

TESIS

**EFEKTIFITAS DAN KEAMANAN PENGGUNAAN MICROPULSE
TRANSSCLERAL CYCLOPHOTOCOAGULATION (MP-TSCPC) PADA
PASIEN GLAUKOMA**

*Efficacy and Safety of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation
(MP-TSCPC) for Glaucoma Patient*

Disusun dan diajukan oleh:
YOSYLINA PRAMUDYA WARDHANI
C102 215 202



**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**EFEKTIFITAS DAN KEAMANAN PENGGUNAAN MICROPULSE
TRANSSCLERAL CYCLOPHOTOCOAGULATION (MP-TSCPC) PADA
PASIEN GLAUKOMA**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis-1 (Sp.1)

Program Studi

Ilmu Kesehatan Mata

Disusun dan diajukan oleh:

YOSYLINA PRAMUDYA WARDHANI

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP.1)
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

EFEKTIFITAS DAN KEAMANAN PENGGUNAAN MICROPULSE TRANSSCLERAL CYCLOPHOTOCOAGULATION (MP-TSCPC) PADA PASIEN GLAUKOMA

Disusun dan diajukan oleh
YOSYLINA PRAMUDYA WARDHANI


Nomor Pokok : C102 215 202

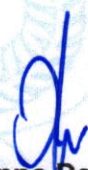
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Fakultas
Kedokteran Universitas Hasanuddin
pada tanggal 01 April 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

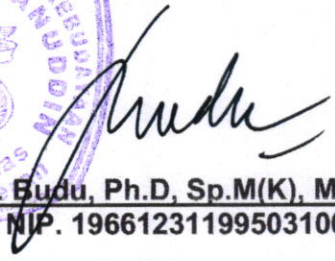

Dr. dr. Noro Waspodo, Sp.M
NIP. 196612311995031009


dr. A. Tennisanna Devi, Sp.M(K), M.Si, M.Kes
NIP.197407212002122007

Ketua Program Studi
Ilmu Kesehatan Mata

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


dr. M. Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes
NIP.198010162009121002


Prof. dr. Budu, Ph.D, Sp.M(K), M.Med.Ed
NIP. 196612311995031009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yosylina Pramudya Wardhani
No. Stambuk : C 102 215 202
Program Studi : Ilmu Kesehatan Mata
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa Tesis dengan judul Perbandingan Efektifitas dan Keamanan Penggunaan Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) pada Pasien Glaukoma adalah karya saya sendiri, dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari terbukti tesis karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, April 2021
Yang Menyatakan,



Yosylina Pramudya Wardhani

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia Nya sehingga karya ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya tulis berjudul “Efektifitas dan Keamanan Penggunaan Micropulse Transsclear Cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) Pada Pasien Glaukoma”, diajukan dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis dalam bidang Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Melalui kesempatan ini pula penulis dengan tulus dan rasa hormat menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Ayahanda Supriyo dan Ibunda Suwarni, atas setiap doa dan sujud, kasih sayang, kesabaran, serta dukungan yang tidak pernah putus kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan ini.
2. Putra-putra saya, Muhammad Farhan Ramadhan dan Muhammad Zein Putra, yang sudah bertumbuh menjadi anak-anak yang baik, selalu penuh pengertian dalam mendukung saya selama proses menyelesaikan jenjang pendidikan ini.
3. Kakak-kakak saya, Desy kristanti, Okky Lusiana, Roy Ferdiansyah, dan Prabandaru Kusumo, yang tidak pernah lelah mendukung dan memberikan nasehat untuk selalu bersabar dan menjadi dokter yang baik.
4. Dr. dr. Prihantono, Sp.B(K)Onk dan dr. Atik Indriyani, Sp.A, selaku *support system* kuat di Makassar yang selalu memberikan nasehat, dan membuat saya dapat menjalani pendidikan ini dengan baik.

4. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Ketua Tim Koordinasi Program Pendidikan Dokter Spesialis Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas kesediaannya menerima penulis sebagai peserta didik di Program Pendidikan Dokter Spesialis Universitas Hasanuddin.
5. Dr.dr. Noor Syamsu, Sp.M(K), MARS, M.Kes, Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dan sebagai penasehat akademik saya yang selalu memberi bimbingan, semangat, serta nasehat selama penulis menjalani proses pendidikan.
6. Dr. dr. Noro Waspodo, Sp.M, Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Sebagai guru sekaligus pembimbing utama karya akhir dan panutan bagi penulis atas setiap waktu, tenaga, pemikiran serta bimbingan pada masa pendidikan dan dalam menyelesaikan penelitian.
7. dr. Andi Tenrisanna Devi Indira, Sp.M(K), M.Si, M.Kes. Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Sebagai guru dan juga pembimbing karya akhir. Telah menjadi panutan bagi penulis atas semua dedikasi waktu, tenaga dan pemikiran terutama dalam penyelesaian penelitian, serta selama proses pendidikan.
8. Dr. dr. Burhanuddin Bahar, MS, selaku pembimbing statistik atas waktu dan segala bimbingan yang dicurahkan sejak awal ide penulisan hingga terselesaikannya penyusunan karya akhir ini.

9. dr. Junaedi Sirajuddin, Sp.M(K), Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Guru, dan selaku penguji tesis atas bimbingan dan masukan, serta kemudahan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga terselesaikannya karya ini.
10. dr. Andi Muhammad Ichsan, Ph.D, Sp.M(K), selaku Ketua Departemen dan Dosen Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, atas segala nasehat, dan dukungan yang besar kepada penulis dalam menjalani masa pendidikan spesialis. Serta selaku penguji tesis yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan hingga terselesaikan karya ini dengan baik.
11. dr. Muhammad Abrar Ismail, Sp.M(K), M.Kes, selaku Ketua program Studi Ilmu Kesehatan Mata atas segala kepercayaan, dukungan dan nasehat bagi penulis, juga segala bentuk pemikiran dan upaya demi memajukan kualitas pendidikan dokter spesialis Mata Universitas Hasanuddin.
12. Seluruh Staf Departemen Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dan juga kepada guru-guru kami, Prof. Dr. dr. Rukiah Syawal, Sp M(K), Dr. dr. Habibah S. Muhiddin, Sp.M(K), dr. Rahasiah Taufik, Sp.M(K), Dr.dr. Halimah Pagarra, Sp.M(K), dr. Suliati P. Amir, Sp.M, M.edEd, Dr. dr. Batari Todja, Sp.M(K), Dr. dr. Purnamanita Syawal, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Tenrisanna Devi, Sp.M(K) M.Si, M.Kes, dr. Muliasnaeny, Sp.M, dr. Andi Senggeng Relle, Sp.M(K), MARS, Dr. dr. Yunita, Sp.M(K), Dr. dr. Marlyanti N. Akib, Sp.M(K), M.Kes, dr. Soraya Taufik, Sp.M, M.Kes, dr. Hasnah Eka, Sp.M(K) , dr. Ruslinah HTM, Sp.M, dr. Azhar Farid, Sp.M, M.Kes, dr. Ahmad

Ashraf, Sp.M(K), MPH, dr. Adelina T. Poli, Sp.M, dr. Ririn Nislawaty, Sp.M, M.Kes., dr. Ratih Natasya, Sp.M, M.Kes, dr. Nursyamsi, Sp.M, M.Kes., dr. Andi Pratiwi, Sp.M, M.Kes, dr. Andi Akhmad Faisal, Sp.M, M.Kes, dr. Rani Yunita Patong, Sp.M, dr. Andi Suryanita Tadjuddin, SpM, dr. Idayani Panggalo, Sp.M, dr. Muh. Irfan Kamaruddin, Sp.M, MARS dan dr. Dyah Ayu Windy, Sp.M atas segala bentuk bimbingan, nasehat, dan setiap kesempatan yang telah diberikan dalam proses pendidikan. Kiranya Allah SWT membalas semua kebaikan guru-guru kami dengan balasan yang terbaik. Semoga ilmu yang diajarkan dapat menjadi ilmu yang bermanfaat bagi semua.

13. Dr. dr. Andi Salahuddin, Sp.An-KAR, selaku dokter anestesi di Klinik Mata JEC Orbita atas kerja samanya dalam proses tindakan pengambilan sampel penelitian hingga penelitian dapat dilaksanakan dengan baik.
14. Rekan- rekan staff poliklinik dan staff kamar operasi Klinik Mata JEC Orbita atas segala keramahan, bantuan, dan kerja samanya selama proses pengambilan sampel sehingga karya ini dapat terselesaikan dengan baik.
15. Kepada saudara-saudari seangkatan “Five For Fighting” dr. Ulfah Rimayanti, Ph.D, Sp.M, dr. Ira Aldita Novianti, Sp.M, dr. Delvi Indera Mayasari, dr. Zulfikri Khalil Novriansyah. Terimakasih telah membersamai perjalanan ini, menjadi saudara dalam suka maupun duka dan segala bantuannya sejak awal menjalani pendidikan dokter spesialis hingga saat ini.
16. Seluruh senior dan sahabat, serta teman sejawat peserta PPDS Bagian Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, yang telah

selalu memberikan semangat, segala bentuk dukungan dan kerja samanya selama penulis menjalani pendidikan ini.

17. Terimakasih yang tak terhingga pula penulis sampaikan kepada seluruh Staff Administrasi Departemen Ilmu Kesehatan Mata yang selama ini begitu banyak membantu selama proses pendidikan berjalan serta dalam penyelesaian penelitian dan karya akhir ini, terkhusus kepada ibu Endang Sri wahyuningsih,SE, Nurul Puspita, Mutmainnah Burhanuddin, dan Sudirman yang selalu siap membantu.
18. Seluruh paramedis di RS Pendidikan UNHAS, RS Wahidin Sudirohusodo, Klinik mata JEC-ORBITA Makassar serta Rumah Sakit jejaring atas kerjasamanya selama penulis menjalani pendidikan.
19. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan karya akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan akibat keterbatasan kemampuan maupun pengetahuan penulis, Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan sebagai perbaikan untuk karya ini.

Kiranya Allah SWT dapat memberikan balasan yang terbaik untuk setiap doa, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.

Makassar, April 2021

YOSYLINA PRAMUDYA WARDHANI

ABSTRAK

Yosylina Pramudya W. Efektifitas dan Keamanan Penggunaan Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) pada Pasien Glaukoma (dibimbing oleh **Noro Waspedo dan Andi Tenrisanna Devi Indira**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektifitas dan keamanan penggunaan micropulse transscleral cyclophotocoagulation pada pasien glaukoma.

Studi ini dilakukan pada dua puluh lima mata dari 25 pasien. Kriteria inklusinya adalah pasien dengan tekanan intraokuler (TIO) tidak terkontrol walaupun telah menggunakan terapi anti-glaukoma atau terapi pembedahan, dan belum pernah dilakukan siklofotokoagulasi sebelumnya.

Nilai rerata (SD) TIO menurun 59.68% dari 49.80 mmHg (9.22) pada awal pengamatan menjadi 20.08 mmHg (5.65) pada 3 bulan waktu pengamatan. Penurunan jumlah penggunaan obat anti-glaukoma mencapai 72% (menggunakan 1 jenis obat) dan 28% (menggunakan 2 jenis obat) pada akhir waktu pengamatan. Nyeri berkurang secara efektif pada seluruh pasien. Selama waktu pengamatan, didapatkan hiperemis dan hifema sebagai komplikasi. Tidak ditemukan kejadian berupa inflamasi memanjang, edema kornea, choroidal detachment, edema makula, hipotoni, ptisis bulbi, dan iritis.

Dari studi ini disimpulkan MP-TSCPC sukses menurunkan TIO, nyeri, penggunaan obat anti-glaukoma, dan memiliki komplikasi yang minimal, sehingga menunjukkan teknik ini efektif untuk pasien glaukoma.

Kata kunci: micropulse transscleral cyclophotocoagulation, efektifitas, keamanan, glaukoma

ABSTRACT

Yosylina Pramudya W. Efficacy and Safety of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) in Glaucoma patient (**supervised by Noro Waspodo and Andi Tenrisanna Devi Indira**)

The aim of this study was to evaluate the efficacy and safety of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in patient with glaucoma.

Twenty-five eyes of 25 patients were consecutively enrolled. Patients with uncontrolled intraocular pressure (IOP) despite maximal anti-glaucoma medications or other surgical intervention, and never had cyclophotocoagulation before were included.

The mean (SD) IOP was reduced 59.68% from 49.80 mmHg (9.22) at baseline to 20.08 mmHg (5.65) at last 3 months follow-up. Reduction of anti-glaucoma medications was achieved in 72% (1 medication) and 28% (2 medications) at last follow-up. Pain level was effectively reduced in all patients. During the postoperative time, hyperemia and mild hyphema were observed. No patients developed prolonged ocular inflammation, corneal edema, choroidal detachment, macular edema, hypotony, pthisis bulbi, and iritis from this procedure.

In summary, the success rates of MP-TSCPC found until 3 months of follow-up, as well as the IOP and pain reduction, less for antiglaucoma medication needed and minimal of ocular complications, which confirm the effectiveness of this procedure for glaucoma patient.

