

OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (OCT) POSTERIOR SEGMENT

Hera Dwi Novita, Moestidjab

Departemen/SMF Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran UNAIR/RSU Dr. Soetomo Surabaya

ABSTRACT

Optical coherence tomography (OCT) is a diagnostic imaging technology that provides cross-sectional images of biological tissues. OCT imaging the retina with a resolution higher than any other imaging modalities. OCT has become indispensable for research, screening, diagnosing, and monitoring macula and optic nerve head diseases. OCT takes a non-invasive, non-contact and high resolution. Scan can be performed on undilated pupils as small as 3.0 mm in diameter. For some diseases such as cystoid macular edema, age related macular degeneration, and macular holes in particular, OCT may provide more information than is available from a fluorescein angiogram alone. The instrument gives immediate access to image and analyze. OCT also gives truly insight into the "unseen" glaucoma diagnostics. This is particularly true for retinal nerve fiber layer (RNFL) analysis. Its 10 μ m resolution has enabled clinicians to measure peripapillary RNFL thickness objectively, detecting subtle or generalized loss before it is proved through clinical biomicroscopic examination.

Key words: optical coherence tomography (OCT), posterior segment

Correspondence : Hera Dwi Novita, c/o: Departemen/SMF Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSU Dr. Soetomo. Jl. Mayjend. Prof. Dr. Moestopo 6-8 Surabaya 60286. E-mail:

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pencitraan semakin cepat sesuai dengan tuntutan kemajuan jaman. *Optical Coherence Tomography* (OCT) merupakan teknologi pencitraan yang menampilkan gambaran resolusi mikron, *cross sectional*, pada jaringan *in vivo*, termasuk mikrostruktur okuli. Seperti pada CT-scan yang menggunakan sinar X, MRI yang menggunakan resonansi elektron, OCT dapat dianalogikan dengan ultrasonografi, tetapi bukan menggunakan gelombang suara melainkan menggunakan cahaya dekat infra merah untuk memperoleh gambaran *cross sectional*. OCT dapat digunakan sebagai pemeriksaan penunjang untuk menegakkan diagnosa karena kemudahannya untuk pemeriksaan mata baik segmen anterior maupun segmen posterior.^{1,2}

Sejak mendapat pengakuan dari US *Food and Drug Administration* bulan Januari 2002, lebih dari 6000 Stratus OCT di gunakan di seluruh dunia. Diperkirakan 37.000 *scan* digunakan tiap harinya di United States. Berdasarkan jumlah tersebut, jelaslah bahwa OCT menjadi alat yang berharga untuk klinis.³

OCT digunakan sebagai alat nonkontak dan noninvasif, untuk mengevaluasi struktur mata secara *real time*. OCT memudahkan akses ke retina melalui pemeriksaan *transpupillary*. OCT memberikan kontribusi besar pada perkembangan baru bidang oftalmologi, yang sangat membantu seorang klinisi dalam menegakkan diagnosa, terutama pada situasi emergensi, untuk deteksi dini, mengikuti perjalanan penyakit dengan pemberian obat atau terapi laser.^{1,2}

Di bidang glaukoma, secara kuantitas OCT

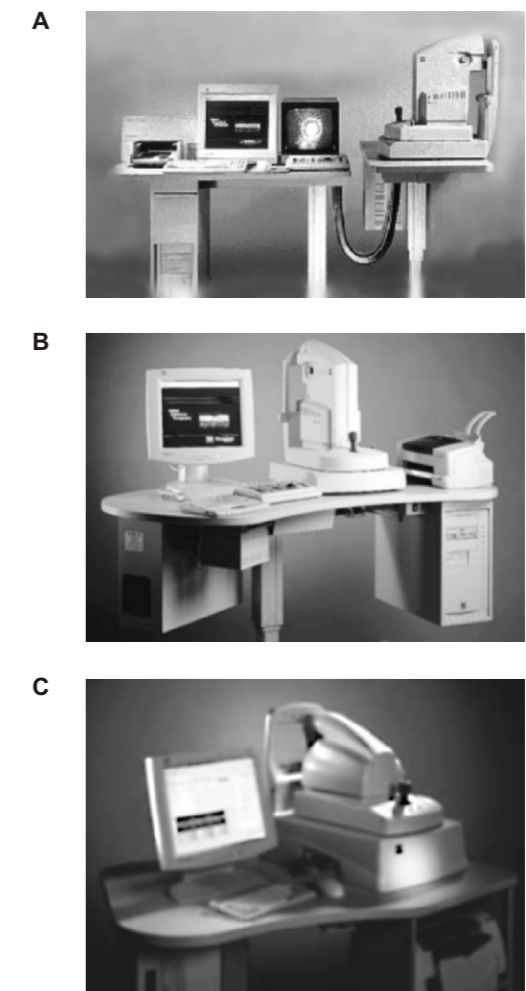
dapat mengukur ketebalan RNFL dengan resolusi 8-10 μ sehingga lebih obyektif untuk mendiagnosa glaukoma. OCT lebih memberikan kontribusi yang besar untuk mendeteksi dini adanya glaukoma sebelum didapatkan gangguan lapangan pandang. Diketahui hilangnya RNFL sebesar 30-50% didapatkan sebelum terjadi perubahan lapang pandang pada pemeriksaan *Standart Automated Perimetry*.⁴

