

당일 라식, 라섹 수술과 기존 수술법의 수술 후 결과 비교

Comparison of Postoperative Results of One Day Laser-assisted *in-situ* Keratomileusis, Laser-assisted Sub-epithelial Keratectomy Surgery, and Conventional Surgery

김옥겸 · 류익희 · 이인식 · 김희선 · 김정섭 · 김진국

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

비앤빛 강남밝은세상안과의원

B&Vlt Eye Center, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the postoperative results of one day laser-assisted *in-situ* keratomileusis (LASIK) or laser-assisted sub-epithelial keratectomy (LASEK) procedures, which were performed on the same day as preoperative examinations, including fundus examinations after dilating the pupil.

Methods: This study included 226 LASIK patients (226 eyes) and 201 LASEK patients (201 eyes) who underwent surgery with Visumax and EX500 from January to December in 2016. We divided the patients into two groups. The one-day surgery group (one-day group) underwent surgery on the same day as preoperative examinations, including dilated fundus examinations. The scheduled surgery group (scheduled group) underwent surgery on the scheduled day after the preoperative examinations. In the one-day group, the surgery was usually performed 2–5 hours after instillation of the pupil dilating eye drops.

Results: Among LASIK patients, the one-day group included 109 patients and the scheduled group included 117 patients. The postoperative myopic errors were 0.06 ± 0.37 diopters (D) and 0.07 ± 0.36 D, respectively ($p = 0.91$). The postoperative astigmatism was -0.38 ± 0.24 D and -0.37 ± 0.24 D, respectively ($p = 0.77$). The postoperative uncorrected visual acuity was -0.05 ± 0.03 logMAR and -0.06 ± 0.03 logMAR, respectively ($p = 0.13$). Among LASEK patients, the one-day group included 107 patients and the scheduled group included 94 patients. The postoperative myopic error was 0.18 ± 0.52 D and 0.22 ± 0.54 D, respectively ($p = 0.95$). The postoperative astigmatism was -0.48 ± 0.30 D and -0.46 ± 0.29 D, respectively ($p = 0.14$). The postoperative uncorrected visual acuity was -0.05 ± 0.03 logMAR and -0.06 ± 0.03 logMAR, respectively ($p = 0.33$).

Conclusions: The postoperative results of the one-day LASIK and LASEK patients, whose surgery was performed on the same day as the preoperative examinations, were not significantly different from those using the conventional method.

J Korean Ophthalmol Soc 2018;59(5):410-418

Keywords: Eye tracking, Laser-assisted *in-situ* keratomileusis (LASIK), Laser-assisted sub-epithelial keratectomy (LASEK), One day operation, Pupil

■ Received: 2017. 11. 30. ■ Revised: 2018. 2. 8.

■ Accepted: 2018. 4. 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.

라식, 라섹은 근시 난시를 교정하는 레이저 각막굴절교정술로서 수술의 안정성과 유효성이 이미 입증된 수술이다.^{1,2} 라식, 라섹 수술 전에는 망막 상태를 확인하기 위하여 산동 후 망막검사를 하는 경우가 많으며³⁻⁷ 산동제 점안 후 동공이 완전히 회복되기까지 4-6시간 정도가 소요된다.⁸ 비점조사(flying spot beam) 방식의 엑시머레이저는 수술 시

© 2018 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.

정확한 안구추적장치의 작동이 필수적이다. 동공이 커져 있는 상태는 안구추적과 수술 후 시력에 부정적 영향을 미칠 수 있으므로 수술 전 검사를 시행한 당일에 라식, 라섹 수술을 하는 경우는 드물었다.⁹⁻¹⁵

그러나 최근에는 시간적 여유가 없는 분들을 대상으로 검사와 수술을 같은 날에 시행하는 당일 라식, 라섹 수술이 많아지고 있다. 당일 수술은 환자와 병원 모두의 편리성으로 인하여 앞으로도 더욱 증가할 것으로 예상되며, 최근 증가하고 있는 스마일(small incision lenticule extraction, SMILE)은 수술 중 안구추적장치가 필요하지 않기 때문에 당일 수술의 비율을 더욱 증가시킬 것으로 생각된다.¹⁶⁻¹⁸

수술 전 주변부 망막을 검사하는 방법으로는 산동 후 망막을 검사하는 방법과 산동을 하지 않고 망막을 검사하는 방법이 있다. 산동을 하지 않는 검사방법으로 옴토맵(Optomap, Optos plc, Dunfermline, UK)과 같은 광각안저촬영 장비를 이용하는 방법이 있다.^{5,6,19} 옴토맵은 아직 국내에 널리 보급되지 못하여 대부분의 경우에는 산동 후 망막검사를 수술 전에 시행한다. 수술 전 망막 검사에서 망막박리의 위험 인자로 알려진 격자변성이 발견되는 빈도는 6-10% 정도이다.³⁻⁵ 라식 후 발생하는 망막박리의 빈도는 0.04-0.08%로 낮은 편이지만 발생하게 되면 심각한 시력장애를 유발할 수 있다.^{4,7,20}

산동제로는 부교감신경 길항제와 교감신경 작용제가 있으며, 각각 홍채 수축근과 홍채 산대근에 작용하여 동공을 확장시키고, 빛에 대한 동공반응을 억제한다. 수술 전 망막 검사를 위해서 미드린 피(Mydrin P, Santen pharmaceutical Co, Osaka, Japan)가 흔히 사용되고 있으며, 주성분은 트로피카마이드 0.5%와 페닐에프린 0.5%이다. 트로피카마이드는 부교감신경 길항제로서 30분 후에 최대효과가 나타나서 동공이 완전히 회복되기까지 2-6시간이 소요된다. 페닐에프린은 교감신경 작용제로서 20분 후에 최대효과가 나타나서 회복까지는 2-3시간이 걸린다.⁸

