

아마리스 레이저를 이용한 굴절수술 후 연령에 따른 재교정 빈도 분석

김옥겸^{1,2} · 양 훈¹ · 조은영¹ · 김희선¹ · 김진국^{1,2}

비앤빛 강남밝은세상안과¹, 한국과학기술원 의과학대학원²

목적: 아마리스레이저의 28세 이상에서 레이저 조사량을 자동으로 낮추어주는 기능이 수술 결과에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.
대상과 방법: 2007년 8월부터 2011년 4월까지 아마리스 레이저로 라식이나 라섹을 받은 20448안을 대상으로 하였으며, 술 후 저교정으로 인한 재교정 수술률이 수술 시 나이 군(27세 이하, 28세 이상)에 의해 영향을 받는지 분석하였다.
결과: 총 17안에서 저교정에 의한 재교정 수술이 이루어졌으며 이 중 2안을 제외한 15안은 28세 이상에서 발생하였다($p=0.005$). 다중 분석 결과, 재교정 수술률에 영향을 미치는 술 전 인자로 28세 이상의 나이($OR=6.75$, $CI\ 1.54-29.60$, $p=0.011$), 근시 정도($OR=0.56$, $CI\ 0.41-0.77$, $p=0.0004$) 그리고 각막곡률값($OR=1.38$, $CI\ 1.01-1.88$, $p=0.043$)이 통계적으로 유의하였다.
결론: 아마리스 레이저를 사용할 때는 28세 이상에서는 레이저 조사량이 자동으로 줄어드는 것을 알고 노모그램에 적용하여야 특정 나이대에서 저교정이 발생하는 것을 예방할 수 있으며 특히 수술 전 근시가 심하거나 각막 곡률이 큰 경우에 주의하여야 한다.
(대한안과학회지 2013;54(2):224-230)

레이저 각막 굴절 수술에 필요한 엑시머 레이저는 발전을 거듭하고 있다. 더 빠른 레이저 조사 속도와 안구추적장치 발달로 더 좋은 수술 결과를 기대할 수가 있게 되었다.¹⁻⁷ 아마리스 레이저는(SCHWIND AMARIS platform)(SCHWIND eye-tech-solutions, Kleinostheim, Germany) 이전 모델인 에시리스 레이저(SCHWIND ESIRIS platform) 보다 더 발전된 장비로 6차원 안구 추적장치와 레이저 프로파일에 각막의 생역학적인 고려가 추가되었다.⁸⁻¹¹ 그리하여 라섹이나 라식 수술여부에 따라 레이저 에너지 및 각막 절삭 프로파일이 달라지며, 더 나아가 미세절개도에 의한 라식인지 최근의 펄스레이저에 의해 만든 더 얇은 절편을 이용한 라식인지에 따라서도 구분하여 입력하게 되어 있다. 또한 연령에 따른 각막의 수화 정도의 차이 등을 고려하여 27세 이하에서는 레이저 조사량을 자동으로 5%를 더해주고, 28세 이상 53세 이하에서는 3%를 더해주고 53세보다 많은 경우에는 10%를 자동으로 더해주는 기능이 있다. 제조사에서는 여러 경험적 자료를 바탕으로 이러한 기능을 추가하였으며 또한 사용자 매뉴얼에도 이러한 내용

을 표시하고 있다. 즉, 나이에 따른 각막의 생역학적인 요인을 조사되는 에너지량에 고려하였으니 집도의는 노모그램을 정할 때 나이에 대한 고려하지 말 것을 명시하고 있다. 하지만 대부분의 집도의는 타 레이저를 이용해서 수술 할 때와 마찬가지로 나이에 대한 고려를 노모그램에 넣고 있다. 또한 이를 숙지하여 노모그램에 환자의 나이를 고려하지 않는다고 하더라도 실제 각막은 나이에 따라서 점진적으로 변하는데 비하여 아마리스레이저에 적용된 레이저 조사량의 변화는 28세를 전후로 8%나 갑자기 변하므로 노모그램에 나이를 전혀 고려하지 않아도 되는 것인지 의문이 생기게 된다. 따라서 본 연구에서는 3년 반 동안 아마리스 레이저로 수술한 환자 중에서 재수술한 경우를 분석하여 나이에 따라 레이저 조사량을 자동 조절하는 아마리스의 기능이 수술 결과에 어떠한 영향을 미쳤는지 보고자 하였다.

