

## 얇은 각막에서 초음파 각막두께측정계의 정확도

김준현<sup>1</sup> · 송종석<sup>2</sup> · 김효명<sup>1</sup> · 정해륜<sup>1</sup>

고려대학교 의과대학 안과학교실<sup>1</sup>, 가천의과대학교 길병원 안과<sup>2</sup>

**목적** : 굴절교정각막수술 후 발생할 수 있는 가장 심각한 합병증 중 하나인 각막확장증을 예방하기 위해서는 수술 전 중심각막두께를 정확하게 알아야 하며 정상 각막에 비해 얇은 경우라면 수술을 피해야 한다. 특히 재수술인 경우에는 이전의 각막보다 두께가 더 얇아지므로 보다 정확한 측정이 요구된다. 이에 본 연구는 중심각막두께 측정 방법으로 가장 널리 사용되고 있는 초음파 각막두께측정계가 얇은 각막에서도 신뢰성이 있는지를 알아보았다.

**대상과 방법** : 가토 11마리, 22안을 대상으로 하였다. 인위적으로 얇은 각막을 만들어 주기 위해 자동각막절제기(ACS, Bausch&Lomb, USA)에 130  $\mu\text{m}$  plate를 착용하여 각막 절편을 만든 후 절편을 제거하였다. 남아 있는 잔여 각막두께를 초음파 각막두께측정계(DGH Technology, USA)와 thickness gauge(Mitutoyo, Japan)로 측정하여 각각의 값을 비교하였다.

**결과** : 절편을 만들기 전 각막의 두께는 초음파로 측정시  $404.69 \pm 11.01 \mu\text{m}$ 이었고 thickness gauge로 측정한 절편의 두께는  $133.23 \pm 15.66 \mu\text{m}$ 이었다. 잔여각막두께는 thickness gauge로 측정시  $269.05 \pm 24.19 \mu\text{m}$ 로 예상 잔여각막두께와 차이를 보이지 않았으나( $p=0.86$ ) USP로 측정시  $388.14 \pm 10.17 \mu\text{m}$ 로 큰 차이를 보였다( $p=0.00$ ).

**결론** : 얇은 각막에서는 초음파 각막두께측정계를 이용한 각막두께 측정의 신뢰성이 떨어지는 것으로 판단된다.

<한안지 45(7):1168-1173, 2004>

각막두께 측정은 각막의 기능을 검사하는 방법으로 초음파를 이용한 방법과 광학적인 방법을 비롯한 여러 방법이 제시되고 있는데 초음파를 이용한 방법이 전통적으로 가장 널리 이용되고 있다.<sup>1</sup> 각막두께의 측정은 각막굴절수술 전에 주로 시행되며 LASIK 수술 후에 각막확장증 사례들이 보고되고 있어서 잔여각막두께의 중요성이 강조되고 있으며 이에 따라 수술전 더욱 정확한 각막두께측정이 요구되고 있다.<sup>2,3</sup>

Randleman 등<sup>4</sup>은 LASIK 후 발생한 의인성 각막 확장증이 고도근시, 원추각막 또는 불완전 원추각막, 얇은 잔여각막두께 등의 위험 인자와 연관되어 있고, 이들 중에서 70%가 굴절교정수술 후 재수술을 시행한

경우에서 발생하였다고 보고하였다. 재수술 자체가 각막확장증의 발생에 어떤 영향을 미치는 지에 대해서는 아직까지 명확하게 밝혀진 바가 없다. 굴절교정수술 후 각막두께에 대한 정확한 측정이 재수술 시행 가능성을 판단하는 데에 가장 중요한 요소 중 하나이다. 이때 각막두께가 실제보다 더 두껍게 측정된다면 이를 근거로 재수술을 시행 할 경우 예상보다 얇은 잔여각막두께로 인해 의인성 각막확장증이 발생할 수도 있을 것이다.

본 연구는 측정 가능범위가 250~1000  $\mu\text{m}$ 인 DGH1000 (DGH Technology, USA) 초음파 각막두께 측정계를 이용하였으며, 인위적으로 각막을 측정 가능 범위에 근접하도록 얇게 만든 후에 초음파로 각막두께를 측정하여 결과가 신뢰성이 있는지 알아보고자 하였다.

