



“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Hotel Antequera Hills, 7 de junio 2024

Práctica clínica en dosimetría de tratamientos con radionucleidos.

Florencio Javier Luis Simón

Especialista en Radiofísica Hospitalaria

María Perucha Ortega

Especialista en Radiofísica Hospitalaria

Sara Delgado Espinosa

Residente en Radiofísica Hospitalaria



ÍNDICE

- TERAPIAS HUVR
- DOSIMETRIA EN TRATAMIENTOS DE HIPERTIROIDISMO I-131
- **DOSIMETRIA EN TRATAMIENTOS DE RADIOEMBOLIZACIÓN Y-90**

DOSIMETRÍA EN TRATAMIENTOS DE RADIOEMBOLIZACIÓN CON ^{90}Y

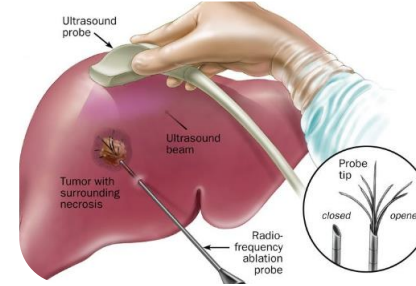
INTRODUCCIÓN

TUMORES HEPÁTICOS

- 6º más frecuentes a nivel mundial
- 9% muertes por cáncer



CIRUGÍA



ABLACIÓN POR
RADIOFRECUENCIA



QUIMIOEMBOLIZACIÓN



RADIOTERAPIA EXTERNA
CONVENCIONAL

↓
SBRT



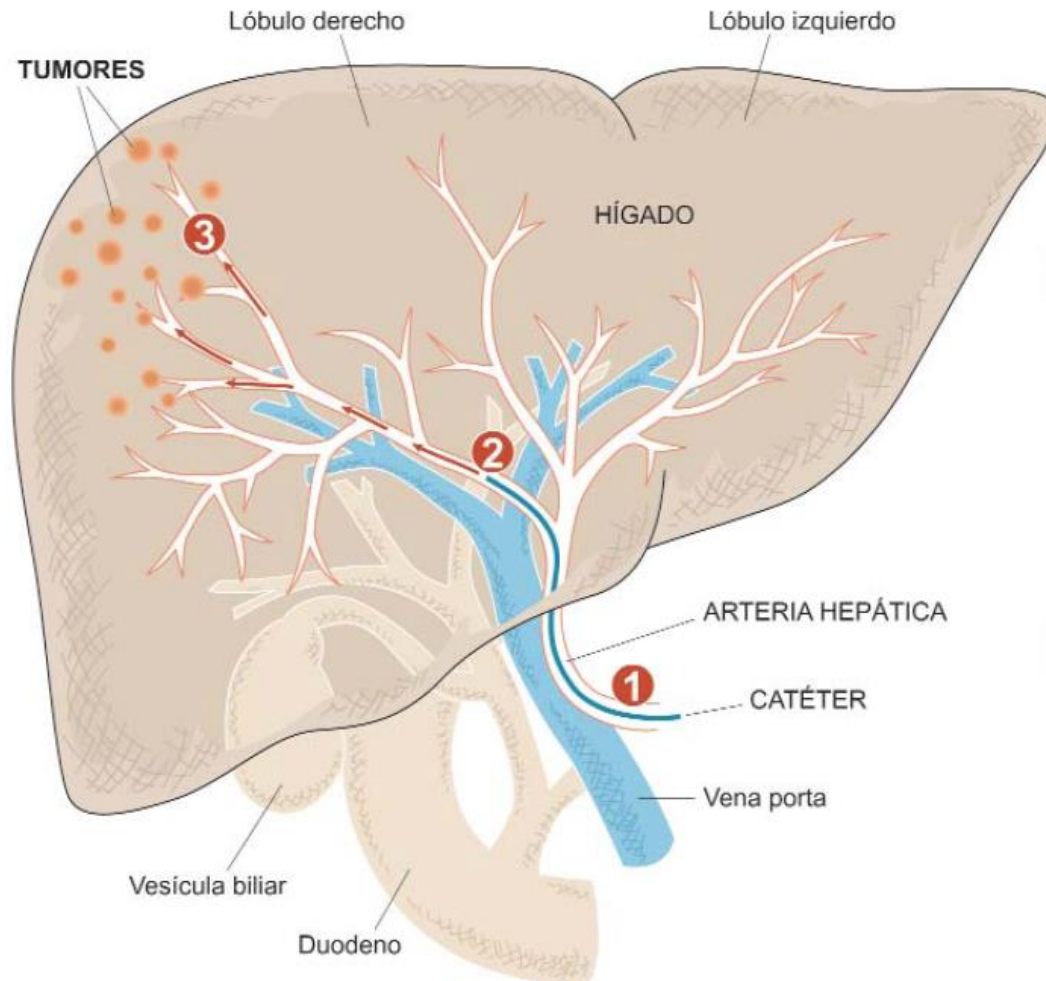
PROTONTERAPIA



RADIOEMBOLIZACIÓN

- Hepatocarcinomas
- Colangiocarcinomas
- Metastásicos

¿QUÉ ES LA RADIOEMBOLIZACIÓN?



1

Se introduce el catéter por la arteria femoral hasta llegar a la arteria hepática

2

Se liberan las microesferas de ^{90}Y en la arteria hepática

3

Las microesferas llegan hasta las proximidades de los tumores y emiten radiación beta que los destruye

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ^{90}Y

ALCANCES EN TEJIDO

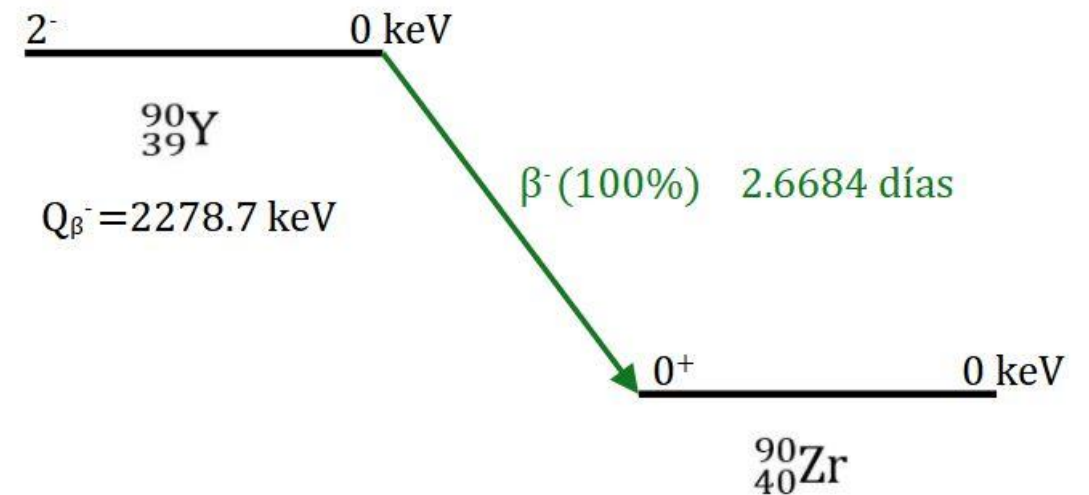
- Máximo: 11mm
- Medio: 2,5 mm

90% DE LA ENERGÍA

- 5 mm iniciales
- 11 primeros días

EMISIONES SECUNDARIAS

- **No** fotones gamma
- **Sí** bremsstrahlung
- 0,0032 % β^+



ESCENARIOS CLÍNICOS

SEGMENTECTOMÍA

ENFERMEDAD EN UNO O
VARIOS SEGMENTOS DEL
HÍGADO

LOBECTOMÍA

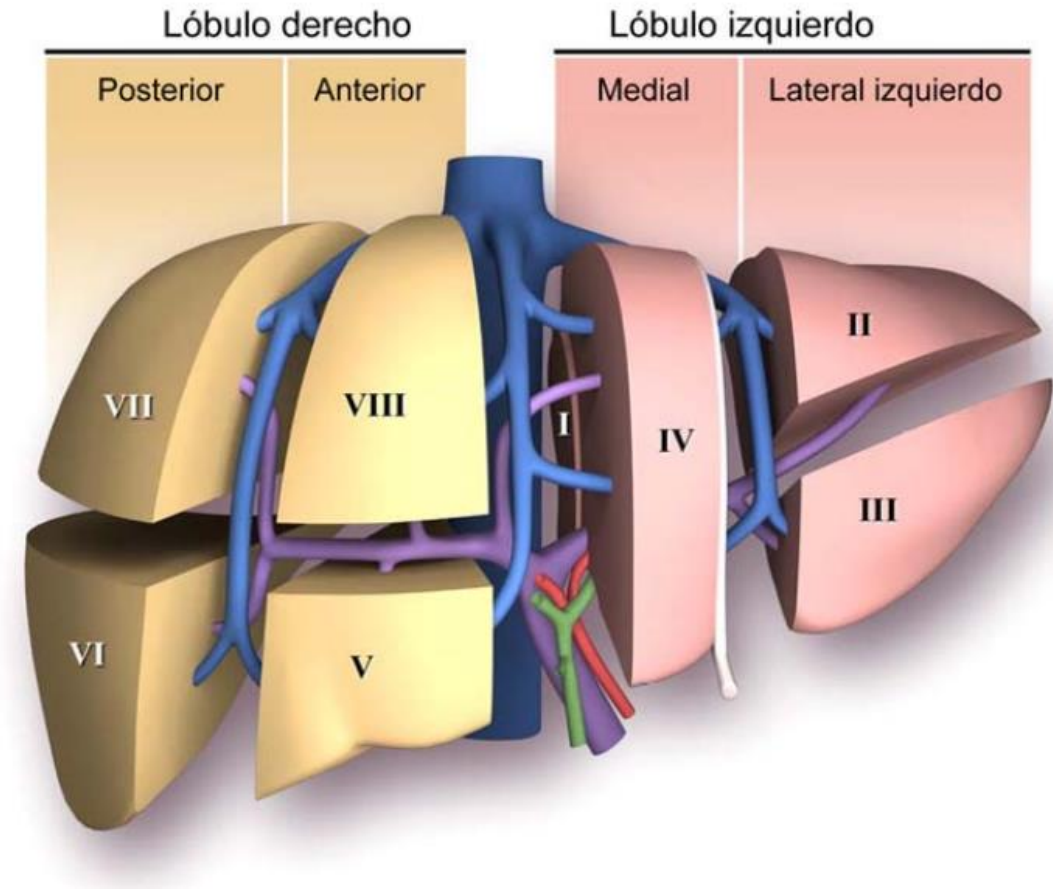
TRATAMIENTO DE UNO DE
LOS DOS LÓBULOS

ENFERMEDAD LOBAR CON TVP

INTENCIÓN PALIATIVA EN EL
LÓBULO

ENFERMEDAD BILOBAR

TUMOR EN AMBOS
LÓBULOS A LA VEZ
TRATAMIENTO SECUENCIAL
(6-12 SEMANAS)



OBJETIVO CLÍNICO

ESTADÍO INICIAL

- Intención curativa
 - Puente a trasplante
 - Ablación tumoral
 - Facilitar resección

