

SARI PUSTAKA

CROSS CYLINDER



dr. Adelina T. Poli, Sp.M, M.Kes

**DEPARTEMEN ILMU KESEHATAN MATA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2017

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN	3
II. ASTIGMATISME	4
III. TEKNIK ASTIGMATIC DIAL	8
IV. TENIK STENOPEIC SLIT	11
V. CROSS CYLINDER	13
VI. FUNGSI CROSS CYLINDER	14
VII. TEKNIK PEMERIKSAAN CROSS CYLINDER	16
A. Pemeriksaan aksis dengan JCC	16
B. Pemeriksaan power dengan JCC	18
VIII. PENYESUAIAN SPHERE, KONFIRMASI CYLINDER	19
Fogging	21
IX. PENULISAN RESEP DAN TRANSPOSISI	22
Tiga langkah transposisi	24
X. PENUTUP	25
DAFTAR PUSTAKA	26

CROSS CYLINDER

1. PENDAHULUAN

Salah satu fungsi primer pelayanan kesehatan mata adalah menentukan refraksi pasien, misalnya derajat koreksi optik yang diperlukan untuk mencapai visus terbaik. Terdapat 2 teknik untuk mengukur refraksi, yaitu objektif dan subjektif. Refraksi objektif dilakukan dengan menggunakan retinoskop atau autorefraktor, sedangkan pada tes subjektif, tes tajam penglihatan dilakukan dengan membaca chart, dibantu dengan trial lens. Refraksi objektif dilakukan untuk memperoleh estimasi refraksi aktual pertama, di mana akhirnya resep kacamata dibuat berdasarkan hasil refraksi subjektif yang memberikan visus terbaik.¹

Dalam teknik refraksi subjektif, pemeriksaan dilakukan berdasarkan respon pasien untuk menentukan koreksi refraktif. Jika kelainan refraksi hanya membutuhkan koreksi sferis, refraksi subjektif lebih mudah. Tetapi menentukan koreksi astigmat lebih rumit dan terdapat teknik pemeriksaan yang bervariasi.² Berdasarkan hasil pemeriksaan refraksi, dapat diketahui ada tidaknya kelainan refraksi seseorang, di mana salah satu kelainan refraksi yang cukup sering ditemukan adalah astigmatisme. Sekitar 13% dari kelainan refraksi pada mata manusia merupakan suatu astigmatisme (>0.5 Dioptri).³

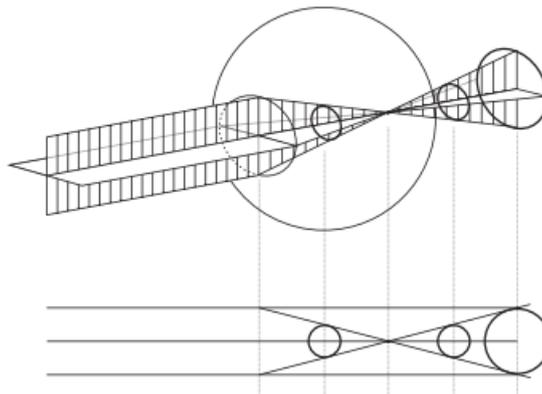
Astigmatisme terjadi jika berkas cahaya yang masuk ke mata tidak dikonvergensi pada satu titik fokal di retina. Mata dengan astigmatisme memerlukan pemeriksaan refraksi sfero-silinder. Untuk tes subjektif refraksi sfero-silinder, dilakukan pengukuran lensa sferis yang memberikan visus terbaik, lensa silinder, serta orientasi aksis silinder.¹

Pada tahun 1849, Stokes menyampaikan bahwa astigmatisme pada mata dapat dikoreksi dengan bantuan sepasang lensa silinder dengan radius yang sama tetapi tanda yang berbeda (salah satunya konveks dan yang lainnya konkaf). Di tahun 1887, Edward Jackson mempublikasikan artikel mengenai penggunaan lensa Stokes *fixed power* untuk menentukan power silinder yang digunakan untuk mengoreksi astigmatisme. Kemudian pada tahun 1907, ia mengindikasikan bahwa

lensa ini juga dapat digunakan untuk mengoreksi aksis silinder. Jackson membuat suatu alat optik yang terdiri dari 2 lensa silinder untuk mengukur jumlah dan meridian utama astigmat. Alat ini disebut *Jackson cross-cylinder* atau *astigmatic lens*.^{4,5} JCC digunakan untuk mendeteksi adanya astigmatisme, power serta aksis silinder koreksi.

2. ASTIGMATISME

Sebelum membahas lebih mendetail tentang cross cylinder, akan dibahas mengenai astigmatisme yang berhubungan erat dengan penggunaan cross cylinder. Gambaran sempurna dari suatu objek yang terlihat disebut stigmatic image. Pada sistem optik okular stigmatik, sinar-sinar paralel dari suatu objek akan difokuskan sebagai satu titik di retina, sedangkan objek lainnya akan didefokuskan, dan titik blur akan diproyeksikan di retina (gambar 1).^{2,6}



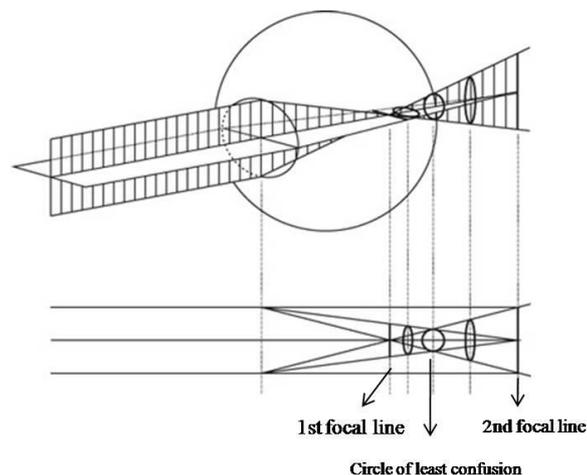
Gambar 1. Sistem okular stigmatik, di mana suatu objek difokuskan pada satu titik di retina (Dikutip dari kepustakaan no.7)

Pada banyak kasus, kornea memiliki kurvatur yang lebih cembung di meridian vertikal dibandingkan horizontal, sehingga powernya juga lebih besar di meridian vertikal. Pada keadaan ini, apabila sinar masuk ke mata, sinar di meridian vertikal akan difokuskan lebih ke anterior dibandingkan sinar di meridian horizontal. Perbedaan dalam fokus antara meridian-meridian tersebut merepresentasikan astigmatisme.⁷

Astigmatisme (a: tanpa; stigmatos: titik) adalah suatu kondisi refraksi di mana berkas sinar dari suatu objek tidak difokuskan ke satu titik karena adanya

variasi pada kurvatur kornea atau lensa pada meridian-meridian berbeda. Terdapat 2 focal line, di mana astigmat dapat diklasifikasikan berdasarkan orientasi dan posisi relatif focal line tersebut.²