안구 추적장치는 눈의 움직임을 감지하여 빠른 시간에 레이저의 조사 위치를 조정함으로써 수술 중 눈 움직임에 의한 저교정, 부정난시, 중심이탈(decentered)의 발생을 줄인다.^{9,21} 안구추적장치는 원리에 따라 동공 모양을 인식하는 방식과 홍채의 패턴을 인식하는 방식으로 나눌 수 있다.^{11,13,21-23} 라식, 라섹 중 안구 추적장치가 올바르게 작동되기 위해서는 동공의 크기와 모양이 정상적이어야 한다.^{24,25} 동공의 크기가 변화되면 동공 중심의 위치도 움직이게 되는데²⁶ 동공의 크기가 커지면 동공 중심이 귀쪽으로 이동하고 동공이 작아지면 동공 중심이 코쪽으로 이동하는 경향을 보인다.²⁷ 동공 중심과 각막정점의 거리를 나타내는 카파각이 크거나 수술 중 카파각이 많이 변화하는 경우에는

수술 후 시력저하와 고위수차가 유발될 가능성이 높다.²⁶ 당일 라식, 라섹 수술은 산동제 점안 후 동공이 완전히 회복되지 않은 상태에서 수술을 진행하는 것으로서 이러한 동공상태가 술 후 결과에 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 아직까지 보고된 바가 없었다. 이에 본 연구는 비쥬맥스 펄토초레이저(Visumax™ Femtosecond Laser, Zeiss, Oberkochen, Germany)와 EX500 (Allegretto EX500 Laser; Alcon, Fort Worth, TX, USA) 레이저를 사용하여 라식, 라섹 수술을 받은 환자를 대상으로 당일 수술 방법과 기존 수술 방법의 결과를 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법

본 연구는 2016년 1월부터 동년 12월까지 본원에서 라식을 받은 226명(226안)과 라섹을 받은 201명(201안)을 대상으로 하였으며 수술 전후의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 인증된 연구윤리심의위원회(institutional review board, IRB)의 심의를 거쳐 연구계획을 승인(승인번호 P01-201711-11-005) 받았다. 모든 환자는 비쥬맥스 펄토초레이저(Zeiss)와 EX500 레이저(Alcon)를 사용하여 수술을 진행하였으며 EX500 레이저(Alcon)는 Food and Drug Administration (FDA) 승인을 받은 엑시머레이저 장비이다.^{22,23,28,29}

굴절수술 이외의 안과 수술 병력이 있는 환자, 망막질환, 백내장, 시신경질환, 약시가 있는 환자, 동공모양에 이상이 있는 환자, 한눈보기(monovision) 수술을 받은 환자, 수술 중 각막 콜라겐교차결합술을 시행한 환자, 비쥬맥스(Zeiss)와 EX500 (Alcon) 이외의 장비로 수술한 환자들은 연구 대상에서 제외하였다.

라식, 라섹 수술 방법

라식 수술은 비쥬맥스 펄토초레이저(Visumax™ Femtosecond Laser)를 사용하여 두께 100 μ m, 직경 8.0 mm, 경첩의 위치는 상측으로 하여 각막절편을 만들었으며, 각막절편은 EX500 레이저(Alcon)를 사용하였다. 술 후 0.5% 목시플록사신(Vigamox®, Alcon, Fort Worth, TX, USA)과 0.1% 플루로메토론(Flumetholon 0.1%, Santen pharmaceutical Co., Osaka, Japan)을 첫 1주간 하루 4회 사용하고, 다음 1주간 하루 2회 사용하였다.

라섹 수술은 Amoil 브리쉬(Amoils epithelial scrubber®, Innovative excimer solution, Inc., Toronto, Canada)를 이용하여 각막상피를 제거한 후 EX500 레이저(Alcon)를 사용하여 각막절제술을 시행하였다. 레이저 조사 후 0.02% mitomycin C를 면봉에 묻혀 절제부위에 10-20초간 바른 뒤 차가운 평형염류용액으로 20초간 각막표면과 결막낭을 충

분히 세척하였다. 그 후 치료용 콘택트렌즈를 착용시키고 항생제 안약을 점안하였다. 수술 당일부터 0.5% 레보플록사신(Cravit®, Santen pharmaceutical Co., Osaka, Japan)을 3시간마다 사용하였으며, 술 후 3-5일째 치료용 콘택트렌즈를 제거한 후, 하루 4회 1주간 더 사용하였다. 0.1% 플루오로메토론은 치료용 콘택트렌즈를 제거한 후 사용하였으며 1주간은 3시간마다 사용하고, 그 후 1달간 하루 4번씩 사용하였으며 점차 사용 빈도를 줄여 술 후 약 4개월간 사용하였다.

당일 수술 환자의 수술 가능 여부 결정 방법

본 연구에 포함된 당일 수술군 환자들은 당일 라식, 라섹 수술방법을 자원하는 환자들이었다. 이들은 수술 전 검사 결과가 수술에 적합하지 못할 경우에는 당일 수술이 불가할 수 있음을 사전에 안내 받고 이에 동의하였다. 당일 수술 환자들은 오전에 내원하여 전안부 상태와 동공모양을 세극등현미경으로 확인한 후 술 전 검사들을 진행하였다. 주변부 망막검사를 위하여 미드린 피(Mydrin P)를 점안하였으며 동공이 충분히 산동된 후 간접 검안경(indirect ophthalmoscopy)을 사용하여 주변부 망막검사를 시행하였다. 각막염, 결막염, 안검염, 심한 안구건조증, 망막변성이 있는 경우에는 치료를 먼저 한 후 수술을 받도록 안내하였다.

