

# El paper clau de la llum en les tècniques i pràctiques mèdiques més recents

Dr. Ariadna Martínez Marrades

53a UNIVERSITAT CATALANA D'ESTIU  
22 d'agost del 2021



- ▾ **Fundat l'any 2002**
- ▾ **450 empleats**
- ▾ **26 grups de recerca**
- ▾ **18000 m<sup>2</sup>**
- ▾ **80 laboratoris**
- ▾ **Recerca, formació i innovació**



- +230 tesis doctorals
- +3200 articles científics, 20000 citacions/any
- +100 famílies de patents
- +40 projectes industrials en curs
- 10 empreses “spin-off” creades
- 6 futures empreses en incubació



### La Xarxa aspira a:

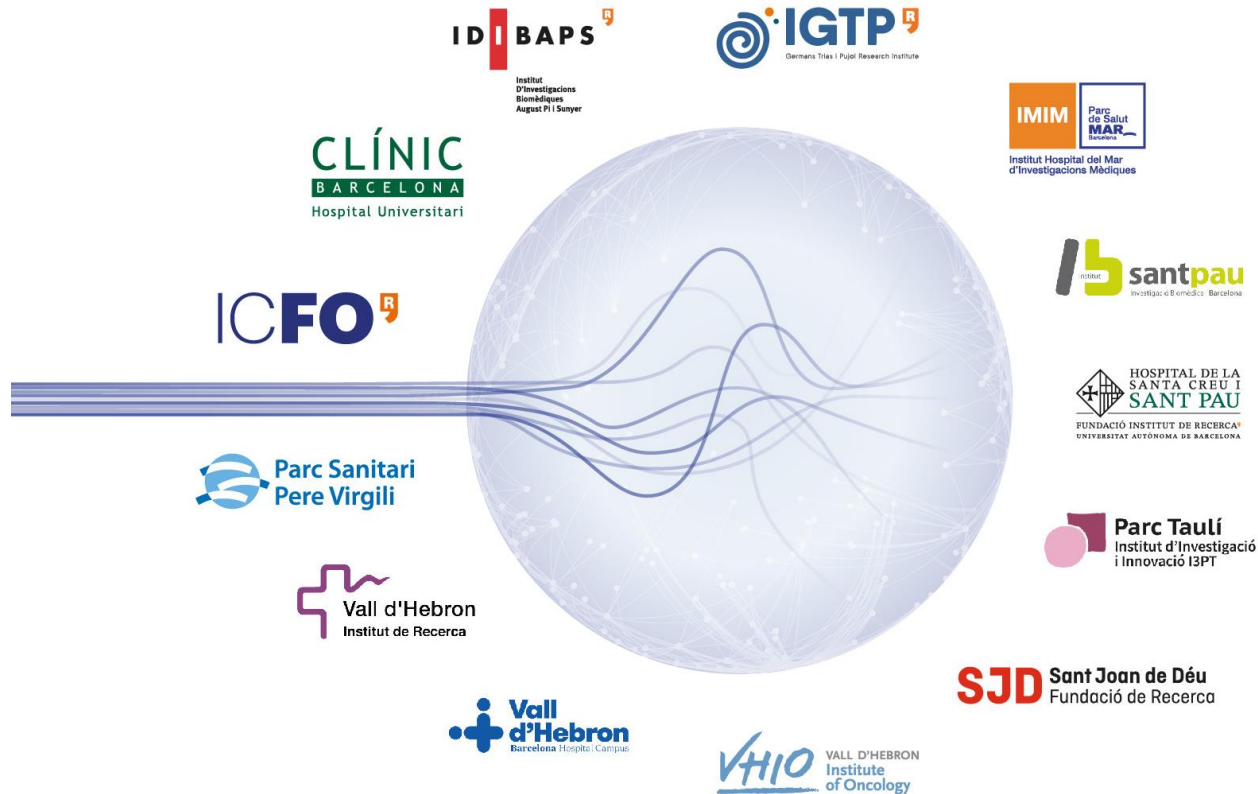
- Contribuir a fer de Barcelona un emplaçament destacat a nivell internacional en la innovació i aplicació de la fotònica a les ciències mèdiques, posant de relleu la seva massa crítica, amb l'objectiu d'atraure personal especialitzat, projectes, finançament i en general oportunitats pel sector.
- Compartir i contrastar les millors pràctiques per a l'ús de la tecnologia, la seva adopció clínica i la difusió de resultats.
- Ampliació de les dades accessibles (edat, geografia, patologies) per assajar tecnologies que ofereixin una anàlisi fiable i profunda.
- Flexibilitat per participar conjuntament en iniciatives i projectes internacionals, sobretot de la Unió Europea.

### Finançament



Programa Llum per a la Salut





<https://www.youtube.com/watch?v=f5e26TieJAs>

**SJD** Sant Joan de Déu  
Fundació de Recerca



**Diagnòstic/monitoratge de malalties pediàtriques**

Vall d'Hebron Institut de Recerca Parc Sanitari Pere Virgili



**Estudi de l'envelliment del cervell**

HOSPITAL DE LA SANTA CREU I SANT PAU  
FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA<sup>R</sup> UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

**santpau** Investigació Biomèdica i Barcelona



**Ictus i monitoratge cerebral no invasiu**

Vall d'Hebron Institut de Recerca Vall d'Hebron Barcelona Hospital Campus



**Teranòstica per pacients amb traumatisme cerebral**

**IDIBAPS**<sup>R</sup>



**Caracterització de nòduls tiroïdals**

**IGTP**<sup>R</sup>  
Institut de Recerca Germans Trias i Pujol



**Perfils moleculars de carcinomes de mama**

**SJD** Sant Joan de Déu  
Fundació de Recerca

**CLÍNIC BARCELONA**



**Imatge oftàlmica avançada**

Parc Taulí Institut d'Investigació i Innovació I3PT Vall d'Hebron Barcelona Hospital Campus

**CLÍNIC BARCELONA**

IMIM Parc de Salut MAR Barcelona



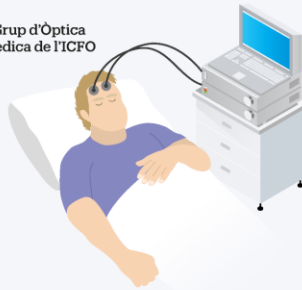
**Monitoratge de pacients crítics de Covid-19**





## Òptica difusa per al monitoratge i la visualització no invasives de teixits profunds

Grup d'Òptica Mèdica de l'ICFO



Què mesurem?



Flux sanguini



Oxigen en sang



Estructura



1-2cm sota de la superfície

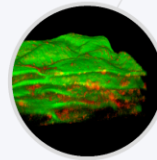


Microvasculatura (els vasos sanguinis més petits)



## Imatges avançades Ex-i-In-Vivo

Laboratori de microscòpia òptica i nanoscòpia de superresolució (SLN) de l'ICFO



- Perfils moleculars Raman
- Microscòpia oftàlmica
- Imatge de dinàmiques ràpides
- Imatge 3D de mostres vives
- Visualització al nivell cel·lular i subcel·lular



## Altres Tecnologies

Altres capacitats tecnològiques relacionades amb la salut per a **DIAGNOSI, TERÀPIA, MONITORATGE I PRONÒSTIC:**

Dispositius de diagnosi immediata per a la detecció precoç i ultra precisa a partir d'una mostra de flux biològic