<접수일 : 2004년 2월 11일, 심사통과일 : 2004년 6월 3일>

통신저자 : 김 효 명

서울시 성북구 안암동 5가 126-1  
고려대학교병원 안과  
Tel: 02-920-5520, Fax: 02-924-6820  
E-mail: hyomkim@ns.kumc.or.kr

\* 본 논문의 요지는 2003년 대한안과학회 제89회 춘계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

### 대상과 방법

각막두께를 측정하기 위한 초음파 각막두께측정계는 20MHz의 주파수를 이용하고 정상 각막에서 초음파의 속도가 1640 m/sec, 해상력은 1  $\mu\text{m}$ , 정확도  $\pm 5 \mu\text{m}$ , 측정가능 범위가 250~1000  $\mu\text{m}$ 인 DGH1000 (DGH Technology, USA)(Fig.1)을 이용하였고, 이와 비교하기 위한 각막두께측정계로 해상력이 10  $\mu\text{m}$



Figure 1. DGH1000 ultrasound pachymeter.



Figure 2. Digimatic Thickness Gauge.

인 thickness gauge (Digimatic Thickness Gauge, Mitutoyo, Japan) (Fig. 2)를 이용하였다.

먼저 예비실험으로 thickness gauge와 초음파로 측정된 전체 각막두께가 일치하는지 알아보았다. 성숙 백색 가토 5마리, 10안에 대해 ketamine HCl을 근육주사하여 마취를 하고 0.5% proparacaine HCl (Alcaine<sup>®</sup>, Alcon, USA)으로 점안마취를 한 후 초음파로 각막두께를 측정하였고 측정 직후 곧바로 각막을 적출하여 적출된 각막의 두께를 thickness gauge로 측정하여 그 측정치를 서로 비교하였다.

본 실험으로 성숙 백색 가토 11마리, 22안에 대해 위와 동일 방법으로 마취를 한 후 먼저 초음파로 각막두께를 측정하였다. Automated Corneal Shaper microkeratome (Bausch&Lomb, USA)에 130  $\mu\text{m}$  plate를 착용하여 각막절편을 만들고 Westcott 가위로 절편의 경첩 부분을 잘라내어 유리 절편을 만든 후 절편의 두께를 thickness gauge로 측정하였다. 중심부 잔여각막두께를 초음파로 측정을 한 후, 즉시 각막을 적출하여 thickness gauge로 잔여각막두께를 재측정하였다.

초음파로 각막두께를 측정시 각각의 각막에 대해 calibration을 시행하였고 탐침의 끝이 각막 면에 수직으로 접하도록 하면서 각막 중심부에서 동일 검사자에 의해 5회씩 측정하여 그 평균값을 얻었다. Thickness gauge로 잔여각막의 두께 측정을 할 때에 각막 가위를 이용하여 각막을 적출하고 적출된 각막의 중심부 3 mm의 각막두께를 1회 측정하였다.

Thickness gauge로 측정된 각막절편의 두께를 의도한 절편의 두께와 비교하였고 초음파와 thickness gauge로 측정된 잔여각막두께를 서로 비교하였다.

Table 1. Corneal thickness of normal mature rabbits

Instruments	Pachymetry measurements ( $\mu\text{m}$ )	
	Mean $\pm$ SD	Range
DGH1000	398.18 $\pm$ 0.42	397.6 ~ 398.6
Thickness gauge	396.13 $\pm$ 13.91	381 ~ 421

( $p > 0.05$ ).

절편을 만들기 전 초음파로 측정된 전체각막두께에서 thickness gauge로 측정된 각막절편의 두께를 빼 예상 잔여각막두께를 초음파와 thickness gauge로 측정된 잔여각막두께와 비교하였다. 또한 thickness gauge의 신뢰성을 평가하기 위해 thickness gauge로 측정된 각막절편의 두께와 잔여각막두께의 합인 thickness gauge에 의한 예상 전체각막두께를 각막절편을 만들기 전에 초음파로 측정된 전체각막두께와 비교하였다.

