

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

---

Sari Kepustakaan : Sistem Saraf Otonom pada Mata  
Penyaji : Ivone Caroline  
Pembimbing : Antonia Kartika, dr., Sp.M(K)., M.Kes

Telah diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing

Antonia Kartika, dr., Sp.M(K)., M.Kes

Selasa, 23 Mei 2017

Pukul 07.00 WIB

## **I. Pendahuluan**

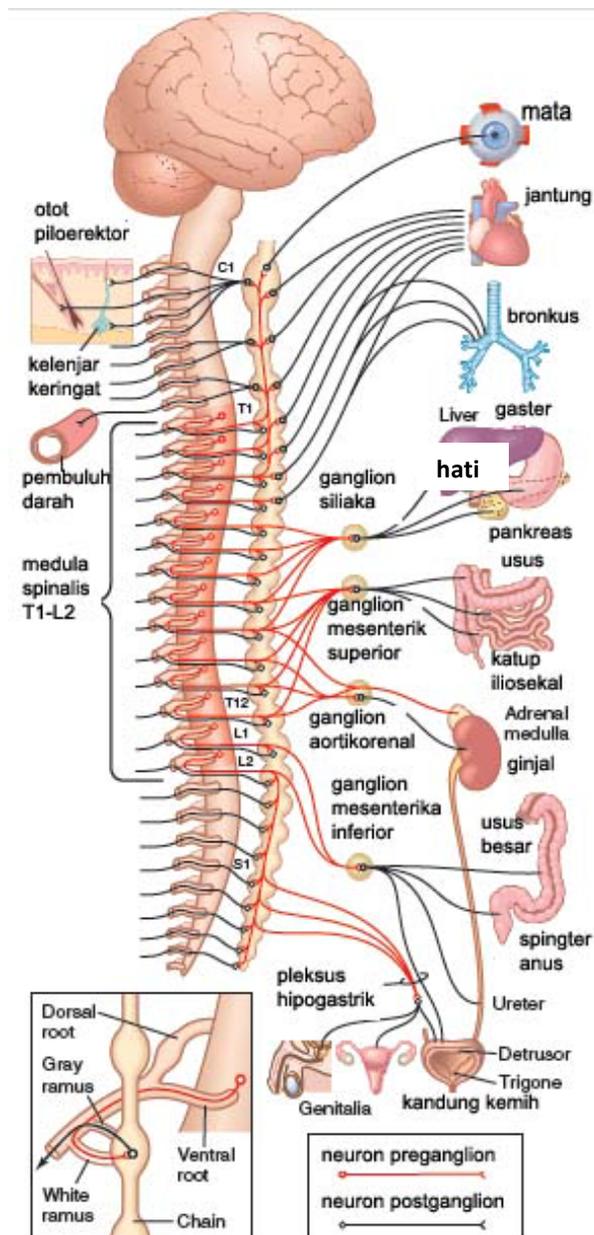
Sistem saraf otonom adalah fungsi tubuh yang diregulasikan secara independen dari aktivitas volunter menggunakan mekanisme refleks meliputi input saraf aferen, output saraf eferen, dan jaras saraf terintegrasi. Sistem saraf otonom memiliki pengaturan otomatis yang berkelanjutan untuk mempertahankan keseimbangan tubuh dari perubahan lingkungan. Sistem saraf otonom secara garis besar terdiri dari sistem saraf simpatis dan sistem saraf parasimpatis. Kedua sistem saraf otonom ini bekerja dalam keseimbangan untuk mempertahankan homeostasis tubuh seperti pernapasan, sirkulasi, suhu tubuh, dan denyut jantung. Sistem saraf simpatis akan teraktivasi dalam keadaan tekanan kemudian menyebabkan konstiksi pembuluh darah kulit dan organ dalam, darah akan mengalir ke pembuluh darah otot yang berdilatasi, denyut jantung meningkat, pernapasan semakin dalam, aktivitas gastrointestinal berhenti, kulit berkeringat, rambut menjadi kaku, dan pupil dilatasi. Sistem parasimpatis mengaktivasi keadaan sebaliknya. Sistem saraf otonom pada mata mengontrol otot-otot intrinsik mata (otot spingter dan dilator iris serta aparatus akomodasi siliaris), sistem lakrimasi, serta aliran darah orbital dan serebral.<sup>1,2</sup>

Sari kepustakaan ini akan membahas lebih lanjut mengenai jaras saraf otonom pada mata dan mengulas sedikit mengenai gangguan yang dapat terjadi pada jaras saraf otonom pada mata.