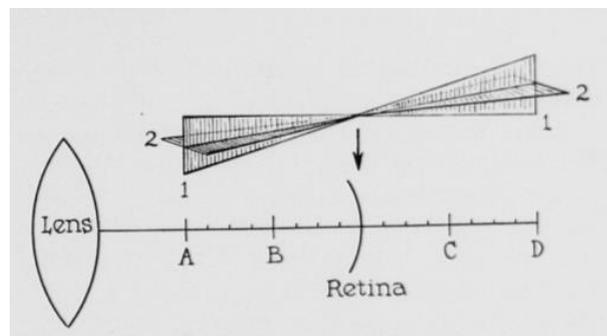
Pada sistem optik astigmatik atau pada penggunaan lensa sferosilindris, suatu titik objek difokuskan sebagai dua segmen garis dengan interval di antaranya, disebut sebagai Conoid Sturm. Konsep tentang refraksi dan astigmatisme dapat dipahami dengan Prinsip Conoid Sturm dan Interval Sturm. Conoid Sturm pada gambar 2 memvisualisasikan properti refraksi sistem optik yang memiliki kurvatur yang berbeda pada 2 meridian. Jika kurvatur vertikal lebih besar dibanding horizontal, sinar-sinar paralel akan difokuskan pertama kali di vertikal, kemudian setelah itu horizontal. Hal ini menyebabkan adanya 2 titik fokus dan jarak di antaranya disebut *focal interval*. Akibatnya, tidak ada *image* yang terbentuk dengan jelas dan cahaya akan nampak seperti lingkaran difusi dengan distorsi terbesar ada di *focal line*. Di antara *focal line*, difusi horizontal dan vertikal akan menuju ke tengah membentuk *Circle of Least Confusion (CLC)*. Sinar pada bagian ini akan membentuk distorsi terendah dari *image* yang dibentuk oleh lensa astigmat.^{2,8}



Gambar 2. Conoid Sturm menunjukkan sinar pada bidang vertikal difokuskan di anterior focal line, sedangkan sinar pada bidang horizontal difokuskan pada posterior focal line. *Circle of least confusion* berada di antara anterior dan posterior focal line (Dikutip dari kepustakaan no.6)

Jika interval Sturm diaplikasikan pada refraksi, interval ini bermanfaat untuk memvisualisasikan hubungan retina dan *focal line* pada simple astigmat, compound astigmat, dan mixed astigmat. Hal ini dapat ditunjukkan dengan meletakkan garis yang merepresentasikan dioptri, di mana garis merupakan aksis optik dengan lensa kristalina pada salah satu ujung garis dan retina terletak di bagian tengah (gambar 3).⁸

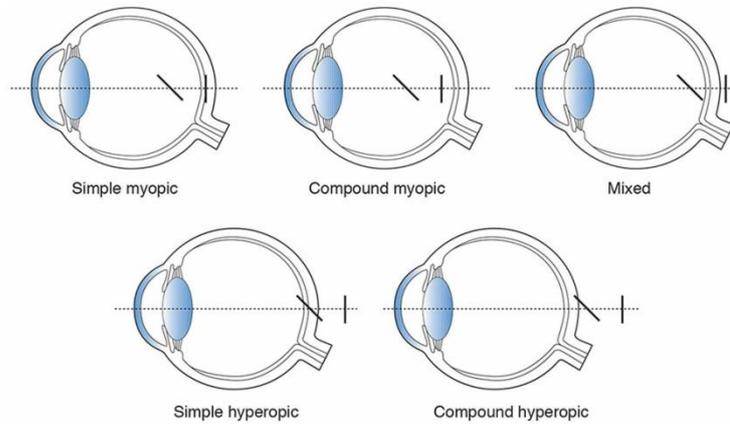
Pada miopia -1,00 dioptri (D), tidak terdapat interval Sturm dan image difokuskan 1 Dioptri di depan retina pada titik B. Gangguan refraksi dikoreksi dengan menggeser image ke belakang di retina dengan sferis -1,00 D. Lensa konkaf menyebabkan divergensi sinar sehingga sinar jatuh lebih ke posterior. Sebaliknya, pada hipermetropia +1,00 D, image difokuskan pada titik C, dan dikoreksi dengan menggeser bayangan ke depan ke retina dengan sferis +1,00 D. Lensa konveks menyebabkan konvergensi sinar yang masuk ke mata, sehingga bayangan jatuh lebih ke anterior.^{2,8}



Gambar 3. Aplikasi Conoid Sturm pada refraksi (Dikutip dari kepustakaan no.8)

Refraksi menjadi lebih kompleks jika terdapat astigmatisme. Pada simple miop astigmat dengan silinder -1,00 D, focal line anterior terdapat di titik B dan focal line posterior terdapat pada retina. Pada simple hipermetrop astigmat dengan silinder +1,00 D, focal line anterior terdapat di titik retina dan focal line posterior terdapat pada titik C. Pada compound miop astigmat dengan sferis -1,00 D dan silinder -1,00 D, focal line anterior terdapat di titik A dan focal line posterior terdapat pada titik B. Pada compound hipermetrop astigmat dengan sferis +1,00 D

dan silinder +1,00 D, focal line anterior terdapat di titik C dan focal line posterior terdapat pada titik D. Pada mixed astigmat dengan sferis -1,00 D dan silinder +2,00 D, focal line anterior terdapat di titik B dan focal line posterior terdapat pada titik C.^{2,9} Skema jenis astigmatisme ini dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tipe astigmatisme berdasarkan lokasi focal line dari retina (Dikutip dari kepustakaan no.2)

Klasifikasi lain dari astigmatisme yaitu berdasarkan orientasi meridian atau power astigmatisme dari titik ke titik melalui pupil:

1. Astigmatisme regular: jika meridian utama kornea atau lensa mempunyai orientasi konstan pada tiap titik melalui pupil, dan jika jumlah astigmatisme sama pada tiap titik. Gangguan refraksi ini dapat dikoreksi dengan lensa silinder. Meridian utama merupakan arah di mana terdapat power terbesar. Meridian-meridian utama dari lensa silinder paralel satu sama lain dan tegak lurus terhadap aksis silinder.⁹ Aksis koreksi silinder tegak lurus terhadap aksis astigmatisme kornea atau lensa. Astigmatisme regular dapat dikelompokkan lagi menjadi:
 - a. Astigmatisme with the rule: meridian vertikal merupakan meridian paling cembung, sehingga untuk koreksinya diperlukan silinder plus pada atau di dekat aksis 90^0 . Astigmatisme tipe ini lebih sering ditemukan pada anak-anak.
 - b. Astigmatisme against the rule: meridian horizontal merupakan meridian paling cembung, sehingga perlu dikoreksi dengan menggunakan silinder plus pada atau di dekat aksis 180^0 .

- c. Astigmatisme oblik: jika meridian utama tidak terletak pada atau di dekat 90^0 atau 180^0 , tetapi terletak pada atau di dekat 45^0 atau 135^0 .
2. Astigmatisme iregular: orientasi meridian utama atau power astigmatisme berubah dari satu titik ke titik lain melalui pupil.²

Sebagai contoh untuk pemberian lensa silinder, jika pasien -1,00 D miopik pada meridian vertikal (sesuai dengan astigmatisme with the rule, meridian kornea vertikal lebih cembung dibanding horizontal) dan emetrop pada meridian horizontal, maka pemakaian lensa silinder -1,00 D dengan axis horizontal (power pada meridian vertikal) akan menimbulkan keadaan emetrop. Sebagai alternatif, jika diberikan lensa +1,00 dengan aksis vertikal (power di horizontal) akan menyebabkan mata menjadi -1,00 D miopik di seluruh meridian, sehingga tidak ada astigmatisme (karena tidak ada perbedaan power di antara meridian).⁷ Untuk menentukan koreksi astigmat, JCC merupakan instrumen yang paling sering digunakan. Akan tetapi, uraian selanjutnya akan dimulai dengan teknik astigmatic dial yang lebih mudah dipahami.

