

Jornada Científica de Actualización en Medicina Nuclear

Eduardo Galiano Riveros, Ph.D.

- Director, Autoridad Reguladora Radiológica y Nuclear (ARRN)
- Prof. Emerito, Laurentian University, Canada
- Profesor, FACEN – UNA
- Miembro Fundador y Ex-Presidente, Sociedad Paraguaya de Física Medica (SPFM)

- International Conference on Hybrid Imaging (IPET 2024), 7-11 Octubre, Viena, Austria.





- Congreso Mundial de Medicina Nuclear.
- 600 asistentes en persona, 1400 remotos.
- Representando a 186 paises.

- E. Hoffman, UTMD Anderson Cancer Center, Houston, TX.
- Ca de Mama y Prostata

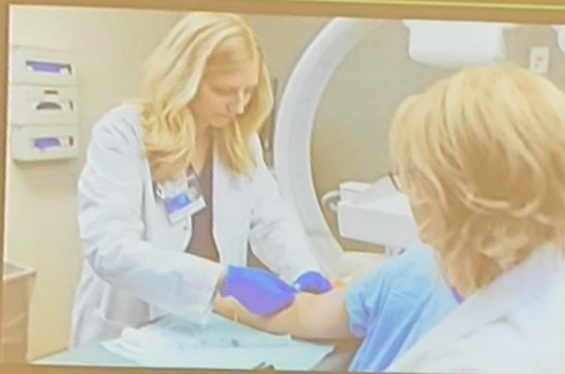
Breast cancer

- The most common site of cancer in women and one of the leading mortality causes; it is estimated that in 2025 almost 2.5 million women worldwide will get BCA and around 768.000 will die (**Global Cancer Statistics 2020**)

No effective primary prevention, but secondary prevention is important; **Mammography** is the most effective screening method in asymptomatic women >40 yo; Countries with effective screening programs for decades have the lowest mortality rates inspite of increasing incidence.

- El valor de la Mamocentellografia (MBI) con Tc-99m Sestamibi.

Today's MBI procedure



- Injected dose – 150 - 300 MBq
- Imaging begins 2-3 minutes post-injection

- Patient seated
- Light breast compression
- CC and MLO views of each breast
- 20 - 40 min total exam time
- Watch TV, listen to music



12:22

- Mamocentellografia (MBI) en Ca Mama Oculto.

Case 2: Mammographically Occult Invasive Lobular Carcinoma



Mammogram 2 years prior



Current mammogram



MBI

Grade III Invasive Lobular Carcinoma, 3.6 cm

- Plantea por primera vez la posibilidad de “curar” enfermedad avanzada (Estadio IV, mets multiple).



Hot Topic

F. Miglietta et al. Cancer Treatment Reviews 110 (2022) 102462



IAEA
International Atomic Energy Agency

Oligometastatic breast cancer: Dissecting the clinical and biological uniqueness of this emerging entity. Can we pursue curability?

