

Università degli Studi di Ferrara

**Dipartimento di Discipline Medico-Chirurgiche
della Comunicazione e del Comportamento**

Sezione di Clinica Oculistica

Direttore: Prof. Paolo Perri

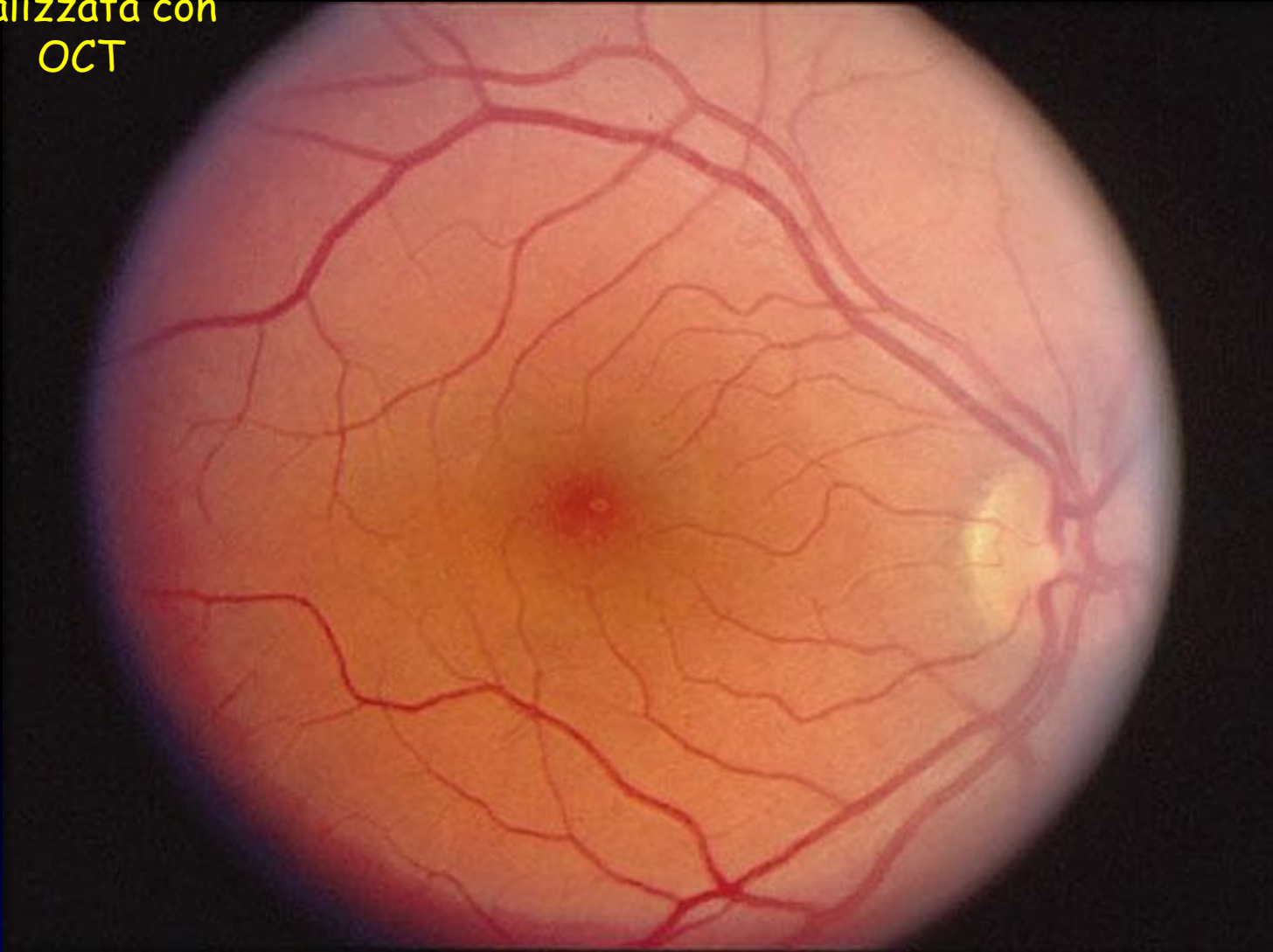
**La Tomografia Ottica a Radiazione Coerente OCT:
principi ed applicazioni cliniche**

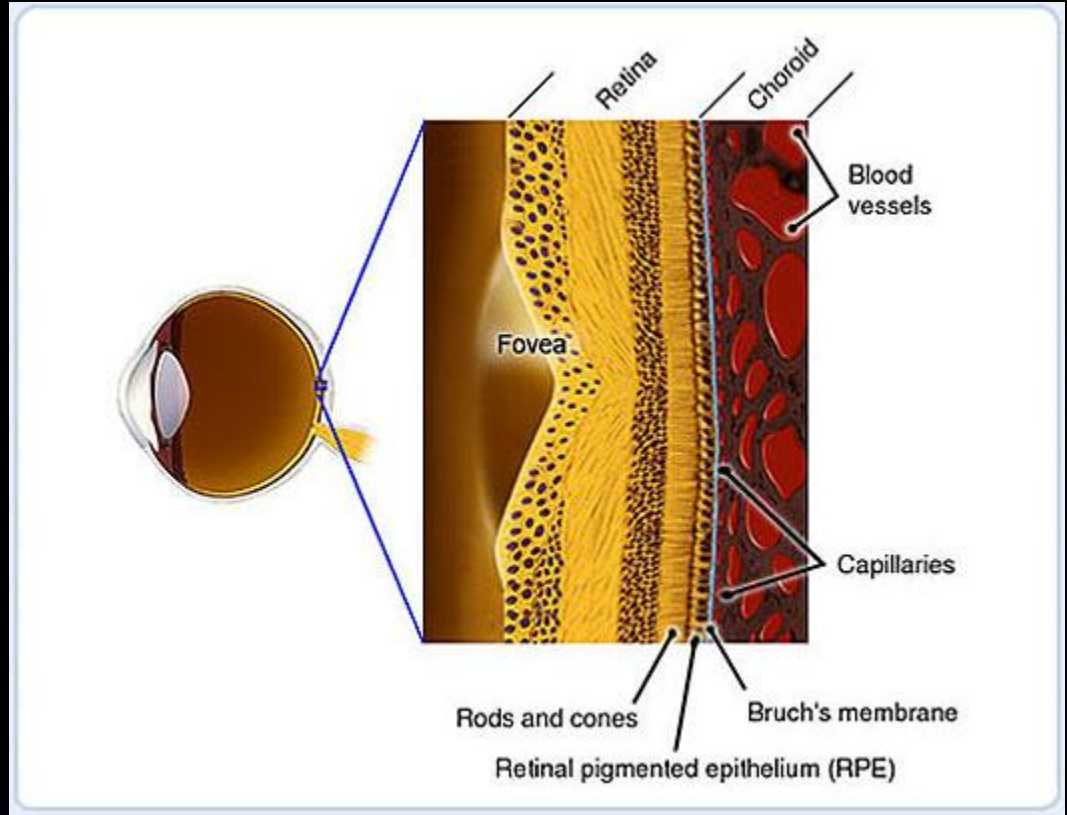
SERGIO D'ANGELO

BULBO OCULARE RETINA

X

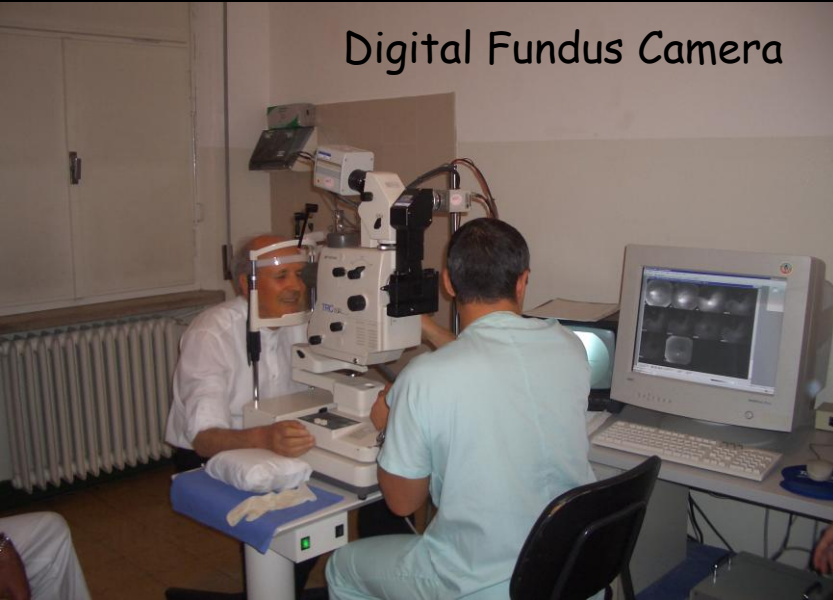
Struttura
analizzata con
OCT





HARDWARE

Digital Fundus Camera



Scanning Laser Ophthalmoscope



STRATUS OCT

HARDWARE

Angiografia retino-coroideale

FAG = fluorangiografia

ICG-A = angiografia con verde indocianina

OCT (OPTICAL COHERENT TOMOGRAPHY)

Tomografia Ottica a Radiazione Coerente

**L' ANGIOGRAFIA RETINO-COROIDEALE
SI BASA SU UN' APPLICAZIONE DEL
FENOMENO FISICO DELLA
FLUORESCENZA: EMISSIONE
LUMINESCENTE CHE CESSA
IMMEDIATAMENTE AL CESSARE DELLA
CAUSA DI ECCITAZIONE.**

x



**LE SOSTANZE UTILIZZATE
NELL' ANGIOGRAFIA RETINO-COROIDEALE
SONO FLUORESCENTI:**

⇒ FLUORESCEINATO DI SODIO

⇒ VERDE D' INDOCIANINA



**IL TERMINE “MEZZO DI CONTRASTO” E’
IMPROPRIO IN QUANTO ESSE NON SONO
RADIOPACHE.**

VENGONO QUINDI DEFINITE TRACCIANTI

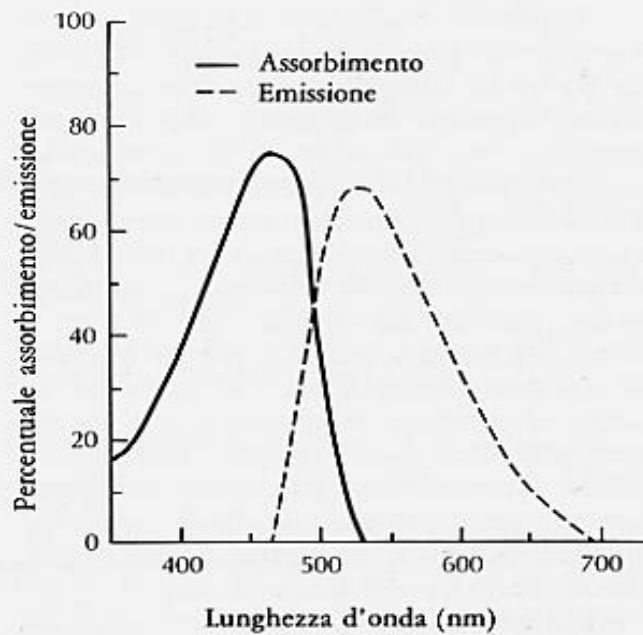
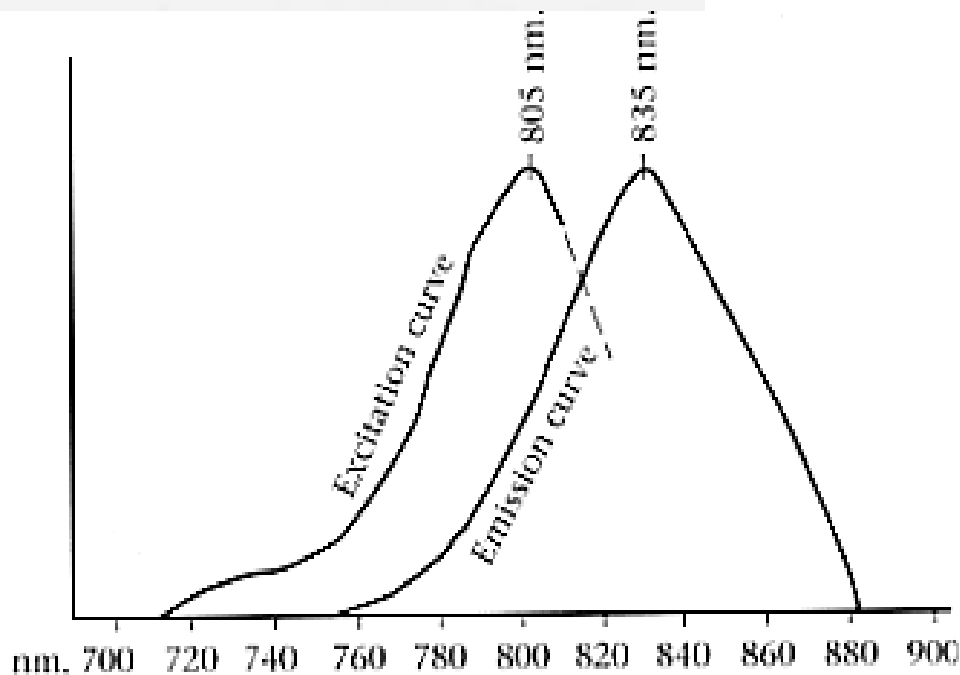


Fig. 2-1. Curve d'assorbimento e di emissione della fluorescenza.

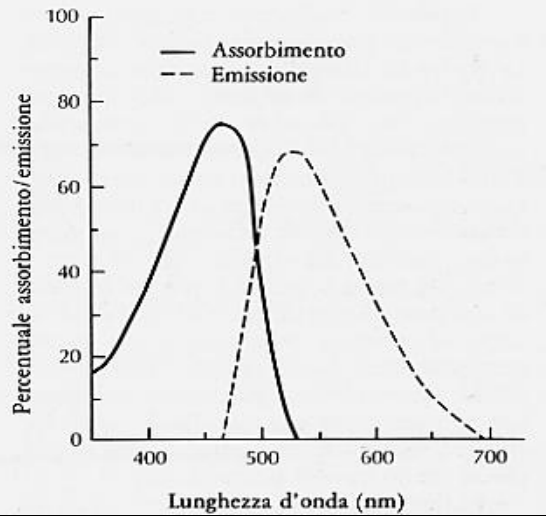
LA FLUORESCENZA SODICA VIENE ECCITATA DA ENERGIA LUMINOSA LA CUI LUNGHEZZA D' ONDA E' COMPRESA TRA I 465-490 NM, MENTRE LA LUNGHEZZA D' ONDA EMESSA SI TROVA NELLA PORZIONE VERDE-GIALLO DELLO SPETTRO VISIBILE (520-530 NM)



CURVA DI ASSORBIMENTO ED EMISSIONE DEL VERDE D' INDOCIANINA

CON OPPORTUNI FILTRI E' QUINDI POSSIBILE ISOLARE LA LUNGHEZZA D' ONDA ECCITANTE, CHE VIENE SELEZIONATA DA UN APPOSITO FILTRO DETTO "DI ECCITAZIONE". LA LUCE RIFLESSA CON LUNGHEZZA D' ONDA DIVERSA, VIENE INVECE FILTRATA DAL "FILTRO DI SBARRAMENTO".

TALE COMPITO VIENE SVOLTO DAL RETINOGRAFO, UN APPARECCHIO CAPACE DI COGLIERE NITIDE IMMAGINI DEL FONDO OCULARE.