대상과 방법

2007년 8월부터 2011년 4월까지 본원에서 아마리스 레이저로 양안 라식 혹은 라섹 수술을 받은 20448안(10224명)을 대상으로 하였다. 이들의 수술 시 나이, 술 전 근시 정도, 술 전 각막 곡률값, 안압, 각막두께 등을 후향적 의무기록 리뷰를 통하여 얻었다. 이들의 수술 후 결과를 간접적으로 알기 위하여 수술 후 재교정 수술 여부를 조사 분석하

■ 접수 일: 2011년 10월 17일 ■ 심사통과일: 2012년 5월 23일
■ 게재허가일: 2013년 1월 2일

■ 책임저자: 김진국

서울특별시 서초구 서초대로77길 3 아라타워 14층
비앤빛 강남밝은세상안과
Tel: 02-590-2000, Fax: 02-501-6435
E-mail: bestjinkuk@bseye.com

였다. 재교정의 수술 시기는 수술 후 근시 퇴행으로 인한 원인을 제외하기 위하여 첫 수술 후 1년 이내로 제한하였다. 재교정 수술 여부를 결정하는 데 영향을 미치는 인자로 술 후 굴절 이상뿐만 아니라 환자의 성격, 직업, 굴절 이상이 시력에 미치는 영향, 나이, 조절정도 등도 있어 수술의 결과만을 대변한다고 할 수는 없다. 하지만 노모그램을 연구하는 본 연구와 같이 표본의 수가 많고 술 후 결과 값인 굴절 이상이 측정시마다 변화할 수 있는 특징들을 고려하면 재교정 수술 비율을 이용한 이번 연구가 효과적이고 의미가 있다고 할 수 있다. 재교정 수술 시기를 첫 수술 후 1년으로 정한 것도 논란의 여지가 있을 수 있지만 퇴행과 수술 후 저교정은 수술 후 수 개월 이내에 발생하는 경우 구별이 어려우므로 첫 수술 후 1년 이내라는 기간으로 정하였다. 퇴행으로 인한 경우는 약물치료 등을 시행하고 계획하므로 대개 첫 수술 후 1년 이상이 지난 후에 진행되는 경우가 많다는 사실도 고려하였다.

수술은 0.5% Proparacaine hydrochloride 점안액(Alcaine®, Alcon Laboratories, Inc., USA)으로 점안 마취하고 진행하였다. Alcaine 점안액은 소독 직전과 직후에 양안에 각각 1번씩, 수술 직전에 양안에 각각 1번씩 점안하였다. 라섹 수술은 Amoil brush (Innovative Excimer Solution Inc. Canada)를 사용하여 지름 약 7.0 mm 정도 원형으로 각막 중심부의 상피를 제거한 후 아마리스 레이저로 각막절제술을 시행하였다. 그 후 차가운 평형염류용액으로 20초간 세척하고 치료용 콘택트렌즈를 착용하게 하였다. 수술 후 0.5% Levofloxacin (Cravit, Santen pharmaceutical Co, Japan) 점안액과 0.1% Fluorometholone (Ocumetholone®, Samil, Korea) 점안액을 하루 4번씩 점안하도록 하였으며 약 3개월에 걸쳐 점안 회수를 점차적으로 줄이도록 하였다.

라섹 수술은 펄초레이저인 IntraLase™ (60 kHz) FS laser (IntraLase Corp., USA)를 이용하였고, 직경 8.7 mm, 두께 100 µm의 각막절편을 만들었으며 hinge는 상측에 위치하였다. 절편을 들고 아마리스레이저로 각막절제를 시행하였고, 술 후 0.5% moxifloxacin (Vigamox®, Alcon Laboratories, Inc., USA)과 0.1% Fluorometholone (Ocumetholone®, Samil, Korea) 점안액을 약 2주간 하루 4번씩 점안하도록 하였다.

재교정 수술을 받은 경우는 재수술 직전의 굴절이상에 따라서 그 원인을 과교정, 저교정, 복합난시 세 부류로 구분하였으며 본 연구에서는 저교정에 대해서만 분석하였다. 첫 수술시의 나이가 27세 이하와 28세 이상인지, 수술 방법이 라식인지 라섹인지, 또는 술 전 근시정도에 따라서 재교정 수술비율이 어떻게 차이가 나는지 통계적으로 분석하였다.