DASAR DAN PRINSIP KERJA OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY

OCT berkembang diawali penelitian profesor Carmen Puliafito dari Universitas Tufts di Boston bekerjasama dan *New England Eye Center* yang berkolaborasi dengan tim fisika dan matematika yang dipimpin oleh James Fujimoto, Ph.D dari Institut Massachusetts pada tahun 1991. Pada tahun 1993 dibuat *prototype* pertama di New England dan didapatkan gambaran retina manusia *in vivo* kemudian diikuti dengan penelitian yang dilakukan di *New England Eye Center* dan pusat medis yang lainnya. Tahun 1995, gambaran klinis retina pertama ditemukan dan tahun 1996 mulai dikomersilkan yaitu Zeiss OCT. Sejalan dengan pesatnya tehnik pencitraan; kebutuhan data standar dan pengalaman klinis menjadi lebih berharga, generasi pertama yaitu OCT 2 dan Stratus OCT telah sukses mengawalinya. Stratus OCT sekarang telah diterima sebagai pemeriksaan standar di bagian mata, dengan 6000 unit yang telah terjual di tahun 2006. Generasi kedua dari OCT, OCT-3, diperkenalkan tahun 2001 dimana didapatkan gambaran *cross sectional* retina dengan resolusi kurang dari 10 mikron aksial.^{1,5,6}

OCT generasi pertama seperti OCT 1, OCT 2, *Carl Zeiss Meditec Inc., Dublin, Calif* mempunyai resolusi 1215 μ m. Sedangkan Stratus OCT (*Carl Zeiss Meditec, Inc*) mempunyai resolusi 810 μ m dan UHR OCT mempunyai axial resolusi 2-3 μ m.⁶

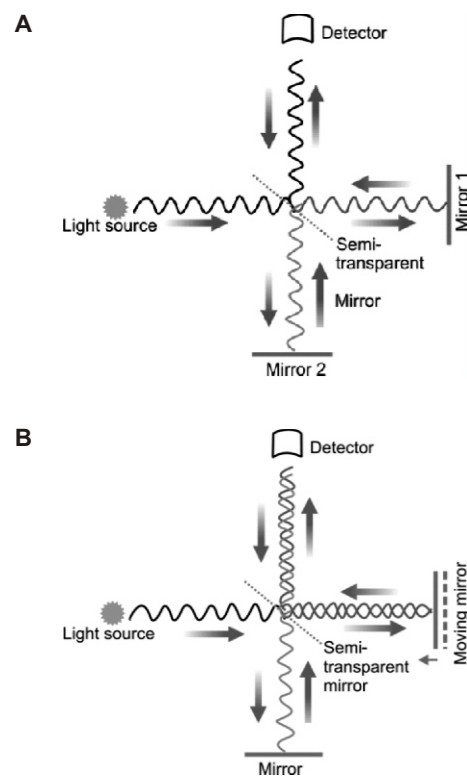
Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi muncul beberapa generasi OCT terbaru yang mempunyai kemampuan lebih tinggi, seperti : *Ultrahigh resolution OCT, Combined OCT / SLO, Doppler-OCT, High Speed UHR-OCT, CAS OCT-Visante, Polarization sensitive OCT, Combined FFA and en-face OCT, Intraoperative OCT*.⁶



Gambar 1. Gambar OCT: A. OCT 1, B. OCT 2, C. OCT 3.⁷

Prinsip kerja OCT dimulai dari adanya cahaya koheren rendah yang berasal dari dioda superluminescent (SLD) digabungkan dengan *interferometer fiber*, kemudian dipisahkan oleh serabut *splitter* pada suatu *coupler* menjadi ke dalam jalur acuan (*reference*) dan sampel (*measurement*). Sinar dikombinasikan dalam *coupler* dengan cahaya pantulan (*backscattered*) dari mata penderita. Kemudian kembali melalui *sample arm* (retina) dan mencapai detektor. Sinar yang terkirim ke *reference arm* (*mirror*) dipancarkan dengan sejajar oleh lensa pada keluaran *reference arm*, direfleksikan dari cermin, dan ditangkap kembali oleh lensa dan

dikombinasi dengan sinar *sample arm*. Sinyal yang terbentuk diamati hanya bila panjang lintasan optik sesuai dengan panjang koheren dari sumber cahaya foto dioda, yang kemudian diproses. Didapatkan gambaran serupa dengan ultrasound A-scan.^{8,9}



Gambar 2. Diagram sistematis dari sistem OCT dengan *interferometer fiber optic*.⁵

INTERPRETASI OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY

OCT dibaca melalui tahapan: analisa kualitatif dan kuantitatif, deduksi dan sintesis.^{1,5}

