**บทความพิเศษ**

# การผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้แสงเลเซอร์

ปกิตติ ทยานิธิ*

**Tayanithi p. Laser myopic refractive surgery. Chula Med J 1997 Sep;41(9): 635-47**

*The use of lasers to correct refractive errors has become an established clinical procedure in many countries. Excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) is the tretment of choice to correct low to moderate myopia. For myopia up to about - 6.00 diopters, PRK appears to be generally safe, exhibiting acceptable accuracy, predictability and stability. For high degrees of myopia laser in situ keratomileusis (LASIK) may prove to be a more appropriate procedure, but long-term follow-up is needed. Hyperopic PRK and holmium:yttrium-aluminium-garnet thermokeratoplasty are still considered investigational methods, and for newer technologies, such as solid-state lasers, human trials are being launched.*

**Key words** : *Excimer laser, Refractive surgery.*

Reprint request : Tayanithi P. Department of Ophthalmology, Faculty of Medicine. Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. July 15, 1997.

* ภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ปกิตติ ทยานิธิ. การผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้แสงเลเซอร์. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 2540 ก.ย ; 41(9): 635-47**

*การใช้แสงเลเซอร์เพื่อผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติ (refractive errors) เป็นวิธีรักษาที่เป็นที่ยอมรับกันในหลายประเทศ การผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ (excimer laser photorefractive keratectomy: PRK) เป็นวิธีผ่าตัดที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพื่อใช้แก้ไขสายตาสั้นที่สั้นน้อยและสั้นปานกลาง PRK เป็นการรักษาที่ปลอดภัย คาดหวังผลได้ดี และมีผลสายตาที่คงสภาพเมื่อใช้ในกลุ่มผู้ป่วยสายตาสั้น 6.00 ไดออปเตอร์หรือน้อยกว่า ส่วนการแก้ไขสายตาสั้นที่สั้นมากๆ นั้น การผ่าตัดโดยวิธี laser in situ keratomileusis จะได้ผลที่ดีกว่า ซึ่งคงต้องคอยดูผลในระยะยาวกันต่อไป การผ่าตัดแก้ไขสายตายาวโดยใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ด้วยวิธี PRK ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาทดลอง เช่นเดียวกับ holmium: YAG thermokeratoplasty วิวัฒนาการใหม่ๆ อย่างเช่น solid-state laser ก็เพิ่งจะเริ่มนำมาใช้ในงานวิจัยที่ทำในมนุษย์เท่านั้น*

ปัจจุบันการใช้แสงเลเซอร์ผ่าตัดกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตาผิดปกติ (refractive errors) เป็นวิธีรักษาที่เป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ ได้มีการนำเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ (excimer laser) มาใช้ในการผ่าตัดกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตาสั้น (myopia) ซึ่งเรียกว่า **excimer laser photorefractive keratectomy** หรือเรียกย่อว่า **PRK** โดยได้เริ่มทำผ่าตัดรักษาตาที่ยังสามารถมองเห็นได้ของคน (sighted human eye) เป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2532 PRK เป็นวิธีผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นที่มีปริมาณน้อย (low myopia)และปริมาณปานกลาง (moderate myopia) ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในหลายๆ ประเทศ สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกานั้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration : FDA) ของประเทศสหรัฐอเมริกาให้การรับรองวิธีผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ด้วยวิธี PRK นี้แล้วตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2538 ประมาณกันว่าทั่วโลกมีการทำ PRK เพื่อแก้ไขสายตาสั้นไปแล้ว 400,000 ถึง 500,000 ตา

## เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ (Excimer laser)

ในทางจักษุคลินิกมีการนำเอ็กไซเมอร์เลเซอร์มาใช้ผ่าตัดได้สองอย่างได้แก่ ผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติและผ่าตัดเพื่อการรักษาโรคที่กระจกตาอื่นๆ การผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติด้วยเอ็กไซเมอร์เลเซอร์มีสองวิธีคือ ฉายเลเซอร์ที่ผิวของกระจกตาส่วนกลางซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า PRK และฝานเปิดกระจกตาก่อนแล้วจึงฉายเลเซอร์ที่กระจกตาส่วนที่อยู่ใต้ฝากระจกตาที่ฝานไว้แล้วซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า LASIK (laser in situ keratomileusis) ส่วนการผ่าตัดเพื่อรักษาโรคที่กระจกตาเรียกว่า PTK (Phototherapeutic keratectomy) PRK และ PTK แตกต่างกันที่ PTK ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาเท่าๆ กันตลอดทั้งแผลที่ทำผ่าตัด ส่วน PRK ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาไม่เท่ากัน ส่วนกลางของแผลจะมีความลึกมากกว่าที่ขอบแผล

เอ็กไซเมอร์เลเซอร์เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในย่าน far ultraviolet มีความยาวคลื่นต่างกันแล้วแต่ชนิดของแก๊สที่เป็นแหล่งกำเนิดเลเซอร์ ความยาวคลื่นที่นิยมใช้มากที่สุดคือ 193 นาโนเมตรซึ่งไม่ทำให้เกิดการผ่าเหล่าทางพันธุกรรม (genetic mutation) และไม่ทำให้เกิดโรคต้อกระจก (cataract) เอ็กไซเมอร์ (excimer) มาจากคำว่า excited dimer ซึ่งเป็นสารที่ประกอบด้วยแก๊สเฉื่อย (inert gas) ได้แก่แก๊สอาร์กอน (Argon gas) และกลุ่มเฮไลด์ (halide) ได้แก่แก๊สฟลูออไรด์ (Fluoride gas) ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าแรงสูงหลายพันโวลต์กระตุ้นให้มีระดับพลังงานสูงขึ้น เมื่อแก๊สอาร์กอนฟลูออไรด์ที่ถูกกระตุ้นนี้กลับคืนสู่ภาวะปกติจะปล่อยพลังงานออกมาเป็นพลังงานแสงเลเซอร์ เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของกระจกตาเรียกว่า photoablative decompression หรือ photoablation พลังงานจากแสงเลเซอร์จะขัดผิวของกระจกตาออกไปทีละน้อย โดยไปทำลายแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุล (molecular bonds) ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน คล้ายกับทำให้เนื้อเยื่อระเหิดกลายเป็นไอ ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงความโค้งผิวของกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตาผิดปกติได้