수술시 나이가 27세 이하인 경우와 28세 이상인 경우 재교정 수술 비율이 차이가 나는지를 카이스퀘어 방법으로 분석하였다. 또한 재수술을 시행한 군과 시행하지 않은 군에서 수술 전 근시, 각막곡률, 각막 두께, 안압 등이 차이가 있는지를 *t*-test를 통해서 분석하였으며, 이러한 인자들이 재수술을 결정하는데 영향을 미치는지 알아보기 위해서 연령, 술 전 근시 정도, 술 전 각막곡률값 등을 독립변수로 하여서 다중 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. SPSS 15.0 프로그램을 이용하였으며 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의미 있다고 정의하였다.

결 과

전체 10224명(20448안)에 대한 기술통계량은 나이가 평균 28.7세(± 5.4)이었으며 수술 전 구면대응치는 평균 -4.01 디옵터(± 1.43)였으며 수술 전 각막두께는 평균

Table 1. General characteristics of 20448 eyes of 10224 patients who received LASIK or LASEK operation with Schwind Amaris laser platform

Characteristics	Values (mean ± SD)
Age at operation (years)	28.7 ± 5.4
Preoperative spherical equivalent (diopters)	-4.01 ± 1.43
Preoperative K average (diopters)	43.26 ± 1.35
Preoperative IOP (mm Hg)	15.0 ± 2.8
Preoperative central cornea thickness (µm)	540.3 ± 29.3

Values are presented as mean ± SD.

Table 2. Analysis of operation methods of 10224 patients who received LASIK or LASEK operation with Schwind Amaris laser platform according to age groups

Characteristics	Age at operation		
	≤27 years	≥28 years	Total
LASIK (number of patients)	3609 (35.3%)	4396 (43.0%)	8005 (78.3%)
LASEK (number of patients)	1065 (10.4%)	1154 (11.3%)	2219 (21.7%)
Total	4674 (45.7%)	5550 (54.3%)	10224 (100%)

Table 3. General characteristics of 17 eyes of 11 patients who received enhancement procedure because of undercorrection within 1 year after LASIK or LASEK operation with Schwind Amaris laser platform

Characteristics	Values (mean \pm SD)
Age at primary operation (years)	33.4 \pm 4.6
Interval from primary operation to enhance (months)	5.1 \pm 2.4
Spherical equivalent before primary operation (diopters)	-5.26 \pm 1.94
Spherical equivalent before enhance (diopters)	-0.93 \pm 0.41
Visual acuity before enhance (log MAR)	0.17 \pm 0.09
Spherical equivalent after enhancement (diopters)	-0.32 \pm 0.44
Visual acuity after enhancement (log MAR)	-0.1 \pm 0.1

Values are presented as mean \pm SD.

Table 4. The analysis of primary operation method and age distribution of 17 enhanced eyes after LASIK or LASEK operation with Schwind Amaris laser platform

Characteristics	Primary operation method (Numbers of eyes)		
	LASIK	LASEK	Total
≤ 27 years	1 (5.9%)	1 (5.9%)	2 (11.8%)
≥ 28 years	10 (58.8%)	5 (29.4%)	15 (88.2%)
Total	11 (64.7%)	6 (35.3%)	17 (100%)

Table 5. Enhancement procedure rate after LASIK or LASEK with Schwind Amaris laser platform according to age at primary operation

Characteristics	Enhancement (Numbers of eyes)			p-value*
	Yes	No	Total	
≤ 27 years	2 (0.01%)	9346 (45.71%)	9348 (45.72%)	0.001
≥ 28 years	15 (0.07%)	11085 (54.21%)	11100 (54.28%)	
Total	17 (0.08%)	20431 (99.92%)	20448 (100%)	

*Chi square test was done. Expected count was more than 5.

540.3 μm (± 29.3)였다 (Table 1). 전체 중에서 라식 수술을 시행 받은 사람은 8005명(78.3%)이었으며 라섹 수술을 받은 사람은 2219명(21.7%)이었다 (Table 2).