Keywords: micropulse transscleral cyclophotocoagulation, efficacy, safety, glaucoma.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN KARYA AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR BAGAN	xviii
DAFTAR ARTI SINGKATAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Rumusan Masalah	4
I.3. Tujuan Penelitian	5
I.4. Hipotesis Penelitian	5
I.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Anatomi	

II.1.1. Produksi Humor Akuous	7
II.1.2. Aliran Humor Akuous	7
II.1.3. Korpus Siliaris	9
II.2. Glaukoma	
II.2.1. Patofisiologi Glaukoma	13
II.3. Transscleral cyclophotocoagulation (TSCPC)	20
II.4. Gambaran Histologi TSCPC	23
II.5. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation (MP CPC)	27
II.6. Persiapan Perioperatif	32
II.7. Indikasi TSCPC	34
II.8. Komplikasi	
II.8.1. Luka Konjungtiva	38
II.8.2. Inflamasi	38
II.8.3. Penurunan Tajam Penglihatan (VA)	39
II.8.4. Nyeri	40
II.8.5. Komplikasi Lain	41
II.9. Kerangka Teori	43
II.10. Kerangka Konsep	44
BAB III. METODE PENELITIAN	
III.1. Desain Penelitian	45
III.2. Tempat dan Waktu Penelitian	45
III.3. Populasi dan Sampel Penelitian	45

III.4. Perkiraan Besar Sampel	46
III.5. Metode Pengumpulan Sampel	47
III.6. Sarana Penelitian	47
III.7. Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif	48
III.8. Prosedur Penelitian	51
III.9. Analisa Data	52
III.10. Izin Penelitian dan Kelayakan Etik	53
III.11. Alur Penelitian	54
BAB IV. HASIL PENELITIAN	55
BAB V. PEMBAHASAN	66
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rata-rata pengaturan TSCPC di Asia	22
Tabel 2. Pengaturan TSCPC tanpa perubahan power	23
Tabel 3. Karakteristik sampel menurut kelompok jenis kelamin, usia, tajam penglihatan	56
Tabel 4. Distribusi tipe glaukoma pada sampel	57
Tabel 5. Tekanan Intra Okular sebelum dan pasca tindakan MP-TSCPC	58
Tabel 6. Jumlah Penggunaan Obat Anti Glaukoma sebelum dan pasca tindakan MP-TSCPC	60
Tabel 7. Data nyeri sebelum dan pasca tindakan MP-TSCPC.....	62
Tabel 8. Komplikasi pasca MP-TSCPC	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Potongan melintang corpus siliaris	9
Gambar 2. Letak prosesus siliaris	10
Gambar 3. Skema pengaturan korpus siliaris	11
Gambar 4. Drainase Humor akuous pada mata sehat dan glaukoma.....	14
Gambar 5. Ilustrasi anatomi normal nervus optik dan pada glaukoma	15
Gambar 6. Klasifikasi glaukoma berdasarkan mekanisme obstruksi outflow	16
Gambar 7. Skematik dari glaukoma sudut tertutup akibat blok pupil	18
Gambar 8. Teknik penempatan dan aplikasi probe TSCPC.....	22
Gambar 9. Histologi normal badan siliar, sebelum perlakuan	24
Gambar 10. Perbandingan reperfusi vaskular di prosesus siliaris pasca TSCPC dan endoskopik CPC	25
Gambar 11. Gambaran histologi TSCPC pasca G-probe dengan power 2000mW..	26
Gambar 12. Gambaran histologi TSCPC pasca G-Probe dengan power 3000mW..	26
Gambar 13. Gambaran makroskopis perubahan otot siliaris	28
Gambar 14. Cyclo G6 glaucoma laser system (Iridex)	29
Gambar 15. G-Probe dan bentuk footplate	30
Gambar 16. Perbedaan cara kerja CW-CPC dengan MP-CPC	32
Gambar 17. Universal Pain Assessment Tool	41
Gambar 18. Grading Hifema	42
Gambar 19. Grafik rerata perubahan TIO berdasarkan waktu pengamatan	59

Gambar 20. Skala NRS rata-rata perubahan nyeri berdasarkan waktu pengamatan 63

Gambar 21. Grafik kejadian komplikasi berdasarkan waktu pengamatan 64

DAFTAR BAGAN

Bagan 1. Kerangka Teori	43
Bagan 2. Kerangka Konsep	44
Bagan 3. Alur Penelitian	54

DAFTAR ARTI SINGKATAN

Singkatan	Arti dan Keterangan
WHO	World Health Organization
AAO	American Academy of Ophthalmology
TIO	Tekanan Intra Okuler
BMD	Bilik Mata Depan
mmHg	Milimeter Hydrargyrum (Milimeter Merkuri)
mW	Mili Watt
ms	Mili Second

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Glaukoma secara statistik merupakan penyebab kebutaan kedua terbanyak di dunia setelah katarak, dan penyebab utama terjadinya kebutaan permanen di dunia menurut WHO (IAPB,2017; Sarrafpour S, *et.al.*,2019). Diperkirakan sebanyak 80 juta jiwa mengalami glaukoma, dan jumlah tersebut meningkat sejak tahun 2010 sebesar 20 juta jiwa. Saat ini, lebih dari 3 juta jiwa mengalami kebutaan akibat glaukoma, dan akan semakin meningkat prevalensinya pada tahun 2020 bila tidak dilakukan skrining dan terapi efektif dengan baik (IAPB,2017). Prevalensi glaukoma secara global tercatat 3,54% pada usia 40-80 tahun (Tham YC, *et.al.*,2014; IAPB,2017). Pada sebuah studi di Amerika Serikat, angka kejadian POAG meningkat pada ras hitam dibandingkan putih, sedangkan prevalensi POAG pada populasi di Asia Timur lebih tinggi dibandingkan kejadian PACG. Ras lain di Asia, seperti Mongolian dan Burmese memiliki prevalensi PACG lebih tinggi dibandingkan POAG (Tham YC, *et.al.*, 2014).

Selama ini, tekanan intraokuler (TIO) dinilai memiliki korelasi dengan kejadian glaukoma. Tujuan utama dari terapi glaukoma adalah mencegah kerusakan nervus optik berkelanjutan dengan cara menurunkan TIO (Sarrafpour S, *et.al.*,2019). Terapi obat-obatan baik topikal maupun oral merupakan terapi awal non invasif diharapkan dapat mengurangi produksi akuos humor, meningkatkan outflow, atau kedua fungsinya. Terapi operatif seperti trabekulektomi ataupun pemasangan implan drainase dilakukan apabila tekanan bola mata (TIO) masih tetap tinggi atau belum

mencapai target setelah penggunaan terapi obat-obatan, dan pada pasien glaukoma kronik (Sarrafpour S, *et.al.*,2019). Terapi laser glaukoma saat ini sudah banyak diterapkan dan mengalami perkembangan. Prosedur laser yang dilakukan selain untuk meningkatkan drainase (laser trabeculoplasty), bahkan sudah berkembang prosedur siklodestruksi untuk mengurangi produksi humor akuos (Noecker RJ, 2015).

Prosedur siklodestruksi ini mulai digunakan sejak awal abad ke 20, mulai dari eksisi pembedahan korpus siliaris (*cyclectomy*), dan diatermi sebagai prosedur tindakan untuk pasien glaukoma refrakter dan prognosis visus yang buruk, dan memiliki berbagai komplikasi. Prosedur terdahulu yang juga pernah digunakan adalah *cycloocryotherapy*, dengan destruksi badan siliar menggunakan probe bersuhu dingin -80°C (-112°F) selama 60 detik (Lin SC, *et.al.*, 2006). Seiring perkembangan jaman, mulai berkembang prosedur baru menggunakan teknologi panjang gelombang laser yang memiliki tingkat keamanan lebih baik, seperti laser Nd:YAG dan diode *cyclophotocoagulation* (Dastiridou AI, *et.al.*,2018). Siklofotokoagulasi yang digunakan saat ini adalah laser siklodioda menggunakan panjang gelombang 810 nm. Panjang gelombang ini dikatakan lebih baik menyerap melanin daripada laser Nd:YAG yang populer dilakukan sebelumnya (Sarrafpour S, *et.al.*,2019; Lin SC, *et.al.*,2006).

Siklodestruksi dilakukan untuk merusak korpus siliaris sehingga diharapkan dapat mengurangi produksi humor akuos (Dastiridou AI, *et.al.*,2018). Prosedur siklodestruksi dan siklofotokoagulasi digunakan sebagai penanganan glaukoma yang tidak berespon terhadap terapi maupun operasi yang sudah dilakukan sebelumnya. Seiring berkembang dan semakin populernya prosedur ini, dengan tingkat destruksi yang spesifik terhadap badan siliar dan tidak menyebabkan kerusakan yang besar

pada jaringan sekitar (collateral damage). Siklofotokoagulasi dengan diode laser merupakan metode efektif untuk menurunkan TIO pada glaukoma refrakter dengan angka kesuksesan 72-92%, dengan efek samping minimal (Singh K, *et.al.*, 2017). Beberapa peneliti melakukan prosedur siklofotokoagulasi tersebut pada pasien glaukoma yang masih memiliki harapan perbaikan visus ataupun penanganan sekunder pasca pembedahan (Tan AM, *et.al.*,2010; Bloom PA, *et.al.*,2013; Shahid H, *et.al.*,2013). Paradigma saat ini adalah pergeseran fungsi siklofotokoagulasi tidak hanya diperuntukkan bagi glaukoma refrakter, namun dilakukan juga pada pasien yang masih memiliki prognosis tajam penglihatan baik (Dastiridou AI, *et.al.*,2018). Penelitian jangka panjang yang dilakukan oleh Pucci, dkk tahun 2003 menyebutkan bahwa setelah dilakukan diode siklofotokoagulasi, 76% sampelnya tidak mengalami penurunan tajam penglihatan, dan jumlah penggunaan obat-obatan anti glaukoma menurun sebesar 50% (Singh K, *et.al.*, 2017).

Prosedur siklofotokoagulasi yang kemudian dikenal sebagai TSCPC (transscleral cyclophotocoagulation) awalnya menggunakan mode *continuous* (CW-CPC). Kemudian selanjutnya dikembangkan mode *micropulse* (MP-TSCPC), ternyata pada kedua mode tersebut dinyatakan sama efektif dalam menurunkan TIO, namun tidak lepas dari komplikasi (saat dan setelah operasi). Meskipun prosedur ini bukan merupakan prosedur invasif, namun tetap memerlukan edukasi mengenai tujuan tindakan dan *informed consent* yang baik kepada pasien. Beberapa tindakan siklofotokoagulasi dilaporkan dengan efek samping, mulai dari nyeri hebat setelah tindakan, inflamasi memanjang, terjadi edema makula, hipotoni, ptisis bulbi, dan penurunan penglihatan (Sanchez FG, 2018). Hal ini sebagai manifestasi klinis akibat

kerusakan jaringan sekitar target tindakan yaitu muskulus siliaris, pigmen non epitelium, stroma yang dapat disebabkan oleh energi laser diode selama tindakan, sehingga hal itu menjadi potensi komplikasi penggunaan TSCPC (Tan AM, *et.al.*,2010).

Studi yang dilakukan sebelumnya belum memiliki standar dalam pengaturan power dan energi. Penelitian prospektif maupun retrospektif yang ada, merupakan pengamatan jangka panjang untuk menilai kesuksesan penggunaan TSCPC untuk menurunkan TIO sesuai target, mengamati penggunaan obat anti glaukoma pasca tindakan, dan mencari komplikasi yang muncul hingga waktu pengamatan tercapai.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana efektifitas penurunan TIO setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma?
2. Bagaimana efektifitas penggunaan obat anti glaukoma setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma?
3. Adakah perubahan nyeri yang terjadi setelah tindakan MP-TSCPC pasien glaukoma?
4. Apakah komplikasi yang terjadi setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma?

I.3. Tujuan Penelitian

I.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui efektifitas dan keamanan penggunaan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.

I.3.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui efektifitas penurunan TIO setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.
2. Mengetahui efektifitas penggunaan obat anti glaukoma setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.
3. Mengetahui adanya penurunan nyeri yang terjadi setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.
4. Mengetahui komplikasi yang terjadi setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.

I.4. Hipotesis Penelitian

1. Ada penurunan TIO antara sebelum dan setelah dilakukan tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.
2. Tindakan MP-TSCPC efektif menurunkan TIO minimal 30% pada pasien glaukoma.
3. Tindakan MP-TSCPC efektif menurunkan penggunaan obat anti glaukoma pada pasien.

4. Sensasi nyeri dapat berkurang setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.
5. Ada komplikasi yang ditimbulkan setelah tindakan MP-TSCPC pada pasien glaukoma.