Nanomaterials per a teràpies personalitzades

Dispositius portàtils pel monitoratge de paràmetres vitals

# 1. Els fonaments de la llum i la revolució fotònica actual

1.1. L'espectre electromagnètic

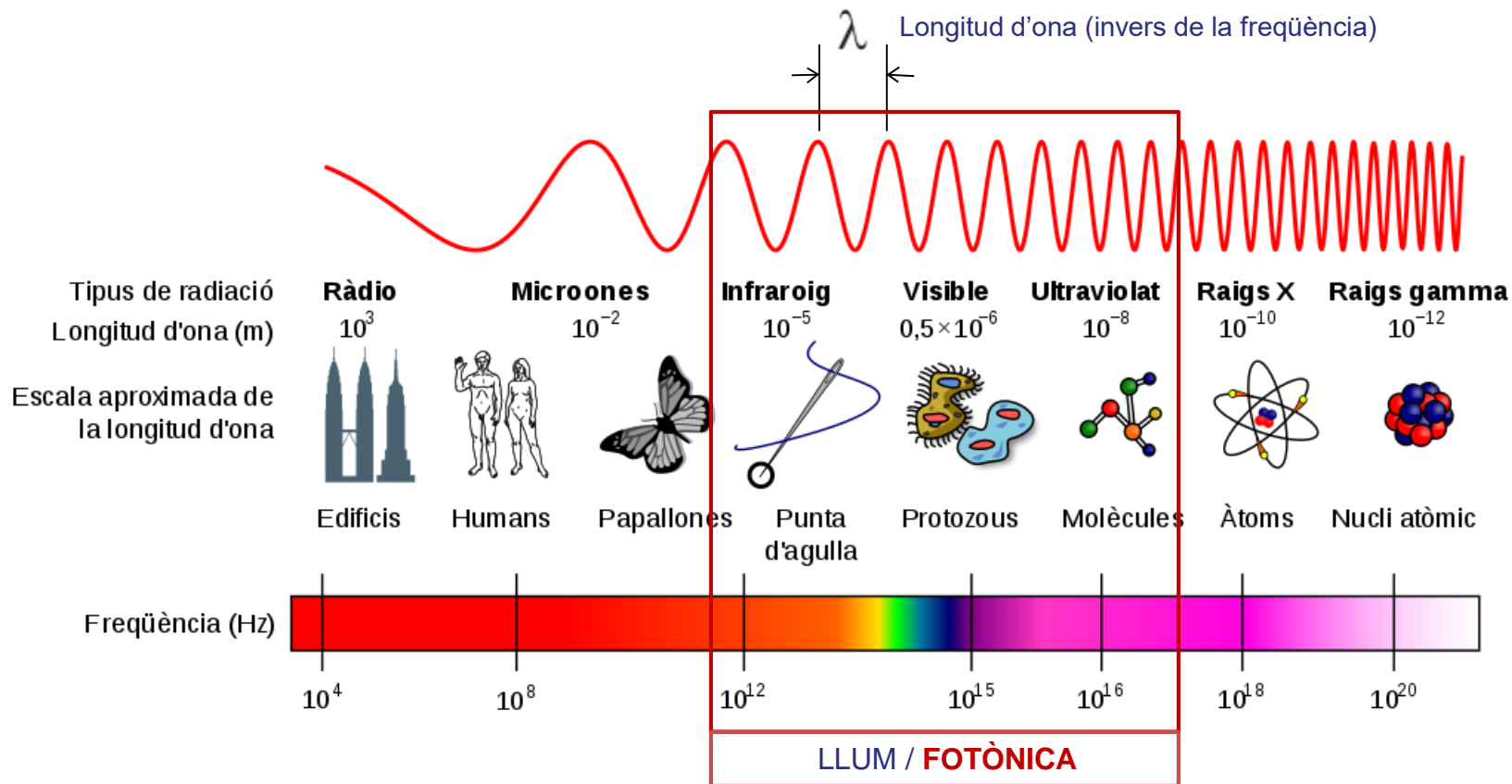
1.2. Interacció llum-matèria

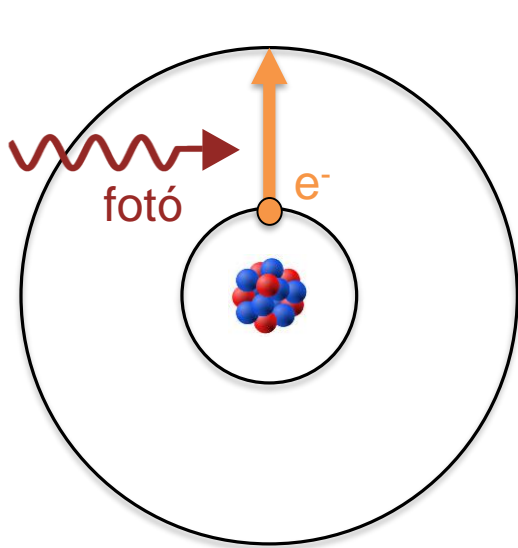
1.3. Aparició del làser



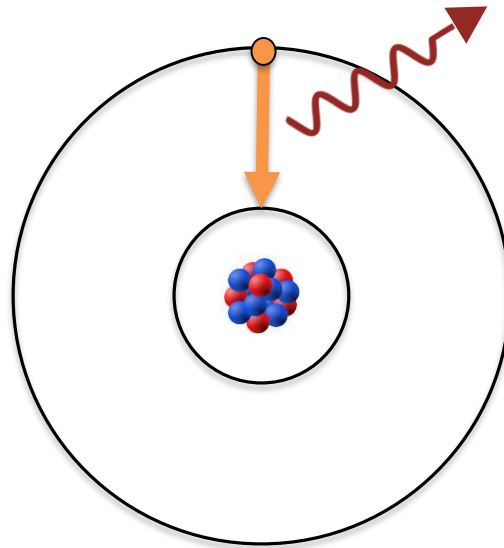


# ICFO 1.1. L'espectre electromagnètic

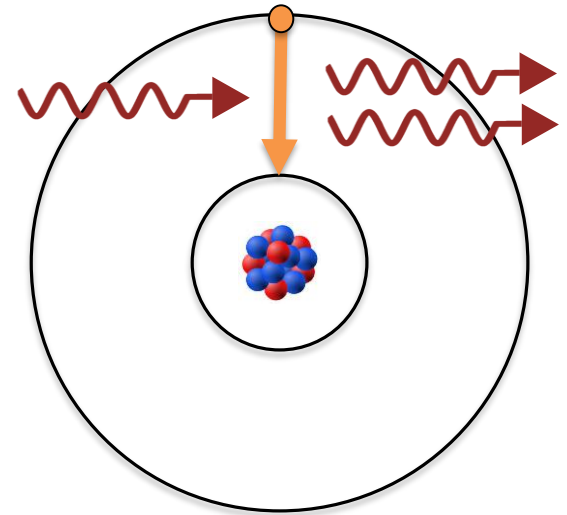




Absorció

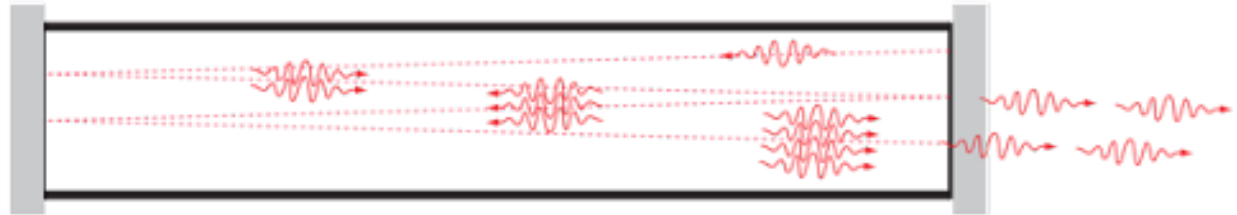


Emissió espontània



Emissió estimulada

L ight A mplification by S timulated E mission of R adiation



Mirall 100% reflectant

Mirall 99% reflectant



James Bond, Goldfinger (1964)