각각의 통계처리는 paired-t test를 이용하였다.

## 결 과

예비실험군 가토 10안의 전체각막두께는 초음파로 측정시 398.18  $\pm$  0.42  $\mu\text{m}$  (397.6 ~ 398.6  $\mu\text{m}$ ) 이었고 thickness gauge로 측정시 396.13  $\pm$  13.91  $\mu\text{m}$  (381 ~ 421  $\mu\text{m}$ ) 로 두 측정값 사이의 차이는 없었다 (Table 1).

본 실험에서 실험군 가토 22안의 수술 전 전체각막두께는 초음파로 측정시 404.69  $\pm$  11.01  $\mu\text{m}$  (396.8 ~ 427.0  $\mu\text{m}$ ) 이었다. thickness gauge로 측정된 평균 각막 절편의 두께는 133.23  $\pm$  15.66  $\mu\text{m}$  이었고 이는

**Table 2.** Difference between measured residual stromal bed thickness and expected residual stromal bed thickness

Instruments	Pachymetry measurements ( $\mu$ m)	
	Mean $\pm$ SD (Range)	p value
Expected RSB	271.46 $\pm$ 19.22 (239.2 ~ 310.8)	
DGH1000	388.14 $\pm$ 10.17 (361.8 ~ 406.4)	
	116.68 $\pm$ 21.22	0.00
Thickness gauge	269.05 $\pm$ 24.19 (250 ~ 317)	
	002.42 $\pm$ 25.00	0.86

\*RSB: residual stromal bed thickness.  
paired t-test.

**Table 3.** Comparison between preoperative ultrasound pachymetry and expected total corneal thickness measured by thickness gauge

Instruments	Pachymetry measurements ( $\mu$ m)
	Mean $\pm$ SD (Range)
Preoperative DGH1000	404.69 $\pm$ 11.01 (397.4 ~ 426.4)
Expected total thickness by thickness gauge	402.27 $\pm$ 20.49 (374.0 ~ 440.0)

P>0.05.

130  $\mu$  m plate를 이용하여 Automated Corneal Shaper로 만든 각막절편에서 의도한 절편두께와 비슷하였다. 잔여각막두께는 초음파로 측정시 388.14  $\pm$  10.17  $\mu$  m (361.8 ~ 406.4  $\mu$  m)이었고 thickness gauge로 측정시 269.05  $\pm$  24.19  $\mu$  m (250 ~ 317  $\mu$  m)로 초음파로 측정시 thickness gauge로 측정할 때보다 두꺼웠다(p<0.01)(Table2).

절편을 만들기 전 초음파로 측정한 전체각막두께에서 thickness gauge로 측정한 각막절편의 두께를 빼 예상 잔여각막두께는 271.46  $\pm$  19.22  $\mu$  m이었으며 thickness gauge로 측정된 잔여각막두께와의 차이는 2.42  $\pm$  25.00  $\mu$  m로 비슷하였으나 초음파로 측정된 잔여각막두께와의 차이는 116.68  $\pm$  21.22  $\mu$  m으로 큰 차이를 보였다(Table 2).

Thickness gauge의 신뢰성을 평가하기 위해 thickness gauge로 측정된 각막절편의 두께와 역시 thickness gauge로 측정된 잔여각막두께의 합을 수술 전 예상 전체각막두께로 정의하고 이를 초음파로 측정된 수술 전 전체각막두께와 비교하였는데 예상 전체각막두께가 402.27  $\pm$  20.49  $\mu$  m이고 초음파에 의한

전체각막두께가 404.69  $\pm$  11.01  $\mu$  m로 두 측정값의 차이는 없었다(Table 3).

