

Capítulo Web

Técnicas de imagen en la evaluación del paciente oncológico

Irlanda Pacheco Bravo, Roberto Alejandro Cruz Morales

Los estudios de imagen apoyan un diagnóstico clínico de neoplasia, incluso diagnostican neoplasias no sospechadas cuando se investigan síntomas inespecíficos; además, los pacientes asintomáticos con factores de riesgo podrán ser diagnosticados de forma temprana mediante estudios de tamizaje. Una vez diagnosticado el cáncer, los estudios de imagen evalúan la extensión de la enfermedad, lo que mejora el pronóstico al practicar cirugías más precisas, irradiar con altas dosis sin dañar tejidos sanos y administrar pronto tratamientos sistémicos, que de otra forma se administrarían hasta aparecer la enfermedad metastásica. Finalmente, los estudios de imagen evalúan la respuesta al tratamiento, pero también detectan complicaciones y toxicidad de este.

ULTRASONOGRAFÍA

La ultrasonografía o ecografía (USG) es la primera elección para caracterizar lesiones hepáticas de la vía biliar, tiroides y testículos. También es útil para evaluar el endometrio, los ovarios y los ganglios cervicales, de axila o ingle; asimismo, diagnóstica trombosis venosa profunda, común en pacientes oncológicos, y guía

las BAAD (biopsia aspiración con aguja delgada), BAG (biopsia aguja gruesa), el drenaje de colecciones líquidas, con o sin catéter de drenaje; de igual forma asiste la colocación de catéter venoso central para administrar quimioterapia y otros fluidos.

TIROIDES

La USG detecta nódulos tiroideos hasta en 67% de los individuos en la población general, además de que identifica y caracteriza nódulos únicos o múltiples para su seguimiento y eventual tratamiento de los sospechosos de malignidad (**figura 1**).

La composición sólida, la lesión hipoeoica, la dimensión vertical mayor que la horizontal, los márgenes irregulares y la presencia de focos ecogénicos (micro y macrocalcificaciones) se asocian a malignidad, pero estas características no tienen suficiente valor predictivo para benignidad o malignidad; sin embargo, la USG guía la toma BAAD, mejorando la exactitud diagnóstica (**figura 2**).

El cáncer de tiroides diferenciado significa 90% de los casos; mientras que el cáncer papilar (75 a 80%) suele ser un nódulo solitario, hipoeoico (77 a 90%), sólido (90%), con márgenes irregulares. Por otro lado, las microcalcificaciones puntiformes (cuerpos de psammoma) son muy específicos y están presentes



Figura 1. Ultrasonido tiroideo, imágenes en modo B obtenidas en el eje axial, se demuestran nódulos tiroideos, bilaterales, menores a 1 cm. Nódulo sólido (a y b), con microcalcificaciones en (a), quístico (estrella roja) y mixto (flecha azul), todos con reporte citológico de carcinoma papilar.