이들 중 저교정에 의한 재수술은 11명 17안에서 진행되었다. 이들의 첫 수술 시 평균 나이는 33.4세(± 4.6)였으며 두 번째 수술은 첫 번째 수술 후 평균 5.1(± 2.4)개월 후에 진행되었다. 저교정에 의한 재교정 수술 전의 굴절이상은 평균 $-0.93(\pm 0.41)$ 디옵터였으며 재교정 수술 후에는 평균 $-0.32(\pm 0.44)$ 디옵터로 호전되었으며 시력도 호전되었다 (Table 3).

17안 중에서 첫 수술을 라식으로 진행한 경우는 11안이었으며 라섹으로 진행한 경우는 6안이었다. 이 중에서 27세 이하인 경우는 2안이었으며 라식으로 진행한 경우와 라섹으로 진행한 경우가 각각 1안씩이었다 (Table 4).

아마리스 레이저로 진행한 라식, 라섹 후 저교정에 의한 재수술률은 전체 20448안 가운데 17안으로 0.08%로 나타났다. 라식의 경우는 16010안 중에서 11안으로 0.07%, 라섹의 경우는 4438안 중에서 6안으로 0.14%로 나타났다.

저교정에 의한 재수술은 2안을 제외한 15안은 28세 이상 군에서 발생하였다. 27세 이하에서의 재수술률은 9348안

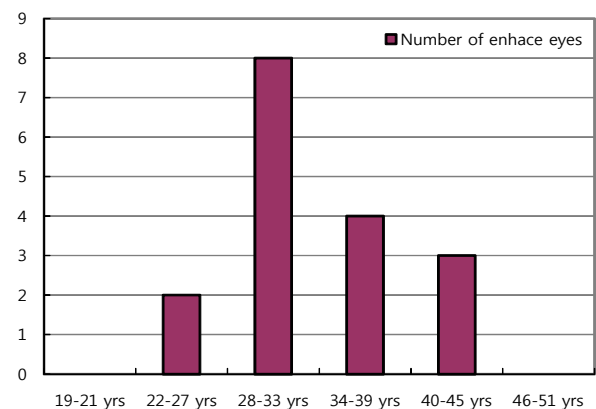


Figure 1. The distribution of 17 enhanced eyes according to age at operation. yrs = years.

가운데 2안으로 0.02%였으며 28세 이상에서의 재수술률은 11100안 중에서 15안이므로 0.14%를 보였다(p -value = 0.001) (Table 5).

재수술을 시행한 17안의 나이 분포를 보면 28세에서 33세까지에서 8안으로 가장 높은 것을 보이며 나이가 증가함에 따라서 빈도가 감소하는 것을 볼 수 있다 (Fig. 1).

재수술을 시행한 군과 재수술을 시행하지 않은 군을 나

Table 6. Comparison of parameters between enhanced group and unenhanced group (enhanced group = 17 eyes, unenhanced group = 20431 eyes)

Preoperative data	Values (mean \pm SD)		p-value*
	Enhanced group	Unenhanced group	
Spherical equivalent (diopters)	-5.26 \pm 1.94	-4.01 \pm 1.43	0.017
K average (diopters)	44.02 \pm 1.30	43.26 \pm 1.35	0.021
IOP (mm Hg)	15.73 \pm 2.63	15.00 \pm 2.78	0.28
Central cornea thickness (um)	537.4 \pm 34.4	540.3 \pm 29.3	0.69

Values are presented as mean \pm SD.

*t-test was done.

Table 7. Clinical characteristics associated with enhancement procedure rate in patients who received Schwind Amaris LASIK or LASEK

Clinical factors	Correlations with enhancement procedure rate		
	Odd ratio	95% CI	p-value*
Age (year) ≤ 27			
≥ 28	6.75	1.54-29.60	0.0113
Preoperative SE	0.56	0.41-0.77	0.0004
Preoperative K ave	1.38	1.01-1.88	0.0431

SE = spherical equivalent; K ave = arithmetic mean of cornea power.

*Multiple logistic regression method.

누어서 나이 이외의 술 전 인자를 비교하여 보았다. 술 전 근시 정도와 술 전 각막곡률이 통계적으로 유의하게 두 군에서 차이가 났다(Table 6). 연령 및 이러한 인자들을 모두 포함시켜서 다중 분석을 시행하였으며 그 결과, 저교정으로 인한 재수술률에 영향을 미치는 술 전 인자로 28세 이상의 나이(OR=6.75, CI 1.54-29.60, $p=0.0113$), 근시 정도(OR=0.56, CI 0.41-0.77, $p=0.0004$) 그리고 각막곡률평균값(OR=1.38, CI 1.01-1.88, $p=0.0431$)이 통계적으로 유의하였다(Table 7).

