

**DEPARTEMEN ILMU KESEHATAN MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS PADJADJARAN
PUSAT MATA NASIONAL RUMAH SAKIT MATA CICENDO
BANDUNG**

Sari Kepustakaan : *Photorefractive Keratectomy*

Penyaji : Anisha Sefina Priatna

Pembimbing : Emmy Dwi Sugiarti, dr., SpM(K), MKes.

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh
Pembimbing



Emmy Dwi Sugiarti, dr., SpM(K), MKes.

Kamis, 15 Desember 2022

Pukul 08.15 WIB

I. Pendahuluan

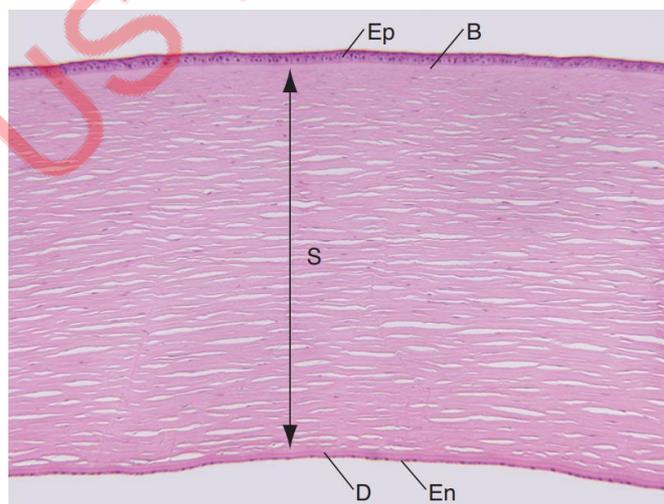
Kelainan refraksi yang tidak terkoreksi dapat menyebabkan gangguan penglihatan. Pada tahun 2020, terdapat sekitar 2620 juta populasi menderita gangguan refraksi, dan akan meningkat pada tahun 2030.¹ Dibandingkan dengan penggunaan kacamata dan lensa kontak, bedah refraksi cenderung memperbaiki kelainan dalam sekali dan seumur hidup. Dewasa ini, teknik dan teknologi bedah refraksi sangat beragam. Prosedur bedah refraktif terbagi menjadi kornea, skleral, dan intraokular. Secara teknik, bedah refraktif kornea terbagi menjadi insisi, *excimer laser*, *non laser lameral*, *collagen shrinkage*, dan *collagen cross linking*. Teknik excimer laser terbagi menjadi *surface ablation* dan lamelar.^{2,3}

Photorefractive Keratectomy (PRK) adalah bedah refraktif pertama yang menggunakan *excimer laser* untuk ablasi permukaan yang disetujui oleh US Food and Drug Administration (FDA) pada tahun 1996. PRK terbukti menjadi tindakan bedah refraksi yang aman dan efektif untuk menangani miopia, hiperopia, dan astigmatisme. Jumlah Tindakan PRK menurun dengan semakin populernya laser in situ keratomileusis (LASIK), yaitu pada kondisi ketebalan kornea yang tidak memadai atau kelainan pada kornea.³⁻⁵ Sari kepustakaan ini bertujuan untuk menjelaskan mengenai PRK sebagai salah satu pilihan untuk mengoreksi kelainan refraksi dalam bedah refraksi.

II. Anatomi Kornea

Kornea merupakan komponen refraksi utama yang memfokuskan cahaya menuju retina. Modifikasi bentuk dari kornea memegang peranan penting dalam perubahan status refraksi pada mata. Kornea memiliki struktur yang transparan dan secara histologis terdiri dari lima lapisan jaringan. Indeks refraksi kornea sebesar 1,376 dengan kekuatan refraksi sebesar 45 Dioptri (D), kornea menghasilkan sebagian besar daya refraksi mata yaitu sebesar 58,60 D. Ketebalan kornea pada bagian tengah sebesar 500-600 μm dan bertambah tebal ke arah perifer secara bertahap. Kepadatan ujung persyarafan pada kornea merupakan yang tertinggi dalam tubuh manusia.⁶⁻⁸

