

각막굴절교정 술 후 비접촉성 안압계로 측정된 안압의 저평가 정도

김옥겸 · 조은영 · 김희선 · 이희경 · 김진국

비앤빛 강남밝은세상안과

목적: 각막굴절교정술 후 비접촉안압계로 측정된 안압의 저평가 정도가 어느 정도인지를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 본원에서 2011년 1월에서 2월까지 라식을 시행한 253명과 라섹을 시행한 281명을 대상으로 비접촉안압계로 측정된 수술 전 후의 안압의 차이를 술 후 안압의 저평가로 간주하여 그 정도를 알아보았으며 안압 감소에 영향을 주는 술 전 인자들을 다중회귀방법으로 분석하였다.

결과: 술 후 비접촉안압계를 이용한 안압 감소는 수술 시 나이($r=-0.0420$, $p=0.03$), 각막절제량($r=0.0466$, $p<0.01$), 그리고 수술방법(라식 혹은 라섹)에 따라($r=0.6006$, $p<0.01$) 유의한 차이를 보였다. 라식 후 100 μm 의 각막두께가 감소할 때, 26세 미만에서 안압이 6.29 ± 2.40 mmHg가 감소하였고 26세 이상에서 6.12 ± 2.53 mmHg가 감소하였다($p=0.05$). 라섹 후 100 μm 의 각막두께가 감소할 때, 26세 미만에서 안압이 5.77 ± 2.37 mmHg가 감소하였고, 26세 이상에서 5.44 ± 2.62 mmHg 감소하였다($p=0.05$).

결론: 각막굴절교정술 후 비접촉안압계로 측정된 안압은 각막절제량이 증가할수록, 나이가 어릴수록, 라식을 받은 경우 더욱 감소하는 경향이 있다.

〈대한안과학회지 2014;55(2):167-172〉

국내에서 라식, 라섹과 같은 각막굴절교정술은 대부분 근시와 난시를 교정하기 위한 목적으로 시행되며 술 후 중심부 각막곡률 및 각막두께가 감소한다. 각막두께가 감소하면 술 후 안압이 낮게 측정되므로¹⁻⁷ 술 후 측정된 안압을 바탕으로 실제 안압을 유추하는 것이 각막굴절교정술 후 진료시 필요하다. 최근 각막굴절교정술 후 안압상승이 초기에 발견되지 못하여 말기 녹내장까지 진행된 예가 보고되었다.⁸⁻¹¹ 지금까지 여러 보고에 의해 술 후 실제 안압을 유추해 내는 방법들이 제안되었으나 대부분 골드만 안압계를 이용한 연구였으며, 각막두께와 안압과의 연관성을 가지고 술 후 안압 저평가를 유추한 간접적인 연구였다. 녹내장으로 진단된 환자가 아니라면 대부분 비접촉안압계를 이용하여 안압을 측정하는 국내 의료 현실을 고려할 때, 비접촉안압계를 이용한 굴절 수술 후 안압의 저평가에 대한 직접적인 연구가 필요하였다.

비접촉안압계는 측정이 쉽고 결과값이 비교적 정확하여^{12,13} 대부분의 각막굴절교정술 전 후 외래에서 사용되고 있는 방법이다. 비접촉안압계는 골드만안압계와 비교시 안압이 높을 때는 측정값이 더 높게 나타나고, 안압이 낮을 때는 더 낮게 나타난다.¹⁴ 또한 비접촉안압계는 골드만안압계에 비하여 측정값이 각막두께에 더욱 영향을 받는다.^{2,15-17} 각막굴절교정술 후 비접촉안압계로 안압 변화를 관찰한 연구로, 굴절교정레이저각막절제술(PRK) 후 술 전 근시도수가 높을수록 안압이 더 낮게 측정되었다는 보고와¹ 라식 후 안압변화는 각막곡률과 각막두께의 감소와 연관이 있었다는 보고가 있다.^{2,3}

각막굴절교정술은 크게 라섹과 같은 표면절제술과 라식과 같은 절편절제술로 나눌 수 있다. 수술 방법에 따른 술 후 안압감소량에 대하여 골드만 안압계를 이용한 연구가⁵ 있었으며 라식 후에 안압이 덜 감소했다고 하였고, 비접촉안압계를 이용한 연구에서는⁷ 수술방법에 따른 차이가 없었다고 하였다.