ESTADÍO AVANZADO

- Estrategia paliativa
 - Downstaging tumor
 - Mayor tiempo sin progresión

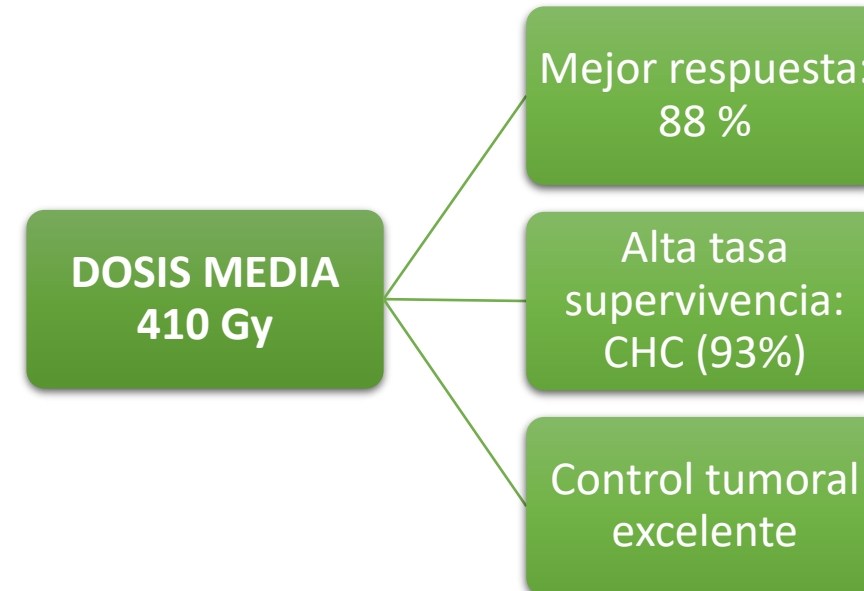
HEPATOLOGY



RAPID COMMUNICATION | HEPATOLOGY, VOL. 74, NO. 5, 2021

Yttrium-90 Radioembolization for the Treatment of Solitary, Unresectable HCC: The LEGACY Study

Riad Salem ¹, Guy E. Johnson,² Edward Kim,³ Ahsun Riaz,¹ Vivian Bishay,³ Eveline Boucher,⁴ Kirk Fowers,⁴ Robert Lewandowski,¹ and Siddharth A. Padia ⁵



ADVERTENCIAS/CONTRAINDICACIONES CLÍNICAS

- Tumor > 70% volumen diana
- Transaminasas > 5 veces valor normal
- Comorbilidades

ADVERTENCIAS



- Depósito en tubo digestivo no corregible
- Shunt pulmonar > 20% (neumonitis)
- Embarazadas

CONTRAINDICACIONES



- 40 % pacientes con colangiocarcinomas
- Limita las opciones de tratamiento
- Empeora el pronóstico

TROMBOSIS VENA PORTA



SELECCIÓN DE PACIENTES

SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO



PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.
CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A
ADMINISTRAR



DÍA DEL TRATAMIENTO



VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO

Chiesa et al. *EJNMMI Physics* (2021) 8:77
<https://doi.org/10.1186/s40658-021-00394-3>

EJNMMI Physics

GUIDELINE

Open Access

EANM dosimetry committee series on standard operational procedures: a unified methodology for ^{99m}Tc -MAA pre- and ^{90}Y peri-therapy dosimetry in liver radioembolization with ^{90}Y microspheres



Carlo Chiesa¹, Katarina Sjogreen-Gleisner², Stephan Walrand³, Lidia Strigari⁴, Glenn Flux⁵, Jonathan Gear⁵, Caroline Stokke⁶, Pablo Minguez Gabina⁷, Peter Bernhardt^{8,9} and Mark Konijnenberg^{10*} 

European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (2022) 49:1682–1699
<https://doi.org/10.1007/s00259-021-05600-z>

GUIDELINES



EANM procedure guideline for the treatment of liver cancer and liver metastases with intra-arterial radioactive compounds

M. Weber¹ · M. Lam² · C. Chiesa³ · M. Konijnenberg⁴ · M. Cremonesi⁵ · P. Flamen⁶ · S. Gnesin⁷ · L. Bodei⁸ · T. Kracmerova⁹ · M. Luster¹⁰ · E. Garin¹¹ · K. Herrmann¹

Received: 9 September 2021 / Accepted: 19 October 2021 / Published online: 11 February 2022
© The Author(s) 2022

SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO



```
graph TD; A[SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO] --> B[PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO. CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A ADMINISTRAR]; B --> C[DÍA DEL TRATAMIENTO]; C --> D[VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO];
```

PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.
CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A
ADMINISTRAR

DÍA DEL TRATAMIENTO

VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO



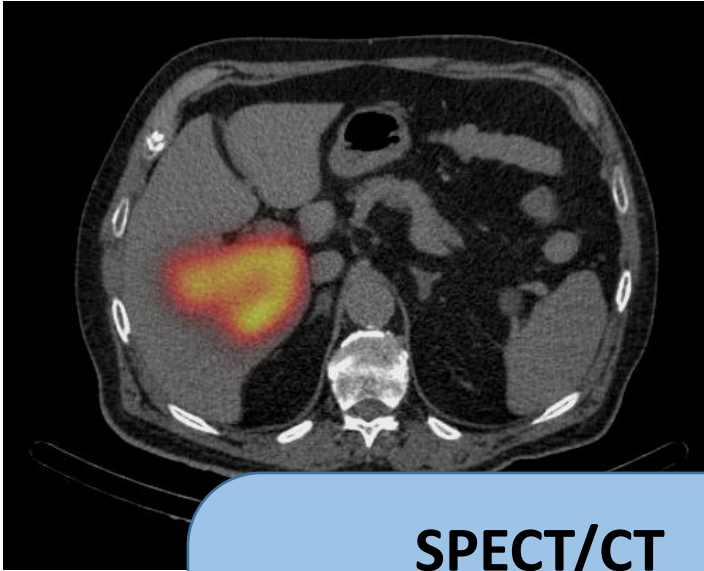
99mTc-MAA
4 mCi = 148 MBq

OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS MICROESFERAS EN PARÉNQUIMA HEPÁTICO

	99mTc-MAA ^Δ	Glass spheres [★]
Commercial name		TheraSphere®
Manufacturer		Boston Scientific
Diameter (µm) ± standard deviation (µm)	31.2; Range (10–100) non spherical	25 ± 5
Specific gravity	n/a	3.6 g/mL
Vial activity (GBq)	1.5 (α)–3.7 (β)	From 3* to 20*, with 0.5 step
Activity per particle (Bq)	333 (α)–822 (β)	4354*, 1539*, 544*
Millions of particle per GBq	3 (α)–1.2 (β)	0.23*, 0.65*, 1.84*
Millions of particles in a typical administration	0.3–0.7	2.6 GBq 1.7* 4.8* millions
Stasis phenomenon (backflow, jammed injection)	Never reported	Never reported
Material	Human albumin	90Y in glass matrix
Shelf life	6 h from labelling	12 days
Handling vial for dispensing	Required	Not required
Vial fractionation in syringe	Required	Not required
Iodinated contrast medium during administration	Not required	Not required

DIFERENTE DISTRIBUCIÓN

- Tamaño
- Número
- Forma



SPECT/CT

- Cálculo dosimétrico
- Shunt gástrico
- CT para corregir atenuación (sobreestimación del 40%)

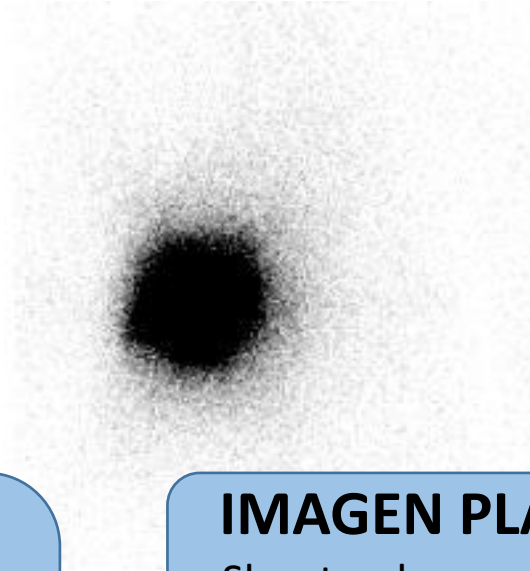


IMAGEN PLANAR

- Shunt pulmonar

SHUNT PULMONAR

- Sobreestimado con imagen planar
 - Atenuación mayor en hígado que en pulmón
 - Delimitación no precisa
 - Masa pulmón = 1 kg
- Si LSF > 10 % → SPECT/CT (EANM)

SHUNT GÁSTRICO

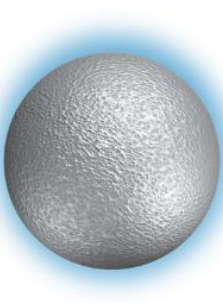
- Tratamiento contraindicado
- Evaluación por imagen del médico nuclear

ADQUISICIÓN IMÁGENES: 1-4 h TRAS LA ADMINISTRACIÓN

TIPOS DE MICROESFERAS



TheraSphere Y-90 Glass Microsphere



Y-90 Resin Microsphere

¹⁶⁶Ho

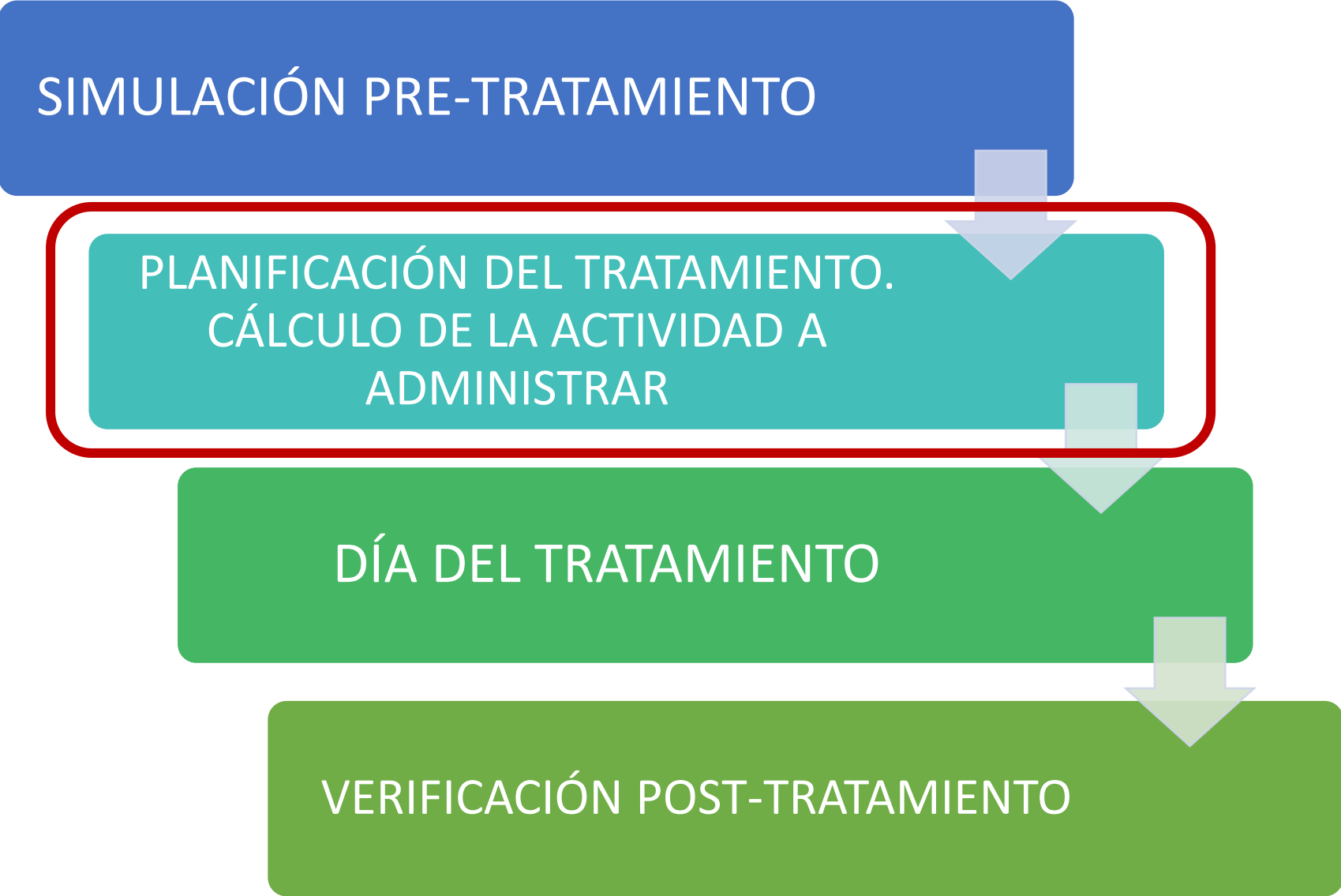
Emisor β^- con $T_{1/2}=1,1$ días
Energías: 1,85 MeV (50%) y 1,77 MeV (49%)