### **1.1. Sistem Saraf Simpatis**

Sistem saraf simpatis merupakan sistem saraf yang bekerja pada saat tubuh dihadapkan dengan lingkungan yang disebut dengan "*fight or flight response*". Aktivasi dari sistem saraf simpatis menyebabkan peningkatan pacu jantung, midriasis pupil, peningkatan energi dengan cara glukoneogenesis, vasokonstriksi pembuluh darah tepi, sistem gastrointestinal dan traktus urinarius untuk meningkatkan aliran

darah kepada pembuluh darah otot rangka. Badan sel dari sistem saraf simpatis terletak pada level vertebra Torakal (T)1 sampai Lumbal (L)1-L2. Sistem saraf ini disebut sebagai torakolumbal.<sup>2,3</sup>

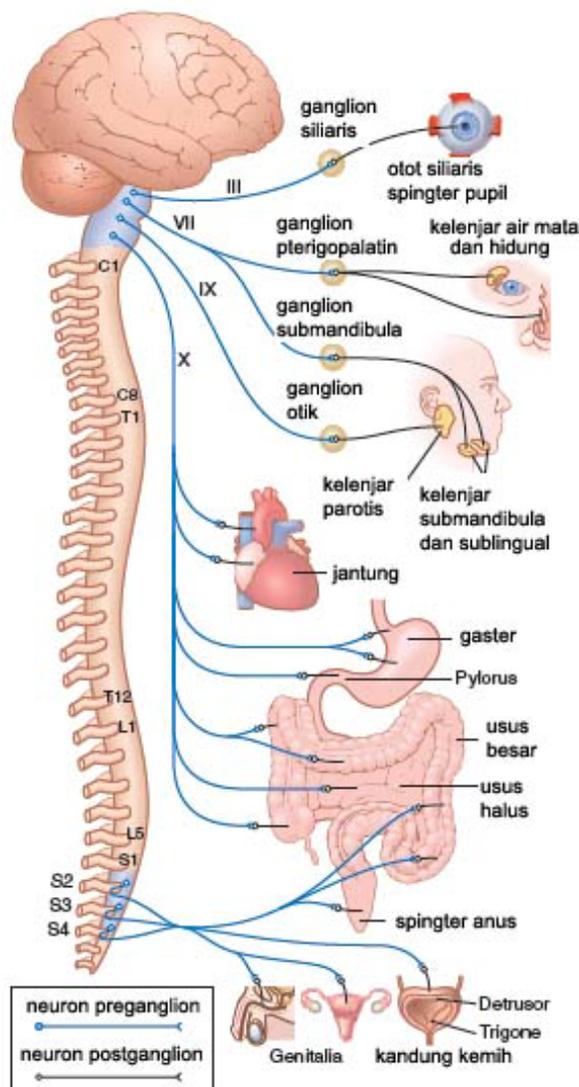


**Gambar 1.1 Sistem saraf simpatis**

Dikutip dari: Guyton and Hall<sup>2</sup>

## 1.2. Sistem Saraf Parasimpatis

Sistem saraf parasimpatis bekerja untuk mengistirahatkan tubuh atau “*rest and digest response*”. Aktivasi sistem saraf parasimpatis menyebabkan penurunan pacu jantung, vasodilatasi pembuluh darah, miosis pupil, dan peningkatan aktivitas sistem gastrointestinal dan traktus urinarius. Badan sel saraf terletak pada batang otak dan level vertebra Sakral (S)2-3 atau disebut juga kraniosakrum.<sup>2-3</sup>



**Gambar 1.2 Sistem saraf parasimpatis**  
Dikutip dari: Guyton and Hall<sup>2</sup>

### **1.3. Neurotransmitter pada Sistem Saraf Otonom**

Saraf simpatis dan parasimpatis menyekresikan hanya satu di antara substansi neurotransmitter, yaitu asetilkoline atau norepinefrine. Serat yang menyekresikan asetilkoline disebut kolinergik dan serat yang menyekresikan norepinefrine dikenal sebagai adrenergik. Semua preganglion merupakan kolinergik baik pada sistem saraf simpatis maupun parasimpatis. Sedangkan pada postganglion saraf simpatis adalah adrenergik dan postganglion pada parasimpatis adalah kolinergik.<sup>2,3</sup>

Asetilkoline memiliki dua tipe reseptor, yaitu reseptor muskarinik dan nikotinic. Reseptor muskarinik ditemukan pada semua sel efektor yang distimulasi oleh postganglion kolinergik dari sistem parasimpatis sedangkan reseptor nikotinic ditemukan pada ganglia otonom pada sinaps di antara preganglion dan postganglion dari sistem parasimpatis. Norepinefrine atau adrenaline memiliki dua reseptor yaitu reseptor alfa dan reseptor beta. Reseptor beta dibagi menjadi reseptor beta satu dan beta dua dan reseptor alfa dibagi menjadi reseptor alfa satu dan alfa dua.<sup>2,3</sup>