본 연구에서는 각막굴절교정술을 받은 환자를 대상으로 비접촉안압계를 이용하여 술 후 안압변화를 분석하고 이에 영향을 주는 인자들을 분석하였으며, 술 후 비접촉안압계로 측정된 안압에서 실제 안압을 유추하는데 도움을 주고자 하였다.

■ Received: 2013. 6. 27. ■ Revised: 2013. 8. 19.

■ Accepted: 2014. 1. 28.

■ Address reprint requests to Jin Kuk Kim, MD
B&VIIT Eye Center, #3 Seocho-daero 77-gil, 14F Ala Tower,
Seocho-gu, Seoul 137-856, Korea
Tel: 82-2-501-6800, Fax: 82-2-501-6435
E-mail: kimjinkuk@hanmail.net

* This study result was presented in ASCRS annual meeting at San Francisco, USA, at April, 2013.

대상과 방법

2011년 1월부터 2월까지 본원에서 iFS 펄스초레이저(iFS™ Femtosecond Laser, AMO, USA)와 알레그레토레이저(Allegretto Wave Eye-Q Laser; WaveLight, Germany)를 사용하여 라식을 받은 253명과 알레그레토레이저로 라섹을 받은 281명의 우안을 분석하였다. 만 18세 이상으로 1년 이상 굴절값의 변화가 없고 술 전 검사시 각막두께와 각막지형도상의 각막 모양을 고려하여 각막굴절교정술이 가능한 경우를 대상으로 하였다. 최대교정시력 0.6 이하의 약시와 각막표면 염증성 질환, 녹내장이 있는 경우, 술 후 안압약을 추가로 사용했거나 원시로 수술 받은 경우는 제외하였다. 모든 환자의 술 전 병력, 비접촉안압계(NT-510; NIDEK, Japan)로 측정된 술 전후 안압, 중심각막두께, 근시, 난시, 각막곡률, 중심각막절제량, 시력 등을 조사하였다. 중심각막두께는 초음파각막두께검사계(SP-3000; Tomey, Germany)로 측정하였고 각막절제량은 수술 시 알레그레토레이저로 계산된 값을 이용하였다.

술 후 안압측정은 라식인 경우 술 후 6개월로 하였으며 라섹인 경우 술 후 9개월경에 시행하였고, 술 후 소염제 점안액 사용을 중지한 후 최소 3개월 이상이 경과한 시점이었다. 연이어 두 번 측정된 안압의 차이가 2 mmHg 이하이면 평균값으로 하였고 3 mmHg 이상이면 2회 더 측정하여 양측의 극값을 버리고 남은 두 값의 차이가 2 mmHg 이하이면 평균값을 취하였다. 만일, 남은 두 값의 차이가 3 mmHg 이상이면 위의 과정을 반복하였다. 소수점 이하 0.5 mmHg 값은 버림으로 처리하였다.

수술은 0.5% Proparacaine hydrochloride (Alcaine®, Alcon Laboratories, Inc., USA)를 소독 직전과 직후, 수술 직전에 양안에 각각 1번씩 점안 후 시행하였다. 수술시 광학부(optical zone)의 크기는 6.3 mm 이상으로 하였다.

라식은 먼저 iFS 펄스초레이저를 사용하여 각막절편을 만들었으며, 각막절편의 두께는 100 μ m, 크기는 8.7 mm, 경첩의 위치는 상측으로 하였다. 각막절제는 알레그레토레이저를 사용하였다. 술 후 0.5% moxifloxacin (Vigamox, Alcon, USA)과 0.1% Fluorometholone (Ocumetholone®, Samil, Korea)을 첫 1주간 하루 4회 사용하고, 다음 1주간 하루 2회 사용하였다.