Analisa Kualitatif

Studi morfologi, yang mengukur variasi morfologi: Deformasi retina, yaitu konkaf, misalnya pada kasus miopia dan stafiloma posterior dan konvek seperti pada terlepasnya RPE dan kistasubretina. Deformasi profil retina, yaitu hilangnya depresi dari fovea pada edema makula, *macula pucker*, *macular*

pseudoholes, *lamellar holes*, membran epiretina yang terpisah atau melekat pada retina, mengetahui diameter dan dalamnya *macular hole*. Perubahan struktur intraretina, yaitu pada edema makula sistoid, *cotton wool spot* yang terdiri dari nodul retina hiperrefleksi yang melekat di lapisan serabut saraf, *hard exudate* yang terjadi di batas antara area edema dan normal. Perubahan struktur posterior, yaitu terlepasnya RPE yang membentuk sudut yang besar dengan koriopakiler, ablasio retina serosa yang membentuk sudut sempit dengan RPE, drusen dengan ketidakteraturan dan undulasi dari epital pigmen dan koriopakiler, dan neovaskularisasi koroid.¹

Studi reflektivitas, yaitu hiperrefleksi, hiporefleksi, dan area bayangan. Saat didapatkan kelainan, akan terjadi perubahan reflektivitas. Struktur vertikal (seperti fotoreseptor) reflektivitasnya lebih kecil dibanding struktur horisontal (seperti serabut saraf). Area bayangan adalah area densitas, jaringan hiperrefleksi menghasilkan area bayangan pada gambaran OCT. Bayangan di anterior, misalnya perdarahan, eksudat, dan pembuluh darah. Bayangan di posterior, misalnya jaringan parut pada retina, hipertropi atau hiperplasia epitel pigmen.^{1,5}

Analisa Kuantitatif

Program *software* OCT dapat mengukur ketebalan retina atau bagian retina beserta volumenya. Analisa kuantitatif terdiri dari pengukuran ketebalan atau volume retina, dengan tampilan ketebalan retina pada bagian atas berwarna, disertai skalanya. Gambar yang bawah menampilkan rata-rata ketebalan retina (dalam mikron) atau volume retina (dalam mm³) pada tiap area.

Ketebalan retina dapat diukur secara otomatis oleh *software* OCT, jarak antara permukaan vitreoretina dan permukaan anterior dari pigmen epitelium rata-rata berukuran 200-275 mikron. Cekungan fovea rata-rata berukuran 170-190 mikron. Dengan menentukan permukaan anterior dan posterior retina, dapat diketahui ketebalan retina. Garis melintang dibuat sepanjang permukaan anterior retina, yang diidentifikasi sebagai pertemuan antara sinyal lapisan dalam retina (ILM dan lapisan serabut saraf) yang sangat tinggi dengan sinyal yang sangat rendah (atau tidak ada sinyal) dari

badan kaca. Begitu juga di bagian posterior dengan refleksi yang tinggi, dibuat garis melintang kedua. Dengan menggunakan perangkat algoritma yang melakukan segmentasi, deteksi perbatasan dan koreksi *error* dapat membantu proses ini, kemudian dapat diketahui jarak antara garis anterior dan posterior, yang menghasilkan ketebalan retina.^{1,10}

**Variasi Ketebalan Retina
Peningkatan Ketebalan Retina
Edema Retina**

Merupakan penyebab tersering dari peningkatan ketebalan retina. Progresivitas dari edema retina meliputi 3 fase yaitu: edema fokal atau difus ditunjukkan tidak adanya perubahan, tetapi kemudian bentukan spons dari jaringan dapat ditemui pada gambaran OCT, edema makula kistik merupakan edema kronik dengan didapatkan akumulasi cairan intraretina berlokasi didalam dan disekitar fovea, *serous detachment* retina merupakan fase terakhir dari edema kronik. Dinding dari kista retina menghilang dan *retinal detachment* yang sebenarnya terjadi.¹

Tarikan Vitreoretina

Tarikan vitreoretina oleh karena bentukan dari tarikan fibrotik atau membran epiretina membentuk undulasi pada lapisan retina superfisial, menghasilkan perubahan bentuk retina dengan disertai edema intraretina. Deteksi edema intra dan subretina atau traksi vitreoretina merupakan kunci untuk menentukan prognosa keberhasilan dari laser atau tindakan bedah pada pole posterior.¹

Penurunan Ketebalan Retina

Degenerasi atrofi menghasilkan penurunan ketebalan retina pada pole posterior. Area atrofi pada RPE juga menunjukkan penurunan ketebalan dan reflektivitas yang rendah.