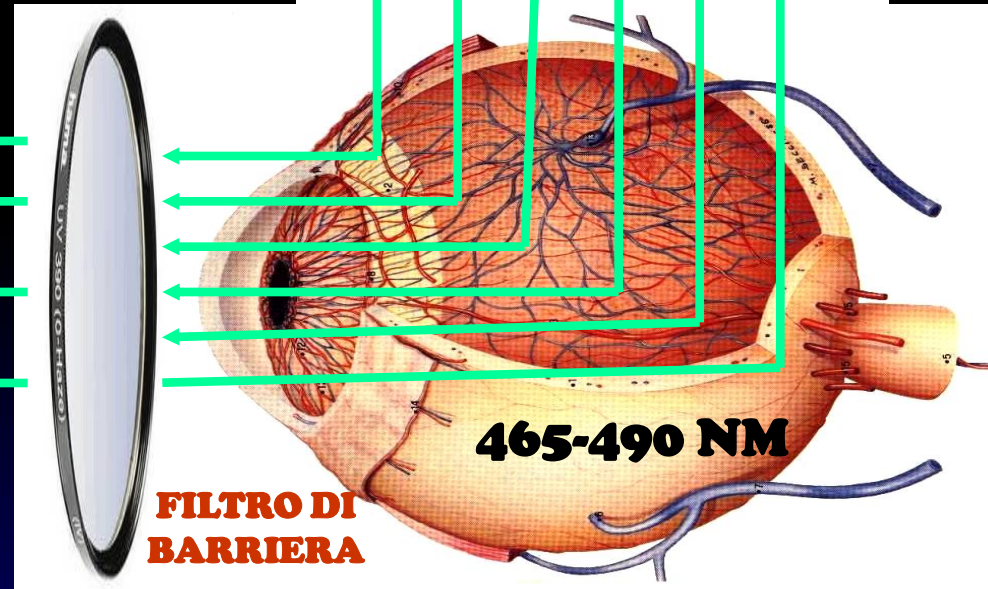
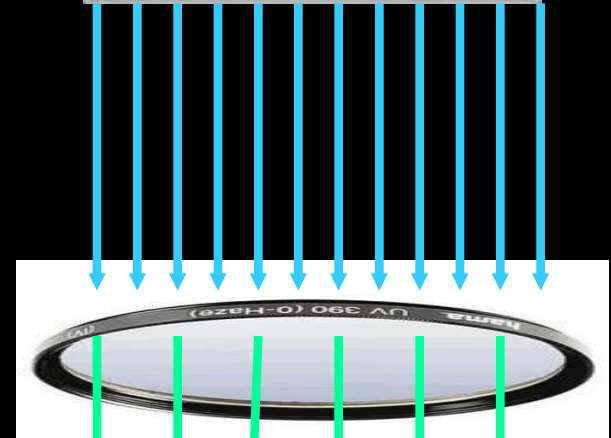


LA FLUORESCEINA SODICA VIENE ECCITATA DA ENERGIA LUMINOSA LA CUI LUNGHEZZA D' ONDA E' COMPRESA TRA I 465-490 NM, MENTRE LA LUNGHEZZA D' ONDA EMESA SI TROVA NELLA PORZIONE VERDE-GIALLO DELLO SPETTRO VISIBILE (520-530 NM)



LAMP

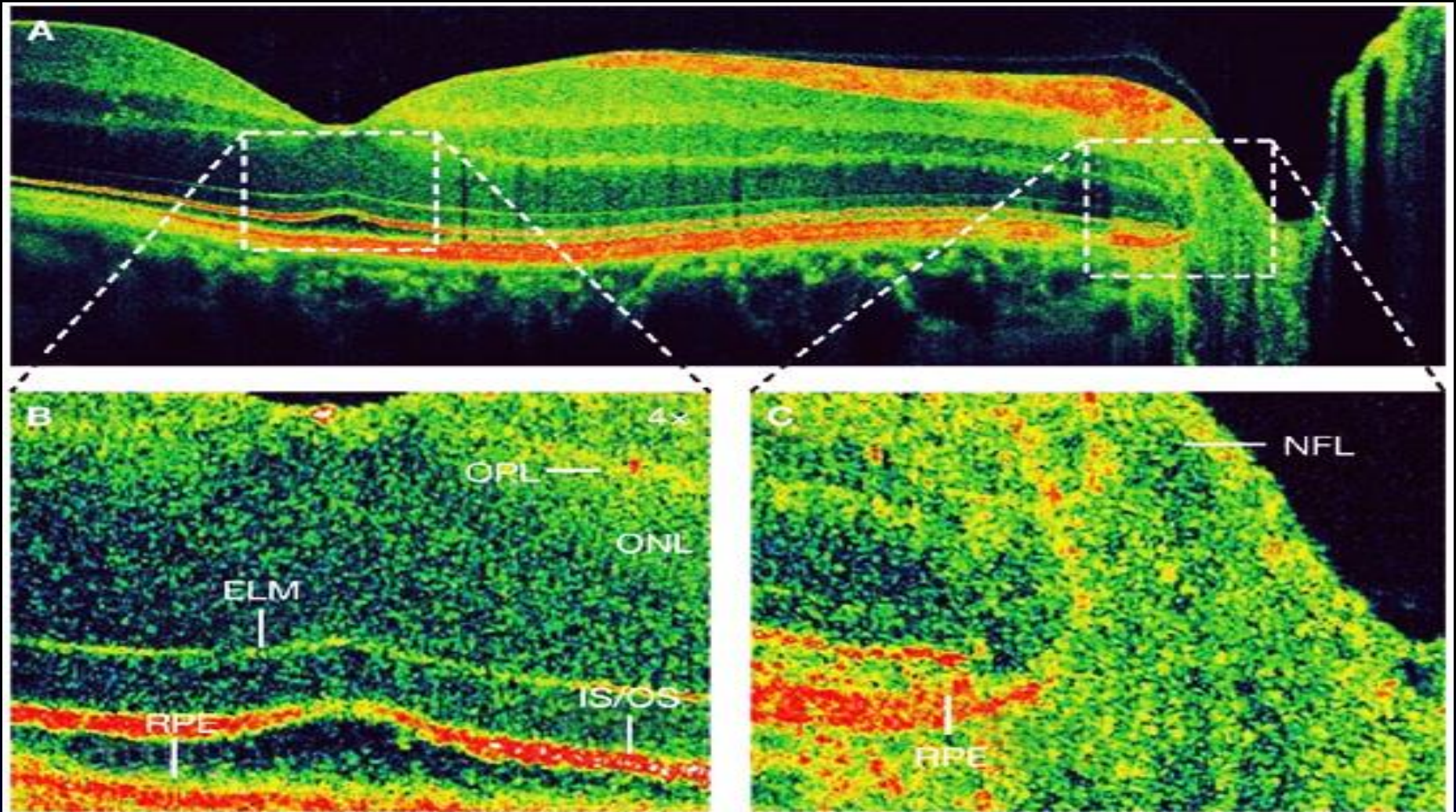
FILTRO DI ECCITAZIONE



465-490 NM

FILTRO DI BARRIERA

BULBO OCULARE RETINA



X

L.A.S.E.R.

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

ovvero

Amplificazione di Luce tramite Emissione Stimolata di Radiazione.

Questa sigla indica un dispositivo in grado di emettere un fascio di luce **coerente** (proprietà di un'onda elettromagnetica di mantenere una relazione di fase con se stessa durante la sua propagazione) e monocromatico ad elevata luminosità (brillanza).

Queste tre proprietà (coerenza, monocromaticità e alta brillantezza) sono alla base del vasto ventaglio di applicazioni che i dispositivi laser hanno avuto e continuano ad avere nei campi più disparati



L.A.S.E.R.

I) Diagnostica per immagini

II) Interazioni fotofisiche: viene sfruttata la monocromaticità del laser per eccitare il cromoforo bersaglio (emoglobina, mioglobina, acqua ecc...)

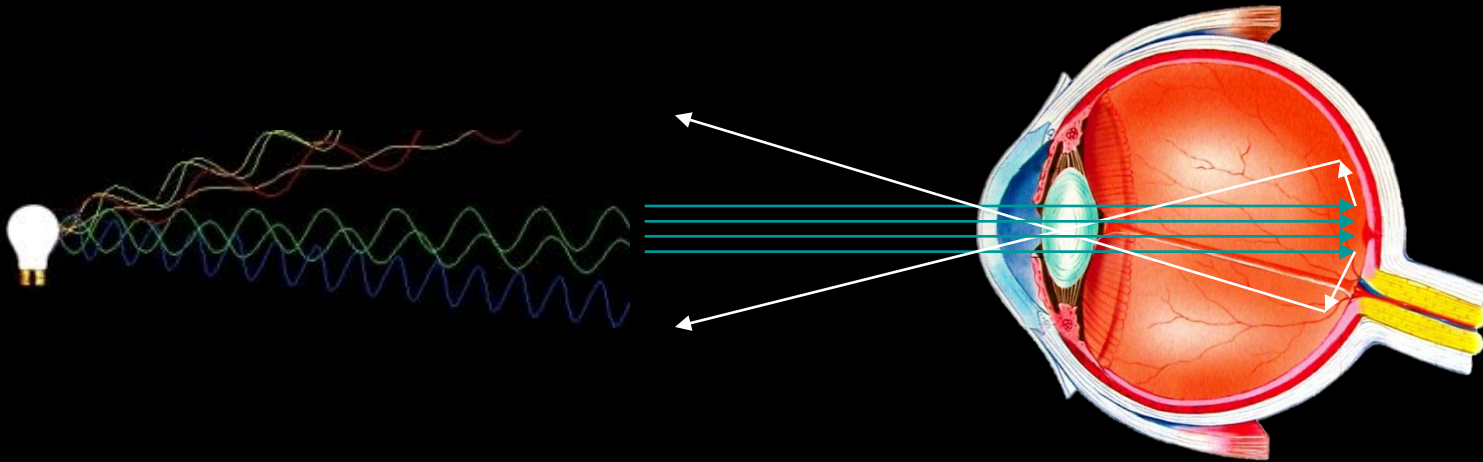
III) Interazioni fotochimiche: il processo di assorbimento è seguito da una serie di reazioni chimiche che modificano il substrato biologico;

IV) Interazioni fototermiche: dovute alla conversione dell' energia utilizzata in calore;

V) Interazioni fotomeccaniche: focalizzando impulsi ultracorti di elevata potenza di picco su volumi molto piccoli si ottengono vere e proprie vibrazioni meccaniche.



ANGIOGRAFIA A LUCE CONVENZIONALE



Luce diffusa

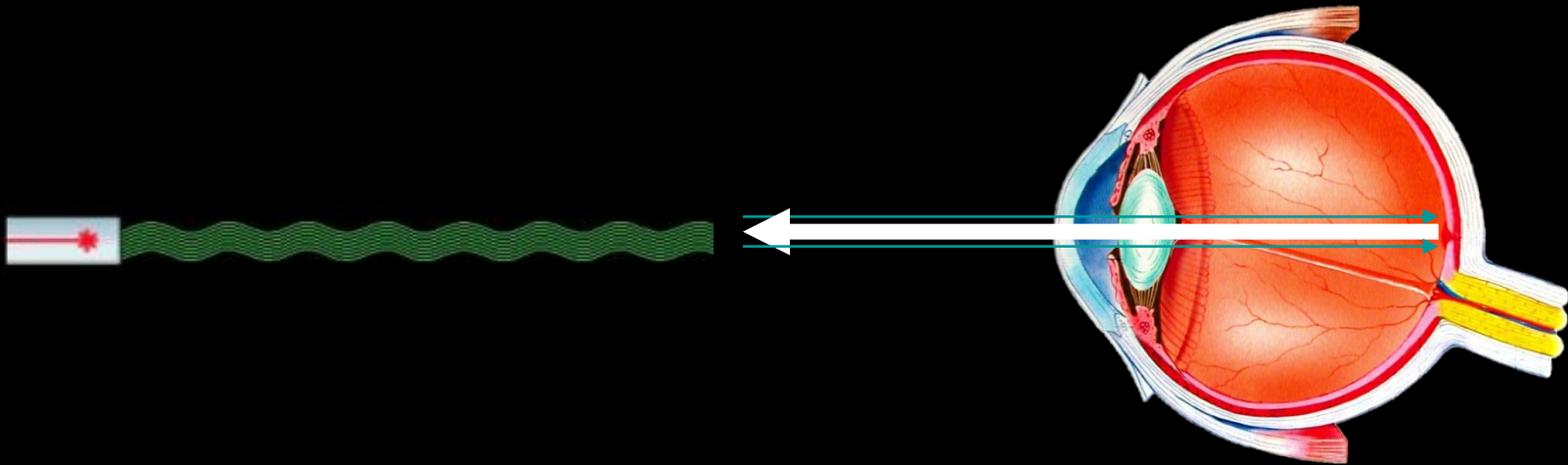
Basso contrasto

Pochi dettagli

ANGIOGRAFIA A LUCE CONFOCALE

SCANSIONE LASER

Solo la luce riflessa dal piano focale del raggio laser viene elaborata dal sensore