Alta potència

Monocromàtica

Altament direccional

## 2. Òptica difusa

### 2.1. Aplicació en pacients:

2.1.1. Covid-19

2.1.2. Neurocrítics

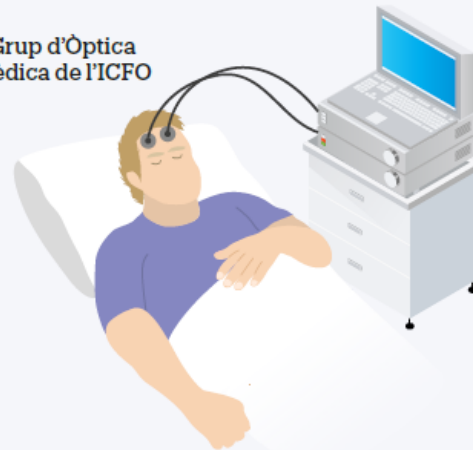
2.1.3. Nounats

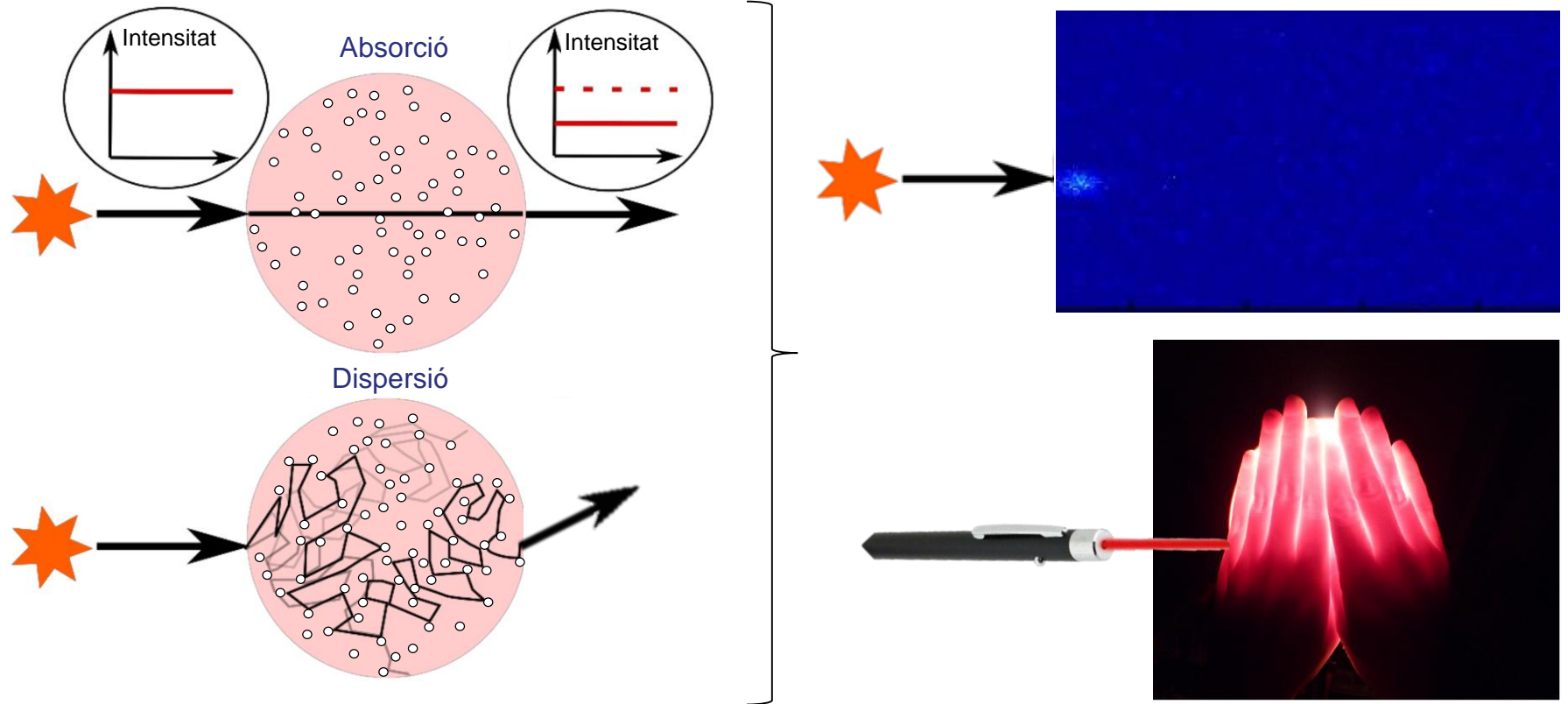
### 2.2. Reptes tecnològics actuals

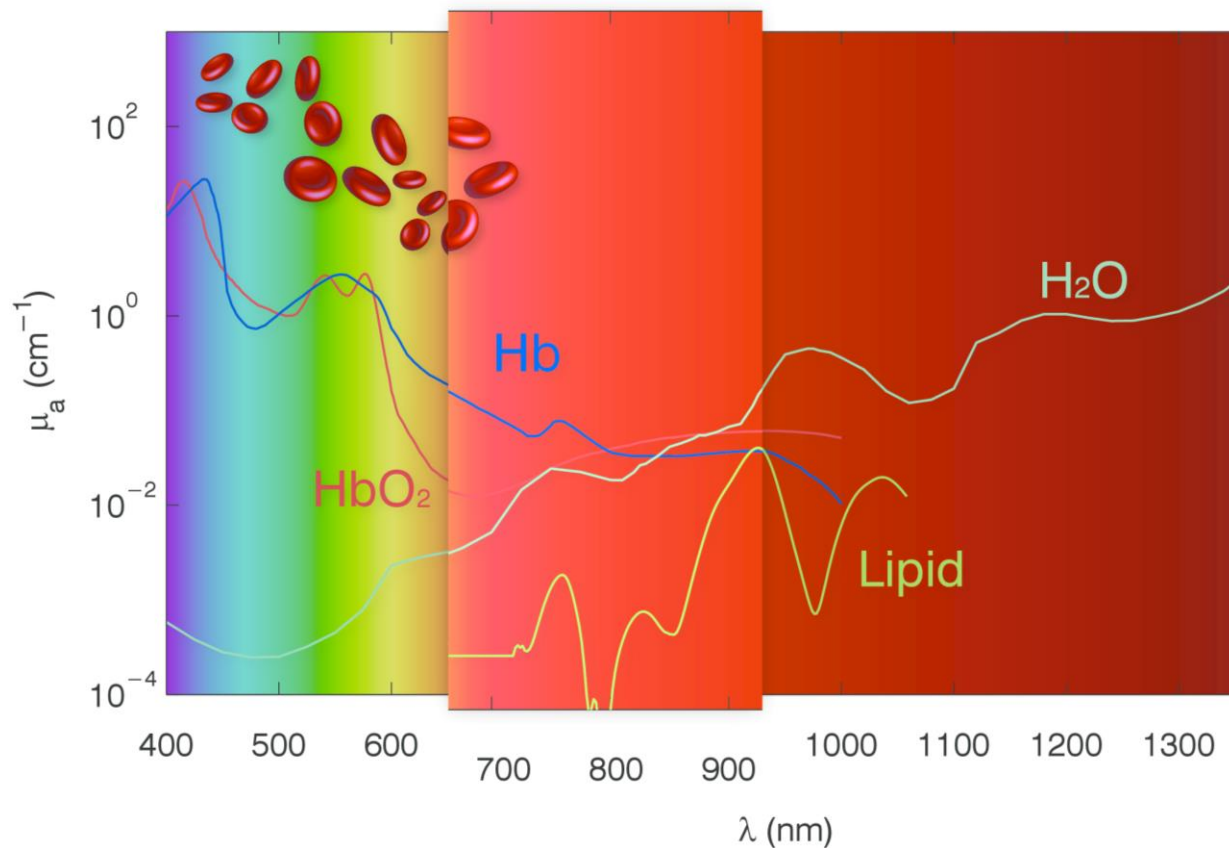


## Òptica difusa per al monitoratge no invasiu de teixits profunds

Grup d'Òptica  
Mèdica de l'ICFO

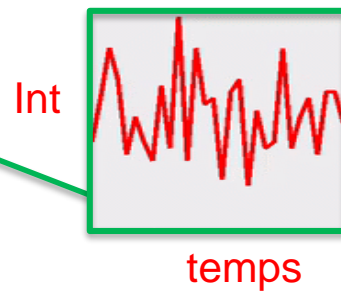
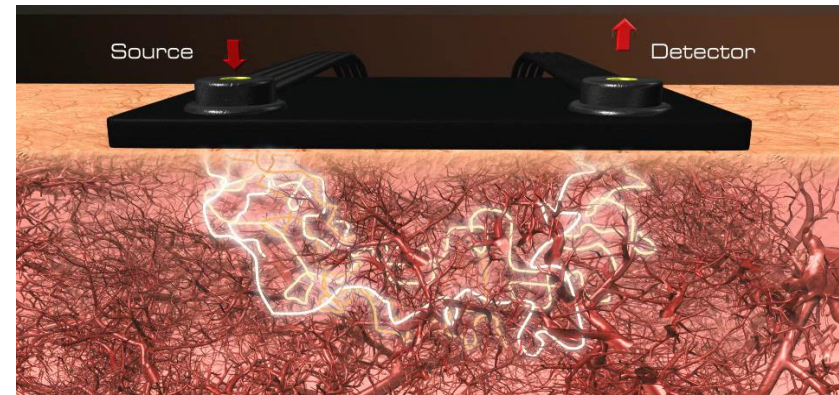
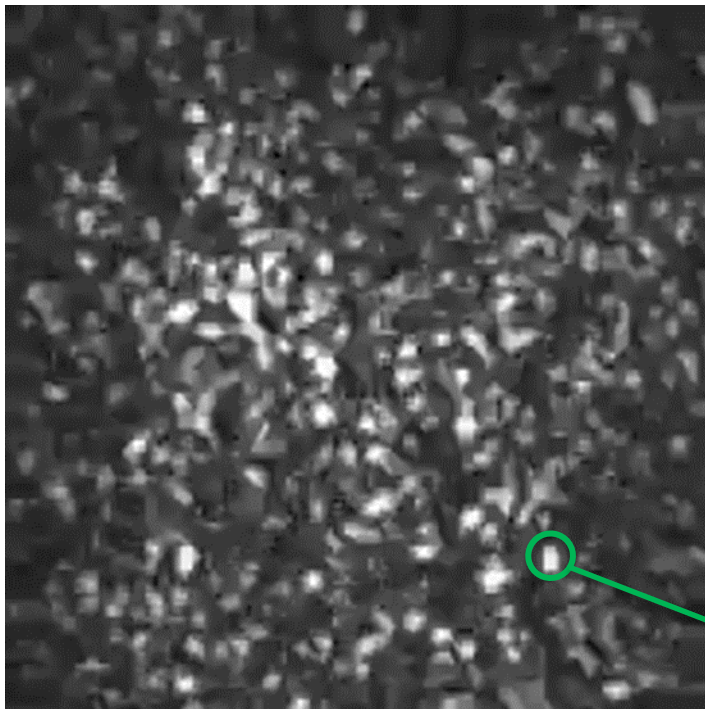








## ICFO 2. Òptica difusa – Mesura de flux sanguini



Mesura  
del **FLUX**  
sanguini

## Què mesurem?



The diagram shows a cross-section of a blood vessel containing several red blood cells. Below this, five categories are listed, each with an icon and a label:

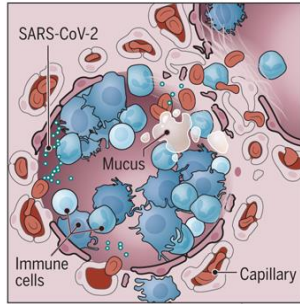
- **Estructura**
- **Oxigen en sang**
- **Flux sanguini**
- **Microvasculatura**  
(els vasos sanguinis més petits)
- **1-2cm sota de la superfície**

## An invader's impact

In serious cases, SARS-CoV-2 lands in the lungs and can do deep damage there. But the virus, or the body's response to it, can injure many other organs. Scientists are just beginning to probe the scope and nature of that harm.

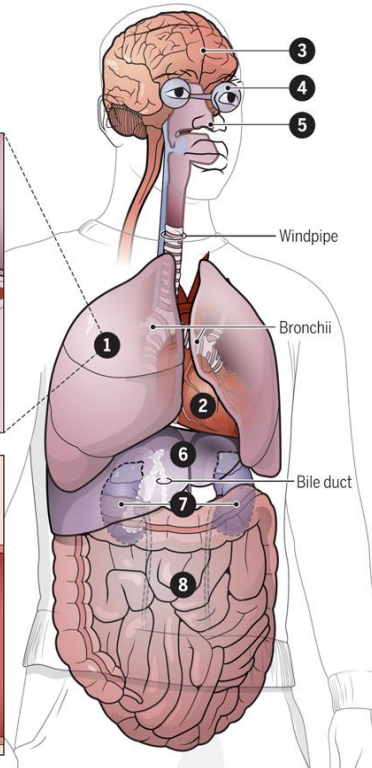
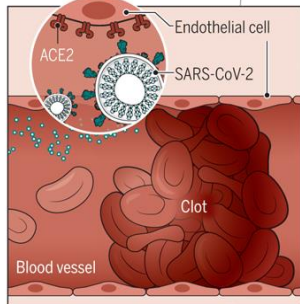
### 1 Lungs

A cross section shows immune cells crowding an inflamed alveolus, or air sac, whose walls break down during attack by the virus, diminishing oxygen uptake. Patients cough, fevers rise, and breathing becomes labored.