## **II. Jaras Otonom pada Mata**

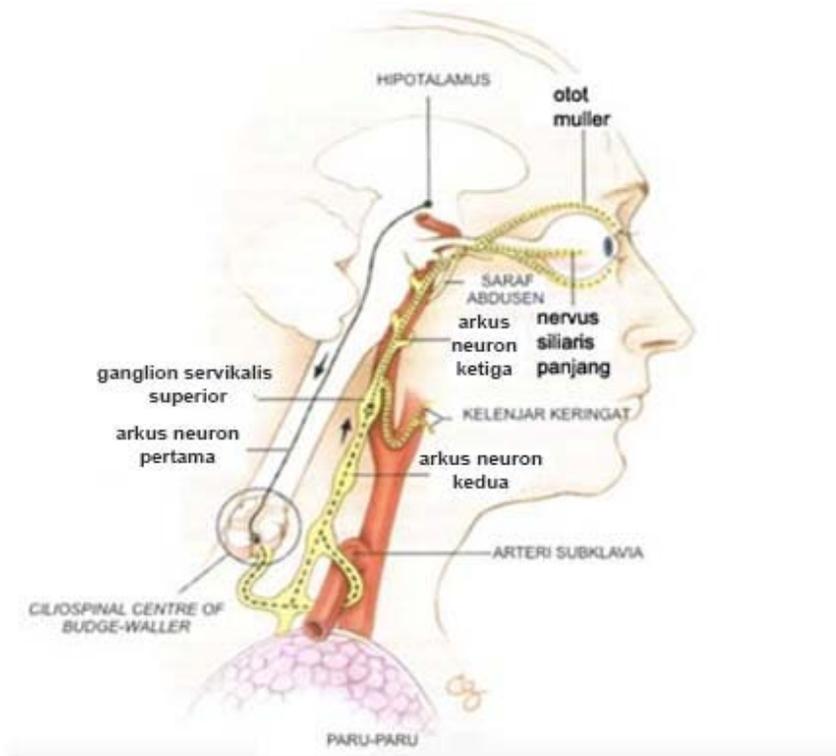
Sistem saraf otonom pada mata berperan pada fungsi lakrimasi dan ukuran pupil yang dikontrol oleh keseimbangan persarafan simpatis di otot dilator iris dan persarafan parasimpatis pada spinkter iris. Saraf simpatis juga mempersarafi otot retraktor asesoris dan otot muller di kelopak mata atas.<sup>1,4</sup>

### **2.1. Jaras Simpatis pada Mata**

Jaras simpatis mengaktifkan impuls dilatasi dari hipotalamus ke iris. Jaras ini terdiri dari tiga arkus neuron. Arkus neuron pertama berasal dari hipotalamus melalui batang otak menuju korda servikal lateralis. Arkus neuron kedua berasal dari medula spinalis menuju rantai servikal simpatis dan ganglion servikal superior di leher. Arkus neuron ketiga berjalan melalui arteri karotis interna menuju dasar tengkorak, orbita, dan iris.<sup>1,5</sup>

### 2.1.1. Hipotalamus, Jaras Simpatis Batang Otak, dan Medula Spinalis

Hipotalamus adalah bagian dari otak yang memediasi sistem saraf otonom. Mekanisme otonom berkaitan dengan adaptasi tubuh terhadap lingkungan, aktivitas reproduksi, sekresi endokrin, dan perilaku emosional. Hipotalamus mempersarafi otot-otot intrinsik mata, otot polos yang menentukan posisi kelopak mata, sekresi air mata, sistem vasomotor, dan tekanan intraokular. Jaras eferen yang berakhir di otot dilator pupil memiliki pemberhentian sel di hipotalamus regio posterolateral.<sup>1,6</sup>



**Gambar 2.1 Anatomi jaras simpatis pada mata**

Dikutip dari: AAO Neuro-ophthalmology<sup>5</sup>

Jaras simpatis turun dari regio posterolateral hipotalamus. Sebagian dari jaras tersebut bersilangan di *decussation of Forel* kemudian turun menempati posisi lateral batang otak. Sebagian jaras akan bersinapsis di pontin dan tegmentum mesensefalik, sedangkan jaras yang lain turun langsung tanpa sinapsis menuju *ciliospinal center of budge and waller* di medula spinalis. Serabut-serabut simpatis turun di dalam

substansi medula spinalis menuju regio servikotorakalis, melewati tengah bersinapsis dengan neuron preganglionik dari jaras simpatis perifer di C8 sampai T2.<sup>1,6</sup>

