

XV Congresso SOC ***Società Oftalmologica Calabrese***

Presidente: **Giovanni Scorcia**

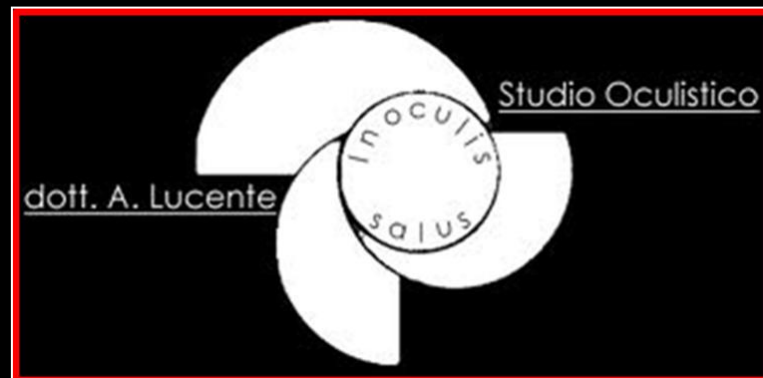
Organizzatori: **Rino Crugliano, Santo Mauro**

Corso di Semeiotica Strumentale

Responsabile Scientifico: **Amedeo Lucente**

Principi tecnologici e imaging degli Angio-OCT

Amedeo Lucente



Crotone 2-3/10/15

Disclosure

Consulting Free

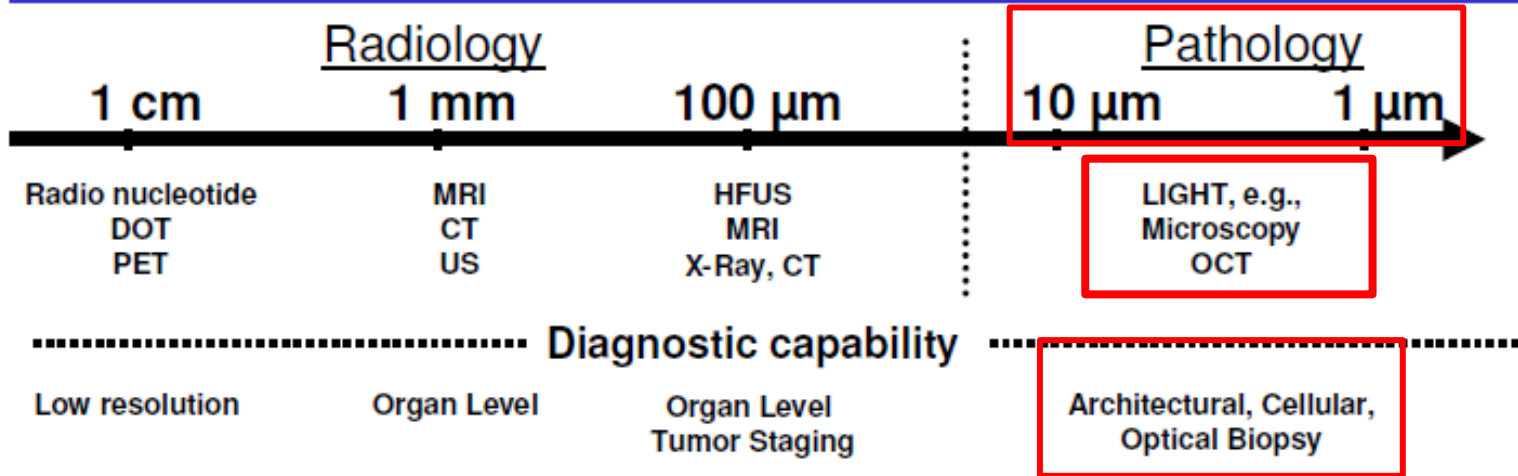
- Carl Zeiss Meditec

- Alfa Intes



Optics in Medicine

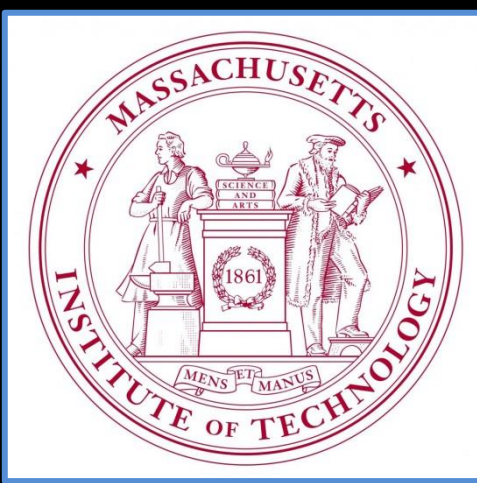
Eye = 0.1mm
MO = 0,2 μ m
ME = 0,2 nm



Histopathology is the golden standard especially for cancer diagnosis

Only optical technique approach cellular resolution

DOT: Diffuse Optical Tomography; PET: Positron Emission Tomography;
MRI Magnetic Resonance Imaging; CT: Computed Tomography; US: Ultra Sound;
HFUS: High Frequency Ultra Sound; OCT: Optical Coherence Tomography.



Cambridge US

Trasformata di Fourier



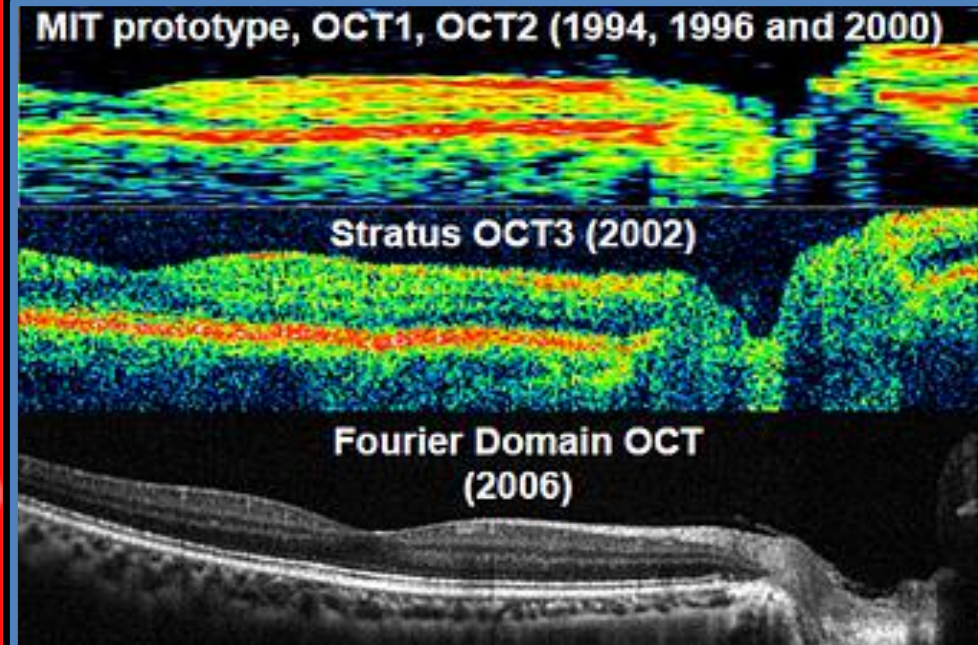
Jean Baptiste Joseph Fourier
(Auxerre, 21 marzo 1768 – Parigi, 16 maggio 1830)