ระยะหลายปีที่ผ่านมามีรายงานเกี่ยวกับความอยู่ตัวของสายตาในระยะยาวภายหลังการทำ PRK, ภาวะแทรกซ้อนของการทำ PRK, อัตราการทำ PRK ซ้ำอีกครั้งหลังจากที่ทำไปแล้ว และความแตกต่างของผลการรักษาเมื่อใช้เครื่องเลเซอร์ต่างยี่ห้อกันเผยแพร่ในวารสารวิชาการทางจักษุวิทยากันอย่างกว้างขวาง แต่อย่างไรก็ตามกลไกการคืนสภาพ (regression) ของแผลกระจกตา (corneal wound healing) ภายหลังการทำ PRK ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

การแก้ไขสายตาสั้นที่มีปริมาณมากๆ นั้น การ

ผ่าตัดโดยวิธีฝานกระจกตา (automated lamellar keratectomy:ALK) ร่วมกับการทำ PRK ปรากฏว่าได้ผลดี แต่เนื่องจากยังไม่มีรายงานการติดตามผลการรักษาในระยะยาวและเพิ่งจะมีรายงานผลการรักษาเผยแพร่ยังไม่มาก จึงยังเป็นการยากใน ขณะนี้ที่จะประเมินความปลอดภัยและความอยู่ตัวของสายตาภายหลังการผ่าตัดได้

ในขณะนี้สถาบันที่มีชื่อเสียงหลายแห่งกำลังร่วมกันทำวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพการผ่าตัดกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตายาว (hyperopia) โดยใช้แสงเลเซอร์ชนิดโฮลเมียม:ยิตเตรียม-อลูมิเนียม-การ์เนต หรือโฮลเมียมแย๊ก (Holmium-Yttrium-Aluminium-Garnet:YAG) ผลการรักษาเบื้องต้นได้มีการรายงานบ้างแล้ว แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

สำหรับการผ่าตัดกระจกตาโดยใช้แสงเลเซอร์ชนิดอื่นๆ เช่น พิโคเซกเกนด์พัลส์เลเซอร์ (picosecond-pulsed lasers) และโซลิดสเตตเลเซอร์ (solid-state lasers) นั้นกำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัยการผ่าตัดรักษาในคนอยู่ และยังไม่มีรายงานผลของการรักษาที่น่าเชื่อถือเพียงพอ จึงจะไม่กล่าวถึงเลเซอร์ในกลุ่มนี้

## การคัดเลือกผู้ป่วยและข้อบ่งชี้

ผู้ป่วยที่ไม่สามารถใส่เลนซ์สัมผัสได้ (contact lens intolerance) เป็นผู้ป่วยกลุ่มใหญ่ที่สุดที่เหมาะกับการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นด้วยวิธี PRK ผู้ป่วยที่ไม่สามารถใส่เลนซ์สัมผัสได้นั้นอาจอยู่ในขั้นที่ไม่รุนแรงเช่น ผู้ป่วยสามารถใส่เลนซ์สัมผัสได้ แต่เมื่อคิดระยะเวลาเป็นจำนวนชั่วโมงในแต่ละวันที่ผู้ป่วยคนนั้นทนใส่เลนซ์สัมผัสอยู่ได้นั้นน้อยกว่าคนปกติ หรืออาจรุนแรงถึงขั้นที่ไม่สามารถจะทนใส่เลนซ์สัมผัสได้เลยแม้แต่จะเป็นเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ก็ตาม

เหตุผลในเรื่องของอาชีพหรือความจำเป็นทางด้านกีฬาก็เป็นข้อบ่งชี้ที่พบได้บ่อยเหมือนกัน ในการพิจารณาใช้วิธีผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้แสงเลเซอร์นี้

ข้อบ่งชี้ที่พบรองลงมาได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยที่มีสายตาสั้น 2 ข้างไม่เท่ากันและมีความแตกต่างกันมาก (anisometropia) โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นมากๆ

สายตาวัยชรา (presbyopia) เป็นเพียงข้อบ่งชี้ที่ใช้เฉพาะในการวิจัยขั้นเริ่มต้นเท่านั้น ประสบการณ์ในการผ่าตัดแก้ไขสายตาวัยชราโดยใช้แสงเลเซอร์เพื่อทำให้มองเห็นได้ชัด 2 ระยะ (bifocal ablations) นั้นยังมีไม่มาก แต่อย่างไรก็ตามได้มีผู้นำการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้แสงเลเซอร์ด้วยวิธี PRK นี้มาใช้รักษาผู้ป่วยที่มีสายตาวัยชราบางรายได้เป็นผลสำเร็จ โดยจัดให้ตาข้างหนึ่งเป็นสายตาสั้น เพื่อใช้ในการอ่านหนังสือหรือการมองใกล้ได้ชัดเจน และจัดให้ตาอีกข้างหนึ่งใช้มองไกลได้ชัดเจน (monovision correction principle)

จนถึงปัจจุบันการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้แสงเลเซอร์ด้วยวิธี PRK นี้ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ไขสายตาสั้นเป็นส่วนใหญ่ ส่วนน้อยใช้เพื่อแก้ไขสายตาเอียง กลุ่มผู้ป่วยสายตาสั้นน้อยจนถึงสายตาสั้นปานกลางเช่นสายตาสั้นไม่เกิน 4.00 ไดออปเตอร์ (diopters) จะเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ผลการรักษาดีที่สุด สำหรับกลุ่มผู้ป่วยสายตาสั้นมากๆ เช่น ตั้งแต่ -10.00 ไดออปเตอร์ถึง -25.00ไดออปเตอร์นั้น การใช้วิธีฝานกระจกตา (automated larmellar keratectomy : ALK) ร่วมกับ PRK จะได้ผลการรักษาที่ดีกว่าการใช้วิธี PRK อย่างเดียว การผ่าตัดโดยใช้ ALK ร่วมกับ PRK นี้เรียกว่า LASIK (laser in situ keratomileusis)

สำหรับการผ่าตัดกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตาเอียง (astigmatism)โดยใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ได้ผลเป็นที่ยอมรับกันเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีสายตาเอียงมาแต่กำเนิด (congenital astigmatism) ที่มีสายตาเอียงไม่เกิน 5.00 ไดออปเตอร์ ในขณะนี้ยังไม่เป็นที่ยอมรับว่า PRK จะสามารถใช้แก้ไขสายตาเอียงซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา (penetrating

keratoplasty) ได้

การคัดเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสม การอธิบายและให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยอย่างละเอียดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากก่อนการผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติ กลุ่มผู้ป่วยดังต่อไปนี้ได้แก่ ผู้ป่วยซึ่งมีตาที่ใช้งานได้เหลืออยู่เพียงข้างเดียว ผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพที่กระจกตา (cornea) หรือผู้ป่วยที่มีความดันภายในตา (intraocular pressure) สูง เป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่สมควรได้รับการผ่าตัดกระจกตาเพื่อแก้ไขสายตาผิดปกติ ในการประเมินรูปร่างของกระจกตาก่อนการผ่าตัด ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการตรวจวัดความโค้งของกระจกตาด้วยวิธีวีดีโอเคอราโตกราฟฟี่ (videokeratography) เพื่อแยกโรคเคอราโตโคนัส (keratoconus) ระยะเริ่มต้นและโรคกระจกตาผิดรูปซึ่งเกิดจากการใส่เลนซ์สัมผัส เพราะทั้งสองโรคนี้ไม่สามารถพยากรณ์ผลของการทำ PRK ได้เลย

มีรายงานพบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคเนื้อเยื่อยึดต่ออโตอิมมูน (autoimmune connective tissue disease) เกิดกระจกตาเปื่อย (corneal melting) ขึ้นได้หลังจากทำ PRK แต่ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานซึ่งแต่เดิมเคยเชื่อกันว่าเป็นข้อห้ามของการทำ PRK เนื่องจากมีความเสี่ยงที่กระจกตาจะติดเชื้อ และแผลที่กระจกตาหายช้ากลับไม่มีปัญหาหลังจากที่ทำ PRK แล้ว

ผู้ป่วยที่มีความต้องการหรือมีความจำเป็นต้องใช้สายตาที่คมชัด เช่น นักบิน ศัลยแพทย์ คนขับรถบรรทุกที่ทำงานกะกลางคืนเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ค่อยเหมาะที่จะทำ PRK นอกจากนั้นผู้ป่วยที่ไม่ยอมรับหรือไม่พร้อมสำหรับการแก้คืนสภาพของสายตา (visual rehabilitation) ที่ต้องใช้เวลานานหลังจากการผ่าตัดก็เป็นผู้ป่วยอีกประเภทหนึ่งไม่เหมาะที่จะทำ PRK เช่นกัน

## ผลการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้เอ็กไซ-เมอร์เลเซอร์

มีผู้รายงานผลการรักษาโดยได้ติดตามการรักษาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานในกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นน้อยและสายตาสั้นปานกลาง Maguen และคณะ[1] ได้รายงานการใช้เครื่องเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ยี่ห้อ VISX (Santa Clara, CA) ผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นตั้งแต่ -1.00 ไดออปเตอร์ถึง -7.75 ไดออปเตอร์ด้วยวิธี PRK และได้ติดตามการรักษาทั้งหมด 149 ตาเป็นเวลา 1 ปี และ 59 ตาเป็นเวลา 2 ปีภายหลังการรักษาเป็นเวลา 1 ปีพบว่า 89% ของตาทั้งหมดที่ได้รับการรักษาสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (uncorrected visual acuity)ได้ 20/40 หรือดีกว่า และ 79% ยังคงมีสายตาผิดปกติเหลืออยู่ในช่วง $\pm$ 1.0 ไดออปเตอร์จากค่าที่คาดหวังไว้ ภายหลังการรักษาแล้ว 2 ปีพบว่า 92% ของตาทั้งหมดที่ได้รับการรักษาสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ 20/40 หรือดีกว่า และ 86% ยังคงมีสายตาผิดปกติเหลืออยู่ในช่วง $\pm$ 1.0 ไดออปเตอร์จากค่าที่คาดหวังไว้ Talley และคณะ[2] รายงานการติดตามผลการรักษาเป็นเวลา 1 ปีก็ได้ผลใกล้เคียงกัน แม้ว่าจะทำการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่มีจำนวนน้อยกว่าก็ตาม

Epstein และคณะ[3] ได้ติดตามผลการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ด้วยวิธี PRK ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นไม่เกิน -7.50 ไดออปเตอร์ จำนวน 495 ตาเป็นเวลา 2 ปีโดยใช้เครื่องของบริษัทซัมมิตเทคโนโลยี (Summit Technology, Waltham, MA) เป็นเวลา 2 ปีหลังการผ่าตัดพบว่า 91% ของตาทั้งหมดที่ได้รับการผ่าตัดสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ 20/40 หรือดีกว่า และ 87.5% ยังคงมีสายตาผิดปกติเหลืออยู่ไม่เกิน $\pm$1.00 ไดออปเตอร์จากสายตาปกติ ในการศึกษาของ Epstein และคณะนั้นมีเพียง 2 ตาเท่านั้นที่การมองเห็นซึ่งวัดโดยวิธีของ Snellen ลดลงจากเดิมก่อนผ่าตัด 1 แถว แต่ไม่มีตาใดเลยที่การมองเห็นซึ่งวัดโดยวิธีของ Snellen ลดลงกว่าเดิม 2 แถว อีกรายงานหนึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติระหว่างค่าสายตาเฉลี่ยในผู้ป่วยรายเดียวกันที่เวลา 2 ปีและ18 เดือนหลังการผ่าตัด[4] ซึ่งผู้รายงานได้ให้ข้อสรุปว่าสายตาภายหลังการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นด้วยวิธี PRK นั้น สายตาจะค่อยๆ ดีขึ้นช้าๆ และอยู่ในสภาพอยู่ตัวที่ประมาณ 18 ถึง 24 เดือนหลังการผ่าตัดพบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่มีผลการรักษาดีที่สุดคือกลุ่มที่มีสายตาสั้นน้อยกว่า 3.9 ไดออปเตอร์

O' Brart และคณะ[5] ใช้เครื่องเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ยี่ห้อซัมมิตทำ PRK เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแผลผ่าตัดที่กระจกตามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 และ 5 มิลลิเมตร (corneal abration zone) พบว่าผลของสายตาและการเกิดแผลเป็นที่กระจกตาไม่แตกต่างกัน แต่ปัญหาเรื่องการมองเห็น halo พบได้มากกว่าในกลุ่มที่ใช้แผลมีขนาด 5 มิลลิเมตร

