

**37** Congreso  
Nacional  
CENTRO DE  
CONVENCIONES  
INTERNACIONALES

Barcelona  
22/25  
MAYO 2024

**seram**  
Sociedad Española de Radiología Médica

**FERM**  
FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE RADIOLOGÍA MÉDICA

**RC** | RADIOLEGS  
DE CATALUNYA

# Cáncer de próstata en TC espectral

Julia Oliva Lozano<sup>1</sup>, Wilson Magaña Pacheco<sup>1</sup>,  
María José Ballesteros Aparicio<sup>1</sup>, Beatriz Martínez López<sup>1</sup>,  
Rocío Cutillas Armenteros<sup>1</sup>, Isolina Herráiz Romero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital General Universitario Dr. Balmis, Alicante

# Objetivo

El cáncer de próstata es la neoplasia más frecuente en hombres. La TC convencional tiene una gran falta de precisión en su valoración. La RM es la técnica de imagen de referencia para la detección y estadificación locorregional de la neoplasia prostática, combinando información morfológica y funcional, incluyendo secuencias potenciadas en T2, estudio de difusión con mapa ADC y secuencias dinámicas tras la administración de contraste i.v., así como secuencias potenciadas en T1 de la pelvis para evaluar adenopatías y lesiones óseas metastásicas. La clasificación PI-RADS tiene como objetivo indicar la probabilidad de presencia de cáncer de próstata clínicamente significativo en RM, definido como aquellos tumores con una puntuación Gleason  $\geq 3+4$ , un volumen  $\geq 0,5$  cc y/o un comportamiento invasivo como extensión extraprostática.

Las últimas guías de la Sociedad Europea de Urología recomiendan realizar RM prebiopsia en aquellos pacientes con sospecha clínica de cáncer de próstata. A los pacientes con lesiones sospechosas en RM se les realizan biopsias transrectales sistemáticas y dirigidas guiadas por ecografía. A aquellos con lesiones Gleason  $\geq 7$  se les realiza una TC abdominopélvica de estadificación.

Desde la implementación de la TC espectral en nuestro hospital, observamos durante la práctica clínica que en la TC de estadificación de pacientes con neoplasia de próstata, los focos de hiperrealce prostáticos en los mapas monoenergéticos de baja energía se correlacionaban anatómicamente con la neoplasia diagnosticada por RM con categoría PI-RADS  $\geq 3$  y Gleason  $\geq 7$ , especialmente los situados en la zona periférica.

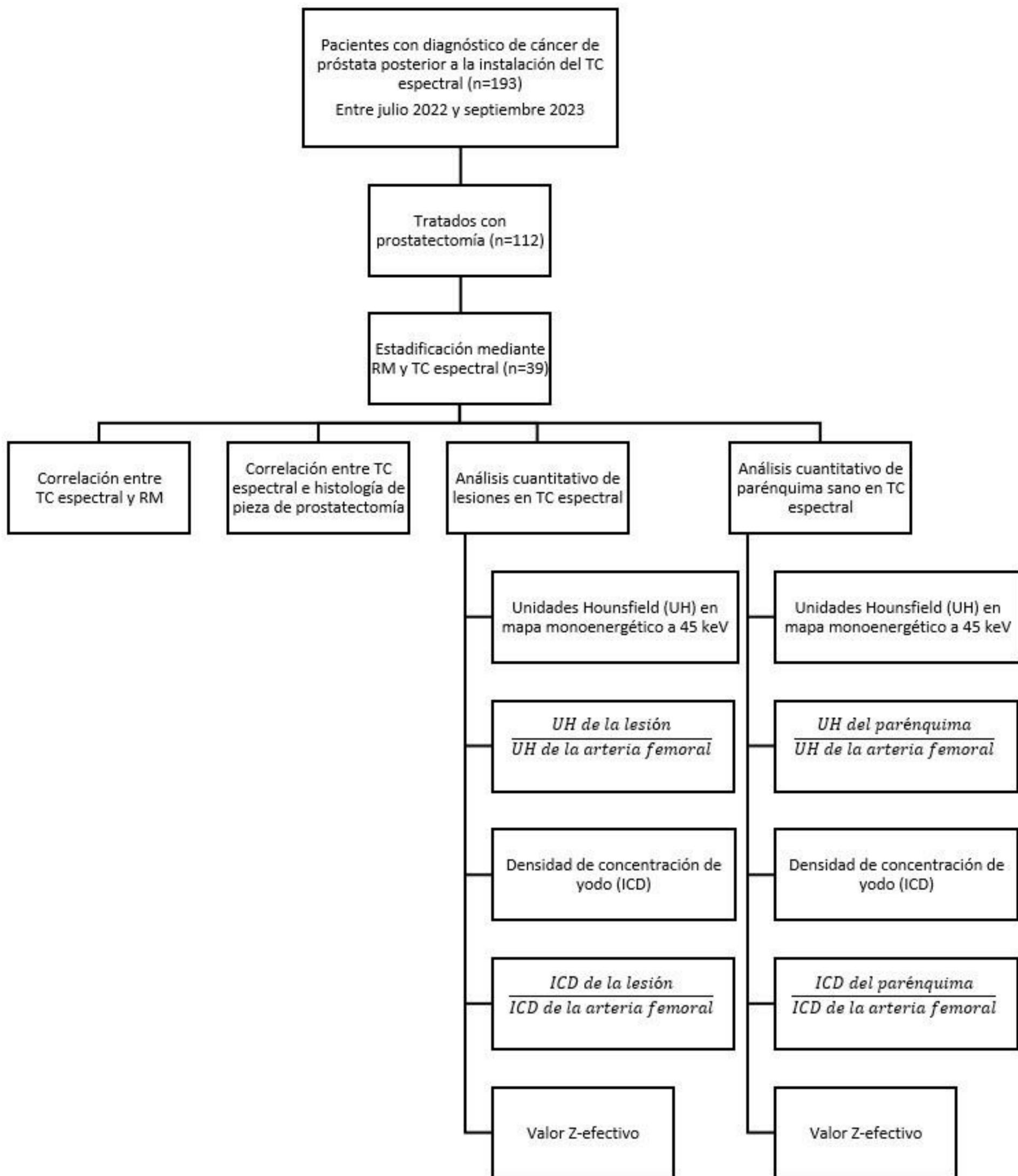
El objetivo de esta investigación fue **analizar y definir parámetros espectrales cuantitativos del cáncer de próstata y establecer puntos de corte para categorizar las lesiones prostáticas hipercaptantes como sospechosas.**