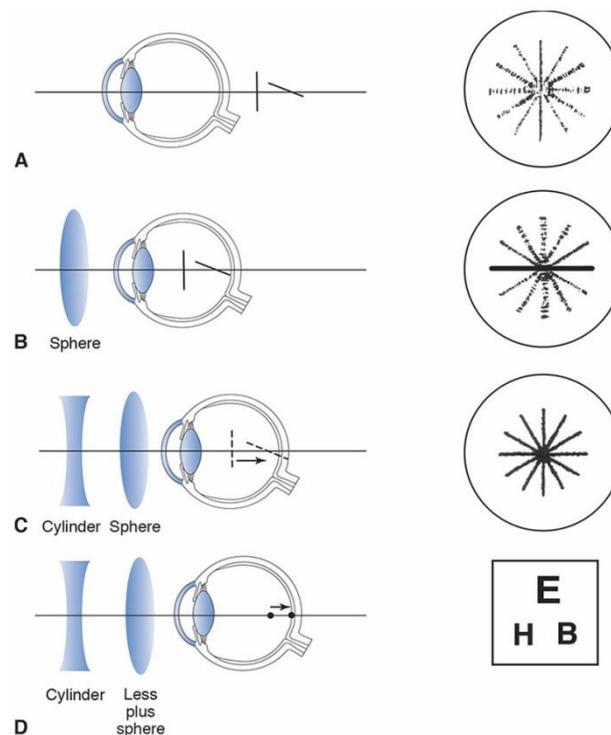
3. TEKNIK ASTIGMATIC DIAL

Astigmatic dial merupakan tes dengan garis-garis yang tersusun radier, yang dapat digunakan untuk menentukan aksis astigmatisme. Berkas cahaya dari titik sumber cahaya digambarkan sebagai Conoid Sturm (gambar 2). Garis pada astigmatic dial yang paralel dengan meridian utama astigmatisme pada mata digambarkan sebagai garis yang tajam, yang berhubungan dengan *focal line* Conoid Sturm.²

Gambar 5A menunjukkan mata dengan compound hipermetrop astigmat dan gambaran pada astigmatic dial. Untuk refraksi subjektif, penggunaan kata lebih hitam dan lebih tajam lebih mudah dimengerti oleh pasien dibandingkan kata lebih jelas. Garis vertikal pada astigmatic dial merupakan garis yang paling hitam dan paling tajam karena focal line vertikal dari Conoid Sturm lebih dekat ke retina dibandingkan focal line horizontal. Dengan berakomodasi, pasien dapat menarik kedua focal line ke depan, sehingga garis horizontal astigmatic dial juga dapat terlihat jelas. Untuk menghindari akomodasi, dilakukan fogging.²

Pemasangan sferis plus menyebabkan kedua focal line ke arah vitreus, menyebabkan terjadinya compound miop astigmat (Gambar 5B). Mata yang berakomodasi menyebabkan garis yang terbentuk lebih kabur, sehingga pasien merelaksasikan akomodasi. Focal line yang paling dekat ke retina dapat diidentifikasi yaitu garis horizontal, yang nampak paling jelas dan paling tajam pada astigmatic dial. Setelah pemeriksa menemukan salah satu letak meridian utama astigmatisme, Conoid Sturm dapat dibuat kolaps dengan memindahkan focal line anterior lebih ke belakang menuju posterior focal line. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan silinder minus dengan aksis paralel terhadap focal line anterior. Pada gambar 5C, focal line vertikal dipindahkan ke posterior hingga menjadi satu titik dengan focal line horizontal dengan penambahan silinder minus pada aksis 90° .²

Perhatikan bahwa silinder minus ditempatkan dengan aksis tegak lurus terhadap meridian paling hitam pada astigmatic dial. Juga perhatikan bahwa pada saat Conoid Sturm kolaps, focal line menghilang menjadi 1 titik fokus. Seluruh garis pada astigmatic dial sekarang nampak sama hitamnya tetapi masih belum terfokus sempurna, karena mata masih terfoggging untuk mengontrol akomodasi. Pada poin ini, digunakan chart visus; sferis plus dikurangi hingga diperoleh visus terbaik (Gambar 5C).²



Gambar 5. Teknik astigmatic dial. A, Conoid Sturm dan image astigmatic dial di retina pada compound hipermetrop astigmat. B, Fogging menyebabkan compound miop astigmat. C, Conoid Sturm kolaps menjadi satu titik fokus. D, Sferis minus ditambahkan (atau sferis plus dikurangi) untuk menghasilkan image yang tajam dan digunakan chart visus untuk pemeriksaan (Dikutip dari kepustakaan no.2).

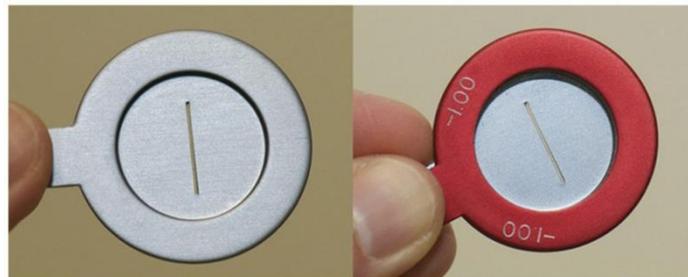
Ringkasan langkah-langkah pada astigmatic dial adalah sebagai berikut:

1. Dapatkan visus terbaik dengan menambahkan lensa sferis saja.
2. Lakukan fogging pada mata hingga sekitar visus 20/50 dengan menambahkan lensa sferis plus.
3. Pasien diminta untuk mengidentifikasi garis paling hitam dan tajam pada astigmatic dial.
4. Tambahkan silinder minus dengan aksis tegak lurus terhadap garis paling hitam dan paling tajam hingga semua garis nampak sama hitam (jika menggunakan silinder plus, tambahkan silinder plus dengan aksis paralel terhadap garis paling hitam dan paling tajam hingga semua garis nampak sama hitam).