### **2.1.2. Serabut Simpatis Preganglionik dan Ganglion Servikalis Superior**

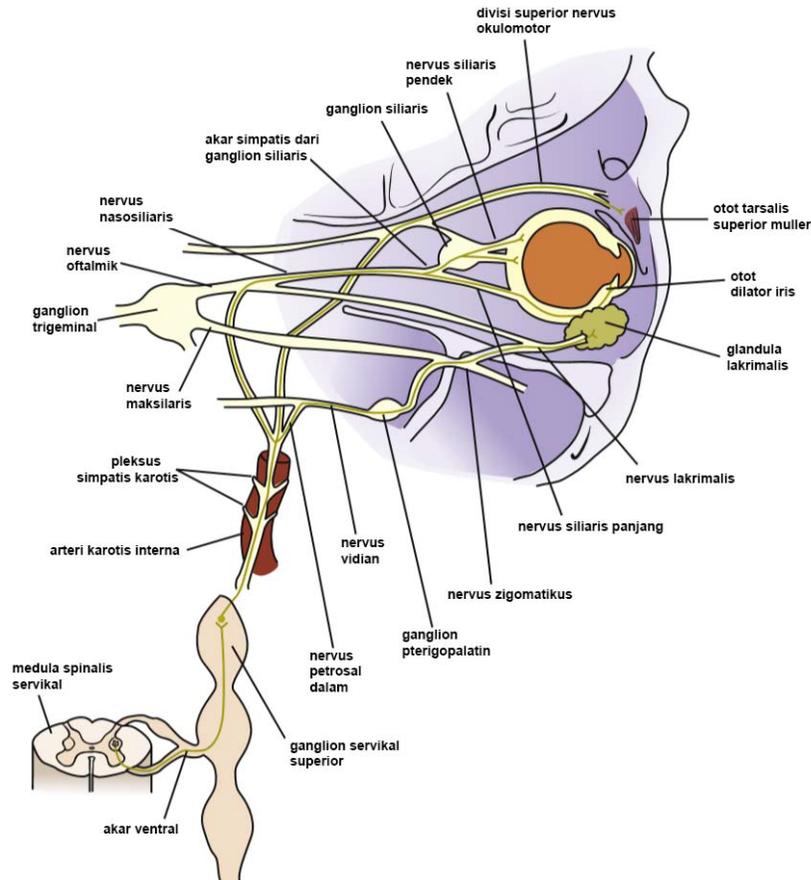
Serabut-serabut simpatis preganglion melewati radiks ventral medula spinalis menuju rantai simpatis paravertebra. Serabut-serabut ini tanpa bersinapsis melalui ganglion torakalis pertama atau stelate dekat dengan pleura apeks paru-paru. Serabut-serabut saraf simpatis selanjutnya berjalan di anterior dari *loop of the ansa subclavia* menuju ganglion servikalis tengah medial dan inferior dan berakhir di ganglion servikalis superior.<sup>1,6</sup>

Ganglion servikalis superior merupakan ganglion simpatis terbesar dengan panjang mencapai 2 – 3 cm. Ganglion ini terletak di dasar tengkorak antara vena jugularis interna dan arteri karotis interna. Ganglion servikalis superior merupakan fusi dari ganglion simpatis yang berhubungan dengan tiga atau empat segmen servikal teratas. Ganglion servikalis superior secara histologis terdiri dari tiga struktur neural yang berbeda, yaitu saraf terminal dari kolinergik preganglion simpatis, badan sel adrenergik postganglion, dan *catecholamine-containing chromaffin cells*.<sup>1,4</sup>

### **2.1.3. Jaras Simpatis Postganglion**

Serabut-serabut okulosimpatis postganglion meninggalkan ganglion servikalis superior bersama-sama dengan arteri karotis interna menuju kepala. Serabut-serabut ini membentuk pleksus di permukaan lateral lalu mengelilingi arteri karotis interna. Pleksus karotis interna masuk ke kepala dan bergabung dengan cabang timpanik dari saraf glosofaringeal. Saraf ini masuk ke kepala bersama dengan arteri karotis interna melalui kanalis karotis. Sebagian serabut saraf meninggalkan pleksus karotis interna dan membentuk saraf petrosal profunda. Saraf petrosal profunda kemudian bergabung dengan saraf petrosal superfisialis membentuk saraf vidian. Saraf ini membawa serabut-serabut eferen nervus fasialis yang akan mempersarafi kelenjar air mata.<sup>1,4</sup>

Serabut-serabut saraf simpatis melalui kanalis karotis menuju sinus kavernosus. Serabut saraf okulosimpatis berfusi dengan saraf abduksen di dalam sinus kavernosus, lalu berpisah lagi dan bergabung dengan saraf oftalmika dan masuk ke orbita.<sup>1,4</sup>



**Gambar 2.2 Jaras simpatis postganglion**

Dikutip dari: Remington<sup>4</sup>

Jaras serabut saraf simpatis postganglion meliputi serabut vasomotor ke orbita, serabut okulosimpatis ke otot-otot intrinsik mata, serabut menuju melanosit dari traktur uvea, serabut menuju otot-otot ekstrinsik mata, serabut menuju otot muller, serabut menuju kelenjar air mata, dan serabut menuju lapisan terpigmentasi retina. Serabut saraf simpatis yang mempersarafi otot dilator pupil masuk ke orbita bersama dengan nervus nasosiliaris, melewati ganglion siliaris, dan mencapai mata sebagai nervus siliaris longus. Serabut saraf simpatis yang masuk ke mata berada dalam

nervus siliaris brevis dan longus, kemudian bersilangan masuk di antara koroid dan sklera, mencapai akar iris, kemudian bersatu membentuk pleksus dan mempersarafi otot iris, otot siliaris, dan dinding pembuluh darah.<sup>1,4</sup>

## **2.2. Jaras Parasimpatis pada Mata**

Sistem saraf parasimpatis berasal dari berbagai area di dalam batang otak. Serabut saraf yang mengontrol pupil berasal dari nukleus *Edinger-Westphal* di otak tengah. Sistem saraf parasimpatis pada mata berperan dalam refleks cahaya pupil dan refleks dekat.<sup>1,5,7</sup>