# Material y método

Realizamos un estudio retrospectivo unicéntrico. La población inicial incluyó a 193 pacientes diagnosticados de neoplasia de próstata mediante biopsia transrectal tras la implementación del TC espectral en nuestro hospital terciario, en julio de 2022, hasta septiembre de 2023. Entre ellos, seleccionamos pacientes tratados con prostatectomía radical, con un total de 112 pacientes; y de estos, a los que se les realizaron ambos estudios de estadificación: RM de próstata para estadificación locorregional y TC abdominopélvica con contraste realizada en la TC espectral.

Los criterios de exclusión fueron pacientes no tratados mediante prostatectomía radical, pacientes sin imágenes disponibles en el PACS para su análisis y estudios de mala calidad técnica.

La cohorte final incluyó 39 pacientes.



La recogida de datos se realizó de forma retrospectiva a partir de historias clínicas digitalizadas. Las variables epidemiológicas, clínicas y patológicas incluyeron la edad del paciente en el momento de la cirugía, el nivel de PSA (mg/ml) antes de la cirugía, la puntuación Gleason en la pieza de prostatectomía y el estadio TNM.

Se realizó un análisis de los datos espectrales dibujando “regiones de interés” (ROI) manuales centradas en estas lesiones sospechosas, evitando áreas de grasa, necrosis, vasos y calcificaciones. Se obtuvieron los siguientes datos espectrales:

- **Unidades Hounsfield (UH) en el mapa monoenergético de baja energía a 45 keV**
- **UH normalizada en el mapa monoenergético de baja energía a 45 keV.**
- **Densidad de Concentración de Yodo (ICD), en mg/ml.**
- **ICD normalizado.**
- **Número atómico efectivo (Z-efectivo).**

El valor Z-efectivo describe la naturaleza de las interacciones del material o compuesto con la radiación. Puede discriminar y reflejar las características del material con mayor precisión que la atenuación en UH. El Z-efectivo del tejido tumoral difiere del tejido sano debido a las diferentes concentraciones de oligoelementos, siendo en la mayoría de tumores el Z-efectivo considerablemente mayor que en el tejido sano. También puede reflejar la heterogeneidad de los tejidos.

Se normalizaron las UH en los mapas monoenergéticos de baja energía y en los de ICD calculando el cociente entre estos valores del tejido prostático y de la arteria femoral común para minimizar la variabilidad debida a la velocidad de inyección, la dosis de contraste y las diferencias individuales en el gasto cardíaco.

Se tomó como grupo control las áreas prostáticas no neoplásicas de estos pacientes, según el informe histológico de las piezas de prostatectomía, obteniendo los mismos datos: UH, UH normalizada, ICD, ICD normalizada y valor Z-efectivo.

Una vez recogidos los datos, se analizaron mediante el programa SPSS v.19 para comparar las lesiones neoplásicas y el tejido no neoplásico.

# Resultados

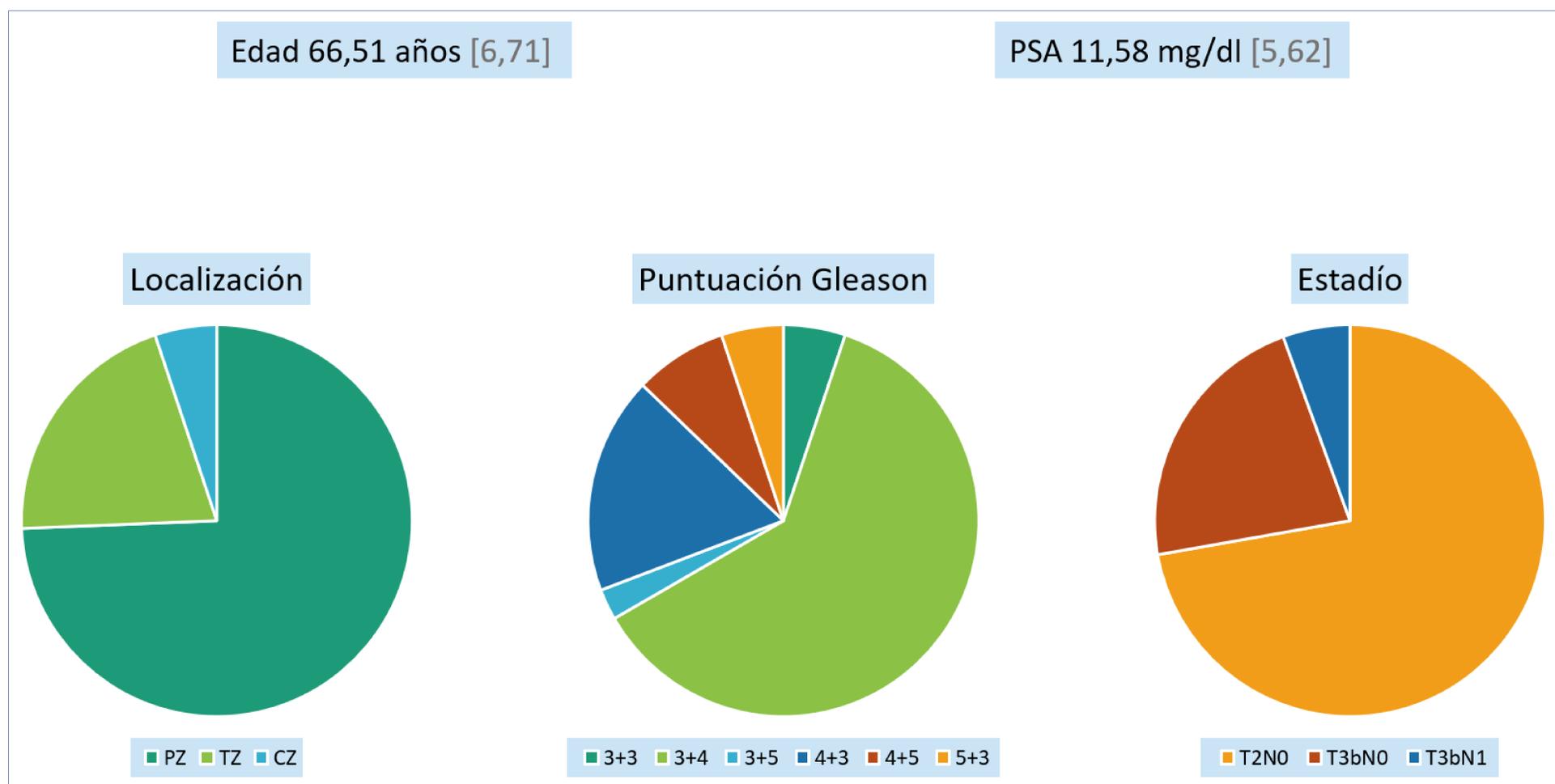
La muestra analizada estuvo formada por 39 hombres con una edad media de 66,51 años y una desviación estándar (DE) de 6,71 años.

