

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

ลักษณะความหนาของแผ่นกระจกตาที่ถูกแยกชั้น ในการผ่าตัดแก้ไขภาวะสายตาสั้นด้วยเลเซอร์

The Predictability of Corneal Flap Thickness in Bilateral Simultaneous LASIK

บุญเพ็ญ จงเสรีจิตต์ พ.บ.

Boonphen Jongsareejit

กลุ่มงานจักษุวิทยา โรงพยาบาลนครปฐม

Department of Ophthalmology, Nakon pathom hospital

บทคัดย่อ

ในการผ่าตัดแก้ไขภาวะสายตาสั้นด้วยเลเซอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการแยกชั้นแผ่นกระจกตา (flap) แล้วยก flap ขึ้นเพื่อยิงเลเซอร์ ที่ส่วนพื้น (stromal bed) แล้วปิด flap ลง ความหนาของ flap มีผลสำคัญต่อความสำเร็จของการผ่าตัด และการเกิดภาวะแทรกซ้อน ในการศึกษาการผ่าตัดแก้ไขภาวะสายตาสั้นด้วยเลเซอร์ ผู้ป่วย 58 คน 116 ตา ระหว่าง 1 ม.ค. -30 มิ.ย. 2546 โดยประเมินปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของ flap พบว่าความหนาของ flap มีความสัมพันธ์แปรผันตามกันเป็นเส้นตรงกับความหนาของกระจกตา (central corneal thickness) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความโค้งกระจกตา และค่าความผิดปกติของสายตา นอกจากนั้นพบว่า flap ของตาข้างที่ทำการผ่าตัดก่อน จะมีความหนามากกว่า flap ของตาข้างที่ทำการผ่าตัดทีหลัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความสำคัญสามารถนำไปประยุกต์ใช้ โดยเฉพาะในผู้ป่วยสายตาสั้นมากต้องมีเนื้อกระจกตาที่ยิงเลเซอร์มาก เนื่องจาก flap ที่บางกว่าจะเหลือความหนาของกระจกตามากกว่า ทำให้เนื้อกระจกตาที่ยิงเลเซอร์มากกว่า หรือเหลือ stromal bed มากกว่า

ABSTRACT

Purpose : To evaluate the thickness of corneal flaps created with the same blade in bilateral simultaneous LASIK by the Carrizo/Barraquer microkeratome and identify factors that may influence flap thickness.

Methods : During Jan 1, to June 30, 2002. 116 eyes of 58 patients who had bilateral simultaneous laser in situ keratomileusis with the C & B microkeratome were prospectively evaluated. Preoperatively the manifest refraction, keratometry, and central corneal thickness were measured. The microkeratome automated type with the suction ring designed to create 130 micron thick and variable ring number depend on keratometry. One blade was used in each case. The central corneal thickness was measured with ultrasonic pachymetry (Tomey, SP2000). After the flap was lifted, the stromal bed thickness was measured by the same

procedure. Flap thickness was calculated by subtracting the central stromal bed thickness from the central corneal thickness.

Results : The mean preoperative manifest refraction spherical equivalent was $-5.48 \text{ D} \pm 2.53 \text{ SD RE}$, $-5.17 \text{ D} \pm 2.88 \text{ SD LE}$. The corneal keratometry was $43.92 \text{ D} \pm 1.40 \text{ SD RE}$, $43.82 \text{ D} \pm 1.48 \text{ SD LE}$. The central corneal thickness was $540.83 \text{ } \mu\text{m} \pm 34.40 \text{ SD RE}$, $540.16 \text{ } \mu\text{m} \pm 34.98 \text{ SD LE}$. The first corneal flap thickness was $159.21 \text{ } \mu\text{m} \pm 24.95$. The second corneal flap thickness was $143.52 \text{ } \mu\text{m} \pm 29.06$. There was no correlation between corneal flap thickness and the degree of myopia or the corneal refractive power. The key findings was a linear relationship between flap thickness and the central corneal thickness. The first corneal flap thickness was thicker than the second flap thickness by scientific significant ($P < 0.001$).

Conclusions : The finding of this study is that corneal flap thickness did not appear to be influenced by the degree of myopia or the corneal refractive power ; however, there was a linear relationship between flap thickness and the central corneal thickness. Interestingly, we found a statistically significant mean difference ; the first corneal flap thickness thicker than the second flap thickness. This results suggested note-worthy especially for high myopia. This difference will be beneficial for surgeon to decide operated second flap on the eye that need more dose of laser treatment. On the other hand, thin flap allow for more stromal potentially available for deeper ablations.

