บทความฟื้นวิชา

เฟมโตเลสิค (Femto- LASIK): เลสิคไร้ใบมีด ทางเลือกใหม่ของเลสิค

สมสงวน อัษญคุณ

ภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เฟมโตเลสิค (Femto-LASIK) เป็นการผ่าตัดเลสิคเพื่อแก้ไขสายตาผิดปกติ โดยใช้ femtosecond (FS) laser ในการแยกชั้นกระจกตาแทนใบมีดแบบดั้งเดิม เพื่อลดข้อเสียหรือข้อจำกัดของการใช้ใบมีด บทความนี้กล่าวถึง หลักการทำงานของ FS laser ในการผ่าตัดเลสิค รวมทั้งข้อได้เปรียบและข้อจำกัดของการแยกชั้นกระจกตาด้วย FS laser เมื่อเปรียบเทียบกับใบมีดแบบดั้งเดิมพอสังเขป และการเตรียมตัวเพื่อผ่าตัดโดยวิธีเฟมโตเลสิค **เชียงใหม่เวชสาร 2558;54(1):47-55.**

คำสำคัญ: Femto- LASIK, blade-free LASIK, bladeless LASIK, all laser LASIK, microkeratome

เฟมโตเลสิคคืออะไร

เฟมโตเลสิค (Femto-LASIK) คือ การผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติแบบวิธีเลสิค (LASIK) โดยใช้ femtosecond (FS) laser ในการแยกชั้นกระจกตา ก่อนที่จะใช้ excimer laser สลายเนื้อกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตาผิดปกติตามที่ต้องการ[1] (รูปที่ 1)

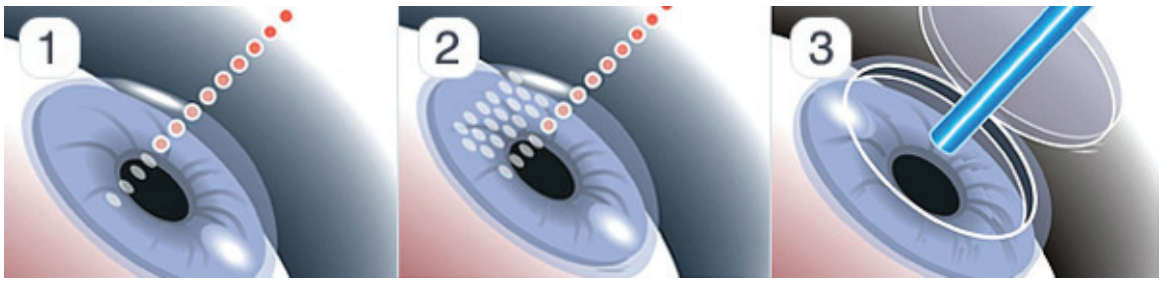
เนื่องจากเฟมโตเลสิคเป็นการผ่าตัด LASIK แบบไม่ใช้ mechanical micokeratome ซึ่งเป็นใบมีดแบบดั้งเดิมในการแยกชั้นกระจกตา จึงมีชื่อเรียกว่าเลสิคไร้ใบมีด (blade-free LASIK, or bladeless LASIK) หรือเลสิคชนิดเลเซอร์ทั้งหมด (all laser LASIK)[2]