Terapi laser, *chorioretinitis*, atau luka trauma dapat menyebabkan atrofi retina, disertai penurunan ketebalan retina dan peningkatan dari RPE.¹

Deduksi dan Sintesis

Deduksi dan sintesis merupakan tahapan yang penting untuk menginterpretasikan diagnosa dan hasil evaluasi. Deduksi dan sintesis ditentukan dengan membandingkan data analisis, hasil dari

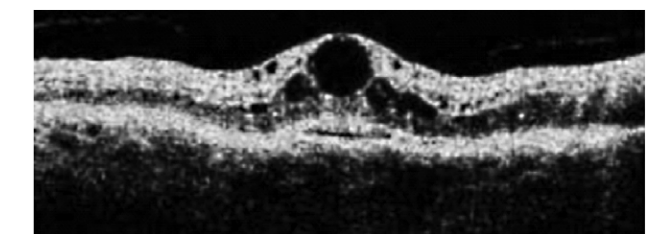
pemeriksaan klinis, dan semua data yang tersedia. Pada tahapan sintesis berbagai komponen test diatur dan dikombinasikan untuk membentuk suatu kompleks koheren yang digunakan proses deduksi. Pada tahapan deduksi, semua komponen dari evaluasi pasien termasuk riwayat dan keluhan utama diperlukan untuk membuat kesimpulan yang sesuai. Deduksi dan sintesis merupakan pendekatan logis untuk membuat keputusan klinis.¹

OCT tidak dapat berdiri sendiri dalam mempelajari pasien dengan penyakit mata. Dokter mata yang menginterpretasikan hasil *cross-sectional* retina harus mempunyai informasi lain yang membantu, seperti umur pasien dan tajam penglihatan, riwayat kesehatan, hasil pemeriksaan kardiovaskular dan perkembangan penyakit. Interpretasi OCT yang bagus memerlukan pengetahuan mengenai riwayat penyakit, pemeriksaan mata yang lengkap, termasuk pemeriksaan biomikroskop, foto fundus, FFA dan *indocyanin green angiography*. Mata bukan merupakan organ yang berdiri sendiri, OCT tidak dapat membuat suatu diagnosa dengan sendirinya tetapi memerlukan tambahan komponen lain untuk menegakkan diagnosa. Tahapan terakhir meliputi menggabungkan, mengatur dan mengkombinasikan lagi semua data yang mendukung diagnosa.^{1,5}

KEADAAN PATOLOGI MAKULA DAN RETINA

Untuk edema makula seperti *cystoid macular edema*, *diabetic macular edema* atau *choroidal neovascularization*, *fast macular thickness scan* dapat menggambarkan analisa topografik ketebalan makula dan perbandingan dengan data normatif.¹⁰

Pada *cystoid macular edema* didapatkan gambaran kantung besar hiporeflektif di dalam retina menggambarkan edema kistik yang ektensif dan daerah hiporeflektif dibawah pusat retina yang berhubungan dengan cairan subretina.



Gambar 3. *Diabetic macular edema*.⁷

Gambaran diatas menampakkan adanya penebalan lapisan neurosensori retina dengan ruang kistik non reflektif yang kelihatan di fovea. Pada *cystoid macular edema*, gambaran OCT secara *cross-sectional* menunjukkan adanya kista intraretina pada tengah makula dan hilangnya cekungan fovea pada lapisan retina dalam. Pada *retinal thickness map* menunjukkan peningkatan ketebalan pada bagian tengah macula. *Cystoid macular edema* meliputi akumulasi cairan intraretina pada daerah yang dapat ditentukan secara jelas, membentuk pseudokistik, atau kavitas intraretina yang berlokasi disekitar fovea. Pada *diabetic macular edema*, gambaran *cross-sectional* OCT menunjukkan akumulasi cairan intraretina dan subretina. Terdapat peningkatan ketebalan retina sesuai dengan distribusi leakage pada FFA. Daerah edema dapat lokal atau difus.⁸

PATOLOGI RETINA

Edema Intraretina

Batas lapisan neurosensoris retina bagian dalam dan luar dapat dengan jelas digambarkan pada OCT sehingga dapat diukur ketebalannya. Pada penelitian tentang ketebalan makula sentral yang menggunakan 20 mata dari 10 sukarelawan sehat (menggunakan scan 6 radial per mata) rata-rata ketebalan fovea adalah 147± 17 µm. Ketebalan fovea sentral dianggap tidak normal (jika terdapat edema intraretina) ketika didapatkan ketebalan fovea sentral lebih dari 185 µm.¹⁵

Kista Intraretina

Bentukan bulat, dengan reflektivitas rendah didalam neurosensori retina menggambarkan kista

intraretina. Kista ini biasanya didapati disekitar lapisan retina luar dengan berbagai ukuran. Kista kecil terletak di lapisan retina luar sedangkan kista yang besar terletak sepanjang retina sehingga meningkatkan ketebalan retina. Jika terdapat kista yang banyak maka disebut *cystoid macular edema*.^{1,5}

Cairan Subretina

Cairan subretina tampak sebagai gambaran dengan reflektivitas rendah antara daerah posterior neurosensori retina dengan RPE. Perbedaan dengan edema intraretina adalah daerah nonreflektif tidak didapatkan pada lapisan neurosensori retina. Daerah non-reflektif tidak berbentuk bulat tetapi berbentuk *semicircular* (mirip dengan bentukan lonceng).¹