Kornea secara histologis terdiri dari lima lapisan yaitu lapisan Epitel, lapisan Bowman, lapisan Stroma, lapisan Membran Descemet, dan lapisan Endotel. Lapisan epitel memiliki ketebalan 5-10% dari total ketebalan kornea. Setiap harinya, sel epitel akan bermigrasi sebanyak 2 mm. Lapisan Bowman memiliki fungsi pertahanan keratosit stroma terhadap faktor pertumbuhan yang dihasilkan oleh sel epitel. Apabila ada kerusakan pada lapisan Bowman akan membentuk jaringan sikatrik dan tidak dapat beregenerasi. Stroma merupakan lapisan paling tebal pada kornea. Ketebalannya berkontribusi sekitar 90%. Tingkat kepadatan dari Stroma akan menurun sesuai dengan usia. Membran Descemet merupakan membran basal endotel kornea yang bertambah tebal seiring usia. Ketebalannya akan meningkat sekitar 3-4 kali pada dewasa. Lapisan endotel merupakan lapisan terdalam dari kornea. Densitas sel endotel akan mengalami penurunan apabila adanya trauma atau operasi. Transparansi dari kornea dipertahankan oleh lapisan endotel. Tingkat kepadatan sel endotel akan menurun seiring dengan usia sebanyak 0,6% per tahun dari 3.400 menjadi 2.300 sel/mm² pada usia 15 hingga 85 tahun. Adanya penurunan jumlah sel endotel, yaitu hitung sel kurang dari 500 sel/mm² memiliki resiko untuk mengalami edema kornea.^{6,7,9}



Gambar 1. Lapisan kornea secara histologi dengan masing-masing ketebalannya. (Ep) Lapisan Epitel (40–50 μm), (B) Lapisan Bowman (8–15 μm), (S) Lapisan Stroma (470–500 μm), (D) Lapisan Membran Descemet (10–12 μm), (En) Lapisan Endotel (4–6 μm)

Dikutip dari: Brar dkk.⁶

III. Sejarah Photorefractive Keratectomy (PRK) dan Sinar Laser Excimer

Photorefractive Keratectomy (PRK) merupakan laser ablasi pada kornea dengan menggunakan laser excimer. Sejarah awal laser excimer ditemukan pada tahun 1970. Eksperimen awal menggunakan kombinasi gas langka dengan gas halogen sebagai media laser. Kombinasi antara kedua gas tersebut ternyata menghasilkan panjang gelombang sinar laser UV yang berbeda. Eksperimen ini dikembangkan oleh Trokel, yang bekerja dengan Srinivasan di IBM Watson Research Center. Mereka adalah orang pertama yang menyarankan bahwa laser excimer memiliki kualitas unik untuk melakukan operasi kornea. Mereka menemukan bahwa laser *excimer argon fluoride* (ArF) pada 193 nm yang digunakan pada mukosa hidung menghasilkan efek biologis yang optimal dengan meminimalkan kerusakan termal pada jaringan yang berdekatan dan memaksimalkan akurasi dan ketepatan pengangkatan jaringan. Laser excimer ini dapat mengubah bentuk kornea seseorang dengan teknik ablasi pada permukaan kornea anterior. Laser ini digunakan untuk membuang epitel dari kornea.^{2,4,10}



Gambar 2. Schwind Amaris 1050 RS

Dikutip dari: Juan J dkk.¹¹

Pada tahun 1985, Theo Seiler adalah orang pertama yang menggunakan laser excimer pada mata manusia dan menggunakannya untuk melakukan keratektomi

astigmatik. Pada tahun berikutnya, Seiler juga yang pertama menggunakan laser excimer untuk melakukan Photo Terapeutik Keratectomy. Selanjutnya, Marshall dan rekan menyarankan teknik ablasi permukaan anterior untuk membentuk ulang kelengkungan kornea anterior. Munnerlyn dan rekan kemudian mengembangkan algoritme yang akhirnya menjadi formula untuk menghubungkan diameter zona perawatan dengan kedalaman ablasi. Formula ini digunakan untuk membuat pola laser sehingga mendapatkan koreksi yang diinginkan. Dalam rumus ini, terlihat bahwa semakin kecil diameter ablasi jaringan, semakin sedikit jaringan sentral yang perlu diangkat dalam pengobatan miopia. Marguerite McDonald merupakan orang pertama yang melakukan PRK pada miopia. Sejak itu, banyak studi lanjutan yang dilakukan mengenai tingkat dan ambang ablasi dengan penyembuhannya.^{3,4,10}