El valor medio de PSA previo a la cirugía fue de  $11,58 \pm 5,62$  mg/dl (media  $\pm$  DE).

El 74,36% de las neoplasias se localizaron en la zona periférica, el 20,51% en la zona de transición y el 5,12% en la zona central.

En cuanto a la puntuación Gleason, el 5,13% fue 3+3, el 61,54% fue 3+4, el 2,56% fue 3+5, el 17,95% fue 4+3, el 7,69% fue 4+5 y el 5,13% fue 5+3.

En el estudio histopatológico de la pieza de prostatectomía el 72,22% se encontraba en estadio T2N0, el 22,22% en estadio T3bN0 y el 5,56% en estadio T3bN1.



La TC espectral mostró las mismas lesiones sospechosas que la RM (PI-RADS  $\geq 3$ ) en el 89,7% de los pacientes, como realce focal mayor que el parénquima de fondo.

Los valores espectrales en las lesiones neoplásicas fueron significativamente mayores, mostrando un realce intenso en comparación con el tejido sano. Las diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

Las **UH** en los mapas monoenergéticos de baja energía fueron  $206,58 \pm 56,46$  UH (media  $\pm$  DE) para las neoplasias de próstata y  $96,98 \pm 27,09$  HU (media  $\pm$  DE) para el parénquima prostático no neoplásico.

Las **UH normalizadas** en los mapas monoenergéticos de baja energía fueron  $0,57 \pm 0,20$  (media  $\pm$  DE) para las lesiones neoplásicas y  $0,27 \pm 0,10$  (media  $\pm$  DE) para el parénquima prostático no neoplásico.

El **ICD** fue de  $2,49 \pm 0,85$  mg/ml (media  $\pm$  DE) para las neoplasias de próstata y de  $0,94 \pm 0,39$  mg/ml (media  $\pm$  DE) para las áreas de próstata no neoplásicas.

El **ICD normalizado** fue de  $0,54 \pm 0,20$  (media  $\pm$  DE) para las neoplasias de próstata y de  $0,21 \pm 0,09$  (media  $\pm$  DE) para el parénquima prostático no neoplásico.

Los **valores Z-efectivos** fueron  $8,65 \pm 0,45$  (media  $\pm$  DE) para las neoplasias de próstata y  $7,84 \pm 0,22$  (media  $\pm$  DE) para las áreas de próstata no neoplásicas.