라섹은 Amoil 브리쉬(Amoils epithelial scrubber, Innovative eximer solution, Inc. Canada)를 이용하여 각막상피를 제거한 후 알레그레토레이저를 이용하여 각막절제술을 시행하였다. 그리고 0.02% mitomycin C (MMC)를 면봉에 묻혀 절제부위에 10-20초간 접촉시킨 뒤 차가운 평형염류용액으로 20초간 각막표면과 결막낭을 충분히 세척하였다. 그

후 치료용 콘택트렌즈를 착용하고 항생제 안약을 점안하였다.

수술 당일부터 0.5% Levofloxacin (Cravit®, Santen pharmaceutical Co, Japan)을 3시간마다 사용하였으며, 술 후 3-5일째 치료용 콘택트렌즈를 제거한 후, 하루 4회 1주간 더 사용하였다. 0.1% Fluorometholone (Ocumetholone®, Samil, Korea)은 치료용 콘택트렌즈를 제거한 후 사용하였으며 1주간은 2시간마다 사용하고, 그 후 1달간 하루 4번씩 사용하였으며 점차 사용빈도를 줄여 술 후 4-5개월간 사용하였다.

통계 방법은 라식과 라섹에 따른 술 후 안압변화를 비교하기 위하여 Student's *t*-test를 사용하였고, 술 후 안압변화에 영향을 주는 인자를 알아보기 위하여 나이, 성별, 수술 방법, 각막곡률을 독립변수로 안압변화를 각막절삭량으로 나눈 값을 종속변수로 하여 단순회귀분석 및 다중회귀분석하였으며 독립변수간에 상관성이 없음을 확인하였다. SPSS 15.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하였으며 *p* 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 의미가 있다고 정의하였다.

결 과

분석대상은 534명의 우안 534안이었고, 라식 환자는 253명, 라섹 환자는 281명이었다. 남자는 117명(22%), 여자는 417명(78%)이었고, 수술 시 평균 나이는 25.1 ± 4.8 세였다. 술 전 근시는 -5.08 ± 1.79 디옵터, 난시는 -1.11 ± 0.78 디옵터였으며, 술 전 각막두께는 $529.1 \pm 30.3 \mu$ m, 각막 절제량은 $92.1 \pm 21.8 \mu$ m였다. 술 전 안압은 15.14 ± 2.63 mmHg, 술 후 안압은 9.74 ± 2.00 mmHg이었다. 안압변화량은 5.40 ± 2.37 mmHg, 각막두께 변화에 대한 안압변화량은 0.059 ± 0.025 mmHg/ μ m였다(Table 1).

술 후 안압감소와 술 전 인자들의 상관관계를 보면, 나이와 -0.1280 의 음의 상관관계를 보였고($p < 0.01$), 각막절삭량과는 0.4442 의 양의 상관관계를 보였으며(< 0.001), 수술 방법과 상관관계를 보였다($p < 0.001$) (Table 2).

술 후 안압변화에 영향을 미치는 술 전 인자들의 다중회귀분석 결과는 수술시 나이($p = 0.03$), 각막절제량($p < 0.01$), 수술방법($p < 0.01$)이 통계적으로 유의하였다(Table 3).