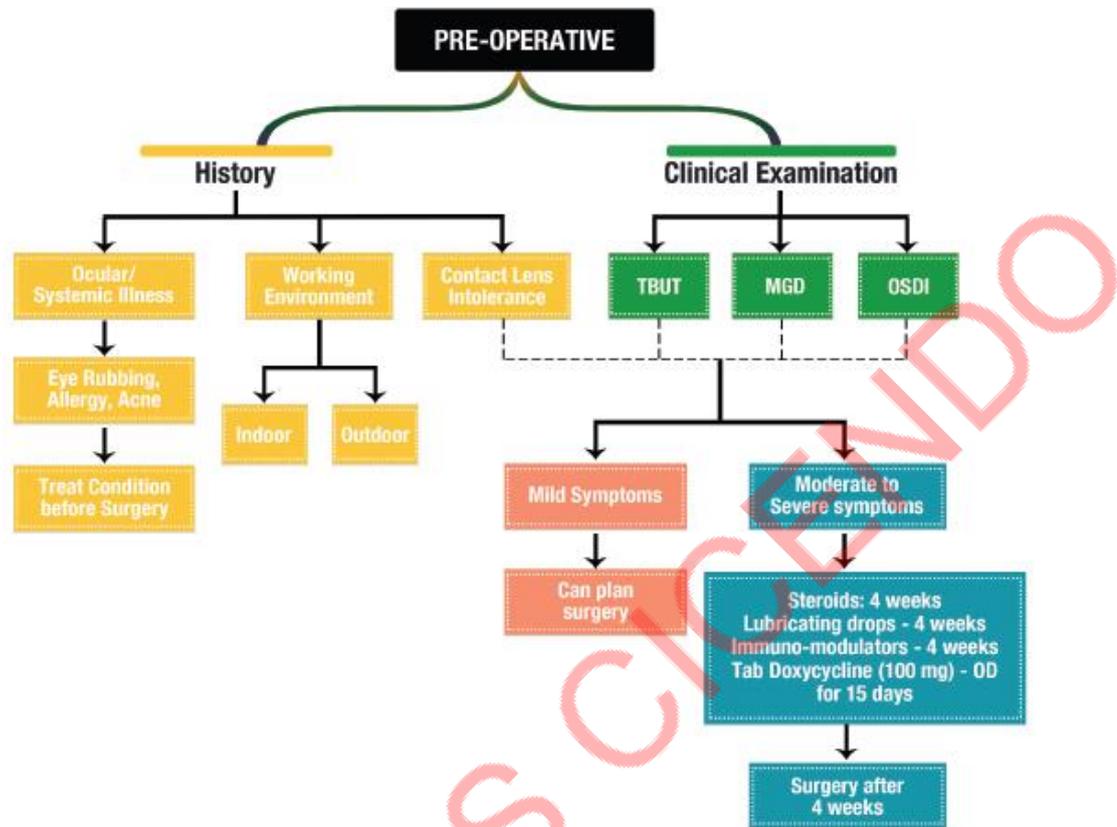
Sinar laser excimer dapat dibentuk dengan berbagai metode sebelum keluar dari mesin laser. Secara umum, ada dua kategori laser excimer, yaitu berdasarkan ukuran pancaran dan metode penghantaran. *Scanning laser* telah menjadi metode pilihan untuk penghantaran laser excimer dalam koreksi karena dapat memfokuskan sinar kecil atau sinar celah. Laser excimer memiliki karakteristik unik yang membuatnya cocok untuk terapi ablatif kornea. Laser tipikal yang digunakan dalam operasi mata membutuhkan sejumlah besar foton yang menyatu ke titik fokus untuk memberikan energi yang cukup untuk mencapai reaksi yang diinginkan sehingga pengangkatan jaringan lapis demi lapis secara akurat pada tingkat molekuler. Berbagai penelitian mengenai panjang gelombang laser excimer telah dilakukan dan laser excimer ArF pada 193 nm yang telah terbukti terbaik untuk melakukan PRK. Laser excimer yang paling sering digunakan adalah LadarVision 4000 (ALCON), ALLEGRETTO WAVE and ALLEGRETTO WAVE Eye-Q (WAVE LIGHT), dan Schwind Amaris 1050 RS. Ketiganya telah disetujui oleh FDA. Perbedaan dari ketiga mesin ini adalah pada *spot size* diameter saat melakukan tindakan.¹⁰⁻¹²