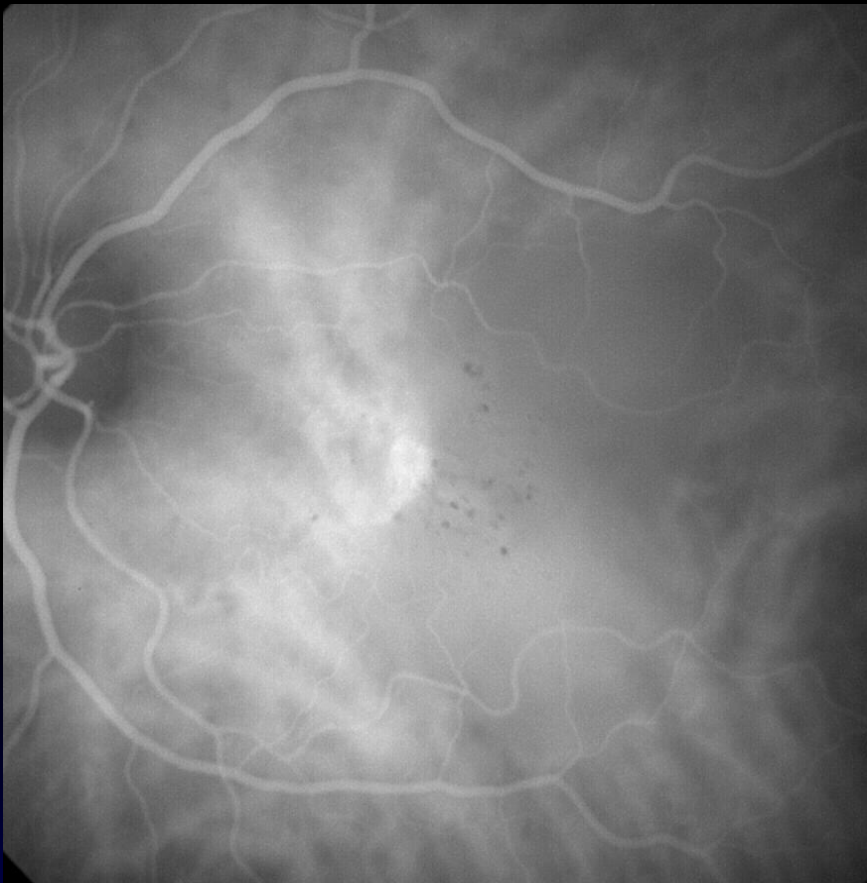


Numerosi dettagli

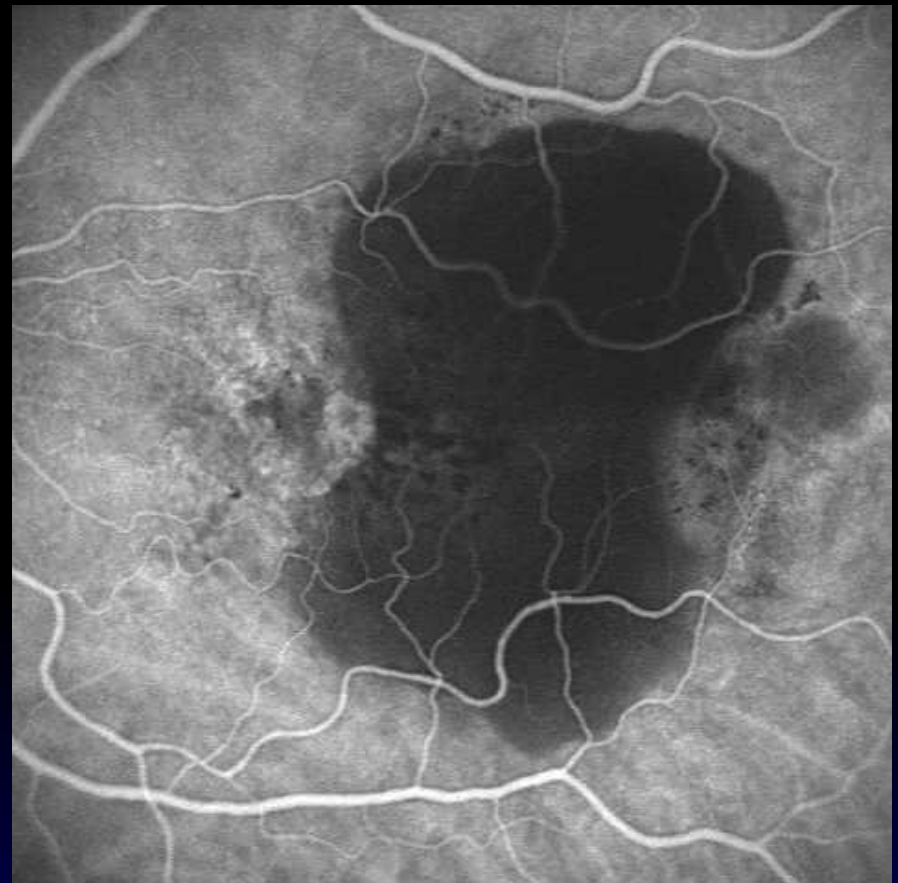
Elevato contrasto

ANGIOGRAFIA A LUCE CONFOCALE

angiografia a luce convenzionale

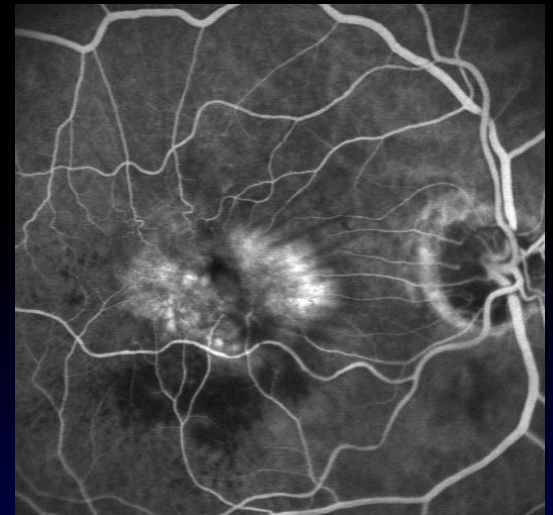
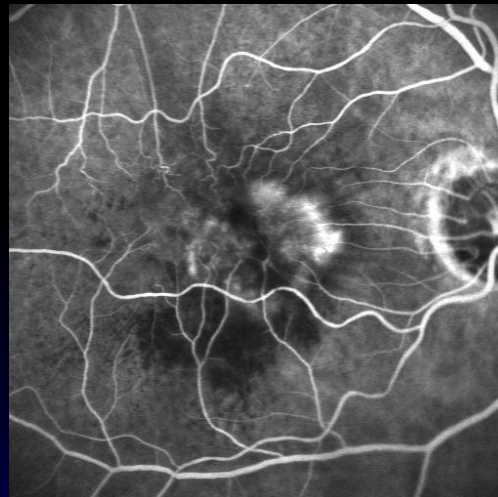
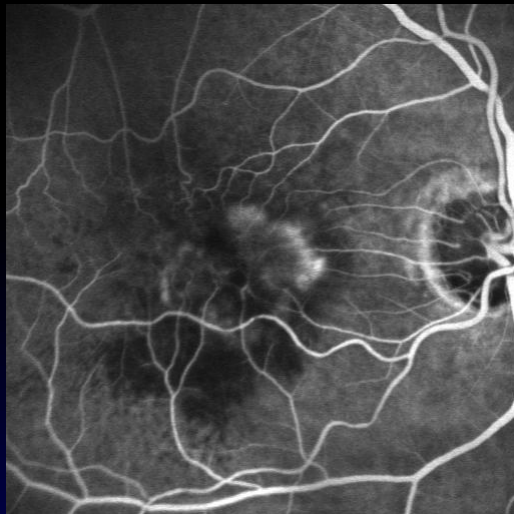
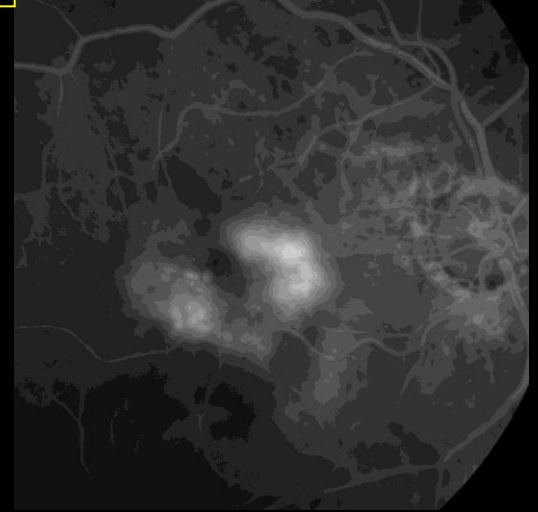
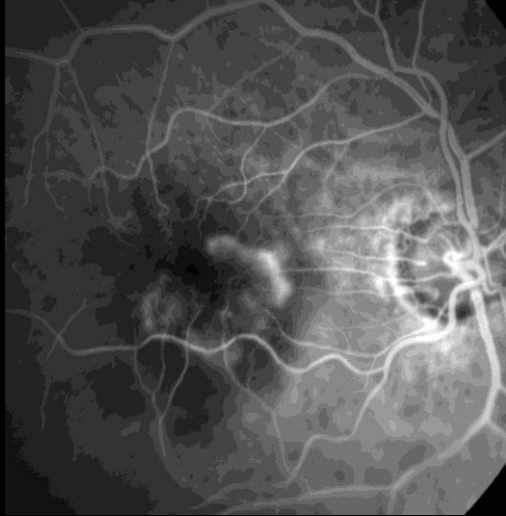


angiografia a luce confocale



ANGIOGRAFIA A LUCE CONFOCALE

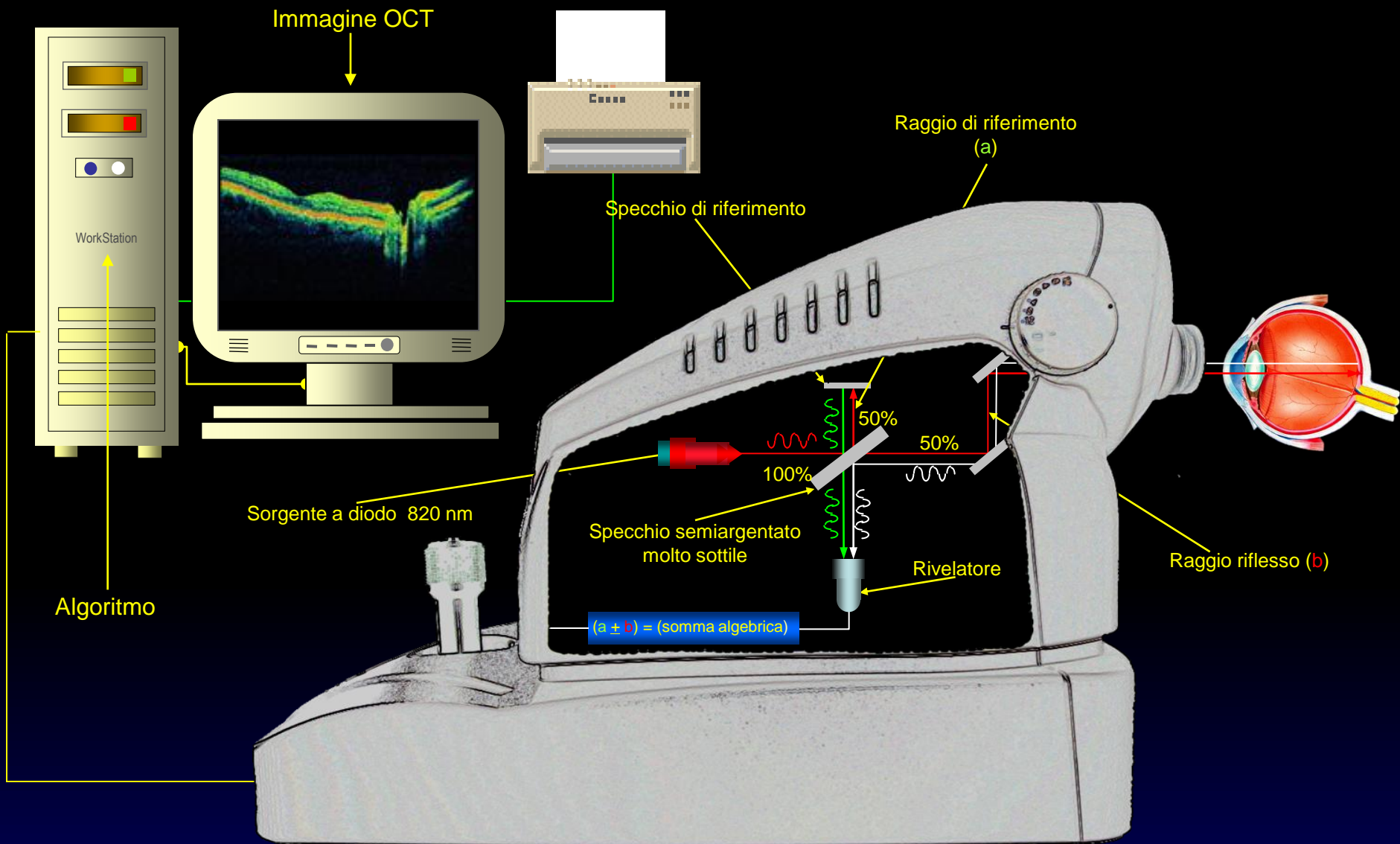
angiografia a luce convenzionale

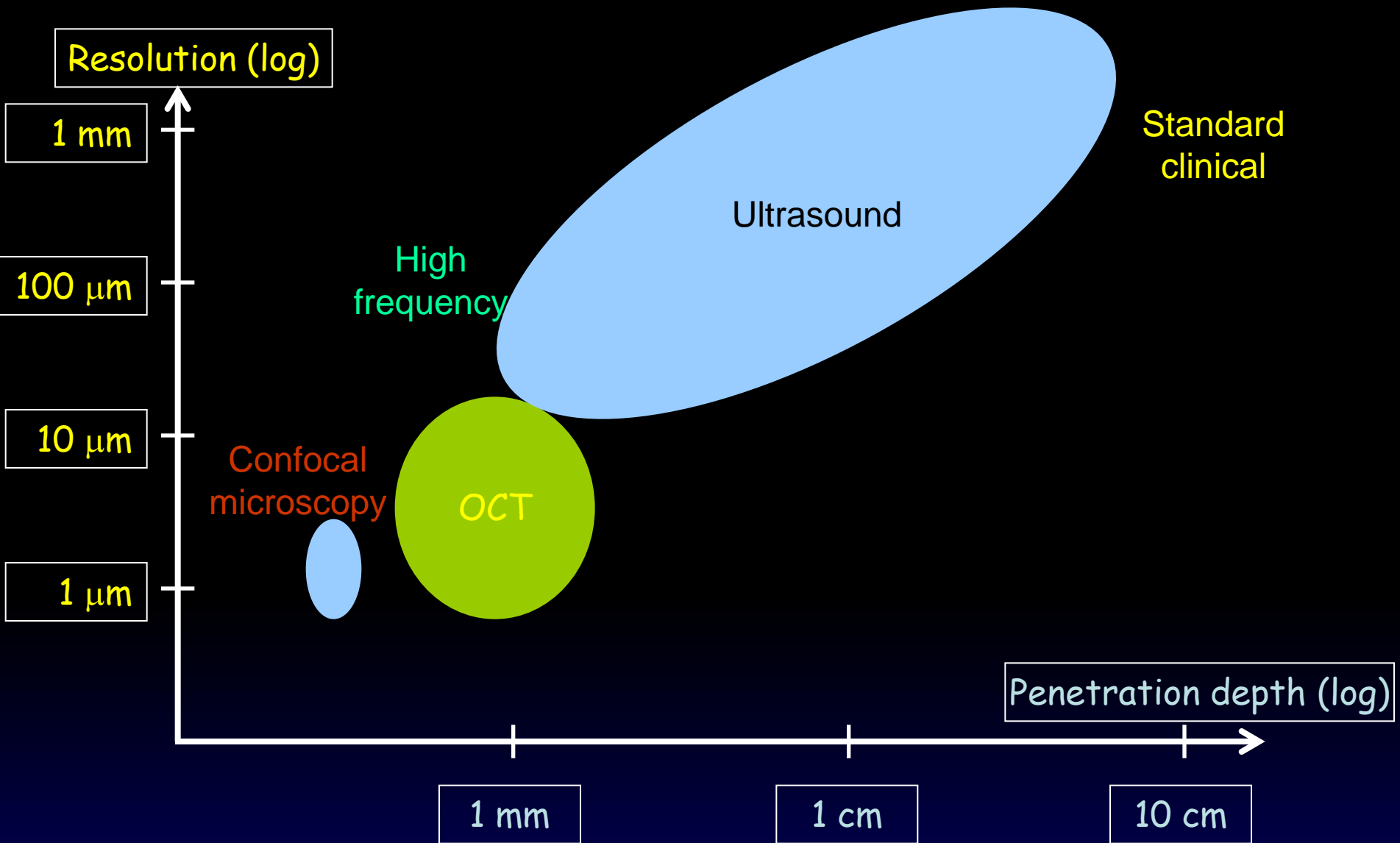


angiografia a luce confocale

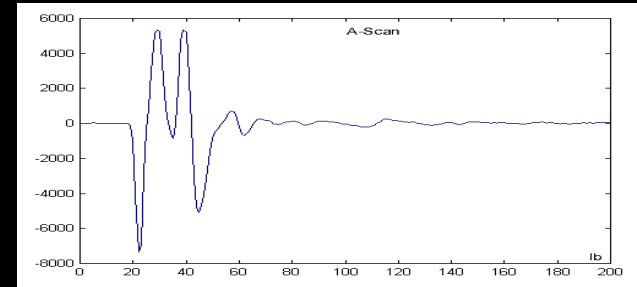
OCT (Optical Coherence Tomography)

principio di funzionamento (*interferometro di Michelson*) semplificato.

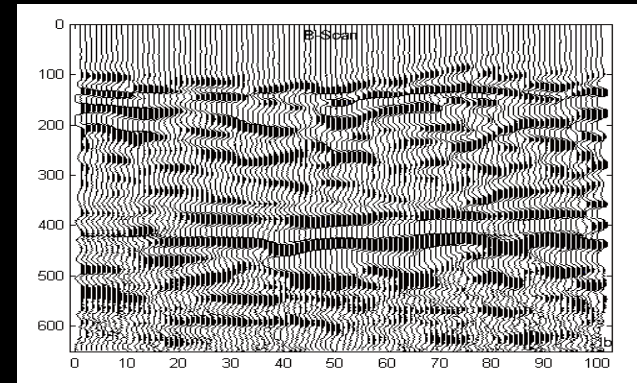




Con il termine **A-Scan** si intende un'immagine in cui è rappresentata un'unica traccia su un piano cartesiano **Ampiezza-Tempo** o **Ampiezza-Profondità**.

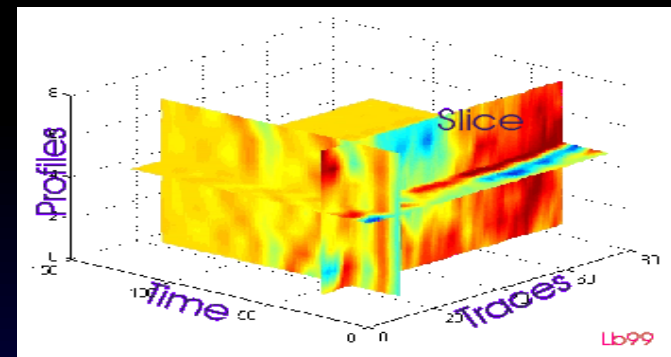


Con il termine **B-Scan** si intende un'immagine formata da un insieme di **A-Scan**.



discontinuità elettromagnetiche (semplificazione massimal) del terreno lungo il tracciato percorso dall'antenna.

Con il termine **C-Scan** si intende un'immagine 3D, un cubo di dati su cui si possono visualizzare diversi piani.



