



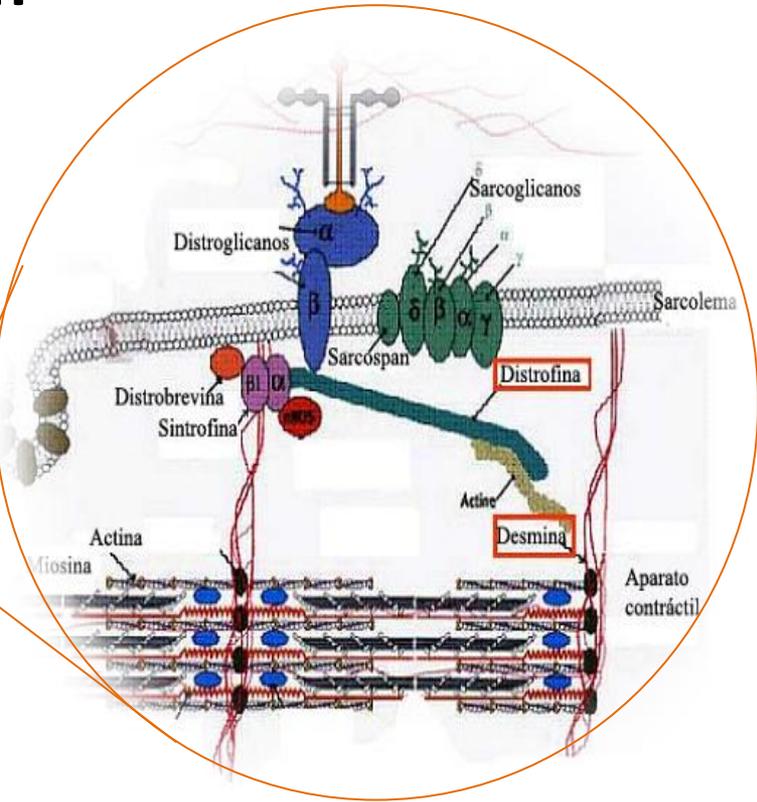
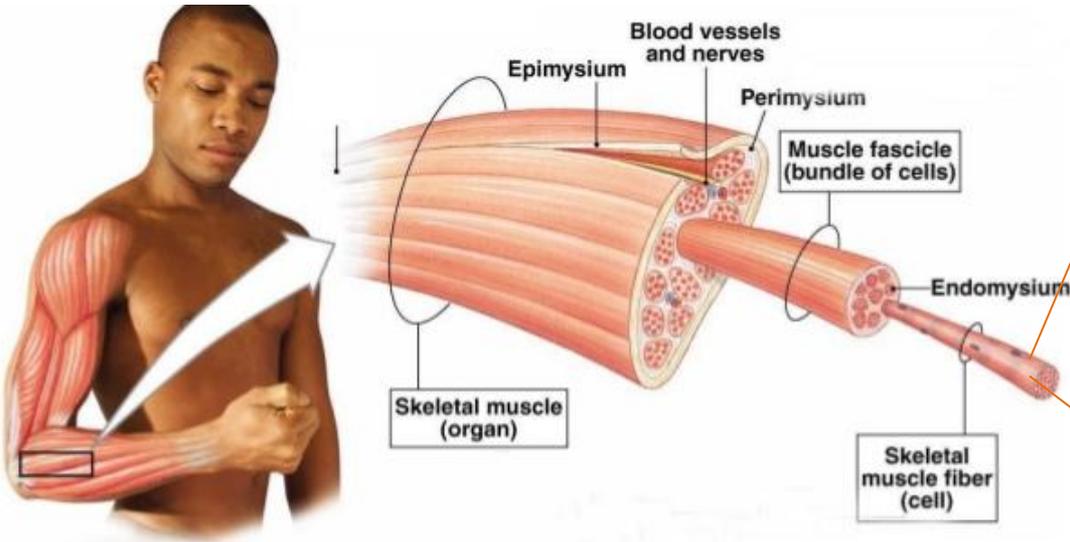
Alteraciones biomecánicas y estructurales del citoesqueleto en células musculares irradiadas a dosis bajas

Dra. Karla P. Garcia-Pelagio

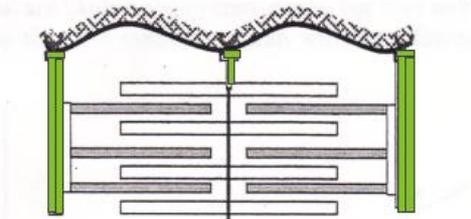
Laboratorio de Física Biomédica, Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM

kpaolag@ciencias.unam.mx

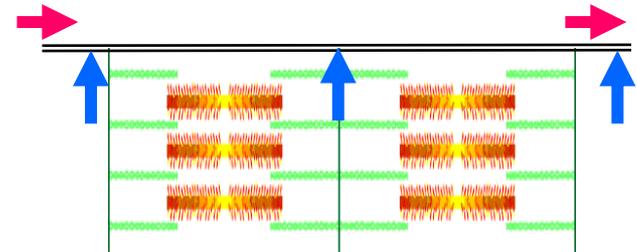
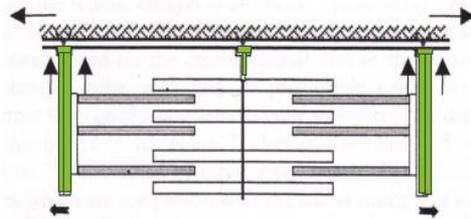
Introduccion



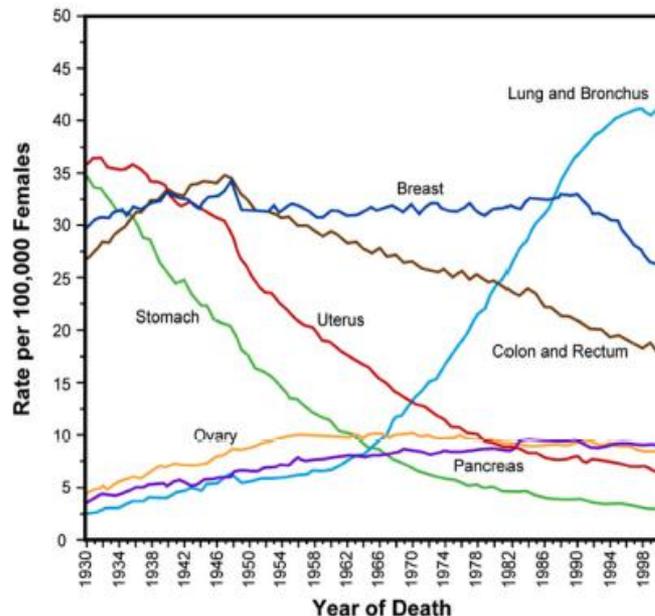
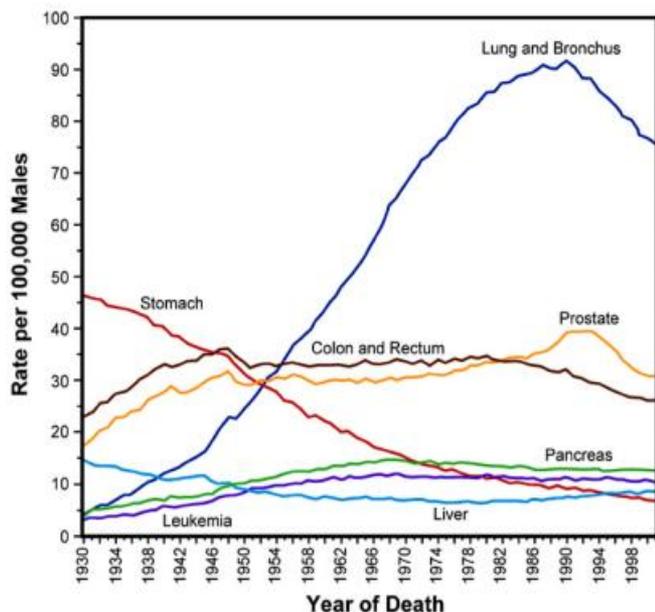
Contraction



Rest



¿Por que el músculo tiene baja incidencia de cancer?



Barton-Davis, E. R., Shoturma, D. I., and Sweeney, H. L. (1999). Contribution of **satellite cells to** IGF-I induced hypertrophy of skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 167, 301–305. doi: 10.1046/j.1365-201x.1999.00618.x

De Lisio, M., Kaczor, J. J., Phan, N., Tarnopolsky, M. A., Boreham, D. G. (2011). **Exercise training enhances the skeletal muscle response to** induced oxidative stress. *Muscle Nerve* 43, 58–64. doi: 10.1002/mus.22000

Makhija E, Jagielska A, Zhu L, Bost AC, Ong W, Chew SY, Shivashankar GV, and Van Vliet KJ. **Mechanical Strain Alters Cellular and Nuclear Dynamics at Early Stages of Oligodendrocyte Differentiation.** *Front Cell Neurosci* 2018; 12:59. [PMID: 29559894]

Hojan, K., and Milecki, P. (2014). Opportunities for rehabilitation with **radiation fibrosis syndrome.** *Rep. Pract. Oncol. Radiother.* 19, 1–10. doi: 10.1016/j.rpor.2013.07.007

Uhler C, and Shivashankar GV. **Nuclear Mechanopathology and Cancer Diagnosis.** *Trends Cancer* 2018; 4(4):320-331. [PMID: 29606315]

Leach, J. K., Van Tuyle, G., Lin, P. S., Schmidt-Ullrich, R., and Mikkelsen B. (2001). **Ionizing radiation-induced, mitochondria-dependent generation of reactive oxygen/nitrogen.** *Cancer Res.* 61, 3894–3901.

Radiol Oncol. 2014 Sep; 48(3): 247–256.