3.1 Evaluasi Pre Operatif

Evaluasi pasien pra operasi merupakan komponen paling penting dalam mencapai hasil yang sukses dalam tindakan bedah refraktif. Pada evaluasi awal

ditentukan apakah pasien merupakan kandidat atau bukan dalam operasi bedah refraktif. Jika pasien memiliki harapan yang tidak realistis, maka bisa jadi bukan kandidat untuk dilakukan tindakan operasi. Salah satu aspek terpenting dari proses evaluasi adalah menilai harapan pasien. Harapan yang tidak realistis mungkin merupakan penyebab utama ketidakpuasan pasien setelah operasi refraktif. Hasilnya mungkin persis seperti yang diharapkan oleh ahli bedah, tetapi jika harapan tersebut tidak disampaikan secara memadai kepada pasien sebelum operasi, pasien mungkin akan kecewa. Pasien yang dipertimbangkan untuk dilakukan PRK harus dilakukan evaluasi oftalmologis, yaitu pemeriksaan tajam penglihatan serta koreksi terbaiknya, pemeriksaan dengan menggunakan *slit lamp*, dan pemeriksaan tambahan yaitu topografi kornea untuk mengetahui kurvatura kornea dan *pachymetry* untuk mengetahui ketebalan kornea.^{2,10,12}

Dalam melakukan anamnesis, penting untuk menanyakan secara lengkap mengenai riwayat penggunaan lensa kontak, riwayat kesehatan umum, riwayat kesehatan mata, dan riwayat alergi, riwayat sosial. Anamnesis penggunaan lensa kontak terakhir penting ditanyakan karena diketahui penggunaan lensa kontak dapat mengubah kontur kornea. Anamnesis riwayat kesehatan umum penting untuk ditanyakan mengenai kondisi sistemik pasien, termasuk riwayat operasi sebelumnya, dan medikasi yang sedang dijalani pasien. Beberapa kondisi dapat berdampak pada penyembuhan pasca operasi bedah refraktif, yaitu seperti autoimun. Setelah semua pemeriksaan dilakukan dan pasien dinyatakan dapat melakukan tindakan bedah refraktif, kemudian pasien dijelaskan mengenai tindakan dan terapi post operasi. Informasi mengenai risiko perlu dijelaskan, seperti *undercorrection*, *overcorrection*, *night-time glare*, atau halo, dan risiko yang paling sering terjadi, pembentukan *haze*.^{2,10,13}



Gambar 3. Algoritma Pre Operasi PRK pada pasien dengan mata kering
Dikutip dari: Fogla dkk.¹³