$X(f)$ = funzione della **f**requenza

$x(t)$ = funzione del **t**empo

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-j2\pi f t} dt$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) \cdot e^{+j2\pi f t} df$$

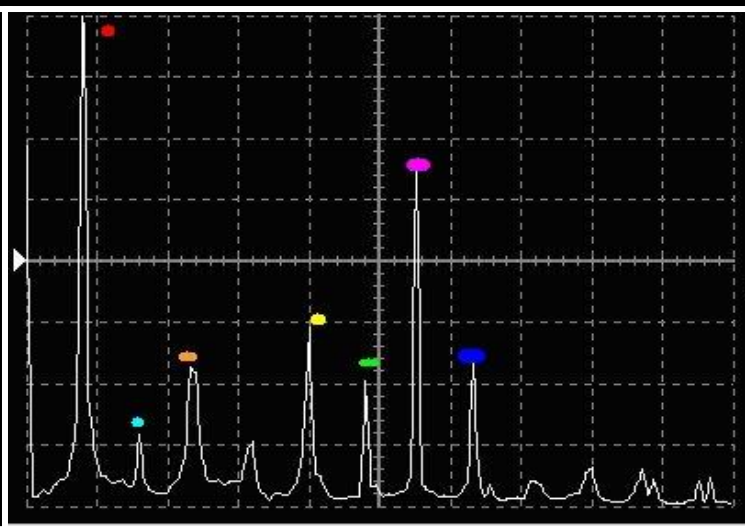
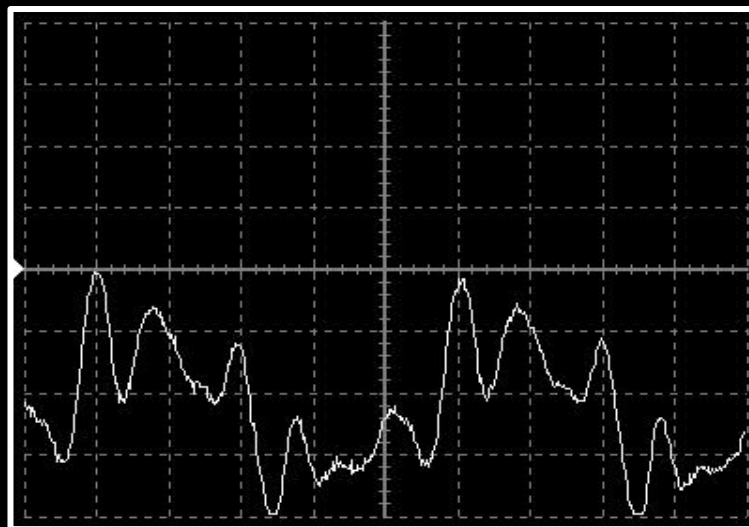


Time Domain v/s Fourier Domain

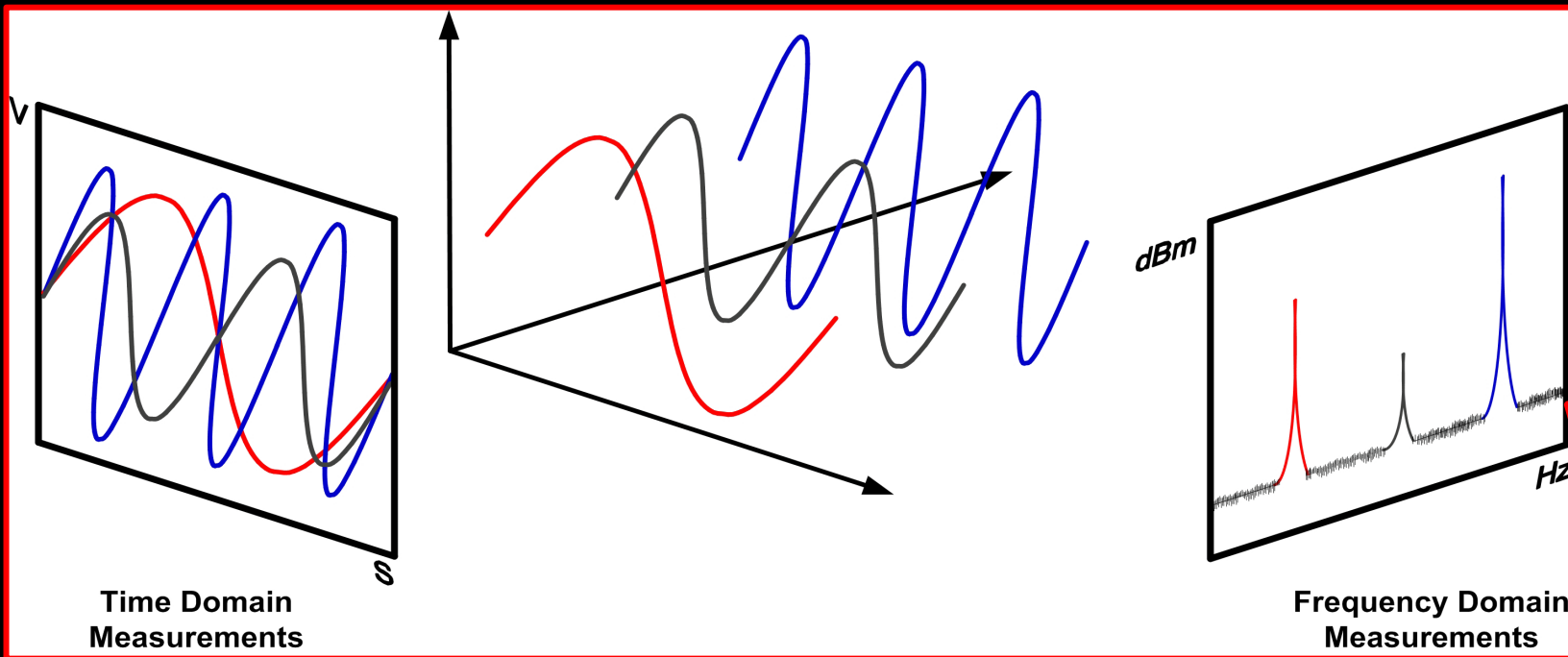
$x(t)$ = funzione del **tempo**

$X(f)$ = funzione della **frequenza**

La nota "La" del clarinetto che varia nel tempo registrata tramite Oscilloscopio (www.clarinet.it)