บทนำ

ตั้งแต่ปี 1964 Jose Barraquer ได้รายงานวิธีการรักษาสายตาผิดปกติโดยวิธี Keratomileusis¹ ต่อจากนั้นได้มีวิวัฒนาการ จนถึงปัจจุบัน LASIK (Laser in situ keratomileusis) เป็นวิธีการผ่าตัดรักษาสายตาผิดปกติที่มีความแม่นยำ และแพร่หลายมากที่สุดวิธีหนึ่ง การผ่าตัดนี้ประกอบด้วยหลักการใหญ่สองขั้นตอนคือ ขั้นตอนหนึ่งการใช้เครื่องแยกชั้นกระจกตา (Microkeratome) แยกชั้นของกระจกตา (corneal flap) ซึ่งมีความหนาประมาณ $150 \text{ } \mu\text{m}$ ออกจากกระจกตาซึ่งมีความหนาทั้งหมดประมาณ $540 \text{ } \mu\text{m}$ ขั้นตอนที่สอง การใช้ Excimer Laser ทำปฏิกิริยา ablation ที่พื้นผิวของกระจกตาสวนที่เหลือ (stromal bed tissue) เพื่อแก้ไขภาวะสายตาผิดปกติ จากนั้นวาง corneal flap ลงบน stromal bed²⁻⁷

Dr. Slade กล่าวว่าในจักษุแพทย์ที่มีประสบการณ์ ความสำเร็จของการผ่าตัดนี้ 80% ขึ้นอยู่กับขั้นตอนที่หนึ่ง

และ 20% ขึ้นอยู่กับขั้นตอนที่สอง เนื่องจากขั้นตอนการสร้าง corneal flap มีความสำคัญต่อผลทางคลินิก ซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างในขั้นตอนนี้ และปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากคือ ความหนาของ corneal flap โดยถ้า corneal flap thickness บางเกินไป จะเกิดภาวะแทรกซ้อนจาก flap พับ ย่น หรือเกิดคลาดเคลื่อนเมื่อวางลงบน stromal bed หรือถ้า flap thickness หนาเกินไป จะทำให้มีความจำกัดของ range of correction หรือ diameter of laser treatment zone หรืออาจจะเหลือ stromal bed ไม่เพียงพอที่จะ maintain corneal integrity โดย stromal bed น้อยกว่า $250 \text{ } \mu\text{m}$ ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน post-LASIK corneal ectasia⁸⁻¹²

การทำผ่าตัด LASIK โดยทั่วไปมักจะทำผ่าตัดตาทั้งสองข้าง ในการผ่าตัดครั้งเดียวกัน โดยใช้ใบมีดเดียวกัน ในการศึกษานี้ จึงต้องการศึกษาว่า ความหนาของ corneal flap จะเป็นอย่างไร ในตาแต่ละข้างที่ทำผ่าตัดก่อน-หลัง นอกจากนี้ยังศึกษารวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผล

ต่อ corneal flap thickness เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทางคลินิกนำไปสู่ผลการรักษาที่ดี

วิธีการศึกษา

การศึกษา Prospective study ในผู้ป่วย 58 คน 116 ตา ที่ได้รับการผ่าตัด LASIK ทั้ง 2 ตาในการผ่าตัดครั้งเดียว โดย Carriazo/Barraquer microkeratomes (C & B) at LASIK center, Eye Ear Nose Throat Hospital ระหว่าง 1 มกราคม-30 มิถุนายน 2546

Carriazo/Barraquer microkeratomes มีลักษณะเป็น automated type, fixed rotatable triangular depth plate 130 micron, variable ring number depend on keratometry (oscillates at 8000 cycles per minute side-to-side)

ผู้ป่วยทุกคนได้รับการตรวจตาอย่างครบถ้วน และตรวจวัดค่าต่าง ๆ ได้แก่

> ค่าความผิดปกติของสายตาที่ปรากฏ (manifest refraction spherical equivalent : MRSE)

> ค่าความโค้งกระจกตา (preoperative keratometry ; Topography : K)

> ค่าความหนาของกระจกตาส่วนตรงกลาง (central corneal thickness : CCT)