## 고 찰

각막두께 측정방법은 광학적 각막두께측정계, 초음파 각막두께측정계, 경면현미경(specular microscopy), 동초점 현미경(confocal microscopy), Orbscan 등이 있다. 그 중 광학적 각막두께측정계는 측정자가 기계에 익숙해져야 하고 환자가 광선을 계속 주시하여야 하며 광선이 각막상피에 수직으로 들어가도록 하여야 하므로 측정에 따른 오차가 많이 발생할 수 있어 최근에는 거의 사용되지 않고 있다. 그에 비해서 초음파 각막두께측정계는 조작하기 쉽고 환자의 협조를 구하기가 어렵지 않으며 결과판독이 쉬워서 1980년대 이후로 많이 사용되고 있다. 그러나 점안마취를 한 후 직접 접촉이 필요하고 검사자 간의 숙련도의 차이에 영향을 받는 단점이 있다. 또한 사용하는 기종에 따라 측정 결과가 다르다는 보고도 있었다.<sup>5,6</sup> Orbscan의 경우 LASIK 수술 후에는 절편과 corneal bed의 경계면에 영향을 받아 얇게 측정되어 재수술 시에는 정확도가 떨어진다.<sup>7</sup> 경면현미경과 초음파 각막두께측정계를 이용하여 각막두께를 측정한 연구에서 접촉 경면 현미경은 초음파 각막두께 측정계보다 각막두께가 두껍게 측정이 되었고 비접촉 경면현미경은 더 얇게 측정되어 경면현미경으로 초음파 각막두께측정계를 대체하지 못하고 있다.<sup>8</sup> Partial coherence interferometry는 초음파 각막두께측정계보다 각막두께가 얇게 측정되는 경향이 있고<sup>9</sup> 정상 가토의 각막에서 optical low coherent interferometry는 초음파 각막두께측정계보다 얇게 측정되었다.<sup>10</sup> 이와 같이 각막두께 측정을 위한 여러 방법이 연구되고 있지만 아직도 초음파 각막두

계측정계를 완전하게 대체하는 방법은 없는 실정이고 현재까지는 굴절교정 수술에 필수적인 각막두께 측정은 대부분 초음파 각막두께측정계를 이용하고 있다.

Schulz<sup>10</sup>는 초음파를 이용한 연구에서 정상 가토의 각막두께를 평균 378.94  $\mu\text{m}$ 로 보고하였고 Allemann<sup>11</sup>은 고주파초음파로 가토의 각막두께를 측정하여 389~412  $\mu\text{m}$ 로 보고하였다. 본 연구에서 가토의 각막두께는 초음파 각막두께측정계로 측정시  $398.18 \pm 0.42 \mu\text{m}$ 이었고 즉시 각막을 적출하여 thickness gauge 측정시  $396.13 \pm 13.91 \mu\text{m}$ 로 기존의 보고에서와 비슷한 결과를 보였다.

김 등<sup>12</sup>은 기증된 안구를 대상으로 사후 각막두께의 변화에 대한 연구에서 중심부 각막두께의 변화는 사망 2~3시간 후 평균  $136.73 \pm 101.44 \mu\text{m}$  이었으며 1시간에서 2시간 사이에 가장 많은 변화를 보인다고 했다. 본 연구에서 유리 각막절편을 만든 후 또는 각막 전층을 적출한 후에 thickness gauge를 이용하여 각막두께 측정을 실시하였기 때문에 각막부종으로 인해 각막이 두껍게 측정될 가능성이 있었다. 이러한 각막부종에 의한 오차를 최소화하기 위해 각막절편 또는 각막을 적출한 직후 한 번만 측정하였다. Thickness gauge의 신뢰성을 알아보기 위해 thickness gauge로 측정된 각막절편의 두께와 잔여각막두께의 합을 초음파로 측정한 수술 전 전체각막두께와 비교하였는데 두 측정값의 차이는 없었다. 절편의 두께 역시 130  $\mu\text{m}$  두께 조절판을 이용하여 절편을 만든 후 thickness gauge로 측정된 절편의 두께가  $133.23 \pm 15.66 \mu\text{m}$ 이었으며 의도한 절편의 두께와 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 thickness gauge로 측정된 잔여각막두께 역시  $269.05 \pm 24.19 \mu\text{m}$ 로 절편을 만들기 전 초음파로 측정한 전체각막두께에서 thickness gauge로 측정된 각막절편의 두께를 뺀 예상 잔여각막두께인  $271.46 \pm 19.22 \mu\text{m}$ 와 차이를 보이지 않았다. 예비실험에서 thickness gauge에 의한 전체각막두께 역시 수술 전 초음파로 측정한 전체각막두께와 차이를 보이지 않았다. 따라서 thickness gauge에 의한 각막두께의 측정은 비록 1회 측정하였지만 신뢰할 만 하였다.