고 찰

노모그램은 레이저 굴절 수술에서 있어서 수술 결과에 영향을 미치는 중요한 요소이다.¹² 집도되는 레이저 기종별로 노모그램이 있어야 하며 이것은 경험상 얻어지는 것으로서 수술 결과값에 의하여 지속적으로 보정되고 변화되어야 하는 값이다. 하지만 노모그램을 정하는 것은 고려할 변수가 많고 결과의 분석이 통계적 작업이 필요한 경우가 많아 컴퓨터 프로그램을 이용하기도 하지만 실제로는 어려운 점이 있다. 집도되는 노모그램을 결정할 때 수술실의 온도와 습도, 수술 전 반복해서 시행한 굴절검사 값, 나이에 따른 각막의 수화 정도, 우안인지 좌안인지 여부, 주시안인지 비주시안인지 여부 등을 모두 고려하여야 하므로, 수술 후 결과값을 분석하는 것도, 노모그램을 수정하는 것도 실제적으로 어려운 문제이다.¹³ 그러므로 본 연구에서와 같이 많은 대상자를 바탕으로 재교정 수술 비율을 조사하여서 간

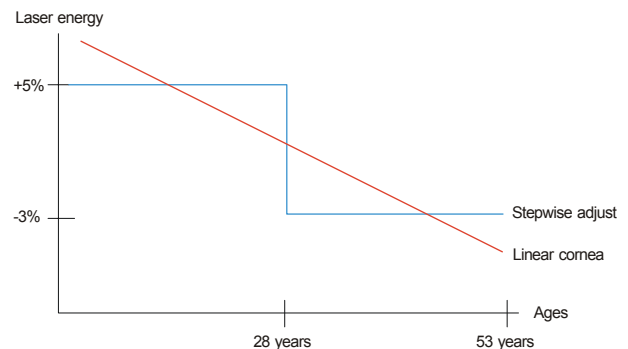


Figure 2. Comparison of linear cornea biomechanics change with age and stepwise auto adjustment of laser energy of Schwind Amaris. The lower triangle may explain relatively high enhancement procedure rate at this age range.

접적으로 노모그램을 수정하는 것도 하나의 좋은 방법이 될 수 있을 것이다.¹⁴⁻¹⁶

나이는 노모그램을 결정할 때 특히 중요한 요소가 된다. 나이에 따라 각막의 수화정도가 달라지고, 술 전에 시행하는 굴절검사에서도 나이가 어릴수록 조절을 많이 하는 경향이 있다. 술 후에는 나이가 어린 경우는 과교정에도 잘 적응하나, 나이가 많아 조절력이 줄어 든 경우는 수술 후 과교정을 참지 못하는 경우가 많다. 그래서 아마리스 레이저는 나이에 따른 요소를 고려하여 최종적으로 나이가 27세 이하인지, 28-53세 이하, 54세 이상인지에 따라서 에너지 조사량을 자체적으로 자동 보정하는 기능을 도입한 것이다. 각막의 생역학을 고려한 발전된 형태의 레이저임에는 틀림 없으나 수술하는 집도자의 이러한 내용을 잘 모르는 경우

에는 이로 인한 문제가 발생할 여지가 있다. 특히 집도의가 여러 회사의 레이저를 사용하는 경우 기존의 레이저를 사용할 때 나이를 고려하여서 노모그램을 정하던 습관이 있으므로 새로운 방식에 적응이 어려울 수도 있고, 대규모의 환자를 대상으로 한 수술 후 결과 분석이 아니라면 나이를 고려한 노모그램과 나이를 고려하지 않은 노모그램의 차이를 조기에 발견하기가 어려워 기존의 방식대로 아마리스 레이저를 사용하여 수술 할 때도 노모그램에 나이를 고려할 가능성이 많다. 그러므로 이에 대한 더 많은 교육과 눈에 띄게 레이저에 표시하는 것이 중요할 것으로 생각한다.