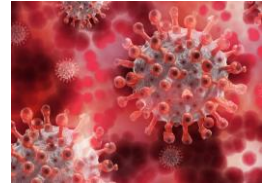
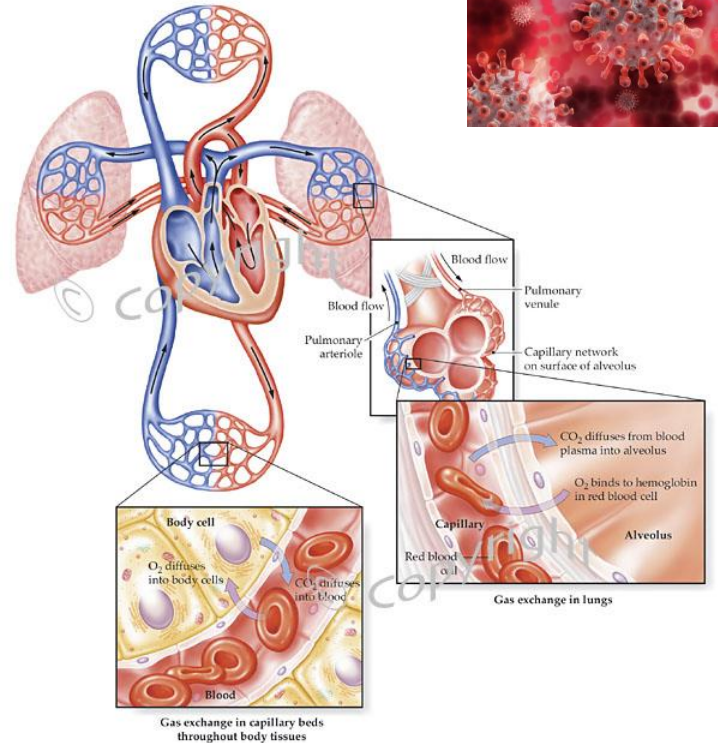
### 2 Heart and blood vessels

The virus (teal) enters cells, likely including those lining blood vessels, by binding to angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) receptors on the cell surface. Infection can also promote blood clots, heart attacks, and cardiac inflammation.

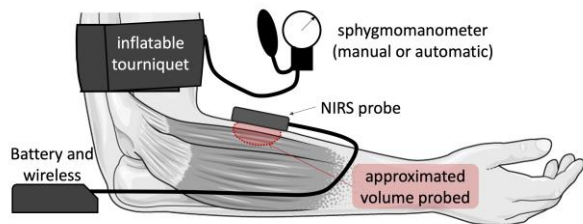


?

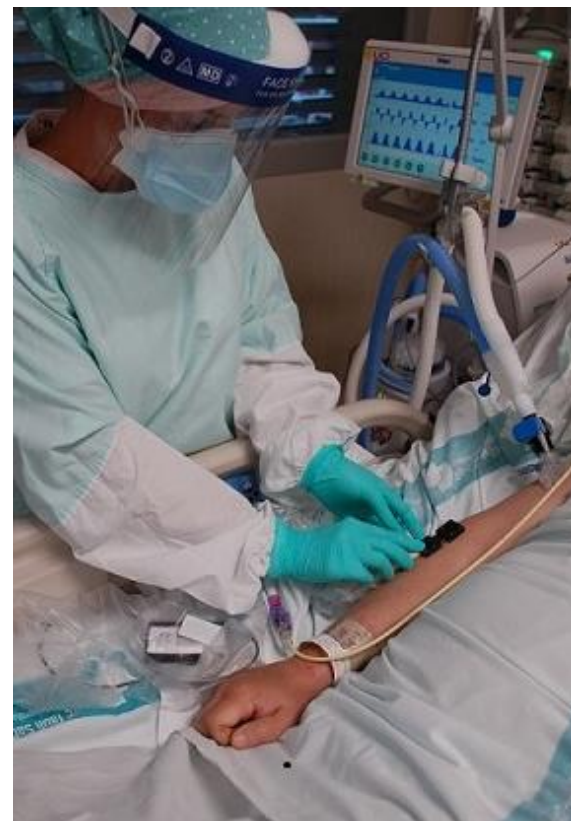
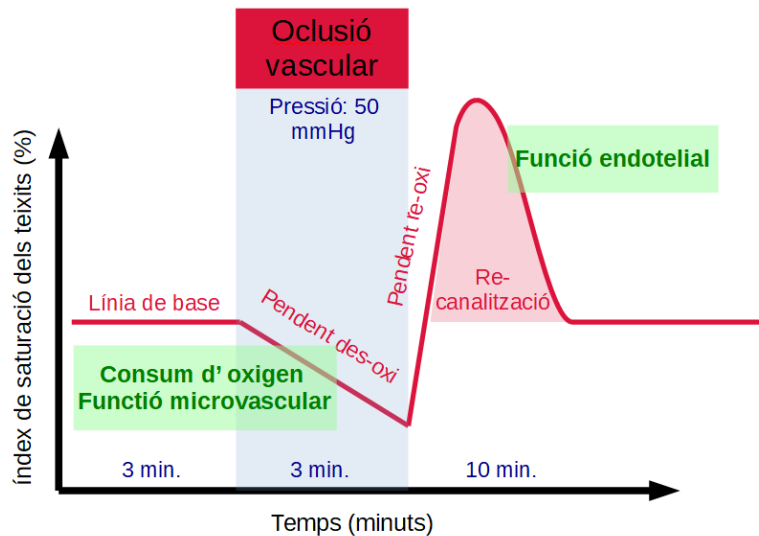
Disfunció endotelial com a paper clau



# ICFO 2.1.1 Aplicació de l'òptica difusa en pacients de Covid-19



## Test d'oclusió vascular



**Parc Taulí**  
Institut d'Investigació  
i Innovació I3PT

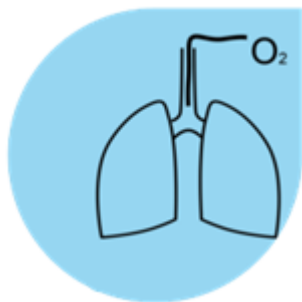
**Vall d'Hebron**  
Barcelona Hospital Campus

**CLÍNICA**  
BARCELONA

**IMIM** Parc de Salut **MAR**  
Barcelona



Beneficis derivats de la monitorització microvascular en pacients amb insuficiència respiratòria:



- Triatge dels pacients en funció de la seva gravetat.
- Avaluació de la salut del sistema endotelial amb independència de les interaccions cardiopulmonars.
- Selecció de pacients en funció de l'origen de la disfunció per al testeig de nous fàrmacs i protocols assistencials.
- Suport al procés d'extubació en pacients amb ventilació mecànica. (Actualment hi ha un 20% de fracàs)

# ICFO <sup>IB</sup> 2.1.1 Aplicació de l'òptica difusa en pacients de Covid-19

**HEMOC<sup>IB</sup>COVID-19** <http://hemocovid19-project.org/>

**UT Southwestern Medical Center**

- David Busch
- Christopher Choi
- Siddharth Dave
- Sreekanth Cheruku
- Peiman Lahsaei
- DaiWai Olson

**HOSPITAL GENERAL de MÉXICO**  
DR. EDUARDO LUCASGA

- Argelia Pérez Pacheco
- Raúl Serrano Loyola
- Verónica Carbajal Robles
- Rosa María Quispe Siccha
- Enrique Santillan Aguayo
- Melvin Parada Guzmán
- Félix Jerandy Monte De Oca Hernández

**HC HOSPITAL DAS CLÍNICAS**  
HOSPITAL DE CLÍNICAS DE MÉDICA DE FAMÍLIA E PREVENÇÃO DE DOENÇAS

- Bruno Adler Maccagnan
- Pinheiro Besen

**Hc Hospital de Clínicas U N I C A M P**

- Antonio Luis Eiras Falcá
- Ana Lúcia Cavallaro
- Bruna do Nascimento
- Lais Bacchin de Oliveira
- Lilian Elisabete Bernardes Delazari
- Gabriela Livio Emidio
- Lígia dos Santos Roceto Ratti
- Melvin Parada Guzmán

**IFGW**  
Instituto de Física de Göttingen

- Ricksen Coelho Mesquita
- Rodrigo Menezes Forti
- Andrés Fabián Quiroga Soto

**BioPixS**  
The Center for Biomedical Imaging

- Sanathana Konugolu Venkata Sekar
- Claudia Guadagno

**FONDAZIONE IRELLA DI LINGUAGGI MATEMATICI RICERCA FONDATO**

- Giacomo Grasselli
- Alberto Zanella
- Amedeo Guzzardella

**CRM**<sup>IB</sup>  
CENTRE DE RECERCA MATEMÀTICA

- Isabel Serra
- David Romero
- Tim Myers
- Francesc Font

**Parc Taulí**  
Institut d'Investigació i Innovació ISPT

- Jaume Mesquida
- Alba Caballer
- Sara Nogales
- Cristina Espinal
- Guillem Gruartmoner

**Vall d'Hebron**  
Institut de Recerca

- Ricard Ferrer
- Marina Garcia Garcia De Acilu
- Luis Chiscano
- Abraham Merar

**Vall d'Hebron**  
IB

- Turgut Durduran
- Lorenzo Cortese
- Marta Zanoletti
- Umur Karadeniz
- Diana Pineda Vázquez

**ICFO**<sup>IB</sup>

**IMIM**  
Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques

- Judith Marin Corral
- Puri Pérez Terán
- Clara Vilà-Vilardell
- Francisco J Parrilla-Gómez
- Lucía Picazo Moreno

**CLÍNICA BARCELONA**  
Hospital Universitari

- Pedro Castro
- Adrián Téllez
- Sara Fernández
- Ana Matas



Portable platform for the assessment of microvascular health in COVID-19 patients at the intensive care.

# VASCOVID



## Partners



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101016087.