Definition of Oligometastasis



Up to 5 lesions



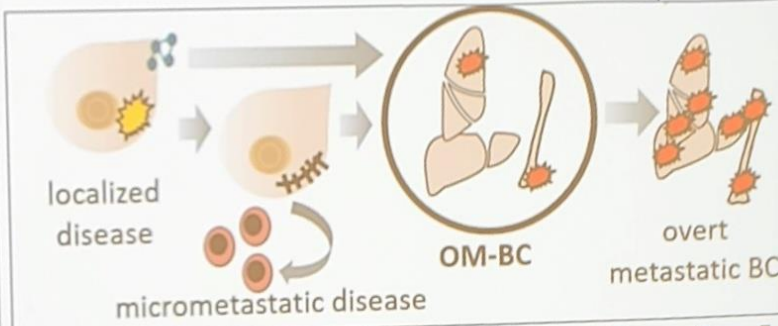
Not necessarily in the same site/organ



All potentially amenable to ablative treatment

INTERMEDIATE STATE

between a localised tumor and widespread disease



localized disease → micrometastatic disease → OM-BC → overt metastatic BC

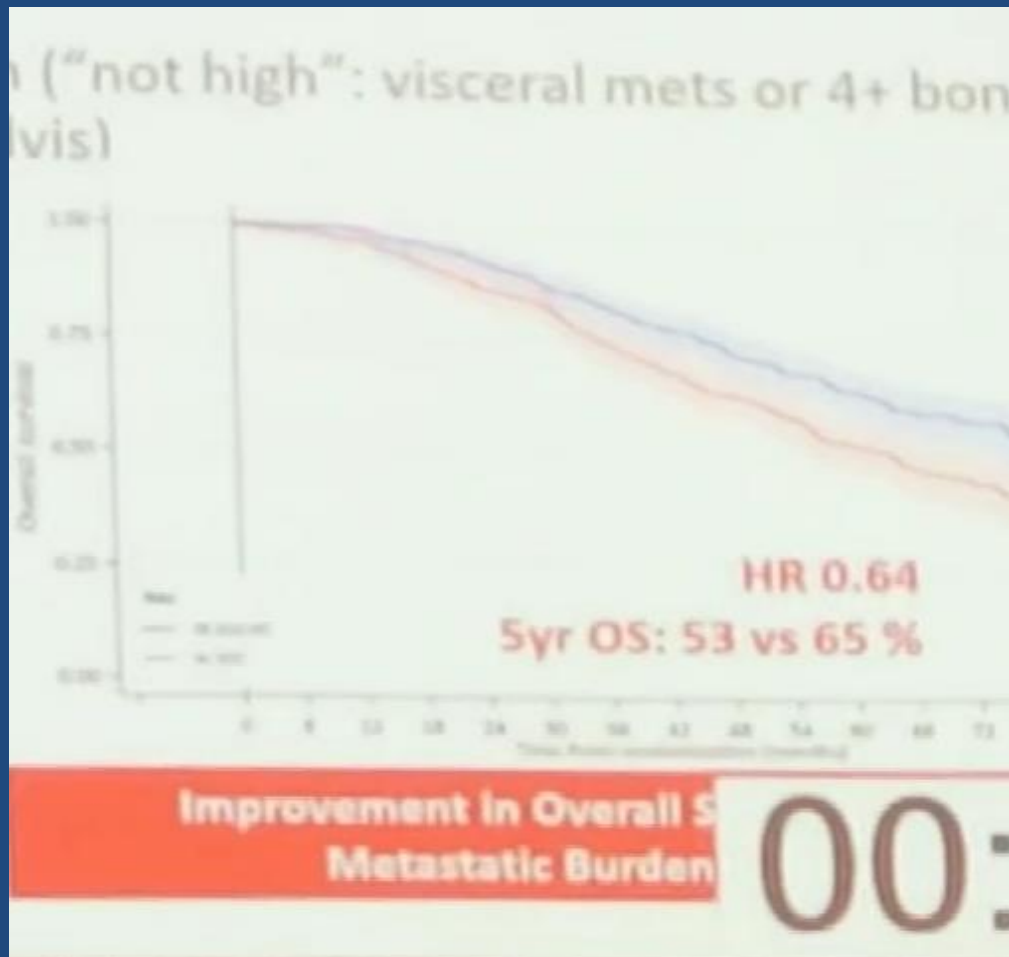
Diagnosis of OMD is based predominantly on imaging