5. Kurangi sferis plus (atau tambahkan minus) hingga diperoleh visus terbaik dengan chart visus. Setiap penambahan 0,25 D power silinder plus, tambahkan sferis 0,25 D dengan tanda yang berlawanan (minus). Hal ini akan menstimulasi efek silinder minus dengan memindahkan focal line anterior ke posterior tanpa mengubah posisi focal line posterior.²

4. TEKNIK STENOPEIC SLIT

Stenopeic slit merupakan trial lens opak dengan celah elongasi yang lebarnya membentuk pinhole dengan lebar 0,5-1,0 mm dan panjang hingga 15 mm (Gambar 6). Stenopeic slit mengurangi ukuran efektif pupil pada meridian yang tegak lurus terhadapnya, yang menyebabkan pergeseran aksial circle of least confusion, sehingga menyebabkan perubahan ukuran blur pada retina tegak lurus pada orientasi slit (gambar 7).¹⁰

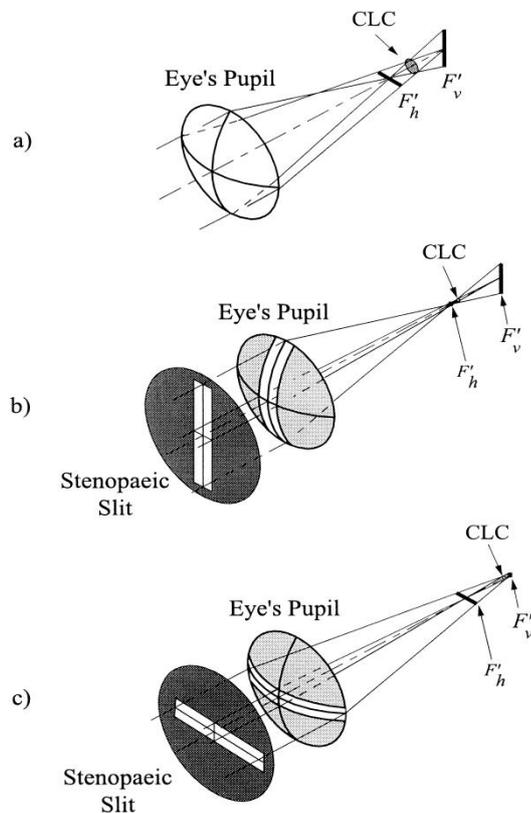


Gambar 6. Stenopeic slit. Image di kanan menunjukkan penempatan lensa sferis di depan stenopeic slit untuk memperoleh visus terbaik (Dikutip dari kepustakaan no.2)

Jika pasien dapat berakomodasi, dapat dilakukan fogging dan unfogging secara monokular menggunakan lensa sferis plus hingga tercapai visus terbaik. Letakkan stenopeic slit di depan mata pasien, kemudian putar slit secara perlahan hingga didapatkan image paling tajam oleh pasien. Pasien diminta untuk memberitahukan posisi slit mana yang memberikan gambaran lebih jelas dibanding lainnya. Pada poin ini, stenopeic slit berimpit dengan meridian utama dari kelainan refraksi minus paling rendah atau plus paling tinggi dan

menyebabkan blok sinar yang mengaburkan image pada meridian yang tegak lurus terhadapnya. Putar slit ke arah tegak lurus terhadap orientasi slit pertama, visus posisi kedua ini seharusnya lebih buruk dibandingkan visus pada posisi slit pertama.¹¹

Kembalikan slit pada posisi awal, kemudian lakukan fogging dengan lensa sferis plus, kurangi power lensa sebesar 0,50 D atau -1,00 D hingga tercapai visus terbaik. Karena power ini merupakan power primer minus paling rendah atau plus paling tinggi, maka power ini merupakan komponen sferis dari kelainan refraksi. Slit kemudian diputar tegak lurus terhadap orientasi aksis pertama, kemudian dilakukan fogging dan unfogging kembali. Perbedaan antara power kedua meridian merupakan komponen silinder kelainan refraksi, dengan aksis tegak lurus terhadap posisi slit kedua. Jika misalnya diperoleh hasil terbaik dengan sferis -3,00 D ketika slit berorientasi vertikal, kemudian sferis terbaik dengan slit horizontal adalah -5,00 D, maka hasilnya yaitu -3,00/-2,00x90.^{2,11}



Gambar 7. a), Representasi geometrikal focal line pada mata dengan kelainan refraksi +1/-2x180. b), Jika stenopeic slit diletakkan vertikal di depan mata. CLC bergeser secara aksial terhadap focal line horizontal dan hampir menjadi satu titik fokus. c), Hal yang sama terjadi jika stenopeic slit diletakkan horizontal (Dikutip dari kepustakaan no.10)

5. CROSS CYLINDER

Jackson cross-cylinder (JCC) merupakan instrumen yang paling sering digunakan dalam menentukan koreksi astigmat. JCC berupa lensa yang terdiri dari sepasang lensa silinder dengan kekuatan yang sama, sehingga power total adalah nol. JCC terdiri dari lensa konveks dan lainnya konkaf, dengan aksis 90^0 satu sama lain dan pegangan di antara 2 aksis. Akibatnya, menempatkan lensa di depan sistem optik akan menyebabkan gambar terpisah menjadi 2 titik fokal, satu di anterior dan satu yang lainnya di posterior dengan jarak yang sama dari retina (*equidistant*). JCC umumnya dibuat dengan menempatkan lensa silinder dengan power tertentu pada satu sisi dan lensa asferis dengan power separuh dari kekuatan silinder pada sisi lainnya. Jadi, lensa silinder -1,00 D dan sferis +0,50 D memberikan efek yang sama dengan lensa silinder +0,50 D dan silinder -0,50 D.¹²

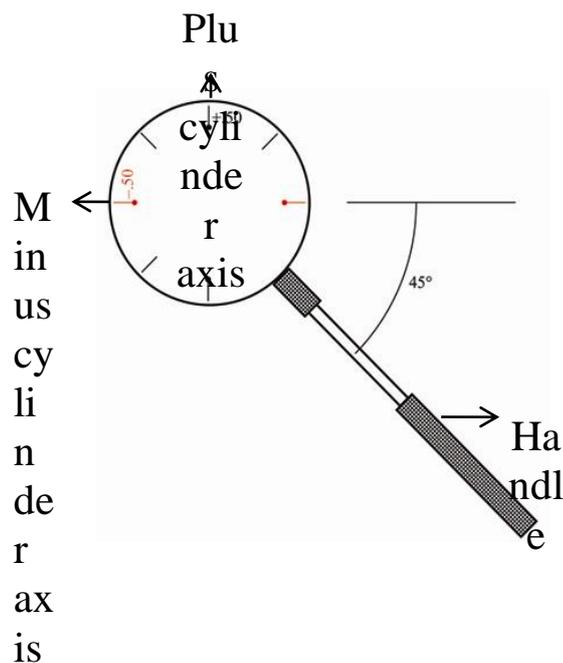
Cross cylinder yang umumnya digunakan adalah ± 0.25 D dan ± 0.50 D. Meskipun demikian ada beberapa power lensa JCC yang tersedia, yaitu:

- + 0.12 D cyl $\times 90^0$ - 0.12 D cyl $\times 180^0$
- + 0.25 D cyl $\times 90^0$ - 0.25 D cyl $\times 180^0$
- + 0.50 D cyl $\times 90^0$ - 0.50 D cyl $\times 180^0$
- + 1.00 D cyl $\times 90^0$ - 1.00 D cyl $\times 180^0$

Lensa-lensa tersebut disatukan dalam ring dengan handle bulat, nyaman untuk digerakkan di antara ibu jari dan telunjuk, dan dengan arah antara 2 aksis

tepat 45° dari handle. Letak aksis-aksis ini pada lensa harus akurat, tepat 90° satu sama lain. Aksis-aksis ini juga harus dapat terlihat dengan jelas pada lensa dan ditandai dengan tanda + dan -, sehingga memudahkan terlihat dengan cepat. Ring dan lensa berdiameter minimal 1,5 inci.¹²