Ictus (AVC, accident vascular cerebral): suspensió del flux arterial al cervell (“isquèmia”)

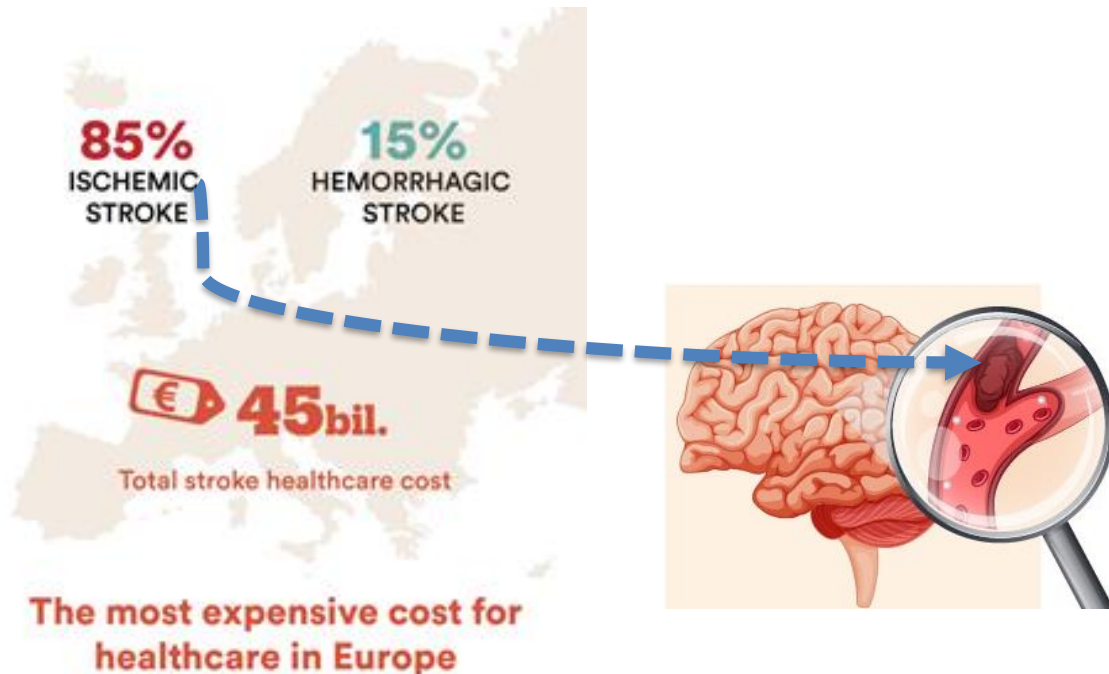
613,148 → 819,771  
2015 2035

34% 

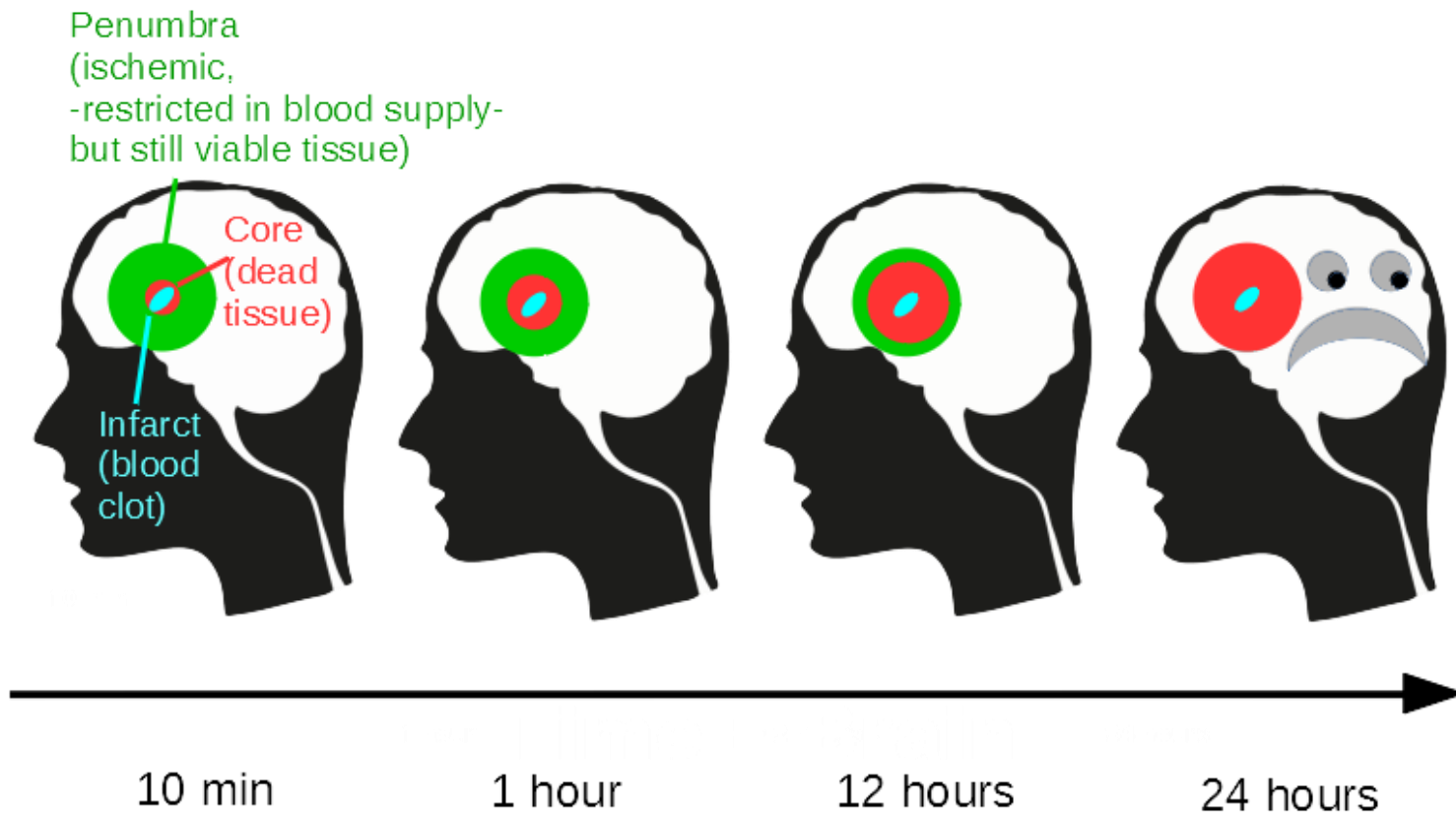


30% mortality    40% discapacity

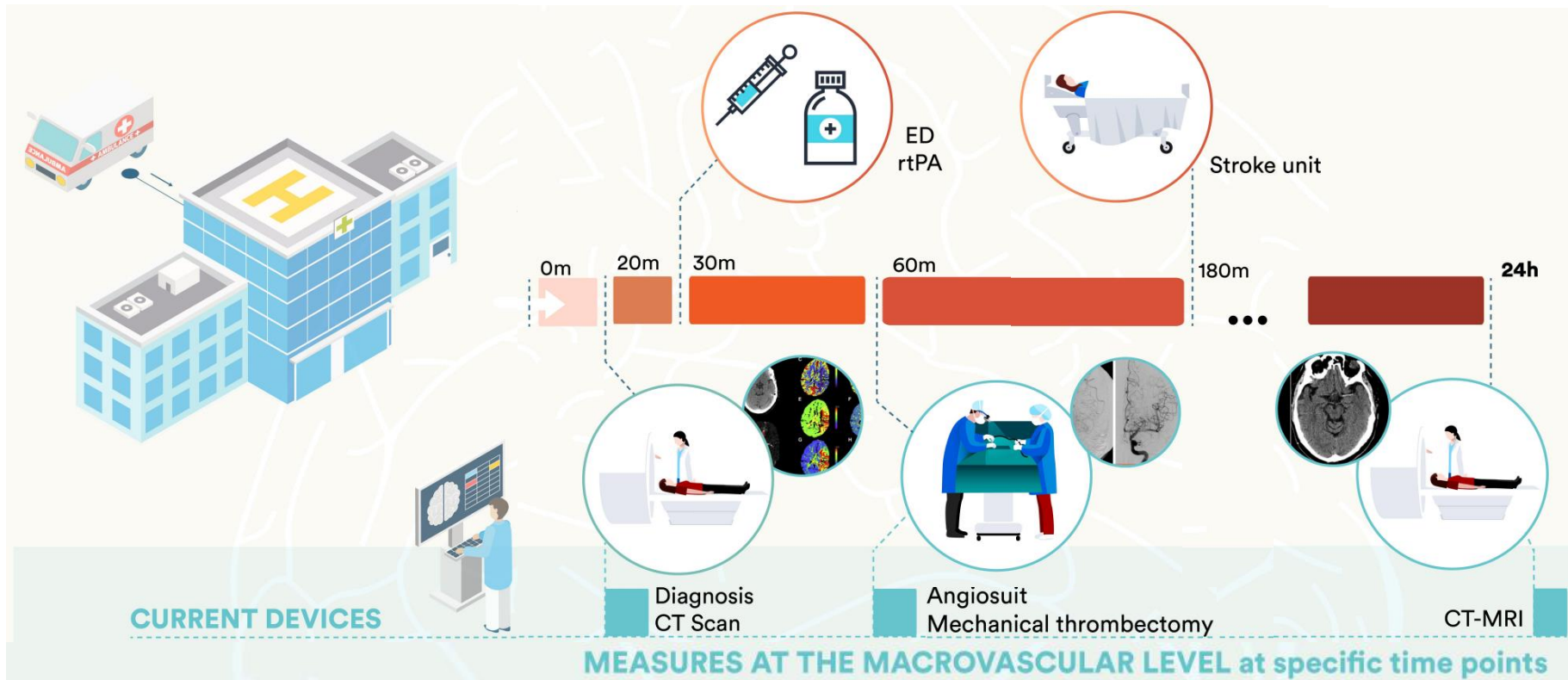
#2 cause of death in Europe



Epidemiology of stroke in Europe and trends for the 21st century. Béjot et al. Presse Med 2016.