04:11

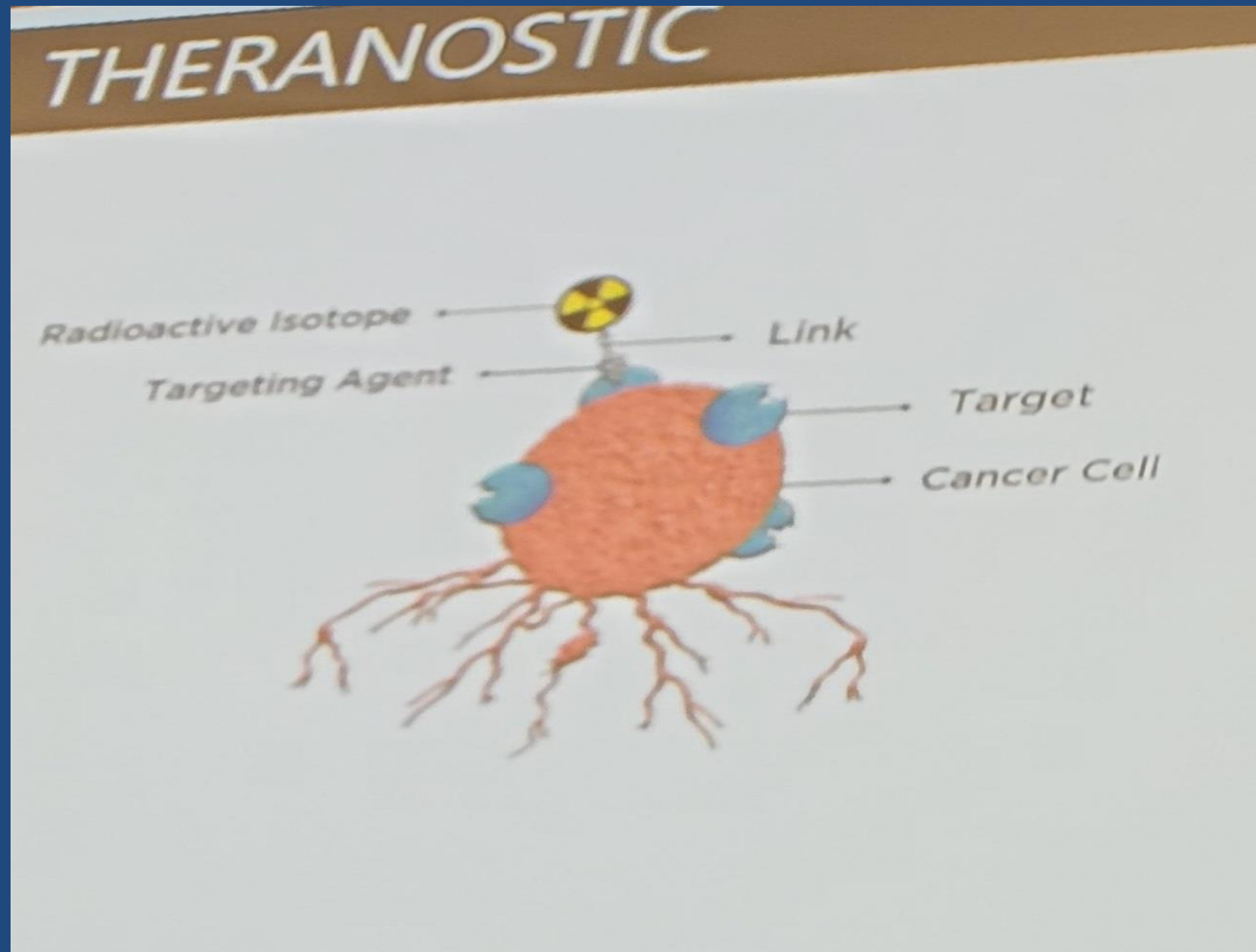
IPET 2024

Ca de Prostata

- Mejor sobrevida en prostata con mets (Estadio IV) si es oligometastasico.
- Es decir, ya no toda enfermedad avanzada tiene la misma sobrevida, hay diferencias.



- S. Fanti - Bologna, Italia
- Repaso del concepto de Teranosticos (Diagnostico + radioimmunoterapia).
- Interaccion antígeno/anticuerpo.