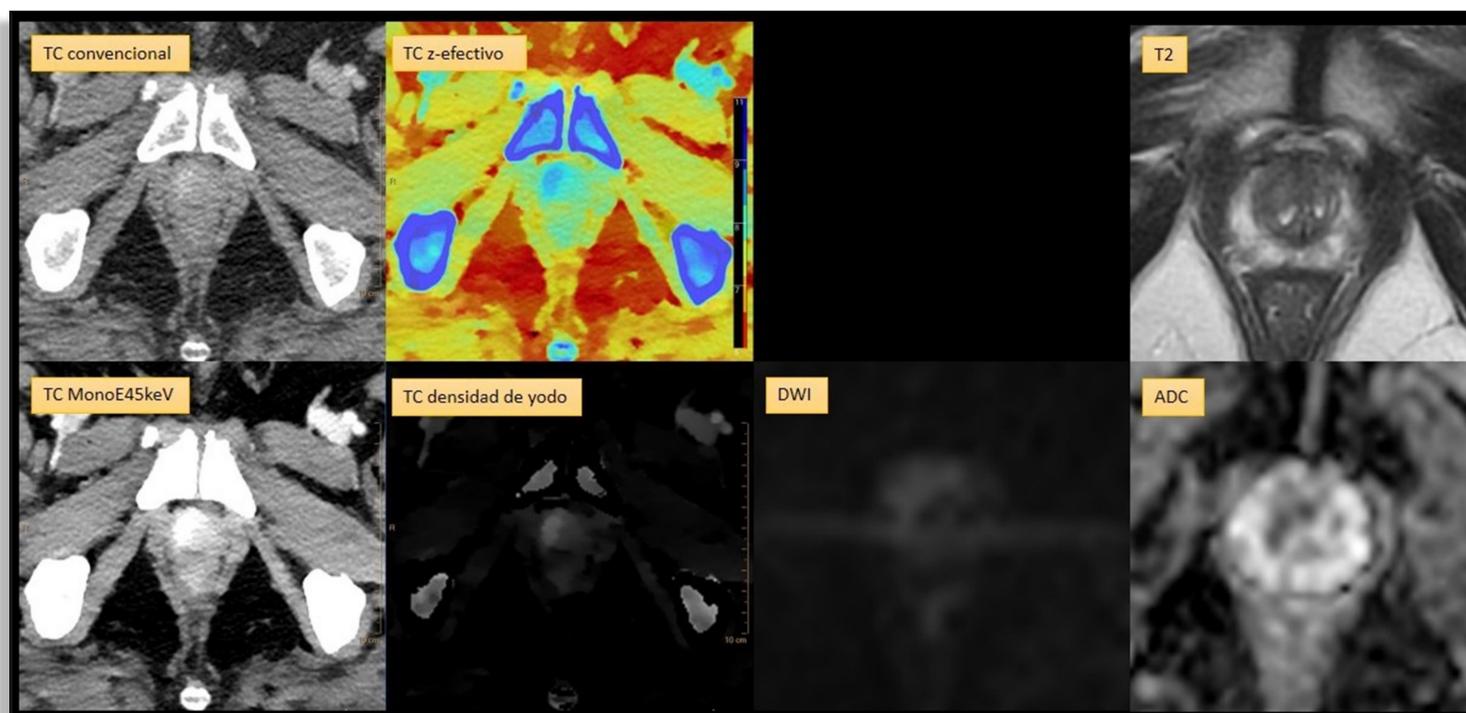
Los **puntos de corte** para diferenciar lesiones benignas y sospechosas de malignidad fueron 137,35 UH en mapas monoenergéticos de baja energía (sensibilidad 94,9%; especificidad 94,9%), 0,4 en UH normalizados (S82; E92), 1,48 mg/ml en ICD (S93,3; E93,3), 0,35 en ICD normalizado (S93; E97) y 8,13 en valores z-efectivos (S93,3; E93,3).

	Densidad (UH) en mapa monoenergético a 45 keV Media [DE]	Densidad normalizada en mapa monoenergético a 45 keV Media [DE]	ICD (mg/ml) Media [DE]	ICD normalizada Media [DE]	Z-efectivo Media [DE]
Lesiones prostáticas neoplásicas	206,58 [56,46]	0,57 [0,20]	2,49 [0,85]	0,54 [0,20]	8,65 [0,45]
Parénquima prostático no neoplásico	96,98 [27,09]	0,27 [0,10]	0,94 [0,39]	0,21 [0,09]	7,84 [0,22]

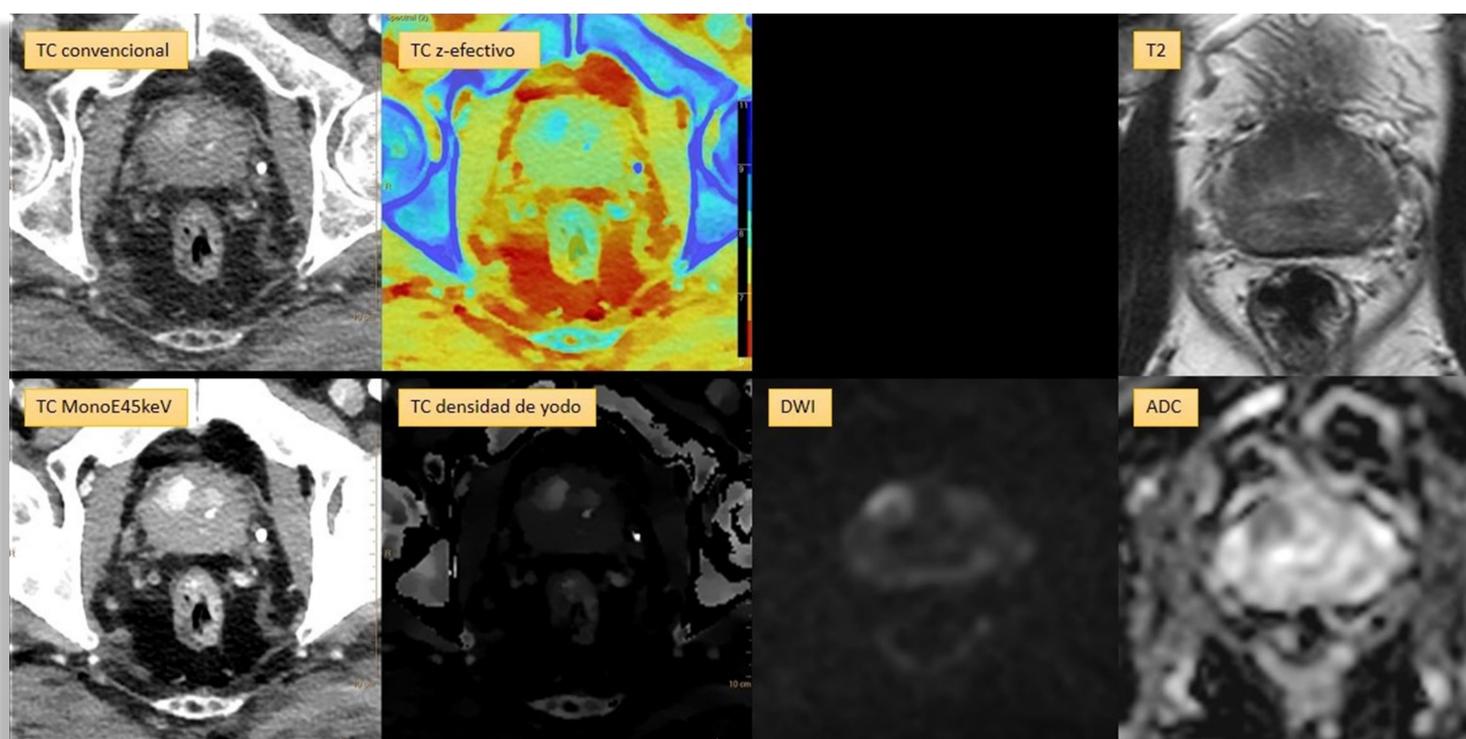
Valores de los parámetros espectrales estudiados de las lesiones prostáticas neoplásicas y no neoplásicas.