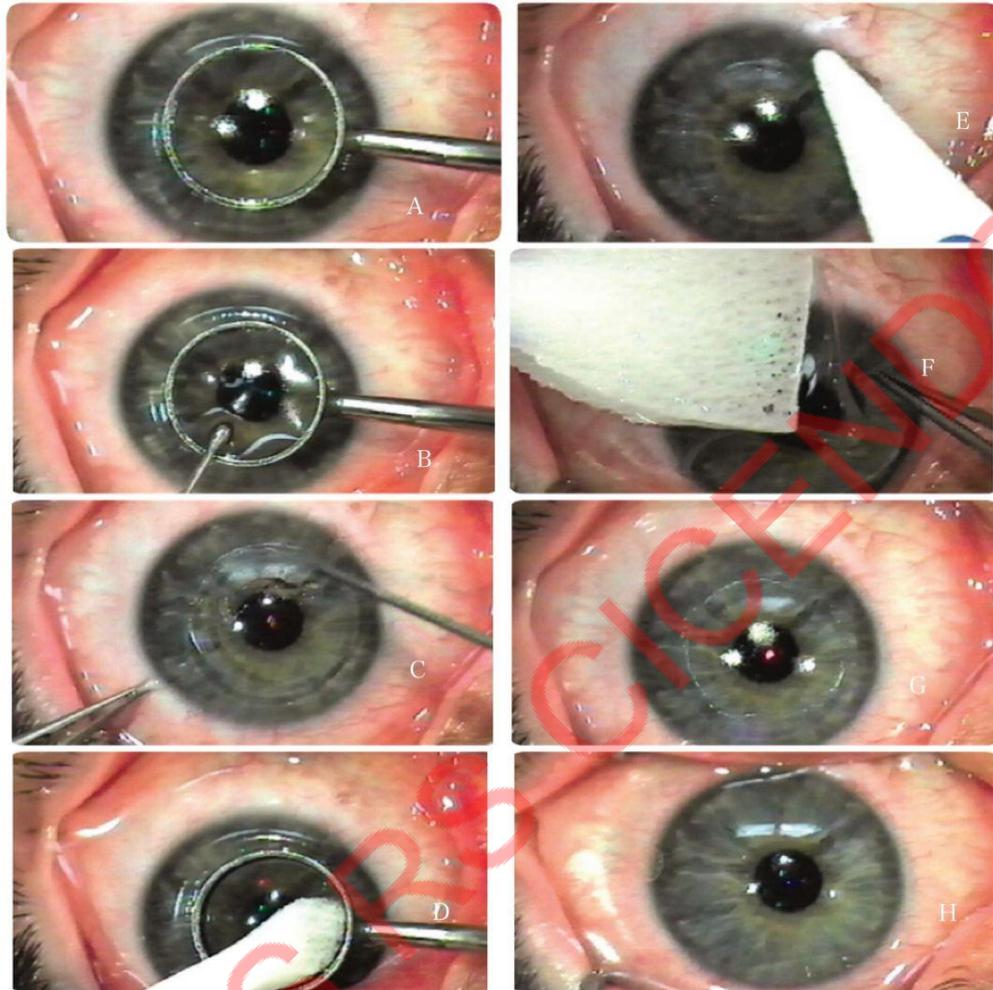
Pemilihan pasien terhadap indikasi PRK merupakan hal yang penting untuk dilakukan. PRK lebih ideal dilakukan dibandingkan LASIK terhadap beberapa kondisi, yaitu, seperti distrofi membran anterior yang sudah ada sebelumnya dengan atau tanpa erosi berulang, ketebalan sentral kornea <500 mikron, *flat cornea*, *steep cornea*, *Epithelial basement membrane disease*, dan *Anterior basement membrane dystrophy*. Tindakan PRK bisa dilakukan pada miopia rendah hingga sedang (<6.0D), hyperopia rendah (<3.0D), dan/atau astigmatisme rendah hingga sedang (<6.0D). Kontraindikasi dilakukannya PRK adalah pada pasien dengan kondisi *dry eye* dan pada pasien dengan autoimmune.^{4,10,13}

3.2 Teknik PRK

Pada awal pengoperasian mesin laser harus memastikan kalibrasi dan *beam profile*. Kemudian pasien ditempatkan di bawah mikroskop dengan berbaring di

kursi tindakan. Mata non-operatif akan ditutup untuk memaksimalkan fiksasi pasien dengan mata operatif. Pasien akan diberikan tetes mata anestesi pada mata yang akan dilakukan tindakan. Anestesi topikal dapat diberikan juga untuk mata non-operasi yang akan membantu untuk merelaksasikan setiap reflek air mata atau rasa tidak nyaman pada pasien. Spekulum mata akan dipasang pada mata yang akan dilakukan operasi. Penting untuk menekankan kepada pasien untuk selalu memfiksasi mata nya selama dilakukan tindakan. Pasien harus diberi tahu bahwa akan aada suara dan bau tertentu saat proses laser.^{4,10,12}