Nota "La" del clarinetto scomposta in sotto-onde nel dominio delle frequenze (www.clarinet.it)



Hz

Time Domain Measurements

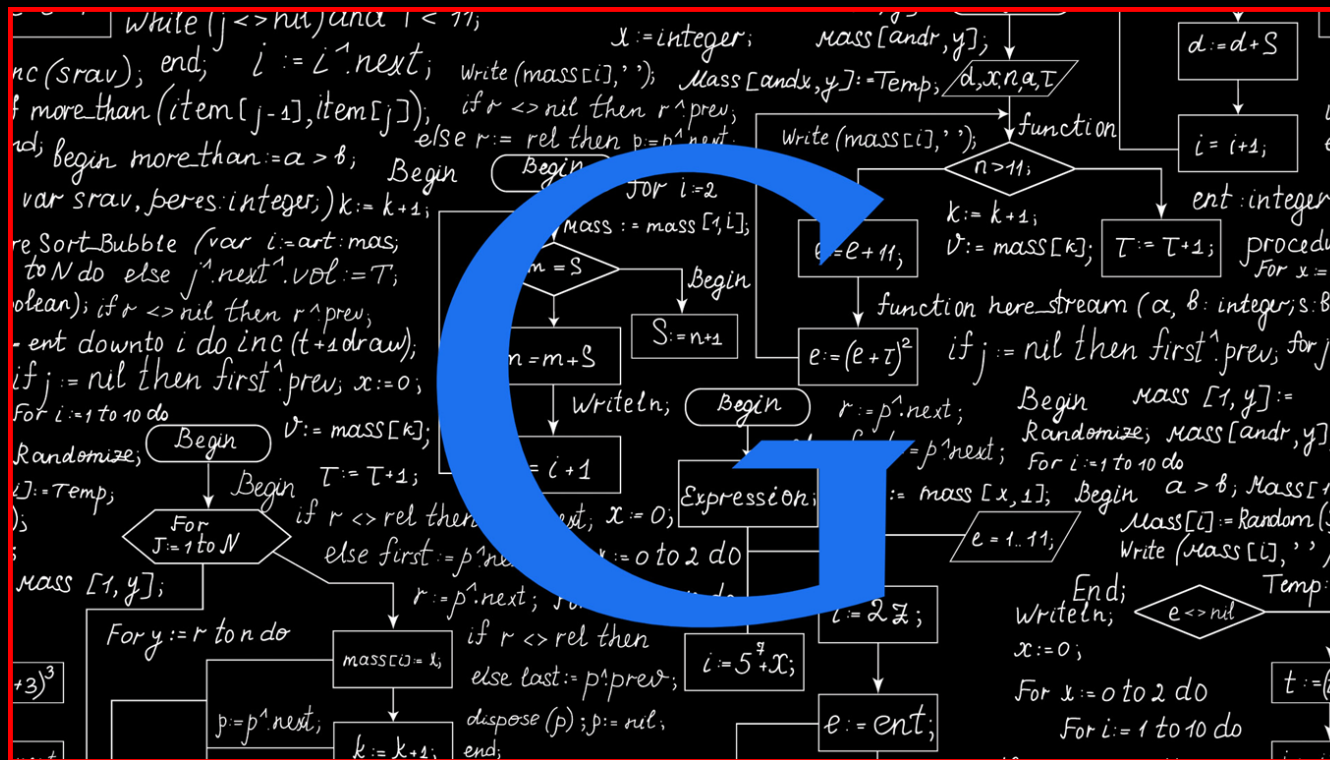
Frequency Domain Measurements

Algoritmo



Un algoritmo è un procedimento che risolve un determinato problema attraverso un numero finito di passi elementari e in un tempo finito dal nome del matematico persiano **al-Khwarizmi محمد خوارزمي** (**inventore numero Zero**) (Corasmia o Baghdad, **780 – 850 d C circa**)

Francobollo commemorativo del **1200 anniversario** della nascita del grande matematico persiano emesso dall'Unione Sovietica
il 6 settembre 1983



SSADA

(brevetto WO 2014040070 A1, priorità 10 set 2012, David Huang et al.)