	Puntos de corte	Sensibilidad	Especificidad
Densidad en mapa monoenergético a 45 keV	137 UH	95	95
Densidad normalizada en mapa monoenergético a 45 keV	0,4	82	92
ICD	1,48 mg/ml	93	93
ICD normalizada	0,35	93	97
Z-efectivo	8,13	93	93

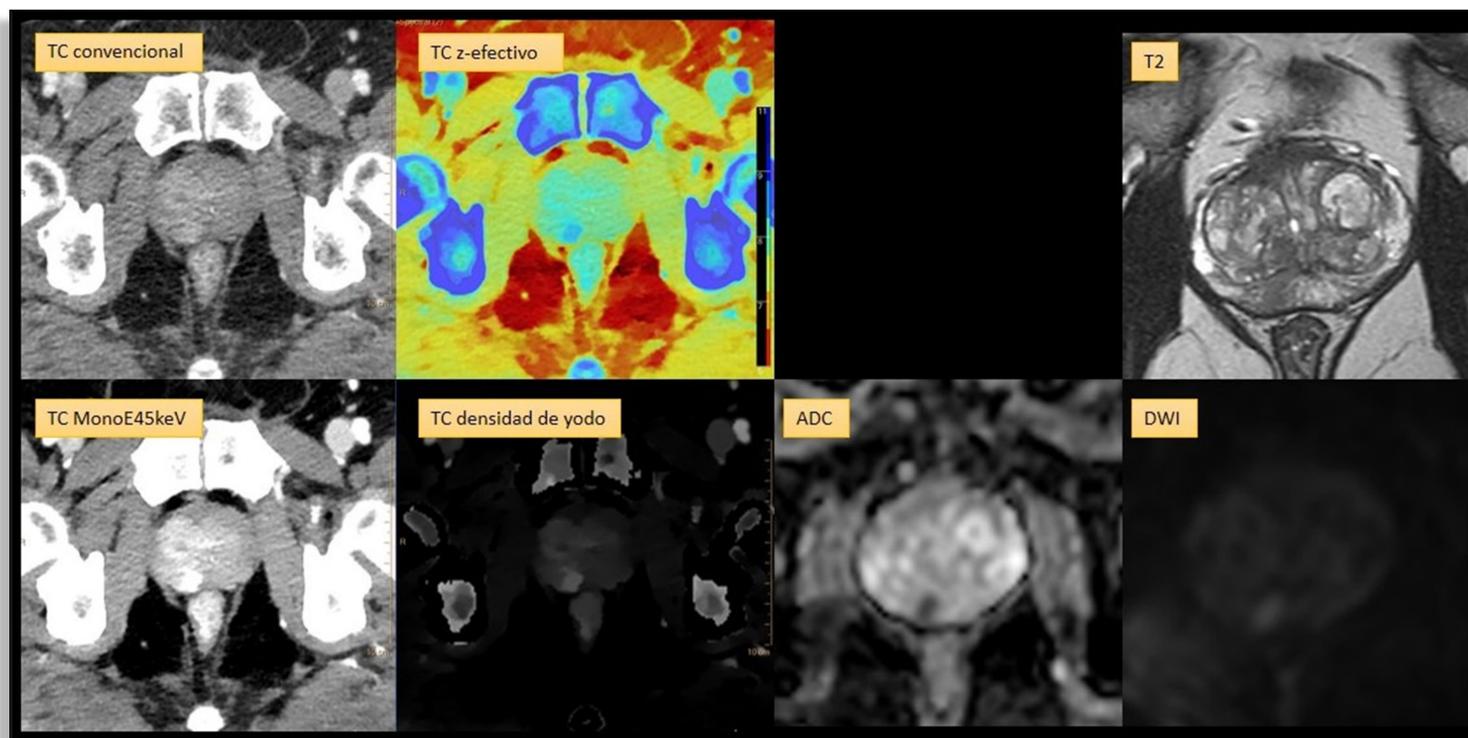
Valores de los puntos de corte obtenidos de los parámetros espectrales estudiados para diferenciar lesiones prostáticas benignas de lesiones sospechosas de malignidad.