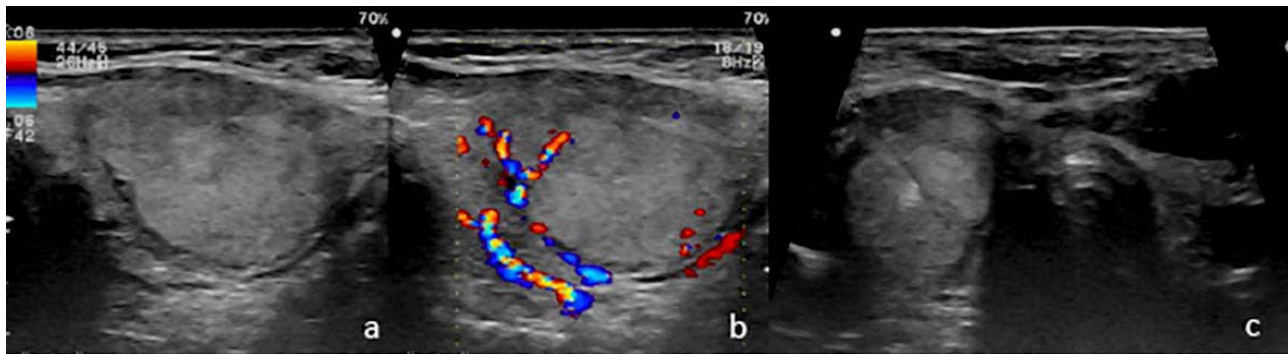


Figura 2. Ultrasonido tiroideo en modo B (a), Doppler color (b), biopsia guiada por ultrasonido (c), nódulo tiroideo izquierdo TI RADS 4 (25mm), neoplasia folicular en citopatología, carcinoma folicular en histopatología.

hasta en el 80% de los casos.¹

El sistema TI-RADS clasifica al nódulo según su aspecto y riesgo de malignidad, además de que define nódulos para vigilar o ser sometidos a BAAD. Se recomienda la evaluación sistemática para determinar multifocalidad, bilateralidad y eventuales metástasis ganglionares;² aunque la exactitud depende del operador, la USG asiste en la planeación de la cirugía. En la evaluación de ganglios del cuello lateral tiene un VPP de 73.3% hasta 83.3%, pero en cuello central los VPP son bajos: 28.6 a 38.1%, limitados por el tamaño del ganglio y la superposición de estructuras, pero también por patologías subyacentes, como la tiroiditis linfocítica.

TESTÍCULO

El USG evalúa el escroto, el testículo, el epidídimo, el cordón espermático y el canal inguinal, al distinguir desordenes vasculares, inflamatorios, infecciosos, traumáticos y neoplásicos. Cabe mencionar que los tumores escrotales palpables, el dolor escrotal agudo y el incremento del volumen escrotal son problemas comunes. La evaluación incluye la USG modo B y el Doppler color para definir si la lesión es intra o extra testicular, así como evaluar sus características (sólida, quística, mixta), esto ayuda a definir su naturaleza.

Las lesiones extra testiculares suelen ser benignas, en especial si son quísticas; sólo 3% de las lesiones extra testiculares son malignas.³ Aunque la mayoría de las lesiones intratesticulares son malignas, es necesaria una correcta caracterización para evitar orquiectomías innecesarias.⁴

La sensibilidad del USG identificando neoplasias escrotales alcanza 100% y definiendo lesiones intra o extra escrotales es de 98 a 100%¹⁶. Cuando el USG no define el origen de la lesión escrotal o su relación con el parénquima testicular, se recomienda practicar imagen por resonancia magnética (IRM) (figura 3).

Entre pacientes de 18 a 35 años con neoplasias testiculares, 95% son neoplasias de células germinales, mientras que en >60 años la neoplasia más frecuente es el linfoma. Las neoplasias testiculares suelen ser hipoeoicas, homogéneas, bien definidas, con flujo sanguíneo interno; sin embargo, la caracterización por subtipos histológicos mediante imagen es imposible.⁵

PRÓSTATA

El ultrasonido transrectal (USTR) produce imágenes de alta calidad mediante alta frecuencia (5 a 10 MHz) y transductor endorrectal. Con Doppler color se evalúa la morfología y vascularización de la próstata, vesículas seminales y tumores. En este sentido, el USTR guía la biopsia de próstata y el implante de semillas de braquiterapia.

De las neoplasias prostáticas, 60 a 75% son hipoeoicas respecto al parénquima normal, pero 12 a 30% son isoecoicas e indetectables por USG modo B, mientras que una pequeña proporción son hiperecoicas.⁶ Pero una lesión hipoeoica no indica cáncer, ya que lesiones benignas, como prostatitis, pueden tener esta apariencia (figura 4).

La sensibilidad del USTR detectando cáncer de próstata oscila entre 30 y 85%, acorde con el nivel de antígeno prostático (APE). Además, el USTR tiene utilidad limitada con niveles séricos de APE inferiores a 20 ng/mL; por ello, se asocia a biopsias y mayor número de cilindros de biopsia.⁷ El Doppler color es más sensible y específico cuando las zonas de mayor flujo por Doppler son objeto de biopsia. Otro estudio mostró que el flujo anormal de color está asociado con lesiones Gleason de 8 a 10, pero no con lesiones de bajo grado.