DGH 1000 초음파 각막두께측정계는 측정 범위가 250~1000  $\mu\text{m}$ 로 알려져 있다. 수술 후 각막절편에 의해 잔여각막이 250~300  $\mu\text{m}$  정도로 초음파 측정계에 매우 근접한 얇은 각막의 경우 thickness gauge로 측정시 평균  $269.05 \pm 24.19 \mu\text{m}$ 로 예상잔여각막두께와 일치하였으나 초음파로 측정시 평균  $388.16 \pm 15.12 \mu\text{m}$ 로 예상 잔여각막두께와  $118.10 \pm 15.19 \mu\text{m}$ 나 차이를 보여 신뢰성이 크게 떨어졌다.

최근에 50~100MHz의 고주파를 이용한 고주파

ultrasound biomicroscopy가 이용되고 있다. 일반적으로 초음파의 주파수가 클수록 얇은 파장을 이용하여 해상도가 좋아 더욱 정확한 측정이 가능하지만 조직 투과성이 떨어져 100KHz의 경우 2 mm 깊이에서 정확도와 해상도가 가장 뛰어나다. 고주파를 이용하면 각막상피의 두께까지 측정할 수 있다고 알려져 있고 50MHz를 이용하는 ultrasound biomicroscopy와 20MHz를 이용하는 초음파 각막두께측정계와의 비교에서 전체각막두께의 경우 정확도와 재현성이 비슷하였다.<sup>13-15</sup> 그러나 측정시 숙련도가 필요하고 가격이 비싸 아직까지 굴절교정수술 전 각막두께 측정시 보편적으로 이용되지 못하고 있다. DGH 1000을 비롯한 일반적인 초음파 각막두께측정계는 20MHz의 주파수의 빠르게 반복되는 A scan 방식이고 초음파가 변환기를 통해 나오기 전 초음파의 종류와 평탄 과정을 거치면서 정확도가 감소할 수 있다. 또한 본 연구에서처럼 매우 얇은 각막에서 두께 측정시 그 신뢰도가 떨어져 재수술과 같은 얇은 각막두께 측정시 문제가 될 수 있다.

LASIK 수술 후 의인성 각막확장증에 대해 Seiler<sup>16</sup>가 1998년에 최초로 보고한 이후 이에 대한 여러 증례들이 보고되고 있다.<sup>17-23</sup> LASIK 수술 후 발생하는 각막확장증은 각막의 형태 변화에 의해 각막하부 만곡도, 근시, 난시가 증가하고 이로 인해 내안시력 및 교정시력이 감소할 뿐 아니라 심한 경우 각막이식을 필요로 한다.<sup>17</sup> 특히 굴절교정수술 전 원추각막이나 불완전 원추각막,<sup>18-20</sup> -8.0diopter 이상의 고도근시,<sup>16,21</sup> 수술 후 잔여각막두께가 250  $\mu\text{m}$  미만에서 생긴다고 보고되었으며<sup>16,21,22</sup> LASIK에 비해서 비교적 안전하다고 알려져 있는 PRK 후에 발생한 경우<sup>23</sup>도 보고된 바가 있다.

Randleman 등<sup>4</sup>은 LASIK 후 발생한 의인성 각막확장증 43안에 대한 연구에서 중요한 위험 인자로서 고도근시, 원추각막 또는 불완전 원추각막, 얇은 잔여각막두께를 제시하였고 모든 환자들이 이중 하나 이상의 위험인자를 갖고 있음을 보고하였다. 또한 70%에서 굴절교정수술 후 재수술을 시행한 경우였는데 재수술 자체만으로 각막확장증의 발생에 어떠한 영향을 미치는지는 아직까지 밝혀진 바가 없다.

