

근시환자에서 당일 스마일수술과 계획 스마일수술의 결과 비교

Clinical Outcomes of One Day Small-incision Lenticule Extraction Compared with Scheduled Methods for Myopic Patients

김옥겸 · 류익희 · 김정섭 · 전가희 · 이인식 · 김희선 · 김진국

Wook Kyum Kim, MD, Ik Hee Ryu, MD, Jung Sub Kim, MD, Ga Hee Jeon, BS, In Sik Lee, MD,
Hee Sun Kim, MD, Jin Kuk Kim, MD

비앤빛 강남밝은세상안과의원

B&Vlt Eye Center, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical outcomes of one day small incision lenticule extraction (SMILE), which was performed on the same day as preoperative examinations in myopic patients.

Methods: This study included 163 patients (163 eyes) who underwent SMILE with Visumax from January to June in 2017. We divided the patients into two groups. The one day SMILE group underwent surgery on the same day as the preoperative examinations including dilated fundus examinations. The scheduled group underwent the surgery on a different day. Only the right eye was included in the analysis. Visual acuity and refractive results were compared between groups.

Results: The one day SMILE group included 83 patients and the scheduled SMILE group included 80 patients. At postoperative 1 month, the myopic errors were -0.07 ± 0.43 diopters (D) for the one day SMILE group and -0.09 ± 0.37 D for the scheduled SMILE group ($p = 0.81$); the astigmatic refractions were -0.48 ± 0.29 D and -0.46 ± 0.28 D, respectively ($p = 0.57$), the postoperative uncorrected visual acuities were -0.02 ± 0.11 logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR) and -0.02 ± 0.11 logMAR, respectively ($p = 0.79$). At postoperative 6 months, the myopic errors were -0.06 ± 0.42 D for the one day SMILE group and -0.08 ± 0.34 D for the scheduled SMILE group ($p = 0.81$), and the astigmatic refractions were -0.48 ± 0.25 D and -0.48 ± 0.30 D, respectively ($p = 0.99$); the postoperative uncorrected visual acuities were -0.04 ± 0.09 logMAR and -0.05 ± 0.07 logMAR, respectively ($p = 0.45$).

Conclusions: The postoperative results of the one day SMILE patients, whose surgery was performed on the same day as the preoperative dilating fundus examination were not significantly different compared with patients treated with conventional scheduled SMILE.

J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(3):223-232

Keywords: Fundus exam, Laser refractive surgery, One day surgery, Pupil dilation, Small incision lenticule extraction

- Received: 2018. 7. 26. ■ Revised: 2018. 8. 27.
- Accepted: 2019. 2. 19.
- Address reprint requests to Wook Kyum Kim, MD
B&Vlt Eye Center, #411 Seocho-daero, Seocho-gu, Seoul
06615, Korea
Tel: 82-2-501-6800, Fax: 82-2-590-2048
E-mail: kiki0306@hanmail.net

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

스마일(small-incision lenticule extraction, SMILE)은 펄스 레이저를 사용하여 근시 및 난시를 교정하는 수술로서 결과의 안정성과 유효성이 입증되었다.^{1,2} 스마일수술은 라식, 라섹과 대등한 술 후 결과를 보이는 것으로 보고되었다.³⁻⁵ 스마일수술은 2-4 mm의 각막절개창을 통해 각막편을 제거하고 보우만층을 포함한 각막 전면부를 보존하므로 수술 후 회복이 빠른 장점이 있다.^{4,6} 스마일수술은 각막절편을 만들지 않으므로 각막절편 주름, 유리절편 같은 합병

증이 없고 수술 후 충격이나 외상에 강하다.^{7,8} 또한 각막조직을 적게 약화시키므로 각막확장증의 위험이 낮고,^{9,10} 각막 신경 손상이 적어 안구건조증의 빈도를 낮출 수 있을 것으로 기대할 수 있다.¹¹⁻¹⁴

각막굴절교정수술 전에는 전안부 상태뿐만 아니라 망막질환 여부를 확인하는 산동 후 검사가 필요하다.¹⁵⁻¹⁹ 근시 정도가 심할수록 망막변성의 발생 빈도가 높아진다.^{20,21} 라식 수술 전 격자변성의 빈도는 6-10%로 보고되었으며,¹⁵⁻¹⁷ Lin and Tseng²²은 치료가 필요한 망막 변성이 약 2%에서 발견되었다고 보고하였다. 라식 후 발생하는 망막박리의 빈도는 0.04-0.08%로 낮은 편이지만 발생하면 심각한 시력 장애를 유발할 수 있다.^{16,18,23} 수술 전 망막박리 전구병변이 발견된 경우 예방적 레이저치료가 망막박리의 발생 빈도를 낮출 수 있다.^{18,22,24}

굴절교정수술을 원하나 장기간 휴가를 낼 수 없는 환자들은 회복이 빠른 수술을 원할 뿐만 아니라 수술 전 검사와 수술을 하루에 진행하기를 원한다. 이들의 요구에 부응하여 최근 검사와 수술을 하루에 시행하는 당일 수술이 많아졌으며, 당일 라식, 라섹뿐만 아니라 스마일수술도 당일 수술이 많아지고 있다. 당일 수술은 산동제의 영향이 완전히 사라지지 않은 상태에서 수술을 진행하므로²⁵ 약간 산동된 상태가 수술에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다. 당일 라식, 라섹수술에 대해서는 기존 라식, 라섹수술과 비교하여 대등한 결과를 보였음을 보고한 연구가 최근에 있었다.²⁶

스마일수술은 안구추적장치를 사용하지 않고 각막을 약한 음압으로 고정시켜 움직이지 않도록 한 상태에서 진행하며,^{27,28} 각막을 레이저의 환자 접촉기(patient interface)에 고정하는 순간 제거될 각막편의 위치가 결정되기 때문에 각막고정 시 환자의 정확한 주시와 협조가 중요하다.²⁹⁻³² 산동된 동공 상태에서는 눈부심이 증가하고,³³ 동공 중심의 위치가 평소와 다르게 이동되어 동공 중심과 각막정점의 상대적 위치가 달라질 수 있다.^{34,35} Lee et al²⁹은 동공 중심과 각막정점과의 차이를 나타내는 카파각(angle kappa)이 큰 경우에 스마일수술 후 중심 이탈의 빈도가 더 높다고 하였다.