당일 수술 환자의 동공 크기와 모양 확인 방법

산동제 점안 후 30분 정도에 망막검사를 시행하였으며, 수술 전에 동공크기와 빛에 대한 반응을 확인하였다. 펜라이트로 동공을 비추어 동공이 작아지는 반응을 보일 경우에 수술실에 입장하도록 하였으며 동공반응이 전혀 없는 경우에는 더 기다리게 하였다. 빛에 동공이 반응하는 것은 산동제의 효과가 사라지고 있으며 수술 중 레이저의 조명을 밝게 함으로써 동공크기를 더 줄일 수 있는 상태라고 판단했다. 수술 직전 세극등현미경으로 전안부 및 동공크기와 모양을 한 번 더 확인한 후 수술을 진행하였으며, 모든 대상 환자에서 수술 중 안구 추적장치가 정상적으로 작동하였다.

EX500 레이저의 안구추적 방식과 레이저 조사중심 수동 조정

EX500 레이저(Alcon)의 안구추적장치는 적외선 카메라를 사용하여 동공의 경계를 인식하여 안구의 움직임을 파악한다.^{28,29} 안구의 움직임을 빠른 시간에 감지하고 변환된 위치의 정도를 계산하여 레이저 조사 위치를 조정함으로써 수술 중 정확한 각막절삭을 가능하게 한다. EX500 (Alcon)의 안구추적장치의 이미지 처리속도(sampling rate)는 1,000 Hz

(1분에 1,000회)이고 레이저 반응 시간(response time, latency)은 약 2-3 msec이다.²⁹ EX500 레이저(Alcon)의 안구 추적장치는 동공크기가 2.0 mm에서 8.0 mm까지에서 작동한다.²⁸

EX500 레이저(Alcon)는 동공중심이 기본적으로 조사중심(reference point)이지만, 레이저 조사중심을 동공중심에서 각막정점을 옮길 수 있는 기능을 제공한다. 이러한 오프셋(offset) 조정 기능은 두 가지 방식으로 사용이 가능한데 펜타캠의 검사 이미지를 불러와서 자동으로 오프셋을 조정하는 방법과 술자가 제1 퍼킨지 반사점(the first Purkinje reflex)을 확인하여 오프셋을 수동으로 조정하는 방법이 있다.²⁹ 오프셋을 수동으로 조정하는 기능은 EX500 레이저(Alcon)에서 제공하는 4가지 레이저조사 방식 중 각막지형도 가이드 방식(topography guided laser ablation)과 웨이브프론트 가이드 방식(wavefront guided laser ablation)에서는 사용할 수 없고,^{22,23} 웨이브프론트 옵티마이즈 방식(wavefront optimized laser ablation)과 커스텀 큐(custom Q) 방식에서만 사용 가능하다.^{28,29} 본 연구에서는 당일 수술군과 계획 수술군 모두에서 커스텀 큐(custom Q) 방식으로 수술하였으며, 모든 경우에서 수술 중 오프셋을 수동으로 조정하였다.

당일 라식, 라섹 수술의 결과를 알아보기 위하여 당일 수술군과 계획 수술군의 수술 전후의 근시, 난시, 시력을 비교하였으며, 당일 수술 여부 외에 술 전 검사방법과 수술과정은 두 군에서 모두 동일하게 진행되었다. 계획 수술군에서 검사 후 3개월 이상 경과하여 수술을 받게 된 경우에는 굴절 이상의 변화를 확인하기 위하여 수술 직전에 굴절검사를 한 번 더 추가하였다.

라식, 라섹은 수술 방법뿐 아니라 술 후 회복기간의 차이가 많으므로 라식을 받은 환자와 라섹을 받은 환자를 나누어 분석하였다. 라식을 받은 환자는 술 후 1개월경에 측정한 값을 분석에 사용하였으며, 라섹을 받은 환자는 술 후 6개월경에 측정한 값을 사용하여 분석하였다.^{1,30} 모든 환자에서 우안의 값만을 분석에 사용하였다. 통계적 검정은 SPSS 18.0 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며 독립 t-test를 이용하여 두 군의 평균값을 비교하였고, p 값이 0.05 미만을 통계학적으로 유의하다고 정의하였다.

결 과

라식을 받은 환자는 모두 226명이었으며 이 중 당일 수술군은 109명이었고 계획 수술군은 117명이었다. 두 군에서 술 전 근시, 난시, 교정시력, 동공크기, 각막두께는 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. Comparison of preoperative characteristics between the one day operation group and scheduled operation group who underwent laser-assisted *in-situ* keratomileusis (226 patients)

Characteristics	One day operation group	Scheduled operation group	p-value
Number of patients (n)	109	117	
Age (years)	27.9 ± 6.5	27.3 ± 6.4	0.41
Gender (male:female)	38:71	46:71	
Preoperative myopia (diopters)	-3.77 ± 1.95	-3.79 ± 1.92	0.93
Preoperative astigmatism (diopters)	-1.10 ± 0.91	-1.01 ± 0.81	0.32
Preoperative BCVA (logMAR)	-0.03 ± 0.01	-0.04 ± 0.01	0.44
Preoperative scotopic pupil diameter (mm)	6.6 ± 0.7	6.6 ± 0.6	0.92
Preoperative IOP (mmHg)	15.8 ± 2.4	15.6 ± 2.5	0.97
Preoperative CCT (μm)	552.6 ± 29.8	551.4 ± 25.8	0.07

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Student's *t*-test.

BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; CCT = central cornea thickness.

Table 2. Postoperative 1 month results of the one day operation group and scheduled operation group who underwent laser-assisted *in-situ* keratomileusis (226 patients)

	One day operation group	Scheduled operation group	p-value
Number of patients (n)	109	117	
UCVA at postoperative 1 months (logMAR)	-0.05 ± 0.03	-0.06 ± 0.03	0.13
Postoperative myopia (diopters)	0.06 ± 0.37	0.07 ± 0.36	0.91
Postoperative astigmatism (diopters)	-0.38 ± 0.24	-0.37 ± 0.24	0.77
Postoperative spherical equivalent (diopters)	-0.13 ± 0.37	-0.11 ± 0.34	0.65

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Student's *t*-test.

UCVA = uncorrected visual acuity.