또 하나의 중요한 아마리스 레이저의 자동 보정의 문제점은 나이에 따른 고려가 점진적이지 않고 단계적이라는 점이다. 27세 이하에서는 5퍼센트의 에너지를 높여주고 28세 이상에서는 3퍼센트의 에너지를 낮추어 주는 것은 각막의 점진적인 변화를 충분히 반영하지 못하고 있으며 특히 27세와 28세는 8퍼센트의 에너지량의 차이가 나게 된다. 이로 인하여 아마리스레이저는 특정 나이에서 과교정내지 저교정이 많아지는 결과를 초래할 수도 있을 것으로 생각한다(Fig. 2). 이러한 가설대로라면, 27세 이하에서 과교정이 많이 발생하였을 것이 예상되나 이 나이대에서는 조절력이 크므로 실제로 재교정 수술까지 이어지는 경우는 적을 것이다. 저자들이 조사한 바로도 과교정에 의한 재교정 수술을 받은 경우는 전체에서 단 1안밖에 발생하지 않았다. 저교정에 의한 재교정 수술률을 분석한 본 연구에서는 이러한 가설을 잘 증명해주는 결과로서, 28세 이상에서 재교정 수술률이 증가하는 것으로 나타났으며 28세 직후에 가장 많다가 40세가 지나면서 감소하는 결과를 보여주고 있다. 이는 아마리스레이저의 단계적 에너지 자동조절 기능의 한계를 간접적으로 보여주는 결과라고 할 수 있다(Fig. 1).

굴절교정 수술에 이용되는 레이저의 기술이 비약적으로 발전하고 있으나 사용자가 이를 다 사용하지 못 하는 경우가 많고, 어떤 경우는 당연히 알아야 하는 중요한 내용도 알지 못하고 습관적으로 사용하는 경우가 있을 수 있다. 최근에 널리 사용되고 있는 아마리스 레이저의 나이에 따른 에너지량의 자동 조절 기능이 그러한 예가 아닌가 생각한다. 레이저의 성능과 기능의 발전 못지 않게 중요한 것이 사용자에게 대한 교육과 홍보라고 생각한다. 또한 아마리스 레이저가 나이에 따른 점진적인 에너지량 변화를 주는 방식이 아니므로 오히려 특정 나이대에 과교정이나 저교정을 유발할 수 있다는 것을 알고 있어야 하겠다.

본 연구에서는 저교정에 의한 재교정 수술을 분석하는 방법을 사용하였는데 이는 근시 수술 후 발생하는 퇴행과 구분이 어려운 경우가 많다. 수술 직후부터 나타난 시력 저하는 저교정일 가능성이 높으나 일정 시간이 경과한 후

에 발생하는 시력저하는 근시 퇴행일 가능성이 높다. 따라서 수술 후 수 개월 이내에 발생하는 시력저하는 저교정인지 퇴행인지를 정확히 구분하기 어려운 경우가 많다.¹⁷ 본 연구에서도 이런 어려움이 있었으며 재교정 수술을 첫 수술 후 1년 이내에 시행한 경우로 구분하여 간주하였다. 저교정인 경우는 재교정 수술이 대개 수술 후 1년 이내에는 진행이 될 것으로 생각하며, 퇴행에 의한 시력저하는 초기에 시력이 좋았다가 떨어진 경우이므로 약물치료 등을 시행해 보거나 일정기간 기다려 보다가 수술을 하는 경우가 많으므로 대개 1년 이후가 되는 경향이 많은 것을 고려하였다. 물론 이와 반대되는 경우, 즉 근시 퇴행이 조기에 발생하여 이에 대한 재교정 수술을 수술 후 1년 이내에 시행하는 경우와 저교정에 의한 시력저하 재교정 수술을 1년 이후에 진행하는 경우도 있을 수 있으나 명확히 구분하는 것이 어려워 1년을 기준으로 정함으로써 평가자의 주관적인 판단오차를 줄이려고 하였다.

본 연구결과 20448안 중 17안이 저교정에 의한 재수술을 하였고, 재수술률은 0.08% 인 것으로 나타났다. 근시교정술 후 평균 재수술률이 5-20%라고 보고한 연구들^{18,19}에 비하면 본 연구 결과는 매우 낮은 재수술률을 보였다. 본 연구는 저교정에 의한 재수술률만을 알아보기 위해 수술 후 1년 이내로 수술 기간을 제한하였고, 최근 눈부시게 발전한 레이저 성능 및 안구 추적장치 등의 기술 때문에 재수술률의 차이를 보인다고 생각한다.