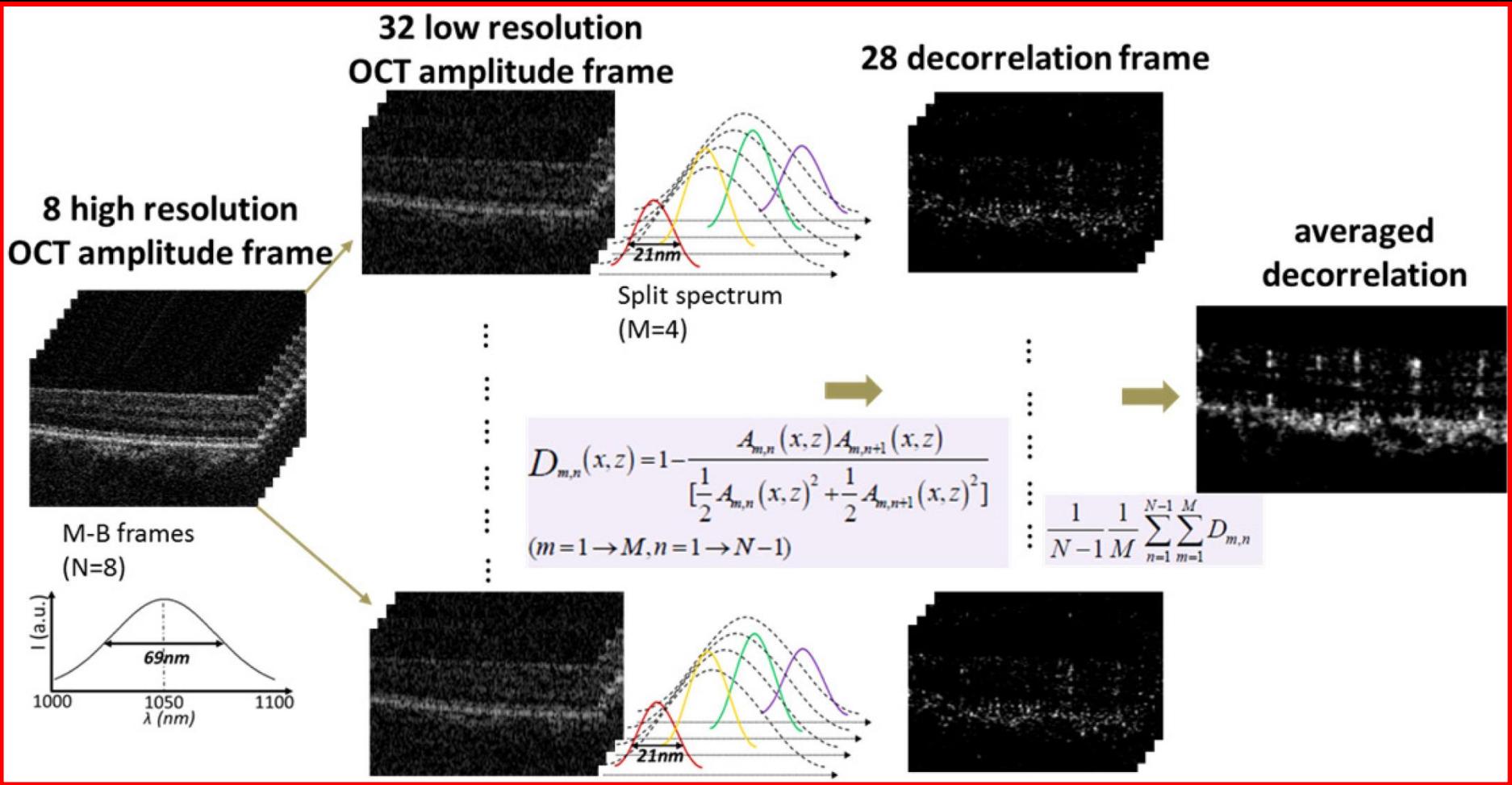


lab at Oregon Health & Science University
3375 SW Terwillinger Blvd Portland, OR 97239

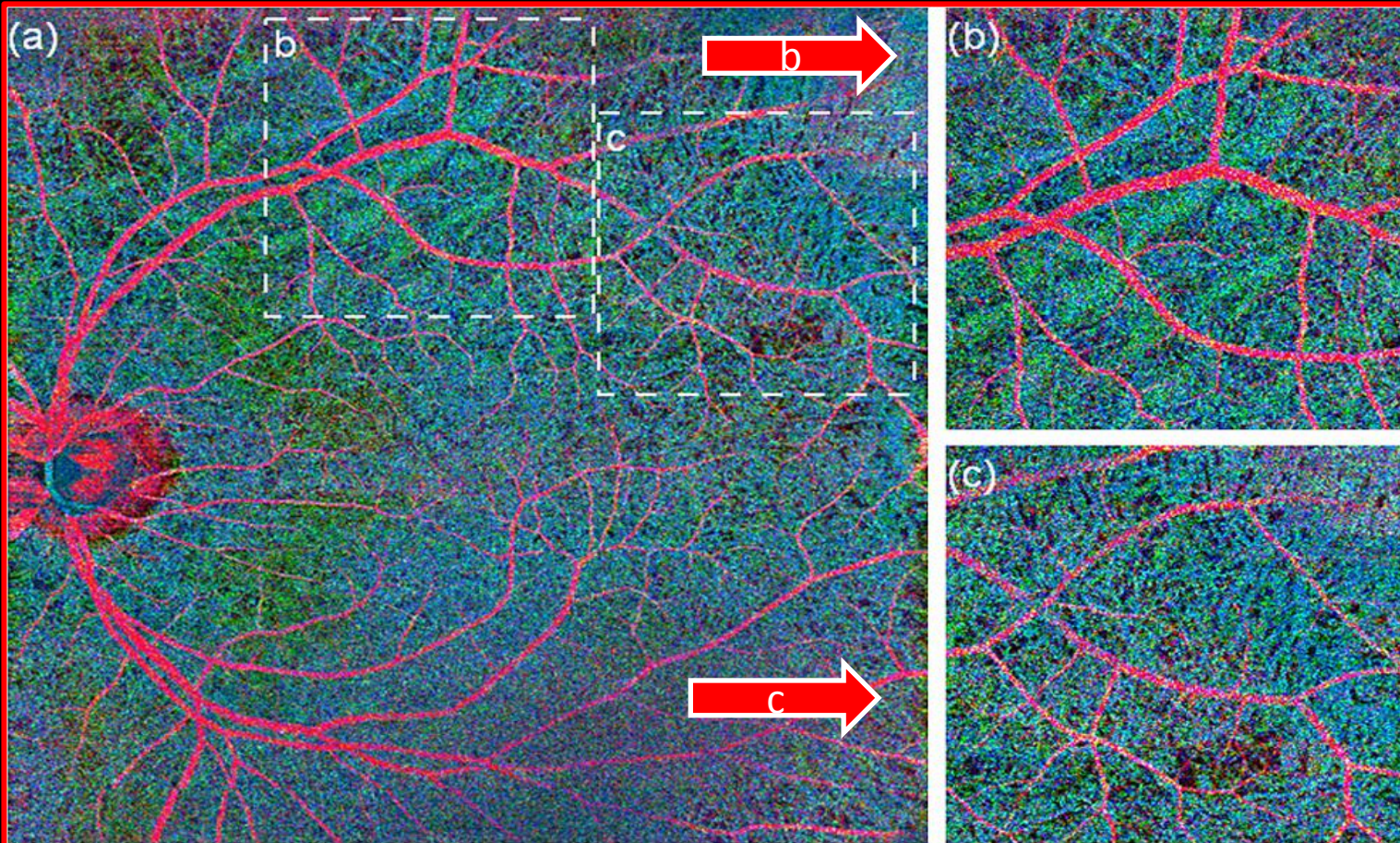
SSADA split-Spectrum **A**mplitude-**D**ecorrelation **A**ngiography

Decorrelazione (decorrelation): è un **processo matematico** utilizzato **nell'elaborazione dei segnali** per modificare **l'autocorrelazione** (comparazione del segnale con se stesso) **o le correlazioni incrociate** (cross-correlazioni, comparazione delle immagini nel tempo), al fine di preservare alcune caratteristiche ed esaltarle

Eight OCT M-B frames were scanned consecutively at the **same spatial location** to produce **8 spectral interferograms** and 8 standard-resolution cross-sectional images. In conventional decorrelation angiography, decorrelation is calculated between these standard resolution images, but this produces a low-quality angiogram. In SSADA, **each full spectral interferogram was split into 4 spectral bands**. There were 8 OCT image frames at each spectral band, **from which 7 decorrelation frames were calculated**. The **28 decorrelation frames** were averaged to produce one final decorrelation-based flow cross-section of much higher quality. By Yali Jia et al.