Mata yang akan dilakukan tindakan akan diberikan penanda zona optik. Pada tindakan PRK, terdapat beberapa instrumen yang sering digunakan, yaitu *Optic Zone Marker*, *Epithelial Trephine*, *Alcoholic Solution Cone*, *Epithelial Microhoe*, *Epithelial Detaching Spatula*, *Repositioning Spatula for Epithelial Flap*. Langkah pertama dari PRK merupakan pengangkatan epitel sehingga kemudian bisa dipaparkan kepada laser excimer. Pengangkatan epitel dapat menggunakan alkohol 18-20% selama 20-30 detik. Penting untuk membilas alkohol dengan larutan *saline* setelah dipaparkan oleh alkohol. Kemudian dilakukan pengangkatan semua epitel dengan menggunakan spons bedah mikro. Prosedur laser dilakukan setelah memastikan Membran Bowman bersih. Pasien harus memfiksasi matanya selama tindakan laser. Setelah tindakan selesai, *bandage contact lens* (BCL) akan dipasang pada pasien. BCL digunakan untuk mempercepat penyembuhan epitel dan kenyamanan pasien.^{10,12,13}



Gambar 4. A. Penandaan zona optik, B. Pemberian alkohol 20% selama 20-30 detik, C. Pembersihan bagian yang terkena alkohol, D. Penggunaan *selulosa sponge* dan normal saline untuk membersihkan kornea, E. Membersihkan epitel kornea, F. Pengangkatan jaringan epitel kornea, G. Tindakan laser dimulai setelah memastikan Epitel bersih, H. Pemasangan *Bandage Contact Lens*

Dikutip dari: Azar dkk.¹⁰

3.3 Komplikasi PRK

Komplikasi dapat terjadi secara intraoperasi dan post operasi. Beberapa contoh komplikasi Intra Operasi yang dapat terjadi yaitu pembersihan epitel yang tidak sempurna dan hilangnya fiksasi pasien saat dilakukan ablasi. Kerjasama yang baik saat melakukan ablasi berpengaruh terhadap hasil dari tindakan. Komplikasi awal yang dapat terjadi adalah terhambatnya Re-Epitelisasi dari jaringan kornea, *corneal haze*, adanya *halo* dan *glare* saat malam hari pada beberapa pasien, dan fibrosis kornea.^{2,13,14}

Setelah dilakukan tindakan, komplikasi *corneal haze* dapat muncul dan puncaknya terjadi pada bulan pertama hingga kedua setelah dilakukannya tindakan. Keluhan ini secara bertahap akan berkurang, atau menghilang dalam kurun waktu 6-12 bulan setelah tindakan. Intraoperative mitomycin C dikatakan dapat menurunkan kejadian *corneal haze*. Fibrosis kornea terjadi saat penggunaan laser excimer generasi pertama, seperti laser excimer Summit Technology (Waltham, MA) atau laser excimer Autonomous (Alcon, Ft. Worth, TX). Adanya gangguan terhadap regenerasi membrane epitel terjadi karena kemungkinan sinar laser excimer yang menghasilkan ketidakteraturan pada permukaan kornea.^{10,13,14}



Gambar 4. Komplikasi PRK, *corneal haze*.