I.5. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan penelitian bermanfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai efektifitas penurunan TIO dan penggunaan obat anti glaukoma setelah dilakukan MP-TSCPC pada pasien glaukoma, serta mengetahui kemungkinan komplikasi yang terjadi untuk mengedukasi pasien yang akan dilakukan tindakan MP-TSCPC.
2. Data penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk penelitian lebih lanjut mengenai TSCPC, khususnya pada glaukoma yang masih memiliki visus.
3. Jika benar efektif dan aman, maka tindakan MP-TSCPC dapat digunakan sebagai pilihan penanganan pada pasien glaukoma.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. ANATOMI

Humor akuous (HA) memiliki beberapa fungsi fisiologis pada struktur okuler. Struktur utama yang berkaitan dengan aliran HA adalah badan siliar sebagai tempat produksi HA, dan regio limbal, termasuk bagian trabekular meshwork (TM) yang merupakan tempat utama outflow HA (Allingham R, 2011).

II.1.1. PRODUKSI HUMOR AKUOUS

Pembentukan humor akuous merupakan proses biologis yang dilakukan oleh prosesus siliaris. Humor akuous dibentuk dari plasma yang berasal dari pleksus kapiler pada prosesus siliaris. Sel-sel epitel tidak berpigmen pada prosesus siliaris merupakan tempat pembentukan humor akuous. Prosesus siliaris mempunyai permukaan yang luas untuk sekresi humor akuous. Kecepatan rata-rata pembentukannya sekitar 2-6 μ L/menit dan total volume bilik mata depan dan belakang sekitar 0,2-0,4 mL, dan sekitar 1-2 % humor akuous terganti setiap menit (AAO,2017).

II.1.2. ALIRAN HUMOR AKUOUS

Ada 2 jalur sekresi yang dilewati humor akuous (HA), yaitu aliran jaringan trabekular (jalur konvensional) yang aliran outflownya tergantung tekanan (*pressure dependent*) dan aliran uveoskleral yang aliran outflownya tidak tergantung tekanan (*pressure independent*). Nilai rerata outflow adalah 0,22-0,30 μ L/menit/mmHg. Aliran HA menurun sejalan dengan penambahan usia, dan dipengaruhi oleh faktor pembedahan, trauma, penggunaan obat-obatan, dan endokrin.

- Aliran *trabecular meshwork* (TM)

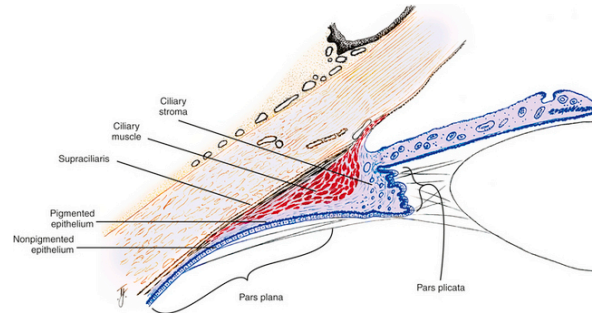
80% HA melewati jalur ini sebagai jalur outflow, sehingga disebut jalur konvensional. Jalur ini meliputi trabekula (melalui anyaman-anyaman kecil) – kanalis Schlemm – sistem vena episklera.

- Aliran uveoskleral

Disebut sebagai jalur non trabekular. Persentase HA yang melalui jalur ini sekitar 10-15% pada orang dewasa, dan 40-50% pada anak-anak. Mekanismenya bervariasi, dominannya adalah aliran HA di bilik mata depan memasuki muskulus siliaris dan selanjutnya ke suprasiliaris dan suprakoroid, yang akan di drainase oleh sirkulasi vena pada korpus siliaris, koroid, dan sklera (Allingham R, 2011). Pada jalur ini, HA merembes ke permukaan korpus siliaris, disaring kembali oleh korpus siliaris dan koroid yang akan diabsorpsi sebagian di pembuluh darah dan sebagian lagi melalui pori-pori yang terdapat pada sklera untuk kemudian masuk di jaringan orbita.

Jalur ini dapat meningkatkan aliran HA dengan pemberian siklopegik, epinefrin, prostaglandin analog (PGA). Sebaliknya proses siklodestruktif seperti siklofotokoagulasi dilakukan untuk mengurangi produksi HA.

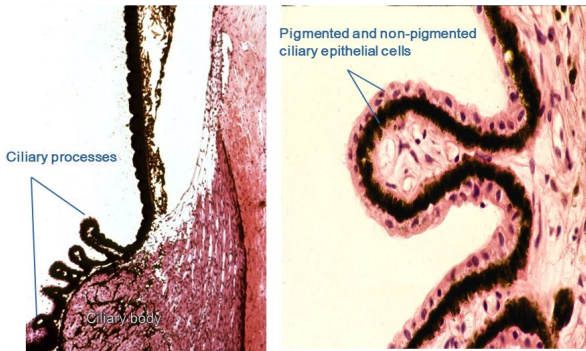
II.1.3. KORPUS SILIARIS



Gambar 1. Potongan melintang corpus siliaris (AAO, 2017)

Korpus siliaris merupakan bagian uvea yang tampak berbentuk segitiga pada potongan melintang yang menghubungkan segmen anterior dan posterior. Apeksnya berada di posterior, berbatasan langsung dengan ora serata. Bagian basalnya berbatasan dengan akar iris, dan merupakan perlekatan satu-satunya ke sklera melalui muskulus longitudinal yang dinamakan skleral spur. Fungsi utama korpus siliaris adalah memproduksi humor akuos dan untuk akomodasi lensa yang berperan pada jalur outflow humor akuos melalui trabekular dan uveoskleral (AAO,2017).

Lebar korpus siliaris 6-7 mm dan dibagi atas 2 bagian yaitu pars plana dan pars plikata. Pars plikata lebarnya \pm 4 mm, tersusun dari otot polos, terbentang dari ora serata sampai prosesus siliaris dan terdiri dari stroma yang relatif avaskuler, merupakan zona berpigmen dan memiliki permukaan yang lebih halus. Pars plikata berfungsi untuk proses akomodasi dan aliran uveoskleral. Pars Plana berlokasi 3-4 mm dari limbus kornea (badan siliar yang letaknya lebih posterior), permukaan bagian dalamnya lebih rata dan bersatu dengan koroid di ora serata. Pars plana merupakan tempat yang paling aman untuk dilalui pada operasi rongga vitreus dan segmen posterior (Allingham R, 2011; AAO, 2017).



Gambar 2. Letak prosesus siliaris, epitel berpigmen dan epitel tidak berpigmen (AAO, 2017)

Pars plikata kaya akan vaskularisasi dan mengandung \pm 70 prosesus siliaris yang memperluas permukaan korpus siliaris. Zonula zinii melekat pada di prosesus siliaris di sepanjang pars plana (AAO, 2017).

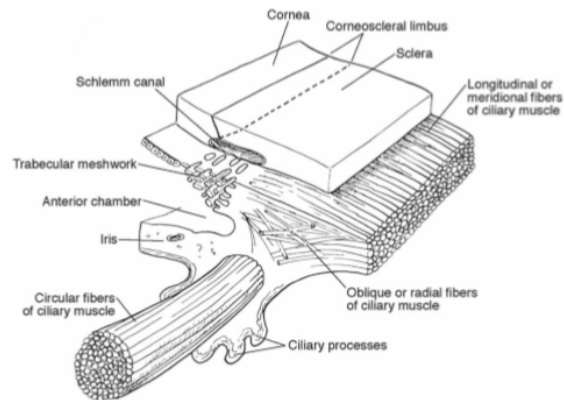
Setiap prosesus siliaris mengandung pleksus kapiler yang disuplai oleh arteriol anterior dan posterior yang berasal dari arteri sirkulus mayor. Drainase setiap pleksus dilakukan oleh 1 atau 2 venula besar yang berada pada bagian depan tepi prosesus siliaris. Tonus sfingter otot polos arteriol mempengaruhi tekanan hidrostatik kapiler dan aliran darah ke pleksus kapiler yang selanjutnya berpengaruh langsung terhadap drainase ke vena koroid. Inervasi neuron dari otot polos dan vasoaktif humoral sangat penting untuk menentukan aliran darah disekitarnya, dan tekanan hidrostatik kapiler. Faktor-faktor ini yang mempengaruhi laju produksi humor akuous (Allingham R, 2011; AAO,2017).

Korpus siliaris terdiri dari dua sel epitel, pigmen dan non pigmen. Epitel non pigmen berada diantara humor akuous di posterior chamber dan epitel berpigmen. Terdapat zonula okludens sebagai tight junction yang akan mempertahankan fungsi

blood-aquous barrier. *Tight junction* juga berfungsi memelihara gradient osmotik pada epitel siliaris yang penting untuk terjadinya transport aktif pada pembentukan humor akuos. Sel epitel berpigmen adalah terdiri dari sel kuboid relatif sama dengan korpus siliaris. Masing-masing sel terdiri dari mitokondria, retikulum endoplasmik, dan melanosom. Epitel non pigmen juga terdiri dari sel kuboid dibagian pars plana, tetapi sel kolumnar di pars plikata (AAO, 2017).

- **Muskulus Siliaris**

Bagian terluar dari korpus siliaris adalah muskulus siliaris yang terbagi atas 3 kelompok serat otot; serat longitudinal pada bagian terluar, serat radial pada bagian tengah dan serat sirkuler pada bagian dalam.



Gambar 3. Skema pengaturan korpus siliaris dan hubungannya dengan iris, bilik mata depan, kanalis schlemm, dan korneoskleral limbus (AAO,2017)

Serat ini berinsersi pada *scleral spur* dan sebagian pada jaringan trabekular. Serat otot ini berjalan ke posterior dan masuk ke dalam lamina suprakoroid. Kontraksi dari serat otot ini menyebabkan tertariknya *scleral spur* sehingga terjadi pembukaan ruang jaringan trabekula dan kanalis Schlemm yang akan meningkatkan *outflow* dari humor akuos.

Innervasi utama yang mempersarafi muskulus siliaris adalah saraf parasimpatis dari nervus okulomotoris melalui nervus siliaris brevis. Sedangkan saraf simpatis juga mempersarafi muskulus siliaris yang berperan dalam merelaksasi otot (AAO, 2017).

- **Vaskularisasi Korpus Siliaris**

Vaskularisasi korpus siliaris terutama berasal dari arteri siliaris anterior dan arteri siliaris posterior longus, cabang dari arteri oftalmika dengan beberapa cabang-cabangnya yang beranastomose membentuk sirkulus arterial mayor (MAC).

Drainase korpus siliaris melalui venula-venula yang mengalir masuk ke vena-vena koroid dan pars plana yang selanjutnya masuk melalui sistem vortex, sebagian lagi terjadi melalui pleksus vena intraskleral dan vena epikleral di daerah limbus (AAO, 2017).

Kecepatan suplai darah korpus siliaris sangat tinggi, yaitu $\pm 154 \mu\text{L}/\text{menit}$ sedangkan kecepatan rata-rata pembentukan humor akuos $\pm 2-4 \mu\text{L}/\text{menit}$. Produksi HA hanya menggunakan $\pm 4-8 \%$ dari volume plasma yang masuk ke prosesus siliaris.

Sel-sel epitel berpigmen banyak mengandung melanosom dan sejumlah mitokondria, retikulum endoplasma dan apparatus golgi. Sedangkan epitel tidak berpigmen tidak memiliki melanin tetapi banyak mengandung mitokondria, kaya akan retikulum endoplasma dan disuplai oleh sejumlah jaringan kapiler yang mendukung aktivitas metabolik yang tinggi dari sel ini (AAO, 2017).

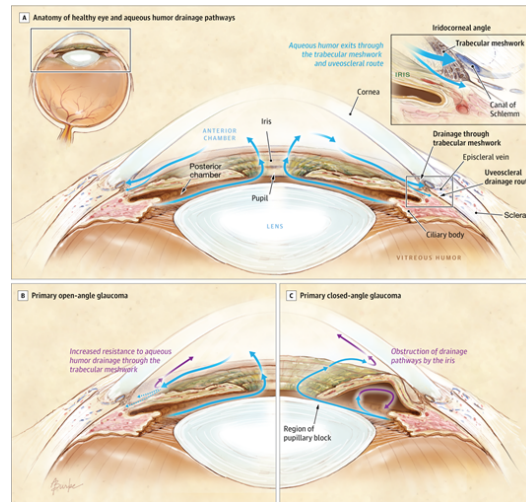
Pada celah interselular dekat tepi apikal epitel tidak berpigmen terdapat tight junction (*zonula ocludens*) yang berfungsi sebagai blood aqueous barrier yang selektif yang mencegah terjadinya difusi bebas makromolekul ke bilik mata posterior namun memungkinkan untuk difusi cairan dan mikromolekul (Allingham R, 2011; AAO, 2017).

II.2. GLAUKOMA

Glaukoma adalah penyakit yang terjadi neuropati optik yang ditandai dengan penggaungan dan penipisan dari jaringan neural diskus optik dan pada akhirnya menyebabkan disfungsi visual berupa defek lapang pandangan dengan atau tanpa peningkatan TIO (IAPB, 2017; Shahid & Samia, 2013; Belyea DA, *et.al.*,2013).