## ICFO<sup>®</sup> 2.1.1 Aplicació de l'òptica difusa en pacients neurocrítics



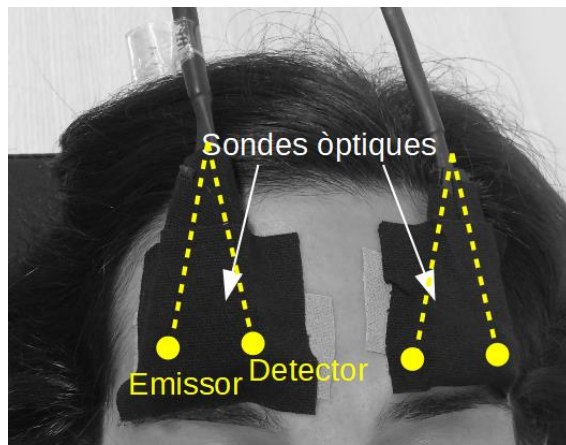
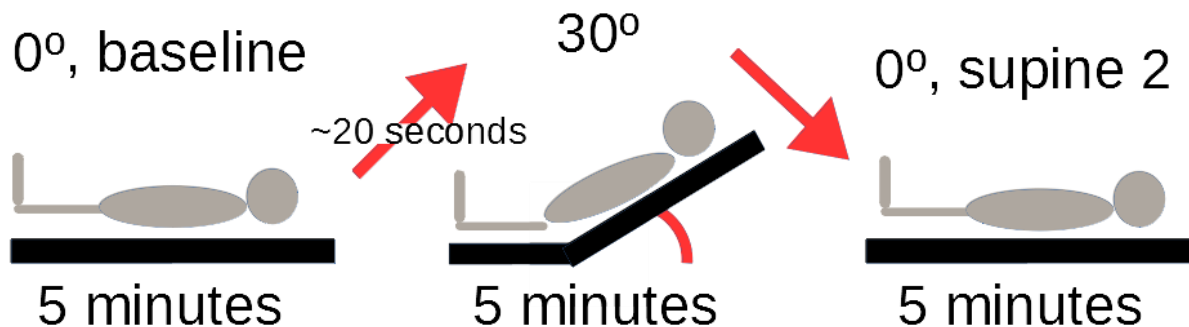
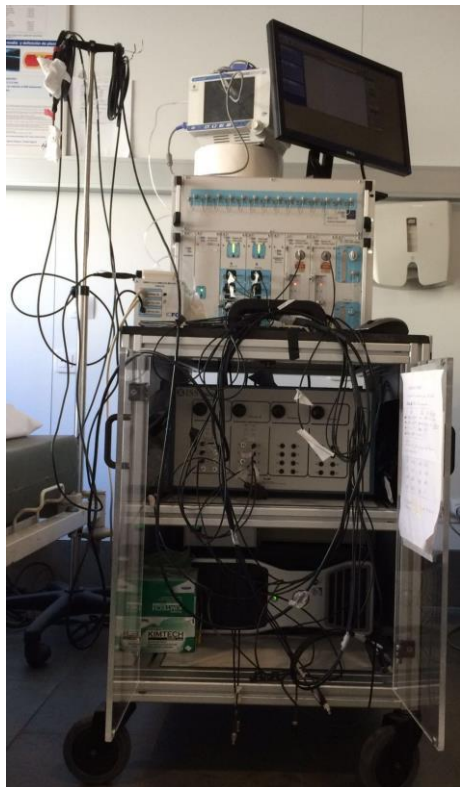




El cervell sa té mecanismes d'autoregulació i vasoreactivitat per tal de :

- Mantenir el flux constant durant els moviments corporals
- Augmentar el subministrament de sang per satisfer una demandes puntuals

## ICFO<sup>®</sup> 2.1.1 Aplicació de l'òptica difusa en pacients neurocrítics



Resultats preliminars mostren que **l'estudi de l'autoregulació via el monitoratge de la microcirculació cerebral** és factible, proporcionant indicadors de caire pronòstic i elements clau per a personalitzar la rehabilitació dels pacients.





# TinyBrains



Òptica difusa+ EEG



Estudis clínics i preclínic



Dispositiu de neuroimatge



**Un dispositiu de neuroimatge, basat en tecnologies fotòniques, per avaluar el dany cerebral en nadons amb defectes cardíacs congènits.**

ICFO lidera el projecte TinyBrains. Finançat per la Unió Europea i de 4 anys de durada, el formen investigadors de sis institucions en tres països diferents: les institucions acadèmiques ICFO i la Universitat de Picardie Jules Verne; l'Hospital Sant Joan de Déu com a institució mèdica; i les companyies HemoPhotonics, BioPixS i Seenel Imaging com a socis industrials.

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_tq6m6SCvH8&t](https://www.youtube.com/watch?v=_tq6m6SCvH8&t)



#TinyBrainsEU  
<https://tinybrains.eu/>

ICFO

SJD  
Sant Joan de Déu  
Barcelona - Hospital

UNIVERSITÉ  
de Picardie  
Jules Verne

HemoPhotonics

Seenel  
imaging

BioPixS  
a new era in BioPhotonics Standards

## Joint Lab ICFO-Sant Joan de Déu



Protegir el desenvolupament cerebral en nadons amb cardiopaties congènites



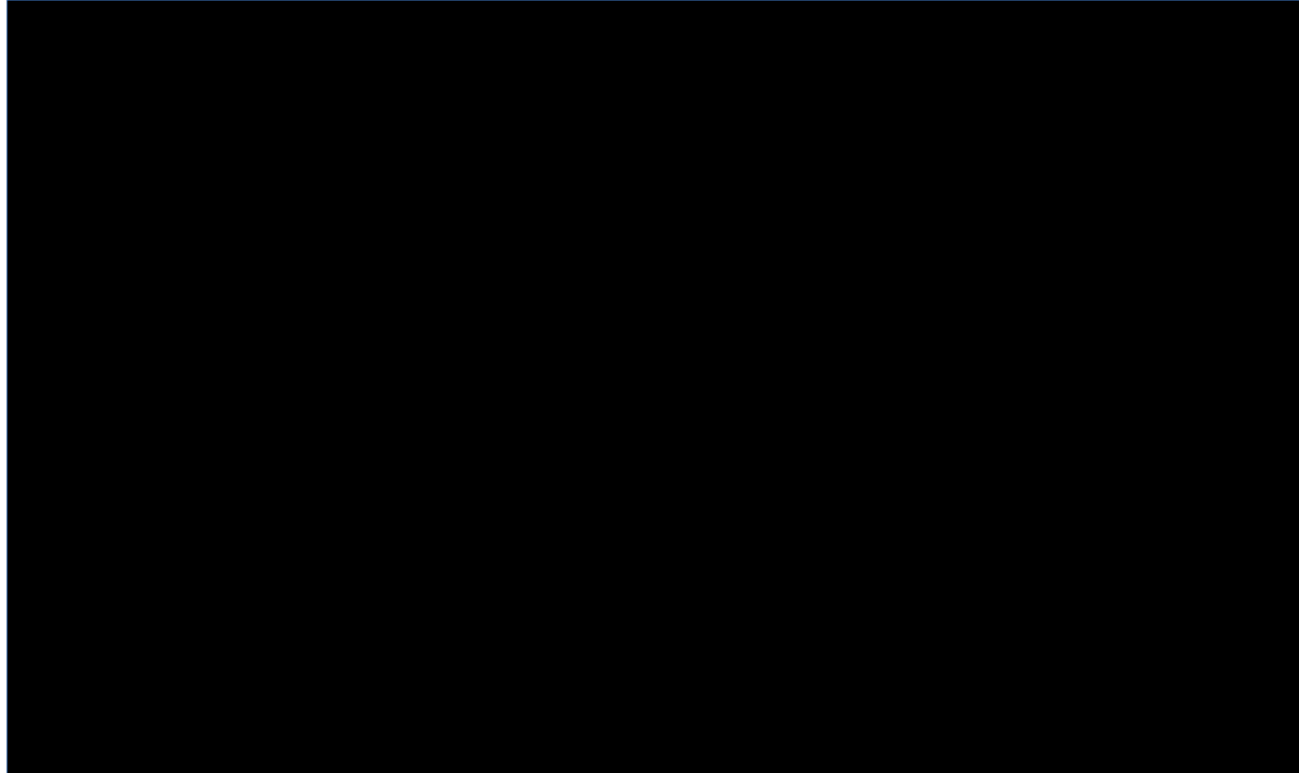
Estratègies de protecció del cervell del nounat i lactant durant episodis convulsius



Impulsar el desenvolupament de teràpies per les malalties neuromusculars



Estratificació de pacients amb retinoblastoma: cap a un tractament efectiu i personalitzat