Riassumendo **Somme di A-Scan generano una B-Scan e allineamenti di B-Scan producono una C-Scan.**

DOMINIO DEL TEMPO

VS

DOMINIO DELLO SPETTRO

Crono



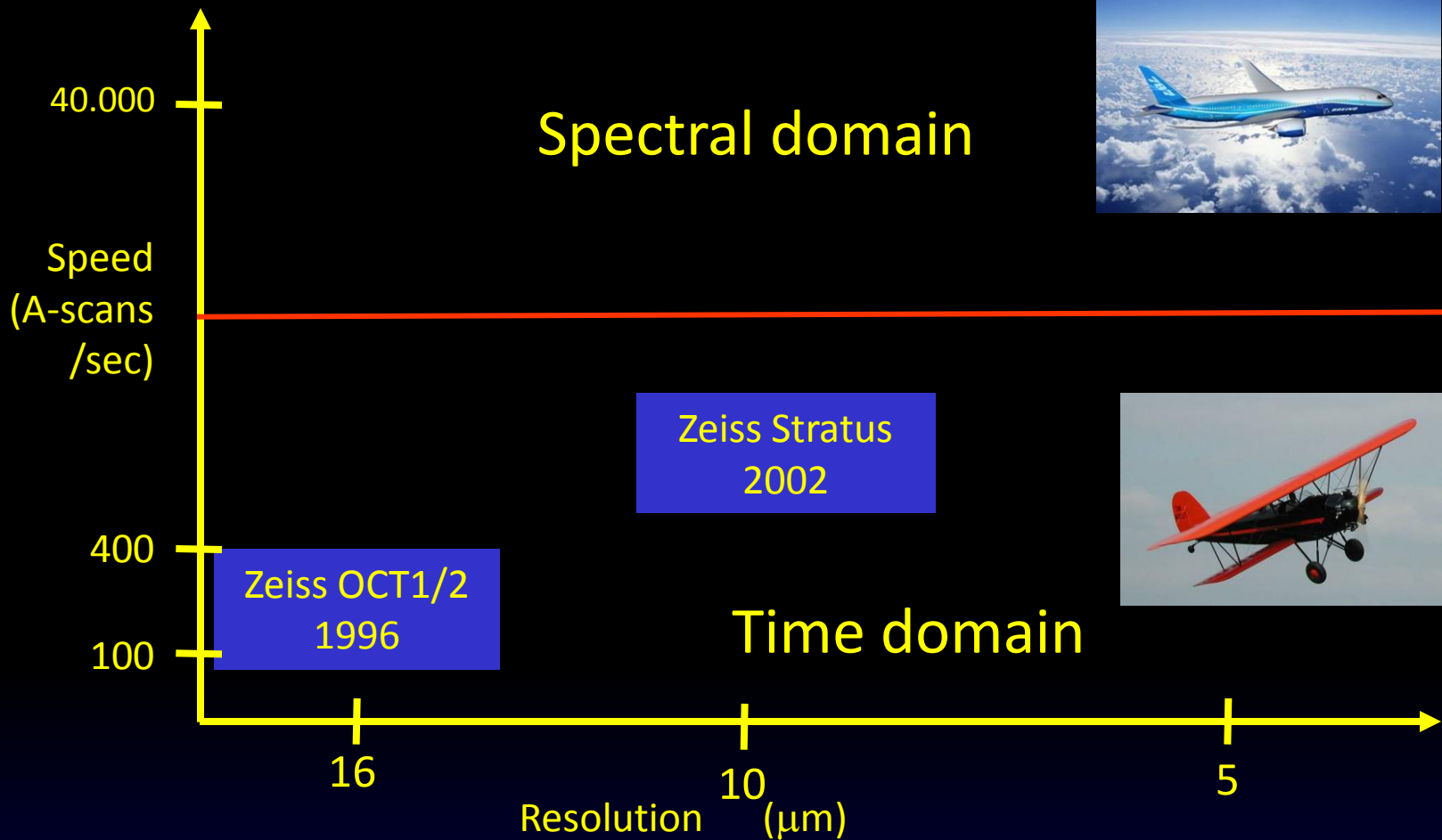
TIME DOMAIN

- Sul braccio dell' interferometro è montato uno specchio
- Lo specchio si muove fino ad individuare il ritardo di tempo nella riflessione del segnale luminoso da parte degli strati retinici
- I dati acquisiti vengono elaborati dal computer ed espressi come segnale A-Scan
- Lo specchio deve compiere un ciclo di movimento per ogni segnale A-scan
- La necessità di dover muovere meccanicamente lo specchio limita la velocità di acquisizione

Fourier (Spectral) Domain

- Sul “reference arm” è montato uno spettrometro *CHE È FERMO*
- La differente riflettività tra il tessuto in esame e il riferimento viene scomposta in uno spettro
- Lo spettro viene catturato da una telecamera e convertito mediante analisi di Fourier in un segnale A-scan
- L'assenza di parti in movimento rende l'acquisizione particolarmente rapida
- L'immagine si forma tutta nello stesso momento

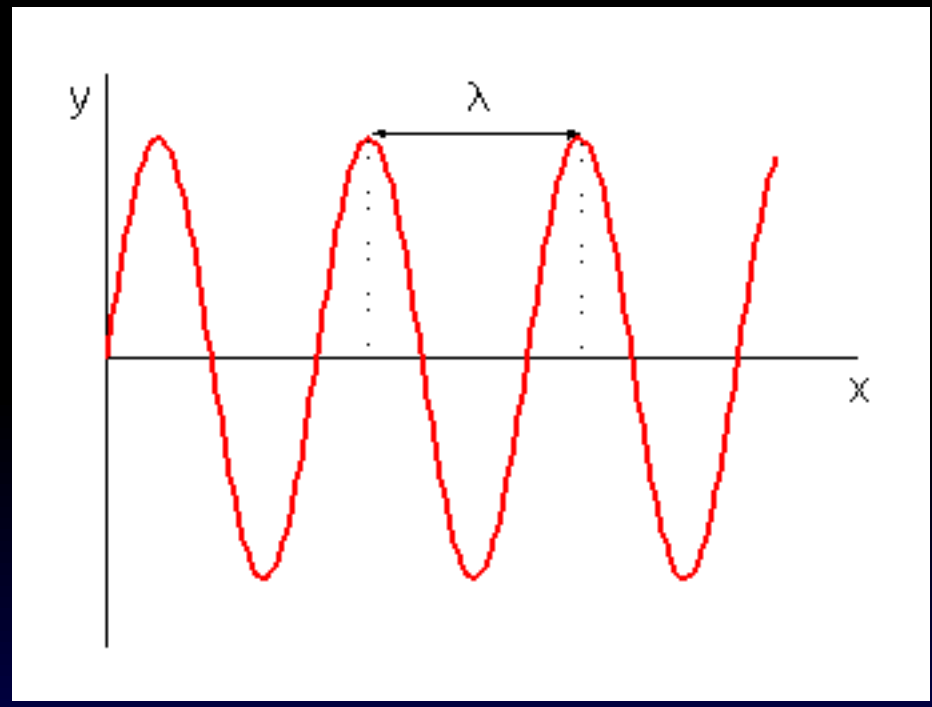
L'evoluzione della specie

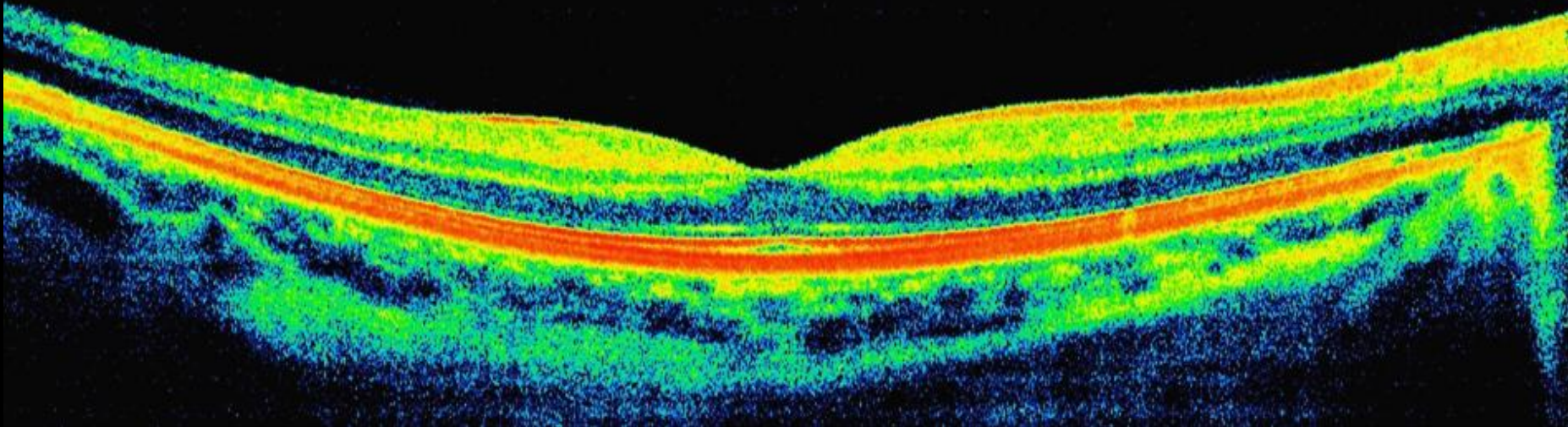


DOMINIO DEL TEMPO: impossibile avere un imaging in vivo come nell'ecografia, gli specchi in movimento impediscono una elevata velocità di acquisizione che risulta inversamente proporzionale alla risoluzione
Stratus oct: 1 B-scan ogni 1,6 secondi (400 A scan al secondo)

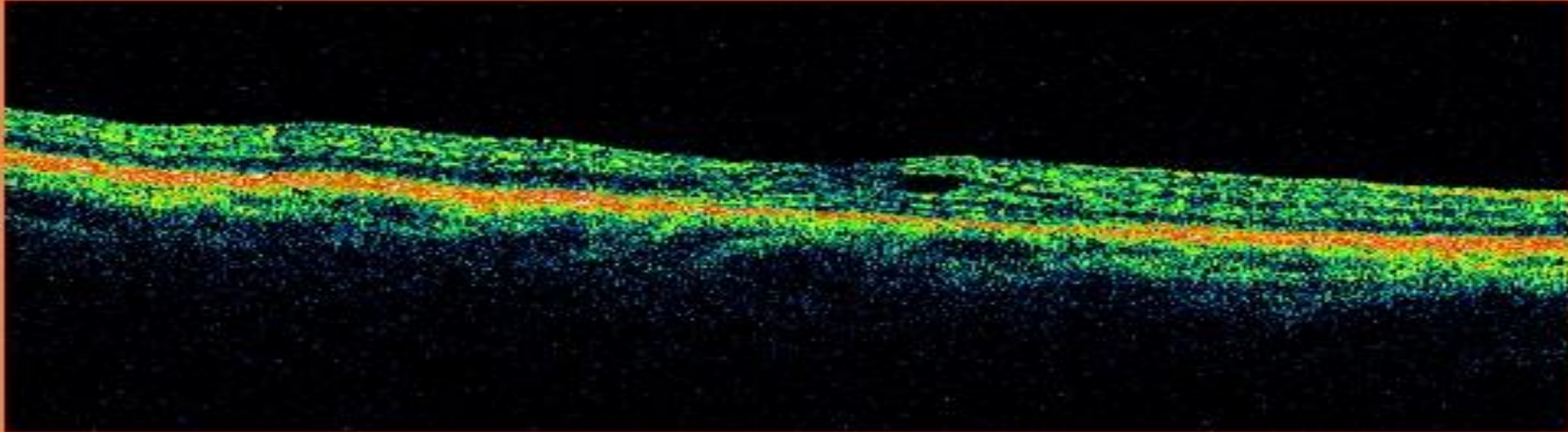
DOMINIO DELLO SPETTRO: uno spettrometro analizza lo spettro di ambedue le onde e le confronta ma prima le onde vengono scomposte in onde semplici con la trasformata di Fourier. Il reference arm è immobile (40.000 A-scan al secondo)

DA 7-10 MICRONS A 3 MICRONS

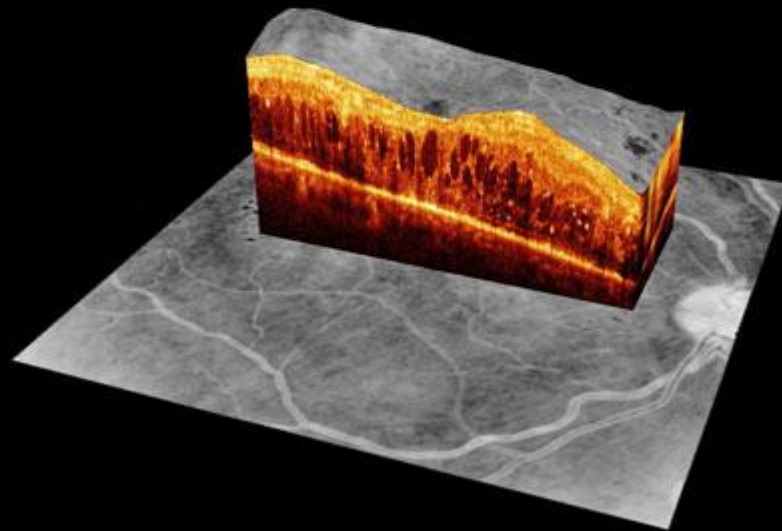
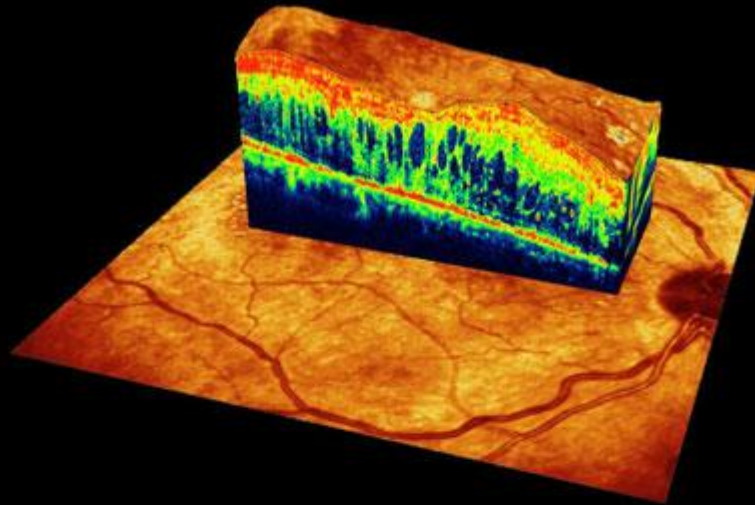