재수술은 이미 굴절교정수술을 받아서 각막이 얇아져 있는 상태이고 따라서 정확한 각막두께의 측정이 재수술 가능 여부를 판단하는 가장 중요한 요소이다. 본 연구의 결과에서처럼 얇은 각막에서 초음파 각막두께측정기의 정확도가 떨어지는 경우 재수술 전에 초음파 각막두께측정기로 측정하는 각막절편의 두께가 실제 각막두께보다 두껍게 측정이 될 가능성이 있고 이때 안심하고 추가로 각막절제를 시행한다면 잔여각막두께가 과도

하게 얇아져서 각막확장증이 발생할 수도 있을 것이다.

지금까지 초음파 각막두께측정계를 이용한 각막두께를 측정할 연구가 많았지만 본 연구에서와 같이 250~300  $\mu\text{m}$  정도의 매우 얇은 각막을 이용하여 각막두께를 측정할 연구는 없었다. 굴절교정수술 후 의인성 각막확장증을 예방하기 위해 잔여각막두께를 250  $\mu\text{m}$  이상 남기고 130  $\mu\text{m}$  두께조절판을 이용하여 절편을 만들 경우 전체 각막두께는 대략 380  $\mu\text{m}$  이상이 될 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서처럼 초음파측정계의 최소 측정한계에 근접할 가능성은 낮아 보이고 정상가토의 평균 각막두께와 비슷하여 측정값의 큰 오차는 없을 것으로 생각되나 각막이 더 얇아질 수록 측정값이 부정확할 가능성이 있다. 초음파를 이용한 각막두께측정값을 신뢰할 만 한 최소 각막두께는 알려진 바 없다. 향후 이에 대한 연구가 필요하고 이러한 단점을 보완한 보다 이상적인 pachymeter의 개발이 필요하겠다.

### 참고문헌

- 1) Salz JJ, Azen SP, Bernstein J, et al. Evaluation and comparison of sources of variability in the measurement of corneal thickness with ultrasonic and optical pachymeters. *Ophthalmic Surg* 1983;14:750-4.
- 2) American Academy of Ophthalmology. Excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) for myopia and astigmatism. *Ophthalmology* 1999;106:422-37.
- 3) Price FW, Koller DL, Price MO. Central corneal pachymetry in patients undergoing laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 1999;106:2216-20.
- 4) Randleman JB, Russell B, Ward MA, et al. Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2003;110:267-75.
- 5) Rainer G, Petternel V, Findl O, et al. Comparison of ultrasound pachymetry and partial coherence interferometry in the measurement of central corneal thickness. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:2142-5.
- 6) Wheeler NC, Morantes CM, Kristensen RM, et al. Reliability coefficients of three corneal pachymeters. *Am J Ophthalmol* 1992;113:645-51.
- 7) Chakrabarti HS, Craig JP, Brahma A, et al. Comparison of corneal thickness measurements using ultrasound and Orbscan slit-scanning topography in normal and post-LASIK eyes. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1823-8.
- 8) Modis L Jr, Langenbacher A, Seitz B. Corneal thickness measurements with contact and noncontact specular microscopic and ultrasonic pachymetry. *Am J Ophthalmol* 2001;132:517-21.
- 9) Rainer G, Petternel V, Findl O, et al. Comparison of ultrasound pachymetry and partial coherence interferometry in the measurement of central corneal thickness. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:2142-5.
- 10) Schulz D, Iliev ME, Frueh BE, Goldblum D. In vivo pachymetry in normal eyes of rats, mice and rabbits with the optical low coherence reflectometer. *Vision Res* 2003;43:723-8.
- 11) Allemann N, Chamon W, Silverman RH, et al. High-frequency ultrasound quantitative analysis of corneal scarring following excimer laser keratectomy. *Arch Ophthalmol* 1993;111:937-68.
- 12) 김성환, 정성근, 명윤원. 적출안구에서의 각막두께 변화. *한안지* 1998;39:1334-9.
- 13) Charles JP, Michael DS, Foster FS. Subsurface ultrasound microscopic imaging of the intact eye. *Ophthalmology* 1990;97:244-50.
- 14) Reinstein DZ, Silverman RH, Rondeau MJ, Coleman DJ. Epithelial and corneal thickness measurements by high-frequency ultrasound digital signal processing. *Ophthalmology* 1994;101:140-6.
- 15) Pierro L, Conforto E, Resti AG, Lattanzio R. High-frequency ultrasound biomicroscopy versus ultrasound and optical pachymetry for the measurement of corneal thickness. *Ophthalmologica* 1998;212:1-3.
- 16) Seiler T, Koufala K, and Richter G. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 1998;14:312-7.
- 17) Spadea L, Palmieri G, Mosca L, et al. Iatrogenic keratectasia following laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2002;18:475-80.
- 18) Seiler T, Quurke AW. Iatrogenic keratectasia after LASIK in a case of forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:1007-9.
- 19) Schmitt-Bernard CF, Lesage C, Arnaud B. Keratectasia induced by laser in situ keratomileusis in keratoconus. *J Refract Surg* 2000;16:368-70.
- 20) Lafond G, Bazin R, Lajoie C. Bilateral severe keratoconus after laser in situ keratomileusis in a patient with forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:1115-8.
- 21) Joo CK, Kim TG. Corneal ectasia detected after laser in situ keratomileusis for correction of less than 12 diopters of myopia. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:292-5.
- 22) Jabbur NS, Stark WJ, Green WR. Corneal ectasia after laser-assisted in situ keratomileusis. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1714-6.
- 23) 김성진, 최영인, 김대근. 굴절교정레이저각막절제술 후 5년이 지나 생긴 각막확장증 1예. *한안지* 2001;42:1496-9.