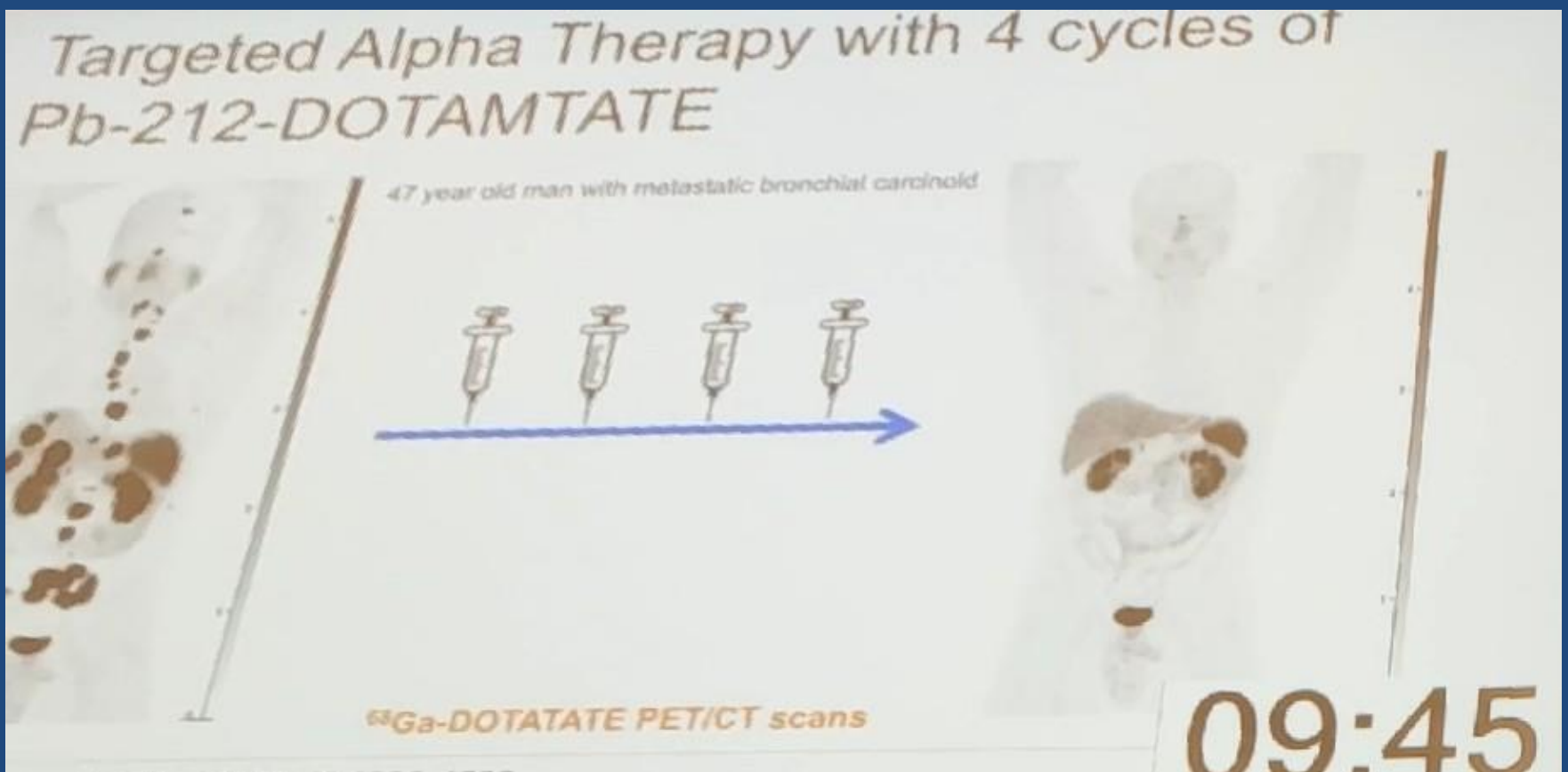


- Repaso del agente Lu-177/PSMA.
- Enzalutamida + Lu-177/PSMA aumenta expresion de PSMA en celulas malignas, y por tanto la eficacia clinica del agente.
- Lu-177 $t_{1/2} = 6.6$ d, γ 's entre 71 – 300 keV para imagenes.
- $E_{\beta} \approx 500$ keV rango ≈ 1 mm para tratamiento.

J. Prior – Lausanne, Suiza

- Concepto de emisores α/γ para Teranosticos
- De gran promesa en tumores neuroendocrinos (pancreas, intestinos, pulmon, pituitaria, suprarrenales, paratiroides, etc).
- Rango de 1 μm , es decir un diametro celular, altisimo LET.
- Esto resulta en mejor eficacia clinica con menor morbilidad comparado a emisores β .
- Ac-225, Pb-212 y Bi-213

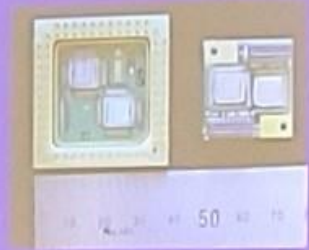
- Presenta experiencia inicial alentadora con Pb-212/DOTAMTATE en pulmon.



- M. O'Connor, Mayo Clinic, Minnesota, EEUU
- Detectores compactos de Cadmio-Zinc-Telurio (CZT) para mamocentello.

CZT Detector (Cadmium Zinc Telluride)

- Dense material = 5.8 gm/cm^3
 - Comparable to BGO
- Energy resolution: 4%-6 %
- Pixel size 2.5 or 1.6 mm
- Can be operated at room temp
- 1st generation CZT modules: 5 mm
 - Useful energy range < 200 keV
- 2nd generation CZT modules: 7.3 mm
 - Useful energy range < 300 keV



- Nueva generacion de mamocamaras basadas en detectores CZT.
- Reporta que Tc-99m/Sestamibi es mas sensible que mamografia convencional para deteccion de cancer, reforzando la tesis de E. Hoffman (MD Anderson).
- 5 - 10 mCi (180 – 370 MBq) de Tc-99m/Sestamibi.
- Dosis Efectiva ~ 30 mrem (0.3 mSv).
- Dosis de Fondo en Paraguay ≈ 300 mrem/ano (3 mSv).

Breast Imaging



SmartBreast
2 CZT Detectors
20 cm x 20 cm FOV; 2.5 mm pixel size
5% energy resolution



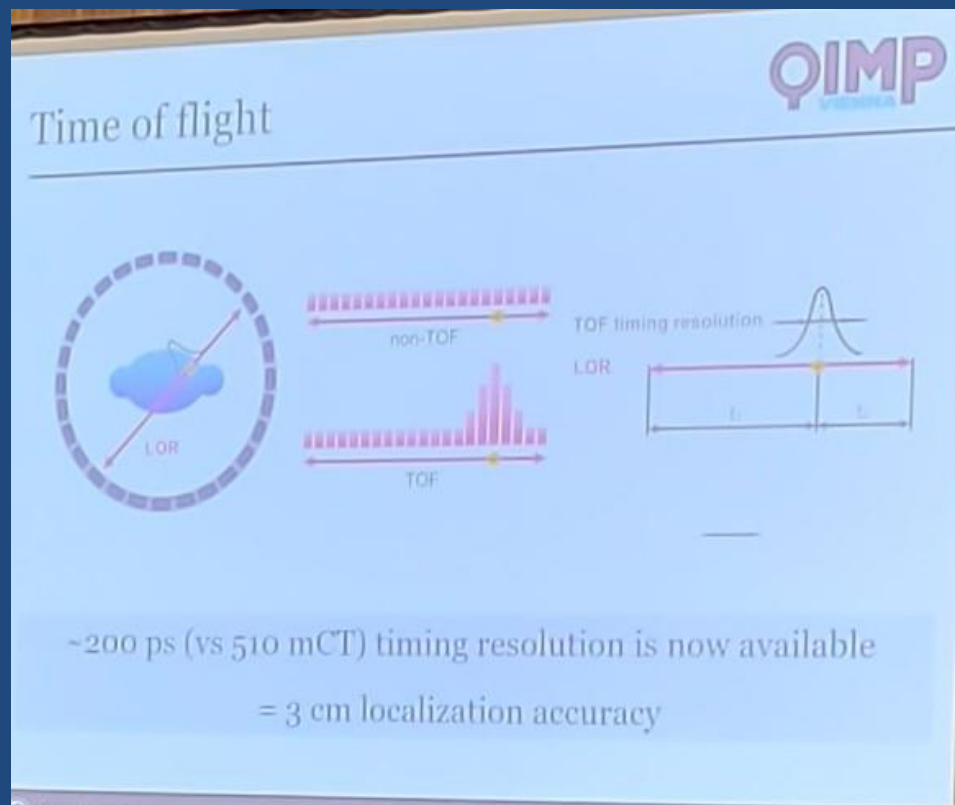
CMR Molecular Imaging - Lumagem
2 CZT Detectors
16 cm x 20 cm FOV; 1.6 mm pixel size
3.5% energy resolution