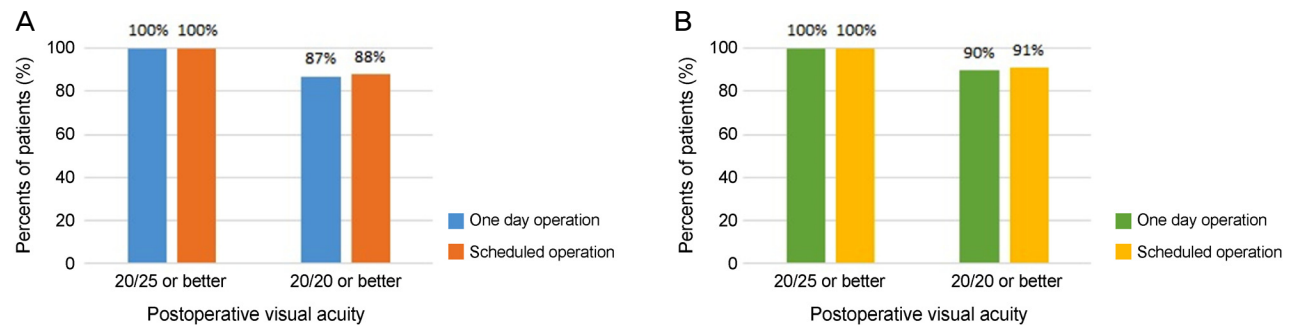


Figure 1. Comparison of postoperative uncorrected visual acuity between the same day operation group and scheduled operation group. Postoperative visual acuity after laser-assisted *in-situ* keratomileusis of 226 patients (A) and postoperative visual acuity after laser-assisted sub-epithelial keratectomy of 201 patients (B).

Table 3. Efficacy indices (postoperative UDVA/preoperative CDVA) of both groups

	One day operation group	Scheduled operation group	p-value
LASIK	1.05 ± 0.09	1.07 ± 0.08	0.30
LASEK	1.10 ± 0.09	1.08 ± 0.08	0.33

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Student's *t*-test.

UDVA = uncorrected distance visual acuity; CDVA = corrected distance visual acuity; LASIK = laser-assisted *in-situ* keratomileusis; LASEK = laser-assisted sub-epithelial keratectomy.

라식 후 1개월경에 검사한 굴절이상은 당일 수술군과 계획 수술군에서 근시는 각각 0.06 ± 0.37 디옵터, 0.07 ± 0.36 디옵터였고($p=0.91$), 난시는 각각 -0.38 ± 0.24 디옵터, -0.37 ± 0.24 디옵터였으며($p=0.77$), 나안시력은 각각 -0.05 ± 0.03 logMAR, -0.06 ± 0.03 logMAR로 두 군에서 차이가 없었

다($p=0.13$) (Table 2). 라식 후 1개월의 나안 시력이 0.8 이상인 환자의 비율은 두 군 모두에서 100%였으며, 시력이 1.0 이상인 경우는 당일 수술군에서 87% (109명 중 95명), 계획 수술군에서 88% (117명 중 103명)였다(Fig. 1).

라식의 효용성지수는 당일 수술군에서 술 후 1개월에

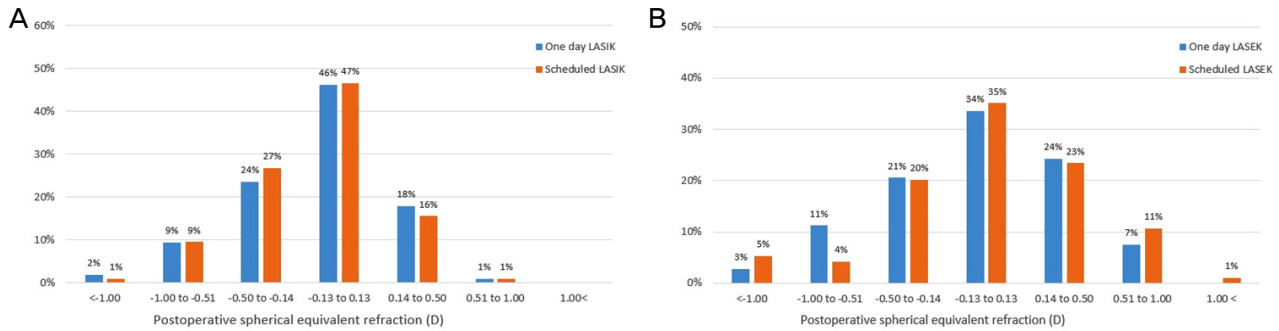


Figure 2. Refractive outcomes of the one day operation and scheduled operation group. The spherical equivalent refraction of one day laser-assisted *in-situ* keratomileusis (LASIK) group and scheduled LASIK group at postoperative 1 month (A). The spherical equivalent refraction of one day laser-assisted sub-epithelial keratectomy (LASEK) group and scheduled LASEK group at postoperative 6 months (B).