=ABSTRACT=

## Accuracy of Corneal Thickness Measurement with Ultrasound Pachymeter in Thin Corneas

Jun-Heon Kim, M.D.<sup>1</sup>, Jong-Suk Song, M.D.<sup>2</sup>,  
Hyo Myung Kim, M.D.<sup>1</sup>, Hai Ryun Jung, M.D.<sup>1</sup>

*Department of Ophthalmology, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea<sup>1</sup>*  
*Department of Ophthalmology, Gachon Medical School, Incheon, Korea<sup>2</sup>*

**Purpose:** Accurate assessment of corneal thickness is important in order to prevent iatrogenic corneal ectasia after laser in situ keratomileusis (LASIK). More accurate measurement is needed in LASIK enhancement because the cornea becomes thin after previous refractive surgery. We evaluated the reliability of corneal thickness measurement with ultrasound pachymeter (USP) in the thin corneas.

**Methods:** The corneal thickness was measured in the 22 eyes of 11 rabbits. The corneal flap was made with an Automated Corneal Shaper microkeratome (Bausch&Lomb, USA) with 130  $\mu$  m plate and the flap was removed in order to make the cornea thin. Residual stromal bed (RSB) thickness was measured with USP and thickness gauge, and the two measurements were compared.

**Results:** Mean corneal thickness was  $404.69 \pm 11.01 \mu$  m with USP and  $133.23 \pm 15.66 \mu$  m with thickness gauge. RSB thickness measured with thickness gauge was  $269.05 \pm 24.19 \mu$  m and this was not significantly different from the expected RSB thickness, although RSB thickness measured with USP was  $388.14 \pm 10.17 \mu$  m, which was significantly different from the expected RSB thickness ( $p=0.00$ ).

**Conclusions:** In the thin corneas, corneal thickness measurement with ultrasound pachymeter is not reliable. J Korean Ophthalmol Soc 45(7):1168-1173, 2004

**Key Words:** Residual stromal bed thickness, Thin cornea, Ultrasound pachymeter

---

Address reprint requests to **Hyo-Myung Kim, M.D.**

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Korea University  
#126-1 5 Ka, Anam-dong, Songbuk-ku, Seoul 136-752, Korea

Tel: 82-2-920-5520, Fax: 82-2-924-6820, E-mail: hyomkim@ns.kumc.or.kr