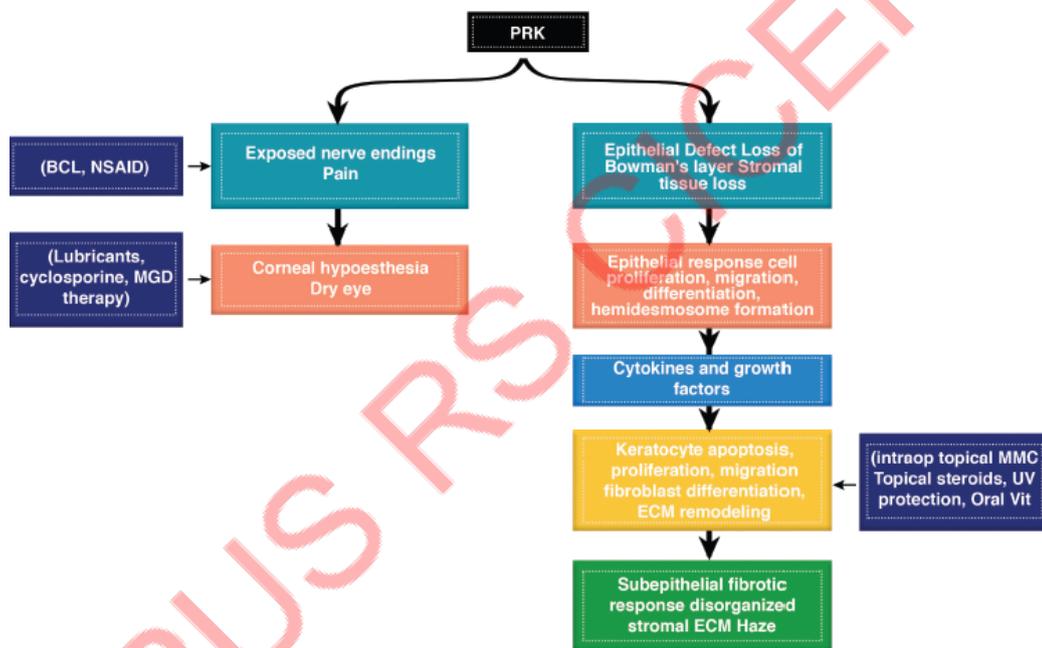
Dikutip dari: Azar dkk.¹⁰

3.4 Tatalaksana PRK

Setelah prosedur PRK selesai dilakukan, pasien akan diberikan tetes mata antibiotik, *artificial tears*, tetes mata steroid, dan diikuti dengan pemasangan *bandage contact lens* (BCL). Penggunaan tetes mata antibiotik akan diberikan hingga BCL sudah tidak digunakan yaitu biasanya pada hari ketiga atau keempat setelah tindakan PRK. Tetes mata steroid direkomendasikan untuk diberikan kepada pasien selama 8-12 minggu dalam dosis *tapering off*. Kedalaman dari ablasi dan kondisi permukaan okular mempengaruhi durasi pemberian tetes mata steroid. Tetes mata *artificial tears* dapat diberiksan hingga adanya epitelisasi dari kornea pasien. Apabila terdapat hambatan dari re-epitelisasi jaringan kornea, segera dipikirkan untuk memberikan lubrikasi secara agresif pada pasien. Obat penahan

nyeri secara oral dapat dipertimbangkan untuk diberikan pada pasien sehingga memberikan kenyamanan pada pasien.

Stejanovic et al menerangkan bahwa pemberian Vitamin C secara oral dapat juga membantu untuk penyembuhan dari pasien pasca tindakan. Pemberian vitamin C dikatakan dapat mengurangi keluhan *corneal haze*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan juga adalah mengenai kebersihan dari kelopak mata pasien, terlebih pada pasien dengan adanya kelainan pada kelopak mata saat pemeriksaan Pre Operasi.



Gambar 5. Algoritma Tatalaksana Post Operasi PRK

Dikutip dari: Fogla dkk.¹³

3.5 Follow Up dan Evaluasi

Semua pasien di evaluasi kembali sebelum dilakukan operasi untuk memastikan permukaan mata yang sehat pasca operasi. Pasien disarankan untuk kontrol pasca operasi untuk meminimalisir komplikasi setelah dilakukannya tindakan PRK. Pada saat kontrol, akan dilihat mengenai Re-epitelisasi kornea dan adakah *corneal haze* pasca PRK. Biasanya kontrol akan dilakukan pasca operasi pada hari pertama, satu minggu, pada akhir satu bulan, pada tiga bulan, dan enam bulan setelah operasi. Saat melakukan kontrol, pemeriksaan mata secara menyeluruh harus dilakukan.