Rango máximo: 8,7 mm
Emite fotones gamma

Alternativa al ^{99m}Tc-MAA para simulación del tratamiento
Mejor predicción de shunt en pulmones

Characteristics	SIR-Spheres®	TheraSphere®	QuiremSpheres®
Material	Resin	Glass	Poly-L-lactic acid
Particle size and range (µm)	30 (20–60)	25 (20–30)	30 (15–60)
Embolic effect	Moderate	Mild	Moderate
Activity per sphere (Bq)	40–70	4534 *	200–400
Specific gravity (g/dL)	1.6	3.7	1.4
Activity available (GBq)	3 [#]	3–20 [^] “	“
Handling for dispensing	Required	Not required	Not required
Multiple dosing from one vial	Possible	Not possible	Not possible

SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO



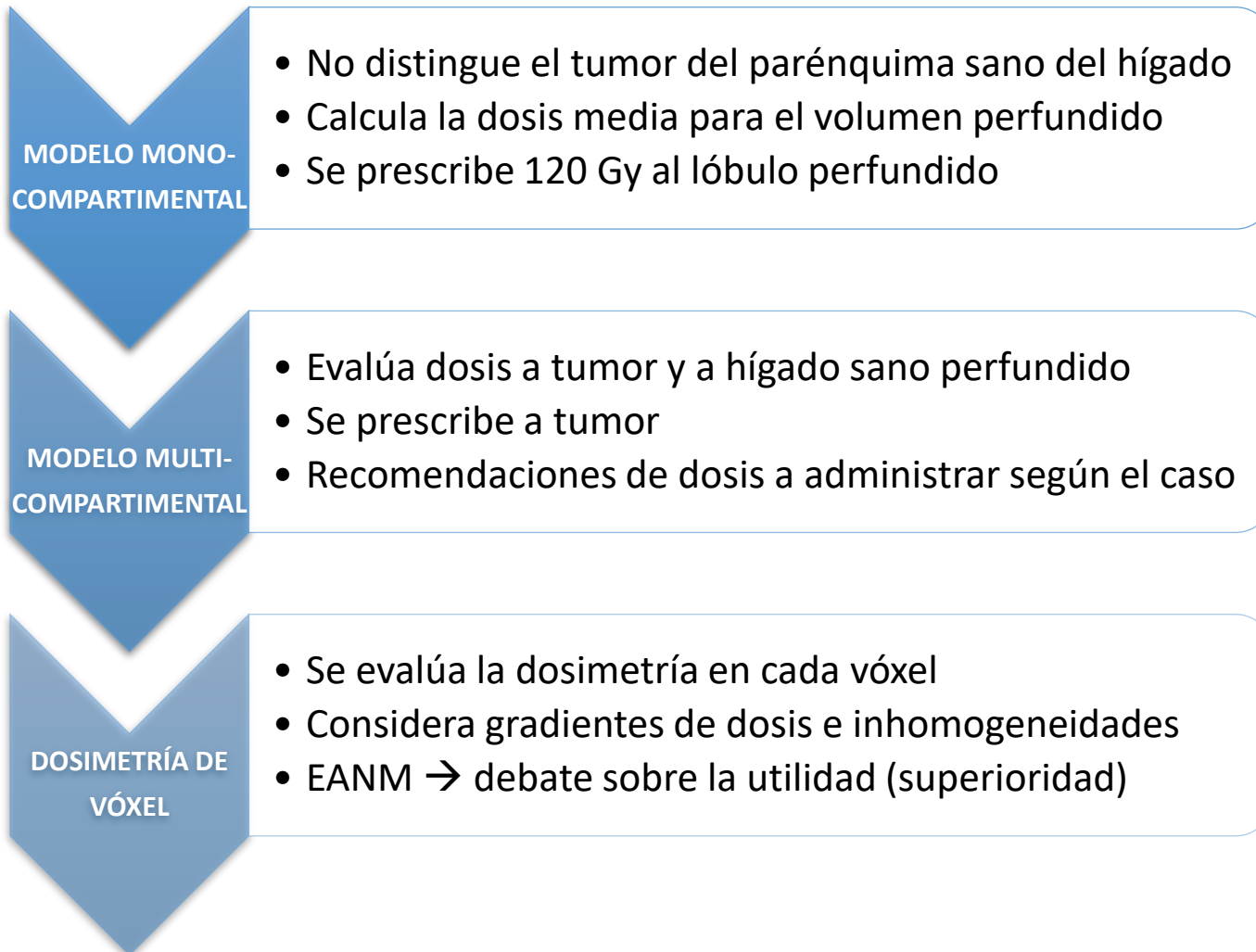
```
graph TD; A[SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO] --> B[PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO. CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A ADMINISTRAR]; B --> C[DÍA DEL TRATAMIENTO]; C --> D[VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO];
```

PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.
CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A
ADMINISTRAR

DÍA DEL TRATAMIENTO

VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO

CÁLCULO DOSIMÉTRICO



COMPLEJIDAD

PRECISIÓN

MODELOS COMPARTIMENTALES



FORMALISMO MIRD

ACTIVIDAD
UNIFORME

- Microesferas implantadas permanentemente en vasculatura hepática
- $T_{eff} = T_{1/2} + T_{biológico}$
- Órgano fuente = órgano diana

$$D(Gy) = 50 \left(\frac{J}{GBq} \right) \frac{A_0(GBq)}{m(kg)}$$

ENERGÍA QUE DEPOSITA EL ^{90}Y EN 1 kg DE
TEJIDO HEPÁTICO

MODELO MONOCOMPARTIMENTAL

- Distribución uniforme de las esferas
- Cálculo en base a dosis media
- Considera la fuga de microesferas a pulmón (SHP)

$$D(Gy) = 50 \left(\frac{J}{GBq} \right) \frac{A(GBq)(1 - \frac{SHP}{100})}{m_H(kg)}$$

MODELO MULTICOMPARTIMENTAL

- Dosis media para cada compartimento: tumor, tejido sano y pulmón
- Limitación: no heterogeneidad
- Distribución de actividad: T/N (SPECT AC)

$$T/N = \frac{A_{tumor}/M_{tumor}}{A_{hígado\ sano}/M_{hígado\ sano}}$$

$$A(GBq) = \frac{D(Gy) \left(\left[\frac{T}{N} \times M_{tumor}(kg) \right] + M_{liver}(kg) \right)}{50 \times (1 - SHP)}$$

$$D_{pulmón}(Gy) = A_{administrar}(GBq) \times SHP \times 50$$

DOSIS MÁXIMA EN PULMÓN

- 30 Gy → 1 tto
- 50 Gy → varios ttos

“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Antequera
7 de junio 2024



RECOMENDACIONES DE PRESCRIPCIÓN: EANM

Single compartment			Multi-compartment		
Clinical scenario	Perfused volume dose	LOE	Normal liver dose	Tumour dose	LOE
HCC					
Segmentectomy	> 400 [83]	3	<i>Not applicable</i>		
Lobectomy	> 150 if whole liver dose <150 [67]	1*	≥ 88** [85]	≥ 205 [67]	3
	140–150 [84]	3	< 75 (range: 50/90***) [86]	≥ 250–300****	
Unilobar	> 150 if whole liver dose <150 [67]	1*	< 120** if HR <30% [67]	≥ 205 [67]	1*
	80–150 [61, 74]	3	< 75 (range: 50/90***) [86]	≥ 250–300****	3
Bilobar	80–150**** [13, 69, 87]	1, 4	< 50/90*** [86]	≥ 205 [62]	3
ICC					
Segmentectomy	> 400 [60]	4	<i>Not applicable</i>		
Lobectomy	140–150	4	< 75 (range: 50/90***)	≥ 260 [88]	3
Unilobar	80–150 [89]	3	< 75 (range: 50/90***)	≥ 260 [88]	3
Bilobar	80–150 [89]	3	< 75 (range: 50/90***)	≥ 260 [88]	3
mCRC					
Segmentectomy	> 400 [90]	3	<i>Not applicable</i>		
Lobectomy	140–150	4	< 75 (range: 50/90***)	≥ 189 [91]	3
Unilobar	80–150 [92]	3	< 75 (range: 50/90***)	≥ 189 [91]	3
Bilobar	80–150 [92]	3	< 75 (range: 50/90***)	≥ 189 [91]	3

“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

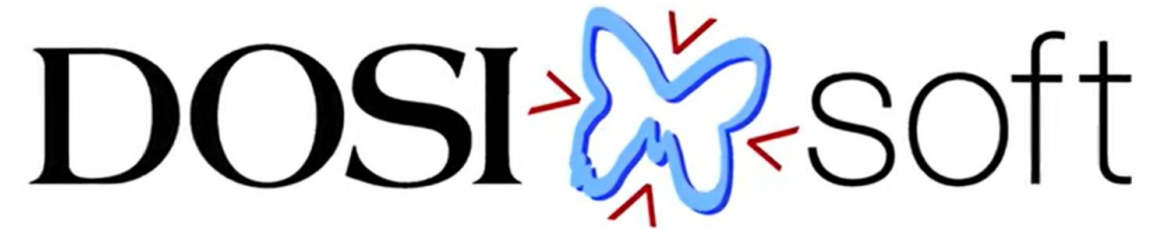
Antequera
7 de junio 2024



RECOMENDACIONES DE PRESCRIPCIÓN: EANM

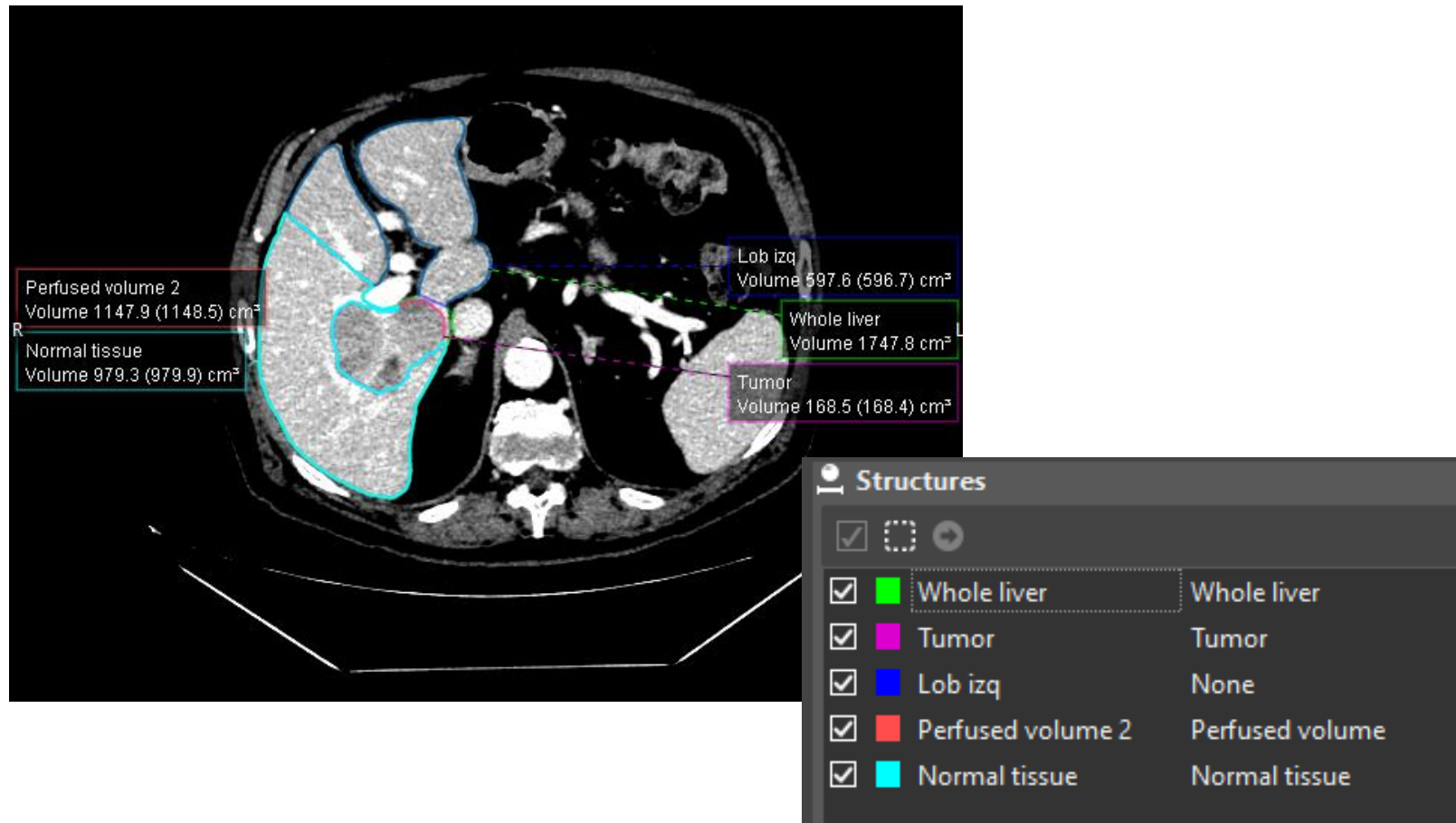
Clinical scenario	Single compartment	LOE	Multi-compartment		LOE
	Perfused volume dose		Normal liver dose	Tumour dose	
HCC					
Segmentectomy	> 400 [83]	3	Not applicable		
Lobectomy	Segmentectomy	Not applicable			3
Unilobar	Lobectomy	$\geq 88^{**}$ [85]	≥ 205 [67]		1*
		< 75 (range: 50/90***)	$\geq 250-300^{****}$		3
		[86]			3
Bilobar					
ICC					
Segmentectomy	Unilobar	$< 120^{**}$ if HR < 30% [67]	≥ 205 [67]		
Lobectomy		< 75 (range: 50/90***)	$\geq 250-300^{****}$		3
Unilobar					3
Bilobar	Bilobar	$< 50/90^{***}$ [86]	≥ 205 [62]		3
mCRC					
Segmentectomy	> 400 [90]	3	Not applicable		
Lobectomy	140–150	4	< 75 (range: 50/90***)	≥ 189 [91]	3
Unilobar	80–150 [92]	3	< 75 (range: 50/90***)	≥ 189 [91]	3
Bilobar	80–150 [92]	3	< 75 (range: 50/90***)	≥ 189 [91]	3