JCC ± 0.50 D dalam orientasi primer ditampilkan pada Gambar 5. Pegangan bagian bawah diarahkan ke kanan dan membentuk sudut 45° dari garis horizontal. Marker ditampilkan dalam warna merah dan hitam (marker dapat berbeda pada lensa JCC lain). Marker terletak pada permukaan bagian depan lensa (menghadap ke pembaca). Kedua marker titik merah merepresentasikan aksis komponen silinder dengan power -0.5 D, sedangkan marker titik hitam merepresentasikan aksis komponen silinder dengan power $+0.5$ D. Jika lensa dibalik, marker juga akan terbalik, di mana angka -0.5 dan $+0.5$ merupakan *image* cermin.⁵



Gambar 5. Jackson cross cylinder 0.5 D dalam orientasi primer (Dikutip dari kepustakaan no.5)

6. FUNGSI CROSS CYLINDER

Jackson Cross Cylinder biasanya digunakan untuk memperbaiki aksis dan kekuatan refraksi komponen silinder setelah koreksi tentatif, tetapi JCC juga dapat

digunakan dalam keseluruhan proses refraksi astigmat.¹³ JCC terkadang digunakan untuk mendeteksi adanya astigmatisme okular ketika prosedur objektif seperti retinoskopi atau refraktometri tidak tersedia atau tidak dapat dilakukan. Deteksi dengan sensitivitas maksimum diperoleh jika posisi aksis berbeda 45^0 , sehingga pemeriksaan ada tidaknya astigmatisme perlu dilakukan tidak hanya pada aksis 90^0 dan 180^0 , tetapi juga pada aksis 45^0 dan 135^0 .¹⁴

Cross cylinder digunakan untuk menjawab pertanyaan mengenai aksis atau meridian lensa silinder dan power terbaik untuk lensa silinder. Penentuan aksis silinder selalu dilakukan terlebih dahulu sebelum menentukan kekuatan refraksi silinder. Hal ini disebabkan aksis yang tepat dapat ditemukan tanpa adanya kekuatan refraksi yang sesuai, sedangkan kekuatan refraksi silinder yang tepat tidak dapat ditemukan jika aksis tidak sesuai.² JCC menciptakan interval astigmatik dengan lingkaran blur berbentuk bulat dan nilai dioptrinya merupakan komponen lensa itu sendiri. Pada salah satu posisi JCC, interval astigmatik berkurang dan visus membaik. Pada posisi tegak lurus lainnya ketika lensa dibalik, interval astigmatik melebar dan visus menurun.¹⁵

Jackson Cross Cylinder merupakan tes terbaik untuk astigmatisme tanpa sikloplegik, meskipun hasilnya akan lebih akurat jika diameter pupil ≥ 4 mm. JCC dapat digunakan untuk refraksi akurat dengan atau tanpa sikloplegik, dan khususnya *valuable* untuk pemeriksaan astigmatisme pada tes postsikloplegik. JCC tidak lebih superior dibandingkan metode refraksi lain, tetapi secara sederhana, JCC merupakan metode dengan presisi paling baik untuk menentukan meridian dan power silinder koreksi pada astigmatisme.¹⁶

Secara umum, JCC menunjukkan adanya astigmatisme okular karena pada satu sisi, blur astigmatisme akan berkurang dibandingkan jika lensa JCC dibalik ke sisi lainnya. Tetapi jika aksis JCC pada awalnya diletakkan 45^0 dari aksis astigmatisme okular, tes silinder akan gagal mendeteksi astigmatisme, karena blur akan sama pada kedua pilihan flip. Bahkan jumlah besar astigmatisme akan gagal dideteksi oleh JCC pada keadaan ini. Oleh karena itu, JCC harus selalu diletakkan pada orientasi ke 2 yang terpisah 45^0 sebelum menyimpulkan tidak adanya astigmatisme.¹⁴

7. TEKNIK PEMERIKSAAN CROSS CYLINDER

Langkah pertama pada refraksi cross cylinder adalah menyesuaikan sferis untuk memperoleh tajam penglihatan terbaik. Dimulai dengan meletakkan lensa yang digunakan pasien ke trial frame atau foropter. Gunakan huruf-huruf chart 1-2 baris di atas visus terbaik pasien. Dalam hal ini, gunakan cross cylinder untuk pemeriksaan aksis silinder serta power silinder.²

Power spesifik cross cylinder (misalnya $\pm 0,25$ D, $\pm 0,50$ D) yang dipilih untuk digunakan di klinik disesuaikan dengan visus pasien. Untuk pasien dengan visus 20/30 atau lebih baik, penggunaan cross cylinder yang sesuai adalah $\pm 0,25$ D. Cross cylinder $\pm 0,50$ D bermanfaat untuk visus antara 20/30 hingga 20/70, dan seterusnya.²

Jika sebelumnya pasien tidak mempunyai koreksi silinder, cross cylinder masih tetap dapat digunakan dengan menempatkannya pada aksis 90^0 dan 180^0 untuk mengecek ada tidaknya astigmatisme. Jika pasien mengatakan bahwa salah satu posisi JCC lebih jelas, ditambahkan lensa silinder paralel pada aksis cross cylinder hingga kedua gambaran flip sama jelas bagi pasien. Jika tidak ada pilihan gambaran yang lebih jelas dengan aksis pada 90^0 dan 180^0 , lakukan pemeriksaan pada aksis 45^0 dan 135^0 . Jika ditemukan bahwa lensa silinder diperlukan, aksis dan power ditentukan dengan pemeriksaan JCC.²

A. Pemeriksaan aksis dengan JCC

Pemeriksaan dilakukan dengan mengetes menggunakan huruf-huruf 1 baris di atas visus terbaik yang didapatkan dengan refraksi subjektif.

1. Letakkan lensa JCC dengan aksis 45^0 dari aksis pada lensa silinder koreksi. Hal ini dilakukan dengan meletakkan pegangan JCC pada aksis lensa silinder koreksi.
2. Beritahukan pada pasien bahwa anda akan menunjukkan 2 sudut pandang huruf-huruf chart dan akan mengidentifikasi tiap sudut pandang dengan nomor. Kedua sudut pandang mungkin akan terlihat kabur, tetapi pasien akan diminta untuk menunjukkan mana yang lebih tajam atau kurang kabur.