En-face color-coded corio-retinica a 48° (Cedric Blatter J.)



Lo Split Spectrum consente di migliorare di oltre **100%** il rapporto segnale/rumore (signal-to-noise ratio **SNR**) rispetto al **Full Spectrum**

Multiple approaches for OCT angiography OCTA:

- **Amplitude Variance-based** → **SSADA**
- **Phase Variance-based** → **OMAG**
- **Combined Amplitude/Phase Variance-based**

Min 70.000 A Scan/Sec (70KHz, 1kHz = 1000Hz).

14 sec

~1040nm; 1000nm=1μm=1μ

Fourier-domain OCT: **Spectral** 840 nm depth 2,6 mm, **Swept-Source** ≥ 1040nm depth 2,9-3,2mm

Phase-Variance OCT

Sopra

vasi retinici in
giallo e rosso

In grigio
coriocapillare

frecce blu

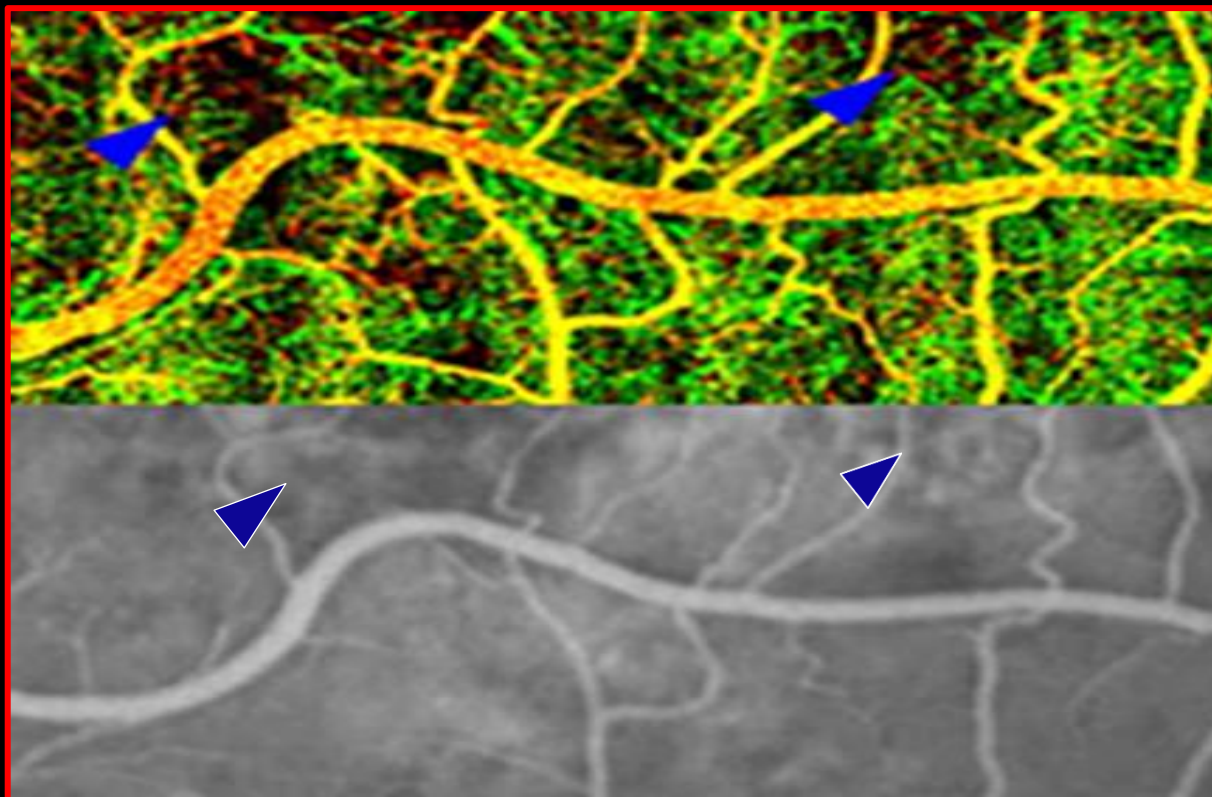
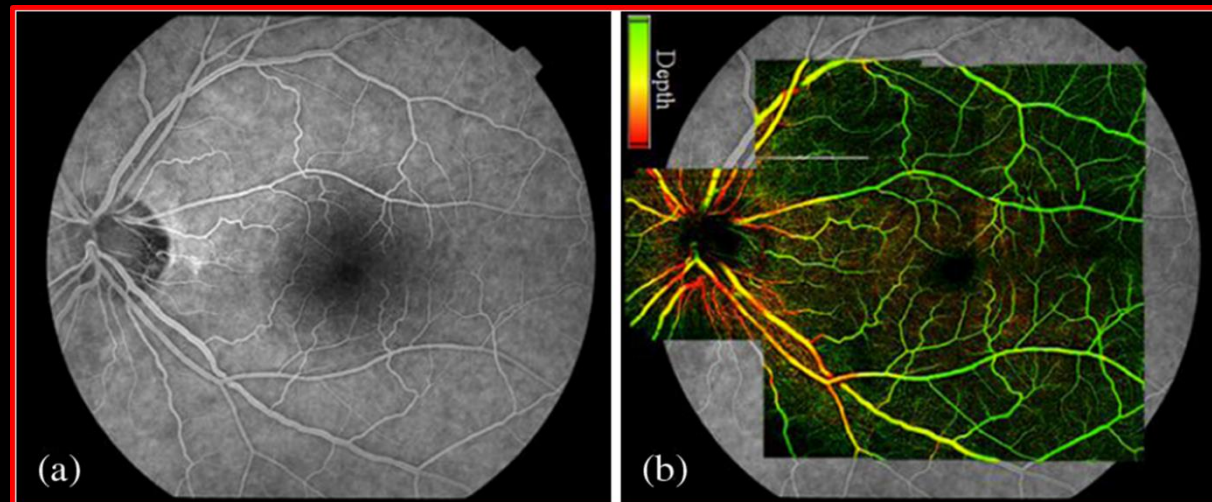
aree prive di
coriocapillare
in AMD

Sotto

fluoro

non visibili dettagli
in OCTA

da Kim et al.