SOFTWARES



CÁLCULO DOSIMÉTRICO EN SIMPLICIT^{90Y}

DELIMITACIÓN DE LOS VOLÚMENES EN TC CON CONTRASTE



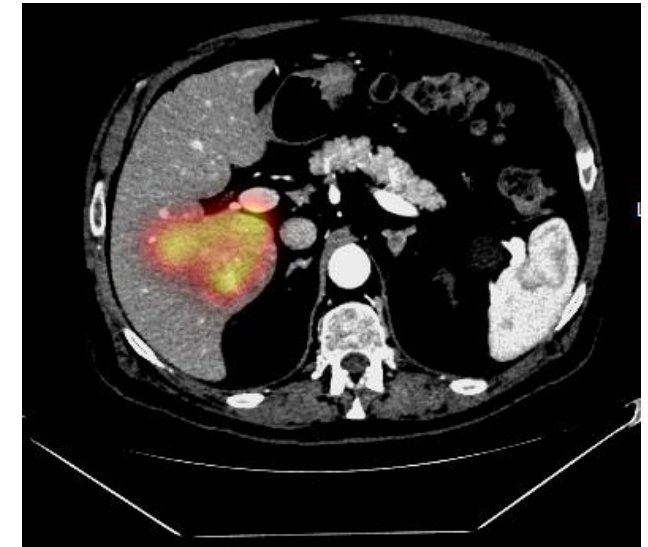
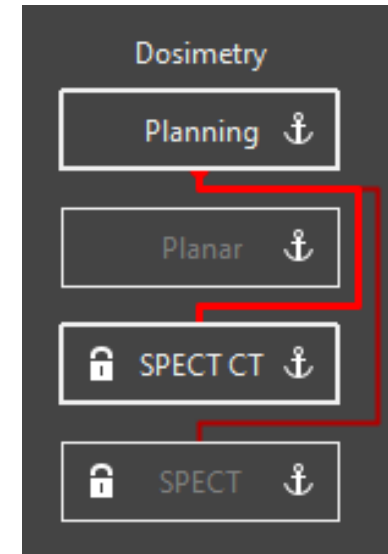
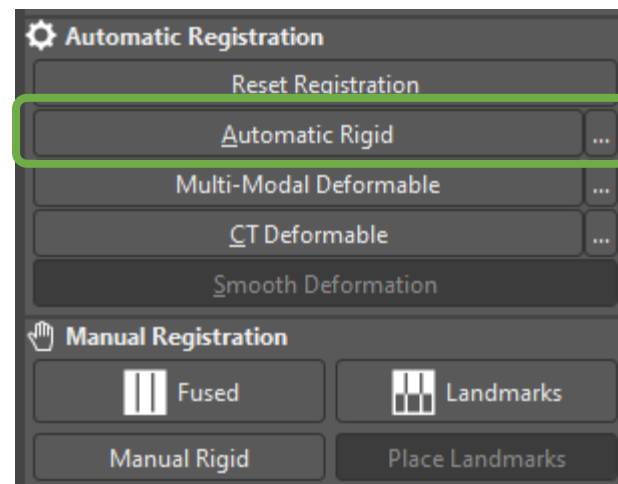
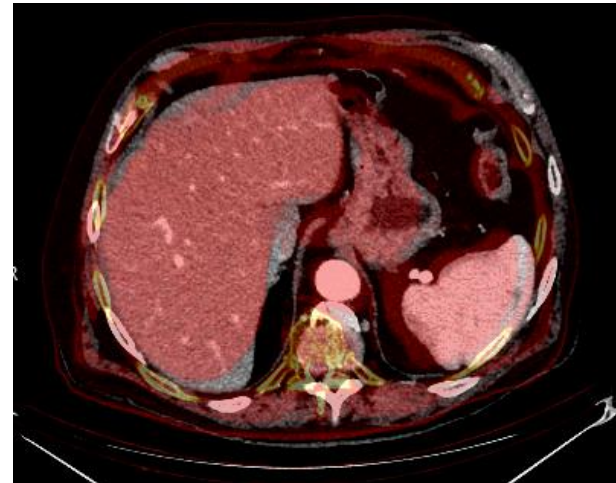
REGISTRO DE IMAGEN

TC DIAGNÓSTICO
+
SPECT/CT

DESPLAZAMIENTO DEL
ÓRGANO

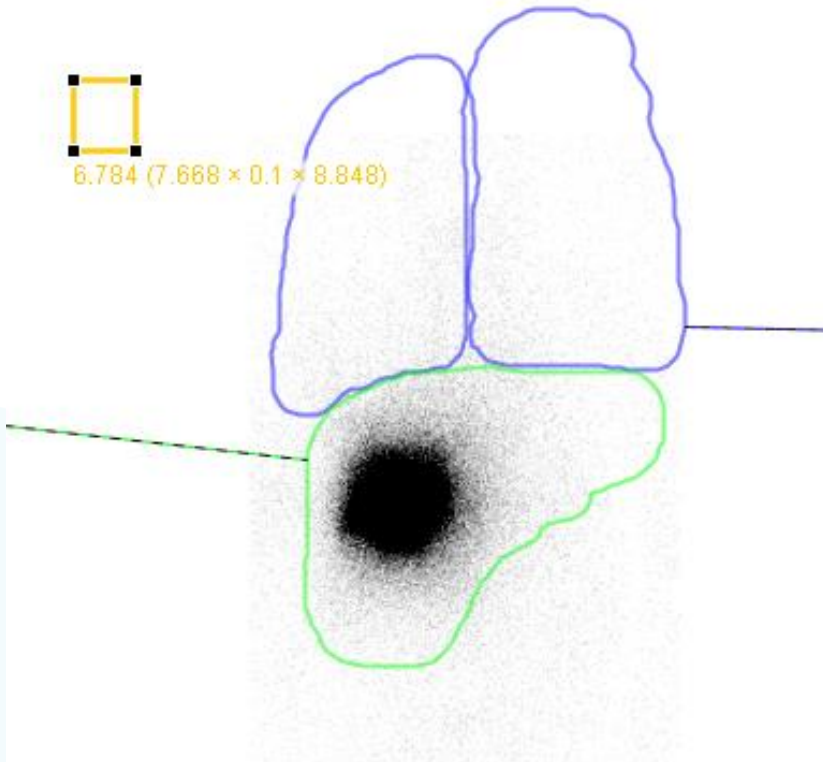


EANM: AJUSTAR EL VOLUMEN
PERFUNDIDO EN TC
DIAGNÓSTICO

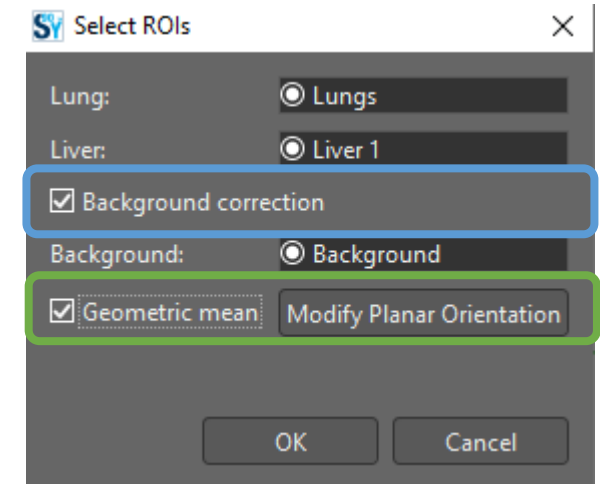


DETERMINACIÓN SHUNT PULMONAR

IMAGEN PLANAR 5% CAPTACIÓN



$$SHP = \frac{C_{pulmón}}{C_{pulmón} + C_{hígado}} \times 100$$



$$C'_X = C_X - (C_{BG} \times \frac{N_X}{N_{BG}})$$

$$C_{GM} = \sqrt{C_A \times C_P}$$

“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

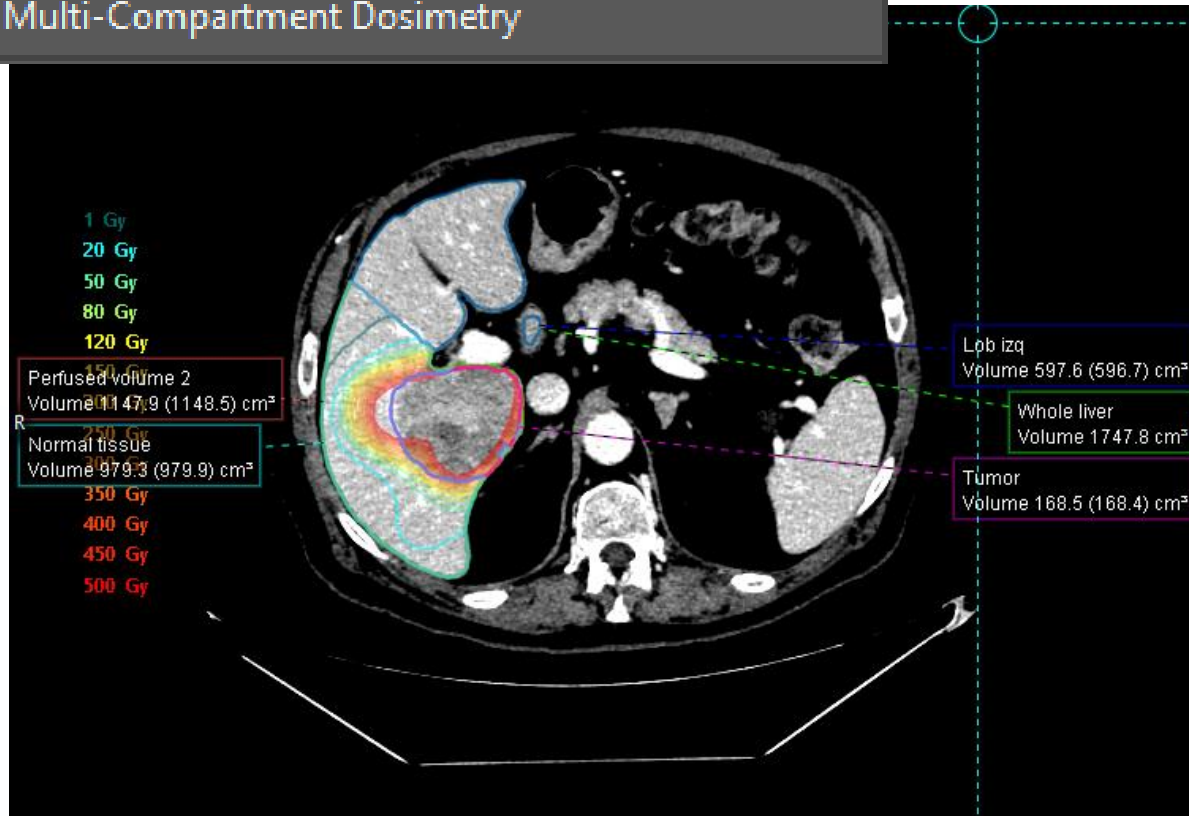
Antequera
7 de junio 2024



CÁLCULO DOSIMÉTRICO. ACTIVIDAD A ADMINISTRAR

Dosimetry type

- ☐ Standard Dosimetry
- ☒ Multi-Compartment Dosimetry



Selected Dosimetry Volume

Cuerpo Entero [Transformed Object]