## **2.3. Refleks Cahaya Pupil dan Refleks Dekat**

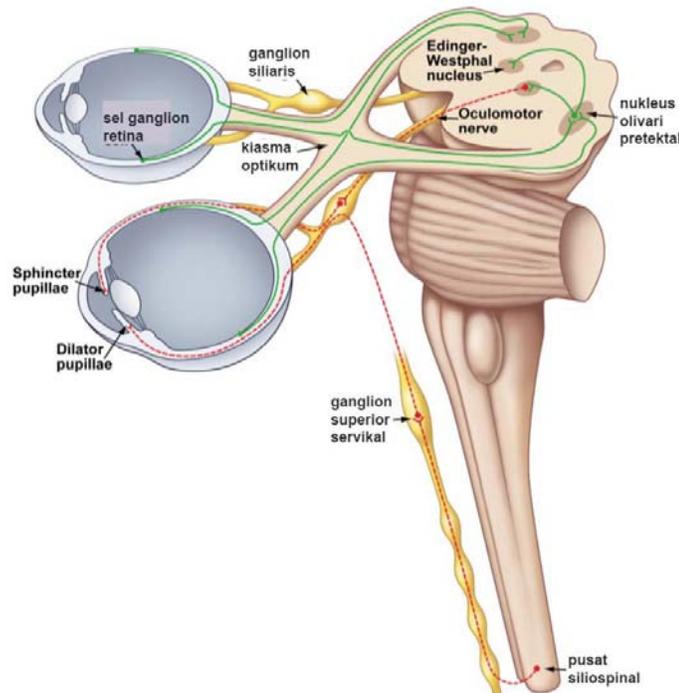
Fungsi utama pupil yaitu mengoptimalkan cahaya yang masuk ke retina untuk memaksimalkan persepsi visual di retina. Dilatasi pupil akan memaksimalkan jumlah foton yang mencapai retina saat cahaya redup. Pupil akan berkonstriksi untuk mengurangi iluminasi retina sampai 1.5 log unit saat cahaya terang.<sup>1,4</sup>

Peran lain dari iris yaitu menambah kualitas gambar di retina dengan cara konstriksi, meningkatkan fokus sistem optik mata, dan mengurangi derajat aberasi sferikal dan kromatik. Konstriksi pupil pada diameter tertentu akan menghasilkan degradasi sekunder gambar terhadap peningkatan difraksi.<sup>1,4</sup>

### **2.3.1. Arkus Aferen dari Refleks Cahaya**

Integrasi neuronal dari refleks cahaya dimulai di retina. Sel-sel fotoreseptor akan menerima gambar kemudian diteruskan ke sel-sel akson ganglion melalui sel-sel bipolar. Sel kerucut dan sel batang yang memberikan stimulus pada pupil yaitu sel batang dan kerucut yang sama dengan sel-sel yang menerima input untuk persepsi visual. Distribusi sel-sel ganglion di retina menyediakan dasar untuk derajat respon pupil terhadap stimulus cahaya pada lokasi lapang pandang yang berbeda. Sel-sel ganglion yang menyediakan input aferen pupilomotor merupakan area terpadat di pusat retina. Stimulus cahaya untuk pupil akan diteruskan ke sel-sel ganglion yang

mengandung melanopsin. Jumlah sel-sel ganglion ini relatif kecil yaitu sekitar 1%, dari proporsi seluruh jumlah sel-sel ganglion.<sup>1, 6, 9</sup>



**Gambar 2.3 Jaras parasimpatis pada mata**

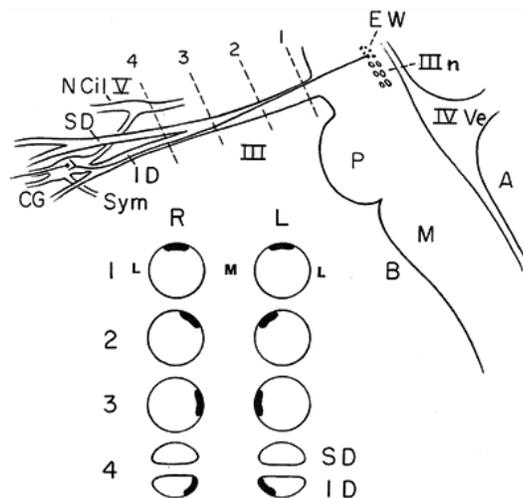
Dikutip dari: David, McDougal<sup>6</sup>

Akson dari sel-sel ganglion berjalan dalam nervus optikus, kiasma optikus, dan traktus optikus. Sebagian akson-akson tersebut bercabang meninggalkan traktus optikus menuju *pretectal olivary nukleus* di mesensefalon sesaat sebelum mencapai *lateral geniculate nuclei*. Gambar 2.6 menunjukkan akson sel-sel ganglion dari retina bagian nasal mata kanan bersilangan di kiasma dan didistribusikan kontralateral ke *pretectal olivary nukleus*. Akson sel-sel ganglion dari bagian temporal retina mata kiri tetap pada sisi yang sama dan bergabung dengan akson-akson dari retina bagian nasal mata kanan. Hal ini menjelaskan refleks langsung dan refleks konsensual pupil jika rangsang cahaya diberikan pada salah satu mata.<sup>1, 6</sup>