การทำ PRK ในผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นมาก เช่น สั้นมากกว่า 10 ไดออปเตอร์ภายหลังการผ่าตัดสามารถพบภาวะสายตาคืนสภาพ (regression), แผลเป็นที่กระจกตา (corneal scarring), สายตาซึ่งเมื่อแก้ไขด้วยแว่นแล้ว (best-corrected visual acuity) ลดลงจากเดิมข้อมูลที่หลายสถาบันซึ่งใช้เครื่องเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ยี่ห้อ VISX ได้ทำงานวิจัยร่วมกันเพื่อผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นตั้งแต่ -8.00 ไดออปเตอร์ ถึง -15.25 ไดออปเตอร์[6] ทั้งหมด 47 ตา พบว่าหลังการผ่าตัด 6 เดือนมีเพียง 40% ของตาทั้งหมดเท่านั้นที่ยังมีสายตาผิดปกติเหลืออยู่ในช่วง $\pm 1$ ไดออปเตอร์จากค่าที่คาดหวังไว้ 15% ของตาที่ทำการรักษามีสายตาซึ่งเมื่อแก้ไขด้วยแว่นแล้วลดลงจากเดิม 2 แถวและ 23% ต้องทำผ่าตัดซ้ำอีกครั้งเนื่องจากภาวะสายตาคืนสภาพหรือเพราะยังมีสายตาสั้นเหลืออยู่ (undercorrection) Roger และคณะ[7] พบว่าการเกิดแผลเป็นที่กระจกตาและภาวะสายตาคืนสภาพเมื่อรักษาสายตาสั้นที่สั้นมากตั้งแต่ -10.25 ไดออปเตอร์ ถึง -20.50 ไดออปเตอร์มีอัตราสูงถึง 50 %

ผู้ผลิตเครื่องเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ยี่ห้อAesculap-Meditec ของประเทศเยอรมันนีปรับเปลี่ยนการทำ PRK เพื่อพยายามลดอัตราการเกิดภาวะสายตาคืนสภาพภายหลังการผ่าตัดในผู้ป่วยสายตาสั้นมากๆ ให้น้อยลงโดยใช้ tapered transition zones ซึ่งพบว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ[8] มีผู้ตั้งข้อสันนิษฐานว่าการใช้ tapered transition zones ทำให้ได้แผลที่มีขอบเรียบมากยิ่งขึ้น เป็นผลให้ epithelial healing และ stromal remodelling เกิดขึ้นน้อยลง แต่ข้อสันนิษฐานนี้ไม่สอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ และยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง tapered และ nontapered abration zones ว่าจะมีผลแตกต่างกันอย่างไร Krueger และคณะ[9] ได้รายงานผลการวิจัยซึ่งทำผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นมากตั้งแต่ -10.37 ไดออปเตอร์จนถึง -24.50 ไดออปเตอร์โดยใช้ multiple zone จำนวน 14 ตา พบว่าเกิดภาวะสายตาคืนสภาพที่รุนแรง นอกจากนั้นยังพบฝ้าที่กระจกตาและสายตาซึ่งเมื่อแก้ไขด้วยแว่นแล้วกลับแย่ลงกว่าเดิม โดยพบ 3 รายที่มีสายตาซึ่งเมื่อแก้ไขด้วยแว่นแล้วลดลงกว่าเดิม 2 แถวหรือมากกว่า เขาได้ตั้งข้อสังเกตุว่าผลการรักษาซึ่งไม่พึงปรารถนานั้นเกิดขึ้นร่วมกับการพ่นแก๊สไนโตรเจนร่วมในการทำ PRK

ผู้ป่วยที่เกิดภาวะสายตาคืนสภาพ หรือแก้ไขน้อยเกินไปทำให้สายตายังสั้นอยู่ภายหลังทำ PRK สามารถผ่าตัดด้วยเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ซ้ำอีกครั้ง การรักษาซ้ำไม่ได้ทำให้กระจกตาเป็นฝ้าเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมเสมอไป แต่ผลของสายตาที่ได้จากการผ่าตัดนั้นจะด้อยกว่าการผ่าตัดเพียงครั้งเดียว[10-12]

การศึกษาเปรียบเทียบผลของการรักษาระหว่างเครื่องสองยี่ห้อได้แก่ ซัมมิตและVISX[13] โดยใช้แผลที่กระจกตามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรเท่ากัน

พบว่าได้ผลใกล้เคียงกัน สายตาสั้นที่แก้ไขไม่หมด (residual myopia) หลังการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยวิธีกรีดกระจกตา (radial keratotomy) สามารถแก้ไขได้ด้วยการทำ PRK[14]

นอกจากเครื่องเอ็กไซเมอร์สองยี่ห้อที่กล่าวถึงแล้ว ยังมียี่ห้ออื่น ได้แก่ Nidek (Gamagori, Japan), Schwind GmbH (Kleinostheim, Germany) และ Technolas (Grafelfing, Germany)

การผ่าตัดแก้ไขสายตาเอียงโดยใช้เอ็กไซเมอร์-เลเซอร์อาจทำได้โดยใช้อุปกรณ์ช่วยปรับขนาดและรูปร่างของลำแสงเลเซอร์หรือ abratable masks[15-18] การแก้ไขสายตาสั้นที่มีสายตาเอียงร่วมด้วยจำนวน 139 ตา โดยมีสายตาเอียงไม่เกิน 6.00 ไดออปเตอร์ พบแนวโน้มที่จะเกิดสายตาเอียงยังเหลืออยู่เนื่องจากแก้ไขน้อยเกินไป (undercorrection)[18] การศึกษานี้ใช้เครื่องของ VISX ที่ 6 เดือนหลังการผ่าตัด 68% มีสายตาอยู่ในช่วง $\pm 1$ ไดออปเตอร์จากสายตาปกติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับการแก้ไขสายตาสั้นอย่างเดียว เป็น 87% การแก้ไขสายตาเอียงแบบ irregular astigmatism ทำได้ยากกว่ามาก แต่อาจทำได้โดยใช้รูปแบบของ phototherapeutic abration ร่วมกับ photorefractive abration[19] มีบางคนนำเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ไปใช้แก้สายตาเอียงที่เกิดจากการผ่าตัดเปลี่ยนกระจกตา แต่ไปผลที่ไม่แน่นอนและไม่สามารถพยากรณ์ผลได้อย่างมาก[20] วิธีพ่นแก๊สไนโตรเจนไปที่แผลขณะทำ PRK ที่เคยใช้อยู่ในเครื่องของ VISX นั้น ขณะนี้ได้เลิกใช้ไปแล้วเพราะพบว่าทำให้เกิดผลกระทบต่อสายตาและความใสของกระจกตา[21]

การใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์เพื่อควบคุมภาวะคืนสภาพของแผลที่กระจกตาภายหลังการทำ PRK นั้นยังไม่มีข้อสรุปแน่นอนในขณะนี้ ในหลายๆ แห่งจะใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์เฉพาะรายที่แก้ไขสายตาที่มากกว่า 4.00 ไดออปเตอร์หรือในรายที่เกิดภาวะสายตาคืนสภาพ การศึกษาแบบไปข้างหน้า(prospective) ที่ทำในกลุ่มที่ใช้เครื่องของซัมมิต[22] ปรากฏว่าภาวะสายตาคืนสภาพจะพบได้น้อยลงในช่วงเวลาที่ใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์อยู่ แต่ผลของยาจะคงอยู่ได้ไม่เกิน 3 เดือนภายหลังหยุดหยอดยาแล้ว ซึ่งสนับสนุนว่ามีข้อจำกัดในการใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์ภายหลังการทำ PRK และไม่จำเป็นต้องใช้ในกลุ่มที่มีสายตาสั้นน้อย การศึกษาแบบย้อนหลัง (retrospective) ซึ่งใช้เครื่องของซัมมิตโดย Fagerholm และคณะ[23] พบว่าการใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์ช่วยให้ได้ผลของสายตาที่ดีกว่าและโอกาสที่สายตาจะคืนสภาพก็น้อยกว่าด้วย

การใช้ยาหยอดตาต้านการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (topical nonsteroidal anti-inflammatory drugs) นอกจากจะช่วยลดอาการปวดหลังการผ่าตัด (เมื่อใช้ร่วมกับเลนส์สัมผัสชนิดนิ่ม)ได้แล้วยังช่วยลดการเกิดภาวะสายตาคืนสภาพ (เมื่อใช้ร่วมกับยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์) ได้ด้วย[24] ปัจจุบันกำลังมีความพยายามที่จะนำเอ็กไซเมอร์เลเซอร์มาใช้เพื่อแก้ไขสายตายาว แต่ยังอยู่ในขั้นทดลอง คงต้องมีการศึกษาเพื่อติดตามผลในระยะยาวกันต่อไป

## Laser in Situ Keratomileusis : LASIK

วิธีนี้เดิมที่เป็นวิธีที่นำมาใช้เพื่อแก้ไขสายตาสั้นที่สั้นมากๆ โดยใช้เครื่องฝานกระจกตา (automated microkeratome) ด้วยวิธีนี้แพทย์จะฝานกระจกตาเป็นฝาเปิดที่มีบานพับมีขนาด 8x9 มิลลิเมตร หนา 150 ไมโครเมตร จากนั้นจะทำฉายเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ทำPRK ลงบนเนื้อกระจกตาที่อยู่ใต้ต่อฝากระจกตาที่เปิดฝาขึ้นแล้วปิดฝาซึ่งเป็นผิวกระจกตาที่ฝานไว้กลับลงไปที่เดิมโดยไม่ต้องเย็บแผล ในช่วงแรกผลการรักษาดูจะเป็นที่น่าพอใจสำหรับการแก้ไขสายตาสั้น มีอาการปวดหรือเคืองตาหลังการผ่าตัดน้อยมากและไม่ทำให้กระจกตา

เป็นฝ้าด้วย การทำ LASIK ต้องใช้ทักษะมากกว่าและอาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงได้มากกว่า PRK Pallikaris และ Siganos[25] ได้ทำการศึกษาตาที่ทำ PRK จำนวน 10 ตาเปรียบเทียบกับตาที่ทำ LASIK จำนวน 10 ตา โดยมีค่าสายตาสั้นก่อนการรักษาตั้งแต่ -10.6 ไดออปเตอร์ถึง -25.8 ไดออปเตอร์ พบว่าการทำ LASIK จะได้ผลสายตาที่สามารถคาดหวังได้ดีกว่าการทำ PRK เมื่อติดตามการรักษาเป็นเวลา 1 ปี การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่ใหญ่ขึ้นที่แก้ไขสายตาสั้นด้วยวิธี LASIK ในช่วงระหว่าง -6.13 ไดออปเตอร์ถึง -21.75 ไดออปเตอร์จำนวน 47 ตา[26] พบว่า manifest spherical equivalent เท่ากับ -0.63 ไดออปเตอร์ที่เวลา 6 เดือนหลังการผ่าตัดและสายตายังคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงที่เวลา 24 เดือนหลังการผ่าตัด

## Holmium: YAG Laser Thermokeratoplasty

เป็นวิธีผ่าตัดแก้ไขสายตายาวโดยใช้ความร้อนซึ่งเกิดจากโฮลเมียมแย๊กเลเซอร์เพื่อทำให้กระจกตาส่วนกลางมีความโค้งชันเพิ่มขึ้น (steepening the central cornea)โดยจี้โฮลเมียมแย๊กเลเซอร์จำนวน 8 หรือ 16 จุดเป็นแนววงกลมที่กระจกตาส่วนรอบนอก (peripheral cornea) แต่ละจุดจะใช้เลเซอร์จำนวน 25 นัด เมื่อติดตามการรักษาเป็นเวลา 1 ปีพบว่าวิธีนี้สามารถแก้สายตายาวได้ แต่สายตาจะคืนสภาพกลับเป็นสายตายาวอย่างเดิมทุกราย[27]

## ภาวะแทรกซ้อนและผลที่ไม่พึงประสงค์

ผลที่ไม่พึงประสงค์จากการใช้เอ็กไซเมอร์เลเซอร์ทำ PRK อาจแบ่งออกเป็นผลที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดในขณะผ่าตัด (intraoperaative complications), ระยะแรกหลังการผ่าตัดและระยะยาวหลังการผ่าตัด(early and late postoperative complications)[28,29] และอาจแบ่งย่อยออกเป็นกลุ่มที่แก้ไขสายตาผิดปกติขนาดน้อยและมากอีกก็ได้

การที่ผู้ป่วยส่ายหน้าหรือกรอกตาขณะกำลังผ่าตัดเป็นภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นในขณะผ่าตัดที่พบได้บ่อยที่สุดในการทำ PRK แต่อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนที่เกินกว่า 1 มิลลลิเมตรซึ่งเกิดจากการกรอกตาพบได้น้อยมาก Seiler และคณะ[29] พบว่าโดยทั่วไปแล้วแผลผ่าตัดที่ไม่ตรงจุดศูนย์กลางของกระจกตา (eccentric ablation zones) จะทำให้การมองเห็นแย่ลงเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีแสงสะท้อน (glare environment )