Remove

15/09/2022 10:14

Whole liver volume 1747.7 cm³

Lung Shunt Fraction 2.6 %

Residual Fraction 1.0 %

Perfused volume 2

Volume, cm ³	1149.2
Perfused Fraction, %	65.8
Calculate	☒
☐ Summation mode	
Activity, GBq	2.86
Perfused tissue absorbed dose, Gy	116.5
Perfused tumor absorbed dose, Gy	507.2
Perfused viable tumor absorbed dose, Gy	
Perfused normal tissue absorbed dose, Gy	49.1

✓ VOI quality check: no overlaps detected

✓ Volume consistency check: OK

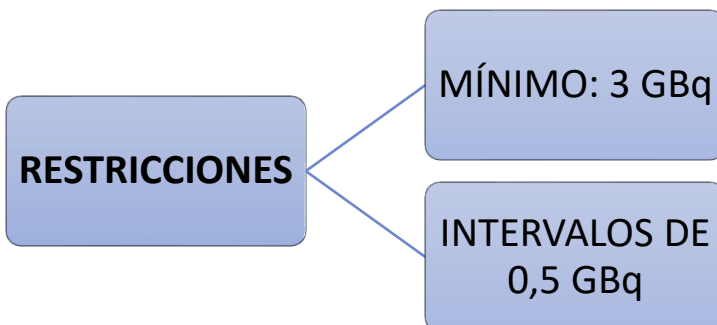
“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Antequera
7 de junio 2024



ACTIVIDAD DE CALIBRACIÓN PEDIDA A THERASPHERE

Actividad a Administrar=	2,92 GBq			
Fecha administración:	29/09/2022	12:00		
Fecha de calibración:	25/09/2022	12:00 ET		
			UTC-5	invierno
			UTC-4	verano
			18:00 España	
			UTC+1	invierno
			UTC+2	verano
Tiempo transcurrido	89 HORAS			
T1/2=	64,1 HORAS			
Actividad de calibración:		7,64 GBq		
Actividad pedida Calibración:	7,50 GBq			
Actividad Administrada	2,86 GBq			



Totals

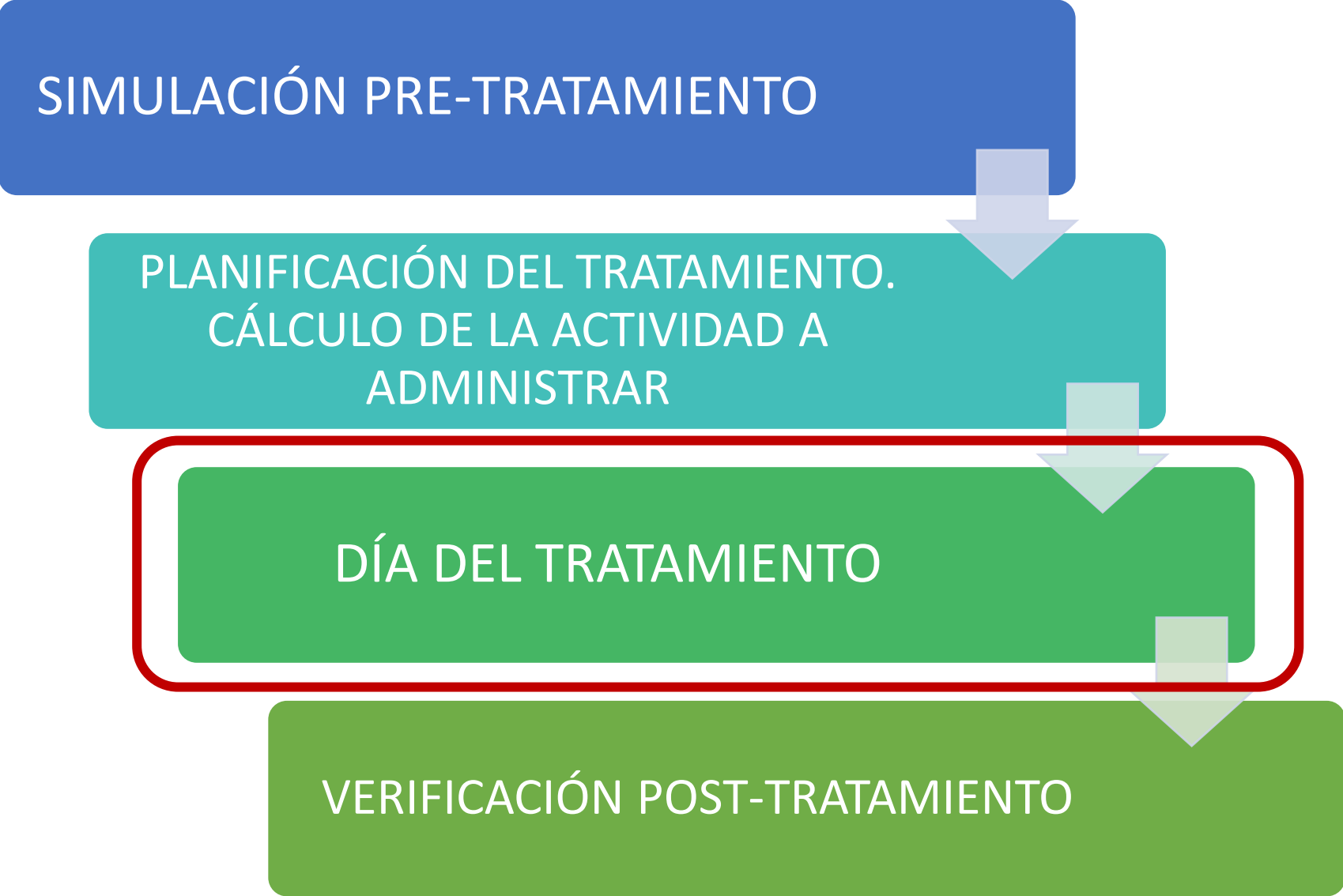
Num. Perfused Volumes	1
Required activity	2.86 GBq
Perfused fraction	65.8 %
Perfused tissue absorbed dose	116.5 Gy
Perfused tumor absorbed dose	507.2 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	49.1 Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	30.7 Gy
Lung absorbed dose	3.7 Gy

$$D_X = \frac{50 A_X (1 - SHP)(1 - R)}{M_X}$$

$$M_X = \frac{V_X \rho_{\text{hígado}}}{1000}$$

SIMPLICITY NO REQUIERE DE CUANTIFICACIÓN DE LA IMAGEN

SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO



```
graph TD; A[SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO] --> B[PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO. CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A ADMINISTRAR]; B --> C[DÍA DEL TRATAMIENTO]; C --> D[VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO];
```

PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.
CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A
ADMINISTRAR

DÍA DEL TRATAMIENTO

VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO

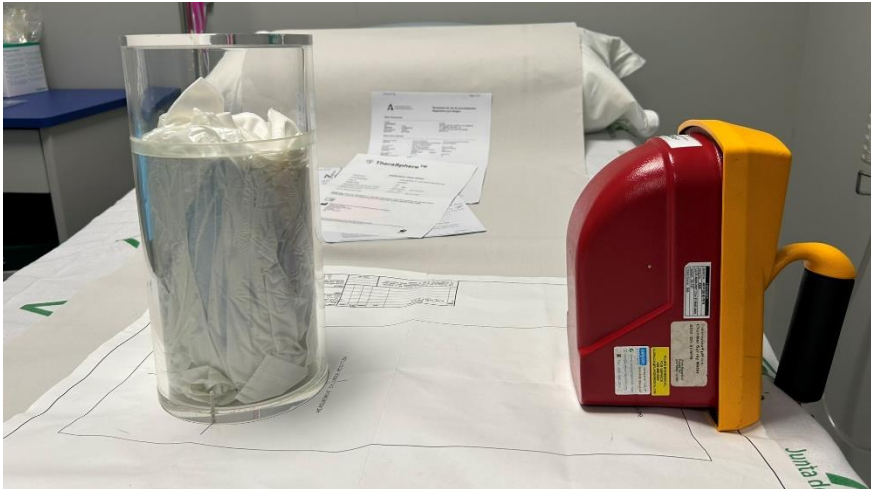
DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD RESIDUAL

1

Medir la tasa de dosis de background en la sala de preparación de la actividad

2

Volver a la sala de preparación y medir residuo (promedio)



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

- Médico nuclear: detector lectura directa
- Determinar posible contaminación:
 - Personal u objetos en sala
 - Medir fondo del quirófano



SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO



```
graph TD; A[SIMULACIÓN PRE-TRATAMIENTO] --> B[PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.  
CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A  
ADMINISTRAR]; B --> C[DÍA DEL TRATAMIENTO]; C --> D[VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO];
```

PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO.
CÁLCULO DE LA ACTIVIDAD A
ADMINISTRAR