- P. Mathevet, Lausanne, Suiza.
- Ca de Ovario, PET/CT vs. CT solo, resulta en “Upstaging” en 32% de los casos.
- O sea, PET/CT es superior a CT como metodo de estadificacion inicial.

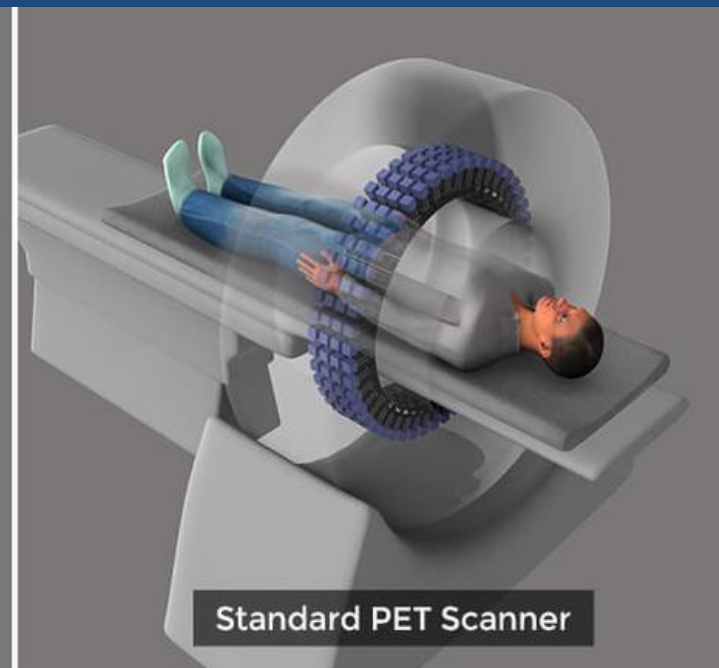
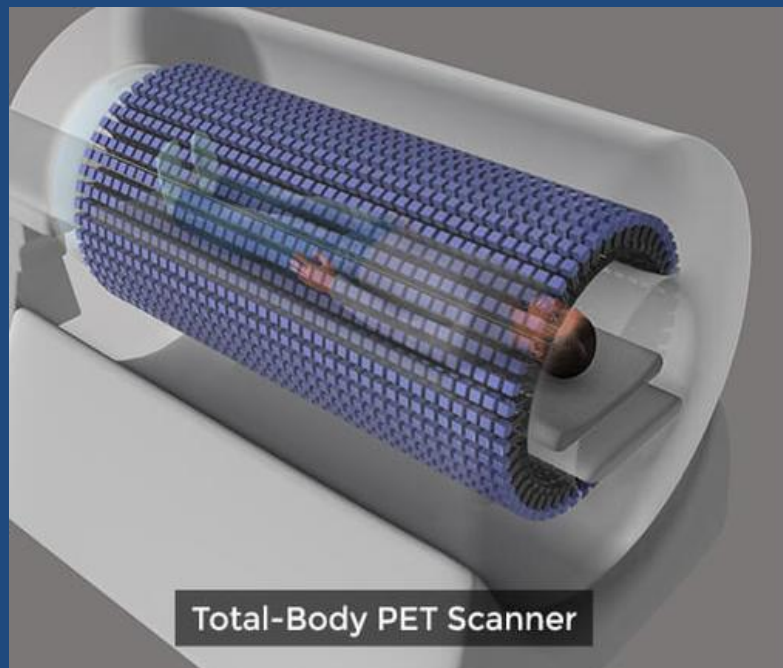
Results of preliminary study in ovarian cancer

- 34 cases of advanced ovarian cancer at CHUV.
- Comparison of PET-Ct to Ct.
- Up-staging = 32% (11/34).
- Mainly (91%) related to metastatic lymph-nodes.
- But only 2 (6%) surgical modifications (lymph-node dissection added).

- I. Rausch, Vienna, Austria.
- Fotodiodos Avalancha para aplicaciones en PET/MR, donde el uso de fotomultiplicadores no es practico debido a fuerza de Lorentz.
- Son mas rapidos que fotomultiplicadores, (pico vs nanoseg) haciendo posible TOF real.
- Resolucion Espacial: $\Delta x = c\Delta t/2$



- PET de Cuerpo Entero (WB PET).
- Menor dosis al paciente debido a geometria, importante en estudios pediatricos.
- Mantener dosis con reduccion de tiempo de adquisicion. Importante en clinicas de alto volumen!
- Estudios dinamicos a nivel sistemico.
- Permite obtener imagenes retardadas (varias horas) debido a mayor sensibilidad!