II.2.1. PATOFISIOLOGI GLAUKOMA

Meskipun patogenesis glaukoma tidak dipahami sepenuhnya, peningkatan tekanan intraokular berhubungan dengan kematian sel ganglion retina. Keseimbangan antara sekresi humor aqueous oleh korpus siliaris dan drainase melalui 2 jalur independen, yaitu trabekular meshwork dan jalur uveoscleral menentukan tekanan intraokular. Pada pasien dengan glaukoma sudut terbuka, ada peningkatan resistensi terhadap aliran air melalui trabecular meshwork. Sebaliknya, akses ke jalur drainase terhambat biasanya oleh iris pada pasien dengan glaukoma sudut tertutup (AAO,2017; Kaushik S, *et.al.*,2007).

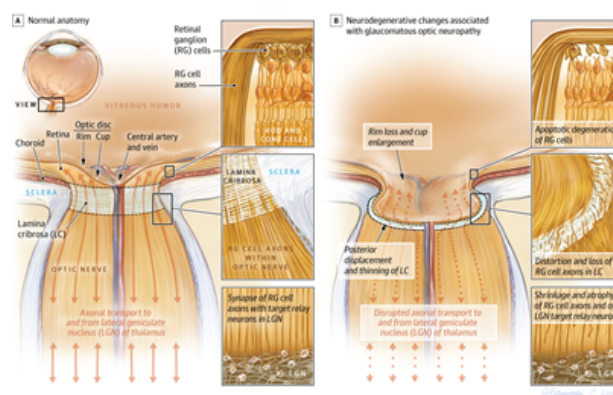


Gambar 4. Drainase HA pada mata sehat dan pada glaukoma (AAO, 2017)

Tekanan intraokular dapat menyebabkan stres mekanik dan ketegangan pada struktur posterior mata, terutama lamina kribrosa dan jaringan sekitarnya. Sklera berlubang pada lamina di mana serabut saraf optik (sel akson ganglion retina) keluar dari bola mata. Lamina adalah titik terlemah pada dinding mata dengan tekanan tinggi. Tekanan intraokular yang disebabkan stres dan ketegangan dapat mengakibatkan kompresi, deformasi, dan remodelling dari lamina kribrosa dengan kerusakan mekanik akson dan gangguan transport aksonal yang mengganggu pengiriman retrograde faktor trofik penting untuk sel-sel ganglion retina dari batang otak (menyampaikan impuls neuron dari nukleus genikulatum lateral). Transpor aksonal terganggu terjadi pada awal patogenesis glaukoma dalam sistem eksperimental menghasilkan kumpulan vesikel dan disorganisasi mikrotubulus dan neurofilamen di daerah prelaminar dan retrolaminar. Perubahan ultrastruktur serupa pada serat saraf optik terlihat pada mata manusia postmortem yang memiliki glaukoma. Adanya disfungsi mitokondria dalam sel ganglion retina dan astrosit, permintaan energi yang sangat

tinggi mungkin sulit terpenuhi selama periode tekanan intraokular diinduksi oleh stres metabolik (Kaushik S, *et.al.*, 2007).

Neuropati optik glaukomatous melibatkan kerusakan dan remodeling dari jaringan diskus optik dan lamina kribrosa yang menyebabkan penurunan visus. Dengan peningkatan tekanan intraokuler, lamina kribrosa menipis ke arah posterior, menyebabkan dalamnya *cup* dan penyempitan neuroretinal rim. Penipisan lamina kribrosa menyebabkan blokade transpor aksonal dari faktor neurotropi sel akson ganglion retina yang diikuti oleh degenerasi sel-sel ganglion retina. Tegangan pada daerah ini juga menyebabkan perubahan populasi sel secara molekuler dan fungsional pada nervus optik (seperti astrofit, mikroglia), remodeling matriks ekstraseluler, perubahan mikrosirkulasi dan menyebabkan atrofi pada neuron di nukleus genikulatum lateral (Kaushik S, *et.al.*, 2007).



Gambar 5. Ilustrasi anatomi normal (kiri) neuropati optik dan glaukomatous (kanan) (Kaushik S, *et.al.*, 2007)

Neuropati optik glaukomatous dapat terjadi pada individu dengan tekanan intraokular dalam kisaran normal. Pada pasien tersebut, mungkin ada tekanan cairan serebrospinal yang abnormal di ruang subarachnoid nervus optik yang

mengakibatkan gradien tekanan besar di seluruh lamina. Gangguan sirkulasi mikro, perubahan imunitas, excitotoxicity, dan stres oksidatif juga dapat menyebabkan glaukoma. Proses patologis saraf utama dapat menyebabkan neurodegenerasi sekunder neuron retina lainnya dan sel-sel di jalur visual sentral dengan mengubah lingkungan mereka dan lebih rentan terjadi kerusakan (Kaushik S, *et.al.*, 2007).

Pretrabecular (Membrane Overgrowth)	Open-Angle Glaucoma Mechanisms		Angle-Closure Glaucoma Mechanisms		Developmental Anomalies of Anterior Chamber Angle
	Trabecular	Posttrabecular	Anterior ("Pulling")	Posterior ("Pushing")	
Fibrovascular membrane (neovascular glaucoma)	Idiopathic	Obstruction of Schlemm canal, eg, collapse at canal	Contracture of membranes	With pupillary block	Incomplete development of trabecular meshwork-Schlemm canal
Endothelial layer, often with Descemet-like membrane	Chronic open-angle glaucoma	Elevated episcleral venous pressure	Neovascular glaucoma	Pupillary block glaucoma	Congenital (infantile) glaucoma
Iridocorneal endothelial syndrome	Juvenile open-angle glaucoma	Carotid cavernous fistula	Iridocorneal endothelial syndrome	Lens-induced mechanisms	Axenfeld-Rieger syndrome
Posterior polymorphous dystrophy	"Clogging" of trabecular meshwork	Cavernous sinus thrombosis	Posterior polymorphous dystrophy	Ectopia lentis	Peters anomaly
Penetrating and non-penetrating trauma	Red blood cells	Retrolbulbar tumors	Penetrating and nonpenetrating trauma	Posterior synechiae	Glaucomas associated with other developmental anomalies
Epithelial downgrowth	Hemorrhagic glaucoma	Thyroid eye disease	Consolidation of inflammatory products	Iris-vitreous block	Iridocorneal adhesions
Fibrous ingrowth	Ghost cell glaucoma	Superior vena cava obstruction		Pseudophakia	Broad strands (Axenfeld-Rieger syndrome)
Inflammatory membrane	Sickled red blood cells	Mediastinal tumors		Uveitis	Fine strands that contract to close angle (aniridia)
Fuchs heterochromic iridocyclitis	Macrophages	Sturge-Weber syndrome		Without pupillary block	
Luetic interstitial keratitis	Hemolytic glaucoma	Familial episcleral venous pressure elevation		Ciliary block (malignant) glaucoma	
	Phacolytic glaucoma			Lens-induced mechanisms	
	Melanomalytic glaucoma			Phacomorphic lens	
	Neoplastic cells			Ectopia lentis	
	Primary ocular tumors			Following lens extraction (forward vitreous shift)	
	Neoplastic tumors			Anterior rotation of ciliary body	
	Juvenile xanthogranuloma			Following scleral buckling	
	Pigment particles			Following panretinal photocoagulation	
	Pigmentary glaucoma			Central retinal vein occlusion	
	Exfoliation syndrome (glaucoma capsulare)			Intraocular tumors	
	Melanoma			Melanoma	
	Protein			Retinoblastoma	
	Uveitis			Cysts of the iris and ciliary body	
	Lens-induced glaucoma			Retrolenticular tissue contracture	
	Viscoelastic agents			Retinopathy of prematurity (retrolental fibroplasia)	
	α -Chymotrypsin-induced glaucoma			Persistent fetal vasculature (persistent hyperplastic primary vitreous)	
	Alterations of the trabecular meshwork				
	Steroid-induced glaucoma				
	Edema				
	Uveitis (trabeculitis)				
	Scleritis and episcleritis				
	Alkali burns				
	Trauma (angle recession)				
	Intraocular foreign bodies (hem siderosis, chalcosis)				
				Plateau Iris Syndrome	

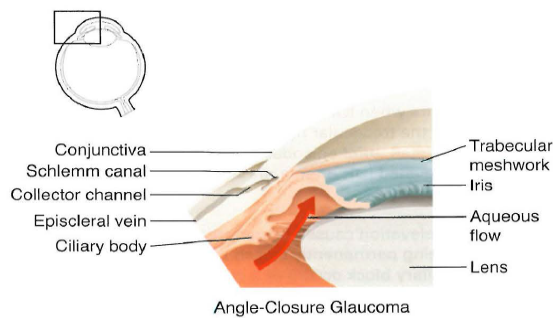
Gambar 6. Klasifikasi glaukoma berdasarkan mekanisme obstruksi outflow (AAO,2017).

Diketahui bahwa 2 tipe utama glaukoma (Gambar 6) adalah sudut terbuka dan sudut tertutup. Glaukoma neovaskular (NVG) merupakan kelanjutan dari glaukoma sekunder akibat terjadinya oklusi trabekula meshwork (TM) sehingga terjadi sudut tertutup (sekunder) akibat dari proliferasi jaringan fibrovaskuler (Chen MF, *et.al.*, 2019).

Obstruksi humor akuos dapat terjadi pada bagian anterior *trabekular meshwork* (pretrabekular), dalam *trabekular meshwork* (trabekular), atau di bagian distal, pada kanalis schlemm atau sepanjang sistem drainase akuos (post trabekular) (Assia EI, *et.al.*, 1991; Belyea DA, *et.al.*, 2013).

Pada mekanisme trabekular, obstruksi aliran akuos, terdapat pada trabekular meshwork. Glaukoma sudut tertutup terdapat pada kategori ini, walaupun mekanisme obstruksinya tidak jelas diketahui. Pada glaukoma yang lain dengan mekanisme trabekular, mungkin terdapat sumbatan pada trabekula dengan sel darah merah, makrofag, sel neoplastik, partikel pigmen, protein, zonula lensa, agen viskoelastik, ataupun vitreus. Pada kasus yang berbeda, obstruksi aliran dapat dihasilkan dari alterasi dari jaringan trabekular meshwork, seperti edema akibat inflamasi, trauma dengan sikatriks, reaksi toksik yang berhubungan dengan benda asing intraokuler. Glaukoma yang diinduksi steroid dan glaukoma yang berhubungan dengan penyakit sistemik juga dapat menyebabkan obstruksi di trabekular meshwork (Belyea DA, *et.al.*, 2013).

Glaukoma primer sudut tertutup disebabkan oleh kelainan pada iris, lensa, dan struktur lentikuler. Blok pupil merupakan penyebab paling sering dari sudut tertutup dan disebabkan oleh resistensi aliran humor akuos dari bilik mata belakang ke bilik mata depan. Mekanisme non blok pupil seperti *plateau iris* merupakan penyebab paling sering untuk glaukoma sudut tertutup pada orang Asia.



Gambar 7. Skematik dari glaukoma sudut tertutup akibat blok pupil (AAO, 2017).

Glaukoma sudut tertutup tergantung, termasuk keadaan di mana iris perifer melekat pada trabekular meshwork atau di kornea perifer. Iris perifer juga dapat “tertarik” (mekanisme anterior) atau “tertekan” (mekanisme posterior) (AAO, 2017; Sayyahmelli & Alipanahi, 2011).

NVG merupakan bentuk progresifitas dari glaukoma sekunder, yang terjadi akibat proliferasi jaringan fibrovascular di bilik mata depan (BMD), sehingga menyebabkan tertutupnya sudut bilik mata secara progresif. Terjadinya iskemik pada retina (97% kasus NVG) menyebabkan pelepasan vascular endothelial growth factors (VEGF) sehingga terjadi neovaskularisasi (neovascular growth). Karena terjadi pelepasan VEGF inilah menyebabkan neovaskularisasi dapat mencapai sudut bilik mata dan BMD (Menezes LM, *et.al.*, 2019). Apabila neovaskularisasi pada daerah sudut terbentuk akan terjadi penyumbatan pada daerah anyaman trabekular dan menghalangi aliran aqueous humor, hal ini akan sangat cepat meningkatkan tekanan intra okuler (Belyea DA, *et.al.*, 2013).

Beberapa tanda dan gejalanya antara lain (Belyea DA, et.al.,2013):

- Penurunan ketajaman pengelihatannya yang berat, hal ini dapat disebabkan oleh edema pada endotel kornea
- Edema pada kornea dan rasa sakit
- Peningkatan IOP, dapat mencapai 60 mmHg atau lebih, namun pada beberapa kasus seperti penyumbatan arteri carotid, IOP bisa normal atau meninggi
- Edema kornea, namun pada pasien berusia muda dengan endotel yang masih sehat, kornea tetap terlihat jernih dengan IOP berkisar 60 mmHg
- Terdapat sejumlah protein pada aqueous humor yang berasal dari pembentukan pembuluh darah baru
- Rubeosis iridis berat
- Distorsi bentuk pupil dengan ectropion pada daerah uvea yang mengacu pada kontraksi dan terbenetuknya jaringan fibrovascular, jika dijumpai adanya ectropion pada uvea, maka dapat diasumsikan bahwa terjadi juga sinekia pada sudut anterior BMD.