FS laser ทำงานอย่างไร

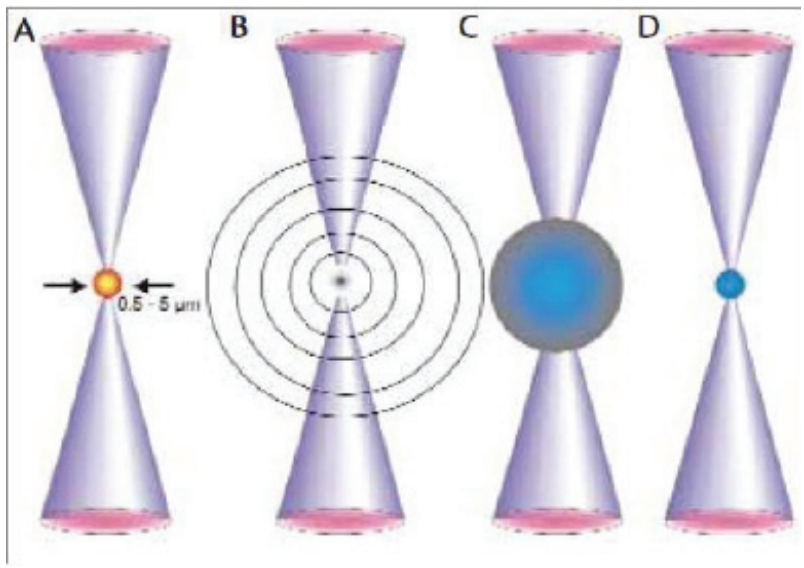
FS laser เป็นเลเซอร์ที่ปล่อยพลังงานแสงที่ความยาวคลื่น 1,053 นาโนเมตร ด้วยช่วงคลื่นที่สั้นมากคือ 10^{-15} วินาที ซึ่งทำให้เกิด shock waves เล็ก ๆ และการก่อตัวของฟองอากาศ (gas bubble) ในเนื้อเยื่อที่ได้รับเลเซอร์ เมื่อฟองอากาศถูกดูดซับโดยเนื้อเยื่อข้างเคียงไปจนหมดจะเหลือเป็นเพียงโพรงของฟองอากาศที่เรียกว่า cavitation bubbles (รูปที่ 2) โดย FS laser จะมีผลต่อปริมาตรของเนื้อเยื่อน้อยกว่าเลเซอร์ชนิดอื่น[3] gas bubbles เกิดขึ้นจะประกอบไปด้วยก๊าซ carbon dioxide และ nitrogen (รูปที่ 3) cavitation bubbles ที่เกิดขึ้นจะมีผลทำให้เกิดการแยกชั้นของเนื้อเยื่อ (photodisruption) โดยไม่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น จึง

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: สมสงวน อัษญคุณ, พ.บ., M.H.Sc., ภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย. E-mail: sausayakhun@gmail.com

วันรับเรื่อง 2 ธันวาคม 2557, วันยอมรับการตีพิมพ์ 13 เมษายน 2558



รูปที่ 1. Femtosecond laser แยกชั้นกระจกตา (1) และ (2) และ excimer laser บนกระจกตาที่เปิด flap (3) (ด้วยความเอื้อเฟื้อจาก Alcon Laboratories)



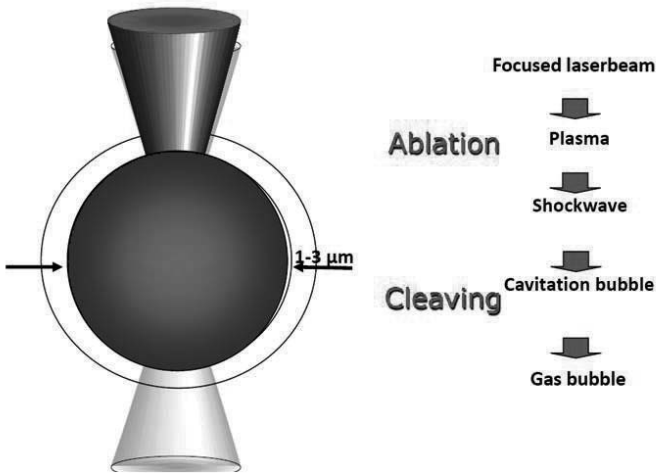
รูปที่ 2. การทำงานของ Femtosecond laser (A) การดูดซึมของ multiphoton ทำให้เกิด plasma (B) plasma ขยายตัว ผลักดันคลื่าย acoustic shock wave (C) ทำให้เกิด cavitation bubble (D) เมื่อหดตัวจะเกิด gas bubble (ด้วยความเอื้อเฟื้อจาก Alcon Laboratories)

นำมาใช้ในการผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติ (refractive surgery) ได้หลายชนิด[1,2,4-7]

ทำไมต้องเป็นเฟมโตเลสิค

FS laser ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2544 และได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีการนำมาใช้แยกชั้นกระจกตาสำหรับการทำผ่าตัดเลสิคแทนที่การแยกชั้นกระจกตาแบบดั้งเดิมที่ใช้ microkeratomes[4-7] เนื่องจากการแยกชั้นของกระจกตาด้วย FS laser มีข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับที่ใช้ microkeratomes แบบดั้งเดิมหลายประการดังนี้