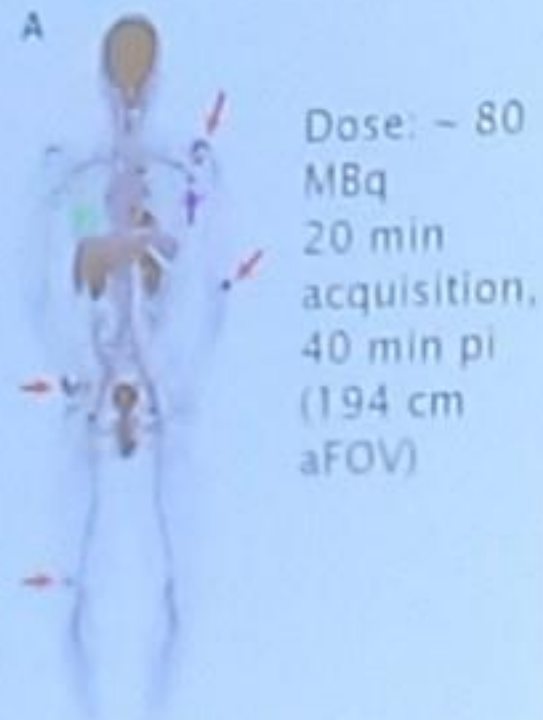
TB PET: Ultra-fast and or Ultra low dose

Schmidt et al. 2023, ZMP



Dose: 2 MBq/kg (106cm aFOV)

Abdelhafez et al. 2022, JNM



Fast imaging or low-dose is possible – but fast and low is still tricky

- M. Ghesani, Mt. Sinai, NY
- Ca Pulmon, estadísticas generales (Mundial).

Lung Carcinoma

- Lung cancer is the leading cause of global cancer incidence and mortality, accounting for an estimated 2 million diagnoses and 1.8 million deaths
- The second most common cancer diagnosis in men and women (after prostate and breast cancer, respectively)
- With increasing access to tobacco and industrialization in developing nations, lung cancer incidence is rising globally
- The average age of diagnosis is 70 years old

- Senalo la superioridad de PET/CT c/r a CT en la deteccion de metastasis (10%), a menor dosis.

PET/CT in the Lung Ca: Detection of Metastatic Disease

- Unlike CT, the entire body can be imaged in a single study without incremental radiation exposure.
- At least 10% of patients are found to have metastatic disease when CT does not show it*.

*Bury et al; Eur J Nucl Med 23:204-206

*Lewis et al; Lancet 344:1265-1266

- R. Baum, Wiesbaden, Alemania (Teranosticos)
- Primer y quizas mas efectivo agente Teranostico, I-131.

"Effective therapy cures"

Lung metastases of differentiated thyroid carcinoma

First radioiodine therapy of thyroid cancer at Zentralklinik Bad Berka (1999).

The patient is alive 25 years later, free of tumor & completely healthy giving birth



before therapy **after therapy**



26:41

- Presenta un caso sorprendente de pancreas estadio IV, refractario a 3 ciclos de Lu-177 DOTATATE (análogo a somatostatina-peptido), con Ac-225.
- $T_{1/2} = 10$ dias

Actinium-225 LM3 (SSTR2 antagonist) PRRT of NET G3



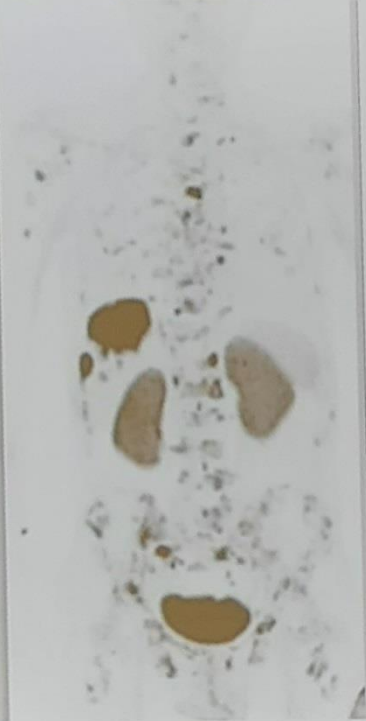


After 3 cycles Lutathera
and chemotherapy

Wheel chair-bound



After one cycle
Ac-225 LM3



After
Ac + Lu-LM3

Working part time as MD

Well-differentiated, nonfunctioning neuro-endocrine pancreas neoplasm with lymph node, large hepatic, and lung metastases, and extensive bone involvement, FD 04/2014

pT3 pN₁₂₂₆ M1 L1 V1 Pn1 R0, Stage IV

Proliferation rate (Ki67) 33%, NET G3

04/14 Whipple

12/18 - 12/20 Sandostatin LAR 20 mg/month

09/20 - 01/21 ¹⁷⁷Lu-DOTATOC 3 cycles (UKL Erlangen)