술 전 각막두께는 라식 환자에서 $544.5 \pm 25.6 \mu$ m, 라섹 환자에서 $515.3 \pm 27.4 \mu$ m였다($p < 0.01$). 술 전 난시는 라식 환자에서 -1.20 ± 0.87 디옵터, 라섹 환자에서 -1.03 ± 0.68 디옵터였다($p = 0.01$). 각막 절제량은 라식 환자와 라섹 환자에서 유의한 차이를 보이지 않았으며, 안압변화는 라식 후 5.8 ± 2.4 mmHg 감소하여 라섹 후 감소량 5.0 ± 2.2 mmHg에 비하여 더 컸다. 단위각막절제량 당 안압변화도 라식 후 0.062 ± 0.024 mmHg/ μ m로 라섹 후 $0.056 \pm$

Table 1. General characteristics of 534 eyes of 534 patients who received LASIK or LASEK

Characteristics	Values
LASIK : LASEK (eyes)	253 (48%) : 281 (52%)
Age at operation (years)	25.1 ± 4.8
Preoperative myopia (diopters)	-5.08 ± 1.79
Preoperative astigmatism (diopters)	-1.11 ± 0.78
Preoperative BCVA (log MAR)	-0.03 ± 0.05
Preoperative K average (diopters)	43.59 ± 1.26
Preoperative central cornea thickness (μm)	529.1 ± 30.3
Corneal ablation depth (μm)	92.1 ± 21.8
Postoperative corneal thickness (μm)	437.1 ± 34.5
Preoperative IOP (mm Hg)	15.14 ± 2.63
Postoperative IOP (mm Hg)	9.74 ± 2.00
IOP change (mm Hg)	5.40 ± 2.37
IOP change/ablation depth (mm Hg/μm)	0.059 ± 0.025
Preoperative white to white (mm)	11.74 ± 0.37
Postoperative sphere (diopters)	+0.10 ± 0.57
Postoperative astigmatism (diopters)	-0.40 ± 0.26
Postoperative UCVA (log MAR)	-0.12 ± 1.42

Values are presented as mean ± SD.

BCVA = best corrected visual acuity; IOP = intraocular pressure; UCVA = uncorrected visual acuity.

Table 2. Correlation coefficient of several preoperative factors with postoperative intraocular pressure decrease

Preoperative factors	Correlation coefficient	p-value
Age (years)	-0.1280	<0.01
Sex	-0.0500	0.25
Average Keratometry (mm)	0.0417	0.34
Ablation depth (μm)	0.4442	<0.01
Operation methods (LASIK/LASEK)	0.1596	<0.01

Pearson's correlation was done.

Table 3. The multivariate regression analysis of preoperative factors that could affect postoperative IOP change using NCT after corneal refractive surgery

Preoperative factors	IOP change after refractive surgery		
	Correlation coefficient r	t Statistic	p-value
Age (years)	-0.0420	-2.215	0.03
Sex	-0.1890	-0.847	0.40
Ablation depth (μm)	0.0466	11.117	<0.01
LASIK or LASEK	0.6006	3.287	<0.01
K average (diopters)	0.1166	1.529	0.13

IOP = intraocular pressure; NCT = non contract tonometer.

0.025 mmHg/μm에 비하여 더 컸다(Table 4).

연령과 수술방법에 따라서 구분해 보면, 100 μm 각막절제시 안압감소가 라식 후 26세 미만에서 6.29 ± 2.40 mmHg, 26세 이상에서 6.12 ± 2.53 mmHg였다. 같은 조건에서 안압감소가 라섹 후 26세 미만에서 5.77 ± 2.37 mmHg, 26세 이상에서 5.44 ± 2.62 mmHg였다(Table 5).

고 찰

근시교정을 위한 각막굴절교정술 후에는 중심각막두께

의 감소로 인하여 안압이 실제 안압보다 낮게 측정된다. 안압은 녹내장의 가장 중요한 위험인자로서, 술 후 저평가된 안압은 실제로 높은 안압을 정상으로 간주하여 녹내장 진단을 늦출 수 있다. 그러므로 각막굴절교정술을 받은 환자의 측정 안압에서 실제 안압을 유추하는 것이 중요하며 이에 대한 많은 연구들이¹⁻⁷ 있었으나 대부분 골드만 안압계를 이용한 연구결과이다. 녹내장이 진단된 후에는 골드만 안압계로 안압을 측정하여 진료를 하지만 그 전에는 비접촉안압계로 안압을 측정하므로 녹내장을 발견하기 위해서는 비접촉안압계를 이용한 연구가 더욱 필요하다고 할 수