อาการปวดเป็นผลที่ไม่พึงประสงค์ในระยะแรกหลังผ่าตัดที่พบได้บ่อยที่สุดในการทำ PRK การใช้ยาหยอดตาต้านการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (topical nonsteroidal anti-inflammatory drugs) ร่วมกับการใส่เลนส์สัมผัสชนิดนิ่มทันทีหลังทำ PRK ช่วยลดอาการปวดได้ผลดีมากถึงขนาดที่ไม่จำเป็นต้องกินยาแก้ปวดเลย[30,31] แม้ว่าวิธีที่กล่าวนี้จะสามารถลดอาการปวดหลังการผ่าตัดได้ผลดีมาก แต่ผู้ป่วยจำเป็นจะต้องสวมใส่เลนส์สัมผัสชนิดนิ่มนี้ตลอดเวลาและต่อเนื่องกันโดยไม่ถอดออกรวมทั้งในขณะนอนหลับด้วย ซึ่งกลับจะเป็นการเพิ่มโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดแผลกระจกตาอักเสบติดเชื้อและ sterile corneal infiltrates[32] ได้มากขึ้น

กระจกตาอักเสบติดเชื้อเป็นภาวะแทรกซ้อนในระยะแรกหลังการผ่าตัดที่พบได้น้อย มีรายงานว่าพบผู้ป่วย 1 รายอายุ 71 ปีมีกระจกตาส่วนกลางเป็นแผลอักเสบติดเชื้อแบคทีเรีย และผู้ป่วยรายนี้มีการอักเสบของเปลือกตาร่วมด้วย[33] ผู้ป่วยรายนี้จึงเป็นข้อเตือนใจให้จักษุแพทย์ต้องดูแลผู้ป่วยที่ใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์ภายหลังการทำ PRK อย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีปัจจัยเสี่ยง เช่น มีน้ำตาน้อยหรือมีเปลือกตาอักเสบร่วมด้วยอยู่ก่อนแล้วเป็นต้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแผลกระจกตาบริเวณที่ผ่าตัดจะมีความรู้สึก (corneal sensitivity) ลดน้อยลงเป็นเวลาอย่างน้อย

1 เดือน[34]

รูปลักษณ์ของกระจกตาชั้นผิวซึ่งเกิดจากการคืนสภาพของเนื้อเยื่อบุผิวกระจกตา (healed corneal epithelium) จะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าจะไม่มีเยื่อบาวแมน (Bowman's membrane) เหลืออยู่ในกระจกตาส่วนที่ฉายด้วยแสงเลเซอร์[35] การเกิดรอยโรคลักษณะเป็นจุดๆ (dot like lesions) อยู่ที่เนื้อเยื่อบุผิวกระจกตาและเนื้อเยื่อบุผิวกระจกตาหลุดซ้ำซาก (recurrent corneal epithelial erosions) ภายหลังการทำ PRK อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจาก regeneration ของ corneal epithelial basal membrane ผิดปกติ[36] การที่ขอบแผลที่กระจกตาไม่สม่ำเสมอหรือไม่เรียบก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดการหักเหแสงเป็นผลให้มองเห็นภาพบิดเบี้ยวได้ (optical aberrations)[37]

ภาวะแทรกซ้อนในระยะแรกหลังการผ่าตัดอีกอย่างที่อาจพบได้ ได้แก่ความดันภายในตาเพิ่มขึ้นในรายที่ใช้ยาหยอดตาคอร์ติโคสเตียรอยด์ (corticossteroid induced increased intraocular pressure) ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ซึ่งได้มีการรายงานภาวะแทรกซ้อนนี้เป็นจำนวนมากนับตั้งแต่เริ่มมีการทำ PRK ใหม่ๆ แล้วและมักจะพบอุบัติการณ์ได้สูงขึ้นในรายที่มีสายตาสั้นมาก[29,38]

การวัดความดันภายในตาด้วย Goldmann applanation tonometer อาจได้ค่าความดันภายในตาที่ต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากการผ่าตัดทำให้กระจกตาส่วนกลางบางตัวลงและมีความโค้งน้อยลง[39]

ภาวะแทรกซ้อนในระยะยาวหลังการผ่าตัดได้แก่ กระจกตาเกิดแผลเป็นอย่างถาวร (permanent corneal scars) ซึ่งทำให้การมองเห็นลดลง, ภาวะสายตาคืนสภาพ การเกิดแผลเป็นที่กระจกตานั้นสัมพันธ์กับความลึกของแผลผ่าตัดซึ่งจะพบอุบัติการณ์ของการเกิดภาวะสายตาคืนสภาพได้สูงขึ้นในรายที่แก้ไขสายตาที่สั้นมากกว่า -6.0 ไดออปเตอร์ขึ้นไป[29] ด้วยเหตุที่มักจะพบภาวะสายตาคืนสภาพได้บ่อยในผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นมากๆ ดังนั้นการแก้ไขสายตาสั้นที่ยิ่งสั้นมากเท่าไร ก็ยิ่งมีโอกาสที่จะต้องทำการรักษาซ้ำ(retreatment) เพราะเกิดแผลเป็นที่กระจกตาหรือสายตาคืนสภาพมากขึ้นเท่านั้น มีรายงานกรณีประหลาดซึ่งเกิดสายตายาวซึ่งสายตานั้นยาวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องภายหลังการผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยวิธี PRK[40]

รอยแผลผ่าตัดที่ไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของกระจกตา(decentration of the ablation zone) ซึ่งมักจะเกิดจากผู้ป่วยไม่จ้องมองนิ่งๆ ในขณะที่ทำผ่าตัดแล้วยังขึ้นกับทักษะและประสบการณ์ของผู้ทำผ่าตัดด้วย ระบบ tracking ซึ่งปัจจุบันมีใช้อยู่ในเครื่องเอ็กไซ-เมอร์เลเซอร์รุ่นใหม่ๆ หลายยี่ห้อน่าจะช่วยทำให้รอยแผลผ่าตัดอยู่ตรงจุดศูนย์กลางของกระจกตาได้ดีขึ้น Amano และคณะ ได้ทำการศึกษาโดยใช้ videokerato graphs เพื่อแสดงให้เห็นว่า รอยแผลผ่าตัดที่ไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของกระจกตานั้นมีแนวโน้มที่จะเลื่อนลงต่ำ (downward decentration) มากถึง 85% ในตาที่ทำ PRK จำนวน 60 ตา และรอยแผลผ่าตัดที่ไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของกระจกตานี้ไม่ได้มีผลต่อสายตาอย่างมีนัยสำคัญ Lin[42] ไม่พบแนวโน้มที่จะเลื่อนลงต่ำอย่างที่ Amano และคณะพบ แต่เขาพบว่ารอยแผลผ่าตัดจะตรงกับจุดศูนย์กลางของกระจกตามากขึ้นถ้าผู้ทำผ่าตัดมีทักษะและประสบการณ์มากขึ้น