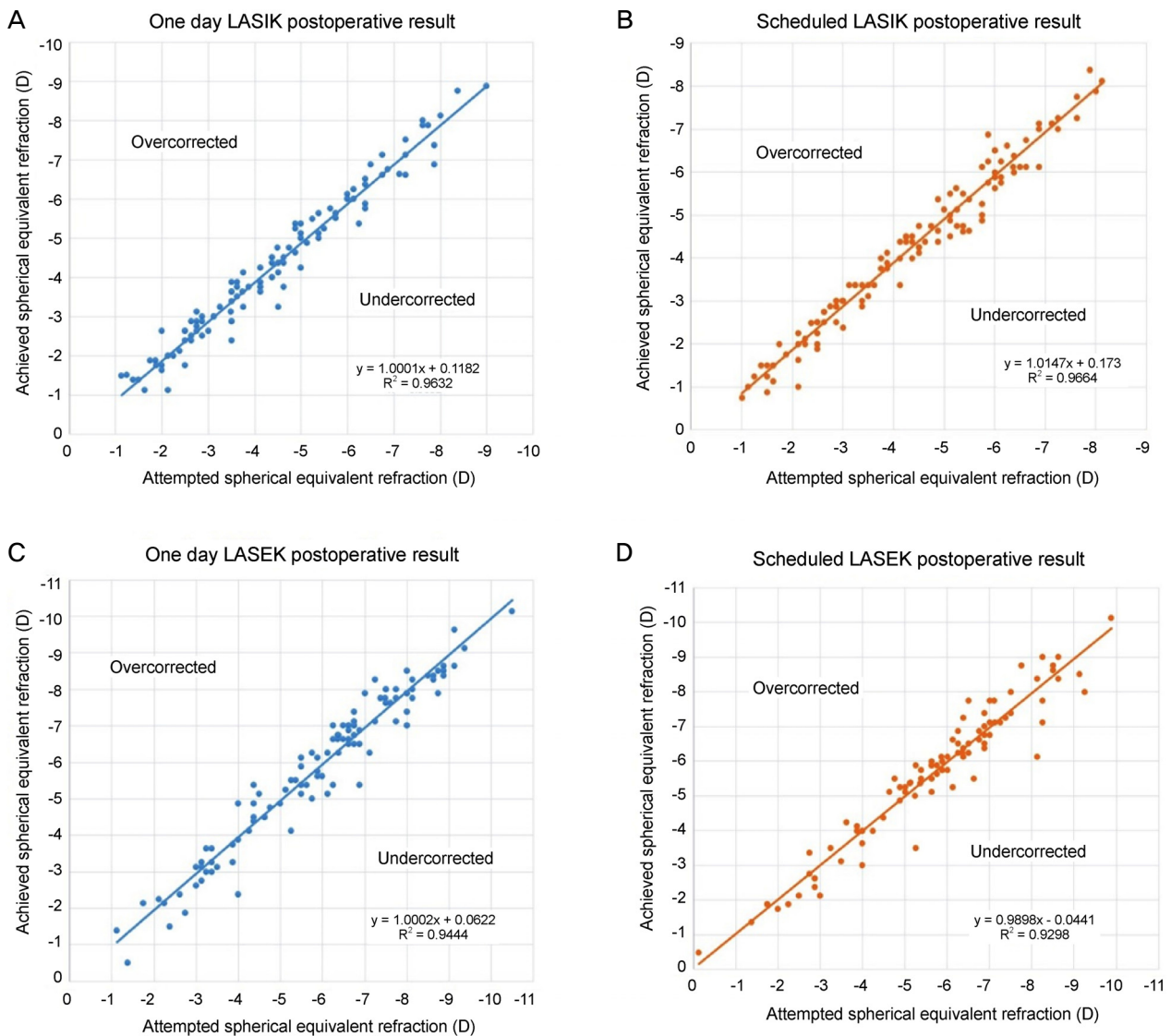


Figure 3. Predictability of spherical equivalent correction of the one day operation and scheduled operation group. The results of the one day laser-assisted *in-situ* keratomileusis (LASIK) group (A) and scheduled LASIK group (B) at postoperative 1 month. The results of one day laser-assisted sub-epithelial keratectomy (LASEK) group (C) and scheduled LASEK group (D) at postoperative 6 months.

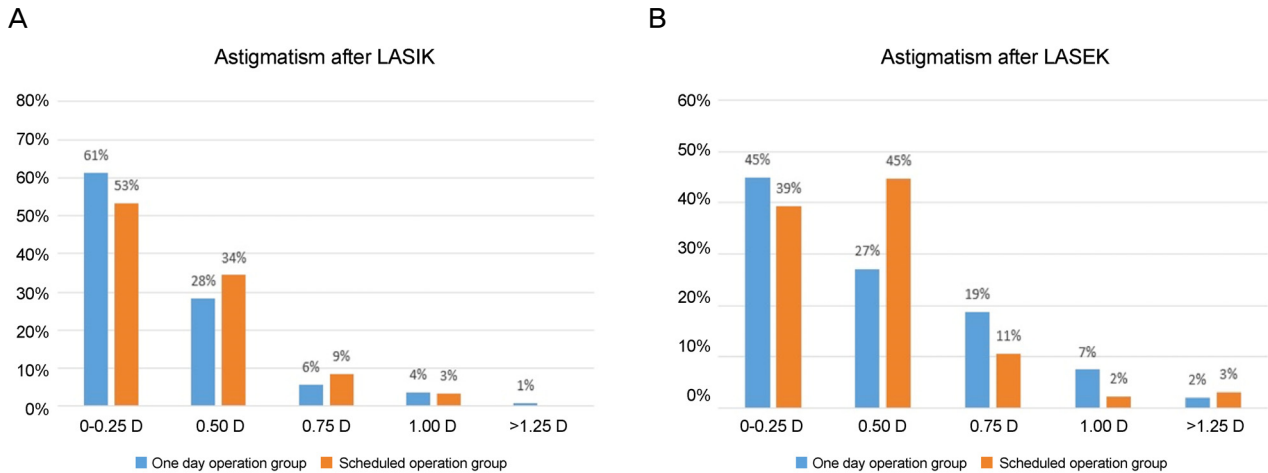


Figure 4. Postoperative refractive astigmatism distribution. Astigmatism after the one day laser-assisted *in-situ* keratomileusis (LASIK) group and scheduled LASIK group at postoperative 1 month (A), and astigmatism after the one day laser-assisted sub-epithelial keratectomy (LASEK) group and scheduled LASEK group at postoperative 6 months (B).