PMCID: PMC4110081

Published online 2014 Jul 10. doi: 10.2478/raon-2014-0025

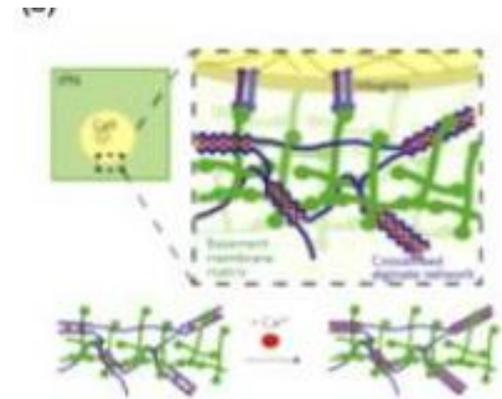
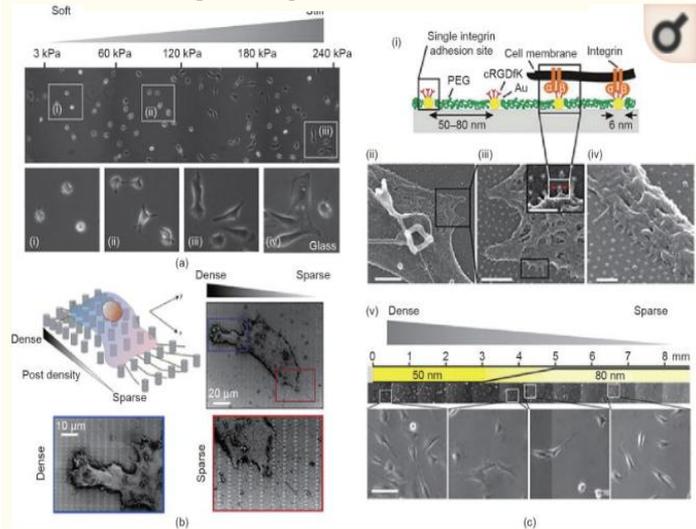
PMID: 25177239

Ferlay, J., Shin, H. R., Bray, F., Forman, D., Mathers, C., and Parkin, D. M. (2010). Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int. J. Cancer* 127, 2893–2917. doi: 10.1002/ijc.25516

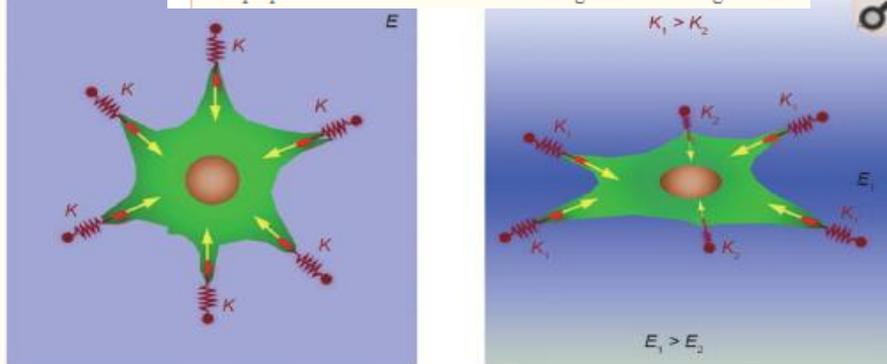
The effect of radiation dose on mouse skeletal muscle remodeling

Mecanobiología de células musculares

Cellular responses to gradients of (a) substrate stiffness

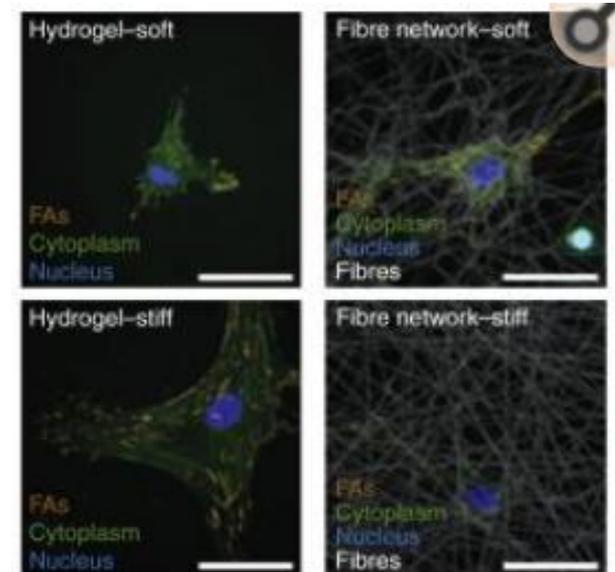


A proposed mechanism for mechanosensing-induced cell organization.



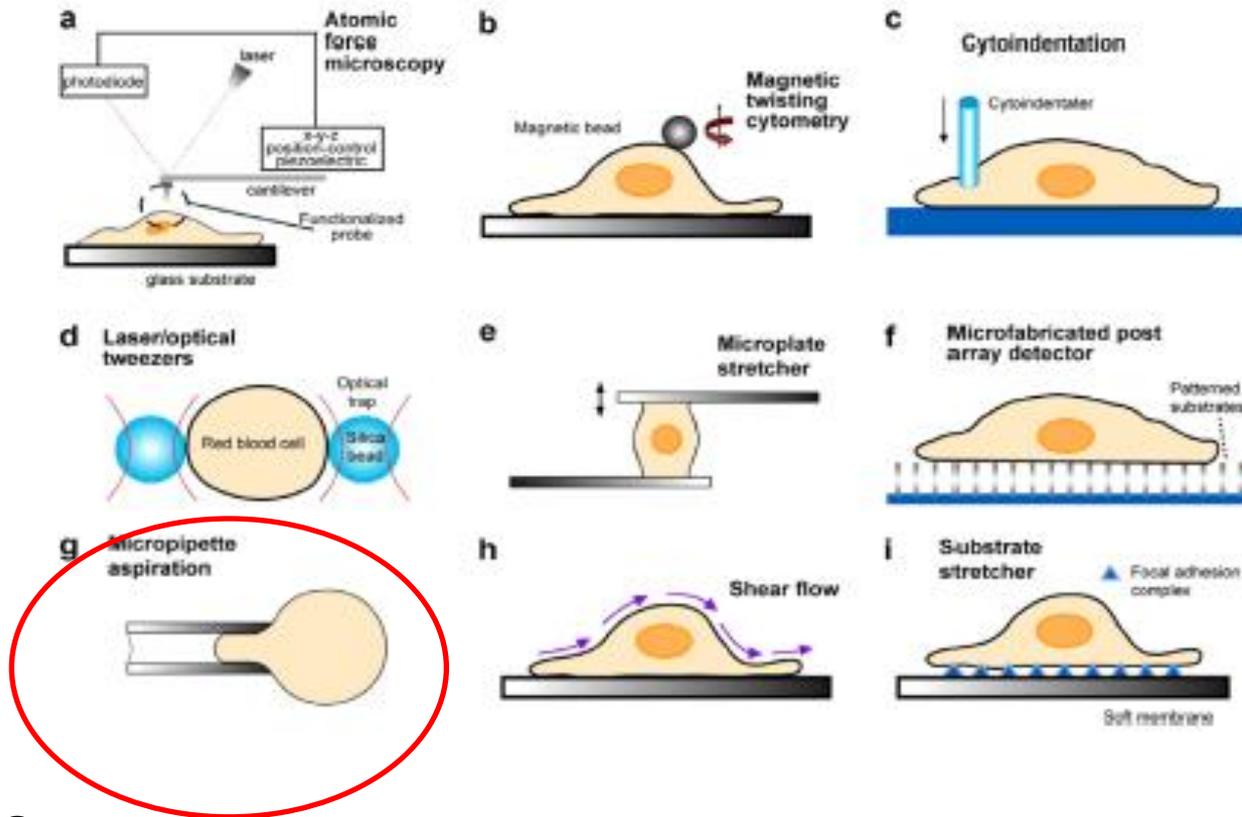
Theoretical modeling

$$\Delta W = P_{ij} u_{ij}^e(\vec{r}_c) \quad (1)$$



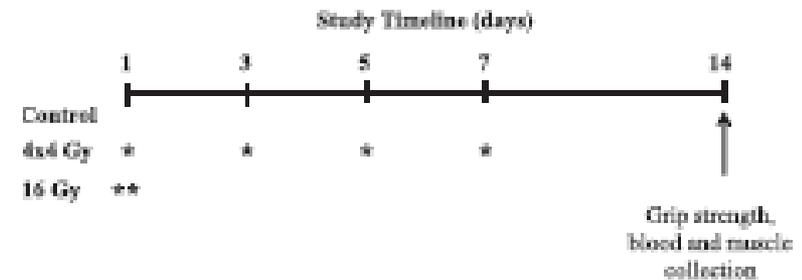
Curr Opin Biotechnol. Author manuscript; available in PMC
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31111111/>

Mecanobiología de células musculares



Protocolo

- Ratones C57Bl6J /ratas Wistar machos
- Establecer Protocolo de irradiación
- Caracterización mecanobiológica y estructural
 - .Elastimetria
 - .Histologia
 - .Tinciones
 - .Expresión de proteínas
 - .Registros mecánicos
 - .Lesiones musculares
- Modelos matemáticos



Aspiracion por micropipetas

Which parameters in the fiber have to be measured?

- 1) $P = \rho g h_{man}$ (dyna/ cm²)
- 2) Bleb's height "h" (μm)
- 3) Pipette diameter "c" (μm)

What will be calculated?

$$r = \frac{d^2}{8h} + \frac{h}{2}$$

- 3) Force $P = \frac{F}{A}$ (dyne/cm²) (5)

- 4) Superficial tension (γ)

Once h was measured and P calculated, the average surface tension, γ in dyne/cm, was calculated, as follows:

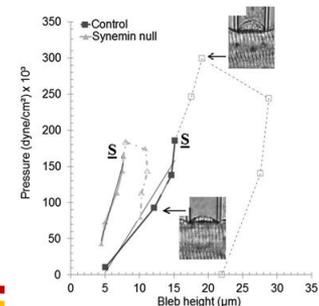
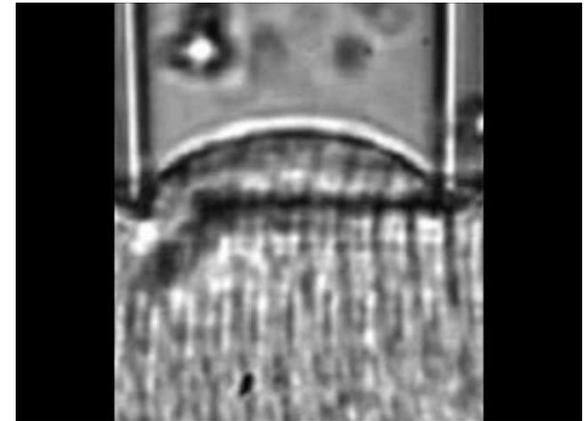
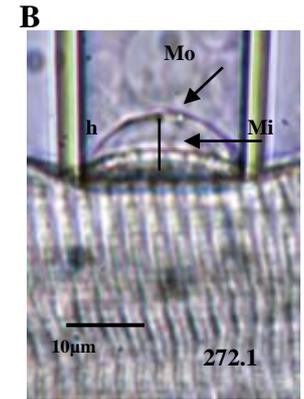
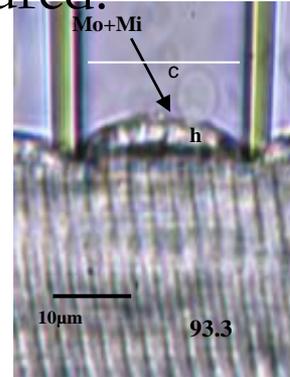
$$P = \gamma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (1)$$

$$\gamma_{i+o} = \gamma_o + \gamma_i + \gamma_c \quad (dyne/cm)$$

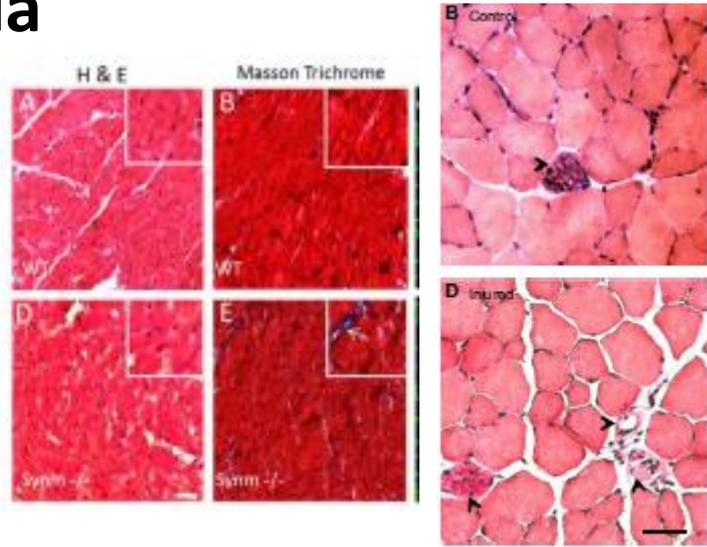
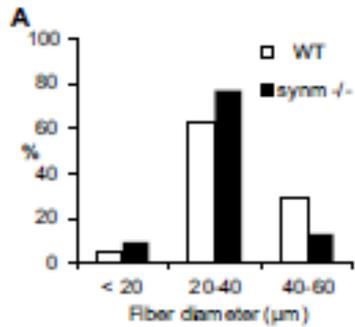
$$P = \frac{2\gamma}{\left(\frac{d^2}{8h} + \frac{h}{2} \right)} \quad (dyne/cm^2) \quad (3)$$

- 5) Stiffness (Simple Harmonic) (k)

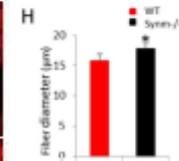
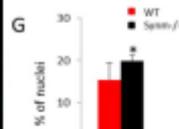
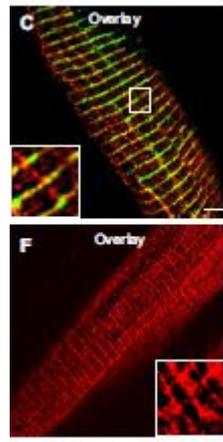
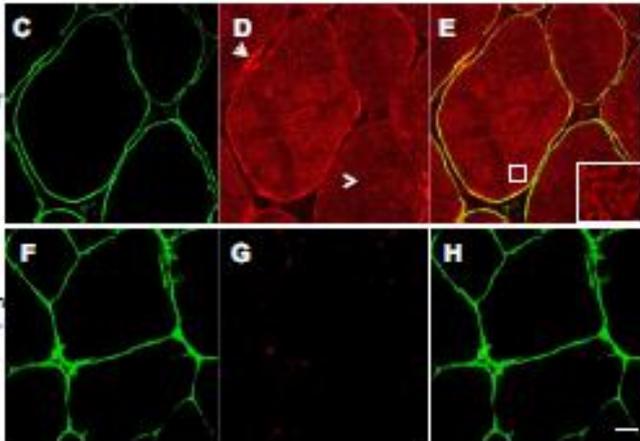
$$F = kh \quad (dyne)$$



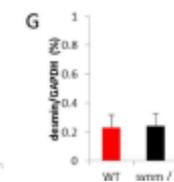
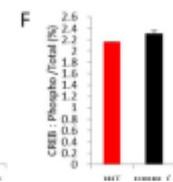
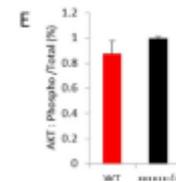
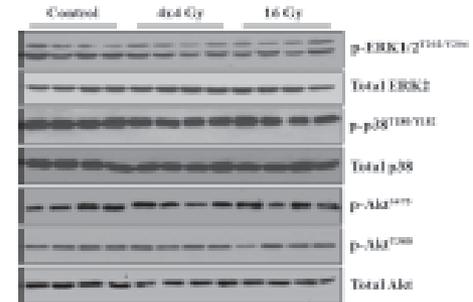
Histologia



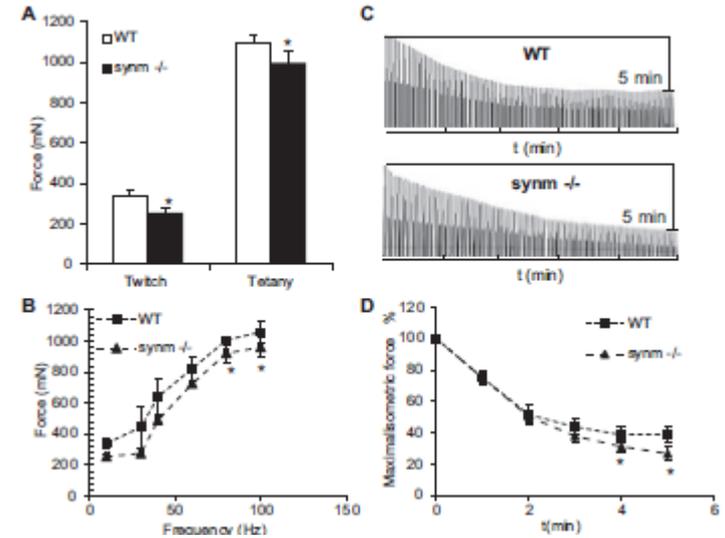
Inmunohistoquímica



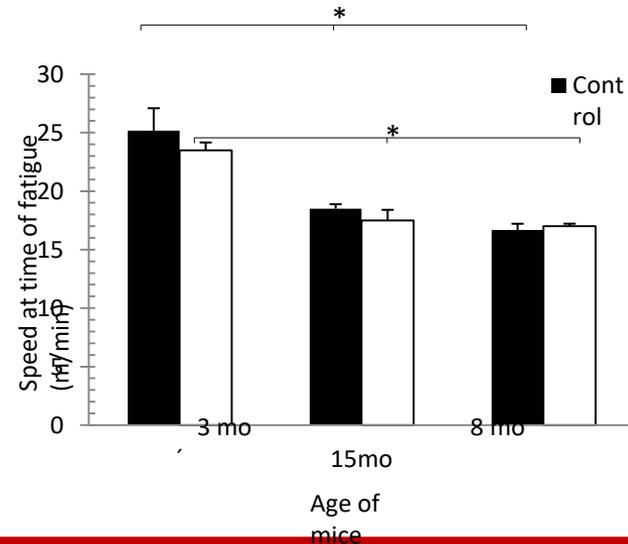
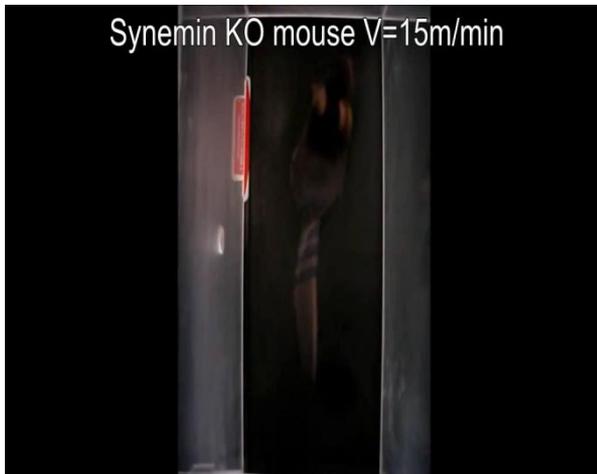
Expresión de proteína



- Medición de torca In vivo



- Esfuerzo en la caminadora



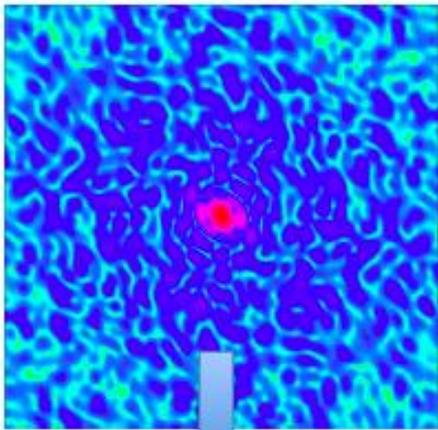
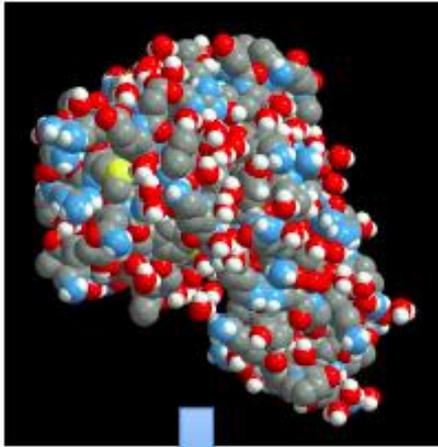
¿¿¿Interesados???