La biopsia de próstata sistemática, considerada estándar en el diagnóstico de cáncer de próstata, tiene limitaciones para diagnosticar cáncer de próstata a nivel clínico significativo (Gleason ≥ 7), aunque ayudan otras herramientas como el US Doppler color, la elastografía y el US con contraste, que integran el “US multiparamétrico”, aunque los resultados no son alentadores.

Estudios recientes han demostrado la utilidad de la IRM en la evaluación prebiopsia de la próstata y la biopsia guiada con IRM en pacientes con biopsia previa negativa detecta hasta en 34% neoplasias a nivel clínico significativas *versus* 16% con la biopsia sistemática.⁸

LESIONES GINECOLÓGICAS

La USG contribuye al diagnóstico y evaluación del cáncer ovárico, endometrial, enfermedad trofoblástica gestacional, enfermedad metastásica o recurrente y guía de tratamiento de complicaciones terapéuticas.

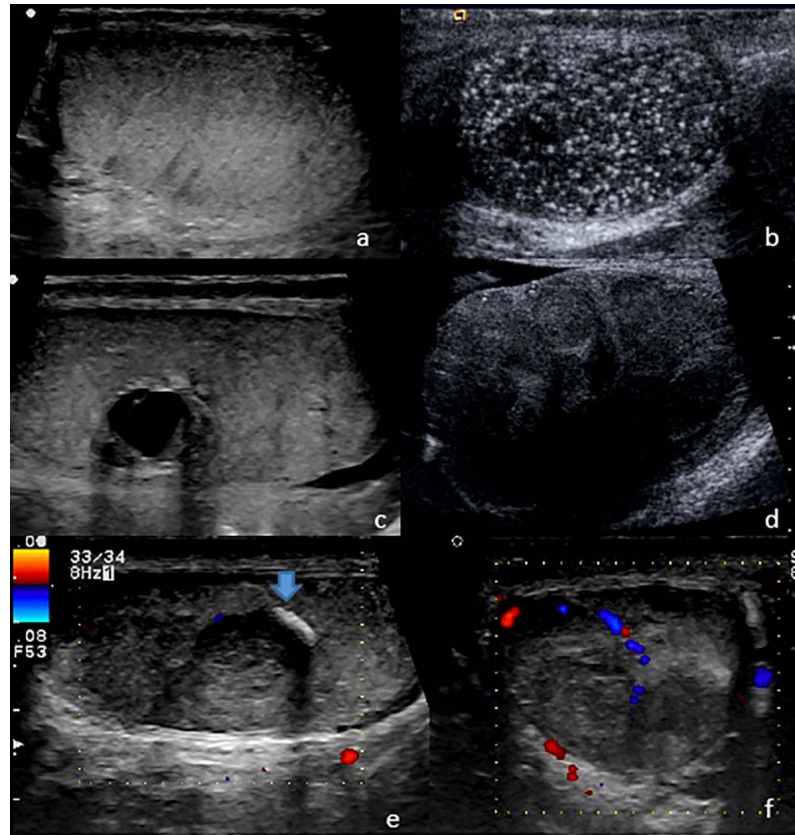


Figura 3. Ultrasonido testicular en modo B y Doppler color; testículo normal (a), microlitiasis (b), teratoma (c), infiltración difusa por seminoma (d), lesión sólida, nodular, infiltrante, con datos de extensión a la túnica albugínea, RHP seminoma, se asocia a calcificación gruesa (flecha azul) (e, f).