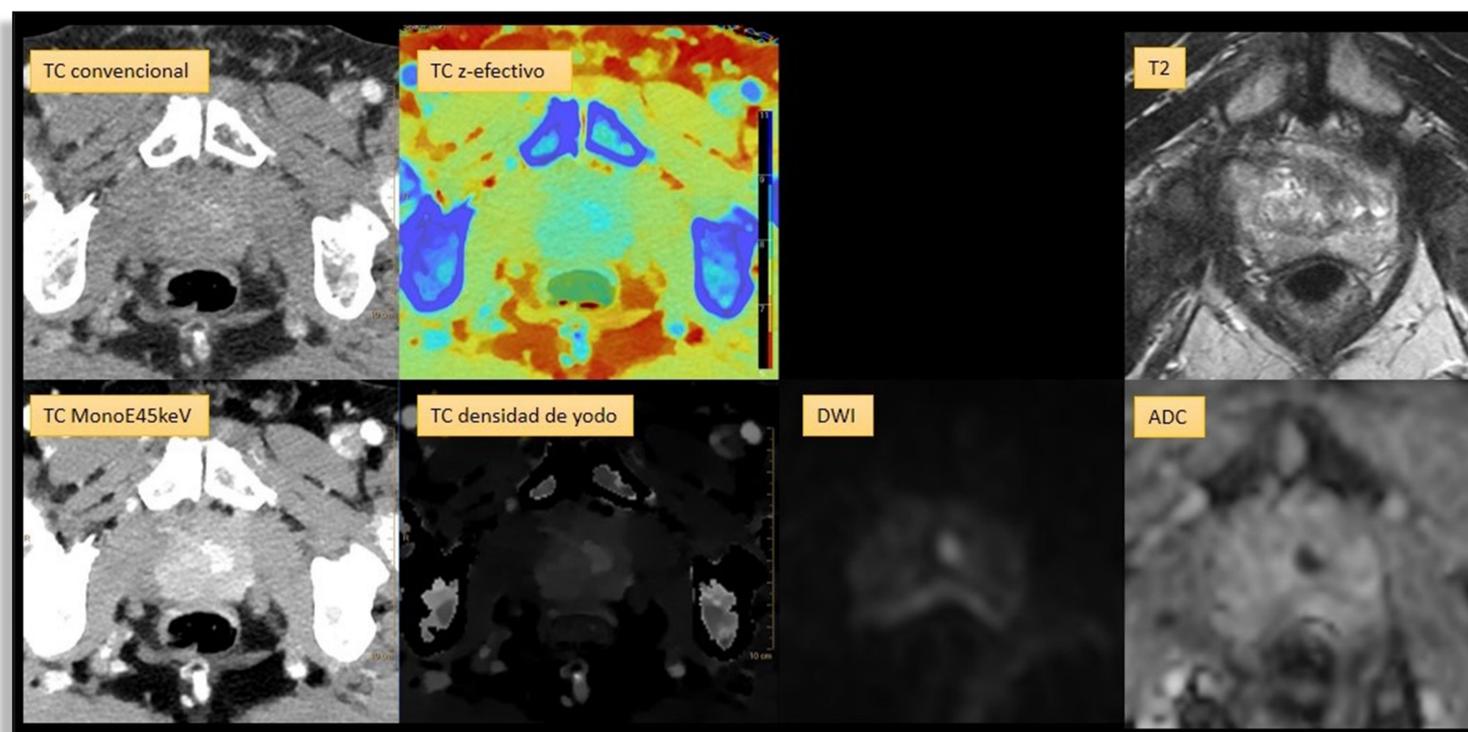
Lesión hipercaptante en la zona periférica del lóbulo prostático derecho visible en los mapas monoenergético de baja energía, de densidad de yodo y z-efectivo. En la RM se correlaciona con un área moderadamente hipointensa en T2, con restricción a la difusión y captación de contraste, PI-RADS 4.



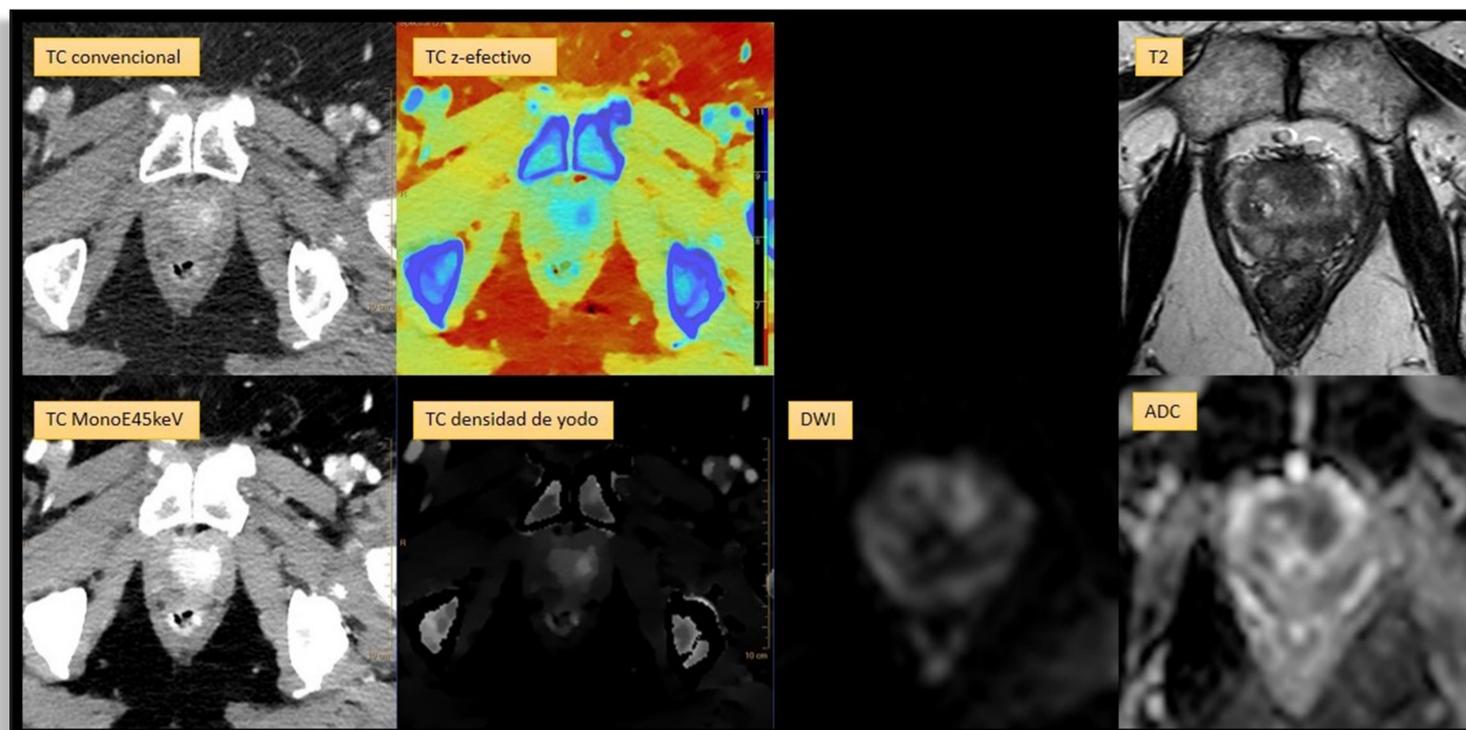
En TC se observa una lesión hipercaptante en la zona transicional del lóbulo prostático derecho, visible en los mapas monoenergéticos de baja energía, de densidad de yodo y z-efectivo. En la RM se corresponde con un área lenticular homogénea moderadamente hipointensa en T2, con restricción a la difusión, PI-RADS 4.