- Compromiso institucional
- Posibilidad de beca alumno regular, promedio 8.5
 - Tesis o Servicio Social

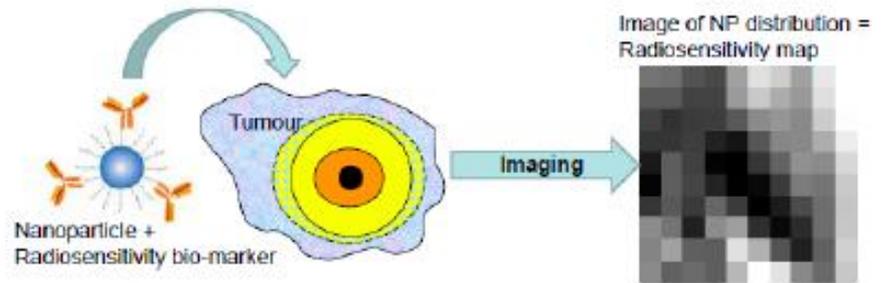
Fisica Medica en Mexico



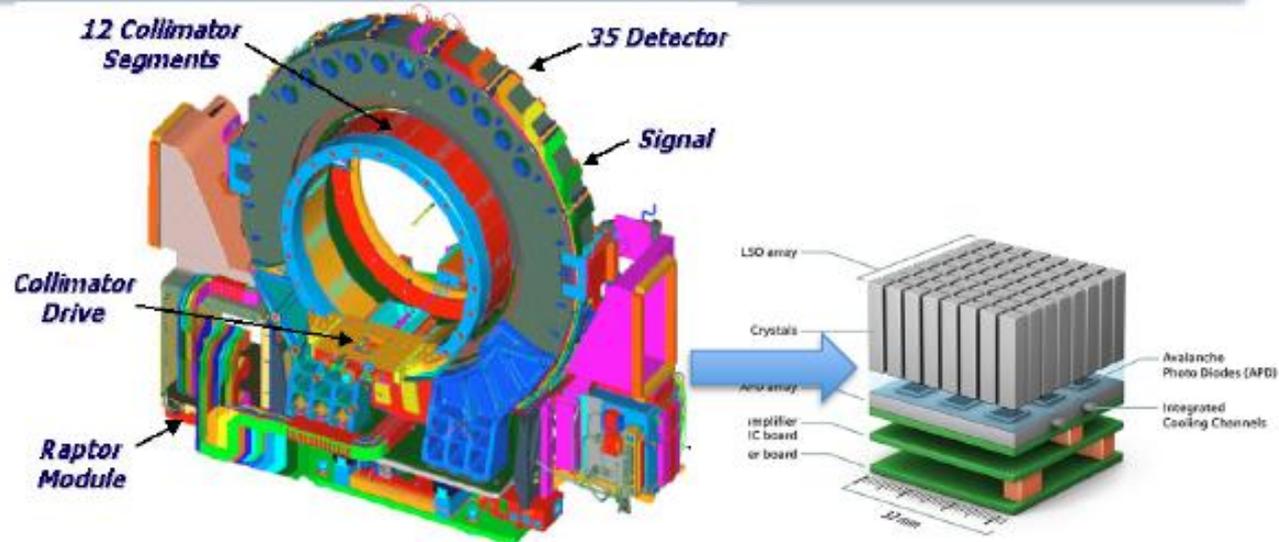
single molecule imaging



3D protein structure

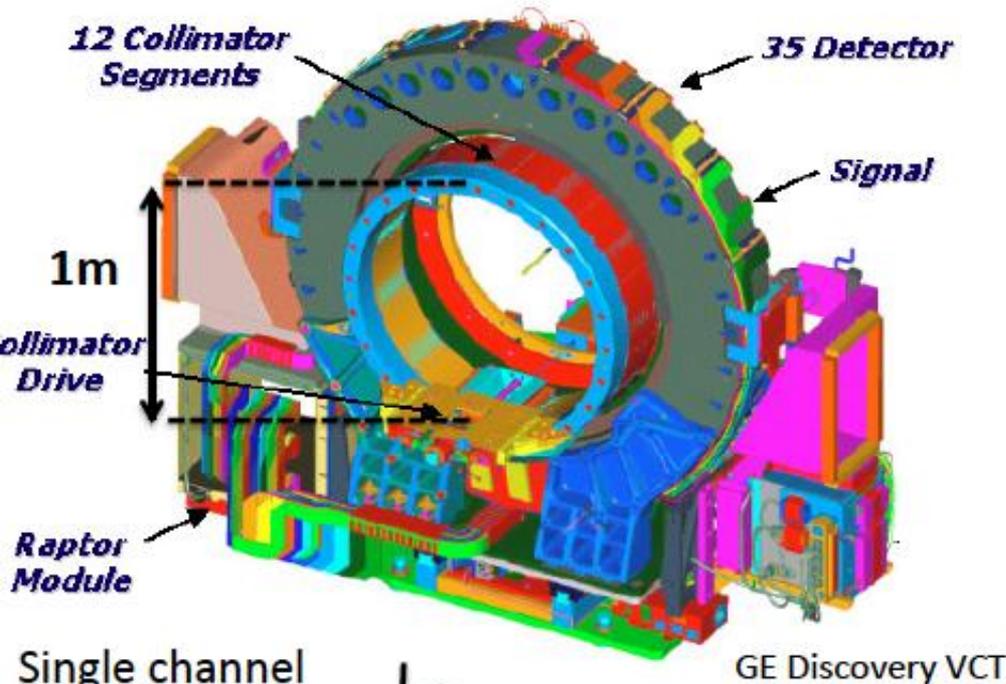


imaging of diagnostic agents not possible in-vivo



CERN-sized detector reduced to patient-size

A calorimeter for PET

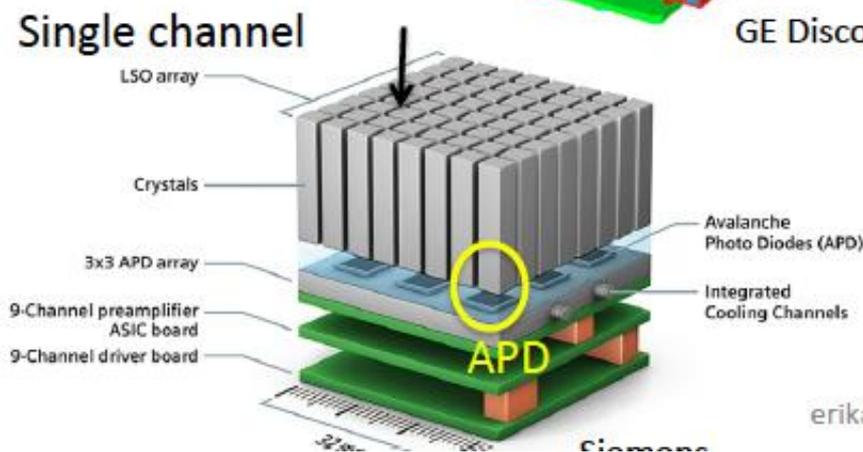


Medium detector volume:

- segmented in **single ch.** $O(100-1000)$
- For PET/MRI next to $\sim 1T$ coil + $\sim 7T$ gradient field

Single channel:

- Inorganic scintillator (crystal)
- Currently photomultiplier tubes or Avalanche PhotoDiode



Readout electronics:

- Multi-channel r/o chip
- Energy & time measurement

Number of sellable apparatus: 10^3-10^4

Conventional X-ray sources

conventional/industrial X-ray tubes

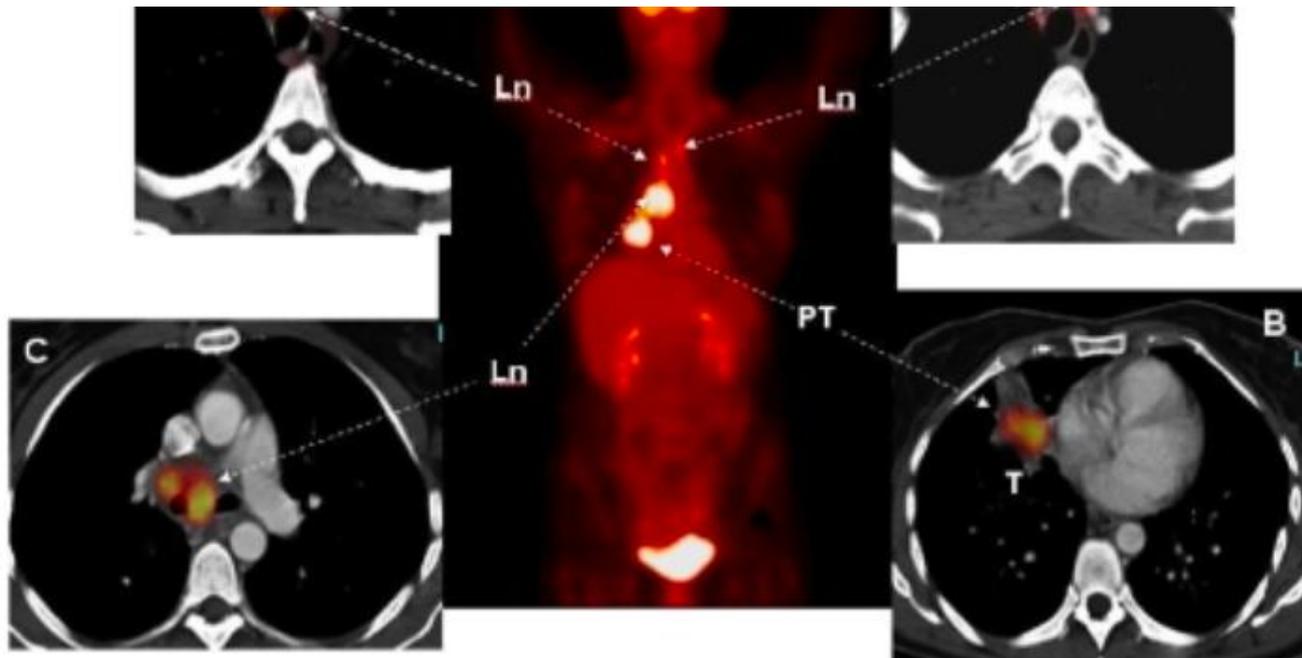


Diagnosis

Main application of medical imaging techniques in **disease diagnosis**, e.g.:

- cancer
- cardiovascular disease
- neurological disorders (e.g., Alzheimer's disease)

and in **drug development** (small animal imaging with microPET or microSPECT, microCT, microMRI, bioluminescence and fluorescence imaging systems)