3. Minta pasien untuk melihat huruf pada chart dan beritahu “Ini adalah nomor 1”.
4. Setelah 2-5 detik, balik JCC dan beritahu “Ini adalah nomor 2, di mana di antara 1 atau 2 yang hurufnya tampak lebih jelas?” Jika keduanya sama kaburnya, menandakan bahwa aksis sudah berada di posisi yang tepat.
5. Jika ada salah satu di antara keduanya yang lebih jelas, pindahkan aksis lensa silinder koreksi ke arah aksis plus atau minus lensa JCC yang memberikan gambaran yang menurut pasien lebih jelas (aksis lensa koreksi silinder plus dirotasikan ke arah aksis plus JCC, sedangkan aksis lensa koreksi silinder minus dirotasikan ke arah aksis minus JCC). Silinder dengan power rendah dirotasikan sebesar 15° , sedangkan lensa silinder dengan power tinggi dirotasikan dengan radius yang lebih sempit, biasanya 5° .
6. Geser lensa JCC sehingga pegangan lensa JCC berimpit pada aksis lensa silinder koreksi. Ulangi langkah 2-5. Jika aksis dipindahkan ke arah yang berlawanan, geser aksis 5° - 10° .
7. Ulangi hingga didapatkan aksis yang sesuai bagi pasien, yaitu jika kedua gambaran sama jelasnya bagi pasien.^{2,15}

Bagi beberapa pasien, menentukan sudut pandang mana yang lebih jelas amat sulit. Borish menggambarkan variasi teknik JCC di mana chart dibaca dari huruf-huruf 20/50 hingga 20/20. Pasien diminta untuk memilih sudut pandang mana yang memungkinkan pasien untuk dapat membaca dengan jelas chart tersebut.¹⁷

Secara klinis diketahui bahwa perubahan aksis yang besar pada pemeriksaan dengan JCC sebaiknya digunakan untuk menentukan aksis pada lensa silinder dengan power yang rendah, sedangkan perubahan aksis yang kecil diperlukan untuk menentukan aksis pada lensa silinder dengan power besar. Semakin besar power silinder koreksi, semakin diperlukan ketepatan aksis silinder. Hal ini

disebabkan blur astigmatik pada pasien meningkat dengan adanya error aksis maupun power silinder koreksi.¹⁴ Dalam tabel 1 berikut dijabarkan perkiraan perubahan sudut rotasi aksis berdasarkan power silinder saat pemeriksaan aksis.

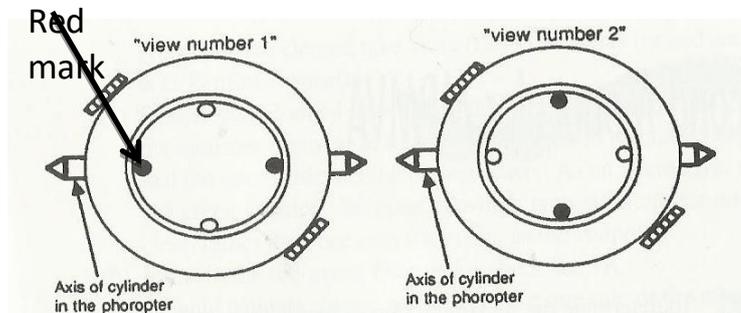
Tabel 1. Estimasi Rotasi Silinder Koreksi Berdasarkan Power Lensa¹⁴

Power Silinder Koreksi (Dioptri)	Perkiraan Rotasi Awal yang Diperlukan
$\leq 0,25$	30^0
0,50	15^0
0,75	10^0
1,00-1,75	5^0
2,00-2,75	3^0
3,00-4,75	2^0
$\geq 5,00$	1^0

B. Pemeriksaan *power* dengan JCC

1. Letakkan lensa JCC sehingga satu aksis berimpitan dengan aksis lensa silinder koreksi dan aksis lain tegak lurus dengan aksis lensa silinder koreksi.
2. Langkah selanjutnya sama dengan langkah nomor 2-4 pada penentuan aksis silinder.
3. Perlihatkan 2 sudut pandang di mana titik merah pada JCC (aksis silinder minus) berimpit dengan aksis silinder koreksi. Sudut pandang pertama di gambar 3 menunjukkan peningkatan power silinder minus sesuai power lensa JCC yang digunakan. Jika pasien memilih sudut pandang yang lebih jelas adalah di mana titik merah berimpit dengan aksis silinder koreksi (sudut pandang nomor 1 di gambar 3), maka dilakukan penambahan

power silinder minus/pengurangan silinder plus sesuai power lensa JCC yang dipakai. Jika pasien mengatakan bahwa sudut pandang yang lebih jelas adalah sudut pandang di mana titik putih berimpit dengan aksis silinder koreksi, maka dilakukan pengurangan power silinder minus/penambahan silinder plus sesuai power lensa JCC yang dipakai.



Gambar 6. Diagram skematis JCC untuk pemeriksaan power silinder koreksi.

(Dikutip dari kepustakaan no.17)

4. Selama pemeriksaan power JCC, pertahankan spherical equivalent dari hasil pemeriksaan awal pasien. Untuk setiap peningkatan dari silinder minus $-0,50$ D, tambahkan sferis $+0,25$ D atau kurangi $-0,25$ D. Untuk setiap penurunan silinder minus $-0,50$ D, tambahkan sferis $-0,25$ D.
5. Pemeriksaan power dihentikan bila:
 - Kedua gambaran sama jelasnya bagi pasien
 - Respon pasien terhadap perubahan power berada dalam interval yang sempit. Dalam hal ini, pilih power yang lebih dekat dari resep kacamata yang digunakan oleh pasien. Jika pemeriksaan silinder

baru pertama kali dilakukan, pilih silinder minus dengan power yang lebih kecil.¹⁷

8. PENYESUAIAN SFERIS, KONFIRMASI SILINDER

Setelah penentuan aksis dan power silinder, langkah akhir penentuan refraksi monokular adalah penyesuaian sferis. Akhir dari langkah refraksi adalah sferis plus terkuat atau sferis minus terlemah yang menghasilkan visus terbaik. Tambahkan sferis plus +0,25 D dan ditingkatkan hingga pasien menunjukkan penurunan visus. Jika tidak ada penambahan sferis plus yang diperlukan, tambahkan -0,25 D dan ditingkatkan hingga pasien mencapai visus optimal. Dengan akomodasi, pasien dapat mengkompensasi sferis minus yang berlebihan. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan minus sferis terkecil untuk mencapai visus terbaik.²

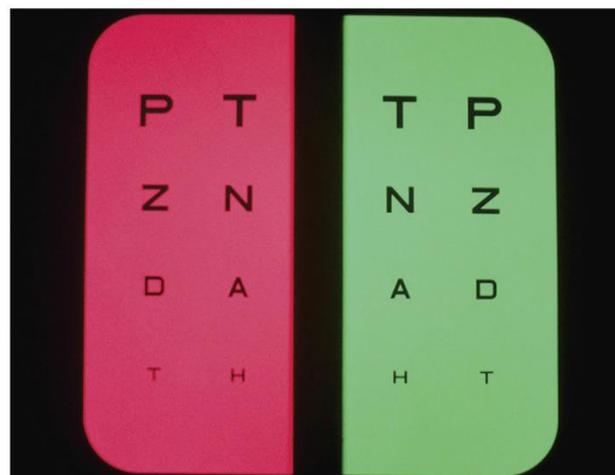
Spherical equivalent koreksi refraktif harus tetap konstan untuk menjaga agar CLC tetap berada di retina. Spherical equivalent merupakan jumlah total power komponen sferis dan setengah dari komponen silinder. Oleh karena itu, untuk setiap penambahan power lensa silinder sebesar +0.50 D, lakukan pengurangan power sferis sebesar -0,25 D (perubahan power sferis sebesar separuh dari power silinder dengan tanda plus/minus yang berlawanan).^{2,18} Sebagai contoh, jika diperoleh hasil pengukuran sferis yaitu -3,00 D, kemudian diperoleh hasil pengukuran dengan cross cylinder yaitu -1,00 pada aksis 180⁰, maka hasil akhir pengukuran menjadi:

$$-2,50/-1,00 \times 180$$

Untuk mengkonfirmasi hasil akhir sferis, dilakukan tes duochrome (juga dikenal sebagai red-green test atau bichrome test (Gambar 7). Tes duochrome dibuat berdasarkan prinsip aberasi kromatik aksial, di mana sinar dengan panjang gelombang yang lebih pendek (misalnya hijau) difokuskan lebih kuat dibandingkan sinar dengan panjang gelombang yang lebih panjang (misalnya merah). Mata terfokus di dekat midpoint spektrum, antara panjang gelombang merah dan hijau. Tes duochrome memeriksa posisi fokus panjang gelombang

hijau dan merah dari retina dan secara teoritis memungkinkan determinasi akurat dari koreksi sferis atau CLC.^{2,15}