Mosaico angio-OCT en face di 7 immagini 6x6 mm con Optovue RTVue XR e SSADA. (American Society of Retina Specialists)

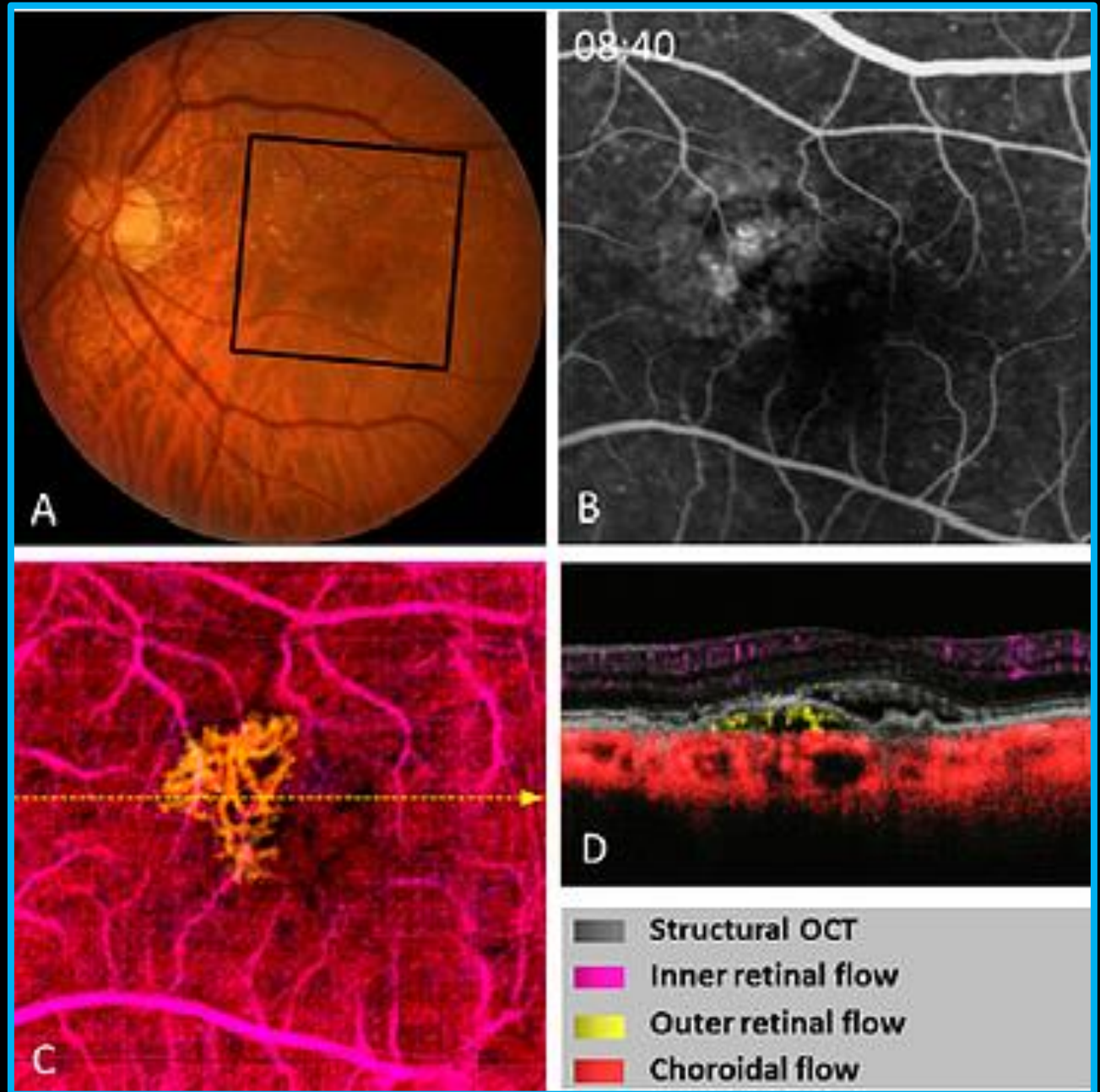


RTx Optovue
304 x 304 pixels
aree d'indagine
3mm x 3mm
6mm x 6mm
8mm x 8mm

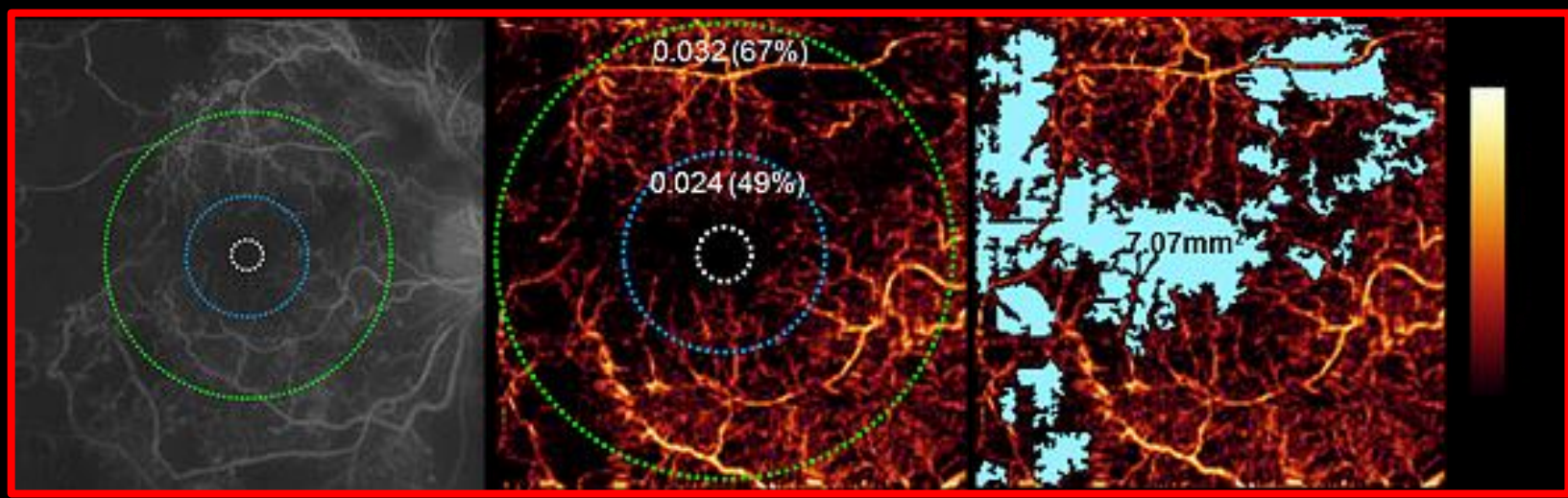
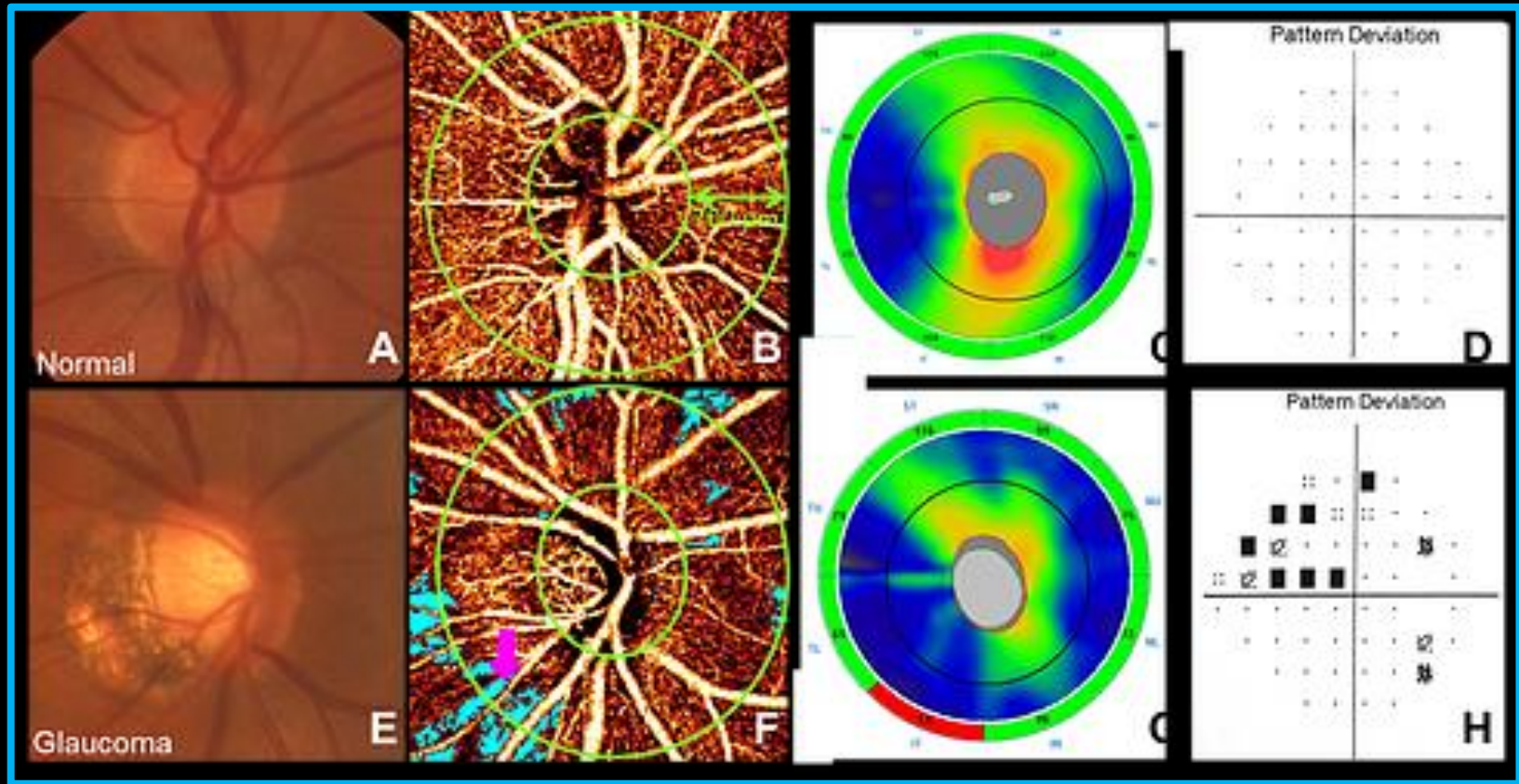
C.O.O.L.

CENTER FOR OPHTHALMIC OPTICS & LASERS

l'Angiovue,
diversamente
che per Europa
e Asia, non ha ancora
ottenuto l'approvazione
in USA dalla FDA,
Food and Drug
Administration
[510(k) pending]



COOL lab at Oregon Health & Science University



Principi tecnologici e imaging degli **Angio-OCT**

di Amedeo Lucente

Introduzione

La recente e innovativa tecnologia Split-Spectrum Amplitude-Decorrelation Angiography (SSADA) permette di misurare il flusso ematico retinico e del nervo ottico in modo non invasivo eseguendo le comuni scansioni tomografiche. Il tentativo di indagare senza mezzi di contrasto (dyeless) la vascolarizzazione neuro-corio-retinica non è recente.

La diffusione e lo sviluppo tecnologico degli Spectral Domain OCT SDOCT, l'implementazione di algoritmi e il miglioramento dei software, hanno permesso da poco tempo di realizzare questo difficile ed ambizioso obiettivo. Esistono sostanzialmente tre modalità d'indagine vascolare: i metodi non ottici (Raggi X/Computed Tomography, Risonanza Magnetica MRI, Ultrasuoni, PET), i metodi ottici (OCT, Fluorescenza, Microscopia a Fluorescenza Multiphoton, Laser Speckle Contrast Imaging LSCI) e infine i metodi ibridi (Imaging Fotoacustico PAI). I metodi ottici, che ci interessano direttamente, a loro volta possono essere ad alta risoluzione e bassa penetrazione nel tessuto

(-2 mm) come gli OCT, o con penetrazione di qualche centimetro ma minore risoluzione, come la Tomografia Ottica Diffusa DOT[1].