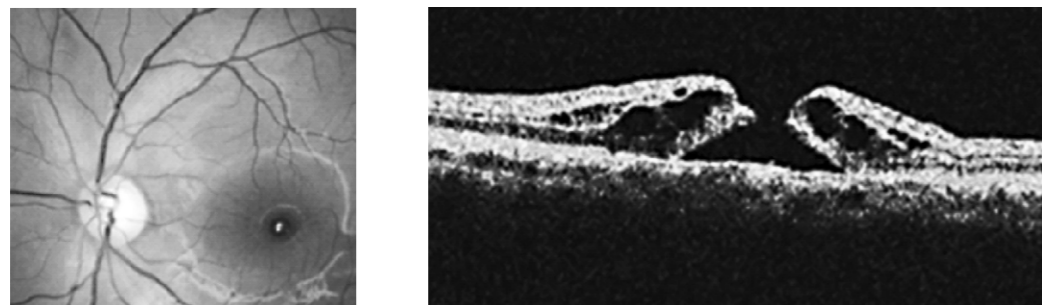
Pada *serous retinal detachment* dengan pemeriksaan oftalmoskop atau biomikroskop elevasi retina tampak seperti *bubble* yang transparan. Pada pemeriksaan FFA, tampak sebagai daerah yang diisi dengan fluoresin secara perlahan. Pada OCT tampak kavitas subretina. Retina yang mengalami elevasi membentuk sudut yang tumpul dengan RPE.

RPE detachment menunjukkan lepasnya membran Bruch's. Cairan dari koriokapilaris berkumpul di subepitel didepan koriokapilaris. Pada gambaran OCT tampak lepasnya RPE dengan membentuk sudut yang tinggi.¹

PATOLOGI VITREORETINA INTERFACE

Macular Hole

Macular hole meliputi defek *Full-thickness* pada retina dan sering terjadi pada sentral makula (fovea) yang berhubungan dengan kelainan permukaan vitreomacular. Pada gambar didapatkan hilangnya



Gambar 4. Stadium 4 menunjukkan *macular hole* dengan cairan subretina dan defek kistik pada tepi lubang disertai deposit pigmen kuning pada dasar lubang.⁵

jaringan retina *full-thickness* pada fovea dan penebalan retina pada tepi *hole*. OCT dapat menggambarkan secara visual klasifikasi perkembangan lubang retina dari **Gass**, yaitu: **stadium 1**, pada OCT ditunjukkan pengurangan dan hilangnya depresi fovea dan adanya fisura retina atau kista dibawah fovea. **Stadium 2**, berkembangnya kavitas intraretina, terdapat pseudo-operkulum sebagian dan masih melekat pada tepi dari lubang. **Stadium 3**, lubang meluas sampai lapisan retina secara komplit, dengan disertai hilangnya jaringan retina secara komplit pada fovea. Pseudo-operkulum biasanya dapat terlihat didepan lubang. Pada stadium ini edema retina terlihat di tepi lubang. **Stadium 4**, lubang meluas sampai retina secara komplit (*fullthickness*), biasanya disertai edema, yang dapat membentuk *pseudocystoid*. Pada tepi biasanya terdapat cairan subretina dan elevasi minimal.^{1,5}

Vitreomacular Traction

Vitreomacular Traction Syndrome atau tarikan vitreomakular (TVM) adalah suatu gambaran yang serupa dengan *macular hole* stadium 1. Pada pemeriksaan OCT gambaran penebalan hialoid posterior ini terletak pada area foveal/perifoveal. Penebalan retina biasanya lebih besar dibanding *macular hole* stadium 1 dan penebalan area retina menyebabkan gambaran seperti segi tiga dengan puncak kulminasi yang menunjuk ke arah badan kaca.^{1,11}

Epiretinal Membrane

Epiretinal Membrane(ERM) adalah abnormalitas proliferasi sel fibrous pada permukaan retina. Pada pemeriksaan OCT, ERM diklasifikasi menjadi 2 kategori, yaitu adheren global dan non-adheren parsial.

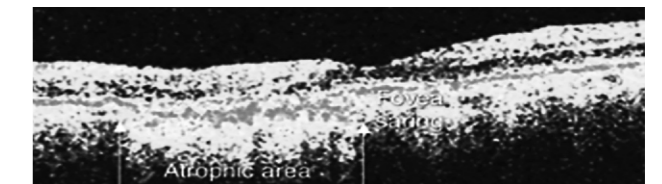
Non-adheren parsial ERM dapat terlihat jelas pada OCT, tampak linear, tipis, *band* reflektif anterior dari retina dengan disertai daerah yang masih menempel pada permukaan retina, sehingga tampak seperti lepasnya permukaan vitreus posterior. Adheren global ERM tampak pada OCT sebagai gambaran kontras antara reflektivitas tinggi ERM dan reflektivitas rendah permukaan anterior dari retina. Adheren global ERM juga tampak seperti *macular pseudohole*, tampak kontur fovea sempit dan dalam.^{1,5}