Table 4. The comparison of preoperative factors and postoperative results between LASIK and LASEK patients

	LASIK (253 eyes)	LASEK (281 eyes)	p-value*
Age at operation (years)	25.0 ± 5.3	25.3 ± 4.4	0.44
Preoperative myopia (diopters)	-5.13 ± 2.00	-5.04 ± 1.58	0.58
Preoperative astigmatism (diopters)	-1.20 ± 0.87	-1.03 ± 0.68	0.01
Preoperative K average (diopters)	43.65 ± 1.25	43.58 ± 1.18	0.47
Preoperative central cornea thickness (μm)	544.5 ± 25.6	515.3 ± 27.4	<0.01
Corneal ablation depth (μm)	93.5 ± 23.5	90.9 ± 20.0	0.18
Postoperative corneal thickness (μm)	451.1 ± 30.6	424.4 ± 32.9	<0.01
Preoperative IOP (mm Hg)	15.8 ± 2.6	14.6 ± 2.5	<0.01
Postoperative IOP (mm Hg)	10.0 ± 2.1	9.5 ± 1.9	<0.01
IOP change (mm Hg)	5.8 ± 2.4	5.0 ± 2.2	<0.01
IOP change/ablation depth (mm Hg/μm)	0.062 ± 0.024	0.056 ± 0.025	<0.01

Values are presented as mean ± SD.

*Student's *t*-test was done.

Table 5. The change of intraocular pressure in every 100 μm ablation after corneal refractive surgery according to age group and operation methods

		IOP change per 100 μm ablation		p-value*
		After LASIK	After LASEK	
Age group	<26 years	6.29 ± 2.40 (153 eyes)	5.77 ± 2.37 (157 eyes)	0.05
	≥26 years	6.12 ± 2.53 (100 eyes)	5.44 ± 2.62 (124 eyes)	0.05

Values are presented as mean ± SD.

*Student's *t*-test was done.

있다. 본 연구는 비접촉안압계를 이용한 연구로서 그 의의가 있다.

본 연구는 각막굴절교정술 후 안압이 낮게 측정되는 정도에 영향을 미치는 인자로서 각막절제량 뿐만 아니라 환자의 나이와 수술방법에 따라서도 영향을 받는다는 결과를 보여주고 있다. 안압이 각막두께와 각막곡률에 영향을 받는다는 기존 연구와^{3,18} 달리 각막곡률은 술 후 안압변화에 유의한 영향을 미치지 않았다. 최근 국내에서 수술 방법에 따른 술 후 안압변화의 차이가 없다고 보고한 연구가⁷ 있었지만, 본 연구에서는 표면절제술인 라섹 후에 비하여 편평절제술인 라식 후에 안압감소가 더 큰 것으로 나타났다. 본 연구는 대상군이 많고 비교적 최근인 2011년 1월부터 2개월간 라식 및 라섹을 받은 환자를 대상으로 하였고, 안압관련 연구에서 사용하는 단안만을 분석대상으로 하였다는 점에서 더 정확한 결과를 보였다고 생각된다. 또한 라식시 각막절편을 만드는 것만으로도 약 1.6 mmHg의 안압 감소를 보였다는 보고는⁶ 본 연구 결과의 타당성을 더욱 뒷받침한다고 볼 수 있다.