ใช้ ultrasonic pachymeter (Tomey, SP2000) ในการวัด central corneal thickness 5 ครั้ง โดยวัดตำแหน่งรอบบริเวณรูม่านตา และตรงกลาง เลือกใช้ค่าที่น้อยที่สุด หลังจากผ่าตัดกระจกตาเพื่อทำ flap แล้ว วัดค่า stromal bed thickness ด้วยวิธีการเดียวกัน

วิธีการหาค่า corneal flap thickness ทำได้โดยใช้ Ultrasonic pachymetry วัดค่า stromal bed thickness นำไปหักออกจากค่า central corneal thickness ที่วัดได้ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการศึกษานี้

(central corneal thickness-stromal bed thickness) = corneal flap thickness

ผลการศึกษา

การทำผ่าตัด LASIK โดยทั่วไปจะทำการผ่าตัดตาทั้งสองข้างในการผ่าตัดครั้งเดียวกัน ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลผู้ป่วย 58 คน 116 ตา ที่ทำการผ่าตัด LASIK อายุตั้งแต่ 15-46 ปี CCT right eye 423-610 μm เฉลี่ย 540.83 μm CCT left eye 414-605 μm เฉลี่ย 540.16

Table 1. Preoperative Patient Data of C & B

	Min.	Max.	Mean	SD
Age (year)	15	46	31.93	± 7.41
RE-CCT (μm)	423	610	540.83	± 34.40
LE-CCT(μm)	414	605	540.16	± 34.98
1st CFT (μm)	90	210	159.21	± 24.95
2nd CFT (μm)	71	202	143.52	± 29.06
RE-K (dioters)	40.50	48.10	43.92	± 1.40
LE-K (dioters)	40.60	47.70	43.80	± 1.48
RE-MRSE	-12.25	-2.00	-5.48	± 2.53
LE-MRSD	-14.00	-3.00	-5.17	± 2.88

Table 2. Pachymetry of C & B

Pachymetry	Mean $\pm$ SD	Range
CCT	540 $\pm$ 34.2	418-607
CFT	151.4 $\pm$ 25.0	80-201

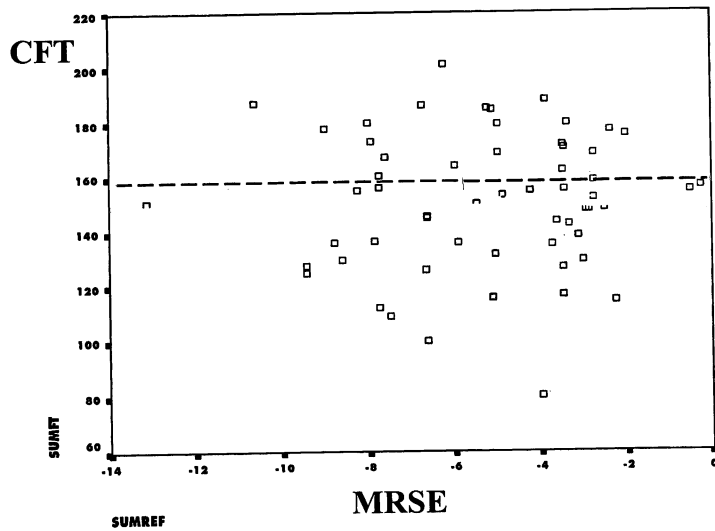


Fig. 1 CFT relative to the MRSE (C & B)

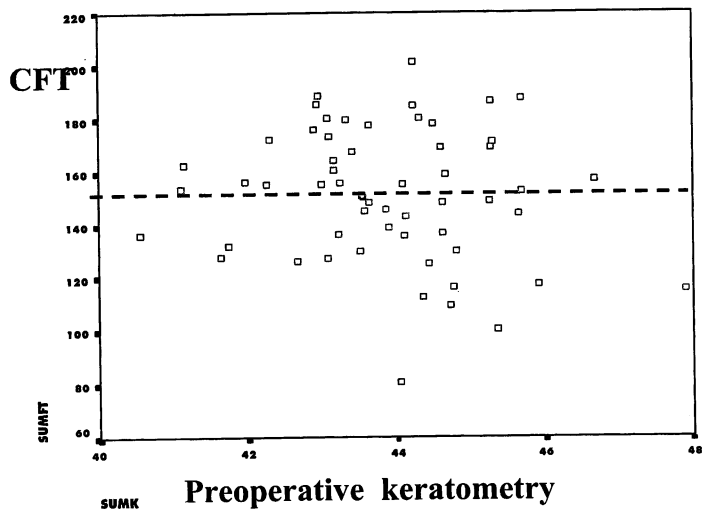


Fig. 2 CFT relative to the preoperative keratometry (C & B)