PATOLOGI KOROIDAL

AMD Non-eksudatif

Degenerasi makula terkait usia tipe kering/*dry*

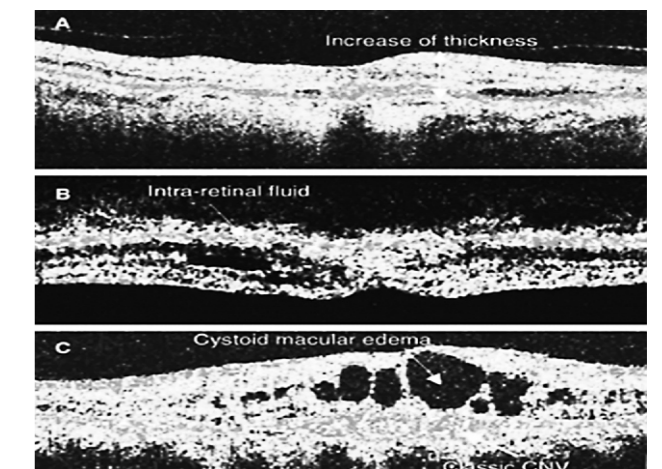
(geografik atrofi, non-neovaskular) ditandai dengan menurunnya tajam penglihatan secara progresif karena hilangnya sel RPE dengan atrofi koriokapiler dan kematian fotoreseptor sentral. Tidak disertai adanya eksudasi dan neovaskularisasi. Pada pemeriksaan OCT, area atrofi tampak sebagai: penurunan ketebalan neurosensori retina, hilangnya hiporeflektif dari fotoreseptor, peningkatan hiperefleksi dari RPE-membran Bruch-koriokapiler meluas sampai koroid.



Gambar 5. Degenerasi makula terkait dengan usia tipe atropik.¹²

AMD Eksudatif

OCT *scan* yang didapatkan pada degenerasi makula terkait usia tipe eksudatif adalah: retina semakin tebal karena akumulasi cairan intra atau subretina, penurunan atau hilangnya depresi fovea, terpisahnya neurosensori retina dan RPE (serous, perdarahan, atau fibrovaskular), kadang menyebabkan *tear* pada RPE.



Gambar 6. Degenerasi makula terkait usia tipe eksudatif. A. Retina makin tebal dan akumulasi cairan intraretina. B. Pendataran fovea. C. Edema makula sistoid menyebabkan peningkatan ketebalan sensori retina.¹²

RPE Detachment

Serous RPE detachmen: tampak sebagai elevasi fokal dari refleksi RPE diatas ruangan yang bersih. *Hemorrhagic RPE detachment:* dibedakan dengan refleksi yang sedang di dekat RPE yang terpisah. Darah berada dibawah RPE hanya memantulkan cahaya sedang karena penurunan cahaya probe OCT melalui RPE yang terlepas. *Fibrovascular RPE detachmen:* menunjukkan refleksi sedang saat melalui seluruh ruang sub RPE.¹³

Choroidal Neovascularization (CNV)

CNV mempunyai satu dari tiga penampakan pada OCT yaitu : *fibrovascular RPE detachment, well-difined, poorly-defined. Well-defined* CNV mempunyai gambaran penebalan fusiform dari *reflectiveband* yang berhubungan dengan RPE atau lapisan koriokapilaris. Penebalan meluas ke anterior membentuk elevasi dari kontur normal RPE atau koriokapilaris. *Poorly-defined* CNV tampak area difus peningkatan reflektivitas koroid.^{1,5}

RPE Tear

RPE tear dapat ditunjukkan pada gambaran OCT. Area dengan reflektivitas tinggi yang mengalami elevasi berhubungan dengan lapisan rangkap dari RPE. Refleksi koroid pada daerah ini mempunyai bayangan karena penurunan penetrasi dari cahaya probe yang menembus lapisan rangkap RPE. Area yang berdampingan dengan koroid mempunyai reflektivitas tinggi disebabkan peningkatan penetrasi dari cahaya probe menembus koroid tanpa didapati RPE.^{1,5}

Secondary Retinal Changes

Retinal detachment dan edema intraretina disebabkan adanya CNV. Kedua penampakan gambaran OCT tidak berbeda dengan yang sudah dijelaskan pada pembahasan tentang patologi retina. *Neurosensory detachment* pada AMD eksudatif tampak sebagai elevasi pada reflektivitas band yang sedang tepat dibawah RPE atau koriokapilaris. Edema intraretina dapat dideteksi dan diukur dengan OCT.^{1,5}

OCT PADA GLAUKOMA

Telah ditegaskan bahwa hilangnya RNFL dapat

meneteksi adanya glaukoma sebelum terjadi defek pada lapang pandang dan perubahan saraf optik. Kemampuan OCT yang dapat menggambarkan struktur RNFL merupakan alat yang handal untuk diagnosa dini dan monitoring perjalanan glaukoma. Tentu saja penting menginterpretasikan hasil OCT dengan membandingkan gejala klinis.