본 연구에서 1 μm의 각막절제당 술 후 안압감소량이 라식 후 26세 미만에서 0.0629 mmHg, 26세 이상에서 0.0612 mmHg로 나타났으며, 라섹 후 26세 미만에서 0.0577 mmHg, 26세 이상에서 0.0544 mmHg로 나타났다. 이는 골드만안압계를 사용한 연구에서 라식 후 0.041 mmHg/μm, 라섹 후 0.052 mmHg/μm 라고 보고된 것⁵에 비해서 크게 나타났으며,

공기 안압계를 사용한 연구에서⁶ 라식 후 0.029 mmHg/μm 감소한다는 결과보다 크게 나타났다. 비접촉안압계를 사용한 연구에서⁸ 보여진 0.069 mmHg/μm 보다 작은 값을 보였다. 이는 비접촉안압계가 골드만 안압계보다는 각막두께에 더 많이 영향을 받는다는 기존 연구와¹⁵⁻¹⁷ 일치하는 결과이다.

환자의 나이가 어릴수록 술 후 안압변화가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 나이가 많아질수록 각막이 단단해져 비접촉안압계로 측정한 안압의 변화가 적었을 것으로 쉽게 생각해 볼 수도 있으나, 기존에 나이에 따른 각막의 단단한 정도를 연구한 결과들에서는,¹⁹⁻²¹ 비교하는 그룹들간의 나이 차이가 최소 30세 이상 나지 않는 경우는 각막의 단단한 정도가 별 차이가 없었다고 보고하고 있다. 따라서 26세를 전후한 20-30대를 대상으로 한 본 연구의 나이가 어릴수록 안압변화가 더 크게 나타난 것에 대한 원인은 추가 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 실제 외래에서 쉽게 적용 가능한 수식을 얻기 위하여 나이별, 수술 방법별로 구분하여 100 μm 각막절제당 안압변화의 평균값을 제시하였다. 전체 대상군의 평균나이가 25.1세여서 나이 구분은 26세 미만과 26세 이상으로 하였다. 100 μm 각막절제는 알레그레토 레이저로 근시와 난시 도수의 합이 약 -7.00디옵터를 6.5 mm의 광학부 크기로 교정할 때 절제되는 각막두께이다. 100 μm의 각막절제시 라식 후 평균 6 mmHg 이상이 감소하며, 라섹 후

평균 6 mmHg 이하로 감소하였으며, 26세 미만인 경우 26세 이상에 비하여 약 0.2-0.3 mmHg 정도 더 감소하였다 (Table 4).

본 연구는 많은 대상자를 바탕으로 나이와 수술 방법에 따른 안압변화의 차이가 있음을 발견하였다. 하지만 안압은 일중변화가 있으므로, 모든 환자에서 안압변화의 평균값을 일괄적으로 적용하기에는 한계가 있고, 이는 Table 4에서 보여진 각 군의 안압변화 값의 표준편차가 비교적 큰 2 mmHg 이상인 것으로도 확인된다. 그러므로 술 후 실제 안압을 유추할 때는 이러한 점을 감안하여야 한다.

라섹 후에는 각막흔타방지를 위하여 스테로이드 점안액을 장기간 사용하게 된다.²²⁻²⁷ 스테로이드 점안액에 의한 안압상승이 유발되더라도 측정 안압의 저평가로 인지하지 못하여 스테로이드 점안액 치료를 지속하는 경우 시신경 손상이 발생할 수 있다.^{10,11,28} 라섹 후 스테로이드 점안액을 사용하는 동안 안압상승이 발견될 경우 안압하강제를 사용하고, 스테로이드 점안액의 사용 회수를 조절하여야 한다.²⁹ 최근 안압상승이 발견되지 못해 말기 녹내장까지 진행된 예가 보고되었고,^{8,9} 각막굴절교정술 후 측정 안압에서 실제 안압을 유추하는 방법이 더욱 중요하게 되었다.