당일 스마일수술이 늘어나고 있으나 수술 후 결과에 대한 보고는 아직까지 없었다. 이에 본 저자들은 당일 스마일수술과 기존의 스마일수술의 결과를 비교하여 망막검사로 동공이 조금 커져있는 상태에서 진행된 당일 스마일의 수술 후 결과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 2017년 1월부터 6월까지 본원에서 스마일수

술을 받은 163명(163안)을 대상으로 하였으며 수술 전후의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 인증된 연구윤리심의위원회(IRB)의 심의를 거쳐 연구계획을 승인(승인번호 P01-201806-21-015)받았다. 모든 환자에서 비쥬맥스 펄토초레이저(VisumaxTM Femtosecond Laser, Carl Zeiss Meditec, Oberkochen, Germany)를 사용하여 스마일수술을 진행하였다. 나이가 만 18세 이상, -8.00 D 이하의 근시, -4.00 D 이하의 난시, 술 전 각막두께가 480 μ m 이상, 술 후 잔여각막두께가 270 μ m 이상, 각막지형도에서 이상 소견이 없는 환자를 대상으로 하였다.^{28,32} 굴절수술 이외의 안과 수술 병력이 있는 환자, 망막질환, 백내장, 시신경질환, 약시가 있는 환자, 동공모양에 이상이 있는 환자, 한눈보기(monovision) 수술을 받은 환자는 연구 대상에서 제외하였다.

스마일수술 방법

스마일수술은 0.5% Proparacaine hydrochloride (Alcain[®], Alcon, Purrs, Belgium) 안약으로 마취한 후 시행하였다. Visumax 레이저(VisumaxTM Femtosecond Laser, Carl Zeiss Meditec)를 각막에 고정한 후 레이저 조사를 시작하여 각막편과 절개창을 만들었다. 환자에게 정면의 초록색 불빛을 보게 한 상태에서 레이저 각막접촉부를 환자의 각막 가운데에 닿게 하고 눈물에 의한 접촉면을 만들었다. 이 상태에서 환자에게 초록색 불빛을 다시 한 번 정확히 주시하도록 한 후, 음압을 걸어 각막을 레이저 각막접촉부에 고정하였다. 각막편의 지름(lenticule diameter)은 6.0-6.5 mm로 하였으며, 각막뚜껍의 직경(cap diameter)은 7.5 mm, 각막뚜껍두께(cap thickness)는 120 μ m로 하였다. 각막절개창은 145° 위치에 2.0 mm 크기로 만들었다. 레이저 세팅은 반복속도(repetition rate) 500 kHz, 펄스에너지 130 nJ, 점간 간격 4.0 μ m으로 진행하였다.

레이저 조사가 이루어진 후 스마일용 주걱(spatula)을 사용하여 절개창을 통해 각막편의 위층과 아래층을 순서대로 분리한 후 미세포셉을 사용하여 각막편을 제거하였다. 제거된 각막편이 온전한지 확인한 후 각막실질낭을 평형용액(BSS[®], Alcon Laboratories, Inc. Fort Worth, TX, USA)으로 세척하고 수술을 마무리하였다. 수술 후 0.5% 목시플록사신(Vigamox[®], Alcon, Fort Worth, TX, USA)과 로테맥스 점안액(Lotemax[®], Bausch + Lomb, Inc., Bridgewater, NJ, USA)을 하루 3회씩 2주 동안 사용하도록 하였다.

당일 스마일수술의 진행 방법

당일 스마일군의 환자들은 당일 수술을 스스로 원하는 환자들이었다. 이들은 수술 전 검사 결과가 수술에 적합하지 못할 경우에는 당일 수술이 불가할 수 있음을 안내받고

사전에 동의하였다. 수술 당일 오전에 내원하여 전안부 상태, 굴절검사, 각막지형도, 각막두께 등을 검사하고 산동 후 망막검사를 진행하였다. 산동을 위하여 미드린 피(Mydrin P, Santen pharmaceutical Co., Ltd., Osaka, Japan)를 점안하였으며 산동제 점안 후 약 30분 후 산동된 상태에서 간접검안경(indirect ophthalmoscopy)을 사용하여 망막검사를 시행하였다. 술 전 검사에서 각막염, 결막염, 안검염, 심한 안구건조증, 녹내장, 망막변성이 발견된 경우는 당일 수술을 취소하였으며, 특이 소견이 없는 경우 당일 스마일수술을 진행하였다.

두 군에서의 수술 후 결과 비교

당일 스마일수술의 결과를 알아보기 위하여 당일 수술군과 계획 수술군으로 나누어 수술 전후의 근시, 난시, 시력을 포함한 자세한 안과적 검사를 시행하였다. 수술 전에 모든 환자의 나안시력, 최대교정시력, 현성굴절검사, 세극등현미경검사, 안압검사(NT-530P, Nidek, Gamagori, Japan), 산동 후 안저검사, 자동굴절검사계(ARK-530A, Nidek), 동공크기검사(Keratograph 4, Oculus, Inc., Arlington, WA, USA), 각막내피세포검사(EM-4000, Tomey corp., Nagoya, Japan), 중심부 각막두께검사(NT-530P, Nidek), 각막지형도검사 등을 시행하였다. 스마일수술 후 1개월, 6개월에 외래에 내원하여 원거리나안시력(uncorrected distance visual acuity, UDVA), 최대교정시력, 자동굴절검사계에 의한 근시, 난시 정도, 안압검사, 세극등현미경검사를 시행하였다. 모든 환자의 우안 결과값만을 분석에 사용하였다. 당일 수술 여부에 술 전 검사 방법, 수술 과정, 레이저 세팅 등은 두 군에서 모두 동일하게 진행하였다. 계획 수술군 중 검사 후 수술까지 3개월 이상 경과한 경우에는 굴절이상의 변화를

확인하기 위하여 수술 전에 굴절검사를 한 번 더 하였다.

통계적 검정은 IBM SPSS ver. 18.0 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며 두 군의 비교는 독립 *t*-test와 카이스퀘어(Chi-square) 방법을 이용하였으며, *p*값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의하다고 정의하였다. 선형회귀분석의 설명력을 의미하는 결정계수(R^2)값은 상관계수(*r*)의 제곱으로서 이를 결과에 표시하였다.

결 과

스마일수술을 받은 환자 163명 중 당일 스마일군은 83명이었고 계획 스마일군은 80명이었다. 두 군에서 나이, 술 전 근시, 난시, 교정시력, 동공크기, 각막두께는 차이가 없었다(Table 1).