## 3. Microscòpia òptica avançada

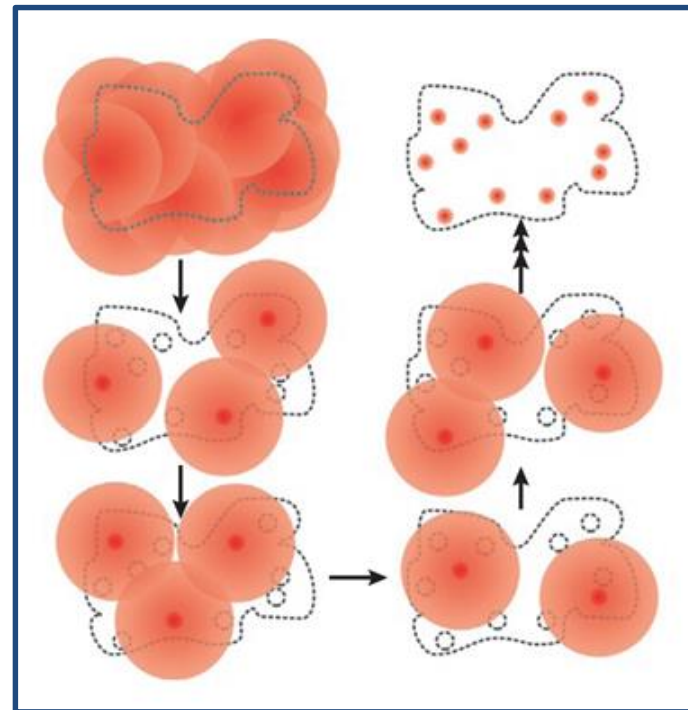
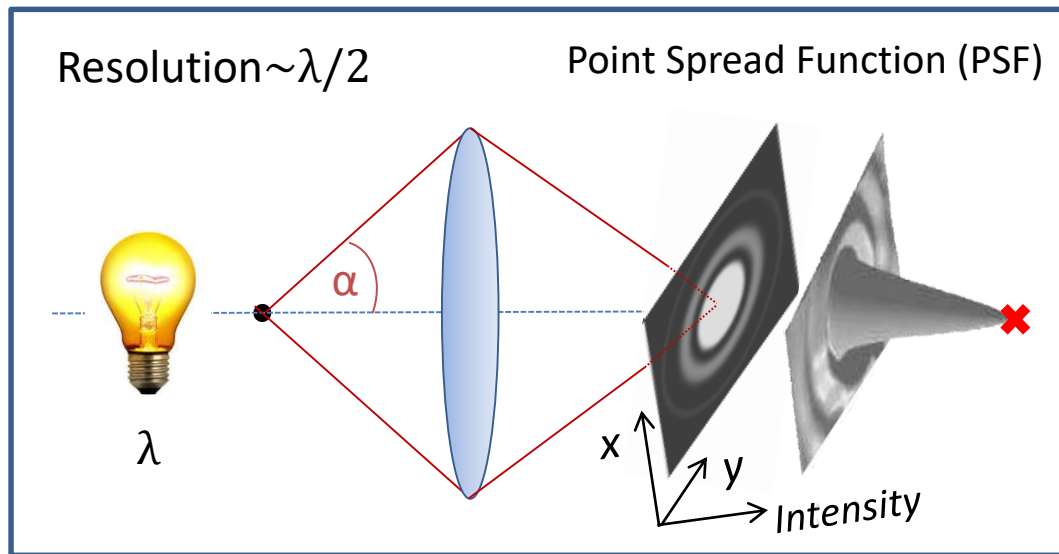
### 3.1. Límit de difracció