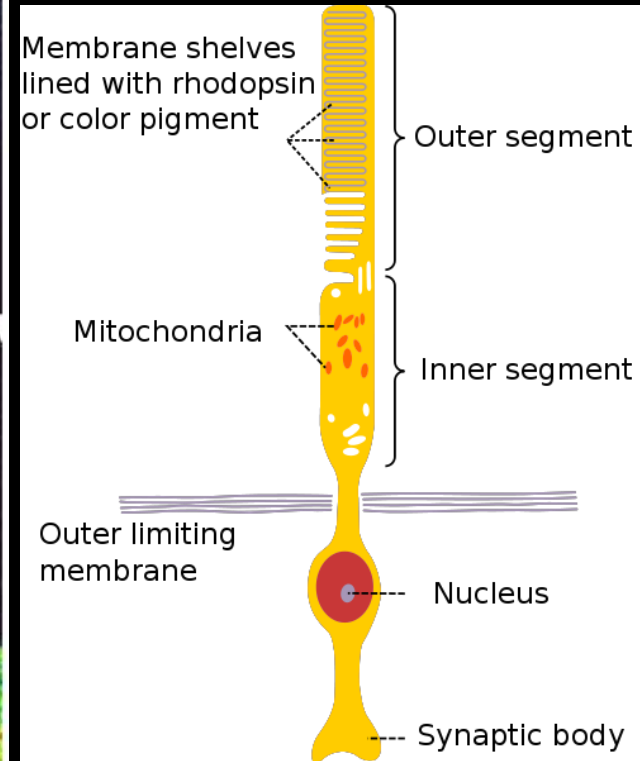
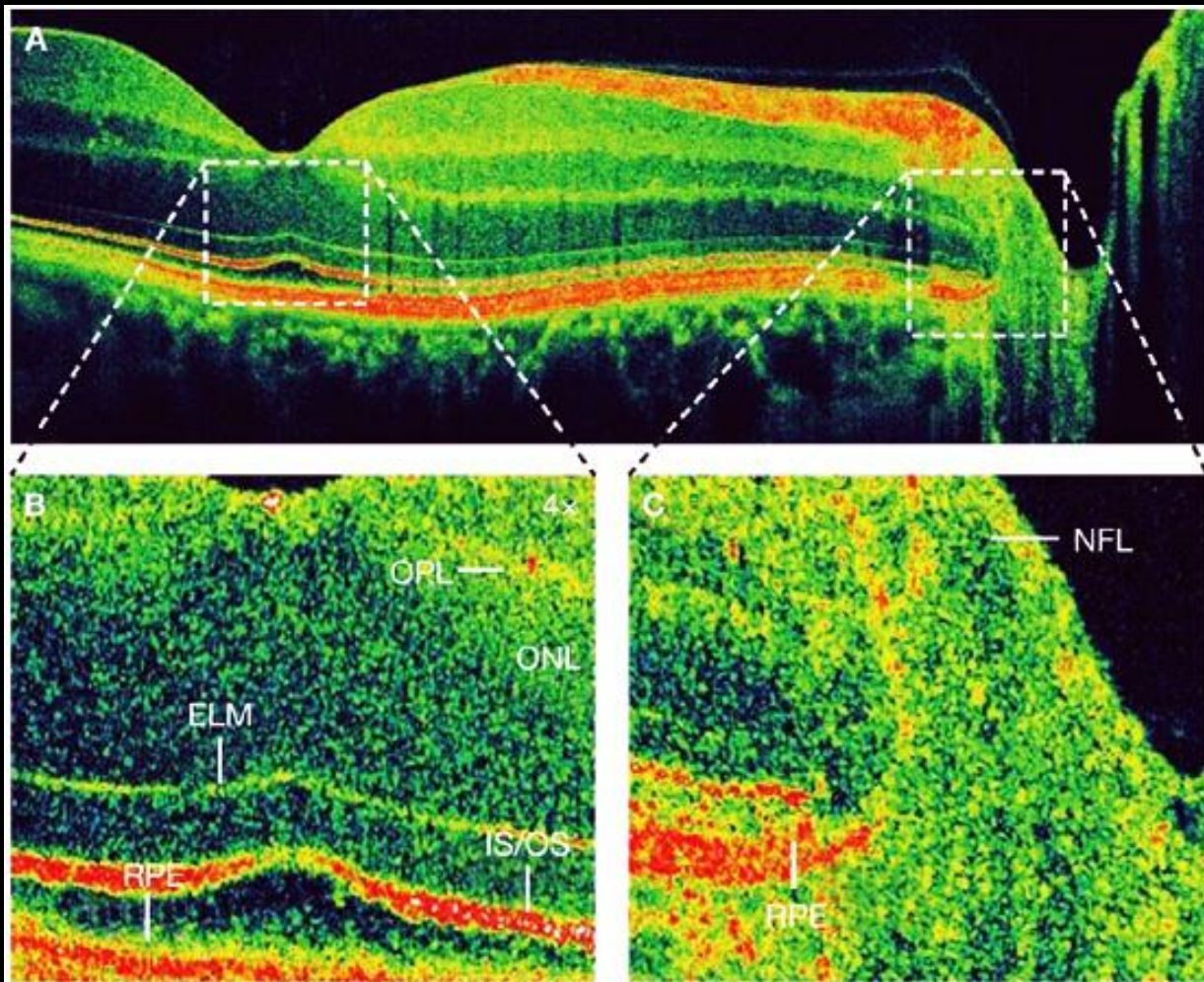
FOURIER DOMAIN OCT: RISOLUZIONE 3-5 μm 1024 A-scans in 0.04 sec



STRATUS (TIME-DOMAIN) OCT: RISOLUZIONE 10 μm 512 A-scans in 1.28''



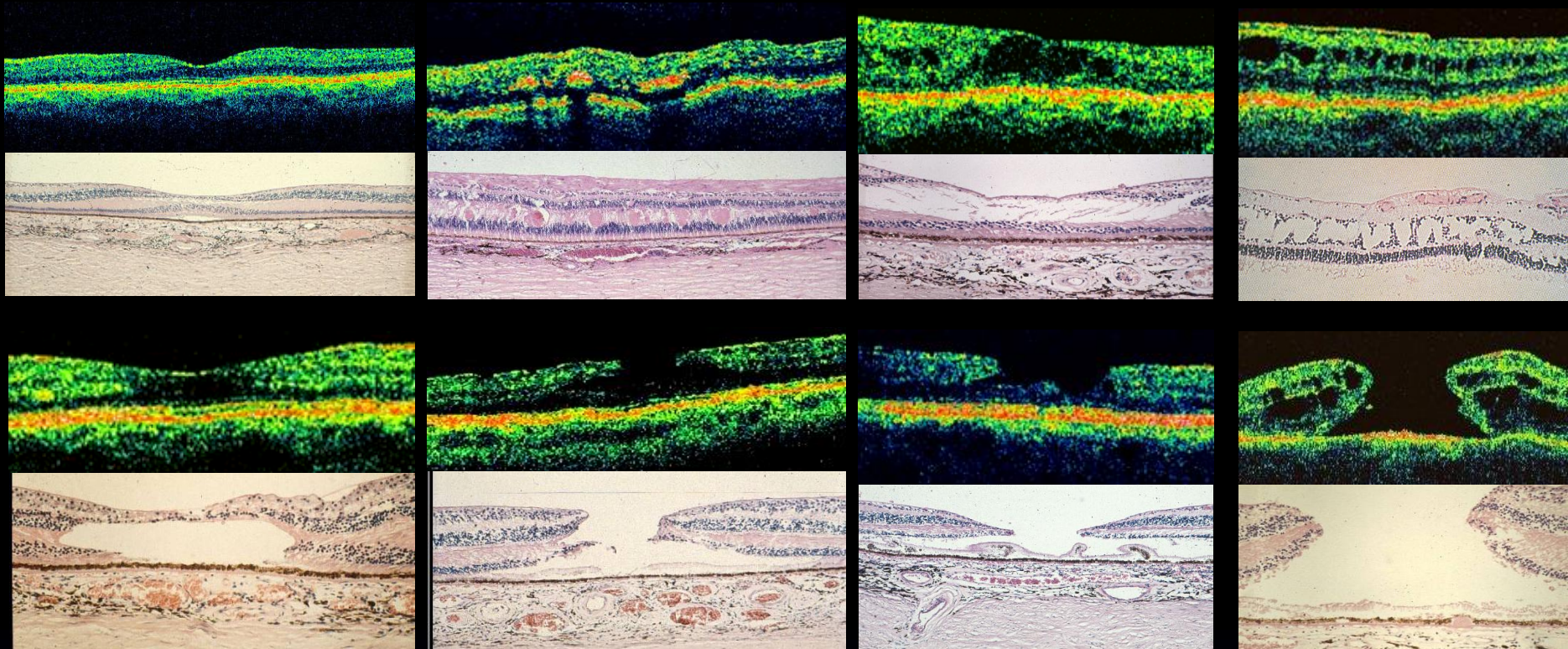
High-resolution 3D scans to measure diabetic macular swelling

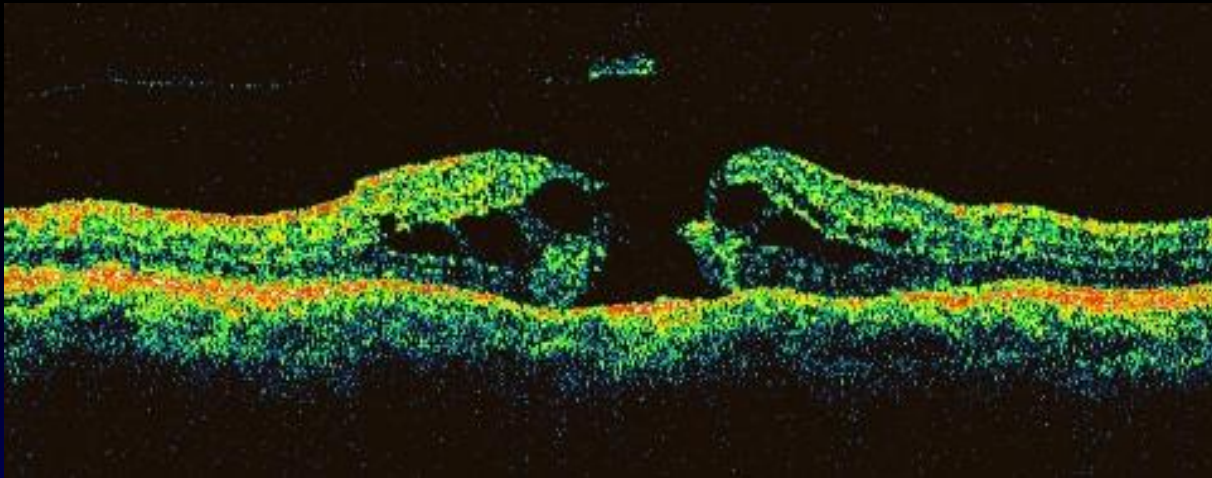


Abbreviazioni:

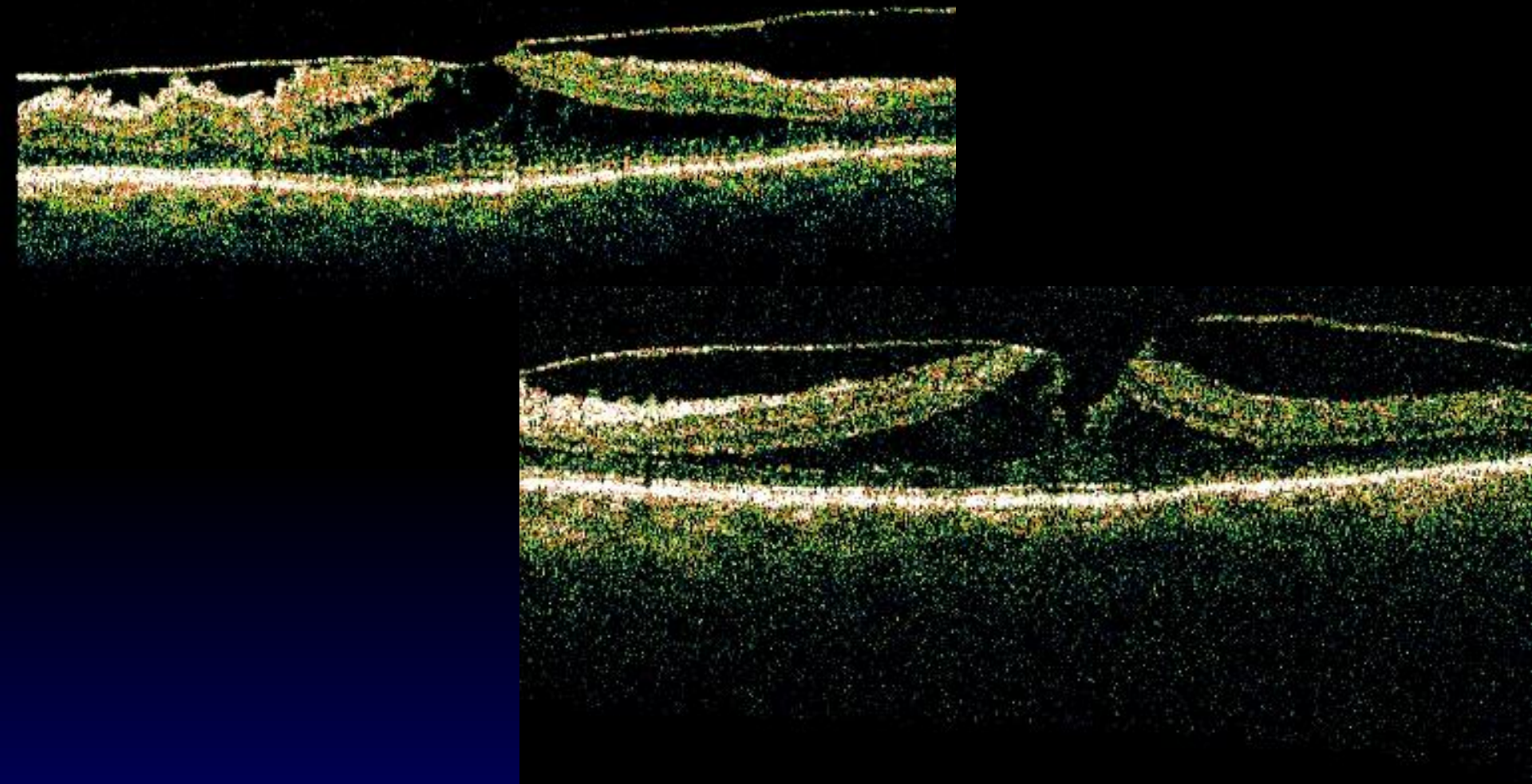
- ELM:** external limiting membrane (situata tra i nuclei dei fotorecettori ed il resto del corpo della cellula)
- IS/OS:** junction between inner and outer photoreceptor segments
- NFL:** nerve fiber layer
- ONL:** outer nuclear layer
- OPL:** outer plexiform layer
- RPE:** retinal pigment epithelium.

Correlations between OCT and histology

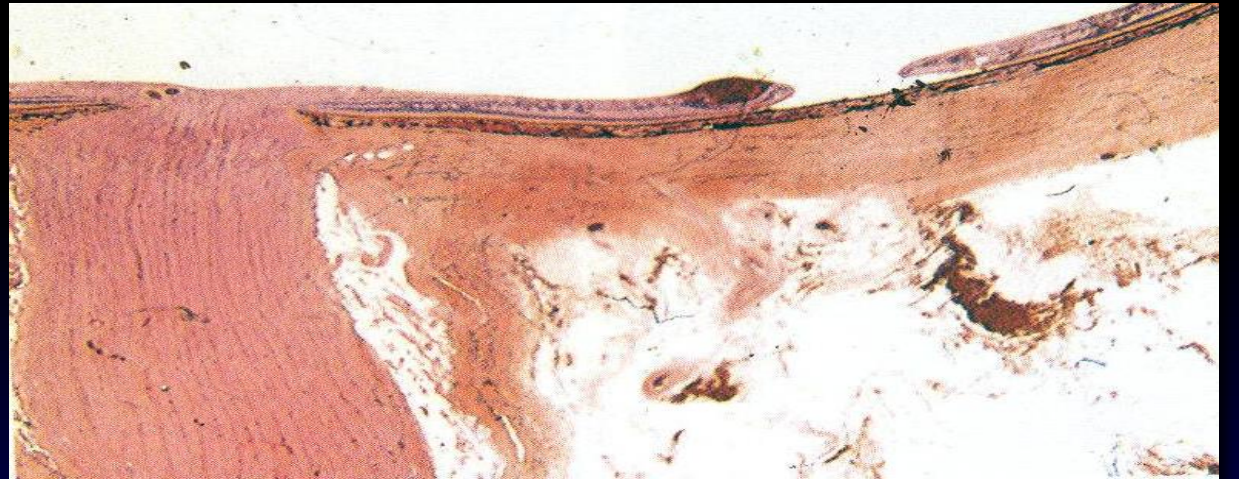
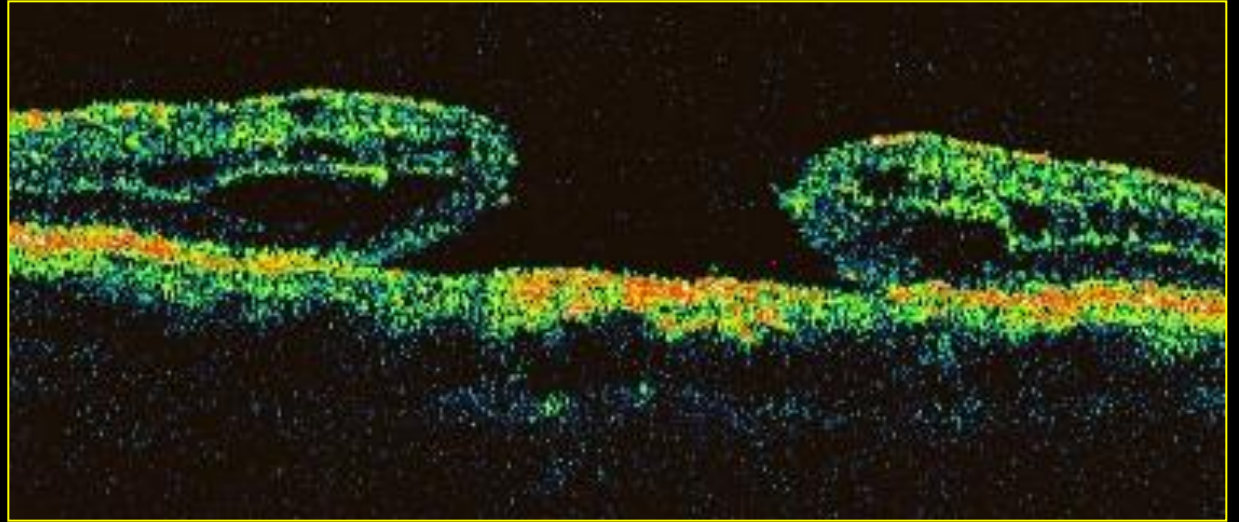