Seluruh bentuk glaukoma yang telah dijelaskan diatas, dapat menjadi glaukoma refrakter. Glaukoma ini merupakan komplikasi lanjutan sebagai bentuk progresifitas dari segala jenis glaukoma. Dikatakan glaukoma refrakter apabila terdiagnosis glaukoma dengan TIO yang tidak terkontrol walaupun setelah menggunakan terapi maksimal kombinasi anti glaukoma, atau kegagalan setelah dilakukan tindakan bedah filtrasi, ataupun kondisi keduanya (Chen MF, et.al., 2019). Terjadinya kekakuan (stiffness) sel dan matriks-matriks ekstraseluler dari trabecular meshwork termasuk

faktor penyebab terjadinya kegagalan *outflow* filtrasi pada kasus glaukoma (Xin C, *et.al.*, 2016). Kemudian menurut AAO bahwa glaukoma ini tepat untuk dilakukan prosedur siklodestruktif yang bertujuan untuk mengurangi produksi HA (AAO, 2017).

II.3. TRANSSCLERAL CYCLOPHOTOCOAGULATION (TSCPC)

Prosedur TSCPC digunakan pada pasien glaukoma refrakter. Pasien dengan TIO tinggi, mengeluh nyeri, yang tidak berespon dengan obat anti glaukoma dosis maksimal, ataupun TIO menetap setelah operasi implan dan trabekulektomi dan prognosis visus buruk. Belakangan ini mulai diteliti penggunaannya pada glaukoma dengan prognosis visus yang masih baik dan juga sebagai terapi primer untuk glaukoma dalam kondisi-kondisi khusus (Williams AL, *et.al.*, 2018). TSCPC dinilai cukup efektif dan aman sebagai terapi primer pada glaukoma kronik sudut tertutup yang tidak terkontrol dengan obat anti glaukoma (Zhekov I, *et.al.*, 2015; Uppal S, *et.al.*,2015).

TSCPC kemudian digunakan lebih luas lagi karena lebih fleksibel diterapkan pada pasien *One Day Care* (ODC). Hal inilah yang menjadi keuntungan utama dilakukan TSCPC. Selain itu TSCPC juga dapat digunakan segera tanpa perlu persiapan khusus pada pasien (misalnya pada pasien yang menggunakan obat anti koagulan), dapat dilakukan pada pasien pasca operasi mata ataupun yang akan melakukan operasi mata kemudian, serta prosedur TSCPC dapat diulang (*re-treatment*) sesuai kebutuhan. Saat ini prosedur TSCPC telah menggantikan cryotherapy untuk menurunkan TIO karena efek samping yang ditimbulkan minimal (Gaasterland DE, *et.al.*,2012).

Prosedur TSCPC merupakan terapi noninvasive, kemudian menjadi pilihan ketika terjadi kegagalan trabekulektomi ataupun pemasangan implan Ahmed. Tindakan TSCPC dapat dilakukan pasca kegagalan pemasangan implan untuk menurunkan TIO (71%), 33% lainnya memerlukan terapi TSCPC berulang. (Gaasterland DE, *et.al.*, 2012). Prosedur *cyclophotocoagulation* ini awalnya menggunakan laser dengan berbagai panjang gelombang. Kemudian dikenal penggunaan Nd:YAG laser dan laser Diode semikonduktor yang saat ini digunakan. Kedua Panjang gelombang ini sama-sama menimbulkan efek termal pada jaringan, dan terdapat bukti bahwa laser diode menghasilkan transmisi sklera yang lebih kecil dan diabsorpsi lebih baik oleh melanin dibandingkan dengan laser Nd:YAG. Laser diode kemudian menghasilkan lesi lebih minimal dibandingkan dengan penggunaan laser Nd:YAG. Hal ini merupakan alasan energi laser yang lebih rendah digunakan pada mata yang lebih berpigmen (Kaushik S, *et.al.*, 2007).

Pernyataan keberhasilan prosedur TSCPC dalam menurunkan TIO dari berbagai studi juga sangat bervariasi. Survei yang dilakukan Agrawal dkk, didapatkan rata-rata pengaturan awal yaitu menggunakan power 1500mW dan durasi 2000ms (Agrawal P, *et.al.*, 2011). Studi yang dilakukan Uppal dkk, menyatakan bahwa terjadi kecenderungan penurunan TIO rata-rata sebesar 7 mmHg 1 jam setelah tindakan (Uppal S, *et.al.*, 2015).

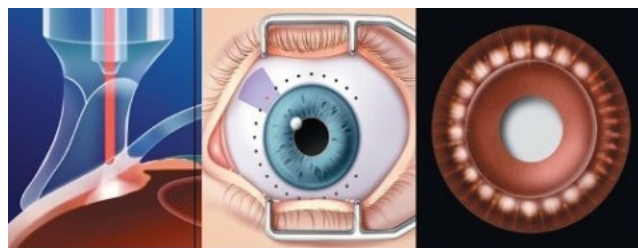
Parameter pengaturan yang selama ini digunakan, yaitu energi yang digunakan pada tiap mata, total *spot* laser yang diberikan pada tiap tindakan, *power*, durasi, dan proporsi (jarak) *spot* laser memberikan hasil yang bervariasi.

Berikut adalah rangkuman tabel pengaturan TSCPC yang dilakukan pada mata ras Asia (Dastiridou AI, *et.al.*,2018).

Tabel 1. Rata-rata pengaturan TSCPC di Asia

Siklodiod laser	Mode Kontak CPC (menggunakan probe)
Power	1300-2000 mW
Durasi	1500-3500 ms
Jumlah spot	15-30
Derajat	180-360 derajat

Pada prakteknya, karena kondisi pasien berbeda-beda, energi (power) laser yang diberikan perlu dititrasi saat terdengar bunyi 'pop'. Bunyi 'pop' tersebut sebagai penanda titik didih humor akuos, artinya terjadi koagulasi target protein jaringan dan telah terjadi ablasi siliar kemudian perlu menurunkan power (Duerr ERH, *et.al.*, 2018).



Gambar 8. Teknik penempatan dan aplikasi probe TSCPC (Mandal S, *et.al.*, 2009)

Studi lain, oleh Mandal dkk, menggunakan pengaturan yang berbeda. Penggunaan TSCPC dilakukan tanpa mengubah power selama tindakan, mereka menggunakan standar pengaturan tepat dibawah bunyi pop biasa terdengar (Mandal S, *et.al.*, 2009).

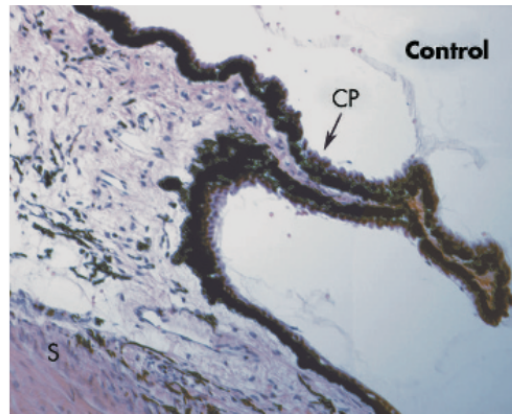
Tabel 2. Pengaturan TSCPC tanpa perubahan power (Dastiridou AI, *et.al.*,2018)

Siklodiode laser	Mode Kontak TSCPC
Power	1500 mW
Durasi	1500 ms
Jumlah Spot	25-30
Derajat	360 derajat

Laser dengan mode kontak menggunakan probe yang ditempatkan sejauh 1,5 mm kearah posterior limbus mengikuti lingkaran kornea 270-360 derajat dengan menghindari arteri bundle nervus siliaris posterior longus di sekitar area jam 3 dan 9 (Dastiridou AI, *et.al.*,2018). Studi lain menyebutkan, prosedur TSCPC dapat diulang (*re-treatment*) tergantung TIO target. Bila dengan pengobatan medikamentosa TIO tidak mencapai kurang dari 21 mmHg diulang di 270 derajat area yang sama dengan prosedur pertama (Sayyahmelli S & Alipanahi R, 2011).

II.4. GAMBARAN HISTOLOGI TSCPC

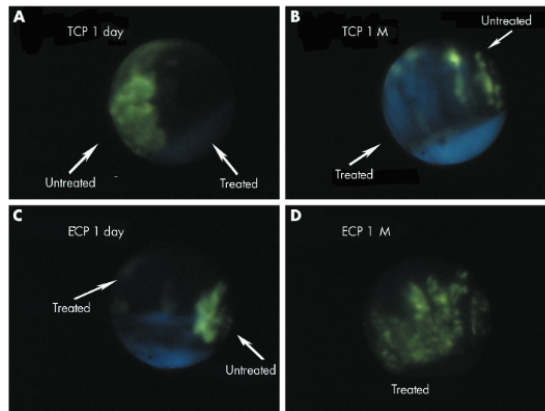
Prosedur siklodestruktif diketahui menyebabkan kerusakan hebat dan nekrosis pada epitel siliaris dan vaskuler di jaringan sekitar target.



Gambar 9. Histologi normal badan siliar, sebelum dilakukan perlakuan (Lin SC et.al., 2006).

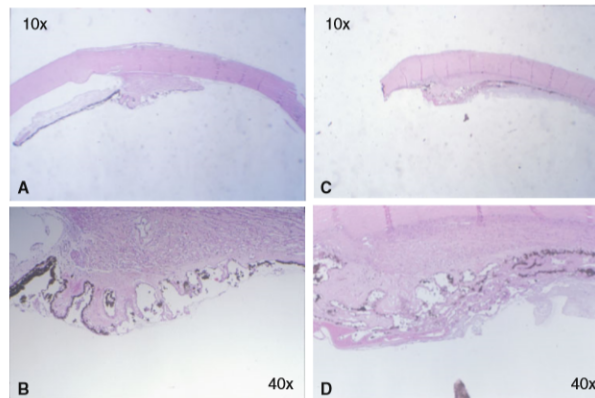
Gambaran histologi efek *cyclocryotherapy* (CCT) oleh sebuah studi yang menggunakan mata manusia dan kelinci, menyatakan badan siliar, epitel siliar tidak berpigmen, dan berpigmen terlepas dari stroma, sehingga tampak kongesti vaskular, udem, dan terjadi perdarahan. Kerusakan yang dihasilkan tidak selektif, sehingga mengenai pars plana, pars plikata, trabekular meshwork, kanalis Schlemm, dan stromal iris. Terjadinya nekrosis epitel siliaris dan stroma, atropi pembuluh darah, dan kerusakan pada jaringan sekitar target (collateral damage) juga dilaporkan pada studi lain setelah CCT (Lin SC, *et.al.*, 2006).

Diode laser semikonduktor dengan panjang gelombang 810nm menyebabkan transmisi sklera yang lebih kecil, tetapi membuat efek absorpsi melanin yang lebih baik dibandingkan dengan panjang gelombang yang dimiliki oleh laser Nd:YAG. Penggunaan laser diode semikonduktor ini dinilai memiliki komplikasi lebih minimal dibandingkan dengan metode sikloablasi, dengan absorpsi yang lebih baik pada jaringan berpigmen di badan siliar menyebabkan nekrosis koagulasi pada stroma badan siliar (Kaushik S, *et.al.*, 2007).



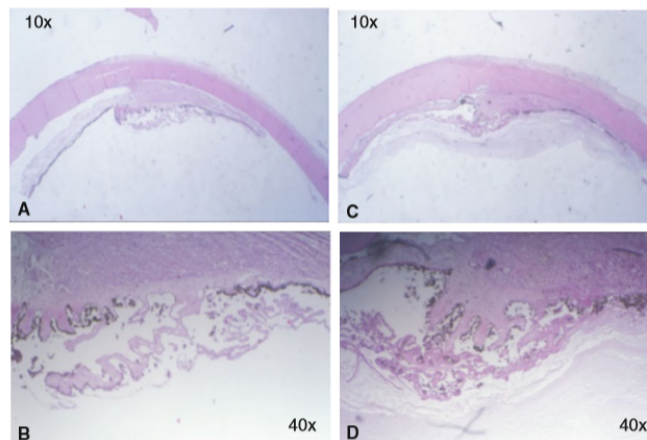
Gambar 10. Perbandingan reperfusi vaskular di prosesus siliaris pasca TSCP dan Endoskopik CPC menggunakan endoskopik fluoresens angiografi. Gambar A. TSCP pada hari 1. B. TSCP setelah 1 bulan. C. Endoskopik CPC pada hari 1. D. Endoskopik CPC setelah 1 bulan (Lin SC, *et.al.*, 2006)

Lin, dkk melakukan studi untuk menilai perbandingan efek vaskular pada transskleral CPC dan endoskopik CPC. Pemeriksaan fluorescein angiografi endoskopi dilakukan pada kelinci sebagai hewan coba, studi ini menilai histologi vaskular dari prosesus siliaris. Hasil studi menyebutkan bahwa pada hari pertama pasca laser kedua grup mengalami penurunan vaskular. Pengamatan selanjutnya minggu pertama dan 1 bulan kemudian pasca transkleral CPC tetap tidak terjadi perfusi vaskular. Pada endoskopik CPC, tampak reperfusi vaskular pada minggu pertama, dan perfusi makin meluas pada 1 bulan pengamatan (Lin SC, *et.al.*, 2006).