DÍA DEL TRATAMIENTO

VERIFICACIÓN POST-TRATAMIENTO

PERMITE DETERMINAR CUALQUIER DIFERENCIA ENTRE LA SIMULACIÓN Y EL TRATAMIENTO IMPARTIDO

PET/CT

MAYOR PRECISIÓN
CUANTITATIVA

$^{90}\text{Y} \rightarrow \beta^+$ (0,0032%)
RUIDO ALTO EN IMAGEN

ADQUISICIÓN “PRONTO”
AL DÍA SIGUIENTE

RECOMENDACIONES PR

3 DÍAS: EVITAR CONTACTO
CERCANO

EANM: ACTIVIDAD EN ORINA A LAS
12 h $\rightarrow$ 0,005%

MEDIDA TASA DE DOSIS A 1 m

RESTRICCIONES MÁS
PERSONALIZADAS SI TASA > 29
 $\mu\text{Sv/h}$

CIRUGÍA TRAS RE: 40 DÍAS

“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Antequera
7 de junio 2024



Dosimetry

Planning

Planar

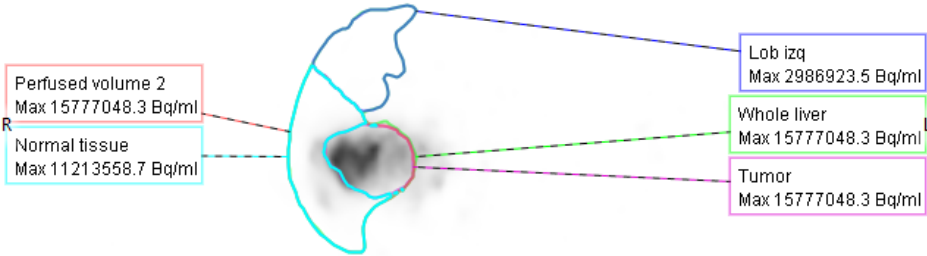
SPECT CT

SPECT

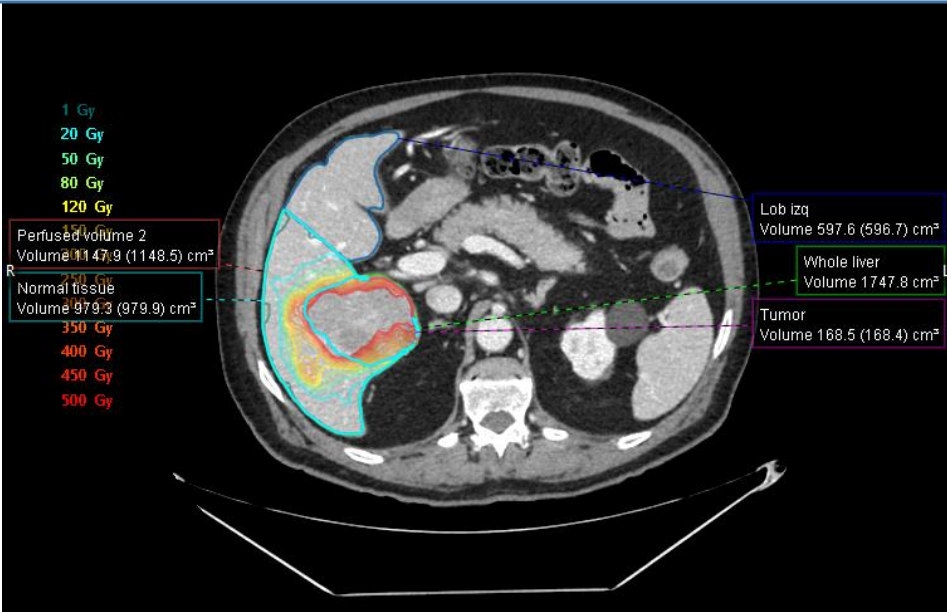
PET CT

PET

REGISTRO DE IMAGEN



CÁLCULO DOSIMETRÍA REAL DEL TRATAMIENTO



Residual Fraction1.6%

Perfused volume 2

Volume, cm³1149.2

Perfused Fraction, %65.8

Calculate☒

☐ Summation mode

Activity, GBq2.88

Perfused tissue absorbed dose, Gy117.6

Perfused tumor absorbed dose, Gy514.8

Perfused viable tumor absorbed dose, Gy

Perfused normal tissue absorbed dose, Gy48.9

✓ VOI quality check: no overlaps detected

✓ Volume consistency check: OK

Totals

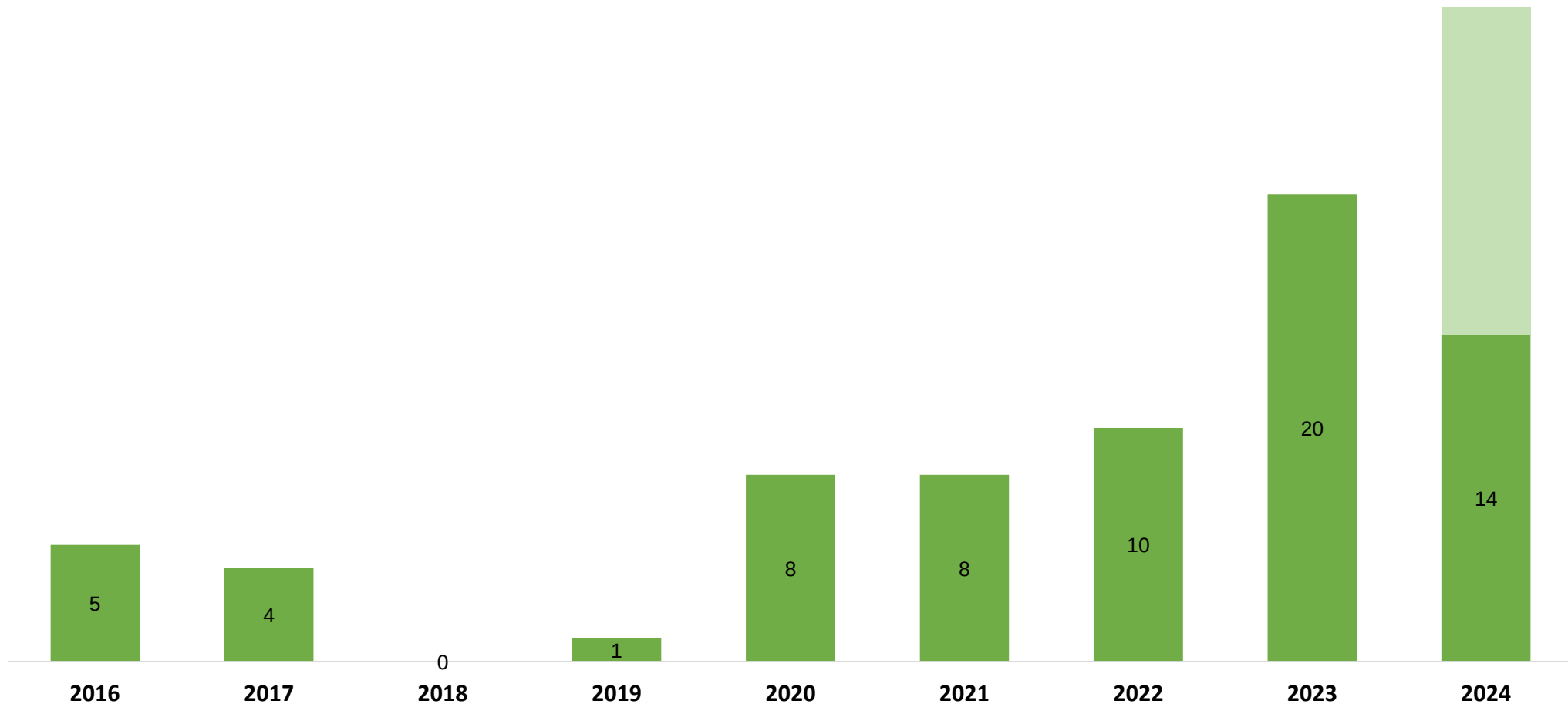
Num. Perfused Volumes	1
Required activity	2.88 GBq
Perfused fraction	65.8 %
Perfused tissue absorbed dose	117.6 Gy
Perfused tumor absorbed dose	514.8 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	48.9 Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	30.7 Gy
Lung absorbed dose	2.5 Gy