Central islands เป็นบริเวณส่วนกลางของแผลผ่าตัดที่กระจกตาซึ่งเป็นบริเวณกระจกตาที่มีความโค้งเพิ่มมากขึ้น (steepening of the central part of the ablated zone) เป็นผลให้การมองเห็นลดลงและการวัดแว่น (refraction) ได้ผลที่เชื่อถือไม่ได้เลย ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเพราะเหตุใดจึงเกิด central islands แต่สันนิษฐานว่าอาจจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในกระจกตา (corneal hydration) ในขณะ

ที่ทำผ่าตัด[42]

Glare และ halo จะทำให้เกิดปัญหาในสิ่งแวดล้อมที่มีแสงสว่างน้อย ซึ่งจะเกิดเป็นปัญหาได้มากกว่าถ้าใช้แผลผ่าตัดที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น 4 มิลลิเมตร ดังเช่นที่ใช้ในช่วงก่อนหน้านี้[43] แต่ในปัจจุบันพบปัญหานี้ได้น้อยลงเพราะโดยทั่วไปได้เปลี่ยนมาใช้แผลผ่าตัดขนาดใหญ่ขึ้นเป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร กันหมดแล้ว แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าแผลผ่าตัดขนาด 6 มิลลิเมตร จะให้ผลการมองเห็นที่ด แต่ทั้ง static และ dynamic contrast sensitivity functions ยังคงลดลงมากในช่วงเดือนแรกหลังการผ่าตัด และกลับค่อยๆ ดีขึ้นประมาณ 6 เดือนหลังการผ่าตัด[44]

การศึกษาเกี่ยวกับเซลบุผิวด้านในกระจกตา (corneal endothelium) ไม่พบว่ามีจำนวนลดลงภายหลังการทำ PRK แต่อย่างใด[45-47]

## สรุป

การผ่าตัดแก้ไขสายตาสั้นโดยใช้แสงเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ด้วยวิธี PRK เป็นวิธีรักษาที่ปลอดภัย คาดหวังผลได้ดี และมีผลสายตาที่คงสภาพเมื่อใช้ในกลุ่มผู้ป่วยสายตาสั้นน้อยหรือสั้นปานกลางคือมีสายตาสั้น -6.00 ไดออปเตอร์หรือน้อยกว่า แต่ PRK เป็นวิธีรักษาที่ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในกลุ่มผู้ป่วยสายตาสั้นที่มีสายตาสั้นมากๆ การผ่าตัดแก้ไขสายตายาวโดยใช้แสงเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ด้วยวิธี PRK ยังอยู่ในระหว่างการศึกษาทดลองเช่นเดียวกับ LASIK และ hollmium:YAG thermokeratoplasty ส่วนวิวัฒนาการใหม่ๆ อย่างเช่น solid-state laser ก็เพิ่งจะเริ่มนำมาใช้ในงานวิจัยที่ทำในมนุษย์เท่านั้น

## อ้างอิง


1. Maguen E, Salz JJ, Nesburn AB, Warren C, Macy JI, Papaioannou T, Hofbauer J, Berlin MS. Result of excimer laser photorefractive keratectomy for the correction of myopia. Ophthalmology 1994 Sep; 101 (9):1548-57
2. Talley AR, Hardten DR, Sher NA, Kim MS, Doughman DJ, Carpel E, Ostrov CS, Lane SS, Parker P, Lindstrom RL. Results one year after using the 193-nm excimer laser photorefractive keratectomy in mild to moderate myopia. Am J Ophthalmol 1994 Sep 15;118 (3) :304-11
3. Epstein D, Fagerholm P, Hamberg- Nystrom H, Tengroth B. Twenty-four-month follow-up of excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. Refractive and visual acuity results. Ophthalmology 1994 Sep; 101 (9) :1563-4
4. Tengroth B, Epstein D, Fagerholm P, Hamberg-Nystrom H, Fritzsimmons TD. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia Clinical results in sighted eyes. Ophthalmology 1993 May; 100(5):739-45
5. O'Brart DP, Gartry DS, lohmann CD, Muir MG, Marshall J. Exsimer laser photorefractive keratectomy for myopia: comparision of 4.00 and 5.00-milllimeter ablation zones. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10 (2):87-94
6. Sher NA, Hardten DR, Fundingsland B, DeMarchi J, Carpel E, Doughman DJ, Lane SS, Ostrov C, Eiferman R, Frantz JM. 193-nm. Excimer photorefractive keratectomy in high myopia. Ophthalmology

1994 Sep; 101(9):1575-82

7. Rogers CM, Lawless MA, Cohen PR. Photorefractive keratectomy for myopia of more than - 10 diopter. J Refract Corneal Surg1994;10(2 Suppl):S171-73
8. Dausch D, Klein R, Schroder E, Dausch B. Excimer laser photorefractive keratectomy with tapered transition zone for high myopia. A preliminary report of six cases J Cataract Refract Surg 1993 Sep;19(5):590-4
9. Krueger RR, Talamo JM, McDonald MB, Varnell RJ, Wagoner MD, McDonnell P.J Clinical analysis of excimer laser photorefractive keratectomy using a multiple zone technique for severe myopia. Am J Ophthalmol 1995 Mar; 119(3):263-74
10. Epstein D, Tengroth B, Fagerholm P, Hamberg-Nystrom H. Excimer retreatment of regression after photorefractive keratectomy. Am J Ophthalmol 1994 Apr 15; 117(4): 456-61
11. Lawless MA, Cohen PR, Rogers CM. Retreatment of undercorrected photorefractive keratectomy for myopia. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10(2 Suppl):S174-7
12. Loewenstein A, Lipshitz I,Lazar M. Scraping of epithelium for treatment of undercorrection and haze after photorefractive keratectomy . J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10(2 Suppl): S274-6
13. Hamberg-Nystrom H, Fagerholm P, Tengroth B, Epstein D. Photorefractive keratectomy for low myopia at 5 mm treatment diameter. A comparision of two excimer lasers. Acta Ophthalmol 1994 Aug; 72(4):453-6
14. Meza J, Perez-Santoja JJ, Moreno E, Zato MA. Photorefractive keratectomy after radial keratotomy. J Cataract Refract Surg 1994 Sep; 20(5):485-9
15. Hersh PS, Pate R, Correction of myopia and astigmatism using an ablatable mask. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10 (2 Suppl):S250-4
16. Cherry PM, Tutton MK, Bell A, Neave C, Fichte C. Treatment of myopic astigmatism with photorefractive keratectomy using an erodible mask. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10 (2 Suppl):S239-45
17. Colliac JP, Shammas HJ, Bart DJ. Photorefractive keratectomy for the correction of myopia and astigmatism. Am J Ophthalmol 1994 Mar 15; 117(3): 369-80
18. Taylor HR, Kelly P, Alpins N. Excimer laser correction of myopic astigmatism. J Cataract Refract Surg 1994 Mar; 20(Suppl):243-51
19. Gilbralter R, Trokel SL. Correction of irregular astigmatism with the excimer laser. Ophthalmology 1994 Jul; 101(7):1310-5
20. John ME, Martins E, Cvintal T, Mellor Filho A, Soter F, Barbosa de Sausa MC, Boleyn KL, Ballew C. Photorefractive keratectomy following penetrating keratotomy. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10(2