Table 4. Comparison of preoperative characteristics between the one day operation group and scheduled operation group who underwent laser-assisted sub-epithelial keratectomy (201 patients)

Characteristics	One day operation group	Scheduled operation group	p-value
Number of patients (n)	107	94	
Age (years)	25.2 ± 4.8	26.7 ± 5.5	0.97
Gender (male:female)	38:69	28:66	
Preoperative myopia (diopters)	-5.33 ± 2.02	-4.97 ± 1.98	0.53
Preoperative astigmatism (diopters)	-1.20 ± 0.86	-1.35 ± 1.08	0.20
Preoperative BCVA (logMAR)	-0.03 ± 0.02	-0.03 ± 0.01	0.40
Preoperative scotopic pupil diameter (mm)	6.7 ± 0.7	6.7 ± 0.7	0.86
Preoperative IOP (mmHg)	15.6 ± 2.7	15.4 ± 2.5	0.61
Preoperative CCT (μm)	538.0 ± 32.0	531.3 ± 27.8	0.25

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Student's *t*-test.

BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; CCT = central cornea thickness.

Table 5. Postoperative 6 months results of the one day operation group and scheduled operation group who underwent laser-assisted *in-situ* keratomileusis (201 patients)

	One day operation group	Scheduled operation group	p-value
Number of patients (n)	107	94	
UCVA at postoperative 6 months (logMAR)	-0.05 ± 0.03	-0.06 ± 0.03	0.33
Postoperative myopia (diopters)	0.18 ± 0.52	0.22 ± 0.54	0.95
Postoperative astigmatism (diopters)	-0.48 ± 0.30	-0.46 ± 0.29	0.14
Postoperative spherical equivalent (diopters)	-0.06 ± 0.50	-0.01 ± 0.53	0.99

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. Student's *t*-test.

UCVA = uncorrected visual acuity.

1.05 ± 0.09, 계획 수술군에서 1.07 ± 0.08로 두 군 간의 차이가 없었다($p=0.30$) (Table 3). 라식 후 1개월의 구면대응치는 당일 수술군에서 88%에서 ±0.5D 이내, 98%에서 ±1.0D 이내에 있었으며, 계획 수술군에서는 89%에서 ±0.5D, 99%에서 ±1.0D 이내에 있었고(Fig. 2), 결정계수(R^2)는 당일 수술군에서 0.9632, 계획 수술군에서 0.9664였다(Fig. 3). 라식 후 1개월의 난시는 당일 수술군에서 89%에서 0.5D 이내, 99%에서 1.0D 이내였고, 계획 수술군에서

는 87%에서 0.5D 이내, 100%에서 1.0D 이내에 있었다(Fig. 4).

라섹을 받은 환자는 모두 201명이었으며 이 중 당일 수술군은 107명이었고 계획 수술군은 94명이었다. 두 군에서 수술 전 근시, 난시, 교정시력, 동공크기, 각막두께는 차이가 없었다(Table 4).

라섹 후 6개월경에 검사한 굴절이상은 당일 수술군과 계획 수술군에서 근시는 각각 0.18 ± 0.52디옵터, 0.22 ± 0.54

디오퍼였고($p=0.95$), 난시는 각각 -0.48 ± 0.30 디오퍼 -0.46 ± 0.29 디오퍼였으며($p=0.14$), 나안시력은 각각 -0.05 ± 0.03 logMAR, -0.06 ± 0.03 logMAR로 두 군에서 차이가 없었다($p=0.33$) (Table 5). 라섹 후 나안 시력이 0.8 이상인 환자의 비율은 두 군 모두에서 100%였으며, 시력이 1.0 이상인 경우는 당일 수술군에서 90% (107명 중 96명), 계획 수술군에서 91% (94명 중 86명)였다(Fig. 1).

라섹의 효용성지수는 당일 수술군에서 술 후 6개월에 1.10 ± 0.09 , 계획 수술군에서 1.08 ± 0.08 로 두 군 간의 차이가 없었다($p=0.33$) (Table 3). 라섹 후 6개월의 구면대응치는 당일 수술군에서 79%에서 $\pm 0.5D$ 이내, 97%에서 $\pm 1.0D$ 이내에 있었으며, 계획 수술군에서는 79%에서 $\pm 0.5D$, 94%에서 $\pm 1.0D$ 이내에 있었고(Fig. 2), 결정계수(R^2)는 당일 수술군에서 0.9444, 계획 수술군에서 0.9298이었다(Fig. 3). 라섹 후 6개월의 난시는 당일 수술군에서 72%에서 0.5D 이내, 98%에서 1.0D 이내였고, 계획 수술군에서는 84%에서 0.5D 이내, 97%에서 1.0D 이내에 있었다(Fig. 4).

고 찰

라식, 라섹 수술 전 망막검사에서 주변부 망막질환은 약 2%에서 발견되며^{6,7} 라식 후 망막박리의 빈도는 0.04-0.08%로 보고되었다.^{4,6} 라식 후 망막박리의 빈도는 술 전 망막변성이 있었던 경우에서 망막변성이 없었던 경우보다 높으므로⁷ 수술 전에 망막변성 여부를 확인하기 위한 망막검사는 꼭 필요하다.^{5,21} 술 전에 발견된 망막변성을 예방적 레이저 광응고술로 치료하면 망막박리의 발생 빈도를 낮출 수 있다고 한다.⁶

당일 라식, 라섹은 산동 검사 후 동공이 조금 커진 상태에서 수술이 진행되며, 이러한 상태가 술 후 결과에 미치는 영향은 아직까지 보고된 적이 없었다. 본 연구는 EX500 레이저(Alcon)로 당일 라식, 라섹 수술을 받은 환자들의 수술 후 결과가 기존 수술방법과 비교하였을 때 차이가 없음을 보여준다. 라식 후 1개월의 근시, 난시 및 시력은 두 군에서 차이가 없었으며, 라섹 후 6개월의 근시, 난시 및 시력도 두 군에서 차이를 보이지 않았다.