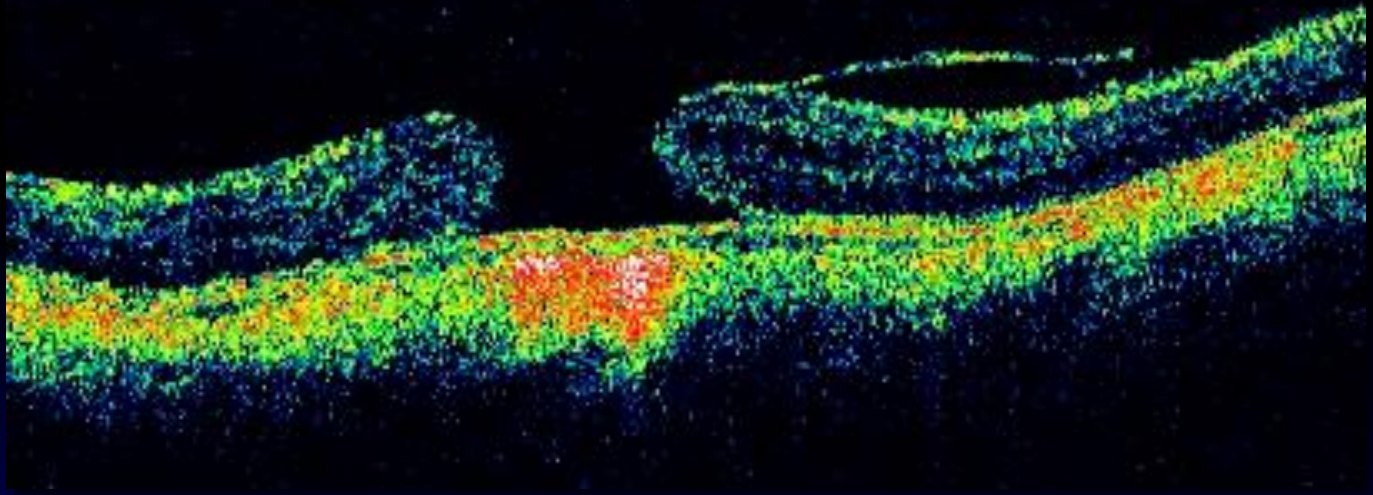
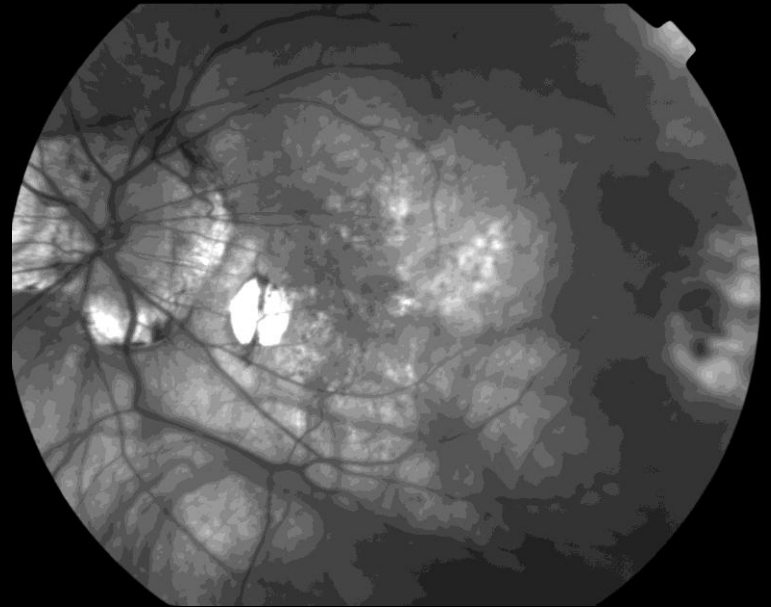


Trazione tangenziale al neuroepitelio



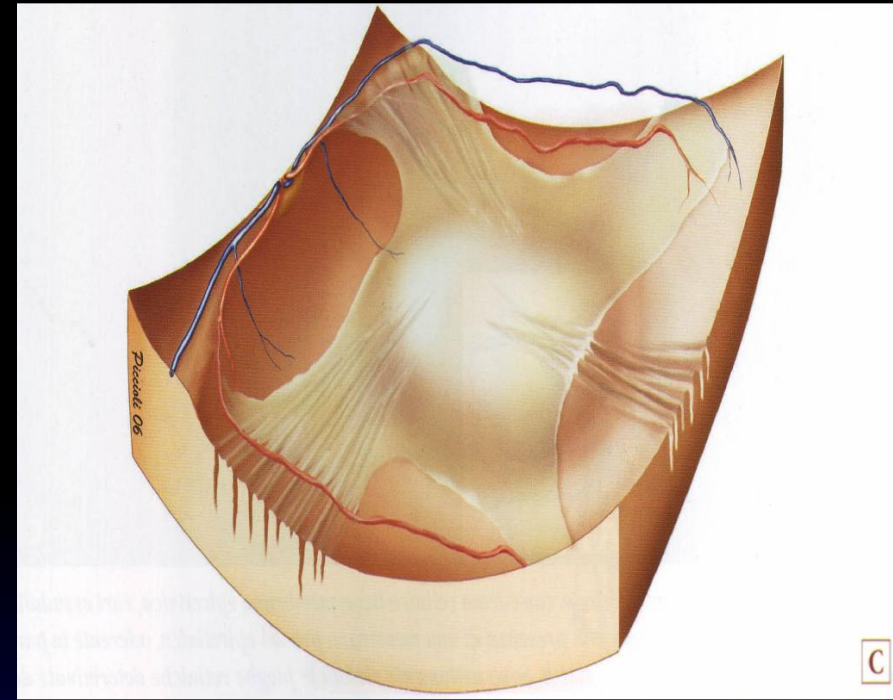
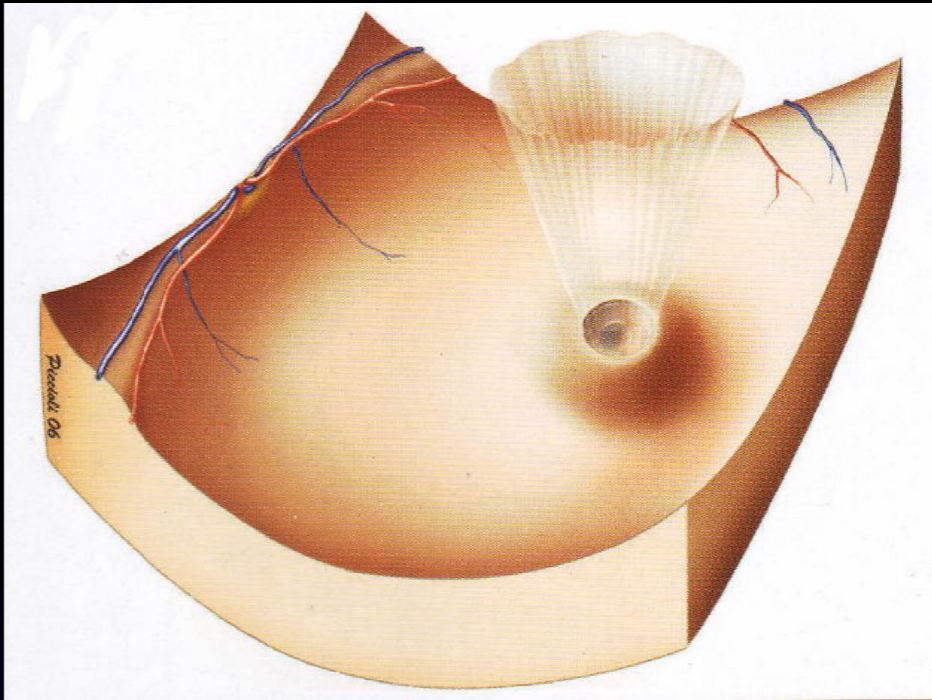
Pucker maculare





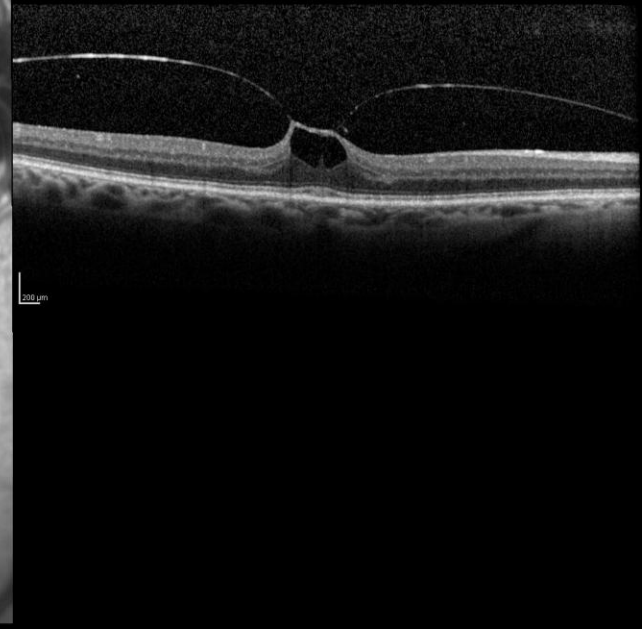
Considerare i vettori trazionali

- Antero-posteriori >>> SINDROME DA TRAZIONE VITREOMACULARE
- Tangenziali >>> CELLOPHANE, PUCKER



Considerare i vettori trazionali

- Antero-posteriori >>> SINDROME DA TRAZIONE VITREOMACULARE
- Tangenziali >>> CELLOPHANE, PUCKER



LA CHIRURGIA

PRIMA

NORMALIZE + ALIGN PROCESS

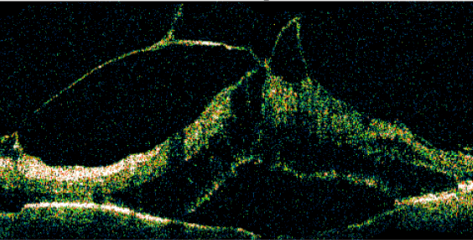
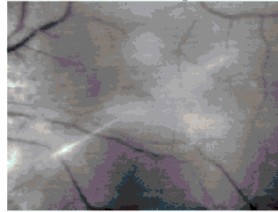
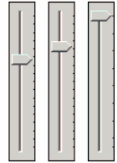


OCT Image

Fundus Image

Gray

Brightness Contrast Zoom

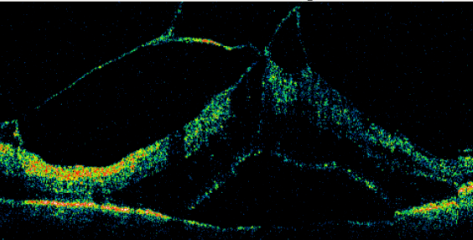


Signal Strength (Max 10) 3



Mirror Image

Scanned Image



Patient/Scan Information

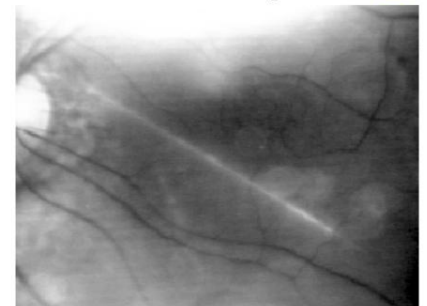
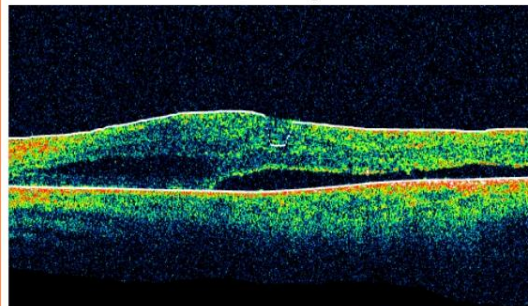
DOB: 1/23/1931, ID: NA, Male
Scan Type Macular Thickness Map OS
Scan Date 1/12/2006
Scan Length 6.0 mm

OCT Image

RETINAL MAP ANALYSIS



Fundus Image



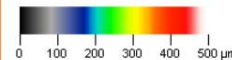
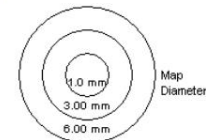
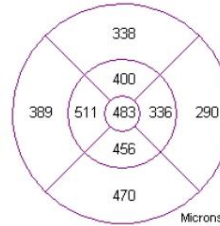
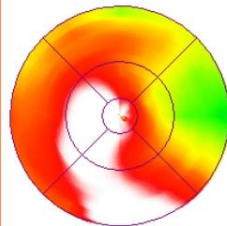
Signal Strength (Max 10) 8
 Analysis Confidence Low



Patient/Scan Information

DOB: 1/23/1931, ID: NA, Male
Scan Type Macular Thickness Map OS
Scan Date 4/4/2006
Scan Length 6.0 mm

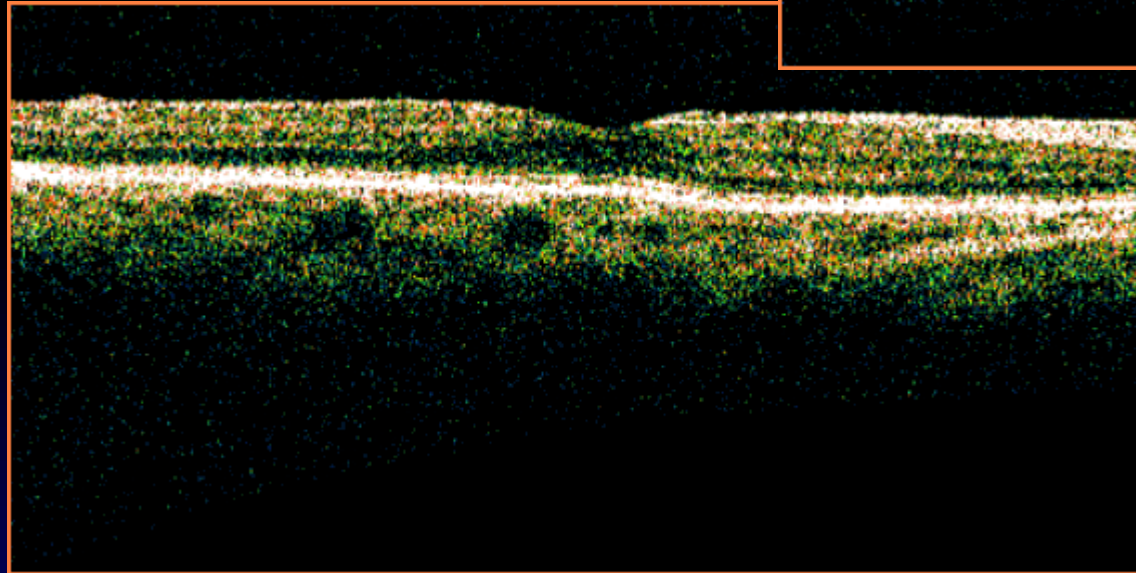
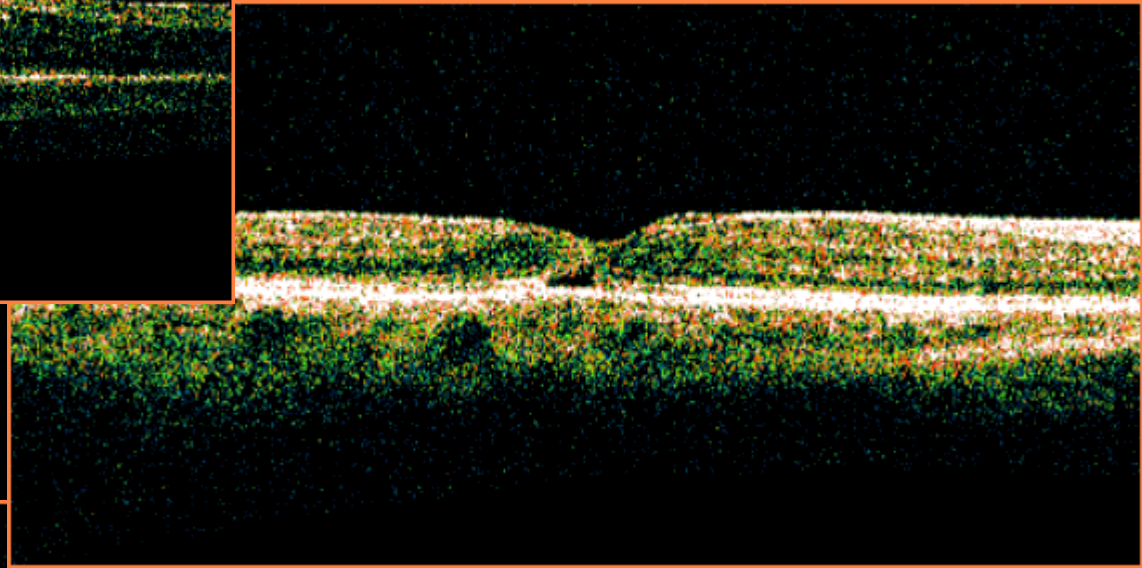
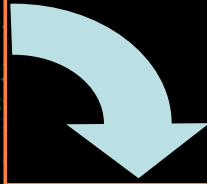
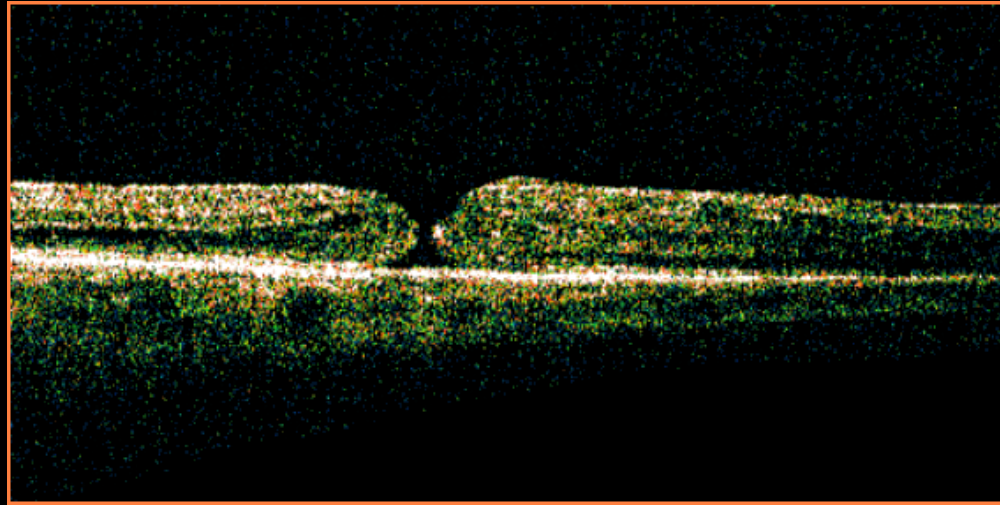
Center 462 +/- 72 microns
 Total Volume 10.96 mm³