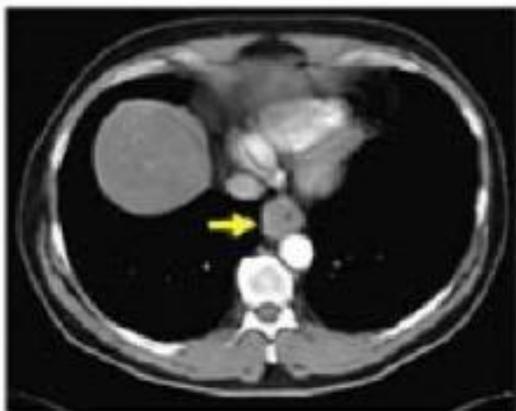


Before chemotherapy

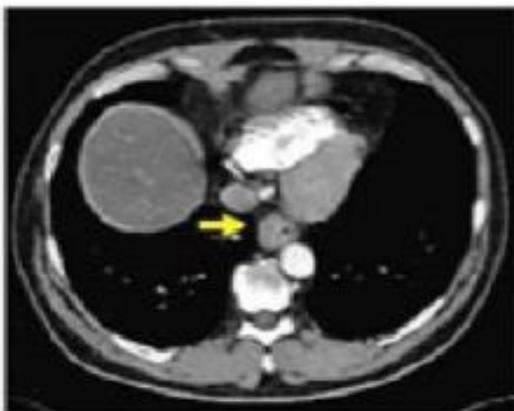
After 14 days of
chemotherapy

After 2 months of
chemotherapy

MSCT



Diameter 21mm

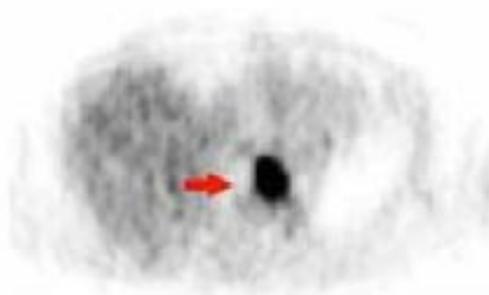


19mm

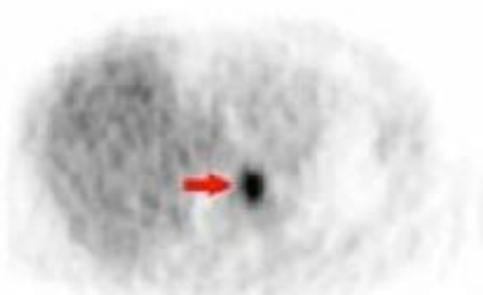


10mm

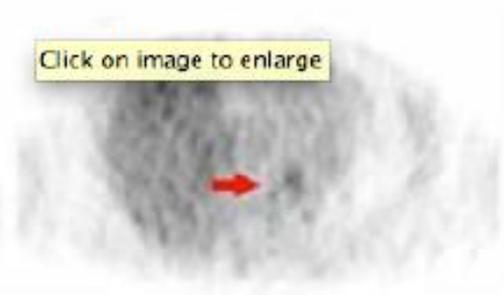
PET



SUV 16.8



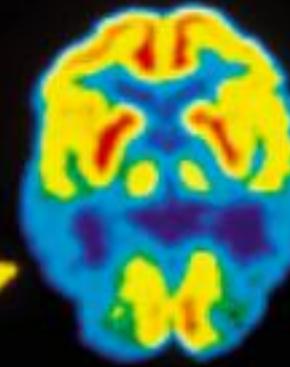
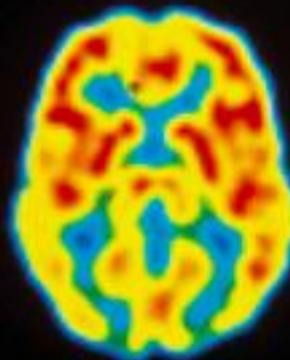
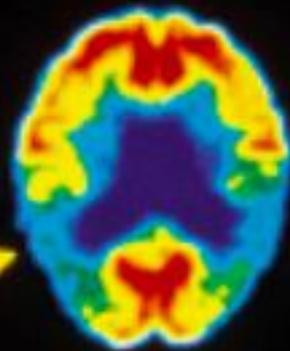
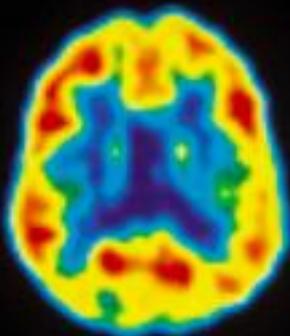
8.5



2.1

NORMAL

ALZHEIMER'S



Radiotherapy

After diagnosis some diseases like hyperthyroidism, cancer, blood disorders, etc... can be treated using radiotherapy.

Three main methods:

- Unsealed source radiotherapy
- Brachytherapy (sealed source therapy) →
- External beam: x-rays, electrons, p, n, heavy ions

- Stages in the radiotherapy process:
QA, imaging, planning, simulation,
treatment, verification, modelling outcome

Physics, engineering, imaging, technology based



"seeds" - small radioactive rods implanted directly into the tumor.

What is medical imaging?

Every non-invasive technique that allows to look **inside** the human body.

Invasive techniques **surgery, endoscopy**

Non-invasive techniques **magnetic resonance imaging, ultrasound**
projection radiography, computed tomography,
nuclear medicine → but exposure to radiation

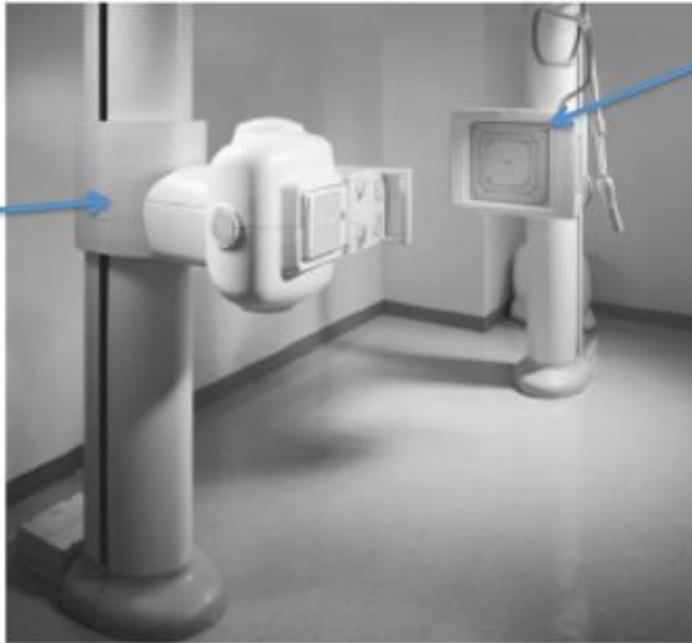
In addition see things that are not visible to the eye (blood flow, organ metabolism, receptor binding)

Projection radiography

Scintillator screen and detector (film, camera, solid-state)

X-ray tube

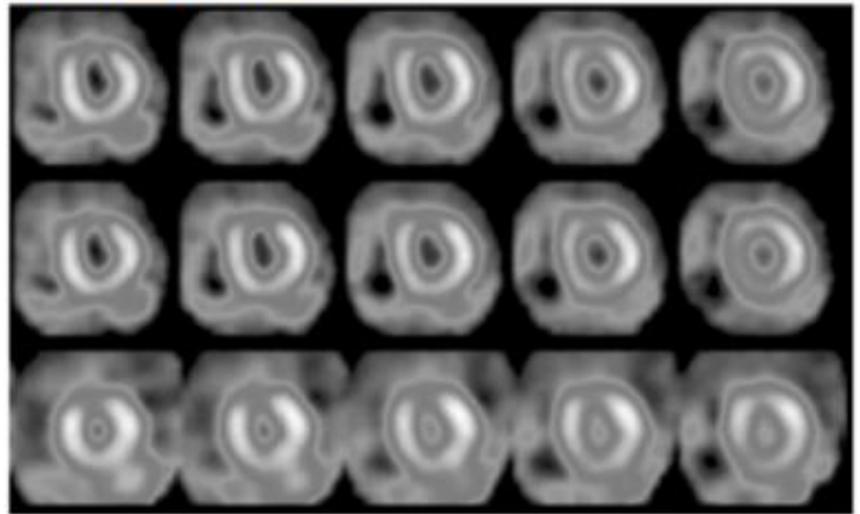
cone beam





Anger camera

Cardiac scans: the blood flows through the heart muscle



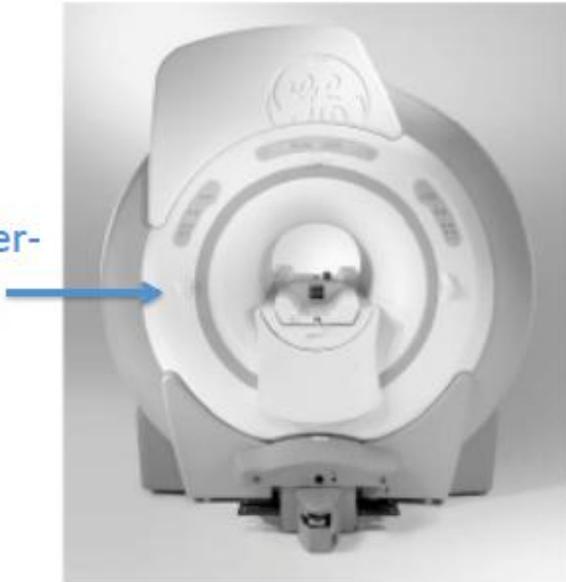
Magnetic resonance imaging

In a magnetic field protons (H) align themselves along the field lines

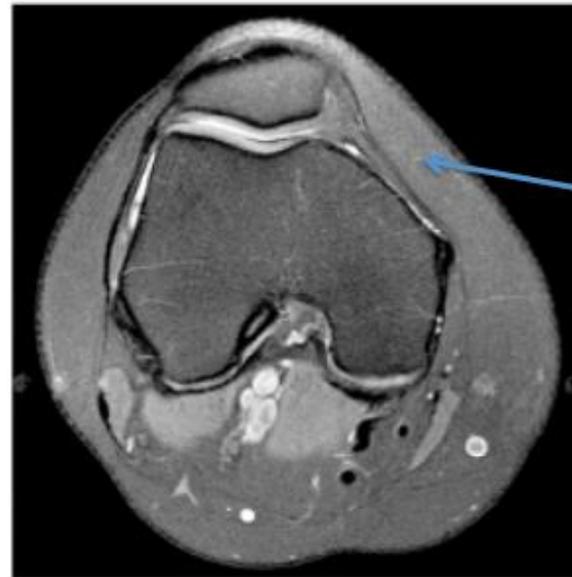
An additional gradient field can locally disturb the alignment

To reestablish the alignment protons precess and generate detectable EM-waves

2 Tesla super-
conductive
magnet



(a)