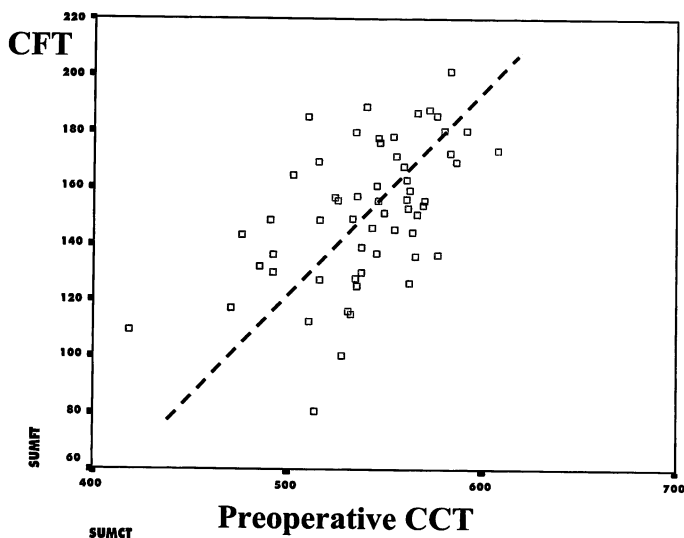


Fig. 3 CFT relative to the preop-CCT (C & B)

Table 3. T-test of corneal flap thickness

1 st flap thickness	
Mean (SD)	159.21 ($\pm$ 3.28)
Range	90-120
2 nd flap thickness	
Mean (SD)	143.52 ($\pm$ 3.82)
Range	71-202
*significance P < 0.001, paired T-test, T value = 0	

μ m MRSE right eye -2 to -12.25 D MRSE left eye
-3 to -14 D 1st CFTเฉลี่ย 159.21 μ m 2nd CFTเฉลี่ย
143.52 μ m

ตารางที่ 2 แสดงค่าที่วัดโดย ultrasonic pachy-
metry CCT mean 540 $\pm$ 34.2 μ m SD CFT mean
151.4 $\pm$ 25.0 μ m SD

จากกราฟ 1-3 แสดงความสัมพันธ์ของ CFT กับ
ค่าต่าง ๆ พบว่า CFT ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความผิด
ปกติของสายตา (MRSE) หรือค่าความโค้งของกระจกตา

แต่ CFT มีความสัมพันธ์กับค่าความหนาของกระจกตา
(CCT) แบบแปรผันตามกันเป็นเส้นตรง

เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ T-test ค่าความหนาของ
Flap ในตาที่ผ่าตัดครั้งแรก จะมีความหนามากกว่าการผ่า
ตัดที่หลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p < 0.001

วิเคราะห์ผล

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่า corneal flap thickness
ขึ้นอยู่กับ

1) central corneal thickness โดยถ้า CCT มี
ค่ามาก ก็จะได้ CFT ที่หนามากขึ้น ตามความสัมพันธ์
เส้นตรงดังกราฟ

2) microkeratome blade status
และ corneal flap thickness ไม่มีความสัมพันธ์กับ

1) Manifest refraction spherical equivalent
(MRSE)

2) Pre-operative keratometry
จากการรวบรวมการศึกษาที่ผ่านมา variations
ของ corneal flap thickness ขึ้นอยู่กับ

1) turbine of microkeratome ซึ่งถ้ามี oscillates

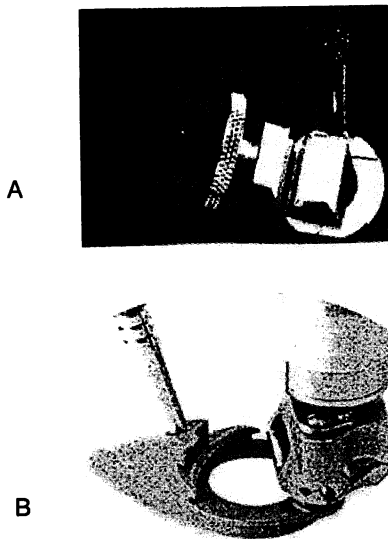


Fig.4 A : Manual microkeratome
B : Barraquer/Carrizo microkeratome

สูงกว่าจะทำให้ได้ flap ที่มีความหนากว่า¹³

2) translation velocity ความเร็วของ microkeratome ขณะตัดผ่านกระจกตาเพื่อสร้าง corneal flap ซึ่งถ้ามีความเร็วต่ำกว่าจะทำให้ได้ flap ที่มีความหนากว่า¹³

