를 보게 되는 양안경합에 의한 신경학적 적응이 이루어지므로 유의한 대비감도의 감소가 없다.

Choi et al²⁵은 노안교정 굴절수술의 다른 방법으로 고주파 각막성형술을 이용한 단안시 치료에 대한 임상 결과를 보고하였다. 수술 6개월 후 우세안의 평균 원거리 나안시력은 0.99 ± 0.15 였으며 비우세안의 평균 근거리 나안시력은 0.41 ± 0.12 로 만족할 만한 시력결과를 얻었으나 수술 1개월에서 6개월 사이에 비우세안과 우세안에서 각각 평균 0.11D/개월, 0.084D/개월의 퇴행 소견을 보였다. 하지만 본 연구에서 평균 구면렌즈대응치는 우세안에서 수술 1개월, 12개월 후 각각 $-0.09 \pm 0.35D$, $-0.17 \pm 0.47D$ 였으며, 비우세안에서는 각각 $-0.94 \pm 0.53D$, $-1.02 \pm 0.50D$ 였다. 12개월간 추적관찰을 하는 동안 평균 구면렌즈대응치는 유의한 변화 없이 유지되었다. 미세단안시 라식 수술은 고주파 각막성형술의 제한점인 수술효과의 퇴행(regression)이 거의 없다는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 노안교정 비구면 미세단안시 라식 수술의 장기적인 임상결과를 보고하는 국내 최초의 연구이다. 결론적으로, 비구면 미세단안시 라식 수술은 모든 거리에서의 나안시력을 호전시키고 굴절부등에 대한 환자의 관용도가 높으며 수술 후 퇴행이 거의 없는 안전하고 효과적인 수술방법으로 생각된다. 하지만 대상군의 수가 비교적 적고 대상이 근시안으로 제한되어 있으며 앞서 언급한 대로 후향적 연구로 인하여 수술 후의 구면수차 결과 및 수술 전후의 입체시의 결과가 없어 수술 후 양안시에 대한 안정성을 파악하지 못한 점은 제한점이 될 수 있다. 향후 많은 수의 근시, 정시 및 원시 노안 환자를 대상으로 장기적인 수술의 안정성 및 효과에 대한 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Kim MG, Kim TJ, Park YG, Lee YS. Presbyopic Contact Lens Fitting. In: Lee YS, ed. Contact lens: Principles and practice, 1st ed. Seoul: Naewae haksool. 2007;133-41.
- 2) Mantry S, Shah S. Surgical management of presbyopia. Cont Lens Anterior Eye 2004;27:171-5.
- 3) Lee HY, Her J. Clinical evaluation of monovision after cataract surgery. J Korean Ophthalmol Soc 2008;49:1437-42.
- 4) Waring GO 4th. Correction of presbyopia with a small aperture corneal inlay. J Refract Surg 2011;27:842-5.
- 5) Alió JL, Chabard JJ, Caliz A, et al. Correction of presbyopia by technovision central multifocal LASIK (presby-LASIK). J Refract

- Surg 2006;22:453-60.
- 6) Harris MG, Classe JG. Clinicolegal considerations of monovision. J Am Optom Assoc 1988;59:491-5.
- 7) Stahl JE. Conductive keratoplasty for presbyopia: 3-year results. J Refract Surg 2007;23:905-10.
- 8) Beddow DR, Martin SJ, Pfeiffer CH. Presbyopic patients and single vision contact lenses. South J Optom 1966;8:9-11.
- 9) Goldberg DB. Laser in situ keratomileusis monovision. J Cataract Refract Surg 2001;27:1449-55.
- 10) Miranda D, Krueger RR. Monovision laser in situ keratomileusis for pre-presbyopic and presbyopic patients. J Refract Surg 2004;20:325-8.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 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;28:531-9.
- 14) Wright KW, Guemes A, Kapadia MS, Wilson SE. Binocular function and patient satisfaction after monovision induced by myopic photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 1999;25:177-82.
- 15) Goldberg DB. Comparison of myopes and hyperopes after laser in situ keratomileusis monovision. J Cataract Refract Surg 2003; 29:1695-701.
- 16) Reilly CD, Lee WB, Alvarenga L, et al. Surgical monovision and monovision reversal in LASIK. Cornea 2006;25:136-8.
- 17) Braun EH, Lee J, Steinert RF. Monovision in LASIK. Ophthalmology 2008;115:1196-202.
- 18) Yasuda A, Yamaguchi T. Steepening of corneal curvature with contraction of the ciliary muscle. J Cataract Refract Surg 2005;31: 1177-81.
- 19) Glasser A, Troilo D, Howland HC. The mechanism of corneal accommodation in chicks. Vision Res 1994;34:1549-66.
- 20) Marcos S, Moreno E, Navarro R. The depth-of-field of the human eye from objective and subjective measurements. Vision Res 1999;39:2039-49.
- 21) Artola A, Patel S, Schimchak P, et al. Evidence for delayed presbyopia after photorefractive keratectomy for myopia. Ophthalmology 2006;113:735-41.e1.
- 22) Holladay JT, van Dijk H, Lang A, et al. Optical performance of multifocal intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 1990;16:413-22.
- 23) Reinstein DZ, Archer TJ, Couch DG, et al. A new night vision disturbances parameter and contrast sensitivity as indicators of success in wavefront-guided enhancement. J Refract Surg 2005;21: S535-40.
- 24) Evans BJ. Monovision: a review. Ophthalmic Physiol Opt 2007; 27:417-39.
- 25) Choi JK, Jung SW, Lee HY. Clinical outcomes of monovision induced by presbyopic correcting conductive keratoplasty. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:1577-83.