Human knee

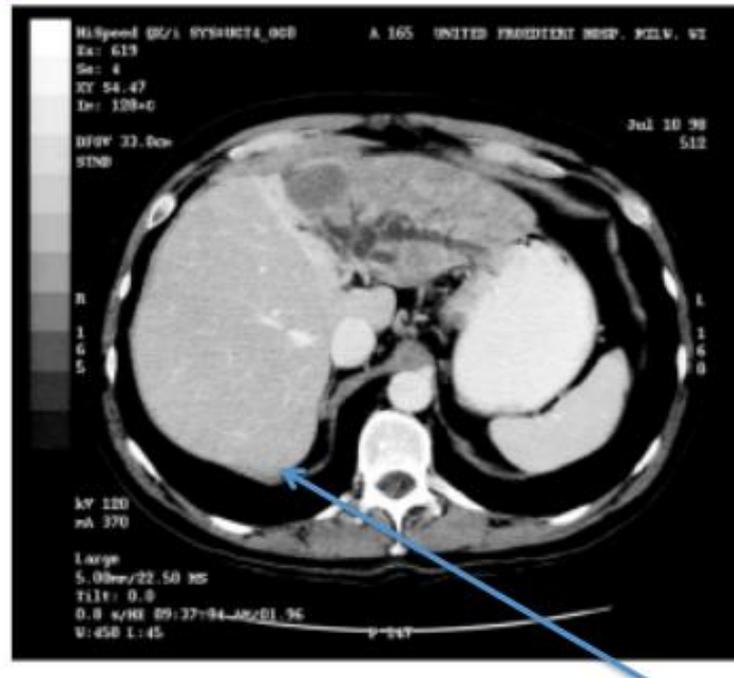
(b)

Computed tomography

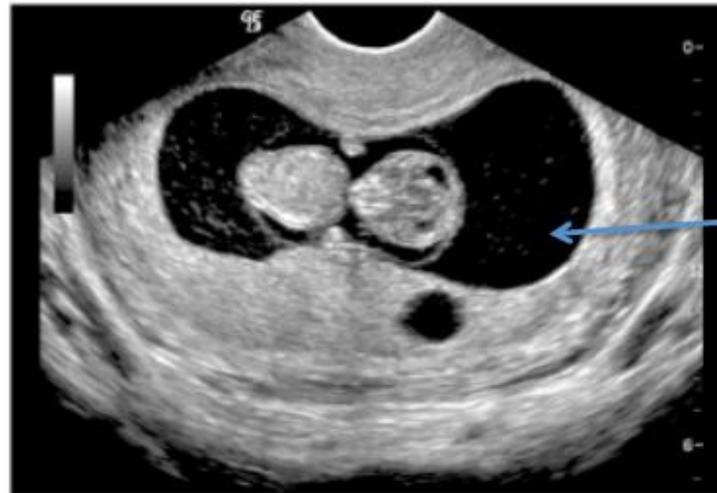
X-ray in a 2-D “fan beam” rotated around the subject

The image of one cross-section is computed from all projections (digital)

Whole body scan in less than one minute

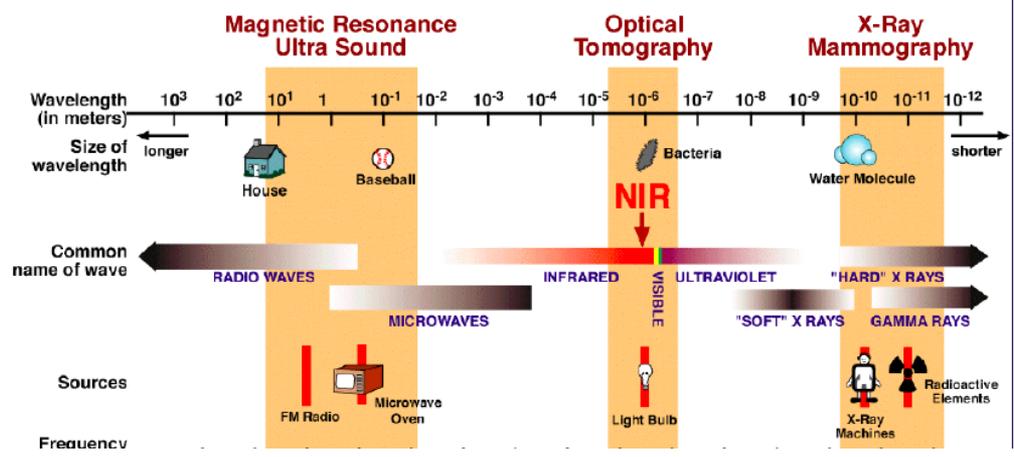


- High frequency sound are emitted into the imaged body, time and strength of the returned sound pulses are measured
- Comparative inexpensive and completely non-invasive
- Image quality is relatively poor

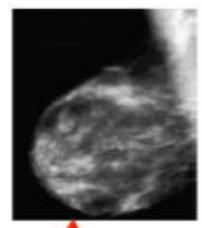


11-weeks-old
human embryo

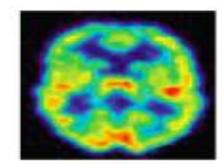
larger than 1 Å high attenuation from the body,
 shorter than 10^{-2} Å = too high energy (>1MeV) for direct detection



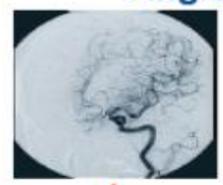
Mammography



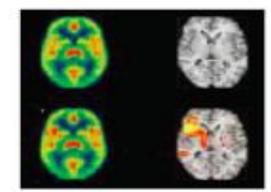
Dental imaging



Angiography



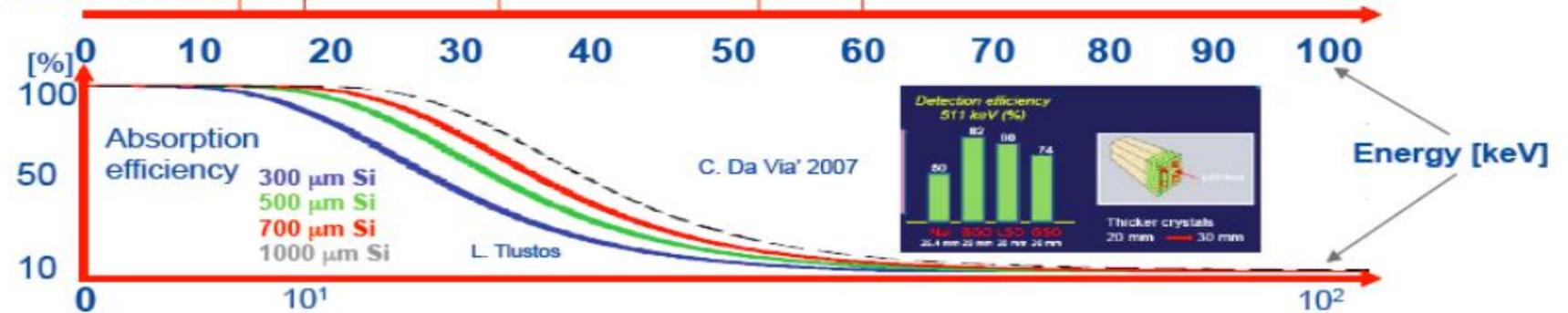
Radiology



Protein crystallography



PET SPECT



Física médica es...

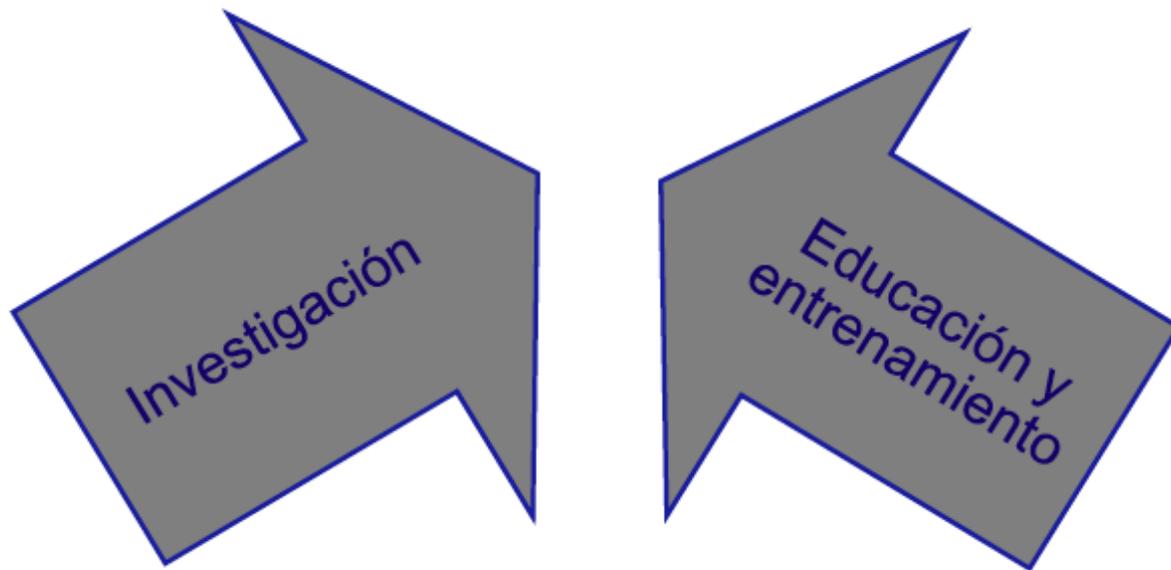
... la aplicación de los principios y técnicas de la física en la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del ser humano.

Además de su campo de acción en la investigación, física médica es una especialidad profesional, con reconocimiento de la OIT (Organización Internacional del Trabajo).

Congreso Física Biomédica (2018)



Física médica



Por qué un físico médico en un servicio de salud?

Como profesional en física, además de saber física, el físico médico posee capacidades para

- Identificar un problema y formular estrategias para su solución,
- Interpretar información nueva o no estándar,
- Realizar valoraciones sensatas ante situaciones inusuales,
- Transmitir opiniones científicas de forma clara y precisa,
- Reconocer situaciones erróneas y tomar medidas correctivas apropiadas, y
- Establecer sus limitaciones en conocimientos y habilidades.