Analisa OCT yang sering digunakan pada glaukoma adalah RNFL *thickness analysis*, RNFL *map*, dan *optic nerve head analysis. RNFL analysis* dan *RNFL map* berdasarkan *scan* sirkular dari diskus optik. *Fast RNFL thickness* meliputi tiga lingkaran *scan* dengan diameter 3.4 mm mengelilingi diskus optik dalam 1.92 detik.¹⁰

Analisa RNFL

RNFL mempunyai reflektivitas tinggi yang dimulai dari permukaan vitreoretinal. Terdapat 2 macam tipe dasar *scanning*, yaitu garis dan lingkaran. Hilangnya RNFL dapat dideteksi sebelum adanya kelainan pada hasil perimetri. Glaukoma merupakan *focal diseases* dengan predileksi inferior dan superior diskus optik dan RNFL. Asimetri antara kedua mata signifikan dalam mendiagnosa glaukoma. *Scan* RNFL yang abnormal dapat terjadi penipisan RNFL yang ditunjukkan pada tabel poin RNFL dan juga kuadran serta grafik Temporal Superior Nasal Inferior Temporal (**TSNIT**).^{4,10}

Grafik TSNIT

Scan RNFL thickness menunjukkan 3 lingkaran *scan* dengan diameter 1.73 mm dengan pusat diskus optik. Untuk mengukur RNFL thickness dari tiga *scan* dirata-rata dan hasilnya ditampilkan berupa grafik TSNIT terletak di sudut atas kiri pada *printout* RNFL. Grafik ini merupakan gambaran linear yang menunjukkan nilai dari temporal (T) ke superior (S) pada nasal dan inferior (I) dan kembali ke temporal (T).

Tabel 1. Pedoman Average RNFL thickness pada glaucoma.¹⁰

>80 µm	Normal
70-79	Borderline glaucoma suspect
60-69	Early thinning, glaucoma, early
50-59	Moderate thinning, glaucoma, moderate
40-49	Advanced thinning, glaucoma, advance
<30	Advanced thinning, primary retinal disease

Glaukoma mempunyai predileksi untuk terjadinya hilangnya RNFL yaitu pada inferior dan superior sehingga average RNFL inferior dan superior merupakan indikator yang penting. Nilai normal rata-rata RNFL superior 142.7 µm; pada *early glaucoma* 104.8µm. Nilai normal rata-rata RNFL inferior 138.6µm; pada *early glaucoma* 103.9 µm.

Kuadran plot berguna untuk menilai hilangnya RNFL lokal, terutama yang ditunjukkan pada kuadran inferior dan superior. Sedangkan sektor plot berguna untuk menilai kerusakan fokal, terutama inferior/inferotemporal, dan superior/superotemporal.

Asimetri mata seringkali ditemukan pada glaukoma. Pada hasil RNFL *printout* pembacaan dititikberatkan pada profil TSNIT dibandingkan dengan membaca angka. Hilangnya RNFL seringkali lebih mudah dilihat pada grafik TSNIT. Indikator RNFL lainnya sering menggambarkan normal atau abnormal. Smax dan lmax berguna untuk melihat kedataran RNFL (dan kerusakan karena glaukoma), meskipun rata-rata RNFL masih dalam batas normal. Rasio yang tercantum pada tabel dan perbandingan OU menunjukkan informasi tentang kondisi RNFL, tetapi tidak sensitif atau spesifik seperti pada rata-rata atau nilai maksimum kuadran.¹⁰

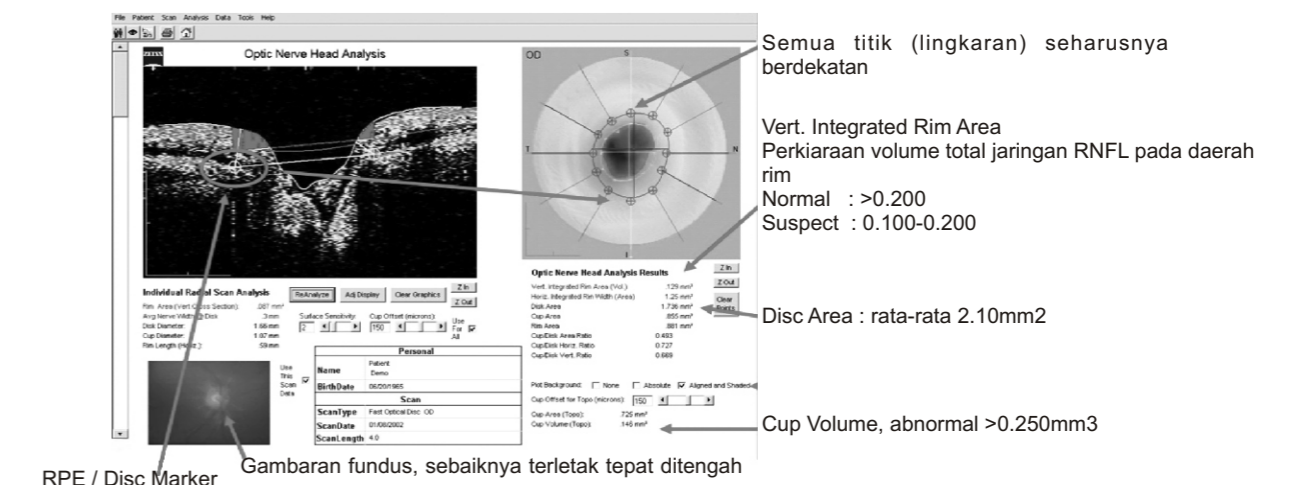
Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketebalan RNFL pada pasien glaukoma lebih tipis dibanding mata normal. Terdapat beberapa bukti yang mendukung bahwa ketebalan RNFL yang diukur memakai OCT dapat membedakan pasien glaukoma dengan mata normal. Zangwill et al menyebutkan bahwa ketebalan RNFL pada daerah