1. ลดอุบัติการณ์ของการเกิดภาวะแทรกซ้อนในการแยกชั้นกระจกตา[8-10] ได้แก่ ความผิดปกติของฝากระจกตาที่แยกชั้น (corneal flap) เช่น ฝากระจกตาทะลุ (buttonholes) ฝากระจกตาหลุดออกทั้งหมด (free caps) ฝากระจกตาที่ตัดได้ไม่เรียบหรือไม่สม่ำเสมอ (irregular cuts) หรือมีรอยถลอกที่พื้นผิวของฝากระจกตา (epithelial abrasions) เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อค่าความ



รูปที่ 3. ภาพขยายการเกิด gas bubbles จากการใช้ Femtosecond laser แยกชั้นกระจกตา
(ด้วยความเอื้อเฟื้อจาก Alcon Laboratories)

ชัดของสายตาหลังการผ่าตัด

2. เพิ่มความแม่นยำและกำหนดความหนาของ flapได้ดีกว่า[11,12]

3. สามารถเลือกลักษณะของ flap ได้มากกว่า เช่น ขนาดและความหนา มุมของการตัดที่ขอบฝากระจกตา (side cut angle) ตำแหน่งและความยาวของโคนฝากระจกตา (hinge)[3-6] เป็นต้น

4. สามารถตัด flap ได้บางกว่า คือ 90-120 ไมครอน ในขณะที่ microkeratome แบบดั้งเดิมสามารถตัด flap ได้บางสุดเพียง 130-150 ไมครอน จึงทำให้ผู้ที่มีสายตาผิดปกติมากและกระจกตามีความหนาน้อยที่ไม่สามารถรับการทำผ่าตัดเลสิคด้วย microkeratomes แบบดั้งเดิมได้ มีโอกาสที่จะได้รับการทำผ่าตัดเลสิคโดยใช้ FS laser ได้อย่างปลอดภัย[13]

5. สามารถลดโอกาสการเกิดสายตาเอียงที่เกิดใหม่ภายหลังการทำเลสิค (induced astigmatism) ได้มากกว่า[8,9,14]

6. ในระหว่างการทำผ่าตัดแยกชั้นกระจกตา หากเครื่องมือที่ใช้จับยึดลูกตามีการสูญเสียแรงดูด (suction loss) จะสามารถวาง suction ring ใหม่ได้ทันที และแยกชั้นกระจกตาในความหนาเท่าเดิมได้ ซึ่ง microkeratome ไม่สามารถทำได้[15,16]

7. ภาวะตาแห้งหลังผ่าตัดน้อยกว่า[17]

8. สามารถควบคุมมุมของขอบฝากระจกตา (angulation of the flap edge) ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรง รวมทั้งการหายของแผล และป้องกันการงอกของเยื่อบุผิว (epithelial ingrowth) แทรกเข้าไปใต้ฝากระจกตาได้ดีกว่า[18]

9. หลังผ่าตัดมี contrast sensitivity ดีกว่า[19, 20] ทำให้ภาพคมชัดมากกว่า

10. การติดแน่นของ flap แข็งแรงกว่า ทำให้มีโอกาสเกิด flap เคลื่อนที่หลังการผ่าตัดจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้น้อยกว่า[21]

11. ความดันลูกตาเพิ่มน้อยกว่า[22] จึงทำให้ปลอดภัยต่อขั้วประสาทตามากกว่า

12. เกิดการติดเชื้อหลังผ่าตัดน้อยกว่า โดยการแยกชั้นกระจกตาด้วย microkeratome มีโอกาสติดเชื้อมากกว่า FS laser ถึง 2.4 เท่า[23]

ถึงแม้ว่าการแยกชั้นกระจกตาด้วย FS laser จะมีข้อได้เปรียบดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ก็มีข้อเสียเปรียบดังต่อไปนี้

1. มีโอกาสเกิด diffuse lamellar keratitis (DLK) ได้มากกว่า[10,24] DLK เป็นการอักเสบในชั้นของกระจกตา ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากการสะสมของ gas bubbles ที่เกิดจากพลังงานของ FS

laser[24] โดยพบว่าการอักเสบจะลดลงเมื่อใช้เลเซอร์ที่ pulse rate มากขึ้นเพราะทำให้พลังงานโดยรวมลดลง (หมายความว่า FS 60 kHz ดีกว่า FS 15 kHz และ FS 30 kHz)[25] ซึ่งยังไม่มีการศึกษาใน FS 150 kHz และ FS 200 kHz