### 2.3.2 Arkus Eferen pada Refleks Pupil

Semua impuls saraf yang mencapai spingter pupil berasal dari otak tengah, melalui jaras parasimpatis preganglion menuju ganglion siliaris, lalu melalui jaras postganglion dalam nervus siliaris brevis menuju otot spinkter iris. Nukleus viseral dari nukleus okulomotor mengandung badan sel preganglionik menuju ganglion siliaris dan bersinaps menghasilkan konstriksi pupil dan akomodasi. Nukleus yang menyediakan konstriksi pupil adalah nukleus *edinger-westphal*, sedangkan nukleus yang menyediakan akomodasi adalah nukleus anterior median. Jumlah serabut preganglion sel-sel viseral dari kompleks okulomotor lima kali lebih banyak dibandingkan serabut post ganglion dari ganglion siliaris.<sup>1, 10</sup>

Serabut saraf pupilomotor terkonsentrasi di bagian atas tengah dari saraf okulomotor di batang otak, kemudian secara bertahap pindah ke tengah, sedikit ke bawah menuju sinus kavernosus, lalu mengikuti bagian inferior dari saraf okulomotor di depan sinus kavernosus.<sup>1, 4</sup>

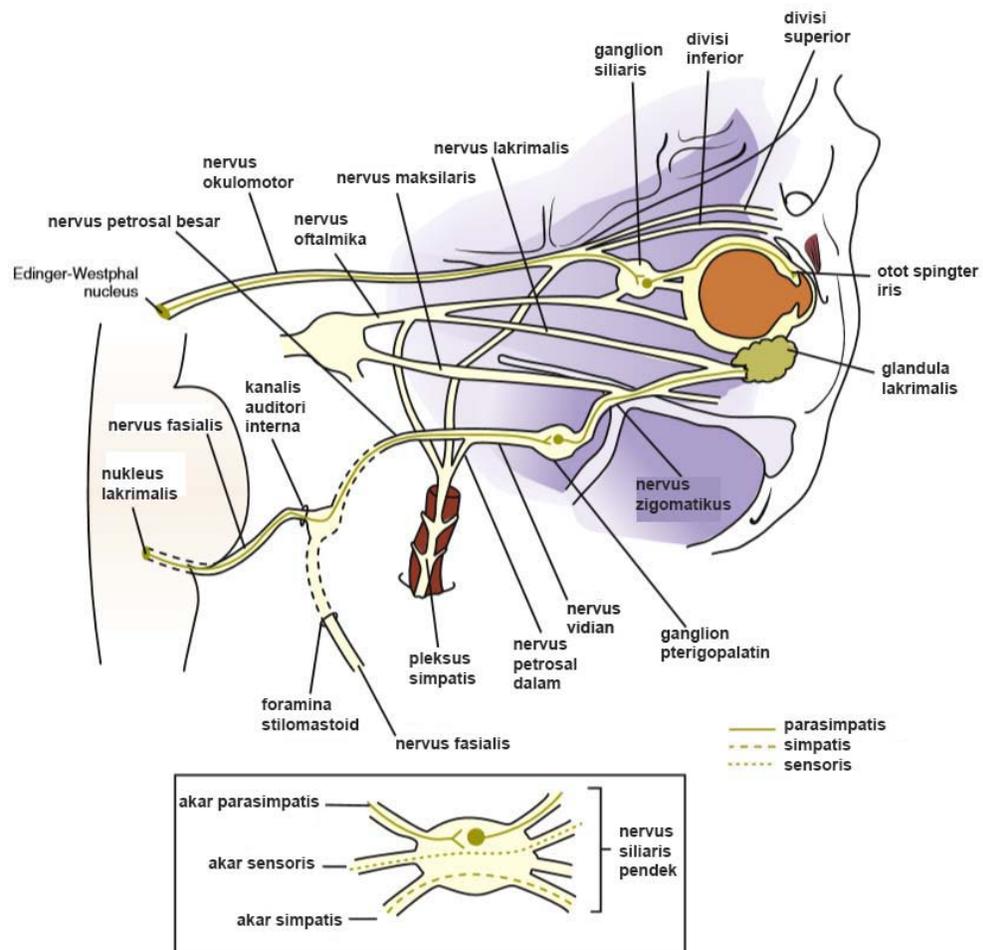


**Gambar 2.4 Saraf otonom preganglion dari batang otak menuju ganglion siliaris**

Dikutip dari Wals and Hoyt<sup>1</sup>

Ganglion siliaris merupakan tempat sinapsis neuron preganglion dan postganglion serabut parasimpatis. Ganglion ini berukuran 2 x 1 mm dan berbentuk ireguler. Ganglion siliaris terletak di jaringan lemak longgar, 1 cm di depan tengah dari ujung fisura orbita superior dan anulus zinn. Ganglion siliaris terletak di bagian temporal

dari arteri oftalmika, antara nervus optikus dan otot rektus lateralis. Badan sel ganglion siliaris menyediakan akson ke spingter iris hanya tiga persen, 94% lainnya menuju otot siliaris.<sup>1,4</sup>