07/2021 Stable Disease (Ga-DOTATATE PET/CT)

01/2022 Progressive bone metastases (MRI)

02/2022 Hypermetabolic mets (FDG-PET/CT)

03/2022 Progressive Disease (Ga-DOTATATE)

04/2022 Extensive skeletal and large liver mets (Ga-68 DOTA-LM3 PET/CT)

Anemie G2, kachexia (BMI 15.1), wheel-chair bound

11.05.2022 Alpha-PRRT (Actinium-225 DOTA-LM3)

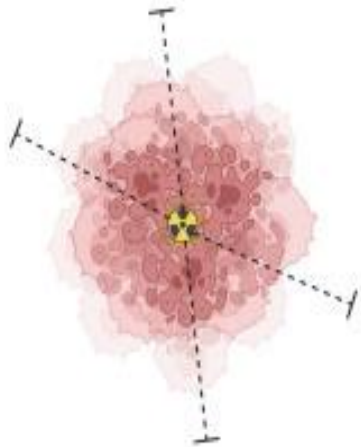
04.07.2022 TANDEM-PRRT ¹⁷⁷Lu / ²²⁵Ac DOTA-LM3

06/2022 Visits of TWC-2022 in Wiesbaden
well being, gained significant weight

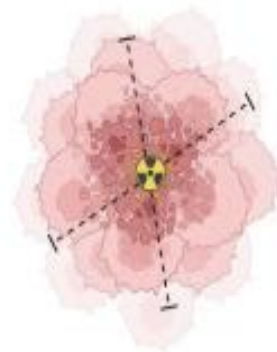
14:49

- Menciona ensayos clinicos en Fase 1 con el Tb-161/PSMA como alternativa favorable al Lu-177/PSMA en prostata, con resultados alentadores.
- Electrones de Auger presentan ventajas dosimetricas c/r al rango en tejido.
- $T_{1/2} = 7$ dias, $E_{\beta} = 154$ keV (Lu-177: 6 dias, 500 keV).

β -particle



α -particle



Auger electron



Mean energy

50-2300 keV

5-9 MeV

eV-keV

Path-length

Tumors, tissues (≤ 12 mm)

< 10 cells (50–100 μ m)

< 1 μ m

LET

< 1 keV/ μ m

~ 80 keV/ μ m

4-26 keV/ μ m

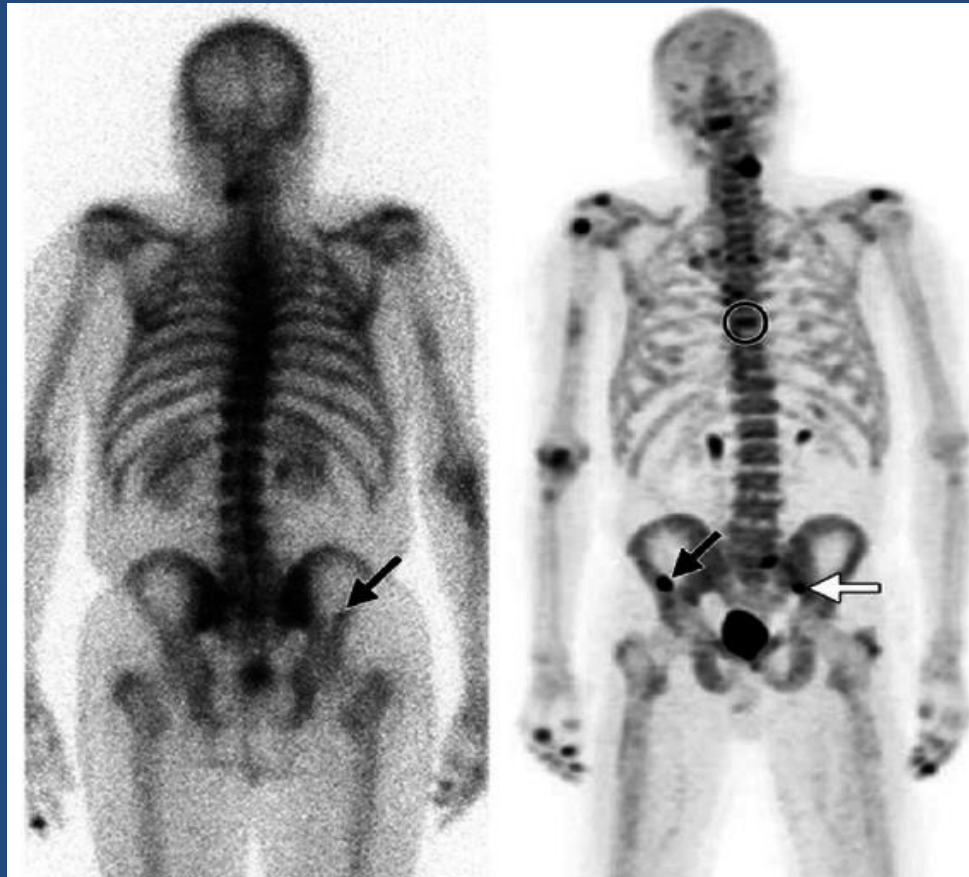
Examples of radionuclides

^{161}Tb , ^{177}Lu , ^{90}Y

^{149}Tb , ^{225}Ac , ^{223}Ra

^{123}I , ^{111}In

- G. Gnaseguram, Royal Marsden, RRUU
- NaF-18 para hueso, mas sensible que Tc-99m/MDP.
- Se puede adquirir imagen 30 min luego de inyectado (vs 3 horas para Tc-99m/MDP).
- Paciente 77 anos, Ca de Prostata.