2. ทำให้เกิด opaque bubble layer (OBL)[26] คือการที่ gas bubbles แทรกเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อกระจกตา[27] หรือการเกิด gas bubbles รั่วเข้าไปในช่องหน้าม่านตา[28-32] ซึ่งอาจรบกวนการทำงานของระบบ iris registration และ pupil tracking ขณะทำ excimer laser ablation โดย OBL เป็นผลจากการที่ gas bubbles ที่เกิดจาก FS laser ถูกดูดซับโดยเนื้อเยื่อข้างเคียงไม่ทัน จึงแทรกเข้าไปสะสมในระหว่างชั้นเนื้อเยื่อของกระจกตา (intralamellar space) ซึ่งการเกิด OBL จะสัมพันธ์กับขนาดของ flap ที่หนาและเล็ก และพบบ่อยใน FS 15 kHz[26] ซึ่งเป็น FS laser รุ่นเก่า อย่างไรก็ตาม การเกิด OBL หรือ gas bubbles ที่เข้าไปในช่องหน้าม่านตา ไม่มีผลต่อผลการรักษาในระยะยาว[26-32]

3. ทำให้เกิด transient light-sensitivity syndrome (TLSS)[33,34] ซึ่งเป็นอาการแพ้แสงชั่วคราวที่เกิดหลังผ่าตัดทั้ง ๆ ที่การมองเห็นชัดเจนดี สันนิษฐานว่าเกิดจากการอักเสบ เนื่องจากอาการจะดีขึ้นเมื่อให้ยาแก้อักเสบ[33,34] โดยมักเกิดใน FS laser รุ่นเก่า เช่น FS 6 kHz และ FS 15 kHz แต่เกิดน้อยใน FS 30 kHz และ FS 60 kHz[33,34]

เฟมโตเลสิคมีกี่ชนิด อะไรบ้าง

ในปัจจุบัน การแยกชั้นกระจกตาด้วย FS laser มีเครื่องมือที่มีใช้กันอยู่ดังนี้[7,35]

1. IntraLase iFS150
2. Femto LDV
3. Zeiss visumax
4. Femtec 2010
5. WaveLight FS 200

โดยแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวทางเทคนิคที่แตกต่างกันไป (ตารางที่ 1)[7] และแต่ละชนิดยังมีคุณสมบัติพิเศษในการทำหัตถการเพิ่มเติมได้อีกนอกเหนือจากการแยกชั้นกระจกตาเพื่อทำเลสิค แสดงใน additional procedures ท้ายตารางที่ 1

ควรเตรียมตัวอย่างไร ในการผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิค

เพื่อให้การผ่าตัดแก้ไขความผิดปกติของสายตาด้วยเฟมโตเลสิค ได้รับผลสัมฤทธิ์ตามที่มุ่งหวังไว้ ควรมีการเตรียมตัวดังต่อไปนี้[36]

การเตรียมตัวเพื่อประเมินสภาพตาก่อนผ่าตัด

1. ถ้าเคยใส่เลนส์สัมผัส (contact lens) ต้องงดใส่เพื่อให้กระจกตาคืนรูปเป็นธรรมชาติ โดยกำหนดเวลาที่ควรงดใส่เลนส์สัมผัสขึ้นอยู่กับชนิดของเลนส์ดังนี้

ก. เลนส์สัมผัสชนิดนิ่ม (soft contact lens) ที่ไม่แก้สายตาเอียง งดใส่ 1 สัปดาห์

ข. เลนส์สัมผัสชนิดนิ่ม ที่แก้สายตาเอียง (soft toric lens) งดใส่ 2 สัปดาห์

ค. เลนส์สัมผัสชนิดกึ่งนิ่มกึ่งแข็ง (rigid gas permeable lens) งดใส่ 1 เดือน

2. ในวันตรวจ ควรเตรียมแว่นกันแดด และมีผู้พากลับ เพราะต้องได้รับการขยายม่านตา เพื่อประเมินสภาพภายในตาอย่างละเอียด เช่น ภาวะต้อกระจก ต้อหิน จอตาเสื่อม เป็นต้น ซึ่งภาวะตามัวและสู้แสงไม่ได้หลังการขยายม่านตาจะใช้เวลา 3-6 ชั่วโมง จึงไม่สมควรขับรถกลับเอง