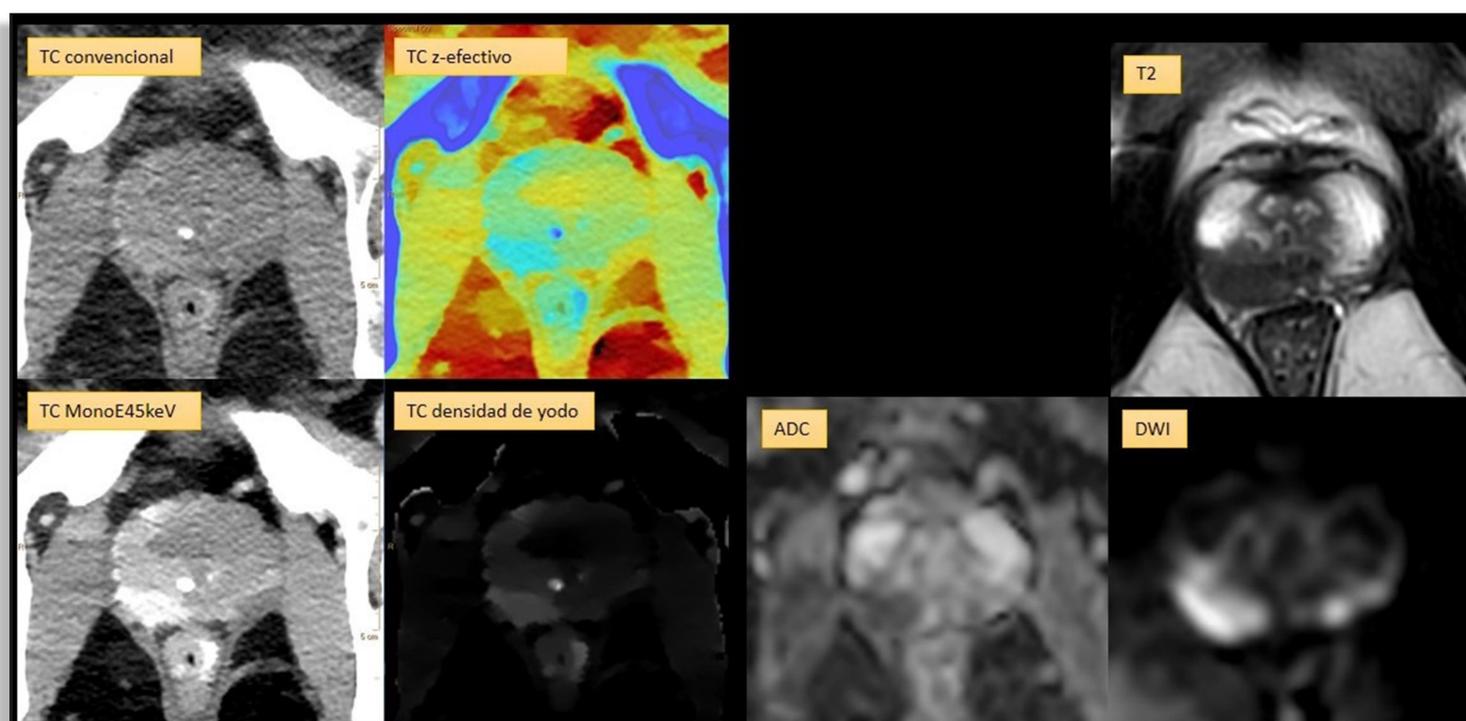
Lesión hipercaptante en zona periférica del lóbulo prostático derecho visible en los mapas monoenergético de baja energía, de densidad de yodo y z-efectivo. En la RM se correlaciona con un área moderadamente hipointensa en T2, con restricción a la difusión y captación de contraste, PI-RADS 4.



En TC se observa una lesión hipercaptante en la zona transicional del lóbulo prostático izquierdo, visible en los mapas monoenergéticos de baja energía, de densidad de yodo y z-efectivo. Los nódulos hipercaptantes en la ZT son difíciles de diferenciar por imagen de los nódulos de HBP. En la RM se corresponde con un área de señal heterogénea de márgenes indeterminados, con marcada restricción a la difusión, PI-RADS 4.



En TC se observa una lesión muy hipercaptante en la zona transicional de la próstata, que afecta predominantemente al lóbulo izquierdo, visible en los mapas monoenergético de baja energía, de densidad de yodo y z-efectivo. En la RM se corresponde con un área lenticular homogénea muy hipointensa en T2, con restricción a la difusión, PI-RADS 4.



Hombre de 67 años con elevación de PSA y antecedentes familiares de cáncer de próstata. En RM se observa una lesión PI-RADS 4 en la zona periférica del lóbulo prostático derecho, con señal hipointensa en T2 y restricción a la difusión. Dicha lesión apenas es visible en el TC convencional del estudio de extensión, pero sí en el mapa de baja energía, de densidad de yodo y z-efectivo.