Tc-99m/MDP

NaF-18

- Y hablando de Ca de Prostata, Quo Vadis Paraguay?
- 1600 nuevos casos/ano, 500 defunciones
- Noviembre Azul, mes de concientizacion.
- Sintomas: Dificultad en la miccion, hematuria, y otros.
- Examen Medico: PSA y tacto rectal.
- Deteccion precoz aumenta la sobrevida y probabilidad de cura.

Salud inició primer protocolo de cáncer de próstata *ABC Color Nov 11, 2024*

Tras finalizar el primer taller de elaboración de protocolo de cáncer de próstata organizado por el Ministerio de Salud Pública (MSPBS) junto con la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otras instituciones públicas y privadas, se anunció ayer que este documento apunta a unificar los pasos que integran el diagnóstico y tratamiento, como la toma de muestra del PSA (antígeno prostático específico), exámenes físicos y otros estudios.

En el mundo, el cáncer de próstata ocupa el cuarto lugar en incidencia, con aproximadamente 1.500.000 casos anuales, y es la tercera causa de muerte por tumores en hombres, con alrededor de 400.000 fallecimientos al año, indican los datos publicados por el Ministerio de Salud.

Beneficios del protocolo

En el anuncio realizado por la cartera sanitaria, se resalta que, en Paraguay, se diagnostican al menos unos 1.800 casos nuevos de cán-



En Paraguay, se diagnostican unos 1.800 casos nuevos por año.

cer de próstata por año. Además, se resalta que el diagnóstico precoz y tratamiento oportuno son vitales.

Sobre la importancia de este protocolo de cáncer de próstata, Salud Pública indica que ayudará, principalmente, a mejorar el acceso a las nuevas tecnologías involucradas en el tratamiento de la enfermedad.

Asimismo, refieren que el paciente tendrá un mayor alcance a los servicios de salud a nivel nacional, así como la disponibilidad de acceder a equipamientos y medica-

mentos. "También permitirá mejor accesibilidad de los servicios de salud públicos a las compras estratégicas de insumos, medicamentos y equipamientos", dijo la doctora Pamela Aquino Cardozo, especialista en oncología radiante del Instituto Nacional del Cáncer (Incan).

Sobre los síntomas a tener en cuenta se destacan la dificultad para orinar, flujo urinario lento o debilitado, sangre en la orina o el semen, dificultad para lograr una erección, y debilidad, adormecimiento de las piernas.

CONCLUSIONES

- La Medicina Nuclear esta haciendo una rapida metamorfosis de un metodo inminentemente imagenologico de diagnostico, hacia una disciplina de diagnostico y tratamiento – Teranosticos.
- Se puede empezar a hablar de “cura” (con Teranosticos) de casos avanzados - hasta hace poco impensable - ej. pulmon y pancreas.



EACCME®

European Accreditation Council for Continuing Medical Education

Certificate

*The International Conference on Hybrid Imaging (IPET 2024)
Vienna (and virtual), Austria, 07/10/2024 - 11/10/2024*

This international conference held at the IAEA headquarters and organized with the scientific support of the major international scientific societies in the field of medical imaging (SNMMI, EANM, RSNA, ISR, ESR, WFNMB, WARMTH, ALASBIMN, ANSZNM, etc)

has been accredited

*by the European Accreditation Council for Continuing Medical Education (EACCME®)
for a maximum of 21.5 European CME credits (ECMEC®s).*

Dr Eduardo Galiano Riveros

*has been awarded 21.5 European CME Credits (ECMEC®s)
for his/her attendance at this event.*

*Prof. Vassilios Papadakis
President of UEMS*

*Dr João Grenho
Secretary General of UEMS*

Accreditation Statement

Each medical specialist should claim only those credits that he/she actually spent in the educational activity.

Through an agreement between the European Union of Medical Specialists and the American Medical Association, physicians may convert EACCME® credits to an equivalent number of AMA PRA Category 1 Credits™. Information on the process to convert EACCME® credits to AMA credits can be found at <https://edhub.ama-assn.org/pages/application>.

Live educational activities occurring outside of Canada, recognised by the UEMS-EACCME® for ECMEC® credits are deemed to be Accredited Group Learning Activities (Section 1) as defined by the Maintenance of Certification Program of the Royal College of Physicians and Surgeons of Canada.

• 21.5 Creditos Europeos de Educacion Medica Continua.