당일 스마일군과 계획 스마일군에서 술 후 1개월 시 구면대응치는 각각 -0.31 ± 0.45 디옵터, -0.32 ± 0.38 디옵터였고($p=0.97$), 근시는 각각 -0.07 ± 0.43 디옵터, -0.09 ± 0.37 디옵터였고($p=0.81$), 난시는 각각 -0.48 ± 0.29 디옵터, -0.46 ± 0.28 디옵터였고($p=0.57$), 시력은 각각 -0.02 ± 0.11 logMAR, -0.02 ± 0.11 logMAR이었다($p=0.79$) (Table 2). 수술 후 6개월에 당일 스마일군과 계획 스마일군에서의 구면대응치는 각각 -0.30 ± 0.44 디옵터, -0.32 ± 0.37 디옵터였고($p=0.82$), 근시는 각각 -0.06 ± 0.42 디옵터, -0.08 ± 0.34 디옵터였고($p=0.81$), 난시는 각각 -0.48 ± 0.25 디옵터, -0.48 ± 0.30 디옵터였고($p=0.99$), 시력은 각각 -0.04 ± 0.09 logMAR, -0.05 ± 0.07 logMAR이었다($p=0.45$) (Table 3).

스마일수술 후 구면대응치가 ± 1.0 D 이내를 보인 환자는 수술 후 1개월에 당일 스마일군에서 94%, 계획 스마일군에서 96%이었고, 수술 후 6개월에는 두 군에서 각각 96%,

Table 1. Preoperative demographic characteristics of patients who underwent SMILE

	One day SMILE group	Scheduled SMILE group	<i>p</i> -value
Patients	83	80	
Age (years)	25.52 \pm 5.26 (20 to 47)	26.56 \pm 6.09 (19 to 40)	0.24*
Gender (male:female)	25:58	38:42	0.66†
Preoperative refractive error			
Spherical error (D)	-4.29 \pm 1.69 (-8.00 to -0.75)	-4.09 \pm 1.41 (-7.50 to -0.75)	0.41*
Cylindric error (D)	-0.75 \pm 0.71 (-2.75 to 0)	-0.64 \pm 0.64 (-2.75 to 0)	0.29*
Preoperative spherical equivalent (D)	-4.67 \pm 1.76 (-8.38 to -1.38)	-4.41 \pm 1.5 (-8.25 to -0.88)	0.31*
Preoperative BCVA (logMAR)	-0.03 \pm 0.05 (-0.1 to 0.2)	-0.04 \pm 0.05 (-0.1 to 0)	0.36*
Scotopic pupil diameter (mm)	6.71 \pm 0.64 (5.3 to 8.2)	6.69 \pm 0.71 (4.6 to 8.5)	0.82*
Preoperative IOP (mmHg)	16.07 \pm 2.36 (10 to 21)	15.44 \pm 2.19 (11 to 20)	0.08*
Preoperative CCT (μ m)	544.49 \pm 29.53 (487 to 609)	548.13 \pm 31.69 (492 to 634)	0.45*

Values are presented as mean \pm standard deviation (range) unless otherwise indicated.

SMILE = small incision lenticule extraction; D = diopters; BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; IOP = intraocular pressure; CCT = central cornea thickness.

*Independent *t*-test; †Chi-square test.

96%였으며(Fig. 1), 목표 구면대응치와 잔여 구면대응치의 차이인 잔여 구면대응치는 두 군에서 유의한 차이는 보이지 않았다. 결정계수(R^2)는 수술 후 1개월에 당일 스마일군에서 0.9369, 계획 스마일군에서 0.9358이었고 수술 후 6개월에 각각 0.9435, 0.9384였다(Fig. 2). 스마일수술 후 난시가 0.75디옵터 이내인 환자는 수술 후 1개월에 당일 스마일군에서 92%, 계획 스마일군에서 91%였고, 수술 후 6개월에는 각각 93%, 89%였다(Fig. 3). 수술 후 나안시력을 수술 전 교정시력으로 나눈 값인 효용성지수는 스마일수술 후 1개월에 당일 스마일군에서 0.95 ± 0.18 , 계획 스마일군에서

0.95 ± 0.17 로 두 군 간의 차이가 없었으며($p=0.84$), 수술 후 6개월에는 각각 0.99 ± 0.13 , 계획 스마일군에서 1.00 ± 0.12 로 차이가 없었다($p=0.53$) (Table 4).

고 찰

스마일은 시력 회복이 빠른 수술이지만 초기 뿌연 증상으로 라식보다 시력이 완전히 회복되기까지의 시간이 더 소요된다.^{36,37} 스마일수술 초기의 뿌연 증상의 원인은 수술 부위에서 산란되는 빛의 강도가 높고 각막뚜껑(cap)과 각막

Table 2. Postoperative 1 month clinical outcomes of one day SMILE group and scheduled SMILE group

	One day SMILE group	Scheduled SMILE group	<i>p</i> -value*
Patients	83	80	
UCVA at postop 1 month (logMAR)	-0.02 ± 0.11 (-0.1 to 0.3)	-0.02 ± 0.11 (-0.1 to 0.4)	0.79
Postoperative refractive error			
Spherical error (D)	-0.07 ± 0.43 (-1.00 to 1.00)	-0.09 ± 0.37 (-1.00 to 0.75)	0.81
Cylindric error (D)	-0.48 ± 0.29 (-1.50 to 0)	-0.46 ± 0.28 (-1.50 to 0)	0.57
Postoperative spherical equivalent (D)	-0.31 ± 0.45 (-1.38 to 0.63)	-0.32 ± 0.38 (-1.50 to 0.50)	0.97

Values are presented as mean \pm standard deviation (range) unless otherwise indicated.

SMILE = small incision lenticule extraction; UCVA = uncorrected visual acuity; postop = postoperative; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; D = diopters.

*Independent *t*-test.

Table 3. Postoperative 6 months clinical outcomes of one day SMILE group and scheduled SMILE group

	One day SMILE group	Scheduled SMILE group	<i>p</i> -value*
Patients	83	80	
UCVA at postop 6 months (logMAR)	-0.04 ± 0.09 (-0.1 to 0.3)	-0.05 ± 0.07 (-0.1 to 0.25)	0.45
Postoperative refractive error			
Spherical error (D)	-0.06 ± 0.42 (-1.50 to 0.75)	-0.08 ± 0.34 (-1.25 to 0.50)	0.81
Cylindric error (D)	-0.48 ± 0.25 (-1.00 to 0)	-0.48 ± 0.30 (-1.50 to 0)	0.99
Postoperative spherical equivalent (D)	-0.30 ± 0.44 (-1.88 to 0.50)	-0.32 ± 0.37 (-2.00 to 0.38)	0.82

Values are presented as mean \pm standard deviation (range) unless otherwise indicated.

SMILE = small incision lenticule extraction; UCVA = uncorrected visual acuity; postop = postoperative; logMAR = logarithm of minimum angle of resolution; D = diopters.

*Independent *t*-test.