“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

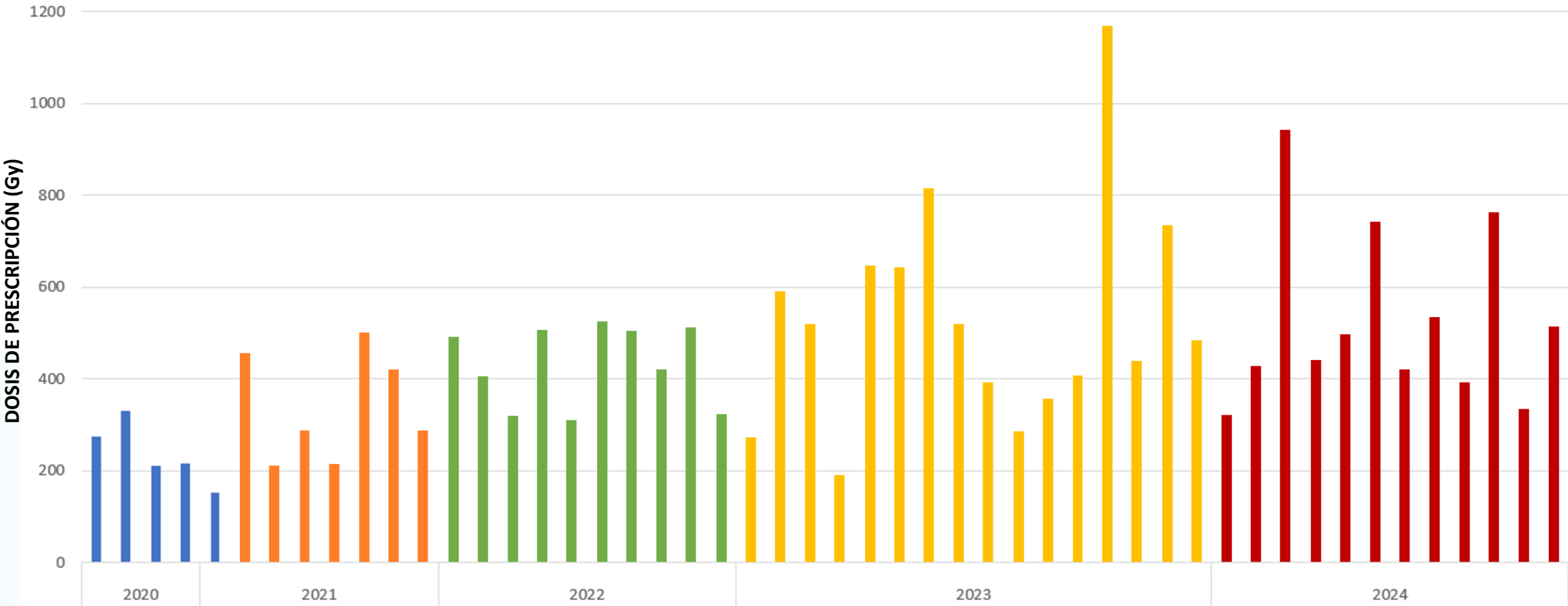
Antequera
7 de junio 2024



TRATAMIENTO ANUALES HUVR



EVOLUCIÓN DE LA PRESCRIPCIÓN EN HUVR

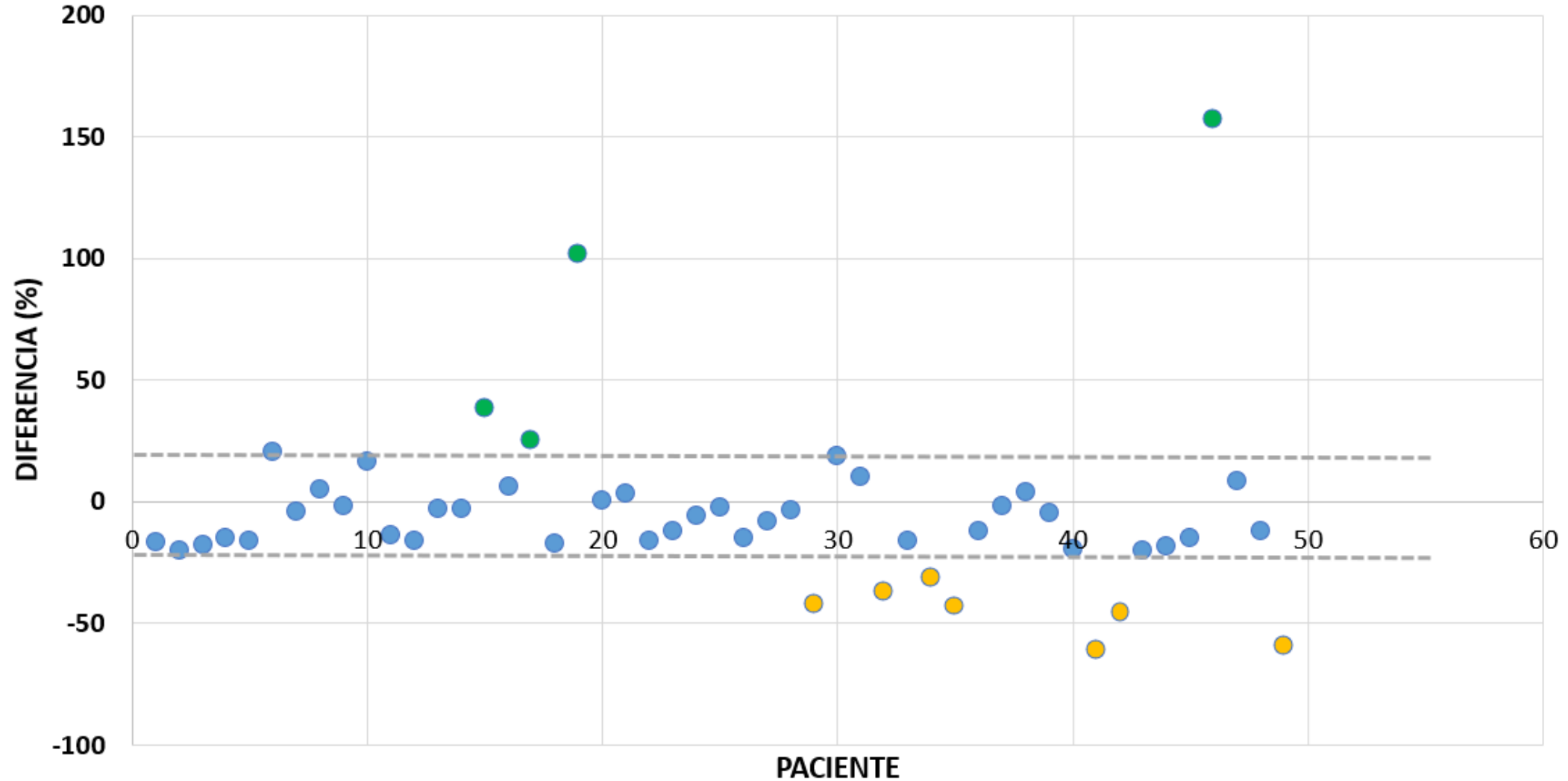


“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Antequera
7 de junio 2024

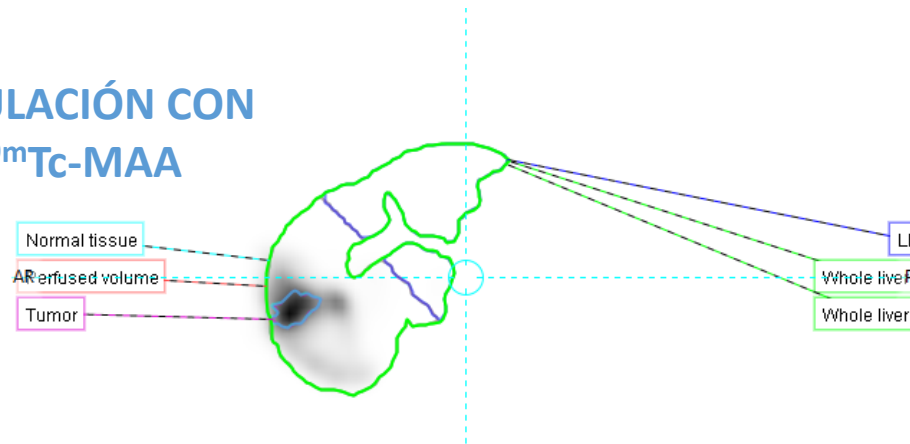


DIFERENCIA DE DOSIS ENTRE PRE Y POST EN TUMOR



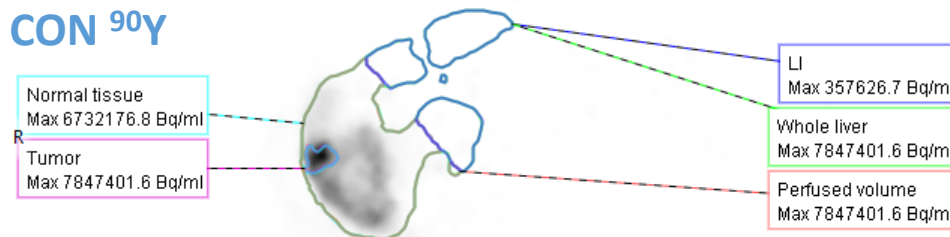
TRATAMIENTOS CON RESULTADOS NO ESPERADOS

SIMULACIÓN CON ^{99m}Tc -MAA



Totals	
Num. Perfused Volumes	1
Required activity	1.53 GBq
Perfused fraction	69.6 %
Perfused tissue absorbed dose	67.0 Gy
Perfused tumor absorbed dose	514.2 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	59.0 Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	40.9 Gy
Lung absorbed dose	1.3 Gy

TRATAMIENTO CON ^{90}Y



Totals	
Num. Perfused Volumes	1
Required activity	1.53 GBq
Perfused fraction	69.6 %
Perfused tissue absorbed dose	67.5 Gy
Perfused tumor absorbed dose	197.0 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	65.2 Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	45.2 Gy
Lung absorbed dose	1.3 Gy

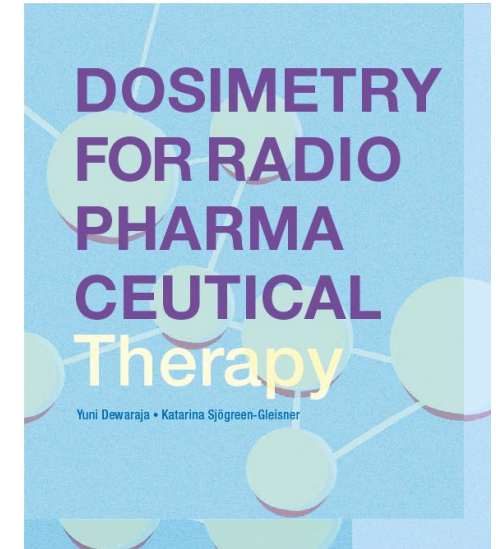
FUENTES DE INCERTIDUMBRE

FACTORES EXTERNOS

- Diferente posicionamiento del catéter
- Velocidad de inyección
- Tiempo prolongado entre simulación y tto

INCERTIDUMBRES EN DOSIMETRÍA

- Cuentas en cada VOI → actividad total en órgano → **DELIMITACIÓN**
- Masa del órgano exacta a partir del volumen delimitado en CT + densidad
- Actividad hígado = actividad administrada – actividad en pulmón y residual
- Energía depositada localmente. Valores exactos de energía y $T_{1/2}$



PRINCIPLES OF DOSIMETRY IN RADIOPHARMACEUTICAL THERAPIES

**IMPORTANCIA DE CONOCER LA
FIABILIDAD DE LOS VALORES DE
DOSIS ABSORBIDAS CALCULADOS**

DETERMINACIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES. MEJORAS FUTURAS

DELIMITAR VOI

Delimitación de los VOIs por diferentes observadores o valores de umbrales en SPECT



Análisis de sensibilidad: evaluar impacto de diferentes contorneos o de los movimientos

MASA

Valores de densidad (CT) a nivel de vóxel en hígado y varios pacientes



Determinación de la incertidumbre si se calcula la masa con densidad constante

DETERMINACIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES. MEJORAS FUTURAS

ACTIVIDAD REAL

Usar diferentes
VOI/ROI
hígado/pulmón en
imagen ^{99}Tc -MAA



Calcular la
incertidumbre
asociada al SHP
Determinar la
incertidumbre
asociada con el
residuo repitiendo
la medida

ENERGÍA

Calcular la dosis a
nivel de vóxel
usando Monte
Carlo

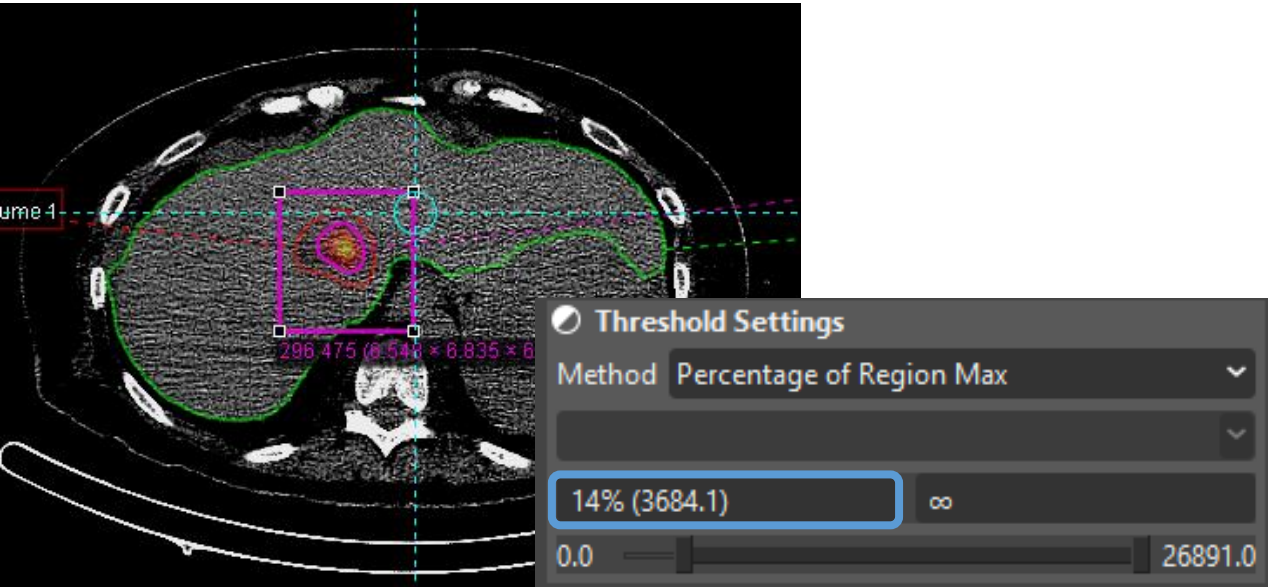
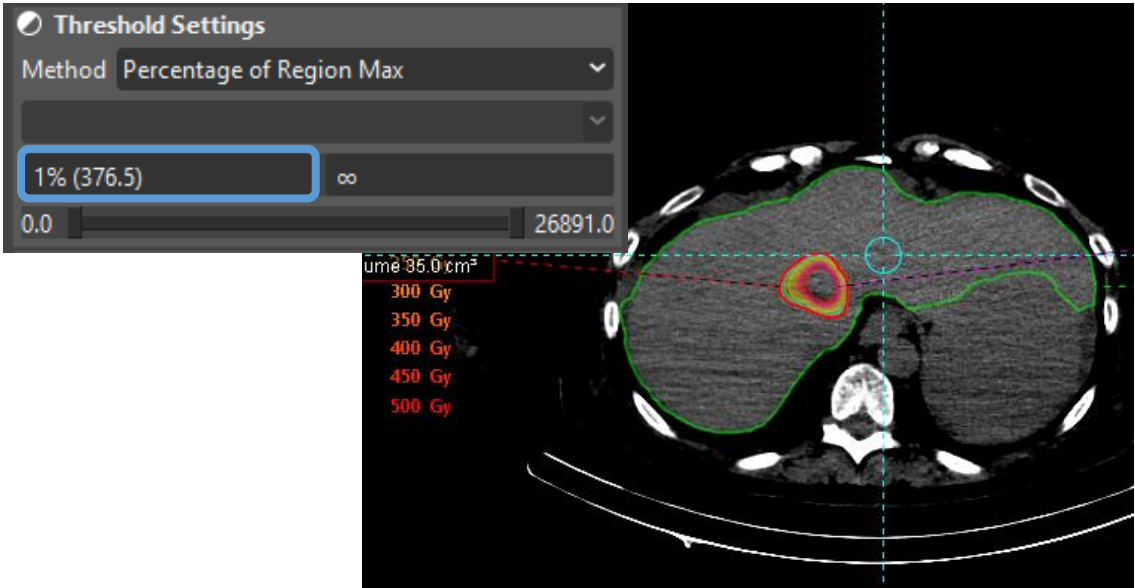


Incertidumbre de
cálculo a nivel de
vóxel o mediante
depósito local de
energía
Considerar
incertidumbres en
las constantes
físicas