Gambar 11. Gambaran histologi TSCPC pasca G-Probe dengan power 2000 mW. a, b dilakukan "by hand"; c, d dilakukan oleh robot (Belyea DA, *et.al.*, 2013)

Tahun 2013 melalui sebuah studi, didapatkan hasil pemeriksaan histologi pada mata manusia yang baru saja dienukleasi. Studi ini sebenarnya mengenai perbandingan kerusakan struktur prosesus siliaris khususnya pada pars plicata setelah perlakuan TSCPC yang dilakukan oleh robot dan "by hand" dengan gambaran kontrol histologi yaitu mata yang tidak diberikan perlakuan (Belyea DA, *et.al.*, 2013).



Gambar 12. Gambaran histologi TSCPCpasca G-Probe dengan power 3000 mW. a, b dilakukan "by hand"; c, d dilakukan oleh robot (Belyea DA, *et.al.*, 2013)

Tampak terjadi kerusakan sedang pada pars plikata (Gambar 21) setelah dilakukan TSCPC dengan power 2000 mW pada kedua kelompok yaitu kelompok yang dikerjakan oleh dokter ahli “by hand” dan kelompok lainnya dilakukan oleh robot. Saat power dinaikkan menjadi 3000 mW, tampak perbedaan mencolok pada kedua kelompok, yang dilakukan oleh robot mengalami kerusakan lebih berat. Kerusakan berat pada jaringan prosesus siliaris, baik pada pigmen dan epitel tidak berpigmen (Belyea DA, *et.al.*, 2013).

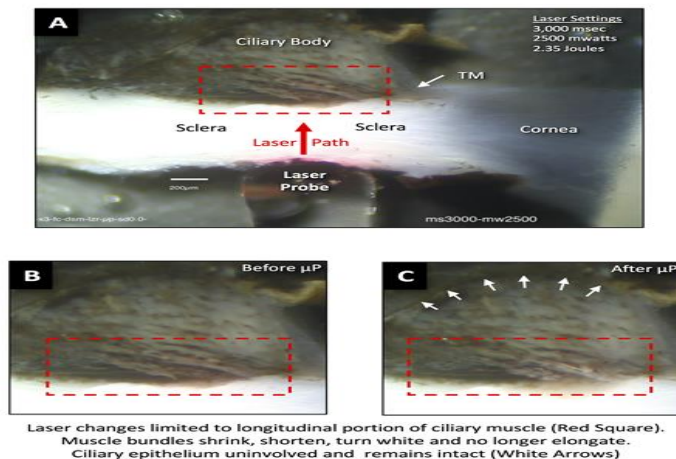
Terjadi perbedaan histologi inflamasi konjungtiva pada perlakuan kelompok control dengan kelompok micropulse TSCPC, maupun continuous wave TSCPC yang dilakukan pada *Dutch Belted Rabbits*. Pada setting energi total sebesar 62.6 Joule untuk *micropulse* TSCPC, dan 64 Joule pada *continuous wave* TSCPC, dengan menggunakan grading perubahan inflamasi dan fibrosis pada konjungtiva secara histologi (pewarnaan *Hematoxylin dan Eosin*), didapatkan hasil bahwa kelompok *micropulse* TSCPC mengalami inflamasi dan fibrosis pada konjungtiva bulbi yang lebih ringan dibandingkan dengan kelompok *continuous wave* TSCPC (Tan NY, *et.al.*, 2019).

II.5. MICROPULSE TRANSSCLERAL CYCLOPHOTOCOAGULATION (MP-TSCPC)

CPC tradisional atau yang disebut continuous wave CPC (CW-CPC) terbukti secara signifikan banyak menimbulkan kerusakan pada stroma dan muskulus siliaris. Berbeda dengan micropulse, CW-CPC menghantarkan energi laser secara kontinyu hingga mencapai total energi yang diharapkan. Beberapa komplikasi yang dilaporkan

pasca tindakan CW-CPC seperti uveitis, penurunan visus hingga kebutaan, hipotoni, ptisis bulbi, dan simpatetik oftalmia. Komplikasi inilah menjadikan CPC awalnya digunakan untuk pasien dengan glaukoma refrakter atau pada *blind painfull eye* (Aquino M, *et.al.*, 2015). Kejadian tersebut tentu dipengaruhi oleh energi laser yang digunakan (terutama power dan durasi), warna iris, ataupun riwayat operasi sebelumnya (Varikuti VNV, *et.al.*, 2019).

Kemudian berkembang penelitian yang menyatakan bahwa penurunan TIO sangat berkaitan dengan banyaknya spot laser yang diberikan (Williams AL, *et.al.*, 2018). Murray, dkk mengemukakan penelitiannya pada kelompok primata bahwa MP-TSCPC sebuah laser repetitif menggunakan 810 nm dapat mempengaruhi terjadinya kontraksi muskulus siliaris, skleral spur berotasi, sehingga terjadi perubahan konfigurasi trabekular meshwork dan *canalis schlemm* (Murray J, *et.al.*, 2017).



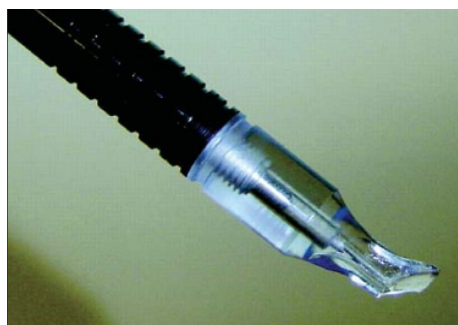
Gambar 13. Gambaran makroskopis perubahan otot siliaris (A). Tampak lokasi probe diletakkan dengan badan siliar, (B). Sebelum TSCPC, (C). Setelah TSCPC (Murray J, *et.al.*, 2017)

Saat ini, micropulse transscleral CPC (MP-TSCPC) digunakan tidak hanya untuk penanganan glaukoma refrakter. Metode CPC yang baru ini dinilai lebih aman, selektif, dan sama efektif dalam menurunkan TIO dibandingkan dengan CW-CPC (Sanchez FG, *et.al.*, 2018). Mode yang digunakan MP-TSCPC ini adalah penggunaan energi diode laser secara siklik (non-continuous, repetitif), setiap lasernya dipisahkan oleh pause (off cycle). Probe MP-TSCPC diatur untuk menghantarkan mode dengan duty cycle 31,3%, waktu “on” adalah 0,5 ms, dan waktu “off” adalah 1,1 ms per siklus (Yu SWY, *et.al.*, 2019). Aplikasi siklik dan *off cycle* ini membuat laser dapat lebih fokus ke target epitel berpigmen dan berkoagulasi, tetapi jaringan tersebut tidak terus menerus berkontraksi sehingga dapat menjadi fase *cool off*, diharapkan dapat menurunkan terjadinya nyeri hebat, dan komplikasi lain (Williams AL, *et.al.*, 2018; Yelenskiy A, *et.al.*, 2018). Studi awal yang kemudian membandingkan antara CW CPC dan MP-TSCPC menyatakan bahwa selain keduanya efektif menurunkan TIO, MP-TSCPC lebih konsisten dan terprediksi dalam penurunan TIO dan memiliki efek samping minimal dibandingkan penggunaan CW CPC (Aquino M, *et.al.*, 2015).



Gambar 14. Cyclo G6 (Iridex) glaucoma laser system (Murray J, *et.al.*, 2017)

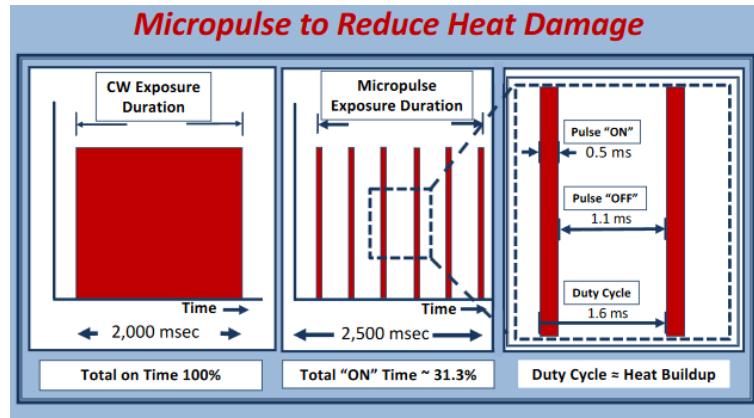
TSCPC menggunakan alat kontak berupa G-probe (Gambar 16) yang merupakan *fiber optic laser handpiece*. Probe fiber optic berbentuk menonjol, terhubung dengan kabel yang berada di lumen, kemudian terhubung dengan footplate (Rootman DB, *et.al.*, 2011). Nama G-probe diambil dari nama depan Dr. Gaasterland yang merupakan salah satu penggagas teknologi ini dan bermakna Glaukoma (Gaasterland DE, *et.al.*, 2012). Energi laser dihantarkan oleh G-probe *quartz fiber* berdiameter 600 μm dan memiliki tip yang berbentuk hemisfer. Probe memiliki cekungan pada bagian *footplate* (yang akan diletakkan di limbus dan lengkungan sklera). Bagian tengah tipnya 1,2 mm dari limbus korneosklera yang berfungsi memberi ketepatan tip sehingga dapat menghantarkan energi laser secara efisien tepat pada tujuannya (Gaasterland DE, *et.al.*, 2012). G-probe sebenarnya diperkenalkan sebagai instrumen disposibel (*single use devices*), alat ini tidak dapat digunakan kembali (*reusable*) (Williams AL, *et.al.*, 2018).



Gambar 15. G-Probe dan bentuk footplate (Murray J, *et.al.*, 2017)

Probe tersebut kemudian diletakkan di korneoskleral limbus untuk dapat mengenai badan siliar. Tip pada probe tersebut ditempatkan berpindah-pindah di sepanjang konjungtiva dan sklera selama proses terapi, sehingga memudahkan laser lebih efektif mengenai sasaran. TSCPC dapat dilakukan kamar operasi ataupun di

ruang bedah minor. Prosedur ini menggunakan salah satu anestesi retrobulbar ataupun peribulbar, mengingat prosedur tindakan ini sangat nyeri. Agen anestesi yang digunakan yaitu lidokain 2% (single agent), dapat juga diberikan perbandingan lidokain 2% tanpa epinefrin dan bupivakain 0,75% (memperpanjang durasi kerja anestesi). Saat prosedur ini dilaksanakan, baiknya menggunakan lid-speculum sehingga menampakkan area lebih luas di perilimbus kornea (Shahid & Samia, 2013). Transiluminasi sklera dapat digunakan untuk mengidentifikasi ketebalan area sklera sekitar limbus (Gaasterland DE, *et.al.*, 2012). Batas anterior probe diletakkan jarak 1,5-2 mm di posterior limbus, perpendikular limbus (Gaasterland DE, *et.al.*, 2012; Shahid & Samia, 2013). Masing-masing sisi sebanyak 10 titik (terbagi dalam 4 kuadran), dengan menyisakan area jam 3 dan 9 (Lirio JP, *et.al.*, 2004). Mode ini memodifikasi sistem laser *continuous-wave* menjadi terbagi-bagi dan memiliki interval yang konstan. Fungsi interval adalah untuk relaksasi jaringan terhadap energi termal laser, menurunkan suhu untuk resiko nyeri dan kerusakan jaringan kolateral yang tidak diinginkan. Sebuah studi oleh Anna Tan dkk, menggunakan protokol micropulse 2000 mW diode laser (810nm) dalam 100 s (Tan AM, *et.al.*, 2010). Mode micropulse ini merupakan perkembangan yang sangat menggembirakan karena energi laser yang diberikan lebih terlokalisir sehingga efek kerusakan jaringan minimal (Gaasterland DE, *et.al.*, 2012).



Gambar 16. Perbedaan cara kerja CW-TSCPC dengan MP-TSCPC (Murray J, *et.al.*, 2017)

Pada orang Asia yang cenderung lebih berpigmentasi memerlukan variabel pengaturan yang berbeda, mengingat makin tinggi pigmen makin tinggi absorpsinya, sehingga energi laser dapat lebih rendah (Yu SW, *et. al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Ansari dkk di Inggris, menggunakan dua pengaturan tetap yaitu pada warna iris yang terang (kurang berpigmen) yaitu power 1500 mW, durasi 3500 ms sedangkan pengaturan pada iris yang gelap (berpigmen) yaitu 1250 mW, durasi 4000 ms. Follow up terakhir (3 tahun setelah prosedur CPC) pada penelitian ini mengemukakan terjadi penurunan TIO sebesar 45,6% dari TIO awal. Sebagian mata (34,3%) dilakukan tindakan ulang (Ansari E & Gandhewar J, 2007). Beberapa studi jurnal mengurangi power perlahan (150mW) hingga tidak terdengar lagi bunyi ‘pop’, kemudian probe bergeser melakukan hal yang sama (Ansari E & Gandhewar J, 2007; Gaasterland DE, *et.al.*, 2012).