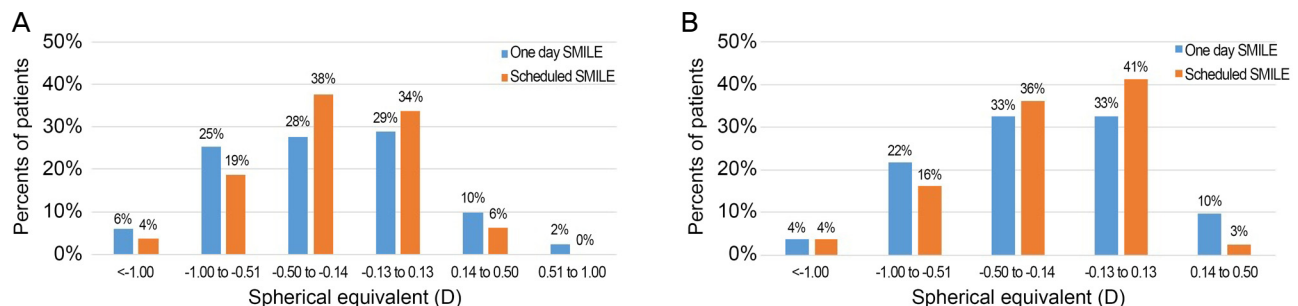


Figure 1. Refractive outcomes of the one day SMILE group and scheduled SMILE group. The spherical equivalent of one day SMILE and scheduled SMILE at postoperative 1 month (A). The spherical equivalent of one day SMILE and scheduled SMILE at postoperative 6 months (B). SMILE = small incision lenticule extraction; D = diopters.

실질 사이의 미세변형이 원인이다.^{8,38-41} 수술 1-2주 후 대비 감도 저하와 빛번짐이 대부분 호전되지만^{40,42} 완전한 회복을 위해서는 수술 후 6개월까지 경과 관찰이 필요하다.^{8,37,41} 이러한 이유로 본 연구에서는 두 군의 수술 후 1개월과 6개월의 검사값들을 비교 분석하였다. 본 연구의 당일 스마일 군과 계획 스마일군의 평균 logMAR 나안시력은 수술 후 1개월에 -0.02, 6개월에 -0.04로 나타났으며 두 군의 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과는 스마일수술 후 logMAR 평균 나안시력이 0.02에서 -0.17로 보고한 기존 연구들^{43,44}과 유사한 결과이며 수술 후 1개월보다 수술 후 6개월에 나안시력이 호전된 것은 스마일수술 후 시력이 3-6개월까지 향상될 수 있다는 기존 연구들과 일치한다.^{8,45}

각막굴절교정수술 후 결과를 좋게 하기 위해서 수술 중

광학부 중심을 각막정점에 정확히 맞추는 것이 필요하다.⁴⁶⁻⁴⁸ Bueeler et al⁴⁶은 각막굴절수술 후 3 mm 동공 기준으로 레이저 조사 중심이 0.2 mm 이상 벗어나면 시력에 영향을 줄 수 있다고 하였다. Piñero and Teus⁸은 스마일수술 시 광학부가 중심에서 벗어나면 코마와 같은 고위수차가 증가한다고 하였다. Lee et al²⁹은 스마일수술 후 중심이탈이 0.335 mm 이상이면 그 이하인 군에 비하여 코마와 구면수차가 증가하였다고 보고하였다.

광원을 향해서 정확히 보고 있는 상태의 안구에 맺힌 각막 반사점인 제 1 퍼킨지 반사(first Purkinje image)를 각막 정점(vertex)이라고 하며, 이는 스마일수술 시 각막 중심으로 받아들여지고 있다.²⁹ 레이저 조사의 중심을 각막정점으로 수술하는 것이 동공 중심으로 수술하는 것에 비하여 우