3) quality of blade¹⁴

4) central corneal thickness¹⁵

Microkeratomes ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1) Manual microkeratome ;

TurboKeratome, LSK-1, Universal Keratome, Etc.

2) Automated microkeratome ;

Barraquer/Carrizo (C & B)

Chiron Automated Corneal Shaper (ACS),

Hansatome, MK-2000, M2, Etc.

ในการศึกษานี้ ได้เลือก Automated type เพื่อลดตัวแปรอื่นเนื่องจากเครื่องมือ Microkeratome แต่ละชนิดก็มีความคลาดเคลื่อนของ CFT ได้ โดยทั่วไปความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่ควรเกิน 10% ตารางนี้เป็นข้อมูล

ความคลาดเคลื่อนของ CFT จาก microkeratome แต่ละชนิด^{4,16-20}

Variability of CFT in both SDs¹⁴

Hansatome	18 micron
Supratome	32 micron
LSK-1	37 micron
Microprecision device	40 micron
Draeger device	20 micron
ACS device	22 micron

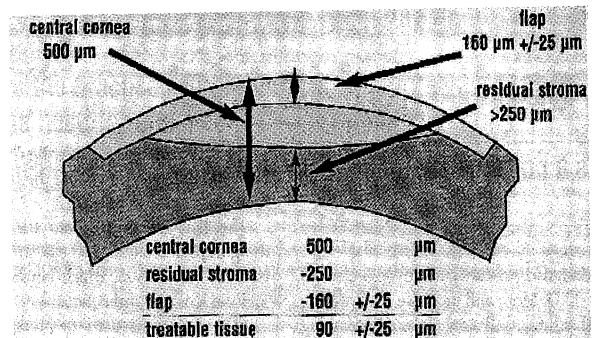


Fig. 5 Calculating the amount of treatable tissue

จากภาพ diagram แสดงให้เห็นว่า corneal flap thickness มีความสำคัญเนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้ว่าส่วนเป็นเนื้อเยื่อของกระจกตาที่สามารถรับการยิง Laser เพื่อแก้ไขภาวะสายตาสั้น (treatable tissue) มีมากน้อยเพียงใด เพราะส่วน stromal bed tissue จะต้องเหลือไม่น้อยกว่า 250 micron เพื่อป้องกันการเกิดภาวะ keratectasia

Variations of corneal flap thickness มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่ high myopia ดังคำกล่าวของ Dr.Fankhauser²¹ ว่า corneal flap thickness เป็นตัวบ่งชี้ amount of treatable tissue หากไม่ทราบความหนาของ flap ที่แท้จริง ก็จะเหมือนกับว่าเราไม่รู้ถึงภาวะที่กำลังทำผ่าตัดอยู่

Choi and co-authors ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง CCT และ CFT โดยใช้ Innovatome automatic microkeratome (Korean Journal of Ophthalmology 2000 ; 147-11)²² ได้ผลการศึกษาเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่น ๆ ที่ใช้ SKBM ก็ได้ผลไม่ต่างกัน Yi and Joo ได้อธิบายความสัมพันธ์นี้ว่าเป็นผลจากแรงกดลงบนกระจกตาเพื่อตัด flap ระหว่างที่ apply suction ring และเพิ่มความดันในลูกตา โดยถ้ากระจกตามีความหนามาก จะมีแรงกด (compress) มาก เมื่อตัด flap แล้ว ส่วน flap ที่ได้ในภาวะที่มีแรงกดมาก จะคืนตัวจึงได้ flap ที่มีความหนามากกว่า

Behrens et al.²³ รายงานการศึกษา Evaluation of corneal flap dimensions and cut quality using the Automated Corneal Shaper microkeratome. ได้ข้อสังเกตที่น่าสนใจว่า flap จะมีความหนาลดลงเรื่อย ๆ progressive thinning เมื่อใช้ blade ตัดผ่าน cornea ในการทำ flap คือบริเวณ flap hinge จะมีความหนาน้อยกว่า และจากการศึกษา Experimental Evaluation of Two Current Generation Automated Microkeratomes : The hansatome and the Supratome. ของ Behrens et al.¹⁴. พบว่า

1) เมื่อใช้ blade ตัด flap หลาย ๆ ครั้ง จะมี tissue remnant บน blade surface เพิ่มขึ้น และ cut quality ลดลง

2) หลังจาก ใช้ blade ครั้งแรก ที่ cutting edge ของ blade จะมีลักษณะ slightly irregular และ พบ small notches (1 micron) โดยใช้ Scanning electron microscopy (ดังภาพ 6)

จากภาพบนซ้ายแสดง blade of Hansatome หลังจากใช้ครั้งแรก regular cutting edge, smooth surface ภาพบนขวาหลังจากใช้ 5 ครั้ง มี tissue remnants, irregular cutting edge, roughness of surface

จากภาพล่างซ้ายแสดง blade of Supratome หลังจากใช้ครั้งแรก irregular cutting edge ภาพล่างขวา หลัง

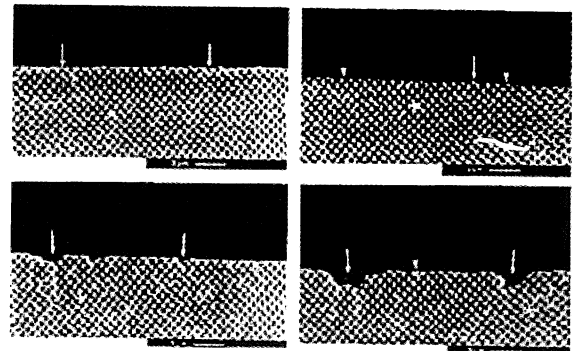


Fig. 6 Scanning electron microscopy

จากใช้ 5 ครั้ง มี large notches, surface irregularities, tissue remnant

จากสองเหตุผลที่กล่าวมานี้ ทำให้อธิบายได้ว่า เมื่อใช้ same blade ทำการผ่าตัดตาทั้งสองข้าง thickness of corneal flap ใน second eye จะมีความหนาน้อยกว่าใน first eye อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) นี่คือผลของ blade status ที่มีต่อ CFT

ข้อสรุปจากการศึกษาเราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางคลินิก ดังนี้

1) ถ้า central corneal thickness เท่ากันในตาทั้งสองข้าง ควรจะทำการผ่าตัดตาข้างที่มี สายตาดัดปกติ manifest refraction spherical equivalent น้อยกว่า เป็นตาแรก

2) ถ้า central corneal thickness และ manifest refraction spherical equivalent ต่างกันในตาทั้งสองข้าง ควรจะทำการผ่าตัดตาข้างที่คาดว่าจะเหลือ residual stromal bed tissue มากกว่า เป็นตาแรก

3) Lasik surgeons ควรตรวจวัด stromal bed thickness intraoperative เพื่อให้แน่ใจว่าจะเหลือ stromal bed tissue เพียงพอที่จะไม่เกิดภาวะ keratectasia และมีประโยชน์ในการวางแผน re-treatment หากจำเป็น ในโอกาสต่อไป

เนื่องจากการวัดค่า stromal bed thickness มีความสำคัญต่อการป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อน จาก

การทำ LASIK จึงมีประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก กำลังศึกษาวิธี
การวัดค่า stromal bed thickness ที่มีความแม่นยำ และ
สามารถทราบค่าได้ขณะทำการผ่าตัด ดังมีการศึกษาวิจัย
โดยใช้วิธีการต่าง ๆ ได้แก่

> Optical Coherence Tomography (OCT)²³⁻²⁴ ;
Sirius system (Schwind Eye-Tech-Solution)

> Very high-frequency ultrasound scanning²⁵

> Confocal microscopy

อย่างไรก็ตามคงต้องติดตามผลการวิจัยต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Barraquer JL. Queratomeileusis para la correccio'n de la miopi'a. Arch Soc Am Oftamol Optom 1964 ; 5 : 27-48.
2. Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Siganos DS, Tsilimbaris MK. A corneal flap technique for laser in situ keratomileusis : Human studies. Arch Ophthalmol 1991 ; 109 : 1699-702.
3. Guell JL, Muller A. Laser in situ keratomileusis (LASIK) for myopia from -7 to -18 diopters. J Refract Surg 1996 ; 12 : 222-8.
4. Perez-Santonja JJ, Bellot J, Claramonte P, et al. Laser in situ keratomileusis to correct high myopia. J Cataract Refract Surg 1997 ; 23 : 372-85.
5. Salah T, Waring GO III, el Maghraby A, et al. Excimer Laser in situ keratomileusis under a corneal flap for myopia of 2 to 20 diopters. Am J Ophthalmol 1996 ; 121 : 143-5.
6. Lindstrom RL, Hardten DR, Chu YR. Laser in situ keratomileusis (LASIK) for the treatment of low, moderate, and high myopia. Trans Am Ophthalmol Soc 1997 ; 95 : 285-96.
7. Ibrahim O, Waring GOIII, et al. Automated in situ keratomileusis for myopia. J Refract Surg 1995 ; 11 : 431-41.
8. Probst LE, Machat JJ. Mathematics of Laser in situ keratomileusis for high myopia. J Cataract Refract Surg 1996 ; 22 : 620-3.
9. Gris O, Guell JL, Muller A. Keratomileusis update. J Cataract Refract Surg 1996 ; 22 : 620-3.
10. Seiler T, Kourala K, Ricjter G. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. J Refract Surg 1998 ; 14 : 312-17.
11. Miguel J. Maldonado, et al. Optical Coherence Tomography Evaluation of the Corneal Cap and Stromal Bed Features after Laser In Situ Keratomileusis for High Myopia and Astigmatism. Ophthalmology 2000 ; 107 : 81-87.
12. Genth U, Mrochen M, et al. Optical Low Coherence Reflectometry for Noncontact Measurements of Flap Thickness during Laser In Situ Keratomileusis. Ophthalmology 2002 ; 109 : 973-8.
13. Yeong Hoon Kim, et al. Effect of resection velocity and suction ring on corneal flap formation in laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 1999 ; 25 : 1448-145.
14. Behrens A, Kangerbocher A, et al. Experimental Evaluation of Two Current Generation Automated Microkeratomes : The hansatome and the Supratome. Am J of Ophthal 2000 ; 129 : 59-57.
15. Omur O. Ucakhan. Corneal flap thickness in laser in situ keratomileusis using the Summit Krumeich-Barraquer microkeratome. J Cataract Refract Surg 2002 ; 28 : 798-804.
16. Stonecipher KG, Palmley VC, et al. Refractive corneal surgery with the Draeger rotary microkeratome in human cadaver eyes. Refract Corneal Surg 1994 ; 10 : 49-55.

17. Binder PS, Moore M, Lambert RW, Seagrist DM. Comparison of two microkeratome systems, J Refract Surg 1997 ; 13 : 142-53.
18. Schuler A, Jessen K, Horrmann F. Accuracy of the microkeratome keratectomies in pig eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci 1990 ; 31 : 2022-30.
19. Wachtain J, Schuler A, Hoffmann F. Accuracy of corneal lenticles produced for lamellar refractive corneal surgery. Cornea 1995 ; 14 : 235-42.
20. Hofmann RF, Bechara SJ. An independent evaluation of second generation suction microkeratomes. Refract Corneal Surg 1992 ; 8 : 348-54.
21. Fankhauser. Ocular Surgery News. 2002 ; 13 : no.5
22. Choi YI, Park SJ, Song BJ. Corneal flap dimensions in laser in situ keratomileusis using the Innovatome automatic microkeratome. Korean J Ophthalmol. Korea 2000 ; 14 : 7-11.
23. Behrens A, Langenbucher A, et al. Evaluation of corneal flap dimensions and cut quality using the Automated Corneal Shaper microkeratome. J Refract Surg. 2000 ; 1 : 83-9.
24. Ustunday C, Bahcecioglu H, et al. Optical coherence tomography for evaluation of anatomical changes in the cornea after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2000 ; 26 : 1458-62.
25. Reinstein DZ, Silverman RH, Sutton HFS, Coleman DJ. Very high-frequency ultrasound corneal analysis identifies anatomic correlates of optical complications of lamellar surgery. Ophthalmology 1999 ; 106 : 474-82.
26. Durairaj VD, et al. The predictability of corneal flap thickness and tissue laser ablation in laser in situ keratomileusis. Ophthalmology 2000 ; 107 : 2140-3.