II.6. PERSIAPAN PERIOPERATIF

Prosedur siklodestruktif dikenal menimbulkan nyeri sehingga membutuhkan anestesi yang cukup kuat. Berdasarkan pada profil masing-masing pasien dan dokter

pelaksana, pilihan anestesi yang dapat dilakukan mulai dari teknik anestesi umum, retrobulbar, peribulbar, subtenon maupun subkonjungtiva. Teknik anestesi retrobulbar menggunakan 50:50 campuran lidokain 2% dan 0,75% bupivakain (Noecker RJ, *et.al.*, 2004). Prosedur TSCPC tidak menggunakan anestesi subkonjungtiva ataupun subtenon, karena sering menimbulkan hematoma subkonjungtiva yang dapat menghambat energi foton yang ditujukan ke badan siliar dan menimbulkan luka bakar di konjungtiva (Bloom PA, *et.al.*, 1997).

Nyeri pasca tindakan dapat terkontrol menggunakan analgesia non-opioid sistemik. Perlu diperhatikan pada pasien yang menggunakan terapi rutin antikoagulan atau antiplatelet untuk memperhatikan tanda-tanda perdarahan. Seluruh prosedur siklodestruktif menyebabkan reaksi inflamasi intraokuler. Sehingga diperlukan steroid topikal (4 kali tetes perhari) dipertahankan selama 4 minggu atau lebih, *non-steroidal anti-inflammatory agents* (NSAIDs) 3 kali sehari, dapat ditambahkan sikloplegik topikal (seperti atropin ataupun siklopentolat) dua hingga empat kali tetes perhari. Obat-obatan topikal dan oral antiglaukoma yang digunakan sebelum tindakan dapat dikurangi dosis hingga dihentikan pemakaiannya tergantung dari respon masing-masing pasien. Bila TIO setelah tindakan lebih dari 20 mmHg, dilanjutkan penggunaan topikal antiglaukoma setelah 1 minggu *follow-up*, kemudian dikurangi dosisnya, sedangkan obat antiglaukoma oral dihentikan. Penggunaan antibiotik topikal tidak selalu diberikan setelah prosedur TSCPC (Dastiridou AI, *et.al.*, 2018; Zhekov I, *et.al.*, 2013).

Jumlah obat anti glaukoma yang digunakan oleh pasien berkurang, seiring dengan turunnya TIO pasca tindakan. Garcia, dkk pada studinya menyatakan bahwa

terdapat penurunan signifikan penggunaan obat anti glaukoma baik topikal maupun oral pada kunjungan terakhir pasien yaitu median 3,0; nilai mean 2,5 (simpangan baku 1,3) dari jumlah penggunaan obat sebelum dilakukan tindakan yaitu median 3,0; nilai mean 3,2 (simpangan baku 1,6), dan penggunaan obat anti glaukoma oral menurun dari 19,8% sebelum operasi menjadi 15,5% pada kunjungan akhir pasca tindakan (Garcia GA, *et.al.*, 2019).

II.7. INDIKASI TSCPC

Prosedur ini digunakan untuk menurunkan TIO dan mengurangi nyeri yang terjadi pada pasien glaukoma refrakter. TIO yang tinggi pada glaukoma refrakter karena kegagalan proses filtrasi, penurunan visus pada penggunaan obat-obat glaukoma dengan dosis maksimal, dan mata dengan visus NLP (*no light perception*) disertai rasa nyeri (Ansari E & Gandhewar J, 2007). Selama ini prosedur siklodestruksi digunakan sebagai pilihan terakhir dalam penanganan glaukoma mengingat kemungkinan terjadi hipotoni ataupun ptisis bulbi sangat besar dengan penggunaan *continuous wave* CPC (Aquino M, *et.al.*, 2015).

Selama ini TSCPC selain sebagai tindakan glaukoma noninvasif, sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya, antara lain:

1. Angle Closure Glaucoma (ACG)

ACG dikatakan sebagai glaukoma emergensi dan memerlukan penanganan segera. Tujuan utamanya tetap menurunkan TIO menuju level aman di waktu yang tepat untuk menghindari kerusakan permanen, yaitu neuropati optik. Terapi obat-obatan tetap menjadi pilihan pertama pada ACG seperti

asetazolamid intravena dan terapi topikal secara maksimal. Penggunaan manitol intravena digunakan saat tidak berespon setelah terapi inisial. Terapi inisial LPI (laser peripheral iridoplasty) merupakan penanganan definitif tahap awal untuk melancarkan outflow HA mencegah sinekia dengan cara membuat lubang di iris (Lai JS, *et.al.*, 2005; Subramaniam K, *et.al.*, 2019).

Studi yang dilakukan oleh Chiam & Sung menyatakan efektif dan aman penggunaan TSCPC pada glaukoma akut refraktori. Follow up hari ke 1 setelah TSCPC terdapat penurunan TIO mencapai dibawah 21 mmHg pada pasien-pasien ACG. Rata-rata penurunan TIO pada follow-up hari ke 1, bulan ke 1, 3, 6, 12 dan 24 adalah 19, 23, 19, 19, 18, dan 17 mmHg (pvalue <0,001 pada masing-masing waktu dibandingkan dengan TIO sebelum tindakan) (Chiam PJ & Sung V, 2017).

2. Open Angle Glaucoma (OAG)

Merujuk pada studi yang telah dilakukan sebelumnya di seluruh dunia, MP-TSCPC juga sebagai penanganan pada pasien POAG, baik pada pasien-pasien yang tidak berespon terhadap terapi obat antiglaukoma ataupun operasi filtrasi. Sebuah studi cohort yang dilakukan oleh Yelenskiy dkk, mendapatkan data bahwa pasien dengan POAG 73% mengalami perbaikan TIO, dan pada pasien yang telah dilakukan operasi glaukoma sebelumnya juga mengalami perbaikan TIO 80% (Yelenskiy A, *et.al.*, 2018). Studi lain yang menyebutkan terjadi penurunan TIO sebesar 76,8% dalam kurun waktu 12 bulan pengamatan diantaranya yang terbanyak pada pasien POAG (Nguyen AT, *et.al.*, 2019).

3. Glaukoma neovaskular (NVG)

Beberapa studi melakukan TSCPC pada berbagai pasien glaukoma, baik (CW maupun MP TSCPC). Studi oleh Kuchar dkk, Williams dkk, Aquino dkk, melibatkan pasien glaukoma neovaskular sebagai responden CPC nya. Hasil yang didapatkan tidak berbeda dari jenis glaukoma yang lain, yaitu signifikan dalam penurunan TIO dan minimal dalam komplikasi, kecuali tajam penglihatan menurun karena proses iskemik di posterior yang telah terjadi (Aquino M, *et.al.*, 2015; Kuchar S, *et.al.*, 2016; Williams AL, *et.al.*, 2018). Studi lain yang mengambil sampel pasien NVG menyebutkan terjadi penurunan TIO sebesar 34,7% di hari pertama pasca tindakan (Menezes LM, *et.al.*, 2020).

4. Pasca penetrating keratoplasti (PK)

TSCPC merupakan tindakan noninvasif sebagai alternatif operasi filtrasi dalam menurunkan TIO pada pasien pasca keratoplasti. Studi retrospektif yang dilakukan oleh Subramaniam, dkk (2019) memperoleh data dari total responden 57 pasien yang dilakukan TSCPC, dengan TIO \leq 15mmHg sebanyak 40% dengan single terapi laser. Graft PK masih dalam kondisi baik pada tahun pertama sebanyak 94%, dan 81% pada tahun kedua (Subramaniam K, *et.al.*, 2019).

5. Glaukoma inflamatori

Glaukoma inflamatori membutuhkan waktu evaluasi yang lama. Penggunaan obat-obatan seperti miotikum, beta bloker, dan latanoprost (prostaglandin analog) beberapa kali didapatkan tidak cukup efektif untuk menangani glaukomanya. Intervensi bedah seperti trabekulektomi selalu dihubungkan

dengan peningkatan proses inflamasi. Kemudian TSCPC sebagai mekanisme proses siklodestruksi dengan minimal invasi mulai diterapkan sebuah studi oleh Schlote (2000), yang saat itu menggunakan Nd: YAG laser, dan menunjukkan hasil bahkan respon inflamasi yang disebabkan karena proses siklofotokoagulasi lebih minimal dibandingkan dengan cryoterapi. Angka kesuksesan mencapai 72,2% dari 18 pasien glaukoma uveitis (Schlote T, 2000).

II.8. KOMPLIKASI

TSCPC continuous (CW-CPC) awalnya metode ini digunakan pada glaukoma refrakter, dan visus buruk. Micropulse TSCPC (MP-TSCPC) terbukti memiliki komplikasi minimal bila dibandingkan dengan prosedur pendahulunya untuk berbagai macam tipe glaukoma. Tan, dkk (2010) menyebutkan pada hasil penelitiannya bahwa terdapat perubahan keluhan yang sangat signifikan pada pasien dibandingkan sebelum tindakan. Tidak ditemukan komplikasi perforasi sklera, ptisis bulbi, endoftalmitis, dan simpatetik oftalmia. Beberapa studi melaporkan beberapa komplikasi yang terjadi setelah prosedur TSCPC, seperti choroidal detachment, luka bakar di konjungtiva, uveitis, ptisis bulbi, dekompensasi graft kornea, hipotoni, dan nyeri (Tan AM, *et.al.*, 2010; Shahid H & Samia, 2013). Insidensi komplikasi pasca prosedur TSCPC bervariasi dan mungkin terjadi sebagai refleksi dari pengaturan laser yang berbeda-beda, dan terdapat korelasi antara power yang tinggi dengan peningkatan kejadian hipotoni (Noecker RJ, *et.al.*, 2004).

II.8.1. Luka Konjungtiva

Komplikasi dapat berupa luka bakar pada konjungtiva akibat energi laser yang diaplikasikan berlebihan (terutama durasi diatas 3000ms) (Alzuhairy S, *et.al.*, 2016). Hal ini dapat dihindari dengan melakukan pengaturan energi laser dan penempatan G-probe secara tepat, membasahi konjungtiva. Faktor penggunaan G-probe juga perlu diperhatikan, hanya digunakan 100-125 kali aplikasi energi laser, atau ketika terdapat defek pada tip. Bila sudah terjadi luka bakar pada jaringan yang tidak diinginkan, dilakukan observasi disertai pemberian steroid topikal dan artificial tears (Tzamalís A, *et.al.*, 2011).

II.7.2. Inflamasi

Inflamasi dinilai melalui pemeriksaan slit lamp pada setiap kunjungan pasien. Bila masih terdapat *flare dan cell* yang diperoleh saat pemeriksaan slit lamp hingga lebih dari 1 bulan waktu pengamatan dikategorikan sebagai inflamasi yang memanjang (Duerr ERH, *et.al.*, 2018). Sebuah studi histopatologi yang melakukan otopsi pada mata manusia menemukan adanya perubahan histologi pasca tindakan TSCPC, tampak kerusakan struktur pada pars plana, iris, maupun stroma (*collateral damage*). Hal ini dapat menjawab terjadinya ptisis bulbi, hipotoni, dan bahkan terjadi inflamasi yang memanjang (Nguyen AT, *et.al.*, 2019). Terjadi inflamasi ringan hari ke 1 pasca tindakan, dengan ditemukannya hiperemis konjungtiva pada 50% dari keseluruhan pasien pada studi yang menggunakan 3 kelompok glaukoma. Hal tersebut pada studinya kemudian dikatakan sebagai reaksi pasca tindakan, bukan sebagai komplikasi (Tekeli O & Kose HC, 2020). Selain itu dapat terjadi peningkatan

TIO secara akut karena proses trabekulitis, penumpukan debris dari badan siliar yang dapat menghambat outflow sementara (Murphy CC, *et.al.*, 2003). Proses inflamasi yang memanjang terjadi lebih banyak pada continuous wave TSCPC, yaitu pada 7 dari 23 pasien (30%) dibandingkan dengan micropulse TSCPC hanya 1 dari 23 pasien (4%) (Sanchez FG, *et.al.*, 2018).

Terjadi inflamasi yang memanjang pada 19 orang pasien (73%) pada kelompok *standard pop*, dengan rerata energi yang digunakan adalah 77.55 ± 33.99 Joule, dan 18 orang (34%) pada kelompok *slow coagulation* dengan rerata penggunaan energi 101.16 ± 28.78 Joule (Duerr ERH, *et.al.*, 2018). Inflamasi dinilai dengan pemeriksaan *slit lamp* yang tercantum dalam rekam medis dengan adanya flare, sel dalam kurun waktu lebih dari 1 bulan. Sebagai kondisi tambahan, bila terjadi peningkatan dosis penggunaan steroid topikal ataupun proses *tapering off* berlangsung lama, maka hal tersebut dikategorikan sebagai inflamasi yang memanjang (Duerr ERH, *et.al.*, 2018).

II.7.3. Penurunan Visual Acuity (VA)

Komplikasi yang dapat terjadi lainnya adalah penurunan VA. Seluruh visus pasien yang menjadi responden pada studi yang ada sebelumnya adalah pasien dengan visus NLP hingga 20/200 (Chiam PJ & Sung V., 2017). Studi cohort yang dilakukan oleh Kuchar, dkk (2016) menyatakan dari hasil studinya bahwa 41% dari pasiennya yang menjalani MP-TSCPC mengalami penurunan visus ≥ 1 baris snellen dibandingkan dengan sebelum tindakan (Kuchar S, *et.al.*, 2016). Berbeda dengan

penelitian yang dilakukan oleh Aquino, dkk yang menyatakan hanya 1 pasien yang mengalami penurunan visus (Aquino M, et.al., 2015).