본 연구는 외래에서 많이 사용하는 비접촉안압계를 사용하여 각막굴절교정술 후 안압변화를 직접적으로 측정하여 분석한 연구로서, 라섹 후 스테로이드 점안액 사용 기간과 추후 일반 진료에서 실제 안압을 유추하고, 안압상승으로 인한 녹내장 진행의 조기 발견에 도움이 될 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) Cennamo G, Rosa N, La Rana A, et al. Non-contact tonometry in patients that underwent photorefractive keratectomy. *Ophthalmologica* 1997;211:341-3.
- 2) Pan Y, Zhang Y, Lian J, Wang K. [Analysis of intraocular pressure and corneal thickness after laser in situ keratomileusis]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 1999;35:359-62.
- 3) Chen Y, Zhao G, Pan M, Zheng Q. [Accuracy of intraocular pressure measurement using NCT after LASIK]. *Yan Ke Xue Bao* 2004;20:68-70.
- 4) Cheng AC, Leung DY, Cheung EY, et al. Intraocular pressure measurement in patients with previous LASIK surgery using pressure phosphene tonometer. *Clin Experiment Ophthalmol* 2005;33:153-7.
- 5) Kirwan C, O'Keefe M. Measurement of intraocular pressure in LASIK and LASEK patients using the Reichert Ocular Response Analyzer and Goldmann applanation tonometry. *J Refract Surg* 2008;24:366-70.
- 6) Sánchez-Navés J, Furfaro L, Piro O, Balle S. Impact and permanence of LASIK-induced structural changes in the cornea on pneumotonometric measurements: contributions of flap cutting and stromal ablation. *J Glaucoma* 2008;17:611-8.
- 7) Cho HH, Park MH, Im YW, Moon JI. Comparison of measured intraocular pressure change according to the methods of corneal refractive surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:308-14.
- 8) Cheng AC, Law RW, Young AL, Lam DS. In vivo confocal microscopic findings in patients with steroid-induced glaucoma after LASIK. *Ophthalmology* 2004;111:768-74.
- 9) Belin MW, Hannush SB, Yau CW, Schultze RL. Elevated intraocular pressure-induced interlamellar stromal keratitis. *Ophthalmology* 2002;109:1929-33.
- 10) Shaikh NM, Shaikh S, Singh K, Manche E. Progression to end-stage glaucoma after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:356-9.
- 11) Levy Y, Hefetz L, Zadok D, et al. Refractory intraocular pressure increase after photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1997;23:593-4.
- 12) Wolfs RC, Klaver CC, Vingerling JR, et al. Distribution of central corneal thickness and its association with intraocular pressure: The Rotterdam Study. *Am J Ophthalmol* 1997;123:767-72.
- 13) Whitacre MM, Stein RA, Hassanein K. The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *Am J Ophthalmol* 1993;115:592-6.
- 14) Tonnu PA, Ho T, Sharma K, et al. A comparison of four methods of tonometry: method agreement and interobserver variability. *Br J Ophthalmol* 2005;89:847-50.
- 15) Zhang Y, Zhao JL, Bian AL, et al. [Effects of central corneal thickness and corneal curvature on measurement of intraocular pressure with Goldmann applanation tonometer and non-contact tonometer]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2009;45:713-8.
- 16) Matsumoto T, Makino H, Uozato H, et al. The influence of corneal thickness and curvature on the difference between intraocular pressure measurements obtained with a non-contact tonometer and those with a goldmann applanation tonometer. *Jpn J Ophthalmol* 2000;44:691.
- 17) Babalola OE, Kehinde AV, Iloegbunam AC, et al. A comparison of the Goldmann applanation and non-contact (Keeler Pulsair EasyEye) tonometers and the effect of central corneal thickness in indigenous African eyes. *Ophthalmic Physiol Opt* 2009;29:182-8.
- 18) Koh SI, Kim SD, Kim JD. The effect of the changes in central corneal thickness and curvature on measurement of intraocular pressure after LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc* 1999;40:2464-72.
- 19) Ishii K, Saito K, Kameda T, Oshika T. Elastic hysteresis in human eyes is an age-dependent value. *Clin Experiment Ophthalmol* 2013;41:6-11.
- 20) Kamiya K, Hagishima M, Fujimura F, Shimizu K. Factors affecting corneal hysteresis in normal eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:1491-4.
- 21) Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F. Effect of aging on corneal biomechanical parameters using the ocular response analyzer. *J Refract Surg* 2009;25:888-93.
- 22) Chatterjee A, Shah S, Galway G. Effects of topical corticosteroids after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 1997;13(5 Suppl):S454-5.
- 23) Aras C, Ozdamar A, Aktunç R, Erçikan C. The effects of topical steroids on refractive outcome and corneal haze, thickness, and curvature after photorefractive keratectomy with a 6.0-mm ablation diameter. *Ophthalmic Surg Lasers* 1998;29:621-7.
- 24) Baek SH, Chang JH, Choi SY, et al. The effect of topical corticosteroids on refractive outcome and corneal haze after photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 1997;13:644-52.