28세 이상 99.86%의 환자가 재수술이 필요하지 않은 이유는 두 가지로 생각해 볼 수가 있다. 첫째 대개의 굴절 수술 시 목표 술 후 굴절값이 약간의 과교정을 의도하기 때문에 레이저 조사량 감소를 보완하여 술 후 저교정으로 나타나지 않았을 것이라는 점이며, 둘째 레이저 조사량의 감소 효과가 미미하여 재수술을 하지 않았기 때문이라고 할 수 있습니다. 예를 들어 -5.00 디옵터 근시 환자의 경우 3%에 해당하는 -0.15 디옵터 만큼의 레이저 조사량 감소로 재수술로 연결되지 않은 것으로 생각한다.

재교정 수술률의 증가에 영향을 주는 또 다른 인자로는 수술 전 근시량이 많은 경우와^{14,15} 수술 전 각막 곡률이 큰 경우로 나타났으며 이를 노모그램에 적용하기에는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 다만, 술 전 근시량이 많거나 각막 곡률이 큰 경우에는 28세 이상에서 더욱 저교정 발생을 주의하여야 할 것으로 생각한다. 수술 전 근시량이 많을수록 나이에 따라 자동 보정되어 줄어드는 에너지량의 절대값이 커지므로 28세 이상에서 저교정의 위험이 더욱 커지게 되기 때문이다. 수술 받는 환자가 28세 이상인 경우 레이저 조사량 3%감소를 고려하여 노모그램을 정하는 것이 좋을 것으로 생각한다. 28세에서 35세 정도의 나이에서

굴절 대응치의 약 3%를 노모그램에 더해 주는 것이 이 연령대에서 저교정이 많아지는 것을 예방할 수 있을 것으로 생각한다.

결론적으로, 아마리스 레이저를 사용할 때는 나이에 따른 자동 레이저 조사량 보정기능이 있음을 알고 수술 노모그램에 적용하여야 28세 이후에서 저교정이 많이 발생하는 것을 예방할 수 있을 것이다. 특히 수술 전 근시가 심하거나 각막 곡률이 큰 경우에 더욱 주의하여야 할 것으로 생각한다.