La riflettività che i tomografi rilevano è dovuta alla luce a bassa coerenza di ritorno dal tessuto indagato. Nessuna distinzione è possibile tra strutture statiche e dinamiche, tra ciò che sta fermo e ciò che si muove, tra i voxel corio-retinici statici e dinamici. Gli angio-OCT OCTA ora permettono questa distinzione, offrendo un'imaging dei vasi retinici senza mezzo di contrasto, in modo efficace e con grande effetto iconografico (Fig. 1a, 1b, 1c). Per avere maggiore capacità di interpretare i risultati angio-tomografici e familiarizzare con questa



Fig. 1a - Mosaico angio-OCT en face di 7 immagini 6x6 mm con Optovue RTVue XR e SSADA. (American Society of Retina Specialists).

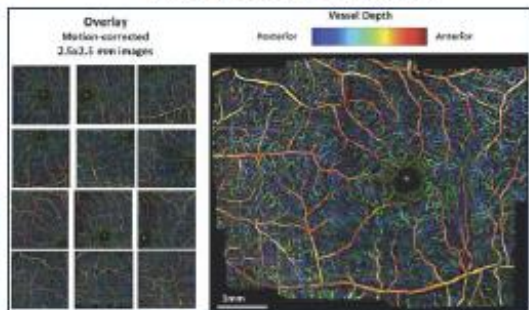


Fig. 1b - Wide-field dei plessi principali dei vasi retinici con colori codificati per profondità (color encoded depth). In rosso i vasi superficiali e in blu i più profondi. Retina nasale a sinistra e temporale a destra. Mosaico costruito dalle singole immagini con Speckle Variance OCT. (Hansford C. Hendargo).

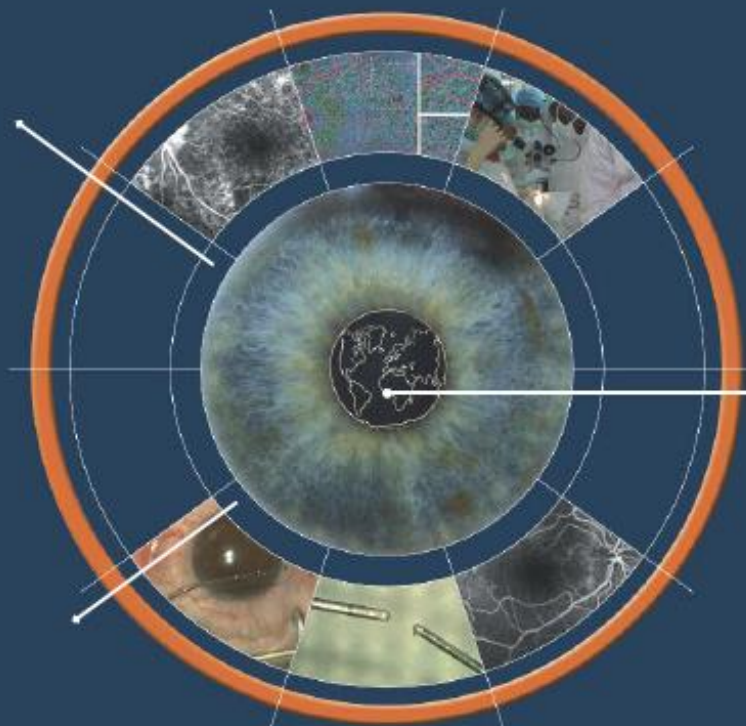
oftalmologia domani

Anno VI - N. 2 - Maggio/Agosto 2015

rivista quadrimestrale di Oftalmologia

*Nuovi strumenti per DMEK
Tecnologia degli Angio-OCT
Dalla SICS alla Faco II*

*La gioia di tornare a vedere
Intervista a J. Crawford Downs
Mosche nel bicchiere*

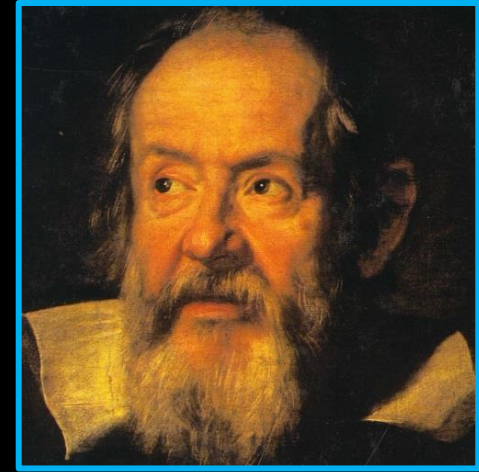


coming soon: www.oftalmologiadomani.it

Galileo Galilei, padre della scienza moderna
(Pisa, 15 febbraio 1564 – Arcetri, 8 gennaio 1642)

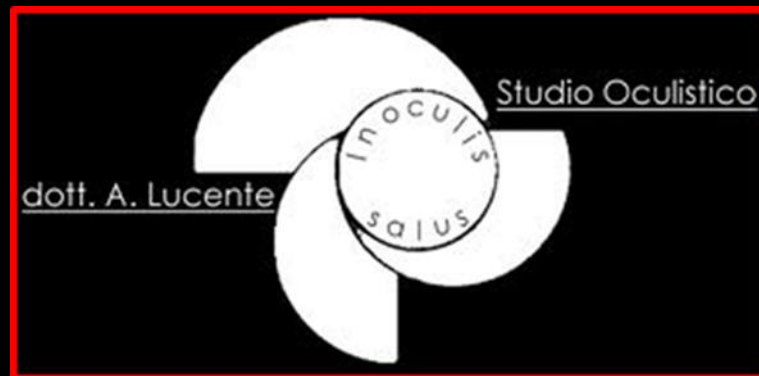
“Misura ciò che è misurabile, e rendi misurabile ciò che non lo è”

«Un nuovo artificio di un occhiale cavato dalle più recondite speculazioni di prospettiva, il quale conduce gl'oggetti visibili così vicini all'occhio et così grandi et distinti gli rappresenta, che quello che è distante verbi grazia nove miglia ci apparisce come se fusse lontano un miglio solo»



Galileo mostra il telescopio: al cospetto del Senato Veneziano, lo scienziato mostrò il funzionamento del primo telescopio rifrattore della storia, **25 agosto 1609**

Thanks for Your attention



Crotone 2-3/10/15