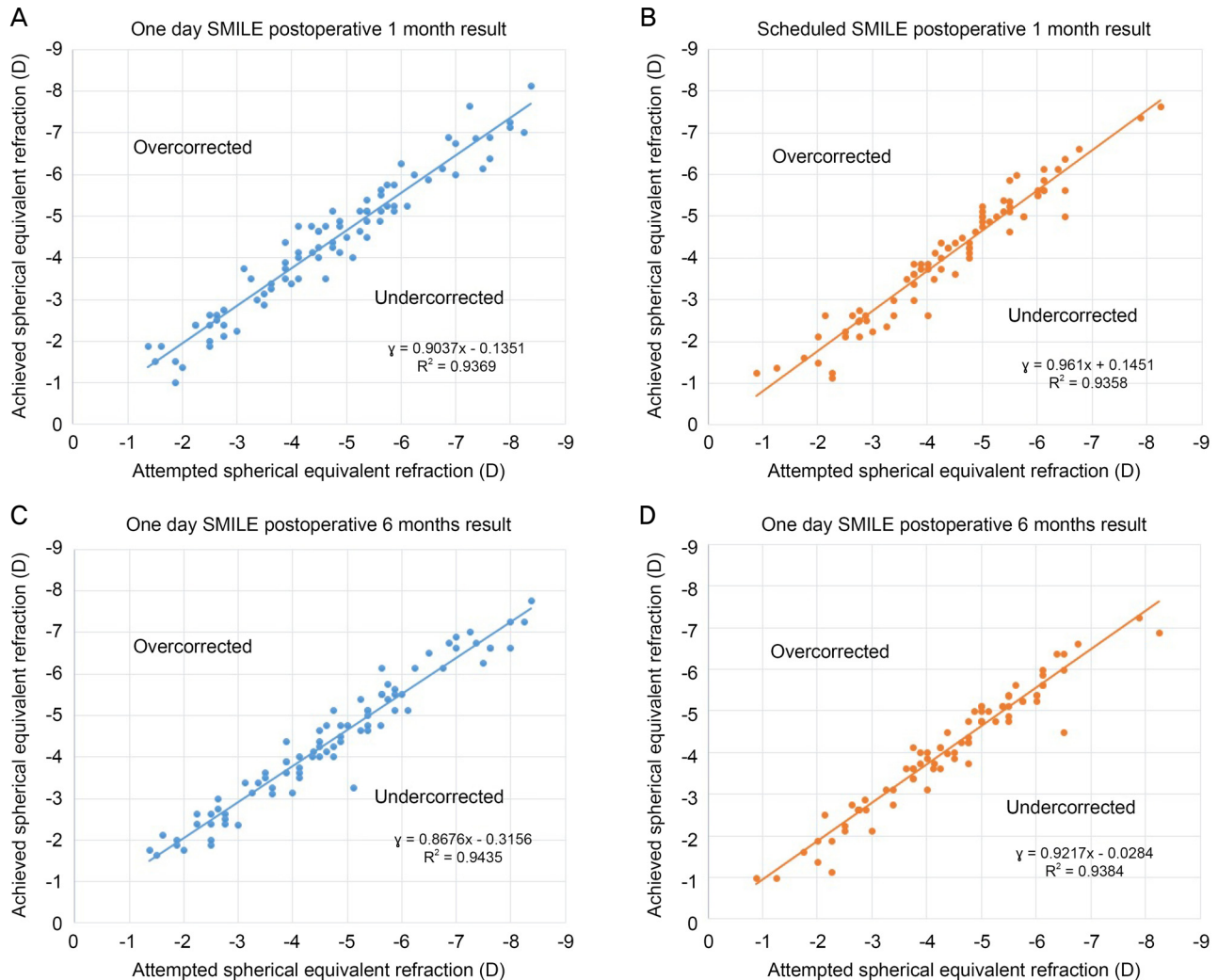


Figure 2. Predictability of spherical equivalent correction of the one day SMILE group and scheduled SMILE group. The results of one day SMILE (A) and scheduled SMILE (B) at postoperative 1 month. The results of one day SMILE (C) and scheduled SMILE (D) at postoperative 6 months. SMILE = small incision lenticule extraction; D = diopters.

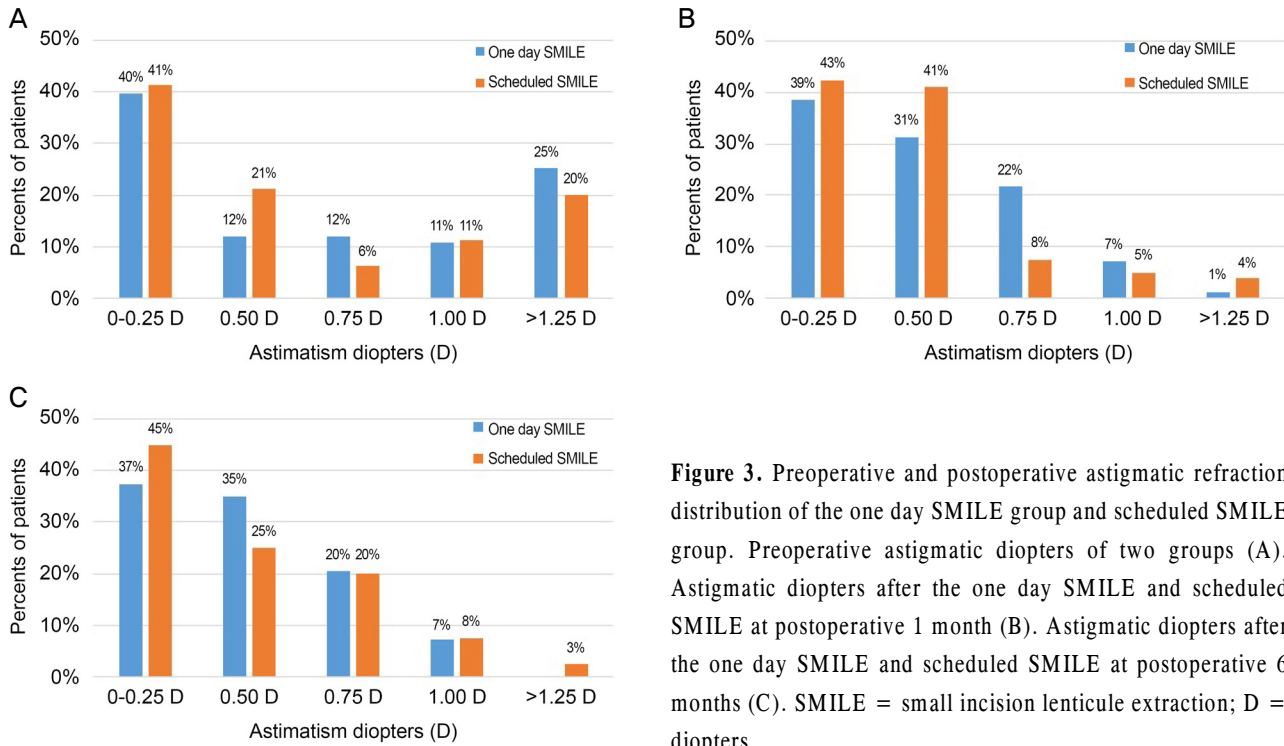


Figure 3. Preoperative and postoperative astigmatic refraction distribution of the one day SMILE group and scheduled SMILE group. Preoperative astigmatic diopters of two groups (A). Astigmatic diopters after the one day SMILE and scheduled SMILE at postoperative 1 month (B). Astigmatic diopters after the one day SMILE and scheduled SMILE at postoperative 6 months (C). SMILE = small incision lenticule extraction; D = diopters.

Table 4. The efficacy indices (postoperative UDVA/ preoperative CDVA) of both groups at postoperative 1 month and 6 months

	One day SMILE group	Scheduled SMILE group	p-value*
SMILE (1 month)	0.95 ± 0.18	0.95 ± 0.17	0.84
SMILE (6 months)	0.99 ± 0.13	1.00 ± 0.12	0.53

Values are presented as mean ± standard deviation.

UDVA = uncorrected visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; SMILE = small incision lenticule extraction.

*Independent t-test.

수한 수술 후 결과를 보였다.⁴⁶⁻⁵¹ 환자가 초록색 불빛을 정확히 보고 있을 때 반사되는 초록색 불빛이 각막정점이므로 스마일수술 시 환자의 협조가 필요하다.^{28,31,32,52} 각막이 고정되는 순간 각막이 미세하게 움직여 발생하는 오차는 각막의 두 정점인 각막정점(vertex)과 각막정점(apex)의 위치 차이가 클수록 발생 빈도가 높다.⁵³ 또한 이러한 과정이 술자의 주관적 판단에 따라 수동으로 진행되므로 술자의 경험에 수술 후 결과에 영향을 미친다.^{27,30}

각막을 고정하기 직전에 환자가 초록색 불빛을 잘 주시하는지 술자가 확인할 수 있는 방법은 두 가지다. 첫째, 각막이 접촉되었을 때 생긴 눈물층에 의한 각막접촉면이 대칭인지 확인하는 것이다. 둘째, 동공 중심과 각막정점의 상대적인 위치를 각막지형도와 비교하는 것이다. 동공이 평상시보다 산동된 상태에서는 둘째 방법을 사용하는 것이 부정확할 수 있다. 동공이 커지면 동공 중심과 각막정점의 상대적 위치가 변할 수 있기 때문이다.^{32,34,35,54-57}