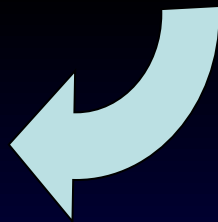
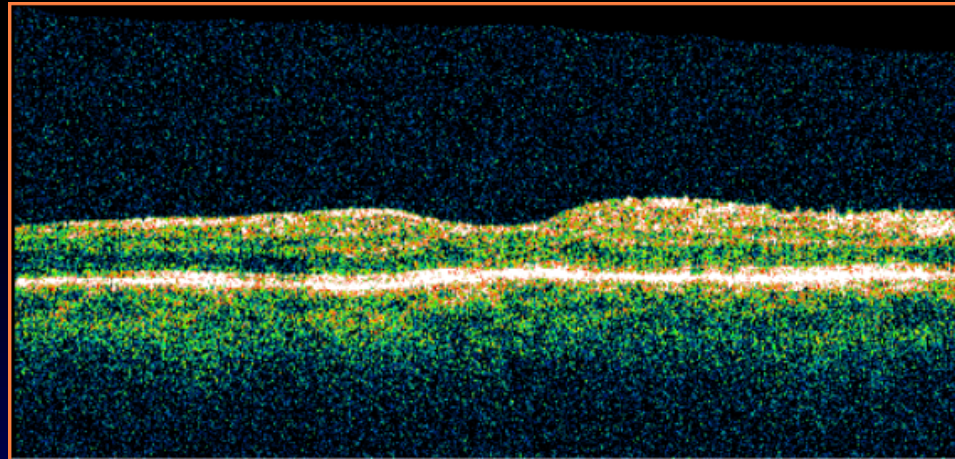
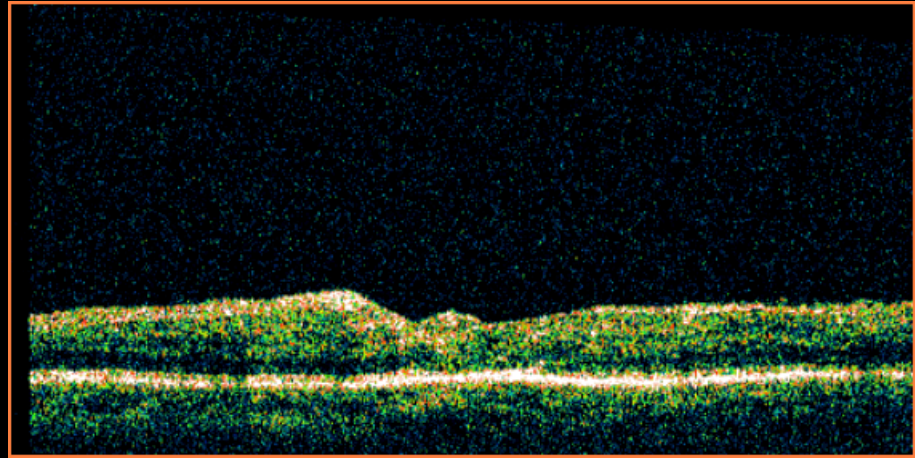
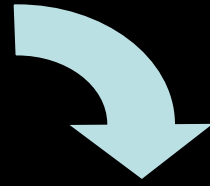
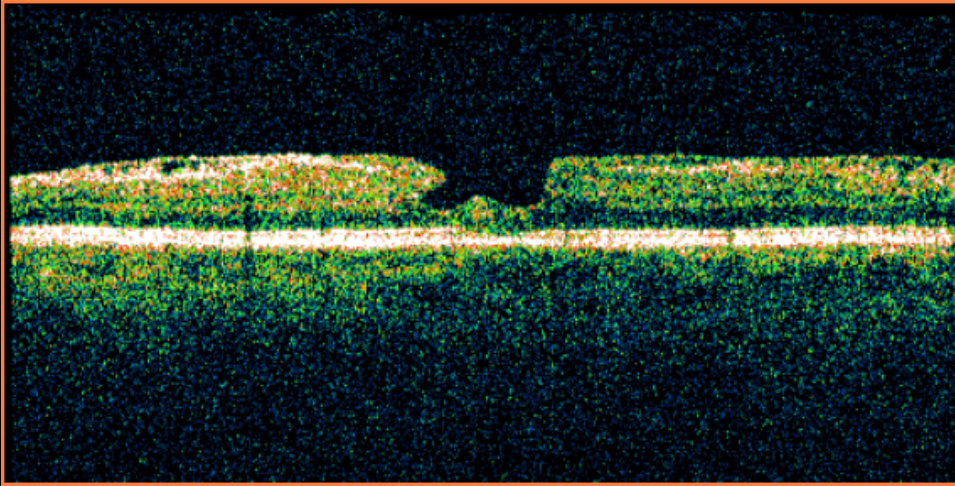
3.45 mm
 6 mm

DOPO

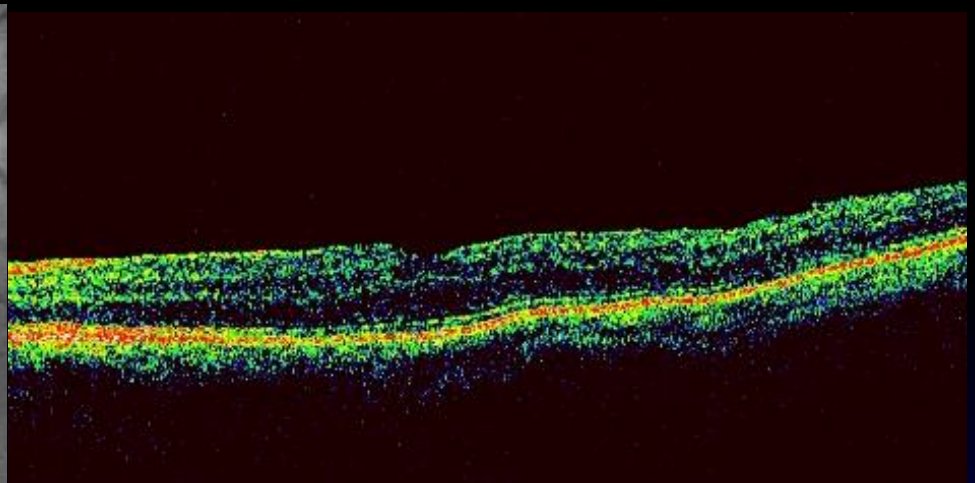
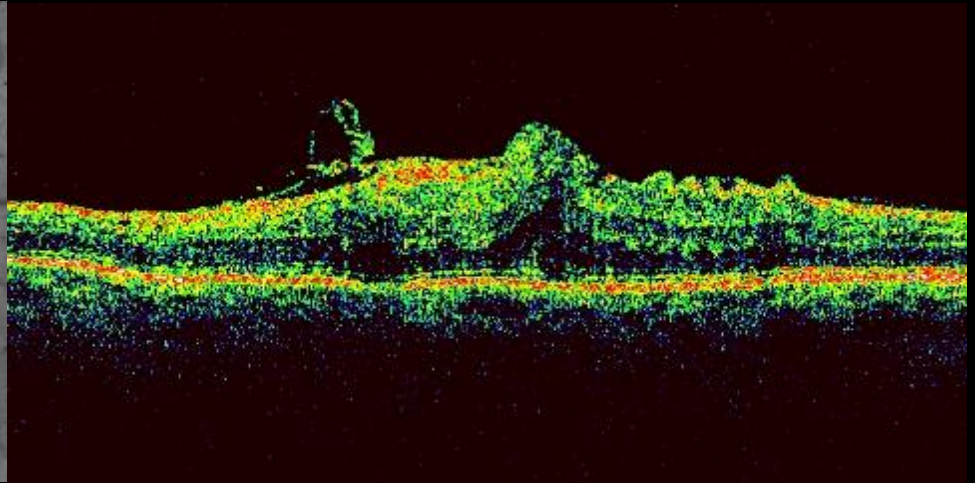
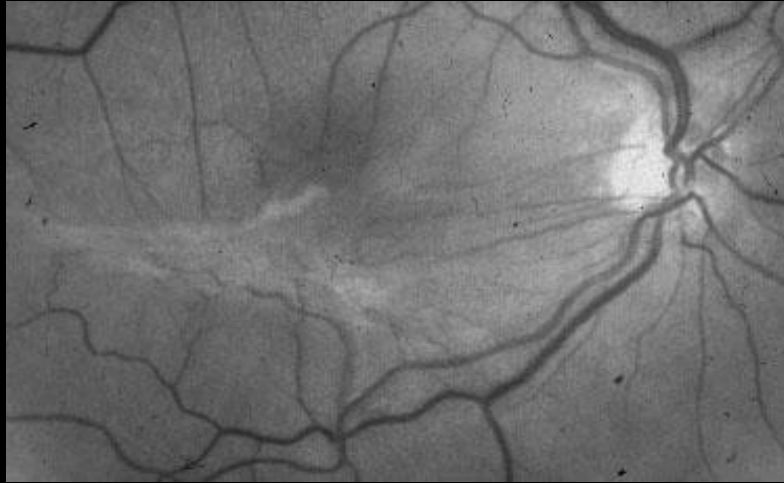
LA CHIRURGIA