본 연구는 당일 수술 시 동공의 상태가 수술 후 결과에 유의한 영향을 미치지 않는다는 것을 보여준다. 이러한 결과를 올바르게 해석하기 위해서는 본 연구에 포함된 환자들의 수술 시 동공 상태와 사용된 EX500 레이저(Alcon)의 안구추적장치에 대한 이해가 필요하다. 당일 수술 환자들은 산동제를 점안한 후 약 30분 후 망막검사를 시행하였으며, 산동제 점안 2-5시간 후에 수술을 진행하였다. 당일 수술 환자들의 산동제 점안 후 수술 시점까지의 시간이 동일하

지 않았으며 이는 환자마다 검사와 상담에 소요되는 시간이 달랐고, 수술 대기시간이 있었으며, 유전성 각막질환의 검사 결과를 확인한 후 수술을 진행했기 때문이었다. 그래서 당일 수술군에는 산동제 점안 후 수술 시점까지의 시간이 짧아서 동공이 큰 상태에서 수술 받은 환자와 산동제 점안 후 시간이 길어서 동공이 거의 회복된 상태에서 수술 받은 환자가 모두 포함되었다. 이러한 점은 본 연구가 실제 이루어지는 당일 수술의 결과를 잘 반영해 줄 것으로 생각된다.

안구추적장치는 작동원리에 따라 홍채의 패턴을 인식하는 방식과 동공의 모양을 인식하는 방식으로 나뉜다^{13,21-23} 홍채의 패턴을 인식하는 방식은 안구의 수평, 수직 움직임 외에도 회전을 보정할 수 있는 장점이 있다.^{11,12,14,15,25,31-33} 그러나 홍채의 패턴을 인식하는 방식은 홍채의 모양과 각막의 투명도와 동공의 크기에 더 많은 영향을 받는다.^{24,25} 실제로 홍채인식 방식의 안구추적장치를 사용한 라식 수술에서 절편을 만드는 중 발생한 전방의 공기방울²⁴과 불투명 기포층(opaque bubble layer, OBL)으로 인해 안구추적장치가 제대로 작동되지 못했다는 보고들이 있다.²⁵ 이에 비하여 동공 모양을 인식하는 방식은 대부분의 상황에서 안구추적장치가 정상적으로 작동하며^{28,29} 동공의 크기에도 영향을 적게 받을 가능성이 높은 방식이다.

EX500 (Alcon)과 같이 동공모양을 인식하는 방식의 안구추적장치를 사용할 때에도 산동된 상태에서는 동공 중심의 위치가 평소와 달라져 레이저 조사에 영향을 줄 수 있다는 우려가 있을 수 있다. 그러나 본 연구의 대상이 된 환자들에서는 EX500 레이저(Alcon)의 수동으로 오프셋을 조정하는 방법을 사용하여 수술을 하였기 때문에, 동공의 모양이 비록 평소와 다르더라도 레이저 조사에는 영향을 주지 않았을 것으로 생각된다.²⁹ EX500 레이저(Alcon)를 사용하더라도 웨이브프론트 가이드 방식이나 토포 가이드 방식은 수동 오프셋 조정기능을 사용할 수 없으므로 당일 수술 시 본 연구와는 다른 결과를 보일 수 있음을 유의하여야 할 것이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 EX500 레이저(Alcon)의 안구추적장치의 특성과 레이저 조사중심의 수동 조정 방법은 동공이 완전히 회복되지 않은 상태에서 진행한 당일 라식, 라섹 수술의 결과가 기존 방식과 차이가 없는 것으로 나타난 중요한 이유가 되었을 것으로 생각된다. 그러므로 본 연구의 결과를 안구추적장치 방식이 다른 모든 레이저에 일반적으로 적용할 수 없을 것으로 생각되며 레이저 장비별 당일 수술의 결과에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다.

EX500 (Alcon)과 같이 동공 중심을 인식하는 방식의 안

구추적장치는 안구의 회전과 상하 방향인 Z축의 안구의 움직임을 보정해 주지 못하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 EX500 (Alcon)은 뉴로 트랙(neuro track)이라는 기능을 사용하여 안구의 회전을 예방하고, 수술 중 Z축 방향의 이동이 있으면 거리 유지 광선(distance diode beam)을 사용하여 수동으로 보정해 주어야 한다.^{22,23,29} EX500 (Alcon)은 알레그레토 Eye-Q 400의 최신 버전으로서 안구추적장치의 속도가 1,000 Hz로 빨라지고 반응속도는 2-3 ms로 짧아져 술 후 중심이탈(decenter)이 Eye-Q보다 적어졌다.²⁹ 본 연구는 두 군에서 사용된 수술 장비와 방법을 동일하게 하여 당일 수술 여부의 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구의 한계점으로는 당일 수술의 결과를 술 후 근시, 난시와 시력으로만 비교하였다는 점이다. 술 후 고위수차를 비교하기 위한 파면분석검사, 시력의 질을 비교하기 위한 optical quality analysis system (OQAS) 검사, 중심이탈 정도를 비교하기 위한 각막지형도검사가 포함된 추가 연구가 앞으로 필요할 것으로 생각된다.²⁹