Suppl):S206-10

21. Maguen E, Nesburn AB, Papaioannou T, Salz JJ ,Macy JI, Warren C. Effect of nitrogen flow on recovery of vision after excimer laser photorefractive keratectomy without nitrogen flow. J Refract Corneal Surg 1994 May-Jun; 10(3):321-6
22. O'Brart DP, Lohmann CP, Klonos G, Corbett MC, Pollock WS, Kerr-Muir MG, Marshall J. The effect of topical corticosteroids and plasmin inhibitors on refractive outcome, haze and visual performance after photorefractive keratectomy. A ophthalmology 1994 Sep; 101(9):1565-74
23. Fagerholm P,Hamberg-Nystrom H,Tengroth B,Epstein D. Effect of postoperative steroids on the refractive outcome of photorefractive keratectomy for myopia with the Summit excimer laser. J Cataract Refract Surg 1994 Mar; 20(Suppl):212-5
24. Arshinoff S,D'Addario D,Sadler C,Bilotta R, Johnson TM. Using of topical nonsteroidal anti-inflammatory drugs in excimer laser photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 1994 Mar; 20(Suppl):216-22
25. Pallikaris IG, Siganos DS. Excimer laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for correction of high myopia. J Refract Corneal Surg 1994 Sep-Oct; 10(5):498-510
26. Brint SF, Ostrick DM, Fisher C, Slade SG, Maloney RK, Epstein R, Stulting RD, Thompson KP. Six-month results of the multicenter phase I study of excimer laser myopic keratomileusis. J Cataract Refract Surg 1994 Nov; 20(6):610-5
27. Durrie DS, Schumer DJ, Cavanaugh TB. Holmium:YAG laser thermokeratoplasty for hyperopia. J Refract Corneal Surg 1994; 10(2 Suppl):S277-80
28. tevens J,Steele A. Indications,results and complications of refractive corneal surgery with lasers. Curr Opin Ophthalmol 1994; 4:91-8
29. Seiler T, Holschbach A, Derse M, Jean B,Genth U. Complications of myopic photorefractive keratectomy with the excimer laser. Ophthalmology 1994 Jan; 101(1):153-60
30. Cherry PM, Tutton MK, Adhikari H, Banerjec D, Garston B, Hayward JM, Ramsell T, Tolia J, Chipman ML, Bell A. The treatment of pain following photorefractive keratectomy. J Refract Corneal Surg 1994; 10(2 Suppl):S222-5
31. Stein R, Stein HA, Cheskes A, Symons S. Photorefractive keratectomy and postoperative pain. Am J Ophthalmol 1994 Mar 15; 117(3):403-5
32. Sher NA, Krueger RR, Teal P, Jans RG, Edmimson D. Role of topical corticosterooids and nonsteroidal anti-inflammatory drugs in the etiology of stromal infiltrates after excimer photorefractive keratectomy . J Refract

Corneal Surg 1994 Sep-Oct; 10(5):587-8

33. Sampath R, Ridgway AE, Leatherbarrow B. Bacterial keratitis following excimer laser photorefractive keratectomy : a case report. Eye 1994; 8(4):481-2
34. Ishikawa T, Park SB, Cox C, del Cerro M, Aquavella JV. Corneal sensation following excimer laser photorefractive keratectomy in humans. J Refract Corneal Surg 1994 Jul-Aug; 10(4):417-22
35. Amano S, Shimizu K, Tsubota K. Specular microscopic evaluation of the corneal epithelium after excimer laser photorefractive keratectomy . Am J Ophthalmol 1994 Mar 15;117(3):381-4
36. Busin M, Meller D. Corneal epithelial dots following excimer laser photorefractive keratectomy . J Refract Corneal Surg 1994 May-Jun; 10(3):357-9
37. Maguire LJ, Bechara S. Epithelial distortions at the ablation zone margin after excimer laser photorefractive keratectomy for myopia. Am J Ophthalmol 1994 Jun 15; 117(6):809-10
38. Kim JH, Sah WJ, Hahn TW, Lee YC. Some problems after photorefractive keratectomy . J Refract Corneal Surg 1994; 10(2 Suppl):S226-30
39. Phelan PS, McGhee CN, Bryce IG. Excimer laser PRK and corticosteroid induced IOP elevation: the tip of an emerging iceberg? Br J Ophthalmol 1994 Oct; 72(10):802-3
40. Krueger RR, McDonnell PJ. Progressive hyperopia after excimer laser refractive keratectomy. Am J Ophthalmol 1994 May 15; 117(5):668-70
41. Amano S,Tanaka S,Shimizu K. Topographical evaluation of centration of excimer laser myopic photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 1994 Nov; 20(6): 616-9
42. Lin DT. Corneal topographic analysis after excimer photorefractive keratectomy. Ophthalmology 1994 Aug; 101(8):1432-5
43. O'Brart DP, Lohmann CP, Fitzke FW, Smith SE, Kerr-Muir MG, Marshall J. Night vision after excimer laser photorefractive keratectomy :haze and halos. Eur J Ophthalmol 1994 Jan-Mar;4(1):43-51
44. Ambrosio G, Cennamo G, De Macro R, Loffredo L, Rosa N, Sebastiani A. Visual function before and after photorefractive keratectomy for myopia. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10(2):129-36
45. Perez-Santonja JJ, Meza J, Moreno E, Garcia-Hernandez MR, Zato MA. Short-term corneal endothelial changes after photorefractive keratectomy. J Refract Corneal Surg 1994; 10(2 Suppl):S194-8
46. Amano S, Shimizu K. Corneal endothelial changes after excimer laser photorefractive keratectomy. Am J Ophthalmol 1993 Dec 15; 116(6):692-4
47. Cennamo G, Rosa N, Guida E, Del Prete A, Sebastiani A. Evaluation of corneal thickness and endothelial cells before and after excimer laser photorefractive keratectomy. J Refract Corneal Surg 1994 Mar-Apr; 10(2): 137-41