스마일수술의 광학부 중심이탈이 라식, 라섹 수술과 비교하여 더 나쁘다는 보고는 아직까지 없다.⁵⁸ 라식, 라섹은 수술 중 안구추적장치를 사용할 수 있는 장점이 있으나 엑시머레이저 조사가 각막절편이 젖혀져 있거나 각막상피가 제거된 상태에서 진행되므로 환자가 초록색 불빛을 선명하게 볼 수 없다. 이에 비하여, Visumax 레이저(Visumax™ Femtosecond Laser, Carl Zeiss Meditec)를 사용한 스마일수술은 각막상피가 온전하여 환자가 초록색 불빛을 선명하게 볼 수 있는 상태에서 각막 고정이 이루어지고, 안구가 고정된 상태로 레이저 조사가 이루어진다는 장점이 있다. 스마일수술에 사용되는 Visumax 펄초레이저(Visumax™ Femtosecond Laser, Carl Zeiss Meditec)는 환자가 초록색 불빛을 정확히 볼 수 있도록 환자의 근시, 난시 정도에 따라서 불빛이 조절되며, 낮은 음압을 사용하여 고정하므로 수술 중 시야가 캄캄해지는 현상이 발생하지 않아서 환자의 공포심을 줄여 협조도를 높일 수 있다.^{36,59}

스마일수술 후 난시가 저교정되는 현상이 보고되었으나 난시축을 정확히 맞추고 노모그램을 조정하여 극복될 수 있었다고 하였다.^{8,60,61} 굴절교정 시 난시축이 5° 틀어지면 난시의 교정 효과가 1.5% 감소하고, 15°가 틀어지면 13.4% 감소하고, 30° 틀어지면 50% 감소한다.³⁰ 스마일수술은 안구가 고정된 상태에서 진행되므로 동적 회선 보정은 필요가 없으나 정적 회선 보정은 필요하다. Alpin⁶²은 레이저수술환자의 38%가 앉았을 때에 비해 누운 자세에서 5° 이상의 안구가 회선되었다고 하며, Ganesh et al⁶³은 스마일수술 중 5° 이상의 회선을 보인 환자가 약 20%였다고 보고하였다. 스마일수술 시 안구회선을 예방하고 난시교정 효과를 높이기 위하여 각막에 마킹을 한 후 각막교정을 시행하는 방법들이 시도되고 있다.^{32,63} 최근 Pedersen et al⁶⁰은 스마일수술 후 잔여 난시가 0.50디옵터 이내인 경우가 70%, 1.0디옵터 이내인 경우가 94%라고 보고하였다. 본 연구에서는 각막에 마킹을 하는 방법은 사용하지 않았으며, 난시교정 결과는 수술 후 6개월에 당일 스마일군에서 0.50디옵터 이내가 72%, 1.0디옵터 이내가 100%, 계획 스마일군에서는 각각 70%, 97%로 이전 연구와 유사한 결과를 보였다.^{60,64}

스마일수술 전 망막검사를 위하여 사용되는 산동제는 부교감신경 길항제와 교감신경 작용제로서 일정 시간 동공근에 작용하여 빛에 대한 동공 반응을 억제한다. 산동검사 시 주로 사용되는 미드린 피(Mydrin P, Santen pharmaceutical Co., Ltd.)의 주성분은 트로피카마이드 0.5-1%와 페닐에프린 2.5%로서 동공 확장의 최대 효과는 30분 후에 나타나며 회복에는 4-10시간이 걸린다.¹⁸ 당일 스마일수술을 하는 환자의 일부는 동공이 커져 있는 상태로 수술을 진행한다. 스마일수술 중 동공 크기가 수술에 미치는 영향은 두 가지 측면을 생각할 수 있다. 첫째, 눈부심이 증가하여 환자가 초록색 불빛을 주시하는데 영향을 받을 수 있다는 점이고 둘째, 술자가 각막정점을 레이저의 환자 접촉기에 고정시킬 때 커져 있는 동공에 영향을 받을 수 있다는 점이다. 당일 스마일군과 계획 스마일군환자들의 수술 후 결과가 대등하다는 것은 산동된 상태가 스마일수술의 결과에 미치는 영향이 크지 않음을 시사한다.

본 연구는 당일 스마일수술의 결과를 근시, 난시, 시력으로만 비교하였다는 제한점이 있지만 당일 스마일수술의 결과를 처음으로 보고하였다는 점에서 의미가 있다. 술 후 고위수차를 비교하기 위한 파면분석검사, 중심이탈 정도를 확인하기 위한 각막지형도검사, 시력의 질을 비교하기 위한 optical quality analysis system (OQAS)검사를 포함한 추가 연구가 앞으로 필요할 것으로 생각된다.⁶⁵

결론적으로 Visumax 레이저(Visumax™ Femtosecond Laser, Carl Zeiss Meditec)를 사용한 당일 스마일수술은 산동 검

사 후 완전히 회복되지 않은 동공 상태에서 수술을 진행하였음에도 기존 방법과 비교하여 수술 후 결과에 차이가 없었다. 이러한 결과는 당일 스마일수술을 원하는 환자와 집도하는 술자 모두가 안심하고 수술을 할 수 있는 근거가 될 것이다.

REFERENCES

- 1) Sekundo W, Gertner J, Bertelmann T, Solomatin I. One-year refractive results, contrast sensitivity, high-order aberrations and complications after myopic small-incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014;252: 837-43.
- 2) Pedersen IB, Ivarsen A, Hjortdal J. Three-year results of small incision lenticule extraction for high myopia: refractive outcomes and aberrations. *J Refract Surg* 2015;31:719-24.
- 3) Kobashi H, Kamiya K, Igarashi A, et al. Two-years results of small-incision lenticule extraction and wavefront-guided laser in situ keratomileusis for myopia. *Acta Ophthalmol* 2018;96:e119-26.
- 4) Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Small incision lenticule extraction (SMILE) history, fundamentals of a new refractive surgery technique and clinical outcomes. *Eye Vis (Lond)* 2014;1:3.
- 5) Vestergaard A, Ivarsen A, Asp S, Hjortdal JØ. Femtosecond (FS) laser vision correction procedure for moderate to high myopia: a prospective study of ReLEx (R) flex and comparison with a retrospective study of FS-laser in situ keratomileusis. *Acta Ophthalmol* 2013;91:355-62.
- 6) Ganesh S, Brar S, Arra RR. Refractive lenticule extraction small incision lenticule extraction: a new refractive surgery paradigm. *Indian J Ophthalmol* 2018;66:10-9.
- 7) Ağca A, Demirok A, Yildirim Y, et al. Refractive lenticule extraction (ReLEx) through a small incision (SMILE) for correction of myopia and myopic astigmatism: current perspectives. *Clin Ophthalmol (Auckland, NZ)* 2016;10:1905-12.
- 8) Piñero DP, Teus MA. Clinical outcomes of small-incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted wavefront-guided laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2016;42:1078-93.
- 9) Seven I, Vahdati A, Pedersen IB, et al. Contralateral eye comparison of SMILE and flap-based corneal refractive surgery: computational analysis of biomechanical impact. *J Refract Surg* 2017;33: 444-53.
- 10) Shetty R, Francis M, Shroff R, et al. Corneal biomechanical changes and tissue remodeling after SMILE and LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017;58:5703-12.
- 11) Denoyer A, Landman E, Trinh L, et al. Dry eye disease after refractive surgery comparative outcomes of small incision lenticule extraction versus LASIK. *Ophthalmology* 2015;122:669-76.
- 12) Kobashi H, Kamiya K, Shimizu K. Dry eye after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted LASIK: meta-analysis. *Cornea* 2017;36:85-91.
- 13) Xia LK, Ma J, Liu HN, et al. Three-year results of small incision lenticule extraction and wavefront-guided femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis for correction of high myopia and myopic astigmatism. *Int J Ophthalmol* 2018;11:470-7.
- 14) Shen Z, Shi K, Yu Y, et al. Small incision lenticule extraction