결론적으로 EX500 레이저(Alcon)를 사용한 당일 라식, 라섹 수술은 산동 검사 후 완전히 회복되지 않은 동공 상태에서 술 후 결과가 기존 수술방법과 비교하여 차이가 없었다. 본 연구의 결과는 당일 수술을 희망하는 환자와 이를 담당한 술자가 모두 안심하고 수술을 진행할 수 있는 근거가 될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- O'Brart DP, Shalchi Z, McDonald RJ, et al. Twenty-year follow-up of a randomized prospective clinical trial of excimer laser photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* 2014;158:651-63.e1.
- Sandoval HP, Donnenfeld ED, Kohlen T, et al. Modern laser in situ keratomileusis outcomes. *J Cataract Refract Surg* 2016;42:1224-34.
- 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.
- Arevalo JF. Retinal complications after laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *Curr Opin Ophthalmol* 2004;15:184-91.
- Lewis H. Peripheral retinal degenerations and the risk of retinal detachment. *Am J Ophthalmol* 2003;136:155-60.
- Lin SC, Tseng SH. Prophylactic laser photocoagulation for retinal breaks before laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2003;19:661-5.
- 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.
- Wright KW, Strube YNJ. *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2012; 92.
- Lee YC. Active eye-tracking improves LASIK results. *J Refract Surg* 2007;23:581-5.
- Mosquera SA, Arbelaez MC. Use of a six-dimensional eye-tracker in corneal laser refractive surgery with the Schwind Amaris Maris TotalTech laser. *J Refract Surg* 2011;27:582-90.
- Meidani A, Tzavara C. Comparison of efficacy, safety, and predictability of laser in situ keratomileusis using two laser suites. *Clin Ophthalmol* 2016;10:1639-46.
- Waring GO 3rd. One-kilohertz eye tracker and active intraoperative torsion detection in the NIDEK CXIII and Quest excimer lasers. *J Refract Surg* 2009;25(10 Suppl):S931-3.
- Pajic B, Cvejic Z, Mijatovic Z, et al. Excimer laser surgery: biometrical iris eye recognition with cyclorotational control eye tracker system. *Sensors (Basel)* 2017;17. pii:E1211.
- Ciccio AE, Durrie DS, Stahl JE, Schwendeman F. Ocular cyclotorsion during customized laser ablation. *J Refract Surg* 2005;21:S772-4.
- Chang J. Cyclotorsion during laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1720-6.
- 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.
- 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.
- Chan C, Lawless M, Sutton G, et al. Small incision lenticule extraction (SMILE) in 2015. *Clin Exp Optom* 2016;99:204-12.
- Nagel A, Lalane RA, Sadda SR, Schwartz SD. Ultra-widefield fundus imaging: A review of clinical applications and future trends. *Retina* 2016;36:660-78.
- 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.
- 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.
- Motwani M. The use of WaveLight(R) Contoura to create a uniform cornea: the LYRA Protocol. Part 2: the consequences of treating astigmatism on an incorrect axis via excimer laser. *Clin Ophthalmol* 2017;11:907-13.
- Kanellopoulos AJ. Topography-modified refraction (TMR): adjustment of treated cylinder amount and axis to the topography versus standard clinical refraction in myopic topography-guided LASIK. *Clin Ophthalmol* 2016;10:2213-21. eCollection 2016.
- Uttine CA, Altunsoy M, Basar D. Visante anterior segment OCT in a patient with gas bubbles in the anterior chamber after femtosecond laser corneal flap formation. *Int Ophthalmol* 2010;30:81-4.
- Gimeno FL, Chan CM, Li L, et al. Comparison of eye-tracking success in laser in situ keratomileusis after flap creation with 2 femtosecond laser models. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:538-43.
- 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.
- Narváez J, Brucks M, Zimmerman G, et al. Intraoperative cyclotorsion and pupil centroid shift during LASIK and PRK. *J Refract Surg* 2012;28:353-7.
- Motwani M, Pei R. Treatment of moderate-to-high hyperopia with the WaveLight Allegretto 400 and EX500 excimer laser systems. *Clin Ophthalmol* 2017;11:999-1007.
- Kanellopoulos AJ, Asimellis G. LASIK ablation centration: an ob-

- jective digitized assessment and comparison between two generations of an excimer laser. J Refract Surg 2015;31:164-9.
- 30) Kim WK, Cho EY, Kim HS, Kim JK. The incidence of increased intraocular pressure when using 0.1% fluorometholone after photorefractive keratectomy. J Korean Ophthalmol Soc 2015;56:985-91.
- 31) Chen X, Stojanovic A, Stojanovic F, et al. Effect of limbal marking prior to laser ablation on the magnitude of cyclotorsional error. J Refract Surg 2012;28:358-62.
- 32) Shajari M, Bühren J, Kohnen T. Dynamic torsional misalignment of eyes during laser in-situ keratomileusis. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2016;254:911-6.
- 33) Febbraro JL, Koch DD, Khan HN, et al. Detection of static cyclotorsion and compensation for dynamic cyclotorsion in laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2010;36:1718-23.

= 국문초록 =

당일 라식, 라섹 수술과 기존 수술법의 수술 후 결과 비교

목적: 산동검사를 포함한 술 전 검사를 받은 당일에 수술을 진행한 당일 라식, 라섹 수술법의 수술 후 결과를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 2016년 1월부터 동년 12월까지 본원에서 비쥬맥스와 EX500 레이저로 라식 수술을 받은 환자 226명(226안)과 라섹 수술을 받은 환자 201명(201안)을 대상으로 하였다. 검사와 수술을 같은 날에 진행한 당일 수술군과 검사 후 다른 날에 수술을 진행한 계획 수술군의 술 후 근시, 난시 및 시력을 비교 분석하였다.

결과: 라식 수술을 받은 환자 중 당일 수술군은 109명, 계획 수술군은 117명이었으며, 술 후 근시는 각각 0.06 ± 0.37 디옵터, 0.07 ± 0.36 디옵터였고($p=0.91$) 난시는 각각 -0.38 ± 0.24 디옵터, -0.37 ± 0.24 디옵터였으며($p=0.77$) 시력은 각각 -0.05 ± 0.03 logMAR, -0.06 ± 0.03 logMAR였다($p=0.13$). 라섹 수술을 받은 환자 중 당일 수술군은 107명, 계획 수술군은 94명이었으며, 술 후 근시는 각각 0.18 ± 0.52 디옵터, 0.22 ± 0.54 디옵터였고($p=0.95$) 난시는 각각 -0.48 ± 0.30 디옵터, -0.46 ± 0.29 디옵터였으며($p=0.14$) 시력은 각각 -0.05 ± 0.03 logMAR, -0.06 ± 0.03 logMAR였다($p=0.33$).

결론: 산동제를 점안하고 수술 전 검사를 받은 날에 시행한 당일 라식, 라섹 수술법은 기존 수술법에 비하여 술 후 근시, 난시 및 시력에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

〈대한안과학회지 2018;59(5):410-418〉