참고문헌

- 1) Nassiri N, Safi S, Aghazade Amiri M, et al. Visual outcome and contrast sensitivity after photorefractive keratectomy in low to moderate myopia: Wavefront-optimized versus conventional methods. J Cataract Refract Surg 2011;37:1858-64.
- 2) Gambato C, Catania AG, Vujosevic S, Miden E. Wavefront-optimized surface ablation with the allegretto wave eye-Q excimer laser platform: 12-month visual and refractive results. J Refract Surg 2011;18:1-4.
- 3) Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M, Johnson N. Accuracy and reproducibility of artemis central flap thickness and visual outcomes of LASIK with the Carl Zeiss Meditec VisuMax femtosecond laser and MEL 80 excimer laser platforms. J Refract Surg 2010;26:107-19.
- 4) Blum M, Kunert K, Gille A, Sekundo W. LASIK for myopia using the Zeiss VisuMax femtosecond laser and MEL 80 excimer laser. J Refract Surg 2009;25:350-6.
- 5) McAlinden C, Skiadaresi E, Moore JE. Visual and refractive outcomes following myopic laser-assisted subepithelial keratectomy with a flying-spot excimer laser. J Cataract Refract Surg 2011;37:901-6.
- 6) McAlinden C, Skiadaresi E, Pesudovs K, Moore JE. Quality of vision after myopic and hyperopic laser-assisted subepithelial keratectomy. J Cataract Refract Surg 2011;37:1097-100.
- 7) Arba Mosquera S, de Ortueta D. Correlation among ocular spherical aberration, corneal spherical aberration, and corneal asphericity before and after LASIK for myopic astigmatism with the SCHWIND AMARIS platform. J Refract Surg 2011;27:434-43.
- 8) Arba-Mosquera S, Arbelaez MC. Three-month clinical outcomes with static and dynamic cyclotorsion correction using the SCHWIND AMARIS. Cornea 2011;30:951-7.
- 9) Arba Mosquera S, Arbelaez MC. Use of a six-dimensional eye-tracker in corneal laser refractive surgery with the SCHWIND AMARIS TotalTech laser. J Refract Surg 2011;27:582-90.
- 10) Aslanides IM, Toliou G, Padroni S, et al. The effect of static cyclotorsion compensation on refractive and visual outcomes using the Schwind Amaris laser platform for the correction of high astigmatism. Cont Lens Anterior Eye 2011;34:114-20.
- 11) Arbelaez MC, Vidal C, Arba Mosquera S. Comparison of LASEK and LASIK with thin and ultrathin flaps after excimer laser ablation with the SCHWIND Aspheric ablation profile. J Refract Surg 2011;27:38-48.
- 12) Mrochen M, Hafezi F, Iseli HP, et al. Nomograms for the improvement of refractive outcomes. Ophthalmologie 2006;103:331-8.
- 13) Farah SG, Azar DT, Gurdal C, Wong J. Laser in situ keratomileusis: literature review of a developing technique. J Cataract Refract Surg 1998;24:989-1006.
- 14) Hu DJ, Feder RS, Basti S, et al. Predictive formula for calculating the probability of LASIK enhancement. J Cataract Refract Surg 2004;30:363-8.
- 15) Patel NP, Clinch TE, Weis JR, et al. Comparison of visual results in initial and re-treatment laser in situ keratomileusis procedures for myopia and astigmatism. Am J Ophthalmol 2000;130:1-11.
- 16) Randleman JB, White AJ Jr, Lynn MJ, et al. Incidence, outcomes, and risk factors for retreatment after wavefront-optimized ablations with PRK and LASIK. J Refract Surg 2009;25:273-6.
- 17) Lyle WA, Jin GJ. Retreatment after initial laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2000;26:650-9.
- 18) Patel NP, Clinch TE, Weis JR, et al. Comparison of visual results in initial and re-treatment laser in situ keratomileusis procedures for myopia and astigmatism. Am J Ophthalmol 2000;130:1-11.
- 19) Saeed A, O'Doherty M, O'Doherty J, O'Keefe M. Laser-assisted subepithelial keratectomy retreatment after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2008;34:1736-41.

=ABSTRACT=

Analysis of Enhancement Rate According to Age after Refractive Surgery with Schwind Amaris

Wook Kyum Kim, MD^{1,2}, Hun Yang, MD¹, Eun Young Cho, MD¹, Hee Sun Kim, MD¹, Jin Kuk Kim, MD^{1,2}

B&VIIT Eye Center¹, Seoul, Korea

KAIST GSMSE², Daejeon, Korea

Purpose: To evaluate the clinical effects of an automatic energy-lowering system in patients over the age of 28 years with Schwind Amaris laser platform by analyzing the enhancement operation rate according to age.

Methods: A total of 20448 eyes from 10224 patients who received a bilateral LASIK or LASEK operation with the Schwind Amaris laser platform between August 2007 and April 2011 in our clinic were included in the present study. The rate of enhancement operation due to undercorrection was analyzed to determine whether the age affects the enhancement operation rate.

Results: There were a total of 17 enhancement operations. Fifteen out of 17 eyes who received the enhanced operation were above the age of 28 years ($p=0.005$). In multivariate analysis, patient age over 28 years ($OR=6.75$, $CI\ 1.54-29.60$, $p=0.011$), preoperative higher spherical equivalent ($OR=0.56$, $CI\ 0.41-0.77$, $p=0.0004$) and preoperative higher mean keratometric value ($OR=1.38$, $CI\ 1.01-1.88$, $p=0.043$) were significantly associated with a higher enhancement operation rate.

Conclusions: Surgeons should be aware that the amount of laser energy from Schwind Amaris laser platform is automatically reduced in patients above the age of 28 years. Therefore, the nomogram should be adjusted to reduce the enhancement operation rate for a specific age group, especially in patients with higher preoperative myopic errors and steeper cornea.

J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(2):224-230

Key Words: Enhancement operation, LASIK, Nomogram, Schwind Amaris laser, Undercorrection

Address reprint requests to **Jin Kuk Kim, MD**

B&VIIT Eye Center

#3 Seocho-daero 77-gil, Seocho-gu, Seoul 137-856, Korea

Tel: 82-2-590-2000, Fax: 82-2-501-6435, E-mail: bestjinkuk@bseye.com