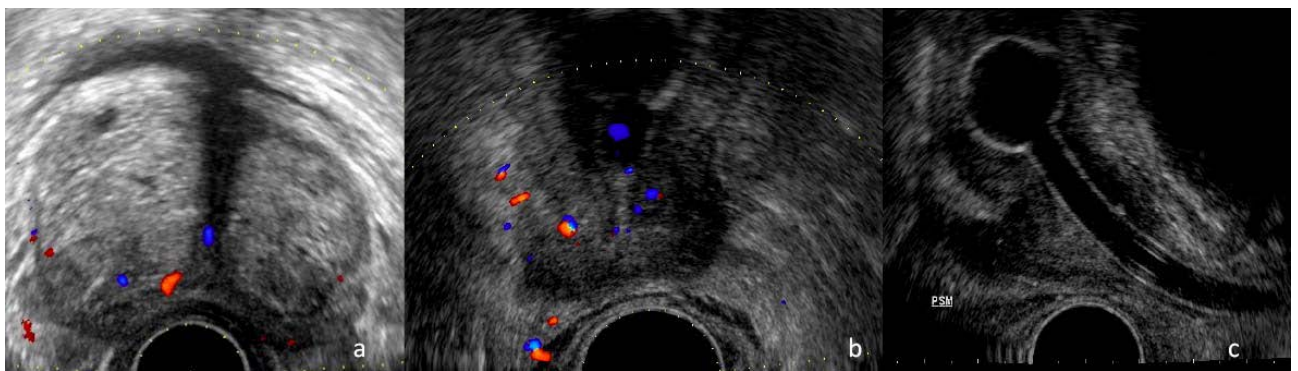


Figura 4. Ultrasonido prostático transrectal, (a y b) imágenes en el eje coronal en modo B y Doppler color, c) eje sagital. a) Crecimiento prostático asimétrico, dependiente de la zona transicional con desplazamiento y compresión de las zonas periféricas, no hay nódulos sospechosos. b y c) Próstata pequeña, se observa sonda en uretra prostática y balón vesical, pérdida de la anatomía zonal por lesión infiltrante difusa, con datos de extensión extracapsular, RHP adenocarcinoma Gleason 8.