Pengukuran tekanan bola mata penting dilakukan mengingat pemberian tetes mata steroid. Pemeriksaan lampu celah penting untuk dilakukan untuk melihat komplikasi yang mungkin terjadi pada kornea.

IV. Simpulan

Sejak diperkenalkan pada awal tahun 1970, Photorefractive Keratectomy telah umum dilakukan untuk koreksi kelainan refraksi termasuk miopia rendah hingga sedang, astigmatisme, dan hiperopia. Pada awal tahun 2000, PRK sudah mulai ditinggalkan dengan adanya Laser in-Situ Keratomileusis (LASIK) karena untuk meniadakan nyeri pasca operasi dan risiko *corneal haze* yang terkait dengan PRK. Terlepas dari kekurangan ini, PRK merupakan teknik bedah refraktif yang masih sangat dapat digunakan dalam pasien dengan adanya kondisi kelainan pada kornea. Seleksi dan konseling pasien adalah isyarat utama keberhasilan PRK. Penatalaksanaan Post Operasi yang baik dapat memberikan hasil yang baik pula pada pasien.

Daftar Pustaka

1. Bourne RRA, Steinmetz JD, Saylan M, Mersha AM, Weldemariam AH, Wondmeneh TG, et al. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to vision 2020: The Right to Sight: An analysis for the global burden of disease study. *Lancet Global Health*. 2021;9(2):144–60.
2. Waring IV GOGS (Sam), GPK. In: Rapuano CJ, Stout JTCA, editor. *Refractive Surgery*. In: 2021. 2021. hlm 41-92
3. Wilson SE. Biology of keratorefractive surgery- PRK, PTK, LASIK, SMILE, inlays and other refractive procedures. *Exp Eye Res*. 2020 Sep 1;198.
4. Somani SN, Moshirfar M, Patel BC. Photorefractive Keratectomy. 2022 Jun 21. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. PMID: 31751077.
5. Chang JY, Lin PY, Hsu CC, Liu CJL. Comparison of clinical outcomes of LASIK, Trans-PRK, and SMILE for correction of myopia. *J Chin Med Assoc*. 2022 Feb 1;85(2):145–51.
6. Brar VikramS, Law SimonK, Lindsey JenniferL. Fundamentals and Principles of Ophthalmology. In: Rapuano CJ, Stout JTCA, editors. *Basic and Clinical Science Course*. 2020. p. 105–19.
7. Weisenthal RW, Daly MK, Freitas D de, Feder RS. External Disease and Cornea. In San Fransisco; 2020. p. 53–5.
8. Salmon JohnF. *KANSKI'S Clinical Ophthalmology Systematic Approach 9th Ed* 2020. 2020.
9. Mannis MJ HE. Cornea: fundamentals, diagnosis and management. In: *Cornea and sclera anatomy and physiology*. Canada; 2022. hlm. 1–17.
10. Azar DT. *Refractive surgery*. In Mosby / Elsevier; 2007. hlm. 580.
11. Tomás-Juan J, Murueta-Goyena Larrañaga A, Hanneken L. Corneal regeneration after photorefractive keratectomy: A review. Vol. 8, *Journal of Optometry*. Spanish Council of Optometry; 2015. p. 149–69.
12. Nagpal R, Maharana PK, Roop P, Murthy SI, Rapuano CJ, Titiyal JS, et al. Phototherapeutic keratectomy. *Surv Ophthalmol*. 2020 Jan 1;65(1):79–108.
13. Fogla R, Luthra G, Chhabra A, Gupta K, Dalal R, Khamar P. Preferred practice patterns for photorefractive keratectomy surgery. *Indian J Ophthalmol*. 2020 Dec 1;68(12):2847–55.
14. Carlos de Oliveira R, Wilson SE. Biological effects of mitomycin C on late corneal haze stromal fibrosis following PRK. *Exp Eye Res*. 2020 Nov 1;200.