**Gambar 2.5** Jarak eferen parasimpatis pada mata

Dikutip dari: Remington<sup>4</sup>

Nervus siliaris brevis meninggalkan ganglion siliaris dalam dua atau tiga bundel membawa tiga tipe serabut saraf, yaitu serabut saraf postganglion parasimpatis menuju spingter iris dan otot siliaris, serabut saraf postganglion vasomotor simpatis yang berasal dari ganglion servikalis, dan serabut saraf aferen sensoris dari nervus trigeminus. Nervus siliaris brevis sangat berliku-liku dan terjalin dengan arteri siliaris

posterior. Serabut saraf ini menembus sklera di bagian posterior bola mata, sebelah temporal dari nervus optikus.<sup>1,4</sup>

#### **2.4. Sistem Lakrimasi**

Sistem saraf parasimpatis sekretomotor mempersarafi kekejir lakrimal berasal dari nukleus lakrimalis dari nervus fasialis. Serabut preganglion mencapai ganglion pterigopalatin melalui nervus intermedius dan cabang petrosal besar, kemudian melalui nervus kanalis pterygoid. Serabut post ganglion bergabung dengan nervus maksilaris kemudian melalui cabang zigomatik dan nervus zigomatikotemporal. Serabut saraf parasimpatis mencapai kelenjar lakrimal di dalam nervus lakrimalis.<sup>3,4</sup>

Serabut sistem saraf simpatis berasal dari ganglion servikalis superior membentuk pleksus di sekeliling arteri karotis interna, bergabung dengan nervus petrosal profunda, nervus analis pterygoid, nervus maksilaris, nervus zigomatik, nervus zigomatikotemporal, dan akhirnya mencapai nervus lakrimalis.<sup>3,4</sup>

#### **2.5. Aliran Darah Okular**

Mata memiliki dua sistem vaskularisasi yang terpisah, yaitu retinal dan uveal. Sistem vaskularisasi retina memperdarahi bagian dalam retina, sedangkan sistem vaskularisasi uveal memperdarahi bagian luar retina yang meliputi fotoreseptor. Seluruh pembuluh darah okular berasal dari arteri oftalmika, cabang dari arteri karotis interna. Aliran darah ke mata dipersarafi oleh serabut saraf simpatis, parasimpatis, dan kontrol lokal neuron trigeminal. Saraf simpatis memberikan efek vasodilatasi sedangkan saraf simpatis memberikan efek vasokonstriksi pada pembuluh darah.<sup>1,6</sup>

#### **2.6. Tekanan Intraokular**

Humor akuous diproduksi oleh epitelium siliaris untuk menyediakan nutrisi ke lensa dan kornea. Produksi humor akuous berfungsi untuk memelihara tekanan intraokular. Sistem saraf otonom berperan secara tidak langsung dalam produksi humor akuous. Saraf parasimpatis menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah, sehingga meningkatkan aliran darah ke badan siliar. Saraf simpatis menyebabkan

vasokonstriksi pembuluh darah. Hal ini mengakibatkan turunnya aliran darah ke badan siliar sehingga akan menurunkan produksi humor akuos.<sup>1,6</sup>

### **III. Gangguan Sistem Saraf Otonom pada Mata**

Disfungsi sistem saraf otonom menyebabkan gangguan pada fungsi pupil, akomodasi, dan lakrimasi. Kelainan yang terjadi dapat secara kongenital ataupun didapat. Disfungsi saraf otonom dapat memberikan kelainan pada satu struktur saja atau dapat berkaitan dengan kelainan sistemik lainnya.<sup>1,11</sup>

#### **3.1. Kelainan pada Pupil**

Evaluasi ukuran dan pergerakan pupil pada pasien dengan gangguan neurologis sangat penting dilakukan. Gangguan pada pupil dapat terjadi secara kongenital atau didapat. Kelainan kongenital pada iris meliputi aniridia, koloboma, ektopia pupil, kongenital miosis dan midriasis. Kelainan yang didapat dapat berupa inflamasi, iskemia, tumor, atrofi, glaukoma akut sudut tertutup, dan midriasis post operatif.<sup>1,11</sup>

Kelainan jaras aferen dapat dideteksi melalui pemeriksaan RAPD (*Relative Afferent Pupillary Defect*). Kelainan yang dapat menyebabkan RAPD meliputi kelainan pada nervus optikus, penyakit retina, ambliopia, kekeruhan media, kelainan traktus optikus, pupil *Wernicke*, dan lesi pada otak tengah.<sup>1,11</sup>

Kelainan jaras eferen dapat dideteksi dengan melihat ukuran pupil. Keberadaan perbedaan ukuran pupil atau anisokoria biasanya mengindikasikan adanya kerusakan struktural dari iris atau defek neural dari jaras eferen pupilomotor yang mempersarafi otot iris. Pemeriksaan refleks pupil dan pengukuran anisokoria dalam gelap dan terang diperlukan untuk menentukan apakah kelainan berasal dari saraf simpatis atau parasimpatis. Anisokoria dapat ditemukan pada *acute tonic pupil*, *okulomotor nerve palsy*, blokade farmakologik, *horner syndrome*, atau anisokoria fisiologis.<sup>1,12</sup>