inferior merupakan indikator terbaik untuk membedakan mata normal dengan mata yang terdapat *early glaucoma* sampai *moderate glaucoma*. Mahdavi et al menyebutkan bahwa ketebalan RNFL superior merupakan indikator terbaik untuk mendeteksi glaukoma. Perbedaan pada kedua penelitian ini kemungkinan bisa disebabkan perbedaan karakteristik populasi yang diteliti.

Analisa Diskus Optik

Analisa Diskus optik berdasarkan *scan fast optic disc. Fast optic disc scan* menggunakan 6 garis, 4mm untuk menangkap data *cross sectional* pada *optic nerve head (ONH)*. Hasil dari analisa merupakan hasil baik dari *scan* tunggal ataupun gabungan dari *nerve head*. Lingkaran menunjukkan posisi dari *scan* yang dievaluasi. Tampilan *scan* berupa gambaran dengan garis kuning. Garis kuning pendek melintasi akhir merupakan titik awal. Garis *scan* lain adalah biru. Jika diklik pada garis maka data akan ditampilkan.^{4,10}

Kualitas gambar sangat penting untuk interpretasi ONH. Letak *scan* harus tepat ditengah ONH dan mempunyai kekuatan sinyal yang kuat. Nilai kekuatan sinyal ditampilkan pada ONH Analysis Report. *Scan* dengan kekuatan sinyal = 7 adalah baik, sedangkan *scan* dengan kekuatan sinyal <5 tidak dapat diterima. Keenam *scan* radial sebaiknya terletak tepat ditengah ONH, untuk menilai tepat ditengah, pemeriksa sebaiknya melihat gambaran fundus yang ditampilkan di layar ataupun di kertas *printout*. Bila tidak terletak ditengah dapat menyebabkan kesalahan dalam mengevaluasi *neuroretinal rim* dan dimensi *cup*.^{4,10}



Gambar 6. Analisa ONH

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa dua kunci parameter untuk membedakan mata dengan glaukoma adalah *cup/disc ratio* dan *vertical integrated rim area*. *Cup/disc ratio* adalah kalkulasi dari area *cup* (area yang terletak didalam garis hijau) dan area diskus (area yang terletak didalam garis merah).

DAFTAR PUSTAKA

1. Brancato R, Lumbroso B. Guide to Optical Coherence Tomography Interpretation. I.N.C Innovation-News-Communication. Italy. 2004.
2. Saxena S, Meredith TA. Optical Coherence Tomography in Retinal diseases. 1st edition. Jaypee Brothers Medical publisher. New Delhi. 2006.
3. Elliot D, Scott UI. Maximizing OCT Scan; How to Avoid Common Pitfalls with Time Domain OCT. In Retina Today. Volume 3. No 3. May/June 2008.
4. Susanna R, Medeiros AF. The Optic Nerve in Glaucoma. Chapter II In : Optical Coherence Tomography. 2nd edition. Cullura Medica. Brazil. 2006.
5. Parul S, et al. Step by Step : Optical Coherence Tomography. 1st edition. Jaypee Brothers Medical publisher. New Delhi. 2006. Pp 1-9.
6. Sull AC, et al. The Evolution Of Spectral Domain OCT. In Retina Today. Volume 3. No.3. May/June 2008.
7. Carl Zeiss Meditec AG. Add Depth to Your Diagnosis : Direct Cross Sectional Imaging. Carl Zeiss Meditec Inc. USA. 2006
8. Huang D, et al. Retinal Imaging. Chapter 3 In: Optical Coherence Tomography. Mosby Elsevier Inc. Philadelphia. 2006.
9. Rashed H, Izatt J, Toth C. Optical Coherence Tomography of the retina. Optic and Photonic News. April 2002. 48-51.
10. Bressler MN, Ahmed JK. The Stratus OCT Primer: Essensial OCT. 1st edition. Carl Zeiss Meditec Inc. Germany. 2006.
11. Sulkes DJ, Ip M, Baumal CR, et.al. Spontaneous resolution of vitreomacular traction documented by optical coherence tomography. Arch Ophthalmol 118:286-287,2000.
12. Singh R, Jagger RD, Alfaro DV, et a. The use of Optical Coherence Tomography in the diagnosis and assesment of AMD. In : Age Related Macular Degeneration . Lippincot William and Wilkins. Philadelphia. 2006. p 120-9.
13. Ip M, Szwartz J, Puliafito CA. Optical Coherence Tomography. Chapter 10 in Age-Related Macular Dengeneration (ed.) Berger JW, Fine SL, Maguire MG. pp. 179-205. Mosby, St. Louis MO 1999.