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบ femtosecond laser ชนิดต่าง ๆ

ชนิด / ตัวแปร	IntraLase iFS 150	Femto LDV	Zeiss VisuMax	Femtec 2010	WaveLight FS 200
Laser type	Amplifier	Oscillator	Fiber optic amplifier	Amplifier	Oscillator-amplifier
Wavelength (nm)	1,053	1,045	1,043	1,053	1,045
Laser pattern	Raster	Segmental	Spiral	Spiral	Raster
Centration	Computer	Mechanical	Mechanical	Mechanical	Computer
Visualization of surgery	Visual & virtual	Virtual	Visual	Visual	Visual & virtual
Mobile	No	Yes	No	No	No
Suction	Single syringe	Single built in	Single built in on limbus	Single built in	Dual built in
Applannation surface	Planar	Planar	Curved	Curved	Modified planar
Additional procedures	AK, Wedge, LK, PKP, ICRS, Biopsy, Pocket	LK, PKP, Pocket, ICRS	FLEx, SMILE	AK, LK, PKP, ICRS, INTRACOR	AK, LK, PKP, ICRS

AK; astigmatic keratotomy, LK; lamellar keratoplasty, PKP; penetrating keratoplasty, ICRS; intracorneal ring segment, FLEx; femtosecond lenticule extraction, SMILE; small-incision lenticular extraction, INTRACOR; intrastromal presbyopia correction

ดัดแปลงจาก: Kymionis GD, Reinstein DZ. Femtosecond laser technology in corneal refractive surgery: a review. J Refract Surg 2012;28: 912-20.

การเตรียมตัวเพื่อรับการผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิคในวันผ่าตัด

1. งดใส่เลนส์สัมผัสแบบเดียวกับที่เตรียมตัวเพื่อประเมินสภาพตาก่อนผ่าตัด
2. งดใช้เครื่องสำอางบริเวณใบหน้า และรอบดวงตาทุกชนิด
3. งดใช้น้ำหอม เครื่องประทินผิว สารดับกลิ่นตัว น้ำมันหรือเจลใส่ผมที่มีกลิ่น เพราะมีผลต่อการทำงานของเลเซอร์
4. สวมเครื่องแต่งกายที่สบาย ไม่รัดรูป โดยเฉพาะเสื้อ ควรเป็นคอกว้าง หรือผ่าหน้ามีกระดุมเพื่อหลีกเลี่ยงการครูดกับดวงตาขณะถอด เพราะอาจทำให้ flap เคลื่อนได้
5. สามารถรับประทานอาหารได้ตามปกติ
6. จะได้รับการทำความสะอาดใบหน้า โดยเฉพาะบริเวณเปลือกตาและขนตา และหยอดยาปฏิชีวนะก่อนเข้าห้องผ่าตัด

การปฏิบัติตัวขณะผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิค

1. หลังจากนอนบนเตียงผ่าตัดแล้ว (รูปที่ 4) จะมีการคลุมใบหน้าด้วยวัสดุที่ปราศจากเชื้อ โดยเปิดเฉพาะบริเวณดวงตาและได้รับการหยอดยาชา

รูปที่ 4. Femtosecond laser ชนิด FS 200 (ซ้าย) และ excimer laser ชนิด EX 500 (ขวา) ของเครื่อง WaveLight Refractive Suite (ด้วยความเอื้อเฟื้อจาก ศูนย์เลสิค คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ในตาข้างที่จะผ่าตัด รอจนยาชาออกฤทธิ์

2. เตียงจะเคลื่อนมาที่เครื่อง FS laser เพื่อทำการแยกชั้นกระจกตา โดยจะมีการใส่เครื่องถ่างตา (eye speculum) ในตอนนี้ จะต้องช่วยลืมตากว้าง ไม่บีบตา และมองเข้าไปในช่องแสงของกล้องผ่าตัด แล้วเข้าสู่กระบวนการ docking โดยใส่วงแหวนดูดตา (suction ring) เพื่อเพิ่มความดันตา เมื่อความดันตาถึงเกณฑ์ แพทย์จะใส่ patient interface (PI) และปรับให้ cone แนบกับผิวกระจกตา ซึ่งตอนนี้ภาพจะหายไป