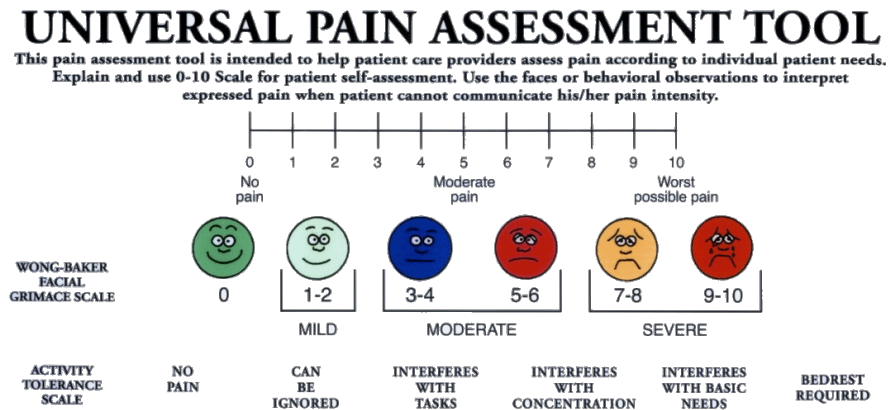
II.7.4. Nyeri

Nyeri adalah sensasi tidak menyenangkan, salah satu hal yang menyebabkan seseorang datang ke pelayanan kesehatan, dan merupakan salah satu dari 5 komponen vital sign. Pencegahan dan manajemen nyeri merupakan aspek penting dalam pelayanan kesehatan (Mularsky RA, et.al.,2006). Tindakan MP-TSCPC yang bertujuan untuk menurunkan TIO dan menghilangkan nyeri dengan mendestruksi epitel badan siliar tidak berpigmen berakibat nyeri karena menggunakan akumulasi efek termal sehingga menyebabkan terjadinya koagulasi. (Duerr ERH, et.al., 2018; Sanchez FG, et.al.,2018).

Kejadian nyeri intra operatif dilaporkan oleh Tan dkk (2010) bahwa dari total 38 pasien, sebanyak 12 pasien (31,6%) mengalami nyeri. Hasilnya 10 pasien (26,3%) diantaranya nyeri yang masih dapat ditoleransi, kemudian 2 pasien (5,3%) lainnya perlu penambahan agen anestesi. Nyeri pasca tindakan dirasakan pada 7 pasien lainnya (18,4%) hingga hari pertama (Tan AM, et.al., 2010). Nyeri pasca tindakan TSCPC menjadi jauh berkurang, dengan angka keberhasilan 88,4% sehingga dapat mengurangi penggunaan obat anti nyeri (Menezes LM, et.al., 2020).

Dalam penelitian ini akan menggunakan *numerical rating score* (NRS) sebagai parameter dalam penilaian nyeri seperti digunakan oleh *European Palliative Care Research Collaborative* (EPCRC). Diketahui NRS cukup sensitif untuk menilai secara subyektif nyeri akut pasca operasi, dikatakan setara sensitif dengan VAS (visual

analogue scale). Perbedaannya adalah NRS dinyatakan secara verbal oleh pasien dan dicatat dalam data, sedangkan VAS dinyatakan dalam respon wajah yang dinilai langsung oleh petugas. Penilaian nyeri ini tepat digunakan untuk kondisi akut 24 jam pertama hingga 1 minggu (Breivik H, *et.al.*, 2008). Akan tetapi ada kelemahan dari sistem penilaian nyeri subyektif ini, yaitu memori nyeri yang dinyatakan oleh pasien tidak akan akurat, namun sampai saat ini penilaian ini masih digunakan dalam nyeri akut (Breivik H, *et.al.*, 2008; Hjermstad MJ, *et.al.*, 2011).

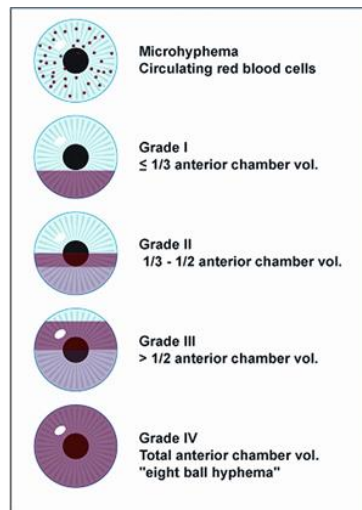


Gambar 17. *Universal Pain Assessment Tool* (Hjermstad MJ, *et.al.*, 2011)

II.7.5. Komplikasi lain

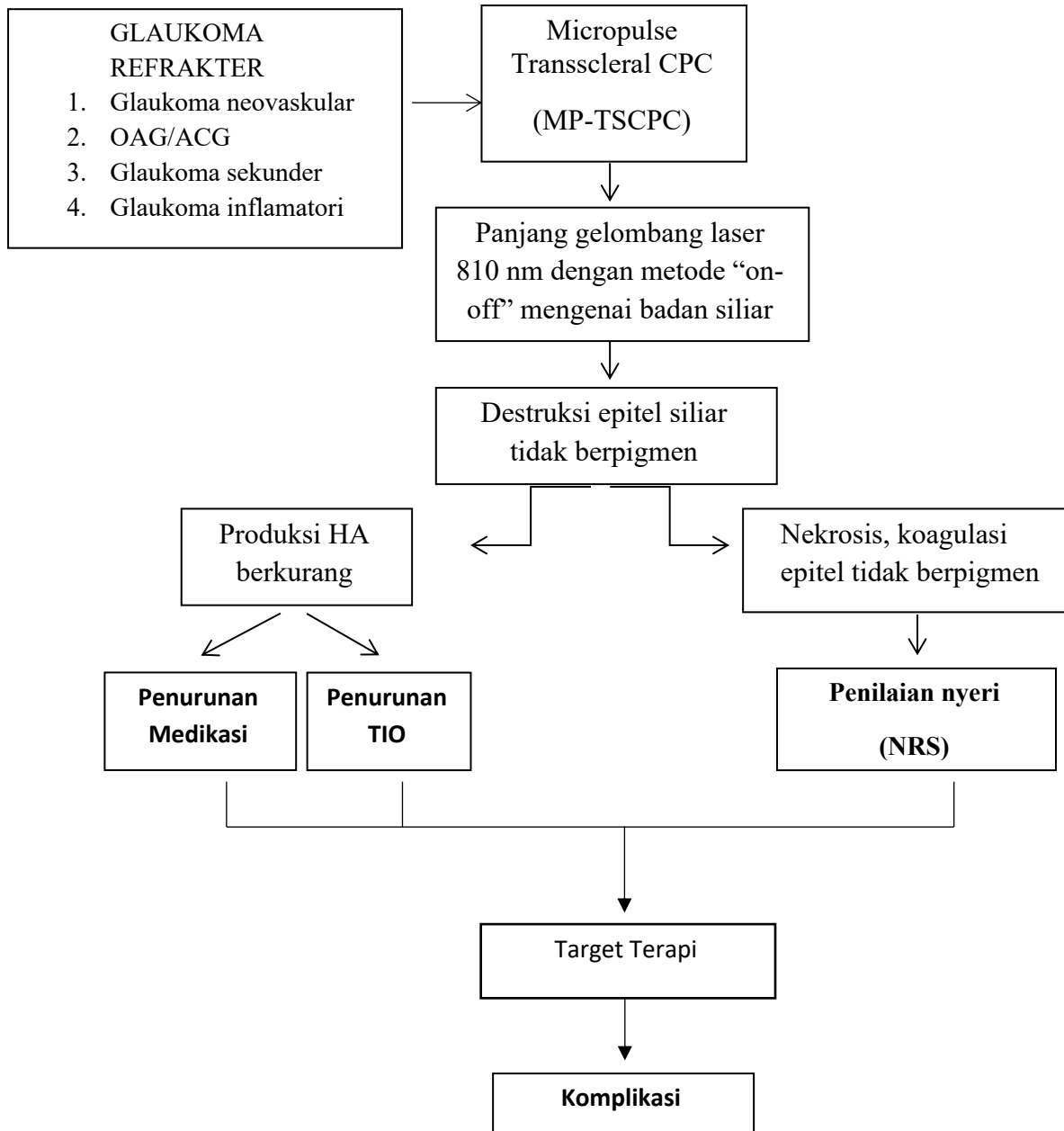
Hifema adalah adanya akumulasi darah di BMD, yang dapat terjadi karena trauma, proses operatif, ataupun spontan. Terkait hifema yang disebabkan karena proses operatif, sering dihubungkan dengan adanya faktor resiko sebelumnya, misalnya adanya glaukoma neovaskular. Pelaporan kejadian hifema pasca tindakan MP-TSCPC termasuk rendah (Alzuhairy S, *et.al.*, 2016). Studi kasus oleh Dhanireddy juga mendapatkan 2 pasien (dari total 64 pasien) mengalami hifema pasca tindakan

MP-TSCPC dan hifema mengalami *resolve* secara spontan tanpa dilakukan tindakan. Kejadian hifema ini belum dapat ditentukan penyebab pastinya, akan tetapi laporan hifema pasca TSCPC terjadi pada pasien hipertensi dan diabetes melitus (Dhanireddy S, *et.al.*, 2020).

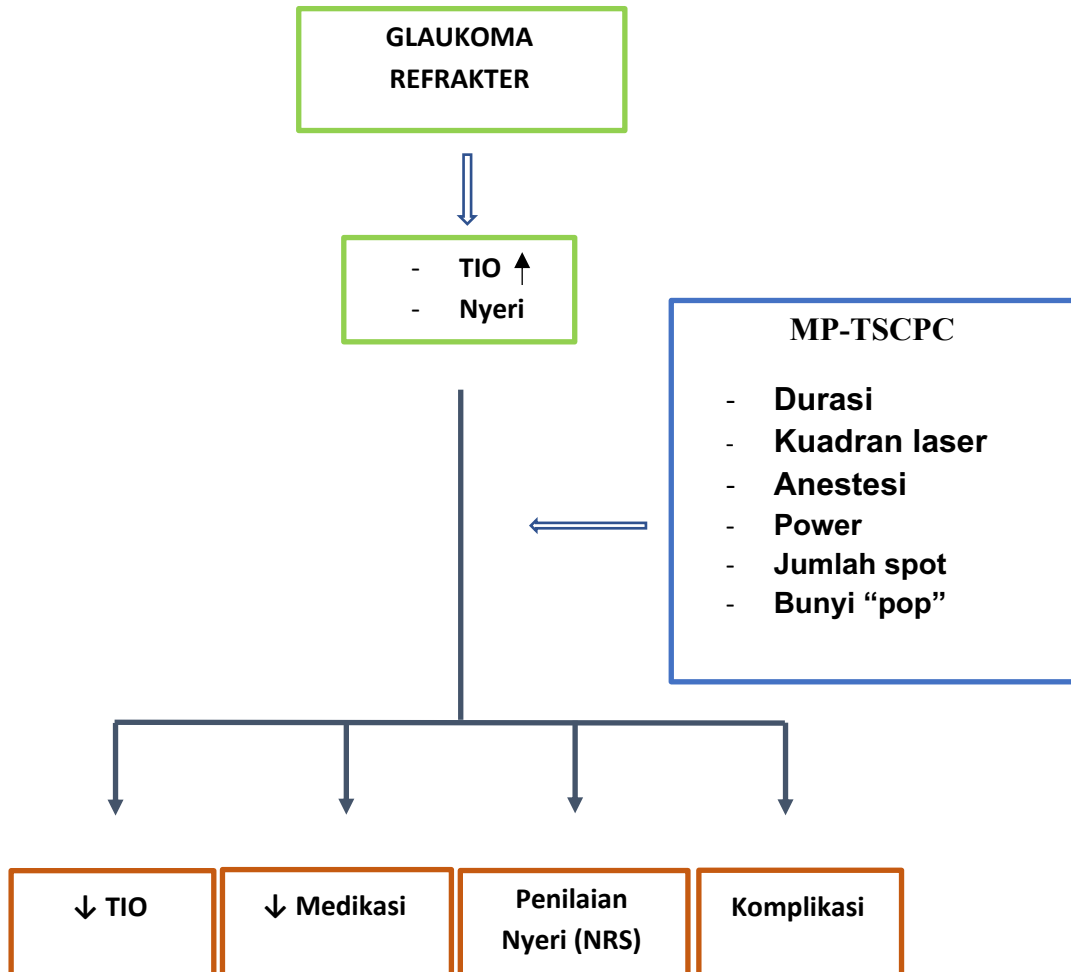


Gambar 18. Grading Hifema (AAO, 2017)

II.9. KERANGKA TEORI



II.10. KERANGKA KONSEP



Keterangan:

- Variabel bebas
- Variabel tergantung
- Variabel kendali