- (SMILE) versus femtosecond laser-assisted in situ keratomileusis (FS-LASIK) for myopia: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 2016;11:e0158176.
- 15) Lam DS, Fan DS, Chan WM, et al. Prevalence and characteristics of peripheral retinal degeneration in chinese adults with high myopia: a cross-sectional prevalence survey. *Optom Vis Sci* 2005;82: 235-8.
 - 16) Arevalo JF. Retinal complications after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15:184-91.
 - 17) Lewis H. Peripheral retinal degenerations and the risk of retinal detachment. *Am J Ophthalmol* 2003;136:155-60.
 - 18) Lin J, Xie X, Du X, et al. Incidence of vitreoretinal pathologic conditions in myopic eyes after laser in situ keratomileusis. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2002;38:546-9.
 - 19) Ghosh S, Couper TA, Lamoureux E, et al. Evaluation of iris recognition system for wavefront-guided laser in situ keratomileusis for myopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:215-21.
 - 20) Pierro L, Camesasca FI, Mischi M, Brancato R. Peripheral retinal changes and axial myopia. *Retina* 1992;12:12-7.
 - 21) Kirker GE, McDonald DJ. Peripheral retinal degeneration in high myopia. *Can J Ophthalmol* 1971;6:58-61.
 - 22) Lin SC, Tseng SH. Prophylactic laser photocoagulation for retinal breaks before laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2003; 19:661-5.
 - 23) Wilkes SR, Beard CN, Kurland LT, et al. The incidence of retinal detachment in Rochester, Minnesota, 1970-1978. *Am J Ophthalmol* 1982;94:670-3.
 - 24) Arevalo JF, Ramirez E, Suarez E, et al. Rhegmatogenous retinal detachment in myopic eyes after laser in situ keratomileusis. Frequency, characteristics, and mechanism. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:674-80.
 - 25) Wright KW, Strube YN. *Pediatric ophthalmology and strabismus*, 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2012;92.
 - 26) Kim WK, Ryu IH, Lee IS, et al. Comparison of postoperative results of one day laser-assisted in-situ keratomileusis, laser-assisted sub-epithelial keratectomy surgery, and conventional surgery. *J Korean Ophthalmol* 2018;59:410-8.
 - 27) Chan TCY, Ng ALK, Cheng GPM, et al. Effect of the learning curve on visual and refractive outcomes of small-incision lenticule extraction. *Cornea* 2017;36:1044-50.
 - 28) Kang DSY, Lee H, Reinstein DZ, et al. Comparison of the distribution of lenticule decentration following SMILE by subjective patient fixation or triple marking centration. *J Refract Surg* 2018; 34:446-52.
 - 29) Lee H, Roberts CJ, Arba-Mosquera S, et al. Relationship between decentration and induced corneal higher-order aberrations following small-incision lenticule extraction procedure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018;59:2316-24.
 - 30) Titiyal JS, Kaur M, Rath A, et al. Learning curve of small incision lenticule extraction: challenges and complications. *Cornea* 2017; 36:1377-82.
 - 31) Steinwender G, Shajari M, Mayer WJ, et al. Impact of a displaced corneal apex in small incision lenticule extraction. *J Refract Surg* 2018;34:460-5.
 - 32) Jun I, Kang DSY, Reinstein DZ, et al. Clinical outcomes of SMILE with a triple centration technique and corneal wavefront-guided transepithelial PRK in high astigmatism. *J Refract Surg* 2018;34: 156-63.
 - 33) Zhao F, Han T, Chen X, et al. Minimum pupil in pupillary response to light and myopia affect disk halo size: a cross-sectional study. *BMJ Open* 2018 10;8:e019914.
 - 34) De Ortueta D, Arba-Mosquera S. Laser in situ keratomileusis for high hyperopia with corneal vertex centration and asymmetric offset. *Eur J Ophthalmol* 2017;27:141-52.
 - 35) Narváez J, Brucks M, Zimmerman G, et al. Intraoperative cyclo-rotation and pupil centroid shift during LASIK and PRK. *J Refract Surg* 2012;28:353-7.
 - 36) Damgaard IB, Ang M, Farook M, et al. Intraoperative patient experience and postoperative visual quality after smile and lasik in a randomized, paired-eye, controlled study. *J Refract Surg* 2018;34: 92-9.
 - 37) Ganesh S, Gupta R. Comparison of visual and refractive outcomes following femtosecond laser-assisted LASIK with SMILE in patients with myopia or myopic astigmatism. *J Refract Surg* 2014; 30:590-6.
 - 38) Riau AK, Angunawela RI, Chaurasia SS, et al. Effect of different femtosecond laser-firing patterns on collagen disruption during refractive lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1467-75.
 - 39) Wei S, Wang Y, Wu D, et al. Ultrastructural changes and corneal wound healing after SMILE and PRK procedures. *Curr Eye Res* 2016;41:1316-25.
 - 40) Han T, Zhao J, Shen Y, et al. A three-year observation of corneal backscatter after small incision lenticule extraction (SMILE). *J Refract Surg* 2017;33:377-82.
 - 41) Agca A, Ozgurhan EB, Yildirim Y, et al. Corneal backscatter analysis by in vivo confocal microscopy: fellow eye comparison of small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted LASIK. *J Ophthalmol* 2014;2014:265012.
 - 42) Yao P, Zhao J, Li M, et al. Microdistortions in bowman's layer following femtosecond laser small incision lenticule extraction observed by fourier-domain OCT. *J Refract Surg* 2013;29:668-74.
 - 43) Agca A, Ozgurhan EB, Demirok A, et al. Comparison of corneal hysteresis and corneal resistance factor after small incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted LASIK: a prospective fellow eye study. *Cont Lens Anterior Eye* 2014;37:77-80.
 - 44) Kamiya K, Shimizu K, Igarashi A, Kobashi H. Visual and refractive outcomes of femtosecond lenticule extraction and small incision lenticule extraction for myopia. *Am J Ophthalmol* 2014; 157:128-34.e2.
 - 45) Son GS, Lee SC, Lim TH. Clinical outcomes of small incision lenticule extraction including visual quality analysis. *J Korean Ophthalmol* 2016;57:562-7.
 - 46) Bueeler M, Mrochen M, Seiler T. Maximum permissible lateral decentration in aberration-sensing and wavefront-guided corneal ablation. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:257-63.
 - 47) Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, Seiler T. Increased higher-order optical aberrations after laser refractive surgery: a problem of subclinical decentration. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:362-9.
 - 48) Wang L, Koch DD. Residual higher-order aberrations caused by clinically measured cyclotorsional misalignment or decentration during wavefront-guided excimer laser corneal ablation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:2057-62.
 - 49) Okamoto S, Kimura K, Funakura M, et al. Comparison of myopic LASIK centered on the coaxially sighted corneal light reflex or line of sight. *J Refract surg* 2009;25(10 Suppl):S944-50.
 - 50) Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Is topography-guided ablation