LA CHIRURGIA

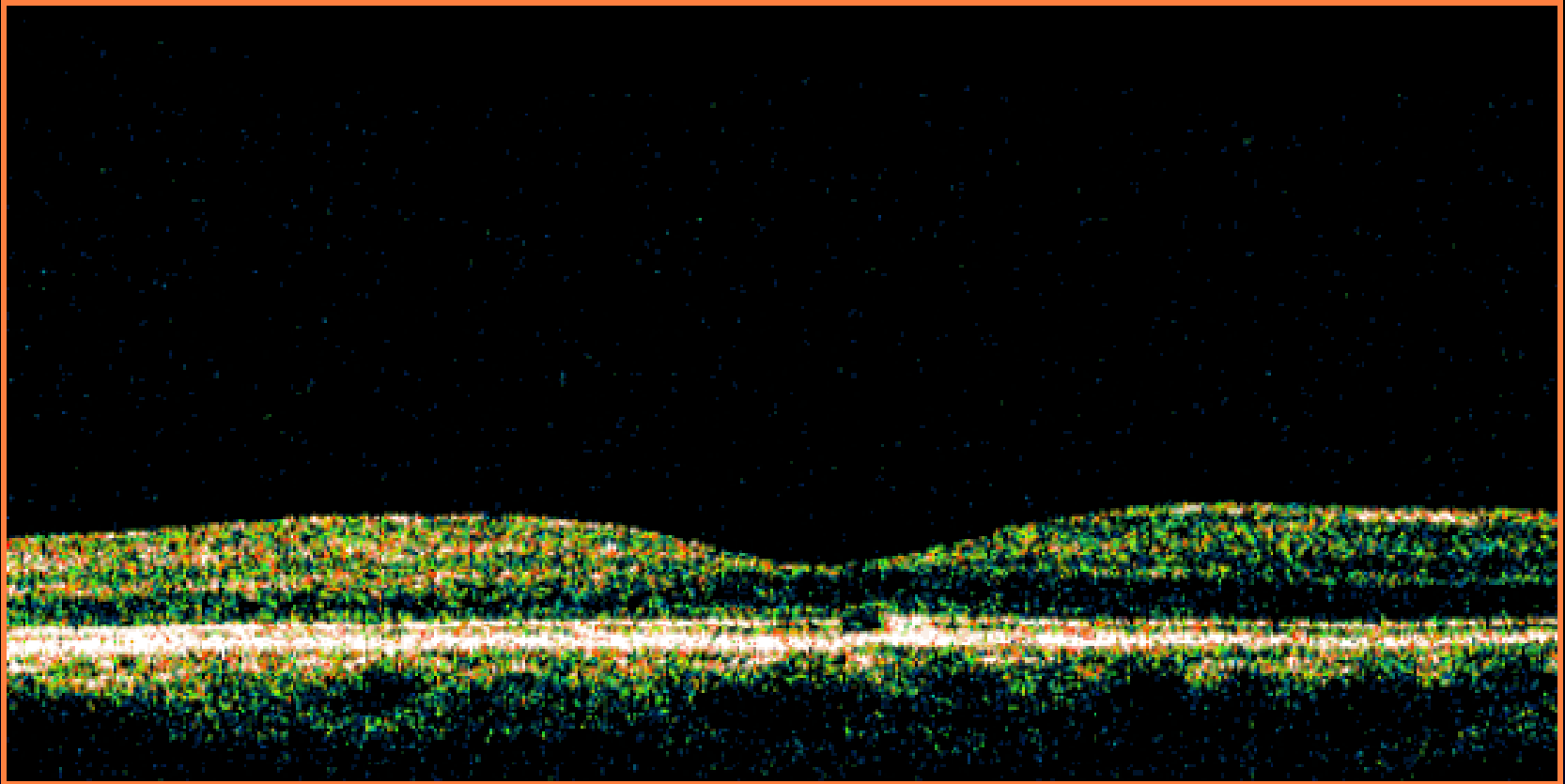


LA CHIRURGIA

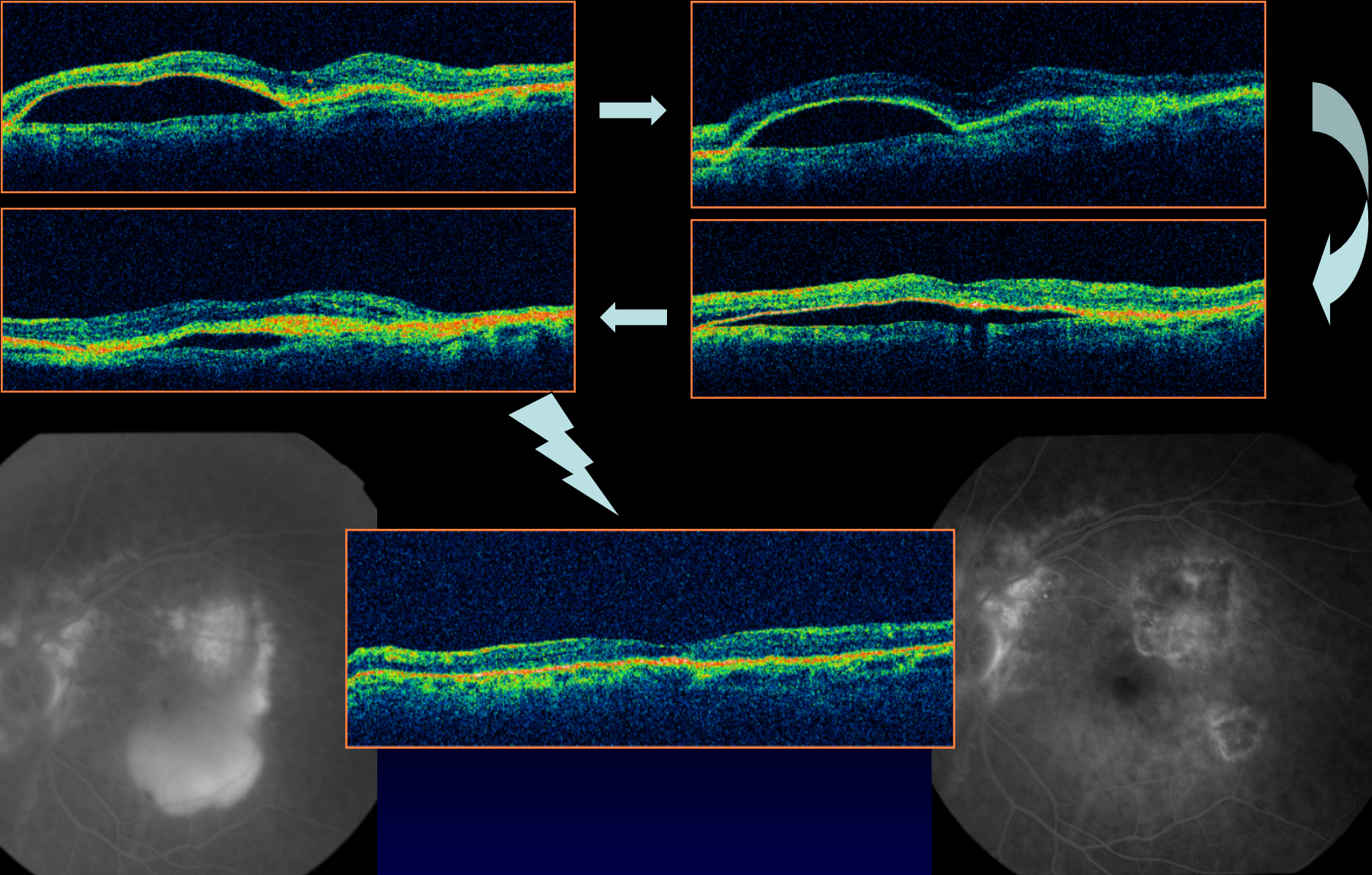


Epitelio pigmentato retinico

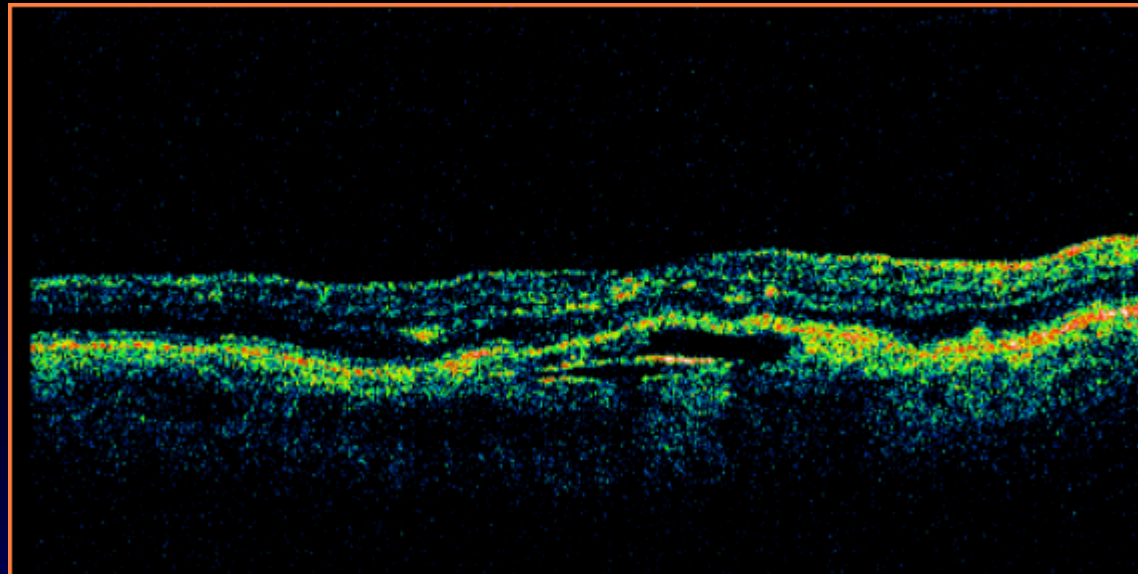
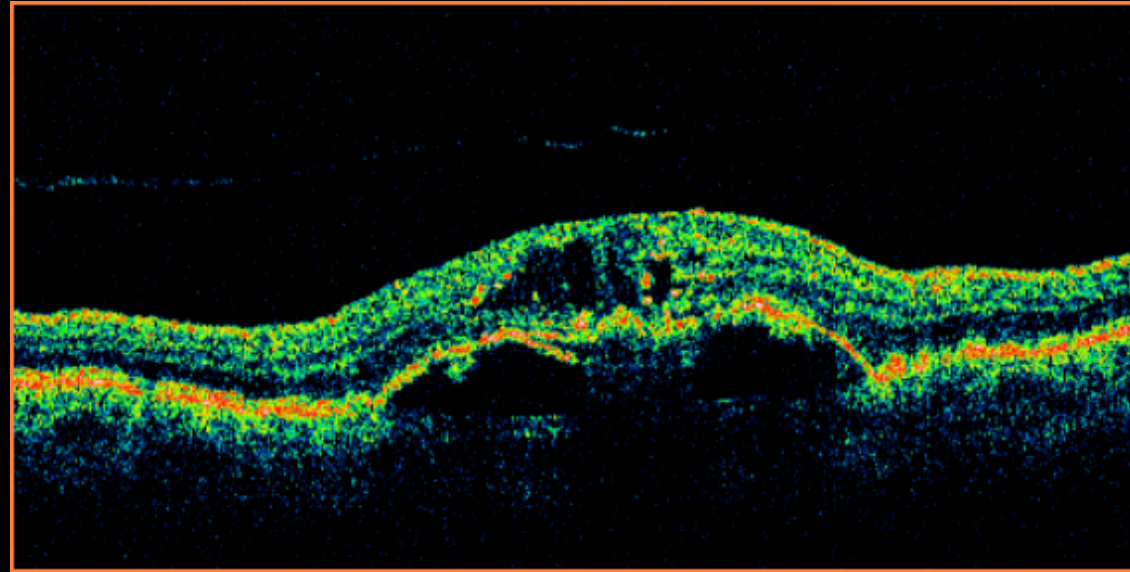
Epiteliopatia da Eclissi



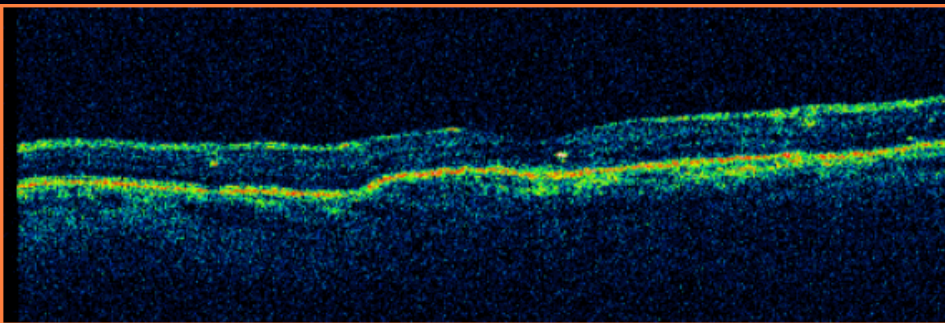
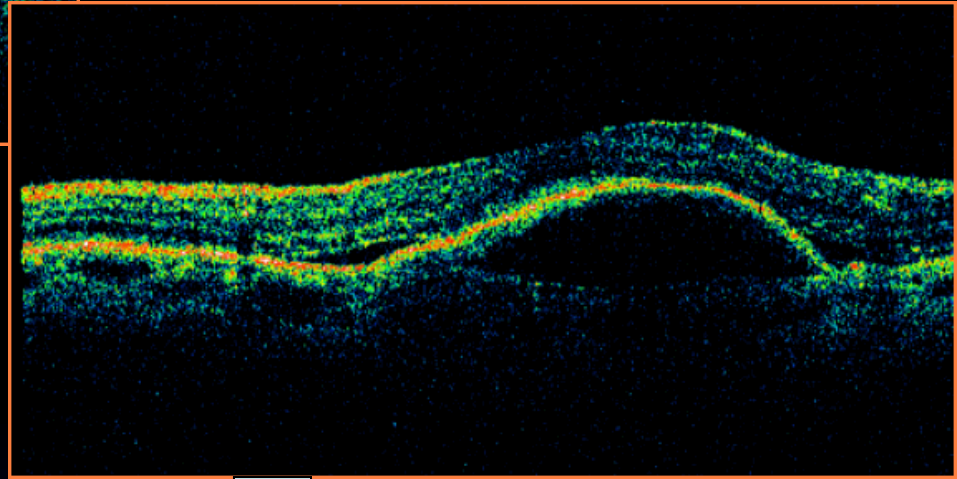
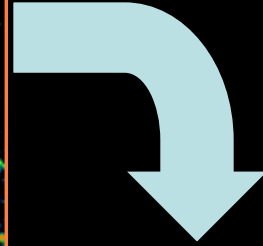
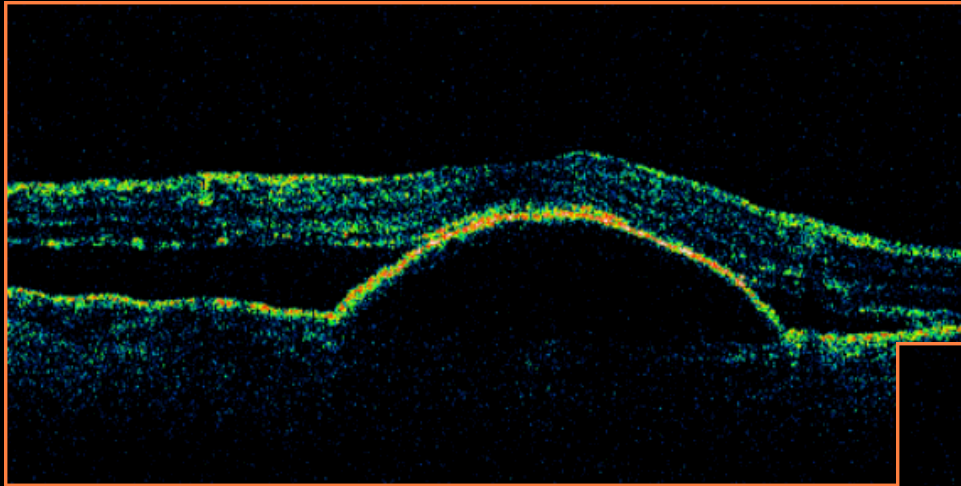
FOLLOW-UP NEOVASCULARIZZAZIONE COROIDEALE TRATTATE LASER TERMICO



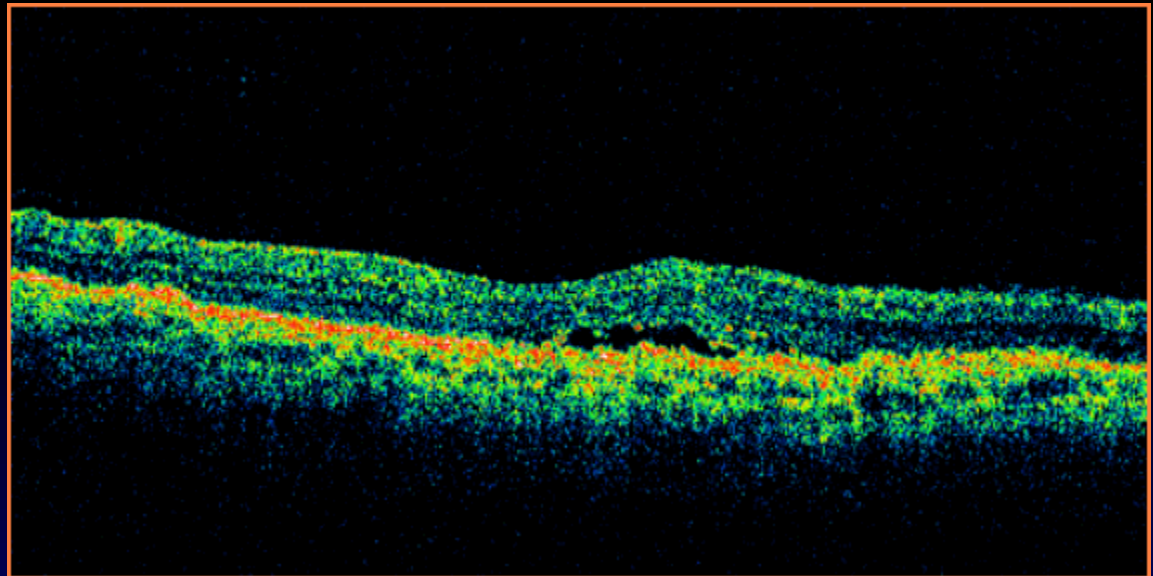
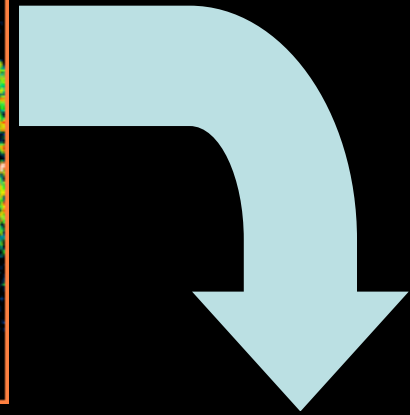
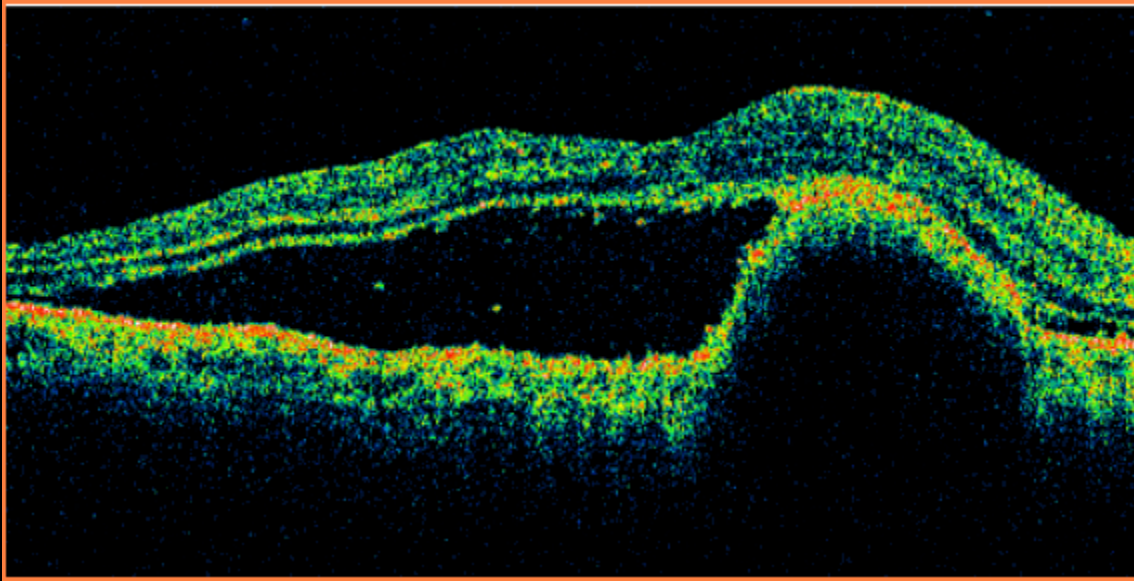
FOLLOW-UP NEOVASCULARIZZAZIONE COROIDEALE TRATTATE ANTIANGIOGENICI



FOLLOW-UP NEOVASCULARIZZAZIONE COROIDEALE TRATTATE ANTIANGIOGENICI



FOLLOW-UP NEOVASCULARIZZAZIONE COROIDEALE TRATTATE ANTIANGIOGENICI



Vi ringrazio per la cortese attenzione