Appendix. A survey of patients

-
1. 수술 후 전반적인 만족도
 - ① 매우 불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족
 2. 수술 후 원거리 시력에 대한 만족도
 - 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 운전시 착용한다 ③ 야간에만 착용한다 ④ 착용하지 않는다
 - 3) 원거리 시력 교정 안경을 사용시 착용하는 시간의 비율(0~100%).
 3. 수술 후 중간거리 시력에 대한 만족도
 - ① 매우 불만족 ② 불만족 ③ 보통 ④ 만족 ⑤ 매우 만족
 4. 수술 후 근거리 시력에 대한 만족도
 - 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)
 - 3) 돋보기 사용시 착용 시간의 비율(0-100%)
 5. 불편 사항(복수 선택 가능)
 - ① 야간 빛 번짐 및 눈부심 ② 뿌옇게 보임 ③ 안구 건조증
 - ④ 없다 ⑤ 기타
 6. 노안 교정 레이저 수술 선택시 재선택 여부
 - ① 하지 않겠다 ② 하겠다
 7. 다른 사람에게 수술 추천여부
 - ① 추천하지 않겠다 ② 추천하겠다
 8. 수술 후 적응할 때까지 걸리는 기간(개월)
-

=ABSTRACT=

Long-Term Results of LASIK for Presbyopia Correction in Myopic Patients Using Aspheric Micro-Monovision

Kyoung Min Kang, MD¹, Bo Young Jung, MD², Hee Tae Cho, MD, PhD², Jun Hun Lee, MD¹,
Hong Kyun Kim, MD, PhD¹

*Department of Ophthalmology, Kyungpook National University School of Medicine¹, Daegu, Korea
Naancho Eye Clinic², Daegu, Korea*

Purpose: To evaluate the efficacy, safety, and satisfaction of patients who underwent LASIK for presbyopia correction in myopic patients using aspheric micro-monovision.

Methods: LASIK for presbyopic correction using aspheric micro-monovision was performed in 18 patients between December 2010 and December 2011. Distance, intermediate, and near visual acuity, refractive change, and patient's satisfaction were evaluated for at least 12 months after the surgery.

Results: Among dominant eyes, 100% achieved uncorrected distance and intermediate visual acuity of 0.8 or better and 100% of the eyes achieved 0.8 or better binocularly. In the non-dominant eyes, 83% achieved uncorrected near visual acuity of J3 or better, and 94% of the eyes achieved J3 or better binocularly. Postoperatively, the mean manifest refraction spherical equivalent (MRSE) of the dominant eyes were $-0.09 \pm 0.35D$, $-0.17 \pm 0.42D$, and $-0.17 \pm 0.47D$ at 1, 6 and 12 months, respectively. The MRSE of the non-dominant eyes were $-0.94 \pm 0.53D$, $-1.03 \pm 0.56D$, and $-1.02 \pm 0.50D$ at post-operative 1, 6, and 12 months, respectively, without significant regression. After surgery, the patient's overall satisfaction score was good (4.2 out of 5).

Conclusions: The aspheric micro-monovision protocol showed good distance, intermediate, and near visual outcomes, and was a well-tolerated, stable, and effective procedure for treating patients with myopic presbyopia.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(12):1893-1901

Key Words: LASIK, Micro-monovision, Myopia, Presbyopia

Address reprint requests to **Hong Kyun Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Kyungpook National University Hospital
#130 Dongdeok-ro, Jung-gu, Daegu 700-721, Korea
Tel: 82-53-200-5816, Fax: 82-53-426-6552, E-mail: okeye@hanmir.com