- profile centered on the corneal vertex better than wavefront-guided ablation profile centered on the entrance pupil? J Refract Surg 2012;28:139-43.
- 51) Arbelaez MC, Vidal C, Arba-Mosquera S. Clinical outcomes of corneal vertex versus central pupil references with aberration-free ablation strategies and LASIK. Invest Ophthalmol Vis Sci 2008; 49:5287-94.
- 52) Reinstein DZ, Gobbe M, Gobbe L, et al. Optical zone centration accuracy using corneal fixation-based SMILE compared to eye tracker-based femtosecond laser-assisted LASIK for myopia. J Refract Surg 2015;31:586-92.
- 53) Steinwender G, Shajari M, Mayer WJ, et al. Impact of a displaced corneal apex in small incision lenticule extraction. J Refract Surg 2018;34:460-5.
- 54) Uozato H, Guyton DL. Centering corneal surgical procedures. Am J Ophthalmol 1987;103(3 Pt 1):264-75.
- 55) Yang Y, Thompson K, Burns SA. Pupil location under mesopic, photopic, and pharmacologically dilated conditions. Invest Ophthalmol Vis Sci 2002;43:2508-12.
- 56) Erdem U, Muftuoglu O, Gundogan FC, et al. Pupil center shift relative to the coaxially sighted corneal light reflex under natural and pharmacologically dilated conditions. J Refract Surg 2008;24:530-8.
- 57) Schruender SA, Fuchs H, Spasovski S, Dankert A. Intraoperative corneal topography for image registration. J Refract Surg 2002;18: S624-9.
- 58) Alió del Barrio JL, Vargas V, Al-Shymali O, Alió JL. Small incision lenticule extraction (SMILE) in the correction of myopic astigmatism: outcomes and limitations - an update. Eye Vis 2017;4:26.
- 59) Hall RC, Rosman M, Chan C, et al. Patient and surgeon experience during laser in situ keratomileusis using 2 femtosecond laser systems. J Cataract Refract Surg 2014;40:423-9.
- 60) Pedersen IB, Ivarsen A, Hjortdal J. Changes in astigmatism, densitometry, and aberrations after SMILE for low to high myopic astigmatism: a 12-month prospective study. J Refract Surg 2017; 33:11-7.
- 61) Swami AU, Steinert RF, Osborne WE, White AA. Rotational malposition during laser in situ keratomileusis. Am J Ophthalmol 2002;133:561-2.
- 62) Alpíns N. Astigmatism analysis by the Alpíns method. J Cataract Refract Surg 2001;27:31-49.
- 63) Ganesh S, Brar S, Pawar A. Results of intraoperative manual cyclotorsion compensation for myopic astigmatism in patients undergoing small incision lenticule extraction (SMILE). J Refract Surg 2017;33:506-12.
- 64) Ivarsen A, Hjortdal J. Correction of myopic astigmatism with small incision lenticule extraction. J Refract Surg 2014;30:240-7.
- 65) Kanellopoulos AJ, Asimellis G. LASIK ablation centration: an objective digitized assessment and comparison between two generations of an excimer laser. J Refract Surg 2015;31:164-9.

= 국문초록 =

근시환자에서 당일 스마일수술과 계획 스마일수술의 결과 비교

목적: 근시환자에서 산동 후 망막검사를 포함한 수술 전 검사와 수술을 하루에 진행하는 당일 스마일수술의 결과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 2017년 1월부터 6월까지 본원에서 스마일수술을 받은 환자 163명(163안)을 대상으로 하였다. 수술 전 검사와 수술을 같은 날에 진행한 당일 스마일군과 검사 후 다른 날에 수술을 진행한 계획 스마일군으로 나누어 수술 후 1, 6개월의 근시, 난시 및 시력을 비교하였다.

결과: 당일 스마일군은 83명, 계획 스마일군은 80명이었으며, 수술 후 1개월에 근시는 각각 -0.07 ± 0.43 디옵터, -0.09 ± 0.37 디옵터였고($p=0.81$), 난시는 각각 -0.48 ± 0.29 디옵터, -0.46 ± 0.28 디옵터였으며($p=0.57$), 시력은 각각 -0.02 ± 0.11 logMAR, -0.02 ± 0.11 logMAR이었다($p=0.79$). 수술 후 6개월에 당일 스마일군과 계획 스마일군의 근시는 각각 -0.06 ± 0.42 디옵터, -0.08 ± 0.34 디옵터였고($p=0.81$), 난시는 각각 -0.48 ± 0.25 디옵터, -0.48 ± 0.30 디옵터였으며($p=0.99$), 시력은 각각 -0.04 ± 0.09 logMAR, -0.05 ± 0.07 logMAR이었다($p=0.45$).

결론: 산동제로 동공이 약간 커진 상태에서 진행한 당일 스마일수술은 검사와 수술을 다른 날에 진행한 스마일수술법에 비하여 술 후 근시, 난시, 나안시력에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

〈대한안과학회지 2019;60(3):223-232〉

김옥겸 / Wook Kyum Kim

비앤빛 강남밝은세상안과의원
B&Vlt Eye Center