CASOS DE INTERÉS

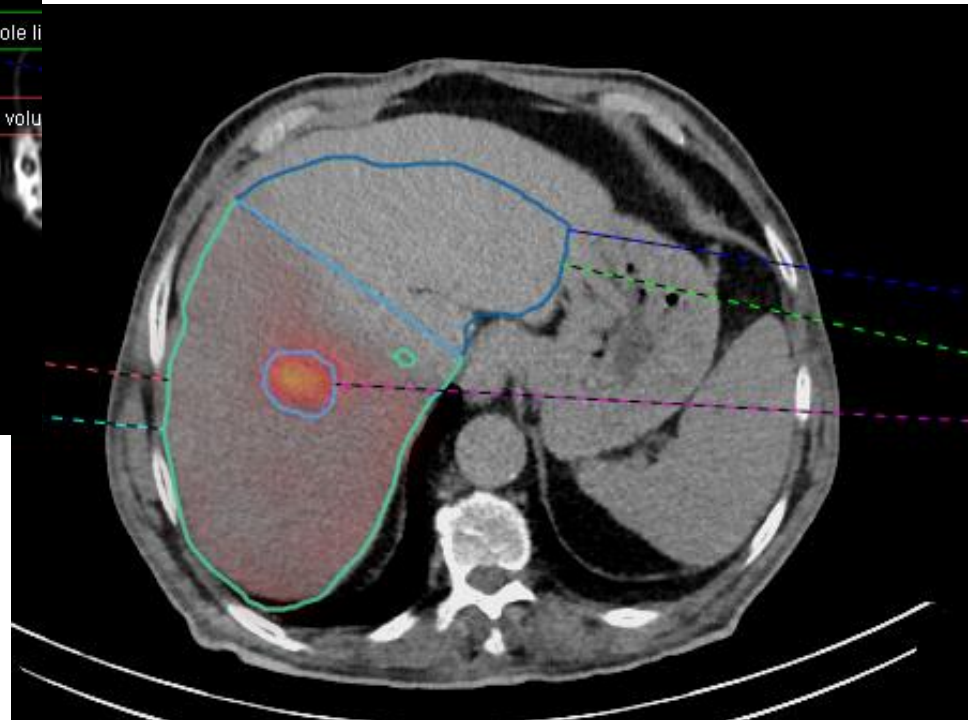
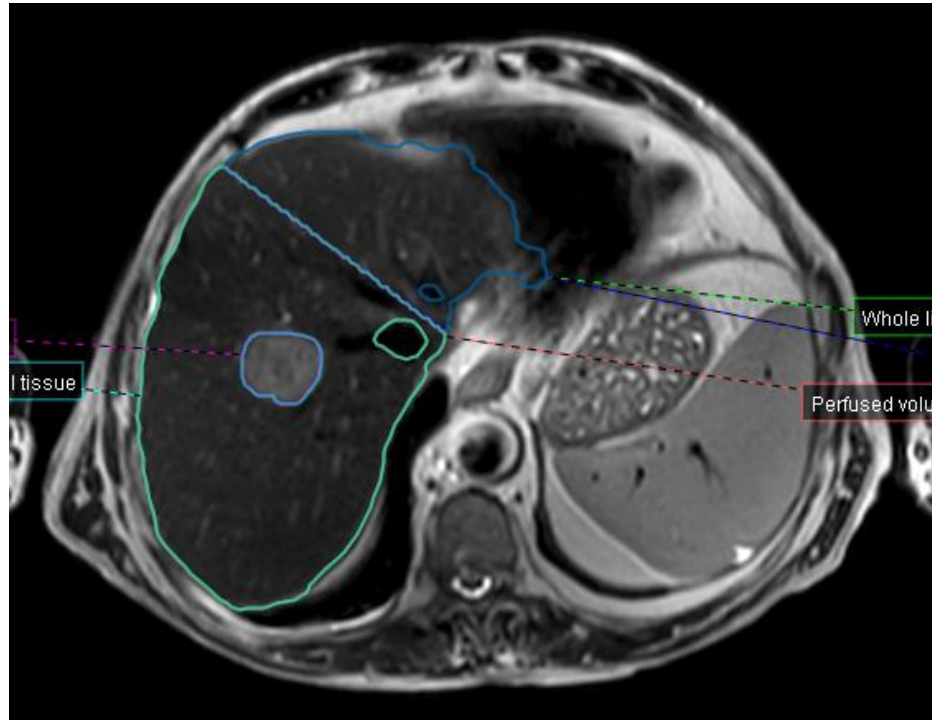
DELIMITACIÓN DEL TUMOR POR UMBRAL DE CAPTACIÓN

- En TC de diagnóstico no vemos la lesión
- % de umbral elegido → según el caso
- Gran incertidumbre en la delimitación del VOI

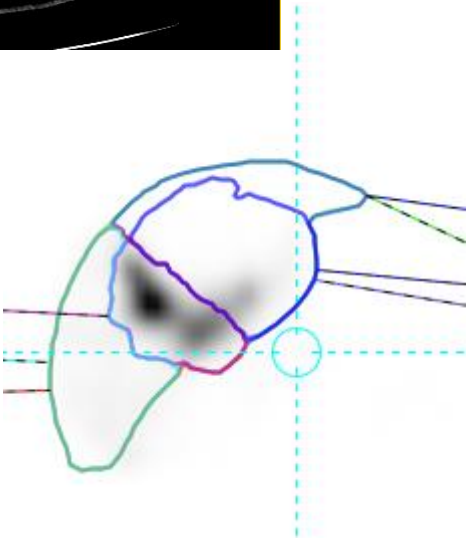
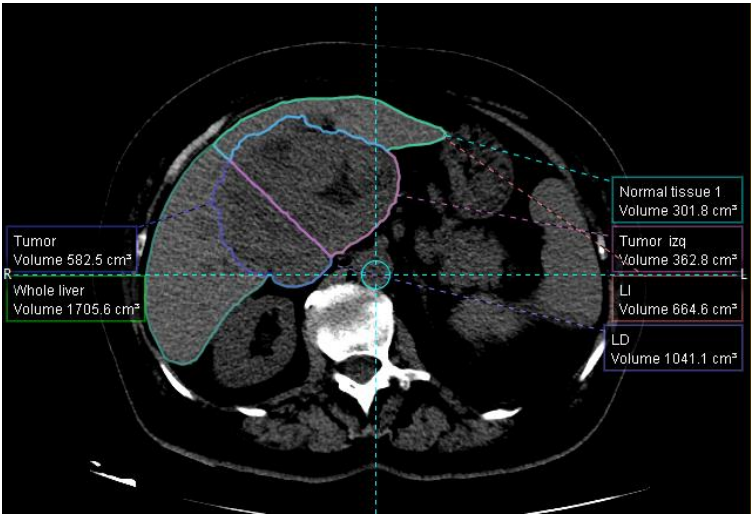


Num. Perfused Volumes	1
Required activity	0.18 GBq
Perfused fraction	1.3 %
Perfused tissue absorbed dose	248.2 Gy
Perfused tumor absorbed dose	741.8 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	0.9 Gy
Lung absorbed dose	0.0 Gy

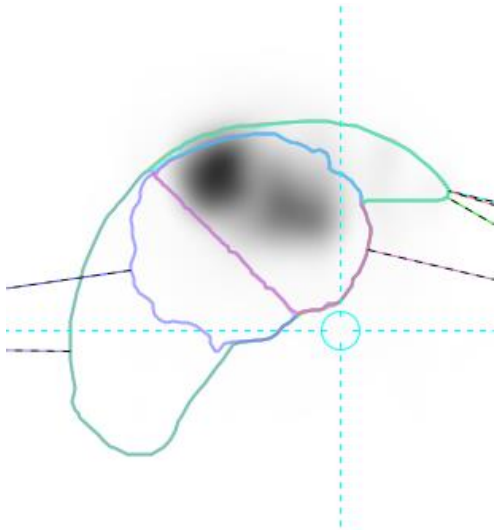
DELIMITACIÓN EN RESONANCIA MAGNÉTICA



ENFERMEDAD BILOBAR



Num. Perfused Volumes	1
Required activity	4.48 GBq
Perfused fraction	39.0 %
Perfused tissue absorbed dose	307.7 Gy
Perfused tumor absorbed dose	399.4 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	195.2 Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	44.4 Gy
Lung absorbed dose	11.1 Gy



Num. Perfused Volumes	1
Required activity	2.18 GBq
Perfused fraction	61.0 %
Perfused tissue absorbed dose	95.9 Gy
Perfused tumor absorbed dose	284.2 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	45.3 Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	25.2 Gy
Lung absorbed dose	5.1 Gy

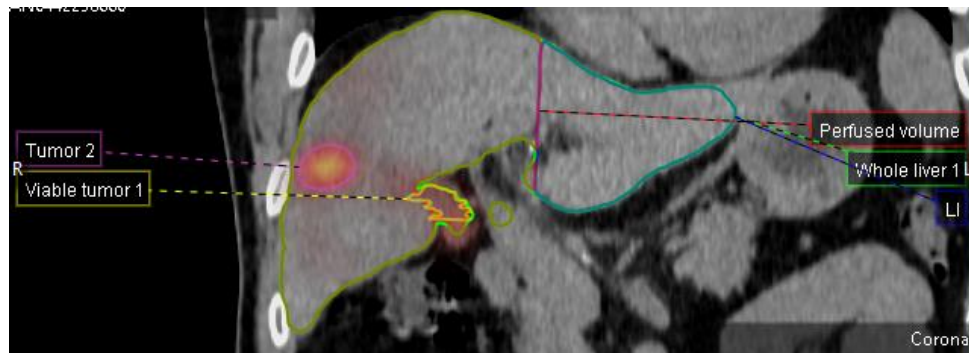
“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Antequera
7 de junio 2024



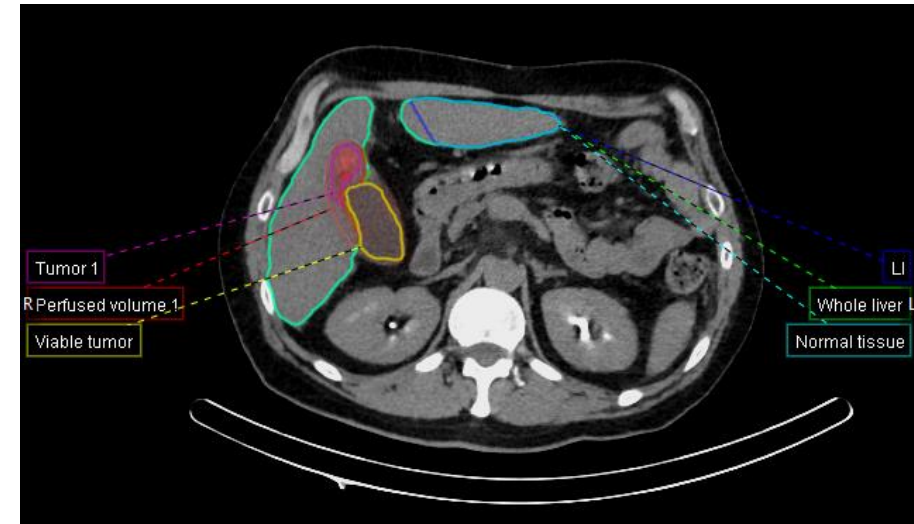
VESÍCULA BILIAR

- No superar 80-90 Gy → reduce colecistitis



Num. Perfused Volumes	1
Required activity	1.31 GBq
Perfused fraction	62.6 %
Perfused tissue absorbed dose	72.3 Gy
Perfused tumor absorbed dose	419.2 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	180.2 Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	25.1 Gy
Lung absorbed dose	1.3 Gy

Post: 74 Gy



Num. Perfused Volumes	1
Required activity	0.75 GBq
Perfused fraction	6.0 %
Perfused tissue absorbed dose	261.6 Gy
Perfused tumor absorbed dose	535.2 Gy
Perfused viable tumor absorbed dose	102.0 Gy
Perfused normal tissue absorbed dose	Gy
Whole liver normal tissue absorbed dose	2.2 Gy
Lung absorbed dose	0.5 Gy

CONCLUSIONES

- **Avances en dosimetría**
 - Paso del modelo monocompartimental al multicompartimental
 - Dosimetría de vóxel → tratamiento más personalizado
- **Cálculo de incertidumbres**
 - Fundamental para obtener una dosimetría de calidad
 - Fiabilidad de la actividad administrada en el tratamiento
- **Mejoras para reducir incertidumbres**
 - Administrar contraste al hacer la imagen de MN → REGISTRO
 - Determinar shunt pulmonar con SPECT/CT



“AVANCES EN DOSIMETRÍA, CALIDAD Y SEGURIDAD EN TERAPIA CON RADIONUCLEIDOS”

Hotel Antequera Hills, 7 de junio 2024