# Discusión

La TC espectral es una modalidad de imagen prometedora que permite una mejor diferenciación de tejidos, aumentando la sensibilidad para detectar malignidad. Es capaz de descomponer materiales con diferentes composiciones elementales dependiendo de sus propiedades de atenuación dependientes de la energía. Esta técnica de separación espectral basada en detectores que absorben y diferencian entre alta y baja energía permite un análisis más preciso del espectro energético sin aumentar la exposición a la radiación.

No existe por el momento evidencia científica que permita orientar la probabilidad de malignidad de las lesiones prostáticas focales hipercaptantes, tanto en contextos de sospecha clínica como de hallazgos incidentales. En este último escenario podríamos detectar la enfermedad en estadios más tempranos y mejorar el pronóstico de la enfermedad.

En este estudio, las lesiones neoplásicas presentaron valores significativamente mayores en todas las variables estudiadas: UH en mapas monoenergéticos de baja energía, ICD y valores Z-efectivos, en comparación con el parénquima no neoplásico. Esto se debe a que presentan mayor captación de contraste por neoangiogénesis tumoral, cuantificable en monoenergéticos de baja energía y mapas ICD, y diferentes composiciones de tejidos, cuantificables en mapas Z-efectivos.

Estos hallazgos son especialmente valorables en la **zona periférica**, ya que la zona transicional es intrínsecamente heterogénea debido a los nódulos de hiperplasia prostática benigna.

# Discusión

Las limitaciones del estudio que pueden afectar a la generalización de los resultados incluyen la naturaleza retrospectiva del estudio, la inclusión de participantes de un solo centro y el uso de un único modelo de TC espectral. Sin embargo, estas características aportan homogeneidad al estudio y por tanto evitan otro tipo de sesgos como la variabilidad poblacional, la variabilidad interobservador entre radiólogos de diferentes centros y diferencias atribuibles a diferentes metodologías del cálculo de mapas espectrales.

Otra limitación es el pequeño tamaño de la muestra ( $n = 39$ ). Además, puede haber un sesgo de selección. Nuestra población está formada por pacientes con cáncer de próstata y no existe un grupo control sano. Sin embargo, se ha analizado y comparado el parénquima prostático no neoplásico de estos pacientes en base a los informes anatomopatológicos.

En cuanto a la interpretación de las imágenes, existe una capacidad limitada para detectar lesiones neoplásicas con baja captación de yodo, aunque probablemente se trate de lesiones de menor grado histológico, no clínicamente significativas. También existe una capacidad limitada para distinguir entre patología maligna y benigna, como nódulos de hiperplasia benigna o áreas de prostatitis que también pueden presentar mayor captación de contraste.

# Conclusiones

La TC espectral es una modalidad de imagen prometedora capaz de detectar cáncer de próstata, especialmente lesiones PI-RADS  $\geq 3$ , Gleason  $\geq 7$  y localizadas en la zona periférica. En la zona de transición, el realce de los nódulos hiperplásicos benignos reduce la especificidad para malignidad.

Los valores de corte para diferenciar lesiones benignas y sospechosas de malignidad fueron 137,35 UH en mapas monoenergéticos de baja energía (S94,9; E94,9), 1,48 mg/ml en ICD (S93,3; E93,3) y 8,13 en valores z-efectivos (S93,3; E93,3).

# Referencias

- 1. Osimani M, Bellini D, Di Cristofano C, Palleschi G, Petrozza V, Carbone A, Laghi A. Perfusion MDCT of prostate cancer: correlation of perfusion CT parameters and immunohistochemical markers of angiogenesis. *J Med Imaging Radiat Sci.* 2021;52(2):253-258. doi: 10.1016/j.jmir.2020.11.0052.
- 2. Luczynska E, Blecharz P, Dyczek S, Kluza P, Pluta P, Walecki J. Perfusion CT is a valuable diagnostic method for prostate cancer: a prospective study of 94 patients. *ecancermedicalscience.* 2014;8:476. doi:10.3332/ecancer.2014.476E3.
- 3. Korevaar S, Tennakoon R, Page M, Cheung A, Carter T, Delaney G. Incidental detection of prostate cancer with computed tomography scans. *Sci Rep.* 2021;11:7956. doi:10.1038/s41598-021-86972-y4.
- 4. Huang, G., Lebovic, G., & Vlachou, P. A. (2019). Diagnostic value of CT in detecting peripheral zone prostate cancer. *American Journal of Roentgenology*, 213, 831-835. doi:10.2214/AJR.18.210135.
- 5. Chen A, Liu A, Liu J, Tian S, Wang H, Liu Y. Application of dual-energy spectral CT imaging in differential diagnosis of bladder cancer and benign prostate hyperplasia. *Medicine.* 2016;95(52):e5705. doi:10.1097/MD.00000000000005705.
- 6. Chen W, Ye Y, Zhang D, Mao L, Guo L, Zhang H. Utility of dual-layer spectral-detector CT imaging for predicting pathological tumor stages and histological grades of colorectal adenocarcinoma. *Front Oncol.* 2022;12:1002592. doi:10.3389/fonc.2022.1002592.
- 7. Zopfs D, Laukamp KR, Pinto Dos Santos D, Lennartz S, Dreyer J, Persigehl T, Maintz D. Low keV virtual monoenergetic imaging reconstructions of excretory phase spectral dual-energy CT in patients with urothelial carcinoma: A feasibility study. *Eur J Radiol.* 2019;116:135-143. doi:10.1016/j.ejrad.2019.05.003.
- 8. Chen A, Liu A, Liu J, Tian S, Wang H, Liu Y. Application of dual-energy spectral CT imaging in differential diagnosis of bladder cancer and benign prostate hyperplasia. *Medicine.* 2016;95(52):e5705. doi:10.1097/MD.00000000000005705.