Red-green filter yang terpisah menjadikan latar belakang chart tampak terbagi dua secara vertikal menjadi separuh merah dan separuh hijau. Dengan koreksi sferis optimal, huruf-huruf pada bagian merah dan hijau dari chart akan nampak sama tajam. Filter komersial yang digunakan pada tes duochrome menghasilkan interval kromatik sekitar 0,50 D antara panjang gelombang merah dan hijau. Jika image difokuskan lebih jelas pada sinar putih, mata menjadi 0,25 D miopik untuk huruf hijau dan 0,25 D hiperopik untuk huruf merah.²



Gambar 7. Tes duochrome

Setiap mata dites terpisah untuk tes duochrome, yang dimulai dengan mata difogging minimal (dengan 0,50 D) untuk merelaksasi akomodasi. Huruf pada bagian merah nampak lebih jelas, sferis minus perlu ditambahkan hingga 2 sisi terlihat sama jelas. Jika pasien berespon bahwa huruf pada sisi hijau nampak lebih jelas, pasien mengalami overkoreksi sferis minus, sehingga perlu ditambahkan power sferis plus. Beberapa klinisi menggunakan singkatan RAM-GAP untuk memudahkan mengingat penggunaan tes duochrome (Red Add Minus, Green Add Plus).²

Langkah akhir refraksi subjektif yaitu memastikan bahwa telah terjadi relaksasi akomodasi secara seimbang pada kedua mata. Beberapa metode

binocular balance umum digunakan, sebagian besar memerlukan visus koreksi hampir sama pada kedua mata.

Fogging

Jika refraksi akhir difogging menggunakan lensa sferis +2,00 D, visus menurun menjadi 20/200–20/100 (6/60–6/30). Letakkan -0,25 D pada salah satu mata kemudian kemudian di mata lainnya, dan lakukan oklusi secara bergantian dengan cepat. Pasien seharusnya dapat mengidentifikasi mata dengan sferis -0,25 D dapat melihat image lebih jelas. Jika tidak terdapat keseimbangan, dilakukan penambahan atau pengurangan power sferis dengan interval 0,25 D hingga tercapai keseimbangan.¹⁹ Metode fogging ini juga memberikan informasi tentang power sferis yang sesuai. Jika koreksi overminus atau underplus, pasien membaca chart lebih jelas dari seharusnya, hingga 20/70 (6/20), 20/50 (6/15), atau bahkan 20/40 (6/12) dengan lensa sferis +2,00 terpasang pada mata pasien. Dalam hal ini, refraksi perlu dikonfirmasi kembali.²

9. PENULISAN RESEP DAN TRANSPOSISI

Ketika menuliskan resep kaca mata, power sferis lensa dituliskan terlebih dahulu, kemudian diikuti oleh power silinder dan aksis silinder. Contohnya:

-2,00 DS/-0,50 DC axis 180

Dari resep ini diketahui bahwa power sferis yaitu -2,00 D, power silinder -0,50 D, aksis silinder 180⁰. Dalam prakteknya, DS dan DC dihilangkan, serta aksis diganti tanda x, sehingga ditulis menjadi

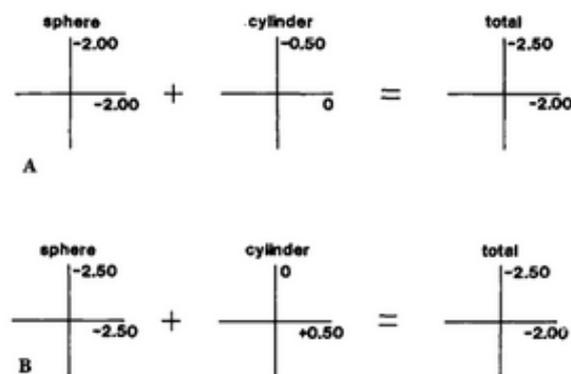
-2,00/-0,50x180

Permukaan silinder dapat diletakkan di bagian depan maupun belakang lensa, sehingga resep kacamata dapat ditulis dalam silinder plus maupun silinder minus. Tetapi jika silinder diletakkan di bagian depan lensa, resep ditulis seperti berikut:

-2,50/+0,50x90

Hubungan antara komponen sferis dan silinder lensa dapat divisualisasikan dengan penggunaan *optical crosses* atau *power diagram*. Untuk satu lensa, digambar 3 tanda cross, di mana ujung dari tiap cross mencerminkan meridian utama lensa. Untuk tanda cross yang merepresentasikan komponen sferis, power sama di setiap meridian. Untuk cross yang merepresentasikan komponen silinder, power maksimum berada pada meridian yang membentuk sudut 90^0 terhadap aksis, sedangkan power di aksis adalah nol.²⁰

Power diagram pada gambar 8 menunjukkan bahwa untuk kedua set diagram power, total power (gabungan sferis dan silinder) pada meridian horizontal adalah -2,00 D, sedangkan power total pada meridian vertikal yaitu -2,50 D. Perlu diperhatikan juga bahwa untuk format lensa silinder minus, total power paling positif pada meridian sama dengan power sferis. Sebaliknya, untuk format silinder plus, total power paling negatif sama dengan power sferis.



Gambar 8. Diagram power: A untuk resep -2,00/-0,50x180;
B untuk resep -2,50/+0,50x90 (Dikutip dari kepustakaan no.20)