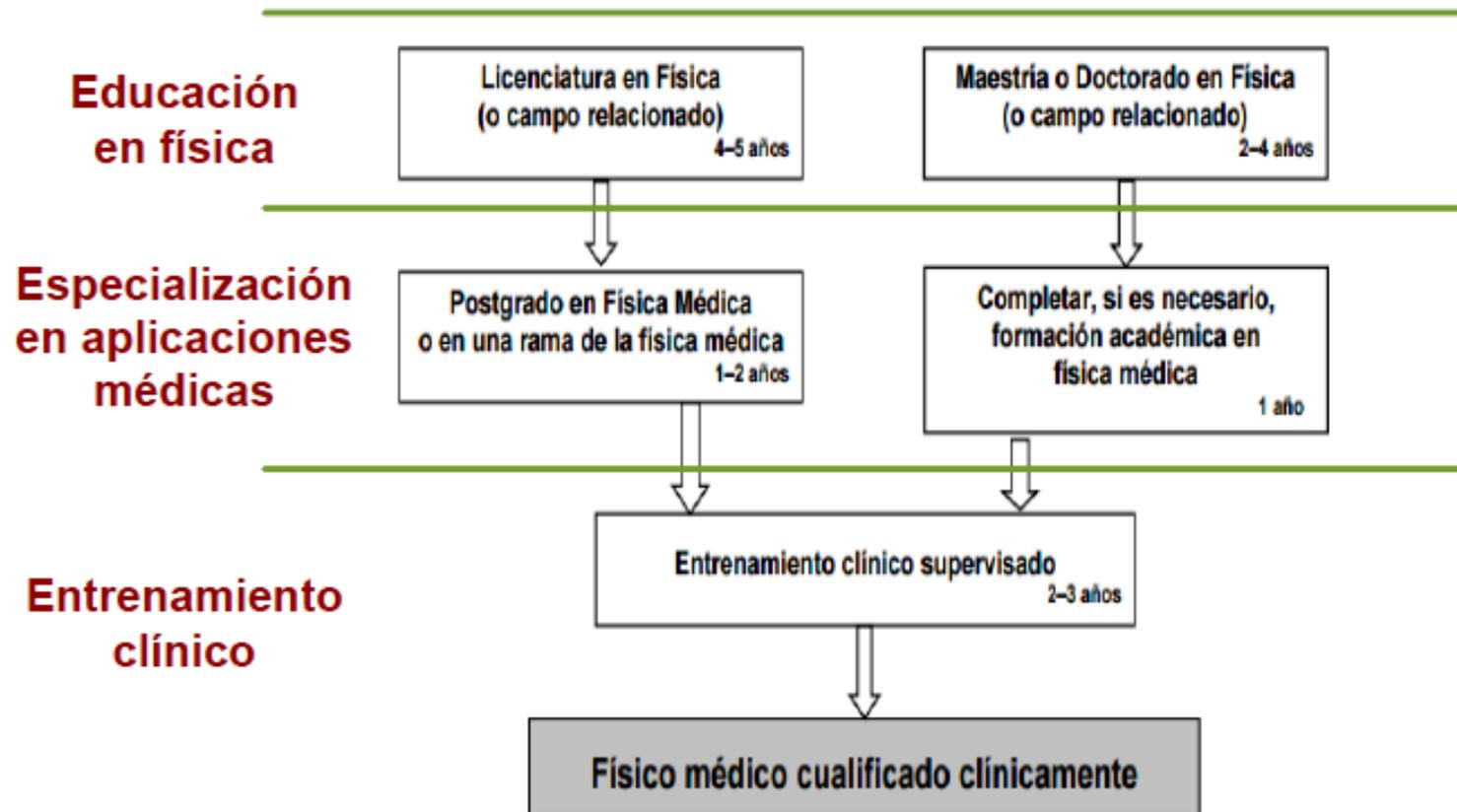
La responsabilidad esencial del físico médico en la práctica clínica es optimizar el uso de las radiaciones para producir un procedimiento diagnóstico o terapéutico de calidad.

Responsabilidades de un físico médico en un servicio de salud

Las principales funciones y responsabilidades del físico médico en el medio hospitalario se pueden dividir en las siguientes áreas de responsabilidad:

- Especificaciones técnicas de equipos y diseño de instalaciones;
- Aceptación y puesta en servicio de equipos;
- Supervisión técnica del mantenimiento;
- Garantía de calidad;
- Dosimetría física;
- Dosimetría clínica;
- Docencia e investigación;
- Protección radiológica en la exposición médica;
- Protección radiológica ocupacional y del público.

Modelo de formación para físicos médicos cualificados clínicamente (OIEA)



La Maestría en Física Médica UNAM...

... fue creada en 1997 al adecuarse los posgrados al Reglamento General de Estudios de Posgrado de 1996. Desde el inicio fue parte del Posgrado en Ciencias Físicas (PCF). Al PCF también pertenecen la Maestría y el Doctorado en Física.

El programa curricular fue estructurado por

- ME Brandan (Instituto de Física) y
- L Benítez Bribiesca (Facultad de Medicina)

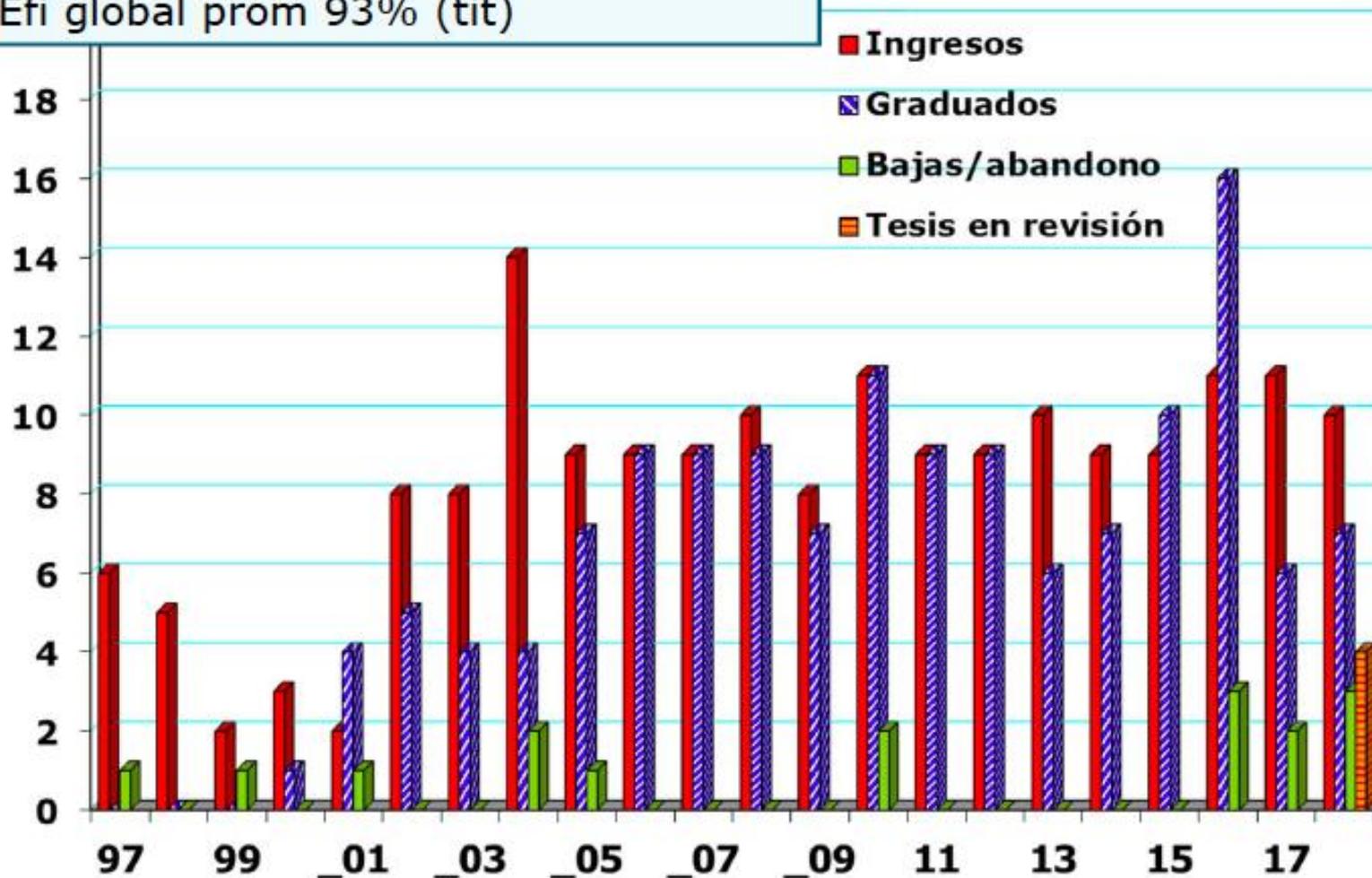
Desde 2017, la coordinación es responsabilidad de

- LA Medina (Instituto de Física)

Objetivo de la Maestría en Física Médica UNAM

Capacitar individuos que hayan concluido la carrera de física (o afines) para desarrollar de manera creativa las labores de un físico médico en el medio clínico y/o iniciar investigación en física médica.

182 ingresos (63 M), 16 bajas
 140 titulaciones
 4 tesis en etapa final, 4 en revisión
 18 alumnos regulares
 Efi gener prom 42% (tit \leq 2.5 años)
 Efi global prom 93% (tit)



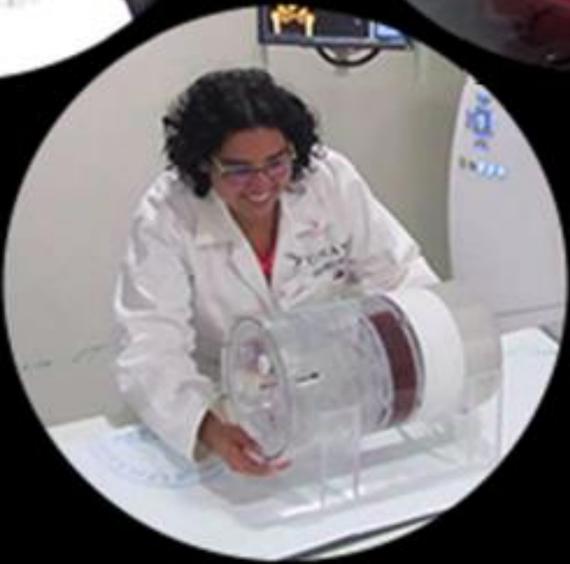
Estructura curricular (78 cr y tesis)

Primavera	Otoño
	Introducción a las Ciencias Médicas Biología Celular Física de Radiaciones y Dosimetría Instrumentación Científica y Señales 30 créditos
Física en Medicina Protección Radiológica Radiobiología Materia optativa 30-32 créditos (15% tesis)	Residencia Hospitalaria Seminario de Investigación I 14 créditos (40% tesis)
Seminario de Investigación II 4 créditos (100% tesis)	

Áreas del conocimiento que conforman la MFM

- Imagen y dosis en radioterapia, radiología y medicina nuclear (60% de los graduados)
- Procesamiento de imagen y estudios de patologías por resonancia magnética (16%)
- Biofísica, radiobiología y modelos matemáticos en biología y medicina (17%)
- Óptica, láseres, ultrasonido y ondas de choque en medicina (7%)

30 Tutores y 15 Asesores Profesionales están asociados al programa. Los tutores dirigen las tesis, los asesores participan en los Comités Tutor. Ambos tipos de tutor participan en el sínodo de las defensas de grado.