#### **3.2. Kelainan pada Akomodasi**

Gangguan akomodasi sering terjadi akibat proses penuaan atau presbiopia. Gangguan akomodasi juga dapat terjadi pada kelainan neurologi pada pasien dengan

interupsi saraf parasimpatis dari badan siliar. Insufisiensi akomodasi dapat disebabkan oleh inflamasi dari badan siliar, trauma, kelainan neuromuskular seperti *myasthenia gravis*, dan lesi pada korteks serebral, otak tengah, dan serebelum.<sup>1,11</sup>

### **3.3. Kelainan pada Sistem Lakrimasi**

Gangguan pada kontrol saraf lakrimasi meliputi penyakit serebral, lesi pada saraf trigeminal, dan pada jaras parasimpatis dari pons ke glandula lakrimalis. Gangguan yang terjadi pada sistem lakrimasi dapat dibagi menjadi tiga, yaitu hipolakrimasi, hiperlakrimasi, dan lakrimasi yang tidak tepat. Contoh kelainan sistem lakrimasi yaitu *SUNCT syndrome (short-lasting unilateral neuralgiform headache attacks with conjunctival injection and tearing)*. Sindroma tersebut dikarakteristikan sebagai serangan unilateral sedang berat dari terbakar atau nyeri tertusuk pada area orbita dan periorbital berkaitan dengan lakrimasi berlebih.<sup>1,11</sup>

## **IV. Simpulan**

Sistem saraf otonom secara involunter mempengaruhi fungsi fisiologis pada mata. Sistem saraf simpatis menyebabkan midriasis, retraksi palpebral superior, vasokonstriksi, dan berperan dalam proses produksi humor akuos. Sistem saraf parasimpatis menyebabkan miosis, akomodasi lensa, lakrimasi, vasodilatasi, dan mengatur tekanan intraokular melalui aliran darah mata.

Disfungsi sistem saraf otonom menyebabkan gangguan pada fungsi pupil, akomodasi, dan lakrimasi. Kelainan pada pupil bisa kongenital ataupun didapat. Kelainan pada jaras aferen dan jaras eferen dapat menimbulkan penyakit, diantaranya sindroma *horner*, *adie tonic pupil*, dan anisokoria. Kelainan akomodasi dapat terjadi pada *myasthenia gravis*. Kelainan sistem lakrimasi dapat berupa hipolakrimasi atau hiperlakrimasi.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Kardon R. Anatomy and Physiology of the Autonomic Nervous Sistem. chapter 14. Dalam: Miller NRN, Nancy J, editor. Walsh & Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology. Edisi 6. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. hal 650-797.
2. Hall JE, Arthur C. Guyton. The Autonomic Nervous Sistem and the Adrenal Medulla. chapter 61. Dalam: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. Edisi 13. Philadelphia: Elsevier; 2016. hal 773-84.
3. Snell RS. The autonomic nervous sistem. Chapter 14. Dalam: Taylor C, Horvath K, editor. Clinical Neuroanatomy. Edisi 7. Washington DC: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. hal 396-409.
4. Remington LA. Autonomic Innervation of Ocular Structures. chapter 14. Dalam: Kathryn Falk CMH, editor. Cincinal Anatomy and Physiology of the Visual Sistem. Missouri: Elsevier; 2012. hal 253-69.
5. Skuta GL CL, Weiss JS. Neuro-ophthalmology. Section 5. Dalam: Ophthalmology AAO, editor. Basic and Clinical Science Course. San Fransisco: European Board of Ophthalmology subcommittee; 2016. hal 49-52.
6. David H. McDougal PDG. Autonomic control of the eye. HHS Public Access. 2015;hal 439-73.
7. McCorry LK. Physiology of the Autonomic Nervous Sistem. American Journal of Pharmaceutical Education. 2007;71(4).
8. Varsha Jain IS, Shriya Palchadhuri, Manvi Goel, Sumit K. Sinha-Mahapatra, Narender K. Dhingra. Classical Photoreceptors Are Primarily Responsible for the Pupillary Light Reflex in Mouse. PLoS ONE. 2016;11(6).hal 1-22
9. Maria AKH, Cheryl I, Stephen, J. Sweeney VLR, Debra J. Skene, Maria AR, Juan, Madrid A. Relationship Between Human Pupillary Light Reflex and Circadian Sistem Status. PLoS ONE. 2016;11(9).hal 1-21
10. Skuta GL CL, Weiss JS. Fundamentals and Principles of Ophthalmology. section 2. Dalam: Ophthalmology AAO, editor. Basic and clinical science course. San Fransisco: European Board of Ophthalmology subcommittee; 2016. hal 83.
11. Dressler D. Botulinum toxin therapy: its use for neurological disorders of the autonomic nervous system. J Neurol. 2013; 260. hal 701-13
12. Kadom N, Rosman NP, Jubouri S, et al. Neuroimaging eperience in pediatric Horner Syndrome. Pediatr Radiol. 2015; 45. hal 1535-43