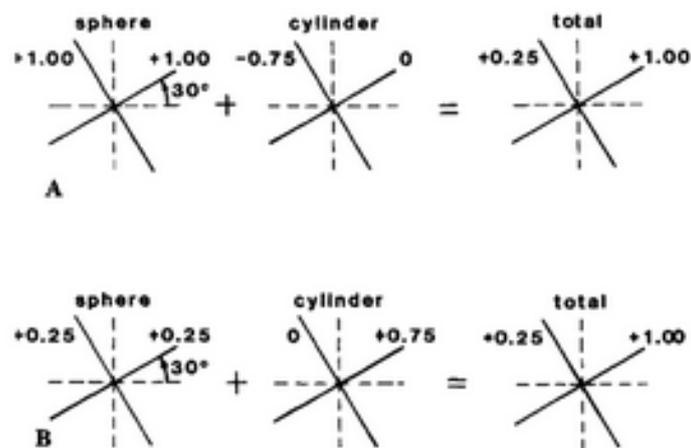
Contoh lainnya, resep kaca mata seorang pasien dengan hipermetrop dan astigmat sebagai berikut:

$$+1,00/-0,75 \times 30$$

Resep ini ditulis dengan silinder minus negatif. Jika lensa diproduksi dalam bentuk silinder plus, transposisi dibuat menjadi silinder plus. Pada gambar 10 resep ditulis dalam bentuk silinder minus, power total pada meridian 30^0 adalah +1,00 D, sedangkan power total pada meridian 120^0 adalah +0,25 D. Untuk

penulisan resep dalam bentuk silinder plus, power paling negatif pada meridian menjadi power sferis. Perbedaan antara power paling negatif dan paling positif merupakan power lensa silinder. Resep dalam bentuk silinder plus (gambar 10B) yaitu:

$$+0,25/+0,75 \times 120$$



Gambar 9. Diagram power: A. Untuk resep $+1,00/-0,75 \times 30$;
B untuk resep $+0,25/+0,75 \times 120$ (Dikutip dari kepustakaan no.20)

Tiga langkah transposisi

Untuk transposisi silinder minus ke silinder plus atau sebaliknya, tiga langkah transposisi di bawah ini dapat digunakan:

1. Jumlahkan power sferis dan power silinder untuk mendapatkan power sferis baru
2. Ubah tanda silinder (dari plus ke minus dan sebaliknya)
3. Rotasikan aksis silinder sebesar 90^0 .

Ketika menggunakan tiga langkah transposisi, pengguna sebaiknya memeriksa kembali hasilnya dengan diagram power.²⁰

Berikut adalah ringkasan dari refraksi cross cylinder:

1. Koreksi sferis hingga sferis plus terbesar atau minus terkecil yang memberikan visus terbaik.
2. Untuk pemeriksaan, gunakan huruf-huruf pada chart visus 1-2 baris di atas baris visus terbaik pasien.
3. Jika koreksi silinder belum ada, cari ada/tidaknya astigmatisme dengan pemeriksaan JCC pada aksis 90^0 dan 180^0 . Jika tidak ditemukan pada aksis tersebut, lakukan tes pada aksis 45^0 dan 135^0 .
4. Koreksi aksis silinder terlebih dahulu. Posisikan aksis JCC 45^0 dari meridian utama silinder koreksi. Tentukan pilihan flip, kemudian rotasikan aksis silinder koreksi sesuai aksis JCC. Ulangi hingga dua pilihan flip nampak sama tajam.
5. Koreksi power silinder, tempatkan lensa JCC sehingga aksisnya berimpit dengan meridian utama lensa silinder koreksi. Tentukan pilihan flip, kemudian tambahkan atau kurangi power silinder sesuai dengan posisi JCC yang dipilih. Kompensasi power silinder dengan penambahan power lensa sferis setengah dari power lensa silinder.
6. Koreksi kembali/konfirmasi lensa sferis, aksis silinder, dan power silinder hingga benar-benar sesuai.

10. PENUTUP

Salah satu kelainan refraksi yang cukup sering ditemukan adalah astigmatisme, di mana berkas cahaya yang masuk ke mata tidak dikonvergensi pada satu titik fokal di retina. Mata dengan astigmatisme memerlukan pemeriksaan refraksi sfero-silinder. Untuk tes subjektif refraksi sfero-silinder, dilakukan pengukuran lensa sferis yang memberikan visus terbaik, serta orientasi dan power lensa silinder. Salah satu alat yang digunakan untuk mengukur aksis dan power lensa silinder adalah *Jackson cross-cylinder*. Langkah pemeriksaan yaitu pengukuran sferis, konfirmasi ada atau tidaknya astigmatisme, koreksi aksis dan power silinder, penyesuaian sferis dan konfirmasi sferis serta aksis dan power silinder. Dengan pemeriksaan tersebut diharapkan diperoleh hasil pengukuran akurat yang memberikan visus terbaik bagi pasien.

DAFTAR PUSTAKA

1. Barbero S, Rubinstein J. Power-adjustable spherocylindrical refractor comprising two lenses. *Opt Eng* 2013;52:063002-1-9.
2. Azar DT, Azar NF, Brodie SE, et al. Clinical Optics. In: Cantor LB, Rapuano CJ, Cioffi GA. American Academy of Ophthalmology, Basic and Clinical Science Course. 2016. California: American Academy of Ophthalmology. pp.155-236.
3. Porter J, Guirao A, Cox IG & Williams DR. Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2001;18:1793-803.

4. Jackson E. The astigmatic lens (crossed cylinder) to determine the amount and principal meridians of astigmatism. *Ophthalmol Rec.* 1907; 17:378-83.
5. Harris WF. The Jackson cross-cylinder. Part 1: properties. *S Afr Optom* 2007;66:41-55.
6. Naeser K. Assessment and statistics of surgically induced astigmatism. *Acta Ophthalmol* 2008;86 Suppl 1:5-28.
7. Madge SN. Astigmatism. In: Madge SN, Kersey JP, Hawker MJ, Lamont M. Clinical techniques in ophthalmology. 2006. London: Elsevier.
8. Puntenney I. The principles of the cross cylinder and its uses in refraction. *Q Bull Northwest Univ Med Sch* 1954;28:342-6.
9. Keating MP. Dioptric power in an off-axis meridian: the torsional component. *Am J Optom Physiol Opt* 1986;63:830-8.
10. Escrivá LM, Furlan WD. The stenopaeic slit: an analytical expression to quantify its optical effects in front of an astigmatic eye. *Ophthal Physiol Opt* 2001;21:327-33.
11. Borish IM, Benjamin WJ. Monocular and binocular subjective refraction. In: Benjamin WJ. Borish's Clinical Refraction. 1998. Philadelphia: W.B.Saunders Company.
12. Jackson E. The cross cylinder. *Am J Ophthalmol* 1933;16:600-2.
13. Balaji RN, Chandrakanth KS, Sheeja, et al. Jacksons cross cylinder. *Kerala J Ophthalmol* 2007;19:290-1.
14. Del Priore LV, Guyton DL. The Jackson Cross Cylinder, A reappraisal. *Ophthalmology* 1986;93:1461-5.
15. Gantz L, Schrader S, Ruben R, Zivotofsky AZ. Can the red-green duochrome test be used prior to correcting the refractive cylinder component? *Plos One* 2015; DOI:10.1371/journal.pone.0118874: 1-10.
16. Jackson E. How to use the cross cylinder. *Am J Ophthalmol* 1930;13:321-3.
17. Carlson NB, Kurtz D. The Jackson Cross Cylinder (JCC) Test in: Clinical Procedures for Ocular Examination, Third Edition. New York: McGraw Hill.

18. Perches S, Collados MV, Ares J. Retinal image simulation of subjective refraction techniques. *Plos One* 2016. DOI:10.1371/journal.pone.0150204:1-15.
19. Blomquist PH, Gedde SJ, Golnik KC. Refraction in: Wilson FM. Practical Ophthalmology. 2005. San Francisco: American Academy of Ophthalmology. pp.60-100.
20. Fannin TE, Grosvenor T. Characteristics of Ophthalmic lenses in: Clinical Optics. 1987. Boston: Butterworth. pp.25-60.