3. เมื่อได้กำหนดลักษณะ flap (เช่น ตำแหน่ง, canal length, ตำแหน่งและความยาวของ hinge) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะให้ FS laser ปล่อยพลังงานไปที่กระจกตาเพื่อทำการแยกชั้น ซึ่งถ้าเป็นเครื่อง FS 200 จะใช้เวลาประมาณ 6 วินาที

4. หลังจากนั้น เตียงก็จะเคลื่อนมาที่เครื่อง excimer laser ซึ่งแพทย์จะทำการเปิด flap ที่ได้แยกแล้วด้วย FS laser และใช้ excimer laser ยิงเจียรปรับเนื้อกระจกตาให้แก้ไขสายตาตามที่ต้องการ โดยถ้าเป็นเครื่อง EX 500 จะใช้เวลาประมาณ 1.4 วินาทีต่อค่าสายตา 1 diopter ซึ่งหมายความว่า ถ้าสายตา 5 diopter ก็จะใช้เวลาประมาณ 7 วินาที

5. แพทย์จะทำการล้างใต้ flap จัด flap ให้กลับเข้าที่ และหลังจากรอให้ flap แนบติดกับที่ประมาณ 2-3 นาที ก็นำเครื่องถ่างตาออกจากตา ต่อมาทำการตรวจตาหลังผ่าตัดแล้ว จะให้พักสักครู่และให้กลับบ้านได้ โดยครอบฝาปิดตา (eye shield) เพื่อป้องกันการขยี้ตาเป็นเวลา 1 คืน

ควรปฏิบัติตัวอย่างไรหลังผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิค

การปฏิบัติตัวอย่างถูกต้องหลังผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิคมีความสำคัญอย่างมากเช่นกัน เพราะจะช่วยลดหรือป้องกันภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดได้ ข้อควรปฏิบัติมีดังนี้

1. ควรปิดฝาครอบตาก่อนนอน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อป้องกันการขยี้ตาโดยไม่รู้ตัวเวลาหลับ ซึ่งอาจทำให้ flap เคลื่อน

2. ควรระวังไม่ให้น้ำเข้าตา เวลาล้างหน้า อาบน้ำหรือสระผม เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ เพื่อป้องกันการติดเชื้อเข้าใต้ flap รวมทั้งงดว่ายน้ำ ซาวน่า

และดำน้ำลึกเป็นเวลา 1 เดือน

3. ควรงดแต่งหน้า โดยเฉพาะการแต่งตาเป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ เพื่อหลีกเลี่ยงเครื่องสำอางกระเด็นเข้าตา

4. ควรสวมแว่นกันแดดเมื่อออกกลางแจ้ง เพื่อหลีกเลี่ยง แสงแดด ลม และฝุ่นละออง ประมาณ 1 เดือน

5. หยอดยาปฏิชีวนะและแก้อักเสบ วันละ 4 ครั้ง เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ ร่วมกับน้ำตาเทียมชนิดไม่มีสารกันเสีย (non-preservative artificial tear) บ่อย ๆ ตามอาการตาแห้ง หรือตามที่แพทย์เห็นสมควร

6. มาตรวจตามแพทย์นัด หรือถ้าผิดปกติ ให้รีบมาตรวจทันที

ควรมาตรวจอย่างไร หลังผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิค

โดยทั่วไปการตรวจติดตามผลหลังผ่าตัดด้วยเฟมโตเลสิค จะตรวจหลังผ่าตัดอย่างน้อย 6 ครั้ง คือ 1 วัน, 1 สัปดาห์, 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน, และ 1 ปี หลังผ่าตัด เพื่อดูแผลหลังผ่าตัด วัดค่าสายตา และประเมินสภาพภายในตา อาจมีการนัดตรวจเพิ่มถ้าพบว่ามีความผิดปกติเช่น มีการอักเสบตาแห้งมาก หรือสงสัยการติดเชื้อ เป็นต้น