### 3.2. Microscòpia 3D de superresolució

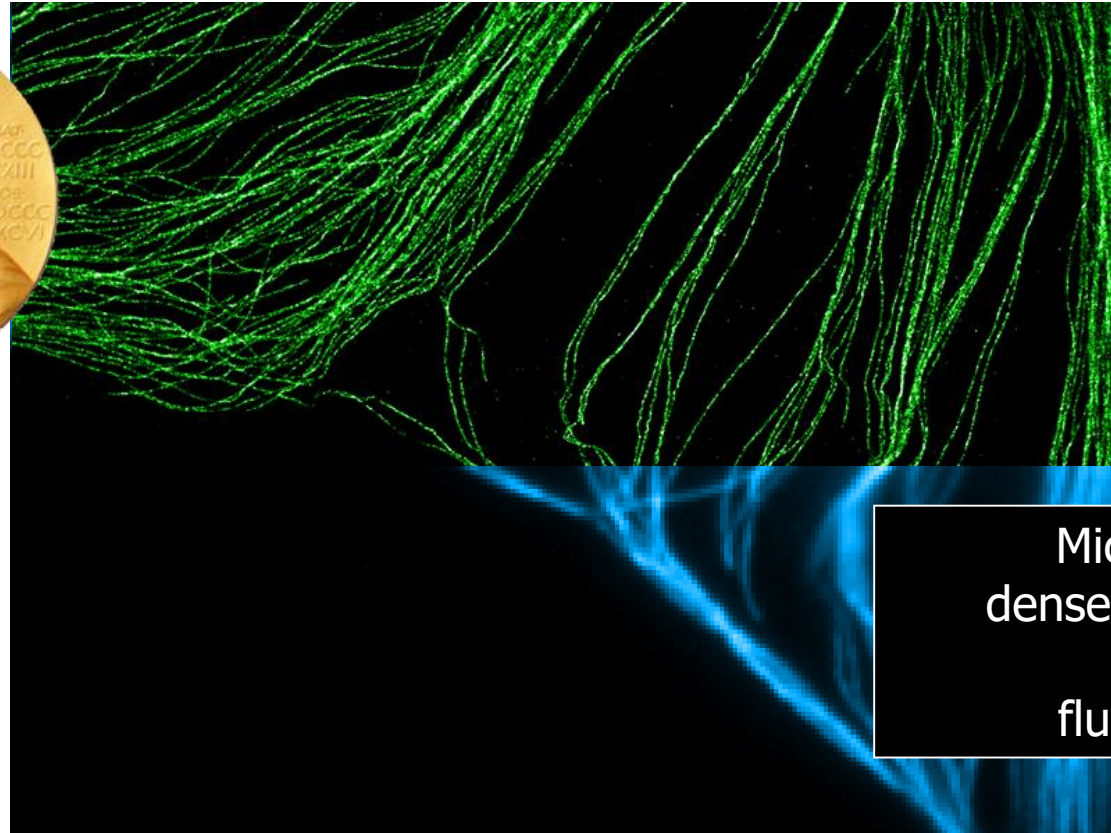
#### 3.2.1 Aplicacions en oftalmologia

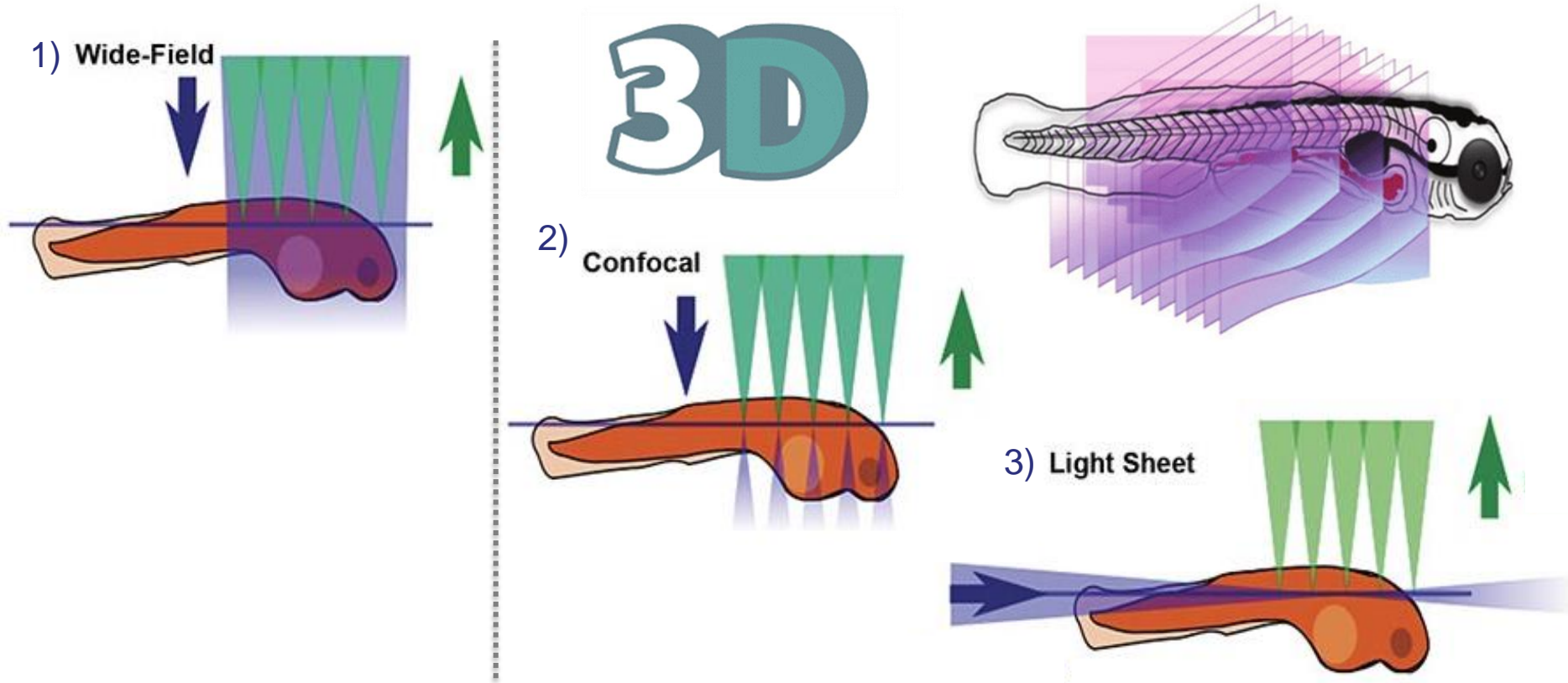
#### 3.2.2. Aplicacions en biomedicina

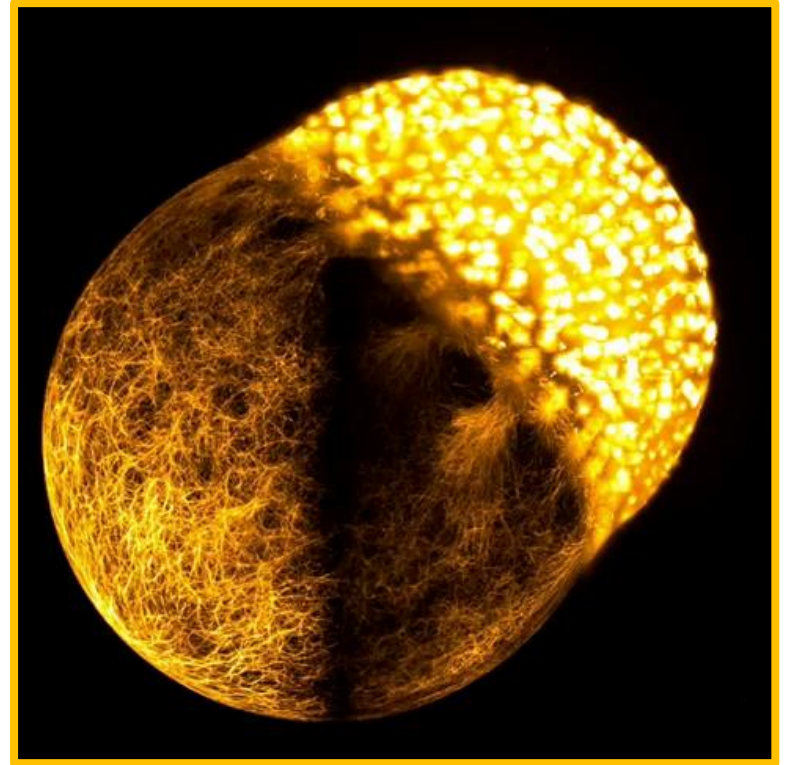
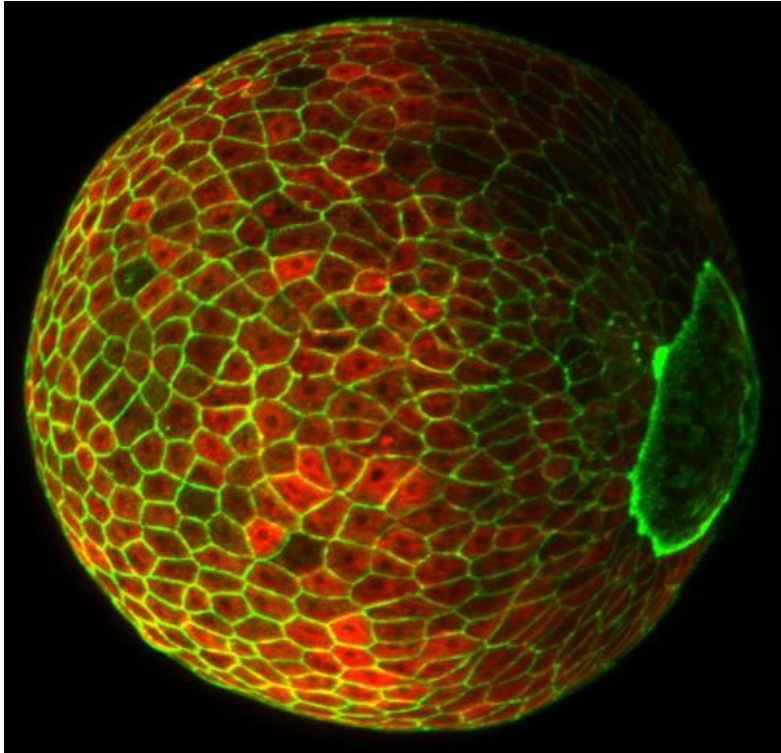


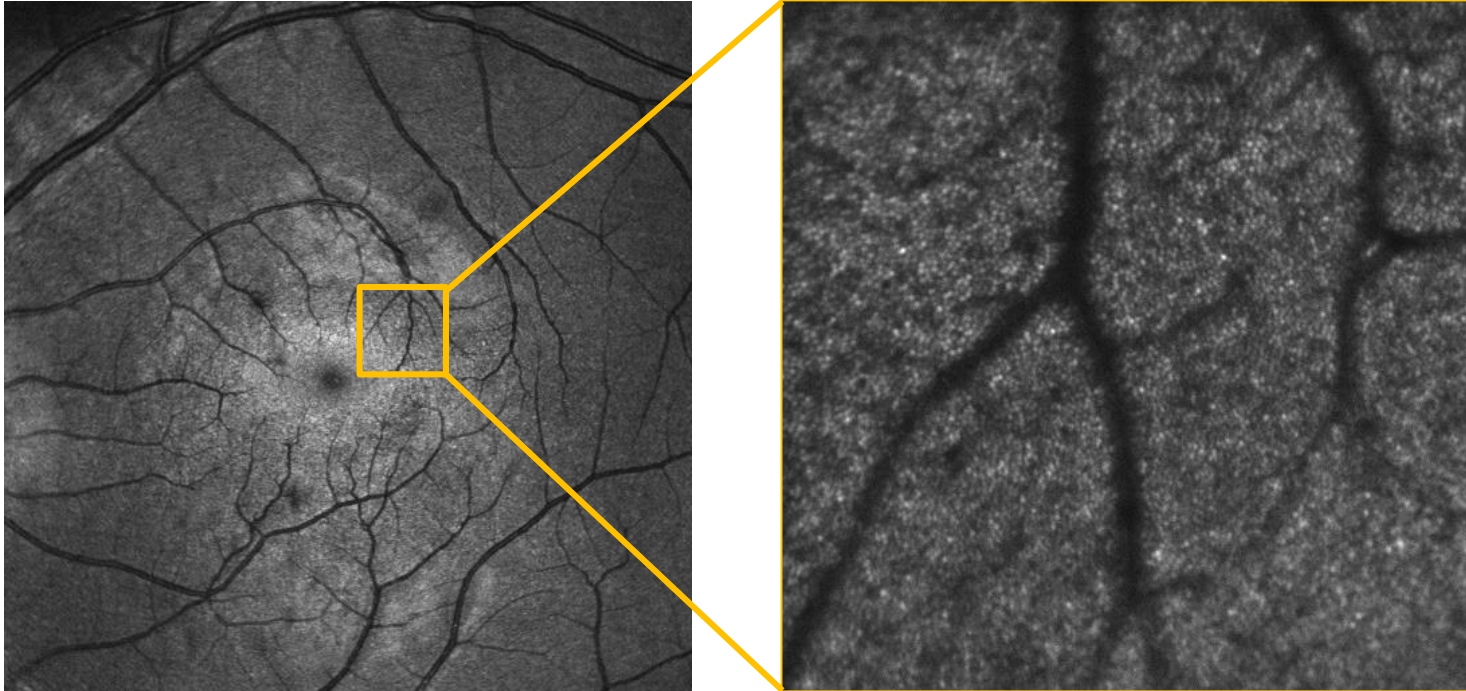










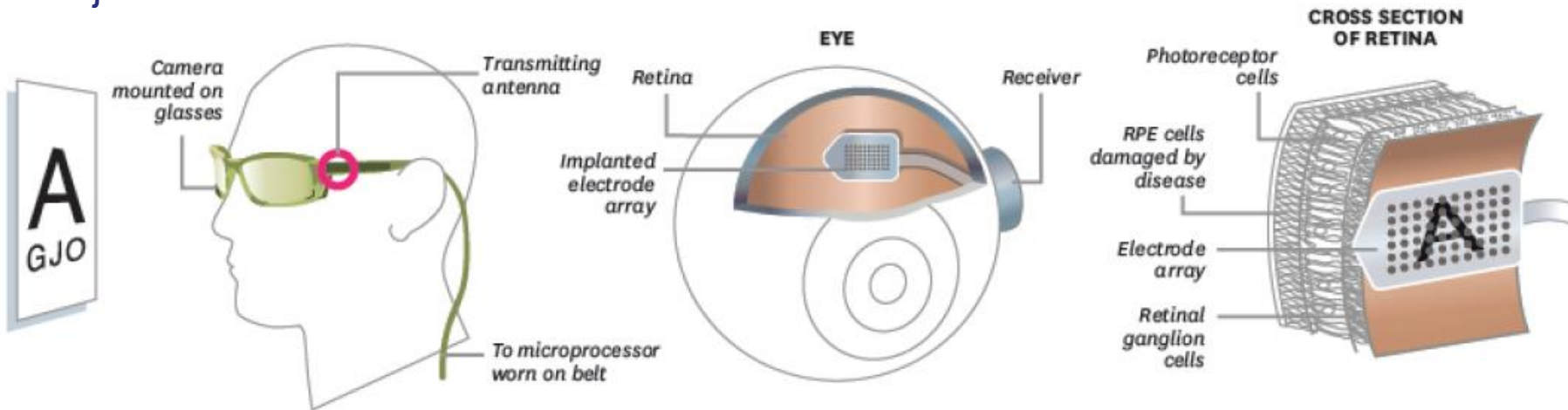


Pràctica clínica actual





## Projecte i-Vision



Entitats participants:



Finançat per:



- **La llum és una ona EM, com ho són també les ones ràdio, les microones o els raig X**
- **L'aparició del làser el 1960 va permetre innumbrables avenços tecnològics, desencadenant la “revolució fotònica”**
- **Tot i ser un medi no transparent, l'òptica difusa ens permet investigar el cos en profunditat (1-2cm) i en especial monitoritzar la salut microvascular de forma:**
  - ✓ **No invasiva**
  - ✓ **Contínua**
  - ✓ **En temps real**
- **Els ràpids avanços en microscòpia òptica 3D de super-resolució empenyen els límits del nostre coneixement del cos i les seves patologies**

# Moltes gràcies per la vostra atenció!

## Comentaris? Preguntes?



Amb el suport de:



Membre de:

