

# Diagnóstico por imagen del cáncer epitelial de ovario

## Diagnostic imaging of epithelial ovarian cancer

Julio Fernández Mata, Clara M. Romero Martínez, Paula Molina Vigara, Paula Orenes Castrillo, Mar Jiménez de la Peña

Departamento de Diagnóstico por la Imagen. Hospital Universitario QuirónSalud Madrid. Pozuelo de Alarcón, Madrid

### Resumen

El cáncer de ovario es una patología agresiva, generalmente de diagnóstico tardío en fases avanzadas de la enfermedad, dada su presentación clínica insidiosa. Las pruebas de imagen son exploraciones claves en el estudio integral del cáncer de ovario, que influyen significativamente en el manejo y en el pronóstico de estos pacientes. La evaluación de las lesiones ováricas suele llevarse a cabo inicialmente mediante ecografía y posteriormente, mediante resonancia magnética (RM) multiparamétrica, que permiten clasificarlas según el riesgo de malignidad mediante sistemas estandarizados de descripción (O-RADS). Por otro lado, la tomografía computarizada (TC) y la RM son las pruebas más utilizadas en la valoración de la afectación peritoneal para el diagnóstico y la estadificación, en la que es recomendable recoger el índice de carcinomatosis peritoneal. Sin embargo, para el análisis de respuesta al tratamiento y la detección de recidivas, la tomografía de emisión de positrones fusionada con TC (PET-TC) sigue siendo la exploración de referencia.

#### Palabras clave:

Carcinoma epitelial de ovario. Imagen-RM. Imagen-difusión. Imagen-PET. O-RADS.

### Abstract

Ovarian cancer is an aggressive pathology, generally diagnosed late in advanced stages of the disease given its insidious clinical presentation. Diagnostic Imaging are key examinations in the comprehensive study of ovarian cancer because of their impact in the management and prognosis of these patients. The evaluation of ovarian lesions is usually carried out by ultrasound and subsequently by advanced magnetic resonance image (MRI) that allows them to be classified according to the risk of malignancy using standardized description systems (O-RADS). On the other hand, computed tomography (CT) and MRI are the most used explorations in the assessment of peritoneal involvement for diagnosis and staging, where it is advisable to determine the Peritoneal Cancer Index. However, for the analysis of response to treatment and the detection of recurrences, PET-CT remains the gold standard imaging investigation.

#### Keywords:

Epithelial carcinoma ovary. MR imaging. Diffusion imaging. PET imaging. O-RADS.

*Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés.*

*Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.*

Fernández Mata J, Romero Martínez CM, Molina Vigara P, Orenes Castrillo P, Jiménez de la Peña M. Diagnóstico por imagen del cáncer epitelial de ovario. Rev Cáncer 2024;38(4):156-169

DOI: 10.20960/revcancer.00093

#### Correspondencia:

Julio Fernández Mata. Departamento de Diagnóstico por la Imagen. Hospital Universitario QuirónSalud Madrid. C/ Diego de Velázquez, 1. 28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid  
e-mail: julioferma@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Aunque el cáncer de ovario no es una de las neoplasias más frecuentes en nuestro país (constituye el décimo tipo de tumor en la población femenina), se trata de una patología agresiva. Además, es la principal causa de muerte por cáncer ginecológico (1).

En función de su origen histológico, se clasifican en tumores epiteliales (serosos, mucinosos, endometrioides, carcinomas de células claras y tumor de Brenner), tumores de células germinales (teratomas maduros e inmaduros, disgerminomas, tumores del seno endodérmico y carcinoma embrionario), tumores del estroma de los cordones sexuales (fibrotecoma, de células de la granulosa, tumor estromal esclerosante y de células de Sertoli-Leydig) y tumores metastásicos (2). Dentro de todos estos subtipos, los epiteliales son contundentemente los más comunes: representan hasta el 90 % de los cánceres ováricos (1); además, son los tumores ginecológicos que presentan una mayor mortalidad, tan alta como la suma de los tumores de cérvix y útero juntos.

Esto se debe a que se trata de tumores mayoritariamente silentes, diagnosticados de forma casual en una revisión rutinaria por una ecografía abdominal o transvaginal, o más frecuentemente en estadios avanzados (3), con un 60 % de pacientes con enfermedad diseminada al diagnóstico, lo que ensombrece notablemente el pronóstico, ya que la resección completa es más complicada, las recurrencias son más frecuentes y las quimiorresistencias, mayores.

Por este motivo el diagnóstico precoz es difícil y tampoco existen métodos de cribado que se hayan demostrado eficaces para prevenir el desarrollo de la enfermedad, lo que compromete su supervivencia.

El abordaje inicial de pacientes con sospecha de cáncer de ovario necesita una evaluación general con anamnesis completa, recopilación de antecedentes, exploración física y, particularmente, ginecológica, así como una batería de pruebas analíticas que incluya marcadores tumorales (fundamentalmente Ca. 125 y proteína HE4).

Por su parte, las pruebas de imagen, como la ecografía, la tomografía computarizada (TC), la tomografía por emisión de positrones (PET), normalmente unida a la TC (PET-TC), y la resonancia magnética (RM) son exploraciones claves tanto en el diagnóstico y en la estadificación del cáncer de ovario como en el seguimiento y en la detección de recidiva.

Cuando los hallazgos ultrasonográficos de una lesión ovárica no son concluyentes para confirmar la ausencia de malignidad o cuando sugieren neoformación de caracte-

terísticas agresivas, la exploración debe ampliarse al resto de la cavidad abdominal, con especial atención al peritoneo. Para ello se utilizan la TC o la RM, con especial relevancia en los últimos años de esta última prueba para la caracterización, la estadificación y la toma de decisiones en los comités ginecológicos. La PET-TC no suele utilizarse en la evaluación inicial de una masa ovárica, pero es una técnica a considerar en la valoración de la diseminación supradiaphragmática, en la respuesta al tratamiento y en la recurrencia.

A continuación se expondrá el papel de cada una de estas técnicas en el diagnóstico, en la estadificación y en el seguimiento del cáncer epitelial de ovario, con enfoque especial a los nuevos sistemas de clasificación de lesiones ováricas por imagen (O-RADS), tanto por ecografía como por RM, y se explicará la utilidad de las secuencias avanzadas de RM en el manejo de estos pacientes, particularmente en la valoración de la enfermedad peritoneal.

## ABORDAJE INICIAL: O-RADS ECO + HORMONAS + MARCADORES TUMORALES

La no invasividad, la familiaridad y la disponibilidad de la ecografía favorecen que esta técnica siga siendo el método de diagnóstico por imagen de primera línea ante la sospecha de una masa anexial.

La ecografía forma parte también de los protocolos de *screening* de cáncer de ovario, como en pacientes con historia personal o familiar de carcinoma de mama o de ovario, o en las pacientes portadoras de genes *BCRA1* y *BCRA2*.

El diagnóstico inicial de pacientes con cáncer de ovario suele tener lugar en dos posibles escenarios. En el más frecuente, las mujeres, con síntomas generales (dolor y distensión abdominal, náuseas, pérdida de apetito, etc.), son diagnosticadas de lesiones abdominopélvicas sospechosas de tumoración ovárica diseminada. Mucho más raramente, el cáncer de ovario se encuentra incidentalmente en revisiones ecográficas rutinarias, como lesiones confinadas y en estadios tempranos.

Así, el estudio de imagen inicial de la masa sospechosa ovárica es la combinación de la ecografía endovaginal con el eco Doppler que, junto con los marcadores tumorales (Ca. 125) y el estado hormonal de la paciente, determinan el índice de riesgo de malignidad (IRM) (2). Los pacientes con dos o más hallazgos ecográficos de malignidad, elevación de Ca. 125 y estado hormonal de posmenopausia tendrán alto IRM, que si supera el valor de 200 indicará un alto riesgo de malignidad y la realización de una TC/RM abdominopélvica para estadificación peritoneal.

Un riesgo intermedio (25-200) se considera indeterminado y es necesaria una mejor caracterización de la lesión con estudio de RM. Un valor bajo (< 25) indica un bajo riesgo de malignidad. Esta última opción queda a criterio del ginecólogo y generalmente a la paciente se le recomienda un control.

La introducción de la ecografía transvaginal y el desarrollo de equipos de ecografía de alta resolución y de la ecografía Doppler han favorecido la detección precoz y han mejorado claramente la diferenciación entre lesiones ováricas benignas y malignas, que quedó estandarizada en 2019 cuando el Colegio Americano de Radiología propuso un sistema de descripción y clasificación de riesgo de malignidad (4). Este sistema se conoce como O-RADS, acrónimo derivado del inglés *Ovarian-Adnexal Reporting and Data System* (5), y, de manera simplificada, valora el tamaño de la lesión, la composición (sólida-quística-mixta), el contorno externo e interno y la vascularización mediante la exploración Doppler color con puntaje subjetivo del 1 al 4. Con todo ello, se determinan 5 categorías de riesgo, en las que, a mayor puntuación, existirá una mayor probabilidad de malignidad.

En 2022 se publicó una nueva versión del sistema O-RADS (6) que incluye una nueva terminología más específica para las lesiones benignas y actualiza su manejo, más acorde con las guías propuestas por la Sociedad de Radiólogos de Ultrasonido (SRU) (7). Son signos altamente sospechosos de malignidad (O-RADS 5) masas grandes > 10 cm en mujeres posmenopáusicas, la composición predominantemente sólida, con márgenes irregulares, paredes y septos gruesos (> 3 mm), y la presencia de proyecciones papilares / polos sólidos altamente vascularizados. Otros hallazgos que sugieren agresividad son la ascitis, la afectación ovárica bilateral y la presencia de adenopatías. Por el contrario, existen lesiones ováricas "tradicionalmente benignas" (O-RADS 2), como el quiste simple (convencionalmente < 5 cm en pacientes premenopáusicas y < 2,5 cm en pacientes posmenopáusicas), el quiste hemorrágico, el endometrioma y el quiste dermoide, siempre y cuando sean menores de 10 cm. Lesiones con características intermedias serán clasificadas como O-RADS 3 (bajo riesgo de malignidad) y debe ampliarse el estudio con una RM para tratar de caracterizar la lesión.

Por su parte, para valorar el estado hormonal de la paciente se lleva a cabo un análisis de niveles de estrógenos y de progesterona, que pueden influir en la proliferación tumoral (8) y en otras hormonas (LH y FSH), especialmente relevantes en mujeres posmenopáusicas.

Finalmente, los marcadores tumorales más relevantes en el cáncer de ovario son el Ca. 125 y la proteína epididimal

humana (HE 4). El Ca. 125 es el único biomarcador sérico que ha demostrado utilidad en el diagnóstico inicial, mostrando valores elevados hasta en el 90 % de los casos, y se emplea también para la predicción y el seguimiento de este tipo de tumores (9). La proteína HE 4 resulta más específica en tanto que no suele estar elevada en patologías benignas, aunque generalmente se analiza en combinación con el Ca. 125 (10).

Por tanto, ante cualquier lesión anexial indeterminada o con claros signos de agresividad ecográficamente, debe ampliarse el estudio de la cavidad abdominal con pruebas de imagen como la TC y la RM, ya que la afectación peritoneal en fases precoces es bastante frecuente.

## CARACTERIZACIÓN DE LESIONES OVÁRICAS POR TÉCNICAS TRANSVERSALES: TC Y RM

### Estadificación tumoral abdominal: TC

Ante una masa ovárica con signos de sospecha ecográficamente, la TC con contraste yodado intravenoso es el método más utilizado en la estadificación abdominal del cáncer de ovario. Esto se debe a su bajo coste, su rapidez, su alta disponibilidad y a la familiaridad con la técnica para radiólogos, ginecólogos y cirujanos.

La TC es útil en la valoración de la afectación peritoneal, pero no en la caracterización de una masa anexial, dada la baja resolución de contraste de tejidos blandos que tiene respecto a la RM. No obstante, sí puede diferenciar entre una lesión benigna y una lesión sospechosa con los mismos criterios de malignidad que los usados en la ecografía: lesiones anexiales complejas sólido-quísticas con necrosis, pared gruesa y proyecciones papilares son sospechosas de malignidad. Así, para el diagnóstico de malignidad en tumores anexiales, la TC presenta la misma sensibilidad que la RM (81 %), mientras que es menos específica que la RM, con especificidades del 87 % y del 98 %, respectivamente (11).

La ascitis loculada peritoneal, principalmente localizada en la región anterior al útero, con o sin implantes peritoneales, la presencia de adenopatías > 10 mm en su diámetro menor en la región pélvica o retroperitoneales o la presencia de lesiones viscerales y óseas, traducen enfermedad avanzada, con una precisión de la TC entre el 70 y el 90 % en todas las etapas de la enfermedad (12) y una amplia brecha de sensibilidad, entre el 25 y el 90 % (13).

Este último contexto suele ser el más común en el carcinoma seroso de alto grado, en el que encontraremos masas complejas ováricas unilaterales o bilaterales, sólidas

do-quísticas, en ocasiones con pequeños focos de calcificación, con polos sólidos y septos gruesos que realzan tras contraste intravenoso. Suelen ir acompañadas de implantes nodulares peritoneales que realzan tras contraste intravenoso, comúnmente en el omento mayor, en el fondo de saco de Douglas, en los canales paracólicos, en el espacio de Morison y en la superficie peritoneal hepática; el saco menor, la raíz del mesenterio y el ligamento hepatoduodenal o gastroesplénico son también localizaciones comunes en fases avanzadas.

Tradicionalmente, y debido a las ventajas previamente mencionadas de esta técnica, la TC ha sido la herramienta de imagen prequirúrgica preferida para determinar la posibilidad de una citorreducción quirúrgica óptima (14); es decir, enfermedad residual macroscópica inferior a un centímetro.

Con la TC puede determinarse la implicación de localizaciones intraabdominales indicativas de una cirugía subóptima, como la raíz del mesenterio, el ligamento hepatoduodenal, la pared pélvica, el diafragma o la presencia de adenopatías en localización superior al hilio renal.

No obstante, presenta algunas limitaciones con respecto a la RM en términos de resolución de tejidos blandos, detección de lesiones pequeñas, diferenciación de lesiones benignas y malignas y evaluación de invasión tumoral de estructuras adyacentes. También tiene limitaciones para detectar carcinomatosis de pequeño tamaño (< 1 cm), especialmente en la superficie del intestino delgado o en la raíz del mesenterio. Además, otros factores limitantes en la detección de implantes peritoneales pueden ser la ausencia de ascitis, la localización en sitios “desafiantes”, como el intestino delgado, la escasez de tejido adiposo intraabdominal y la opacificación intestinal inadecuada (15).

Cuando existen dudas de la afectación ganglionar o quiere evaluarse la afectación supradiaphragmática, debe considerarse la opción de estudio PET-TC.

Por otro lado, la TC es una técnica de adquisición rápida, con una excelente resolución espacial y que permite detectar complicaciones como la obstrucción intestinal o la urológica, potencialmente provocadas por la afectación peritoneal o adenopática y susceptibles de valoración clínica inmediata, por lo que su relevancia en el ámbito de las urgencias es evidente.

En los últimos años, el desarrollo de la TC de energía dual (DECT) ha desempeñado un papel innovador al permitir la captura simultánea de una serie de imágenes con diferentes energías radiantes durante una única adquisición de TC (16). Esta técnica aprovecha las variaciones

en la atenuación de baja y alta energía de diferentes tejidos. En el campo de la oncología, mejora la precisión y la exactitud en la identificación de neoplasias, lo que permite un enfoque más específico. Además, ofrece la posibilidad de reducir la dosis de radiación administrada al paciente sin comprometer la calidad de la imagen (16).

En el contexto de la enfermedad avanzada, esta tecnología destaca en la detección de implantes de menos de 1 cm en las regiones subdiafragmática y perihepatoesplénica, que pueden no haber sido explorados quirúrgicamente, lo que demuestra ser un activo valioso para mejorar la eficacia de la estadificación de la enfermedad avanzada (17).

Sin embargo, es esencial la validación externa de un sistema de puntuación radiológica aplicable para evaluar la propagación de la enfermedad y su rendimiento diagnóstico antes de su integración en los algoritmos de diagnóstico.

Finalmente, los últimos estudios han demostrado que las evaluaciones posoperatorias de la enfermedad residual basadas en imágenes difieren según el criterio durante la operación de los cirujanos (18).

En definitiva, actualmente la elección entre TC y RM depende de varios factores, como la disponibilidad de equipos, la experiencia del radiólogo y las necesidades específicas de cada paciente, aunque la RM ha demostrado mayor sensibilidad y similar especificidad que la TC en la detección de la enfermedad peritoneal.

### Caracterización de lesiones indeterminadas en ecografía

La ecografía tiene una alta sensibilidad y una alta especificidad en la exclusión de malignidad en las lesiones que presentan características típicas de benignidad, como quiste simple o hemorrágico, quiste dermoide y endometriomas, cuyo riesgo de malignidad es del 0 %.

Sin embargo, en lesiones indeterminadas en ecografía, el valor predictivo positivo (VPP) de cáncer se encuentra en un rango entre el 7 % y el 50 %, y en lesiones con características sospechosas de malignidad, el VPP de cáncer ronda entre el 29 % y el 50 %. La RM incrementa el VPP de cáncer al 71 %, con un valor predictivo negativo (VPN) del 98 %.

Por tanto, la RM aporta una mayor especificidad en las lesiones indeterminadas por ecografía al reducir el nivel de sospecha y, por consiguiente, el número de intervenciones quirúrgicas innecesarias en pacientes asintomáticas.

La principal ventaja de la RM es la gran resolución de los tejidos blandos, lo que permite una caracterización más exacta del verdadero componente de las lesiones, ya sea quístico, quístico complejo (hemático o proteináceo), adiposo, fibroso o sólido.

La presencia de polos sólidos hipercaptantes es el principal marcador de riesgo para malignidad y su ausencia reduce el riesgo de malignidad a prácticamente el 0 %.

Además, la capacidad de obtener imágenes multiplanares permite una adecuada valoración de toda la lesión, independientemente de su tamaño o localización, lo que facilita la identificación de pequeñas excrescencias o polos sólidos y una adecuada valoración de lesiones de gran tamaño cuyo origen anexial es incierto en ecografía. De hecho, un 10 % de las lesiones referidas en RM como lesiones ováricas en ecografía se reclasificaron como no ováricas con una precisión del 97 %.

Por todo ello, los ginecólogos consideran la RM como la referencia estándar no quirúrgica en la clasificación de lesiones anexiales, especialmente útil en la planificación prequirúrgica de cirugías de preservación de fertilidad. Por el contrario, consideran la TC de elección en la estadificación preoperatoria del cáncer de ovario debido a su

menor coste y a su baja disponibilidad; la RM es igual o superior en eficacia siempre que sea evaluada por radiólogos con experiencia.

### Estadificación tumoral abdominal: RM

La clasificación O-RADS (*Ovarian-Adnexal Reporting and Data System*) es un sistema de informes y de datos para la evaluación de las lesiones anexiales mediante RM publicado por la American College of Radiology (ACR). Este sistema proporciona un marco estructurado para describir y categorizar las lesiones según su probabilidad de malignidad y ayuda en la estandarización de informes radiológicos de las lesiones anexiales, lo que permite su reproducibilidad. Además, también permite un enfoque clínico-quirúrgico adecuado y homogéneo por parte de los ginecólogos (19) (Tabla I).

Se basa en características radiológicas específicas, como la morfología, los márgenes, la señal en las diferentes secuencias de RM y la captación de contraste, entre otras.

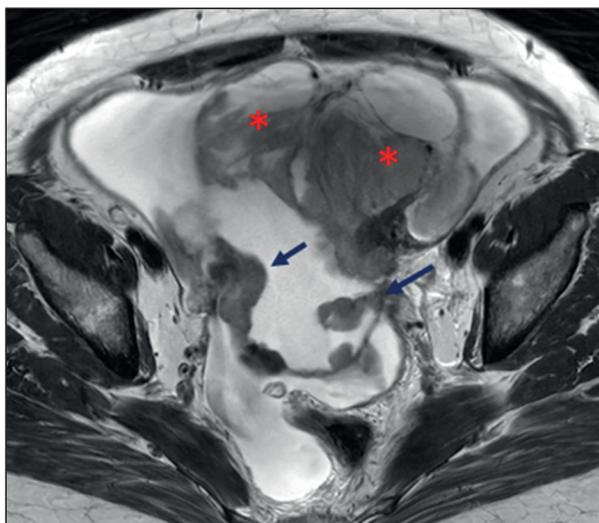
Existen seis categorías de puntuación de riesgo, cada una de ellas con un significado pronóstico y un manejo asociado.

Tabla I. Clasificación O-RADS

Categoría	Definición	Pronóstico (P) y manejo (M)
O-RADS 0	Examen incompleto	
O-RADS 1	Sin lesiones anexiales o con lesiones fisiológicas en mujeres premenopáusicas (folículos funcionales, quistes simples / hemorrágicos > 3 cm y cuerpo lúteo)	P: ovario normal sin riesgo de malignidad M: seguimiento clínico o de imagen según sea necesario, generalmente con RM o ecografía transvaginal
O-RADS 2	Lesión con características benignas	P: baja probabilidad de malignidad. M: Casi con toda seguridad benigno (VPP < 0,5 %) Seguimiento clínico o de imagen, similar a O-RADS 1
O-RADS 3	Lesión con características indeterminadas	P: probabilidad baja de malignidad (VPP 5 %) M: puede requerir seguimiento con RM adicional o evaluación por otros medios, como biopsia o laparoscopia
O-RADS 4	Lesión sospechosa de malignidad con un riesgo intermedio (VPP 50 %)	P: alta probabilidad de malignidad M: evaluación adicional, como biopsia guiada por RM o cirugía, para confirmar el diagnóstico y planificar el tratamiento
O-RADS 5	Lesión altamente sospechosa de malignidad (VPP 90 %)	P: muy alta probabilidad de malignidad M: evaluación urgente y probablemente cirugía inmediata para la confirmación diagnóstica y el tratamiento

Los criterios de agresividad en RM son idénticos a los descritos para ecografía y TC: lesiones complejas, sólido-quísticas, con pared o septos > 3 mm, con nódulos o proyecciones papilares, hipointensas en secuencias potenciadas en T1, mixtas (hipo- e hiperintensas en secuencias potenciadas en T2) y con áreas sólidas hipercaptantes tras contraste intravenoso debido a la gran vascularización.

La afectación anexial bilateral y la presencia macroscópica de datos de afectación peritoneal, como ascitis o implantes nodulares, o la existencia de ganglios aumentados de tamaño (> 1 cm de eje transversal) isointensos en secuencias potenciadas en T2, con hipercaptación tras contraste intravenoso, prácticamente confirmarán el diagnóstico de tumoración maligna, con una sensibilidad y una especificidad del 92 % y del 100 %, respectivamente (20) (Fig. 1).



**Fig. 1.** Anejos aumentados de tamaño con lesiones tumorales sólido-quísticas (los asteriscos) que asocian moderada cantidad de líquido ascítico e implantes peritoneales (las flechas).

En el caso particular de los tumores epiteliales malignos existen algunos datos radiológicos morfológicos que pueden orientarnos hacia su histología. El carcinoma seroso tiene predilección por la afectación bilateral, suele ser de pequeño tamaño y aparece como masas sólido-quísticas con ascitis, microcalcificaciones e implantes peritoneales en el momento del diagnóstico.

El carcinoma seroso primario peritoneal es indistinguible por imagen del carcinoma seroso de ovario. Hallazgos que podrían orientarnos hacia el diagnóstico serían una afectación anexial superficial con ovarios de tamaño normal o reducido, ya que aparece en mujeres posmenopáusicas, y una afectación más lineal que nodular del peritoneo. Los carcinomas mucinosos suelen aparecer como masas grandes, predominantemente quísticas, con varia-

bilidad de la señal en las secuencias potenciadas T1 y T2 en el seno del tumor (*stained glass appearance*) y con polos sólidos que protruyen en los grandes espacios quísticos. El carcinoma endometriode y el carcinoma de células claras son masas complejas, con gran componente sólido. Es frecuente la presencia de focos hiperintensos en secuencias potenciadas en T1, lo que indica focos hemorrágicos, ya que el antecedente de endometriosis es frecuente en estas pacientes. Otro dato interesante es la no infrecuente asociación con trombosis venosa.

El desarrollo de la imagen funcional, principalmente de la secuencia de difusión (DWI) y del estudio dinámico con contraste (EDC), nos aporta información del comportamiento biológico de las lesiones y nos ayuda a determinar su grado de agresividad. Además, esto aporta a la RM una sensibilidad y una precisión superiores con respecto a la TC (RM: 95 % y 88 % frente a TC: 55 % y 63 %, respectivamente) (21,22).

La DWI es una secuencia rápida, sin contraste y totalmente inocua que proporciona información sobre la celularidad tumoral y la integridad de las membranas celulares. Está basada en la movilidad o difusibilidad de las moléculas del agua en los tejidos, que en condiciones normales es constante, aleatoria y se llama *movimiento browniano*. La patología restringe dicho movimiento y estos cambios son captados por la secuencia de DW. Estos cambios pueden cuantificarse con un parámetro llamado *coeficiente de difusión aparente (apparent diffusion coefficient, ADC)*, medido en  $\text{mm}^2/\text{s}$ , que puede representarse en mapas paramétricos en escala de grises.

En cuanto a la caracterización de las lesiones ováricas, la DWI es muy sensible, pero poco específica en la diferenciación entre lesiones benignas de malignas. Las lesiones agresivas, en general, suelen presentar alta celularidad, con hiperseñal en difusión e hipointensas en la secuencia de ADC por la restricción en el movimiento de las moléculas de agua entre las células cancerosas. Esto hace que estas lesiones sean particularmente llamativas y fáciles de ver, con un contraste significativo con respecto al resto de la cavidad abdominal.

El problema es que las lesiones ováricas suelen presentar grandes componentes quísticos que no presentan hiper celularidad y, por tanto, no ofrecen cambios significativos visibles en la imagen de DWI. Asimismo, existen lesiones ováricas benignas muy celulares, como el fibrotecoma o el mioma, o quistes con alto contenido proteico o mucinoso que restringen la difusión, simulando patología agresiva con la imagen de DWI (23).

Los EDC son secuencias ultrarrápidas que permiten evaluar el efecto del paso del contraste sobre la lesión tumo-

ral en diferentes fases: arterial, venosa, intersticial y tardía. Son especialmente útiles, sobre todo en las masas aneúricas, con ausencia de afectación peritoneal o ganglionar, y se ha demostrado su correlación con marcadores tumorales de angiogénesis en el cáncer de ovario, como el VEGFR-2 (22).

Se obtienen curvas de captación de contraste (I, II y III) en función del patrón de captación. En general, las curvas progresivas y mantenidas, de tipo I y II, respectivamente, sugieren lesiones poco agresivas; en cambio, el paso rápido de contraste en una fase arterial y el lavado precoz, curva de tipo III, sugiere lesiones muy agresivas (el contraste pasa a través de capilares de muy baja resistencia, como los vasos tumorales). La ausencia de captación en el seno de la lesión suele indicar que corresponde a una lesión predominante quística o de baja agresividad, como los quistes complejos, abscesos tuboováricos o los tumores *borderline*. Estos últimos en ocasiones ofrecen una leve captación periférica de la pared o de pequeños septos y curvas de tipos I-II. No hay que olvidar, no obstante, que no es infrecuente el alto contenido quístico en lesiones ováricas malignas, aunque siempre asociado a un componente sólido.

## DIAGNÓSTICO DE CARCINOMATOSIS PERITONEAL E ÍNDICE DE CARCINOMATOSIS PERITONEAL

La carcinomatosis peritoneal es una condición en la que el cáncer se disemina por la superficie peritoneal, comúnmente asociada con cánceres gastrointestinales y ginecológicos, como el cáncer epitelial de ovario.

La RM es una herramienta valiosa en la evaluación de esta condición debido principalmente a la imagen funcional con DWI. Como han confirmado varios estudios en los últimos años, esta secuencia ha supuesto una revolución, lo que ha permitido una estadificación real peritoneal, ya que es capaz de identificar lesiones de 5 mm o menos (23).

La DWI ofrece además información sobre la respuesta a la quimioterapia y nos ayuda a diferenciar entre recurrencia y cambios después del tratamiento, como veremos más adelante (24).

También el EDC es útil en la detección de la afectación peritoneal, principalmente en el revestimiento peritoneal afectado, como un realce tardío.

Sin embargo, la utilidad de la RM sigue siendo limitada por posibles artefactos (por ejemplo, artefactos de movimiento o susceptibilidad magnética), larga duración del estudio, menor disponibilidad, mayores costos, largos tiempos de interpretación y análisis simultáneo del abdo-

men y la pelvis. En cuanto a la sensibilidad y a la especificidad de la RM en la detección de implantes de carcinomatosis peritoneal, Fujii y cols. encontraron valores del 90 % y del 95,5 %, respectivamente, con el uso de secuencias DWI (25).

En comparación con la TC, la RM demostró una sensibilidad y una precisión superiores (RM: 95 % y 88 % frente a TC: 55 % y 63 %, respectivamente) gracias al uso de DWI en valores altos de b y la administración de contraste paramagnético (26).

En cuanto a los tamaños, se demostró que la RM tiene mejor sensibilidad (85-90 %) que la TC en la detección de implantes < 1 cm (27), pero se observaron pocas diferencias en una de las series más grandes, en la que la mayoría de los pacientes (88 %) tenía implantes > 2 cm y presencia de ascitis (sensibilidades de RM y TC, respectivamente, del 95 % y del 92 %) (27,28).

La DW además evidencia claramente la infiltración peritoneal lineal, en placa o continua, no visible con otras técnicas de imagen en localizaciones anatómicas complejas, como el ligamento hepatoduodenal, el diafragma, la raíz del mesenterio o la serosa intestinal (27), lo que indica la escasa posibilidad de una citorreducción quirúrgica óptima.

En los últimos años, el desarrollo de nuevas técnicas, como las imágenes ponderadas por difusión de todo el cuerpo (WB-DWI/MRI), ha mejorado la precisión del diagnóstico (29).

## PET-TC

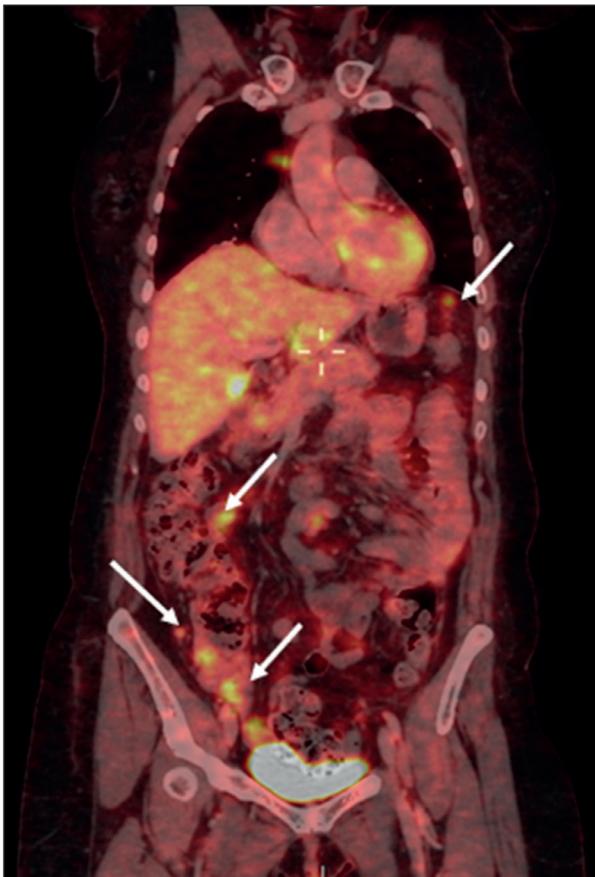
Según la Sociedad Europea de Oncología Médica (ESMO), la PET-TC con 18 F FDG no se recomienda como técnica de imagen para el estudio inicial del carcinoma epitelial de ovario (30).

La principal desventaja de la PET-TC es la resolución espacial limitada (de 5 a 6 mm) en la detección de carcinomatosis de pequeño volumen, especialmente en la serosa del intestino delgado/colon o sus mesenterios; además, los resultados pueden malinterpretarse debido a la actividad metabólica causada por movimientos fisiológicos (por ejemplo, del tracto digestivo) o lesiones no malignas e inflamatorias, lo que da lugar a resultados falsos positivos (31).

Todo ello hace que la valoración de lesiones ováricas mediante PET-TC presente un papel muy limitado, con cifras de sensibilidad y de especificidad del 52-58 % y del 76-78 %, respectivamente (32), y debe correlacionarse con el estado y el ciclo menstrual de la paciente. Esto es así

por la alta tasa de falsos negativos que presenta en adenocarcinomas de bajo grado o tumores *borderline*. Por contra, existen falsos positivos en casos de patología benigna frecuente, como endometriomas e hidrosálpinx, que también pueden mostrar aumento de fijación de radiotrazado; incluso se han descrito casos de mujeres premenopáusicas que presentan folículos ováricos hipermetabólicos y que son erróneamente diagnosticadas de metástasis (33).

La PET-TC aún puede utilizarse para la estadificación como herramienta de resolución de problemas si se detectan hallazgos poco claros en la TC (como afectación indeterminada de los ganglios linfáticos en el retroperitoneo o el mediastino), lo que proporciona en una sola prueba información anatómica y funcional de los implantes de carcinomatosis (Fig. 2).



**Fig. 2.** PET-TC. Implantes peritoneales en espacio subdiafragmático izquierdo, en la fosa iliaca derecha y en la subserosa intestinal, sin líquido ascítico.

## PET-MRI

El PET-MRI es una técnica de fusión emergente que, a pesar de los pocos estudios realizados, ha mostrado importantes resultados en la caracterización de cánceres

ováricos gracias al alto contraste de tejidos blandos de la RM junto con la imagen funcional de la captación de FDG. En un estudio piloto, en comparación con la DW-MRI, la PET-MRI resultó tener una mayor sensibilidad para la detección de carcinomatosis en 31 pacientes, especialmente en “sitios desafiantes” (tres de cada cuatro en regiones del intestino delgado) (34).

## Patrones de diseminación peritoneal

Los implantes de carcinomatosis peritoneal deben identificarse por diferentes características morfológicas y dimensionales, ya que son extremadamente importantes para la evaluación y la planificación del tratamiento, ya sea quirúrgico o farmacológico.

El número (solitario o múltiple), la densidad o intensidad y la captación o no contraste son otros parámetros a evaluar.

Los nódulos de la carcinomatosis peritoneal pueden dividirse morfológicamente en implantes sólidos, quísticos y mixtos con un componente sólido o un componente quístico, aunque raramente se encuentran lesiones mixtas sólidas y quísticas o puramente quísticas. Además, el cistoadenocarcinoma seroso puede producir depósitos metastásicos peritoneales calcificados.

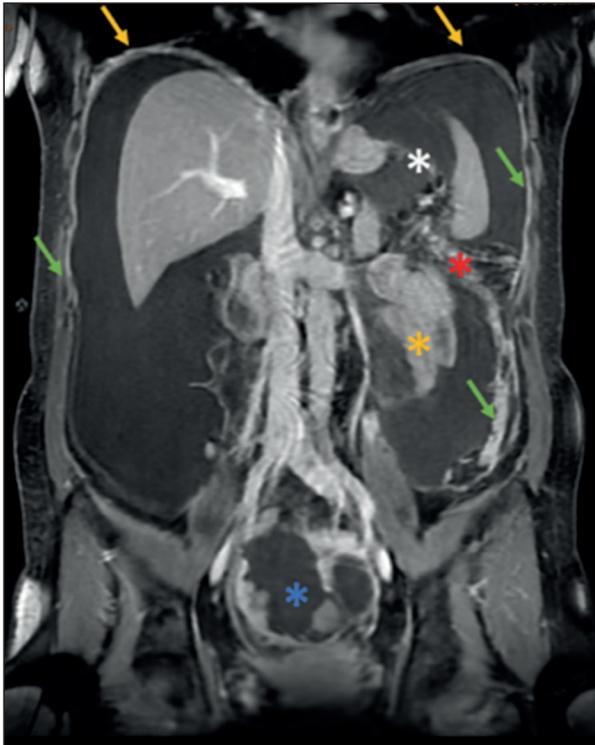
Algunos implantes quísticos tienen una atenuación alta e imitan el líquido loculado (35).

El patrón micronodular se refiere a manchas lechosas de implantes peritoneales menores de 5 mm que involucran al peritoneo parietal o visceral y a la grasa mesentérica; por el contrario, el patrón nodular se caracteriza por implantes de forma ovalada o pequeñas lesiones coalescentes mayores de 5 mm que involucran de manera difusa a la túnica serosa y mesentérica, y que presentan a veces márgenes espiculados.

Los patrones micronodulares observados en el mesenterio pueden aparecer como un engrosamiento de la raíz con un patrón estrellado.

Las lesiones nodulares que confluyen en engrosamientos irregulares de tejido blando de extensión variable que recubren las vísceras se refieren a patrones similares a placas. Este tipo de lesión se encuentra típicamente en los espacios subdiafragmáticos, que incluyen las superficies del hígado y el bazo, y presenta una atenuación menor que el parénquima en las exploraciones con contraste (Fig. 3).

Las placas grandes que comprenden grasa omental y están rodeadas por tejido fibrótico reactivo se denominan *omental cake*.



**Fig. 3.** Lesión voluminosa anexial sólido-quística en la pelvis (asterisco azul). Abundante ascitis difusa y diseminación tumoral en la cavidad peritoneal que afecta a ambos hemidiafragmas (flechas naranjas), ambos hipocondrios y a los canales paracólicos (flechas verdes).

Los implantes de varios centímetros resultantes de la confluencia de nódulos más pequeños pueden dar lugar a masas que generalmente se encuentran en la pelvis, y que se denominan “masa bulky” si miden más de 10 cm.

Los nódulos subcutáneos en la pared abdominal anterior pueden ser en ocasiones la primera manifestación clínica de diseminación peritoneal y suelen encontrarse en la región periumbilical.

Un tumor con infiltración difusa o masas focales de tejido blando en la superficie del intestino y el mesenterio puede inmovilizar las asas y enderezar la vasculatura mesentérica, causando eventualmente obstrucción intestinal y dilatación de las asas proximales.

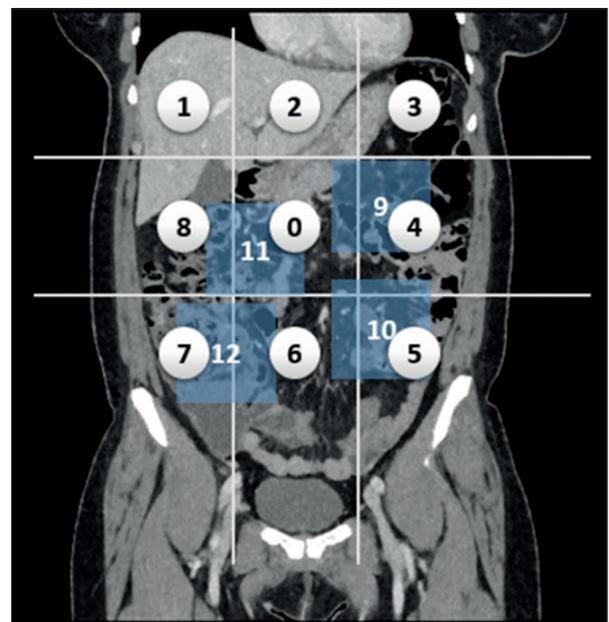
### Índice de carcinomatosis peritoneal

El índice de cáncer peritoneal (PCI, por sus siglas en inglés: *Peritoneal Cancer Index*) es un sistema de puntuación utilizado para cuantificar la extensión de la enfermedad peritoneal y guiar el manejo clínico.

Con el objetivo de crear un sistema de evaluación peritoneal útil en el entorno preoperatorio y de seguimiento

conciso, clínicamente relevante y estadísticamente evaluable, Sugarbaker ideó el PCI, un sistema de puntuación determinado por la distribución y el tamaño del tumor dentro de la cavidad abdominopélvica.

Consiste en trazar dos líneas sagitales y dos líneas transversales, dividiendo el abdomen en nueve regiones abdominopélvicas, que están numeradas del 0 al 8, comenzando desde la región umbilical y avanzando en el sentido de las agujas del reloj. El intestino delgado, a diferencia del intestino grueso, que se evalúa en las respectivas regiones abdominales (de 0 a 8), se evalúa por separado y se divide en cuatro regiones adicionales, llamadas de 9 a 12 (9: yeyuno superior; 10: yeyuno inferior; 11: íleon superior, y 12: íleon inferior). Para cada una de estas regiones se indica a continuación el volumen del tumor que la ocupa: V0 indica la ausencia de localización tumoral en la región abdominopélvica descrita; V1 indica la presencia de nódulos con un diámetro < 0,5 cm; V2 indica nódulos con un diámetro de entre 0,5 y 5 cm y V3 indica nódulos con un diámetro > 5 cm (35) (Fig. 4).



**Fig. 4.** Índice de carcinomatosis peritoneal.

La puntuación total del PCI se obtiene sumando las puntuaciones de todas las regiones, con un rango posible de 0 a 39.

La PCI se considera un indicador pronóstico de supervivencia en los tumores ováricos y se correlaciona con la probabilidad de enfermedad residual posoperatoria en pacientes sometidos a citorreducción primaria. Es decir, ayuda a determinar la viabilidad de la cirugía citorreductora.

Los pacientes con PCI < 10 muestran una mejor supervivencia que aquellos con PCI > 10, e, incluso excluyendo del análisis a los pacientes en estadio IV, la PCI sigue siendo un índice de supervivencia significativo. En los pacientes con PCI > 10, la carga tumoral es demasiado extensa para una cirugía efectiva y no tienen una supervivencia prolongada y, por lo tanto, se consideran un grupo de alto (36).

En pacientes con cáncer de ovario epitelial avanzado se ha propuesto evaluar la ICP únicamente en las regiones correspondientes al intestino delgado y al ligamento hepatoduodenal (9-12 + 2), ya que se ha demostrado que son más predictivas para una resección completa y para la supervivencia basada en la suma de la ICP total (35).

Se ha visto que el histotipo seroso se asocia significativamente con puntuaciones más altas de PCI y que tiene una mayor prevalencia en las regiones abdominal superior e intestinal que en los otros histotipos (37).

Mikkelsen y cols. (38) compararon la eficacia de DW-MRI, CT y FDG PET-TC en la PCI con la evaluación quirúrgica. Las tres modalidades de imagen subestimaron la PCI quirúrgica con una diferencia media de la PCI quirúrgica de 4,2 (IC 95 %: 2,6-5,8) para TC, 4,4 para DW-MRI (IC 95 %: 2,9-5,8) y 5,3 para FDG PET-TC (IC 95 %: 3,6-7,0) en ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las tres diferentes modalidades de imagen.

## ESTADIFICACIÓN A DISTANCIA

El sistema de estadificación más aceptado en el cáncer de ovario se lleva a cabo mediante el sistema propuesto por la Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia (FIGO), basado en la evaluación mediante TC, en la que se consideran cuatro estadios de enfermedad:

- Estadio I: tumor confinado a los ovarios.
- Estadio II: afectación ovárica (uni- o bilateral) con extensión pélvica o peritoneal primaria por debajo del anillo pélvico.
- Estadio III: afectación ovárica (uni- o bilateral) o de trompas de Falopio con diseminación peritoneal extrapélvica confirmada histológicamente o citológicamente o adenopatías retroperitoneales.
- Estadio IV: presencia de derrame pleural maligno confirmado citológicamente y metástasis a distancia (excepto peritoneales).

Como es lógico, la detección de enfermedad a distancia es crucial y presenta una gran trascendencia clínica y pronóstica, ya que permite reconocer pacientes en los que el tratamiento quirúrgico óptimo no es posible, que son subsidiarios de quimioterapia preoperatoria.

En cuanto a la evaluación de la afectación extrapélvica, la PET-TC FDG ha demostrado utilidad en la detección de enfermedad a distancia (39).

Por su baja resolución espacial, únicamente detecta implantes peritoneales mayores de 1 cm (véase el apartado de valoración de índice de carcinomatosis peritoneal) y adenopatías superiores a 7 mm. Consecuentemente, la PET-TC es útil para diferenciar pacientes en estadios avanzados (IIIC-IV) de pacientes con estadios más precoces (I-III B). Presenta una especificidad y una sensibilidad del 91 % y del 100 %, respectivamente, frente al 64 % y al 97 % de la valoración únicamente mediante TC (40).

Varios grupos han demostrado la superioridad de la PET-TC en la valoración adenopática, que permite detectar adenopatías morfológicamente normales, no aumentadas de tamaño, pero metabólicamente tumorales (41). Además, un metaanálisis estudió la estadificación *n* según distintas técnicas de imagen y demostró que la FDG es más exacta que la TC (una sensibilidad del 73 % frente al 42 % y una especificidad del 97 % frente al 95 %) o que la RM (una sensibilidad del 55 % y una especificidad 88 %) (42).

## RESPUESTA AL TRATAMIENTO

Detectar la persistencia de la enfermedad después del tratamiento es clave para reconocer pacientes no respondedores y, consecuentemente, ofrecerles terapias alternativas.

La TC tiene una sensibilidad del 58 % y un 100 % de especificidad en la predicción del resto lesional tras el tratamiento frente a las elevadas cifras que ofrece la RM (sensibilidad del 97 % y 92 % de especificidad) (43).

No obstante, en la práctica habitual, por motivos de menor coste y mayor disponibilidad, la evaluación de la detección de restos lesionales se lleva a cabo mediante TC, junto con la monitorización de los valores séricos de Ca. 125.

Como es de imaginar, los criterios de respuesta a un tratamiento son anatómicos, presuponiendo que una disminución del tamaño tumoral indica que la terapia es eficaz. Esta tarea puede llegar a ser muy compleja, precisamente por la forma de diseminación que tiene el cáncer de ovario con implantes milimétricos y depósitos serosos, difícilmente medibles, y también porque los cambios morfológicos valorables suelen ser lentos (44). No obstante, aunque no se objetiven cambios morfológicos, puede haber una respuesta de grado variable que no sea evidente hasta pasadas varias semanas. Además, en estos pacientes, los cam-

bios fibróticos posquirúrgicos y las adenopatías de carácter inflamatorio son frecuentes y pueden ser mal interpretados mediante esta técnica convencional.

La PET-TC tiene la ventaja sobre las técnicas de imagen convencionales de que es una prueba cuantitativa con valores de captación del radiofármaco y permite evaluar el descenso metabólico de los focos tumorales que responden a un determinado tratamiento, por lo que obtenemos información más precoz y exacta sobre su eficacia, ya que precede a los cambios de tamaño (45).

En líneas generales, la PET-TC es superior al Ca. 125 y a la TC en la detección temprana, con una mayor precisión de la respuesta, lo que puede cambiar el manejo del paciente en cerca del 50 % de los casos (46). Picchio y cols. (47) reportaron la superioridad de la PET-TC respecto de la TC aislada para identificar persistencia de malignidad después de una cirugía de citorreducción y quimioterapia, con una sensibilidad de 82,6 % y una especificidad del 91,7 %.

Mediante la cuantificación de los valores de ADC en el mapa de difusión obtenidos con la RM puede monitorizarse la respuesta al tratamiento.

También se han investigado exploraciones mediante RM con secuencias avanzadas de DWI y EDC que permiten una monitorización de respuesta al tratamiento.

La elevación precoz de los valores de ADC en la afectación ovárica y peritoneal es un indicador general de respuesta. Kyriazi y cols. demostraron la utilidad del aumento de los valores de ADC tras el primer y el tercer ciclo de quimioterapia (48) para identificar pacientes respondedores, incluso con escasa reducción tumoral. Por su parte, Sala y cols. (49) reportaron un aumento de los valores de ADC y del volumen del espacio extracelular extravascular (Ve) en las lesiones ováricas de pacientes que respondían a quimioterapia. Winfield y cols. (50) publicaron una reducción cuantitativa del valor de ADC tanto en el carcinoma epitelial de ovario como en los implantes peritoneales. Comprobaron que un aumento de los valores de ADC en los respondedores se traduce en cambios microestructurales en respuesta al tratamiento y que estos se detectan de manera temprana. Esto debería permitir modificaciones tempranas del tratamiento en los que no responden.

Los EDC también son útiles en la monitorización de la respuesta, ya que indican los cambios inducidos por el tratamiento en la angiogénesis tumoral, lo que puede demostrar precozmente variaciones en las curvas de captación tras contraste en los carcinomas de ovario avanzados tratados con fármacos antiangiogénicos (51), pasando de curvas de tipo III a I.

En ocasiones la respuesta al tratamiento no se traduce en una disminución clara del tamaño, pero sí en una aparición de tejido quístico/necrótico que no se restringe a DWI y que presenta un comportamiento vascular hipocaptante.

## RECURRENCIA

La monitorización de marcadores tumorales como el Ca. 125 es también útil en la detección de la recidiva de la enfermedad. No obstante, el hallazgo de valores elevados de este parámetro únicamente nos hace sospechar una recurrencia de enfermedad, sin dar información de la localización de la lesión o de las lesiones. Por esta razón, el estudio debe completarse con pruebas de imagen.

Las recurrencias suelen aparecer en la pelvis menor y en el fondo del saco de Douglas. El 75 % de los pacientes tendrá recidiva en la cavidad retroperitoneal y en los ganglios retroperitoneales.

En el caso de la recurrencia, las cifras son también favorables para la RM frente a la TC, con una sensibilidad del 95 % y una especificidad del 96 % (52), especialmente por las técnicas funcionales de DWI y los EDC.

En el caso de detección de recurrencia, la DWI, como hemos visto previamente, tiene una gran sensibilidad para la detección de lesiones peritoneales de pequeño tamaño (< 1 cm), pero una moderada especificidad. Esto se debe a que son pacientes sometidas a complicadas y extensas cirugías de citorreducción en las que resulta difícil la diferenciación entre cambios fibróticos posquirúrgicos/posquimioterapia y recurrencia tumoral. Además, en ocasiones la respuesta al tratamiento se traduce con áreas de necrosis tumoral no visible en la secuencia de ADC. Para ello, utilizamos los estudios EDC, en los que podremos encontrar diferencias entre la fibrosis (que presenta captación progresiva del contraste, con curvas de tipo I) y la recurrencia (con curvas II-III) y áreas de hipocaptación en las zonas de necrosis. Por otro lado, la imagen morfológica suele también ser diferente, con las áreas de fibrosis marcadamente hipointensas en secuencias potenciadas en T2 y la recurrencia, que aparece hiperintensa.

En la detección de la recurrencia del cáncer de ovario, la PET-TC está demostrando mayor nivel de confianza diagnóstica que la TC aislada con una sensibilidad del 88,6 % y una especificidad del 90,3 % para la detección de recurrencia de enfermedad (53). De especial interés es el valor predictivo positivo, que oscila del 89 al 98 %, para detectar recurrencia tanto intra- como extrapélvica; no obstante, debe considerarse la posibilidad de falsos positivos por patología inflamatoria.

La capacidad de la RM para detectar recidiva de carcinomatosis peritoneal es incluso superior a la de la FDG; por ello, el PET-TC se utiliza principalmente hoy cuando existe una discordancia entre los valores de Ca. 125 y los hallazgos de imagen en la RM, o cuando existen dudas en la RM, ya sea por tejido fibroso o por afectación adenopática. También es indicativo de PET-TC la sospecha de extensión tumoral extraabdominal.

Recientemente la PET-RM está emergiendo como una prometedora modalidad de imagen que engloba los beneficios de ambas técnicas, con excelente resolución de contraste, ausencia de radiación ionizante y secuencias funcionales para mejorar el diagnóstico de recidivas (34). Probablemente en el futuro se implante como una prueba obligatoria en el seguimiento de estas pacientes.

### MIRADA AL FUTURO: IA + RADIOMICS

En la era de la inteligencia artificial, nuevas herramientas diagnósticas están emergiendo como soluciones prometedoras para la detección del cáncer (54). También en el caso de tumores ováricos, en los que están realizándose múltiples estudios tanto para el diagnóstico, la cuantificación y la segmentación de las lesiones como para la predicción de respuesta y evaluación de recidivas.

Estas investigaciones están basadas en el uso de *deep learning* (DL) mediante algoritmos que emplean información acerca de hallazgos radiológicos (en RM, TC o ecografía) e imágenes moleculares y microscópicas junto con otros datos clínico-analíticos para diferenciar entre lesiones benignas y malignas, detectar células cancerosas y predecir la estadificación de la enfermedad (55).

Otras disciplinas recientes, como la radiómica, permiten extraer, analizar e interpretar características cuantitativas (lo que se ha denominado “texturas” en TC) a partir de imágenes diagnósticas, que son potencialmente capaces de clasificar histológicamente los tumores (56). Esta técnica se encuentra más desarrollada en la TC, aunque recientemente ya han aparecido estudios muy prometedores con RM.

En el futuro, descripciones más precisas de los métodos y de la integración de estos modelos pueden conducir a un rendimiento superior en la valoración imagenológica, ofreciendo ayuda complementaria para el pronóstico y la planificación del tratamiento para pacientes con cáncer ovárico (57).

### CONCLUSIÓN

Recientemente se han propuesto sistemas de clasificación y de descripción radiológica estandarizados (O-RADS) que permiten categorizar lesiones ováricas y encuadrarlas en grupos de sospecha de malignidad. Estos hallazgos, junto con el estado hormonal y el análisis de marcadores tumorales, permiten estratificar a los pacientes mediante el índice de riesgo de malignidad, y con ello, seguir un plan de manejo protocolizado.

Por otro lado, la descripción zonal del índice de carcinomatosis peritoneal traduce el pronóstico de las pacientes con cáncer de ovario, ofrece una visión global de la situación oncológica de las pacientes antes del tratamiento y permite monitorizar la respuesta al tratamiento, por lo que es aconsejable reflejar esta puntuación en el informe radiológico.

La ecografía sigue siendo la prueba de imagen en la que se diagnostican más lesiones anexiales, ya sean benignas o malignas, y si son inespecíficas, debe complementarse con RM.

Las pruebas de imagen más habituales en la estadificación y en el seguimiento del cáncer de ovario son la TC, la PET-TC y la RM, cada una de ellas con sus ventajas e inconvenientes.

La TC abdominopélvica con contraste oral e intravenoso continúa siendo la prueba de elección a realizar en la estadificación del cáncer de ovario por razones de disponibilidad y de costes. No obstante, la RM muestra una clara superioridad en la identificación de lesión tumoral, principalmente por el uso de las secuencias funcionales.

La PET-TC no es una técnica de estadificación inicial, pero sí necesaria en la estadificación a distancia, en la detección de enfermedad residual y en la recurrencia tumoral.

Y, por último, actualmente se encuentran en estudio nuevas pruebas prometedoras, como la DECT, el PET-RM, programas de IA y técnicas radiomiómicas.

### BIBLIOGRAFÍA

1. SEOM. Sistema. Cáncer de ovario; 2022 [citado el 30 de junio de 2024]. Disponible en: <https://seom.org/info-sobre-el-cancer/ovario?start=1>
2. Jung SE, Lee JM, Rha SE, Byun JY, Jung JI, Hahn ST. CT and MR imaging of ovarian tumors with emphasis on differential diagnosis. *Radiographics* 2002;22(6):1305-25. DOI: 10.1148/rg.226025033
3. Coleman RL, Liu J, Matsuo K, Thaker PH, Westin SN, Sood AK. Carcinoma of the ovaries and Fallopian tubes. En: *Abeloff's Clinical*

- Oncology. Elsevier; 2020. p. 1525-43.e7. DOI: 10.1016/B978-0-323-47674-4.00086-4
4. American College of Radiology. Ovarian-Adnexal Reporting & Data System (O-RADS). Retrieved from [acr.org](http://acr.org); 2023.
  5. Andreotti RF, Timmerman D, Strachowski LM, Froyman W, Benacerraf BR, Bennett GL, et al. O-RADS US Risk Stratification and Management System: A Consensus Guideline from the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data System Committee. *Radiology* 2018;289(3):868-84. DOI: 10.1148/radiol.2019191150
  6. Strachowski LM, Jha P, Phillips CH, Blanchette Porter MM, Froyman W, Glanc P, et al. O-RADS US v2022: An update from the American college of radiology's ovarian-adnexal reporting and data system US committee. *Radiology* 2023;308(3). DOI: 10.1148/radiol.230685
  7. Wang PS, Schoeck OG, Horrow MM. Benign-appearing incidental adnexal cysts at US, CT, and MRI: Putting the ACR, O-RADS, and SRU guidelines all together. *Radiographics* 2022;42(2):609-24. DOI: 10.1148/rg.210091
  8. Anbarasu S, Anbarasu A. Cancer-biomarkers associated with sex hormone receptors and recent therapeutic advancements: a comprehensive review. *Med Oncol* 2023;40(6). DOI: 10.1007/s12032-023-02044-3
  9. Charkhchi P, Cybulski C, Gronwald J, Wong FO, Narod SA, Akbari MR. CA125 and ovarian cancer: A comprehensive review. *Cancers (Basel)* 2020;12(12):3730. DOI: 10.3390/cancers12123730
  10. Ahmed AA, Abdou AM. Diagnostic accuracy of CA125 and HE4 in ovarian carcinoma patients and the effect of confounders on their serum levels. *Curr Probl Cancer* 2019;43(5):450-60. DOI: 10.1016/j.cuprocancer.2018.12.004
  11. Iyer VR, Lee SI. MRI, CT, and PET/CT for ovarian cancer detection and adnexal lesion characterization. *AJR Am J Roentgenol* 2010;194(2):311-21. DOI: 10.2214/AJR.09.3522
  12. Tempany C, Zou K, Silverman S, Brown D, Kurtz A, McNeil B. Staging of advanced ovarian cancer: Comparison of imaging modalities-report from the Radiological Diagnostic Oncology Group. *Radiology* 2000;215:761-7. DOI: 10.1148/radiology.215.3.r00jn25761
  13. Qayyum A, Coakley FV, Westphalen AC, Hricak H, Okuno WT, Powell B. Role of CT and MR imaging in predicting optimal cytoreduction of newly diagnosed primary epithelial ovarian cancer. *Gynecol Oncol* 2005;96:301-6. DOI: 10.1016/j.ygyno.2004.06.054
  14. Bristow RE, Duska LR, Lambrou NC, Fishman EK, O'Neill MJ, Trimble EL, et al. A model for predicting surgical outcome in patients with advanced ovarian carcinoma using computed tomography. *Cancer* 2000;89:1532-40. DOI: 10.1002/1097-0142(20001001)89:7<1532::AID-CNCR17>3.0.CO;2-A
  15. Nougaret S, Addley HC, Colombo PE, Fujii S, Al Sharif SS, Tirumani S, et al. Ovarian carcinomatosis: How the radiologist can help plan the surgical approach. *Radiographics* 2012;32(6):775-800. DOI: 10.1148/rg.326125511
  16. Elsharif SB, Zheng S, Ganeshan D, Iyer R, Wei W, Bhosale PR. Does dual-energy CT differentiate benign and malignant ovarian tumours? *Clin Radiol* 2020;75:606-14. DOI: 10.1148/rg.326125511
  17. Benveniste AP, De Castro Faria S, Broering G, Ganeshan DM, Tamm EP, Iyer RB, et al. Potential Application of Dual-Energy CT in Gynecologic Cancer: Initial Experience. *Am J Roentgenol* 2017;208:695-705. DOI: 10.2214/AJR.16.16227
  18. Heitz F, Harter P, Åvall-Lundqvist E, Reuss A, Pautier P, Cormio G, et al. Early tumor regrowth is a contributor to impaired survival in patients with completely resected advanced ovarian cancer. An exploratory analysis of the Intergroup trial AGO-OVAR 12. *Gynecol Oncol* 2019;152:235-42. DOI: 10.2214/AJR.16.16227
  19. Sadowski EA, Thomassin-Naggara I, Rockall A, Maturen KE, Forstner R, Jha P, et al. O-RADS MRI risk stratification system: Guide for assessing adnexal lesions from the ACR O-RADS committee. *Radiology* 2022;303(1):35-47. DOI: 10.1148/radiol.204371
  20. Hricak H, Chen M, Coakley FV, Kinkel K, Yu KK, Sica G, et al. Complex adnexal masses: detection and characterization with MR imaging-multivariate analysis. *Radiology* 2000;214:39-46. DOI: 10.1148/radiology.214.1.r00ja3939
  21. Bozkurt M, Doganay S, Kantarci M, Yalcin A, Eren S, Atamanalp SS, et al. Comparison of peritoneal tumor imaging using conventional MR imaging and diffusion-weighted MR imaging with different b values. *Eur J Radiol* 2011;80:224-8. DOI: 10.1148/radiology.214.1.r00ja3939
  22. Wei M, Bo F, Cao H, Zhou W, Shan W, Bai G. Diagnostic performance of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging for malignant ovarian tumors: a systematic review and meta-analysis. *Acta Radiol* 2021;62(7):966-78. DOI: 10.1177/0284185120944916
  23. Oh JW, Rha SE, Oh SN, Park MY, Byun JY, Lee A. Diffusion-weighted MRI of epithelial ovarian cancers: Correlation of apparent diffusion coefficient values with histologic grade and surgical stage. *Eur J Radiol* 2015;84(4):590-5. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.01.005
  24. Crombé A, Gauquelin L, Nougaret S, Chicart M, Pulido M, Floquet A, et al. Diffusion-weighted MRI and PET/CT reproducibility in epithelial ovarian cancers during neoadjuvant chemotherapy. *Diagnostic and Interventional Imaging* 2021;102(10):629-39. DOI: 10.1016/j.diii.2021.05.007
  25. Fujii S, Matsusue E, Kanasaki Y, Kanamori Y, Nakanishi J, Sugihara S, et al. Detection of peritoneal dissemination in gynecological malignancy: Evaluation by diffusion-weighted MR imaging. *Eur Radiol* 2008;18:18-23.
  26. Low RN, Barone RM, Lucero J. Comparison of MRI and CT for predicting the Peritoneal Cancer Index (PCI) preoperatively in patients being considered for cytoreductive surgical procedures. *Ann Surg Oncol* 2015;22:1708-15. DOI: 10.1016/j.jco.2015.05.007
  27. Tempany C, Zou K, Silverman S, Brown D, Kurtz A, McNeil B. Staging of advanced ovarian cancer: Comparison of imaging modalities-report from the Radiological Diagnostic Oncology Group. *Radiology* 2000;215:761-7. DOI: 10.1148/radiology.215.3.r00jn25761
  28. Ricke J, Sehoul J, Hach C, Hänninen EL, Lichtenegger W, Felix R. Prospective evaluation of contrast-enhanced MRI in the depiction of peritoneal spread in primary or recurrent ovarian cancer. *Eur Radiol* 2003;13:943-9. DOI: 10.1245/s10434-014-4041-7
  29. Rizzo S, De Piano F, Buscarino V, Pagan E, Bagnardi V, Zanagnolo V, et al. Pre-operative evaluation of epithelial ovarian cancer patients: Role of whole body diffusion weighted imaging MR and CT scans in the selection of patients suitable for primary debulking surgery. A single-centre study. *Eur J Radiol* 2020;123:108786. DOI: 10.1148/radiology.215.3.r00jn25761
  30. Ledermann JA, Raja FA, Fotopoulou C, González-Martín A, Colombo N, Sessa C. ESMO Guidelines Working Group. Newly diagnosed and relapsed epithelial ovarian carcinoma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* 2013;24(Suppl.6):vi24-vi32. DOI: 10.1093/annonc/mdt333
  31. Pannu HK, Bristow RE, Cohade C, Fishman EK, Wahl RL. PET-CT in recurrent ovarian cancer: Initial observations. *Radiographics* 2004;24(1):209-23. DOI: 10.1148/rg.241035078
  32. Pfannenbergl C, Königsrainer I, Aschoff P, Oksüz M, Zieker D, Beckert S, et al. (18)F-FDG-PET/CT to select patients with peritoneal carcinomatosis for cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy. *Ann Surg Oncol* 2009;16:1295-303. DOI: 10.1245/s10434-009-0387-7
  33. Kim S-K, Kang KW, Roh JW, Sim JS, Lee ES, Park S-Y. Incidental ovarian 18F-FDG accumulation on PET: correlation with the menstrual cycle. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005;32(7):757-63. DOI: 10.1007/s00259-005-1771-6
  34. Khiewwan B, Torigian DA, Emamzadehfar S, Paydary K, Salavati A, Houshmand S, et al. An update on the role of PET/CT and PET/MRI in ovarian cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2017;44(6):1079-91. DOI: 10.1007/s00259-017-3638-z
  35. Tentes AAK, Tripsiannis G, Markakidis SK, Karanikiotis CN, Tzegas G, Georgiadis G, et al. Peritoneal cancer index: A prognostic indicator of survival in advanced ovarian cancer. *Eur J Surg Oncol* 2003;29:69-73. DOI: 10.1007/s00259-005-1771-6
  36. Rosendahl M, Harter P, Bjørn SF, Høgdall C. Specific Regions, rather than the Entire Peritoneal Carcinosis Index, are Predictive of Complete Resection and Survival in Advanced Epithelial Ovarian Cancer. *Int J Gynecol Cancer* 2018;28(2):316-22. DOI: 10.1097/IGC.0000000000001173

37. Avesani Arshad M, Lu H, Fotopoulou C, Cannone F, Melotti R, Aboagye E, et al. Radiological assessment of Peritoneal Cancer Index on preoperative CT in ovarian cancer is related to surgical outcome and survival. *Radiol Med* 2020;125(8):770-6. DOI: 10.1007/s11547-020-01170-6
38. Mikkelsen MS, Petersen LK, Blaakaer J, Marinovskij E, Rosenkilde M, Andersen G, et al. Assessment of peritoneal metastases with DW-MRI, CT, and FDG PET/CT before cytoreductive surgery for advanced stage epithelial ovarian cancer. *Eur J Surg Oncol* 2021;47(8):2134-41. DOI: 10.1016/j.ejso.2021.03.239
39. Mitchell DG, Javitt MC, Glanc P, Bennett GL, Brown DL, Dubinsky T, et al. ACR appropriateness criteria staging and follow-up of ovarian cancer. *J Am Coll Radiol* 2013;10(11):822-7. DOI: 10.1016/j.jacr.2013.07.017
40. Castellucci P, Perrone AM, Picchio M, Ghi T, Farsad M, Nanni C, et al. Diagnostic accuracy of 18F-FDG PET/CT in characterizing ovarian lesions and staging ovarian cancer: Correlation with transvaginal ultrasonography, computed tomography, and histology. *Nucl Med Commun* 2007;28(8):589-95. DOI: 10.1097/MNM.0b013e3281a-fa256
41. Kitajima K, Murakami K, Yamasaki E, Kaji Y, Fukasawa I, Inaba N, et al. Diagnostic accuracy of integrated FDG-PET/contrast-enhanced CT in staging ovarian cancer: comparison with enhanced CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2008;35(10):1912-20. DOI: 10.1007/s00259-008-0890-2
42. Yoshida Y, Kurokawa T, Kawahara K, Tsuchida T, Okazawa H, Fujibayashi Y, et al. Incremental benefits of FDG positron emission tomography over CT alone for the preoperative staging of ovarian cancer. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182(1):227-33. DOI: 10.2214/ajr.182.11820227
43. Mitchell DG, Javitt MC, Glanc P, Bennett GL, Brown DL, Dubinsky T, et al. ACR appropriateness criteria staging and follow-up of ovarian cancer. *J Am Coll Radiol* 2013;10(11):822-7. DOI: 10.1016/j.jacr.2013.07.017
44. Nougaret S, Sadowski E, Lakhman Y, Rousset P, Lahaye M, Worley M, et al. The BUMPY road of peritoneal metastases in ovarian cancer. *Diagn Interv Imaging* 2022;103:448-59. DOI: 10.2214/ajr.182.11820227
45. Signorelli M, Guerra L, Pirovano C, Crivellaro C, Fruscio R, Buda A, et al. Detection of nodal metastases by FDG PET-CT in apparent early stage ovarian cancer: a prospective study. *Gynecol Oncol* 2013;131:395-9. DOI: 10.1016/j.ygyno.2013.08.022
46. Ghosh J, Thulkar S, Kumar R, Malhotra A, Kumar A, Kumar L. Role of FDG PET-CT in asymptomatic epithelial ovarian cancer with rising serum CA-125: a pilot study. *Natl Med J India* 2013;26:327-31. DOI: 10.1016/j.diii.2022.05.003
47. Picchio M, Sironi S, Messa C, Mangili G, Landoni C, Gianolli L, et al. Advanced ovarian carcinoma: usefulness of [(18)F]FDG-PET in combination with CT for lesion detection after primary treatment. *Q J Nucl Med* 2003;47(2):77-84.
48. Kyriazi S, Collins DJ, Messiou C, Pennert K, Davidson RL, Giles SL, et al. Metastatic ovarian and primary peritoneal cancer: Assessing chemotherapy response with diffusion-weighted MR imaging-value of histogram analysis of apparent diffusion coefficients. *Radiology* 2011;261(1):182-92. DOI: 10.1148/radiol.11110577
49. Sala E, Kataoka MY, Priest AN, Gill AB, McLean MA, Joubert I, et al. Advanced ovarian cancer: Multiparametric MR imaging demonstrates response- and metastasis-specific effects. *Radiology* 2012;263(1):149-59. DOI: 10.1148/radiol.11110175
50. Winfield JM, Wakefield JC, Dolling D, Hall M, Freeman S, Brenton JD, et al. Diffusion-weighted MRI in advanced epithelial ovarian cancer: Apparent diffusion coefficient as a response marker. *Radiology* 2019;293(2):374-83. DOI: 10.1148/radiol.2019190545
51. Leach MO, Brindle KM, Evelhoch JL, Griffiths JR, Horsman MR, Jackson A, et al. The assessment of antiangiogenic and anti-vascular therapies in early-stage clinical trials using magnetic resonance imaging: issues and recommendations. *Br J Cancer* 2005;92(9):1599-610. DOI: 10.1038/sj.bjc.6602550
52. Chilla B, Hauser N, Singer G, Trippel M, Froehlich JM, Kubik-Huch RA. Indeterminate adnexal masses at ultrasound: Effect of MRI imaging findings on diagnostic thinking and therapeutic decisions. *Eur Radiol* 2011;21(6):1301-10. DOI: 10.1007/s00330-010-2018-x
53. Gu P, Pan LL, Wu SQ, Sun L, Huang G. CA 125, PET alone, PETCT, CT and MRI in diagnosing recurrent ovarian carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol* 2009;71:164-74. DOI: 10.1016/j.ejrad.2008.02.019
54. Bhinder B, Gilvary C, Madhukar NS, Elemento O. Artificial intelligence in cancer research and precision medicine. *Cancer Discov* 2021;11(4):900-15. DOI: 10.1158/2159-8290.CD-21-0090
55. Sadeghi MH, Sina S, Omid H, Farshchitabrizi AH, Alavi M. Deep learning in ovarian cancer diagnosis: a comprehensive review of various imaging modalities. *Pol J Radiol* 2024;89:30-48. DOI: 10.5114/pjr.2024.134817
56. Wang M, Perucho JAU, Hu Y, Choi MH, Han L, Wong EMF, et al. Computed tomographic radiomics in differentiating histologic subtypes of epithelial ovarian carcinoma. *JAMA Netw Open* 2022;5(12):e2245141. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.45141
57. Hatamikia S, Nougaret S, Panico C, Avesani G, Nero C, Boldrini L, et al. Ovarian cancer beyond imaging: Integration of AI and multi-omics biomarkers. *Eur Radiol Exp* 2023;7:50.