- 25) Bilgihan K, Ozdek S, Ozoğul C, et al. Topical vitamin E and hydrocortisone acetate treatment after photorefractive keratectomy. *Eye (Lond)* 2000;14(Pt 2):231-7.
- 26) Kuo IC, Lee SM, Hwang DG. Late-onset corneal haze and myopic regression after photorefractive keratectomy (PRK). *Cornea* 2004; 23:350-5.
- 27) Vetrugno M, Maino A, Quaranta GM, Cardia L. The effect of early steroid treatment after PRK on clinical and refractive outcomes. *Acta Ophthalmol Scand* 2001;79:23-7.
- 28) Hamilton DR, Manche EE, Rich LF, Maloney RK. Steroid-induced glaucoma after laser in situ keratomileusis associated with interface fluid. *Ophthalmology* 2002;109:659-65.
- 29) Vetrugno M, Maino A, Quaranta GM, Cardia L. A randomized, comparative open-label study on the efficacy of latanoprost and timolol in steroid induced ocular hypertension after photorefractive keratectomy. *Eur J Ophthalmol* 2000;10:205-11.

=ABSTRACT=

Analysis of Postoperative Intraocular Pressure Underestimation Measured with Non Contact Tonometry after Corneal Refractive Surgery

Wook Kyum Kim, MD, Eun Young Cho, MD, Hee Sun Kim, MD, Hee Kyung Lee, MD, Jin Kuk Kim, MD

B&VIIT Eye Center

Purpose: To analyze the postoperative intraocular pressure (IOP) underestimation measured with non-contact tonometry after corneal refractive surgery.

Methods: The postoperative IOP decrease measured with non-contact tonometry (NCT), regarded as IOP underestimation, was calculated in 253 LASIK patients and 281 LASEK patients. Multiple regression analysis was performed to determine the preoperative factors which affect postoperative IOP underestimation. The right eye results were reported in this paper.

Results: The postoperative IOP decrease was affected by age ($r = -0.0420$, $p = 0.03$), corneal ablation depth ($r = 0.0466$, $p < 0.01$), and operation method (LASIK or LASEK) ($r = 0.6006$, $p < 0.01$). For every 100 μm decrease of corneal thickness by LASIK, the IOP decreased 6.29 ± 2.40 mm Hg in patients under 26 years of age and 6.12 ± 2.53 mm Hg in patients above 26 years of age ($p = 0.05$). For every 100 μm decrease of corneal thickness by LASEK, the IOP decreased 5.77 ± 2.37 mm Hg in patients under 26 years of age and 5.44 ± 2.62 mm Hg in patients above 26 years of age ($p = 0.05$).

Conclusions: The postoperative IOP underestimation measured with NCT was more prominent in younger-aged patients after LASIK than LASEK with deeper ablation depth.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(2):167-172

Key Words: Central corneal thickness, Intraocular pressure, LASEK, LASIK, Non-contact tonometer

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

B&VIIT Eye Center

#3 Seocho-daero 77-gil, 14F Ala Tower, Seocho-gu, Seoul 137-856, Korea

Tel: 82-2-501-6800, Fax: 82-2-501-6435, E-mail: kimjinkuk@hanmail.net