Los egresados se dedican a...

Trabajo clínico	55%
Doctorándose	10%
Investigación	10%
Actividades relacionadas	13%
Actividades no-relacionadas	7%



20 graduados se han doctorado y trabajan en instituciones académicas o en hospitales.
14 de ellos están en México.

Maestría en Ciencias (Física Médica)



Posgrado en Ciencias Físicas, UNAM

Inicio



Académico



Seminarios



Graduados



Contacto



Bienvenido

Ésta es la página del Posgrado en Física Médica de la UNAM

Noticias

Laboratorio de ultrasonido médico, reportaje en La Crónica (12 de marzo 2018) [más...](#)

Son 200 los graduados de maestrías mexicanas en Física Médica (12 de octubre 2017) [más...](#)

Se reanudan actividades académicas después del sismo del martes 19 de septiembre (noticia del lunes 25 de septiembre) [más...](#)

Se crea empresa a partir de trabajo de tesis en Física Médica (Mayo 2017) [más...](#)



www.fisica.unam.mx/fismed

Salir del sistema

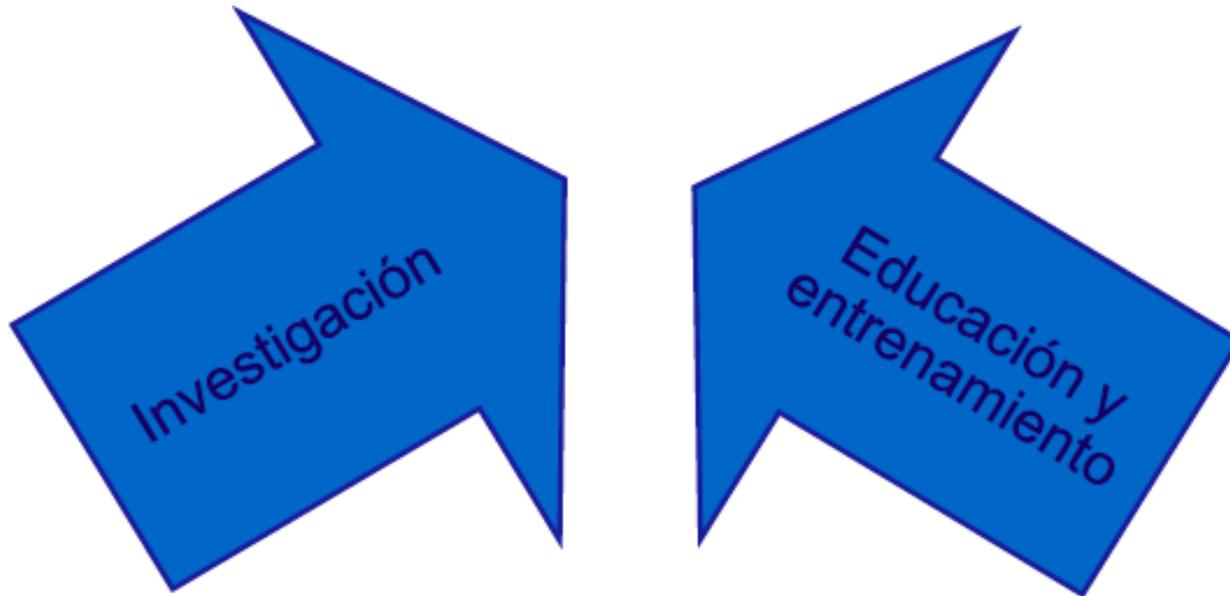
Factores importantes para el éxito del programa UNAM

- Aspectos curriculares
 - Los contenidos curriculares se han ido adaptando (2003, 2009, 2019) a las recomendaciones internacionales y la demanda local.
 - Se ha ampliado el cuerpo docente, dentro de lo posible.
 - Varios de los graduados se han incorporado al cuerpo docente y a los Comités Tutor.
- Estudiantes
 - En la admisión, examen escrito y oral de Física es el elemento decisivo. Mismo examen que los posgrados en Física.
 - Buena preparación (y actitud) de los estudiantes.
 - Dedicación de tiempo completo (becas CONACYT, PNPC)
 - Se fomenta la graduación oportuna.

Factores importantes para el éxito del programa UNAM...

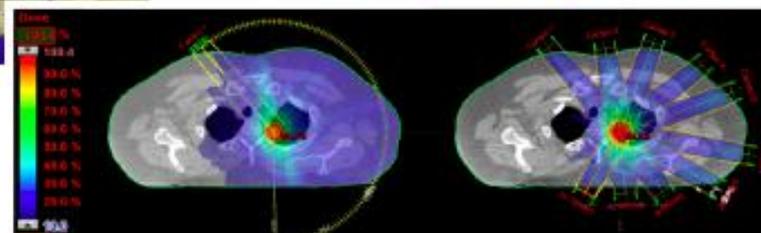
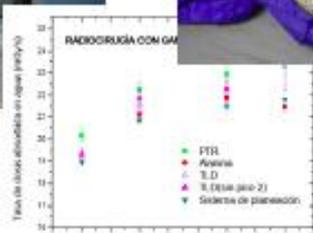
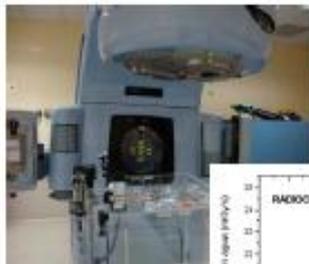
- Tutores
 - Calidad académica, interés, entusiasmo y generosidad
 - El programa ayuda y fomenta la investigación interdisciplinaria
 - Si el programa es bien evaluado (“acreditación”), todos ganamos
- Graduados
 - El vínculo con el programa ayuda a todos: “educación continua” de los graduados y participación en la MFM (como instructores y luego, asesores profesionales y tutores)
- Profesión
 - Un programa exitoso y respetado puede ser importante para mejorar el estatus de la profesión. Para esto, la investigación es importante.

Física médica



La investigación en física médica se ha fortalecido por los programas de posgrado

- **UNAM:** Instituto de Física, Instituto de Ciencias Nucleares, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Facultad de Medicina, Facultad de Ciencias, Instituto de Neurobiología (Juriquilla).
- UAEMéx (Toluca), BUAP (Puebla), ININ (Edo de Méx), UAM-Iztapalapa y -Xochimilco, UAZ (Zacatecas), INAOE (Tonantzintla), Cinvestav- Zacatenco y –MTY, UG-León.
- Institutos Nacionales de Salud: Neurología, Cancerología, Cardiología, Nutrición, Hospital Infantil de México Dr.



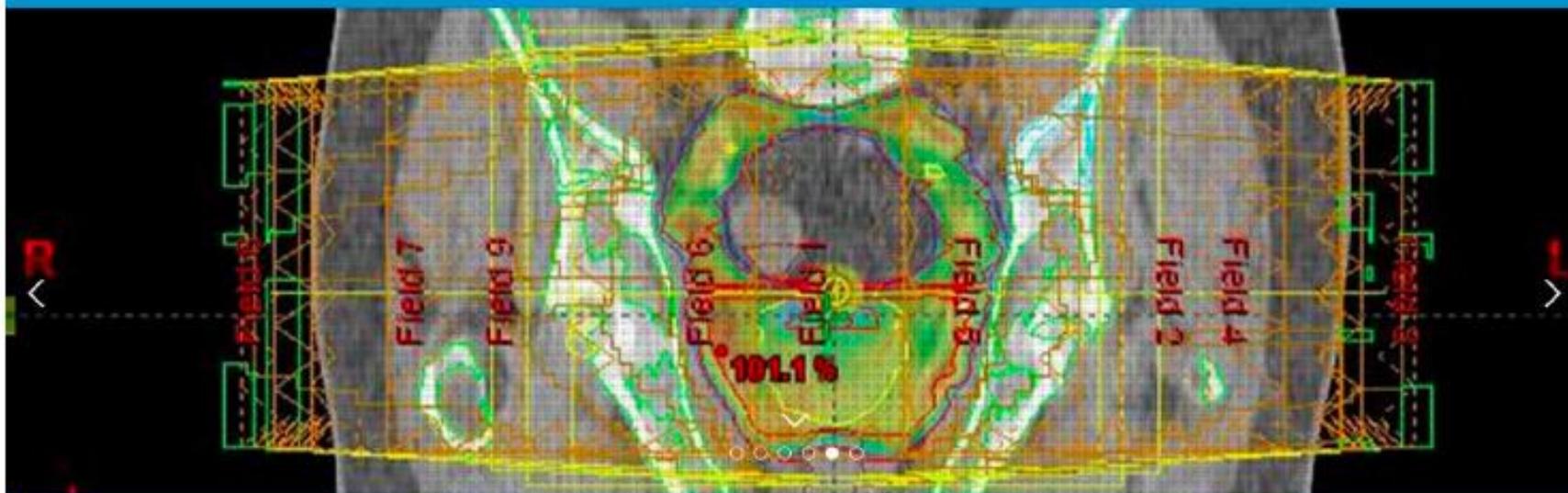
Situación profesional en México

- Dos Maestrías en Ciencias (Física Médica)
 - Universidad Autónoma del Estado de México (Toluca)
 - 70+ graduados
 - Universidad Nacional Autónoma de México (CdMx)
 - 140 graduados
- Total de Físicos Médicos Clínicos en México
 - Unos 180
 - El 55% de los graduados de maestrías trabajan en clínica, el 60% de la fuerza laboral (los más jóvenes?) cuentan con un postgrado
- El reto actual son las residencias clínicas
 - Las (pocas) que existen no corresponden con los lineamientos: Deberían ser de nivel post-maestría, de al menos un año, y deberían apegarse a un plan de trabajo y evaluación rigurosos. (Estamos trabajando en esto...)

FÍSICA MÉDICA

RED TEMÁTICA EN FÍSICA MÉDICA

[Inicio](#) [Quiénes Somos](#) [Áreas de Investigación](#) [Convocatorias](#) [Publicaciones](#) [Noticias](#) [Contacto](#)



Sobre la Red de Física Médica

Red Temática Física Médica

fisicamedica.mx