ในกรณีที่ผู้รับการรักษาอยู่ต่างประเทศ หรือจะเดินทางไปศึกษาต่อต่างประเทศ ควรจะได้รับการตรวจหลังผ่าตัดอย่างน้อย 2 ครั้ง คือ 1 วันและ 1 สัปดาห์ และนำผลรายงานทางการแพทย์ (medical report) ไปรับการตรวจต่อกับจักษุแพทย์ที่ต่างประเทศได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ Alcon Laboratories และศูนย์เลสิค คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อภาพประกอบ

Conflicts of interest: ผู้นิพนธ์ เป็นหัวหน้าศูนย์เลสิค คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

1. **Dick HB, Elling M, Willert A**. Femtosecond laser in ophthalmology-a short overview of current applications. Medical Laser Application 2010;25:258-61.
2. **Soong HK, Malta JB**. Femtosecond lasers in ophthalmology. Am J Ophthalmol 2009;147: 189-97.
3. **Stern D, Schoenlein RW, Puliafito CA, et al**. Corneal ablation by nanosecond, picosecond, and femtosecond laser at 532 and 625 nm. Arch Ophthalmol 1989;107:587-92.
4. **Slade SG**. The use of the femtosecond laser in the customization of corneal flaps in laser in situ keratomileusis. Curr Opinion Ophthalmol 2007;18:314-7.
5. **Salomao MQ, Wilson SE**. Femtosecond laser in laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2010;36:1024-32.
6. **Peter K, Sutton GL, Rootman DS**. Application of the femtosecond laser in corneal refractive surgery. Curr Opinion Ophthalmol 2011;22:238-44.
7. **Kymionis GD, Reinstein DZ**. Femtosecond laser technology in corneal refractive surgery: a review. J Refract Surg 2012;28:912-20.
8. **Kezirian GM, Stonecipher KG**. Comparison of the IntraLase femtosecond laser and mechanical microkeratomes for laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2004; 30:804-11.
9. **Durrie DS, Kezirian GM**. Femtosecond laser versus mechanical microkeratome flaps in

wavefront-guided laser in situ keratomileusis: prospective contralateral eye study. J Cataract Refract Surg 2005;31:120-6.

10. **Moshirfar M, Gardiner JP, Schliesser JA, et al**. Laser in situ keratomileusis flap complications using mechanical microkeratome versus femtosecond laser: retrospective comparison. J Cataract Refract Surg 2010;36:1925-33.
11. **Talamo JH, Meltzer J, Gardner J**. Reproducibility of flap thickness with IntraLase FS and Moria LSK-1 and M2 microkeratomes. J Refract Surg 2006;22:556-61.
12. **Kim JH, Lee D, Rhee KI**. Flap thickness reproducibility in laser in situ keratomileusis with a femtosecond laser: optical coherence tomography measurement. J Cataract Refract Surg 2008;34:132-6.
13. **Stahl JE, Durrie DS, Schwendeman FJ, Boghossian AJ**. Anterior segment OCT analysis of thin IntraLase femtosecond flaps. J Refract Surg 2007;23:555-8.
14. **Stonecipher K, Ignacio TS, Stonecipher M**. Advances in refractive surgery: microkeratome and femtosecond laser flap creation in relation to safety, efficacy, predictability, and biomechanical stability. Curr Opin Ophthalmol 2006;17:368-72.
15. **Friedlaender MH**. LASIK surgery using the IntraLase femtosecond laser. Int Ophthalmol Clin 2006;46:145-53.
16. **Sutton G, Hodge C**. Accuracy and precision of LASIK flap thickness using the IntraLase femtosecond laser in 1000 consecutive cases. J Refract Surg 2008;24:802-6.
17. **Salomao MQ, Ambrosio RJ, Wilson SE**. Dry eye associated with laser in situ keratomileusis: mechanical microkeratome versus femtosecond laser. J Cataract Refract Surg 2009; 35:1756-60.
18. **Shousha MA, Yoo SH**. New therapeutic modalities in femtosecond laser –assisted corneal surgery. Int Ophthalmol Clin 2010;50:149-60.
19. **Medeiros FW, Stapleton WM, Hammel J, Krueger RR, Netto MV, Wilson SE**. Wavefront analysis comparison of LASIK outcomes with the femtosecond laser and mechanical microkeratomes. J Refract Surg 2007;23:880-7.
20. **Buzzonetti L, Petrocelli G, Valente P, et al**. Comparison of corneal aberration changes after in situ keratomileusis performed with mechanical micrikeratome and IntraLase femtosecond laser: 1-year follow-up. Cornea 2008; 27:174-9.
21. **Kim JY, Kim MJ, Kim T-I, Choi H-J, Pak JH, Tchah**. A femtosecond laser creates a stronger flap than a mechanical microkeratome. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:599-604.
22. **Chaurasia SS, Luengo Gimeno F, Tan K**. In vivo real-time intraocular pressure variations during LASIK flap creation. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:4641-5.
23. **Solomon R, Donnenfeld ED, Holland EJ, et al**. Microbial keratitis trends following refractive surgery: results of the ASCRS infectious keratitis survey and comparisons with prior ASCRS surveys of infectious keratitis following keratrefractive procedures. J Cataract Refract Surg 2011;37:1343-50.
24. **Gil-Cazorla R, Teus MA, de Benito-Lopis**. Incidence of diffuse lamellar keratitis after laser in situ keratomileusis associated with the IntraLase 15 kHz femtosecond laser and Moria M2 microkeratome. J Cataract Refract Surg 2008;34:28-31.
25. **Netto MV, Mohan RR, Mediros FW, et al**. Femtosecond laser and microkeratome corneal flaps: complication of stromal wound healing and inflammation. J Refract Surg 2007; 23:667-76.
26. **Kaiseman I, Maresky HS, Bahar I, Rootman DS**. Incidence, possible risk factors, and potential effects of an opaque bubble layer created by a femtosecond laser. J Cataract Refract Surg 2008;34:417-23.
27. **Srinivasan S, Herzig S**. Sub-epithelium gas

breakthrough during femtosecond laser flap creation for LASIK [video report]. Br J Ophthalmol 2007;91:1373.
28. **Lifshitz T, Levy J, Klemperer I, Levinger S**. Anterior chamber gas bubbles after corneal flap creation with a femtosecond laser. J Cataract Refract Surg 2005;31:2227-9.
29. **Wright JR**. Gas bubbles after flap creation with femtosecond laser (letter). J Cataract Refract Surg 2006;32:1076.
30. **Kuo AN, Kim T**. Persistent anterior chamber gas bubbles during IntraLASIK. J Cataract Refract Surg 2007;33:1134-5.
31. **Srinivasan S, Rootman DS**. Anterior chamber gas bubble formation during femtosecond laser flap creation for LASIK. J Refract Surg 2007; 23:828-30.
32. **Soong HK, de Melo Franco R**. Anterior chamber gas bubbles during femtosecond laser flap creation in LASIK: Video evidence if entry via trabecular meshwork. J Cataract Refract Surg 2012;38:2184-5.
33. **Stonecipher KG, Dishler JG, Ignacio TS, Binder PS**. Transient light sensitivity after femtosecond laser flap creation: clinical findings and management. J Cataract Refract Surg 2006;32:91-4.
34. **Munoz G, Albarran-Diego C, Sakia HF, Javaloy J, Alio JL**. Transient light-sensitivity syndrome after laser in situ keratomileusis with the femtosecond laser: incidence and prevention. J Cataract Refract Surg 2006;32:2075-9.
35. **Reggiani-Mello G, Krueger RR**. Comparison of commercially available femtosecond lasers in refractive surgery. Expert Rev Ophthalmol 2011;6:55-65.
36. ศูนย์เลสิค คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. การเตรียมก่อนผ่าตัด และการดูแลหลังผ่าตัด. เข้าถึงจาก:http://www.med.cmu.ac.th/cmulasikcenter. เข้าถึงเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2557.

Femto-LASIK: blade-free LASIK- a new choice of LASIK

Somsanguan Ausayakhun
Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Femto-LASIK is a form of laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK) that uses a femtosecond laser (FS) for corneal flap creation instead of a mechanical microkeratome in order to reduce the disadvantages and limitations of the microkeratome. This review summarizes the principles of FS laser in LASIK surgery, the advantages of Femto-LASIK over conventional LASIK, the disadvantages and unique complications of Femto-LASIK, and also how to prepare for the femto- LASIK. **Chiang Mai Medical Journal 2015;54(1):47-55.**

Keywords: Femto-LASIK, blade-free LASIK, bladeless LASIK, all laser LASIK, microkeratome