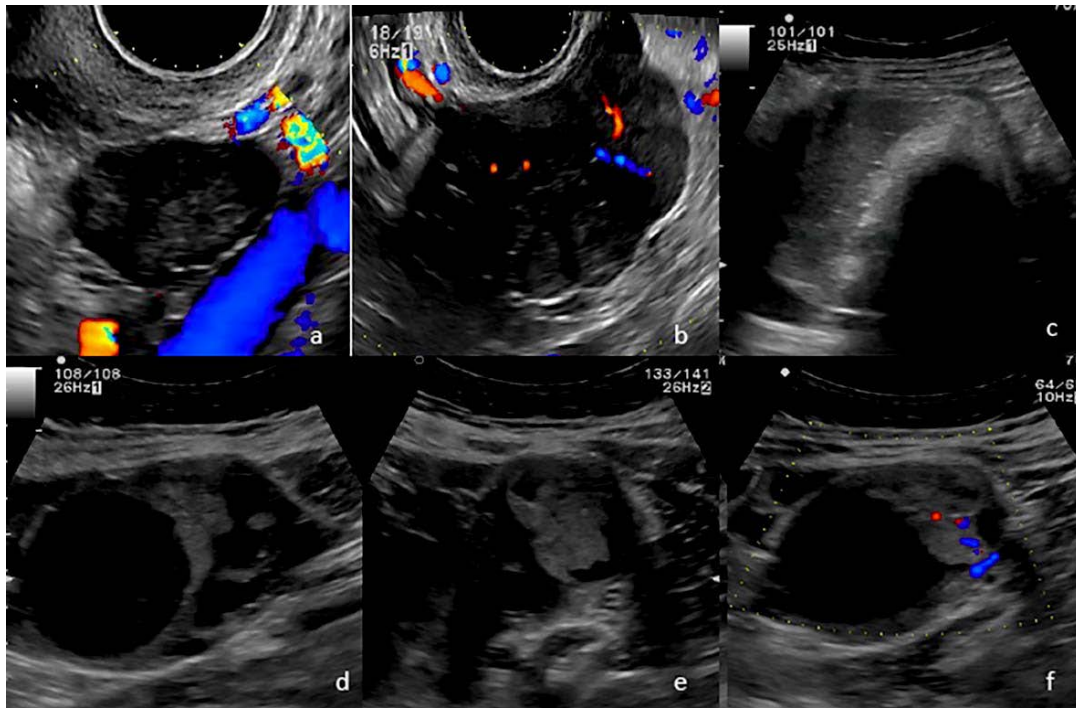


Figura 5. Ultrasonido ovárico, **a)** imagen de ovario normal en paciente postmenopáusica, **b)** infiltración por cáncer de mama; **c)** lesión anexial derecha de 15 cm, heterogénea con áreas ecogénicas que corresponden con grasa y calcificaciones gruesas que producen sombra acústica, se utilizó transductor convexo, histopatológico teratoma; **d-f)** lesión anexial izquierda, biloculada, con componente sólido, flujo moderado (score 4) O RADS 5, histopatológico carcinoma endometriode.

El USG evalúa y define la naturaleza benigna o maligna de las lesiones ováricas; en este contexto, la exploración endovaginal produce mejor resolución, pero la exploración transabdominal es complementaria, en especial ante lesiones de gran tamaño, ascitis, carcinomatosis e hidronefrosis; la especificidad del USG alcanza 95 a 99%.⁹ Sugieren malignidad: vegetaciones en la pared, engrosamiento irregular de la pared, lesión >10 cm de diámetro, lesiones mixtas (parcialmente quísticas o sólidas), lesiones sólidas, ascitis e implantes peritoneales.

La sensibilidad de la USG para malignidad alcanza 85% a 97%, mientras que la especificidad oscila entre 56% y 95%, pero puede ser menor debido a superposición de las características de lesiones benignas y malignas.

Por su parte, el Doppler color define la vascularidad del tumor y las lesiones benignas muestran un patrón periférico, mientras que las malignas tienen vasos centrales. Indican malignidad el índice de resistencia (IR) <0.4 a 0.8 y un índice de pulsatilidad (PI) <1. La sensibilidad es de 50% a 100%, y especificidad del 46% al 100%, pero varían de acuerdo con el operador por falta de uniformidad en criterios para distinguir benignidad de malignidad y coexistencia de condiciones benignas como enfermedad pélvica inflamatoria, endometriosis, e incluso día del ciclo menstrual, que modifican los espectros e índices Doppler (**figura 5**).

Se han propuesto sistemas para estandarizar la evaluación de tumores ováricos e incrementar la especificidad. Por un lado,

Brown propuso evaluar el componente sólido, la vascularidad central con Doppler, el espesor de los septos y la presencia de ascitis, lo que obtuvo una sensibilidad y especificidad para malignidad de 93%; por otro lado, Timmerman obtuvo resultados similares al utilizar criterios subjetivos sin un abordaje estandarizado. Así pues, la caracterización de lesiones anexiales es esencial, y lesiones benignas o de baja sospecha reciben tratamientos menos agresivos; en cambios, lesiones de alta sospecha de malignidad deben ser tratadas por ginecólogos oncológicos. Con la finalidad de facilitar su clasificación se han propuesto escalas de evaluación de riesgo para lesiones anexiales; por ejemplo, la del grupo IOTA (por sus siglas en inglés, *International Ovarian Tumor Analysis*) y en 2018 la propuesta por el ACR (por sus siglas en inglés, *American College of Radiology*), conocido como O-RADS (por sus siglas en inglés, *Ovarian-Adnexal Reporting and Data System*).¹⁰

En lesiones ováricas indeterminadas el estudio de elección es la IRM, pero también se han propuesto sistemas que consideran características morfológicas y funcionales, con sensibilidad y especificidad de 93.5 y 96.6% para malignidad, respectivamente.¹¹

La USG también detecta recaídas pélvicas, donde alcanza una precisión de 90%; sin embargo, en el abdomen es poco fiable para detectar recaída, de la misma manera que para estadificar el tumor primario. La USG transrectal es superior a la transabdominal para detectar enfermedad pélvica recurrente y parece superior a la tomografía computarizada (TC) al detectar recaída en el domo vesical y cúpula vaginal (**figura 6**).¹²

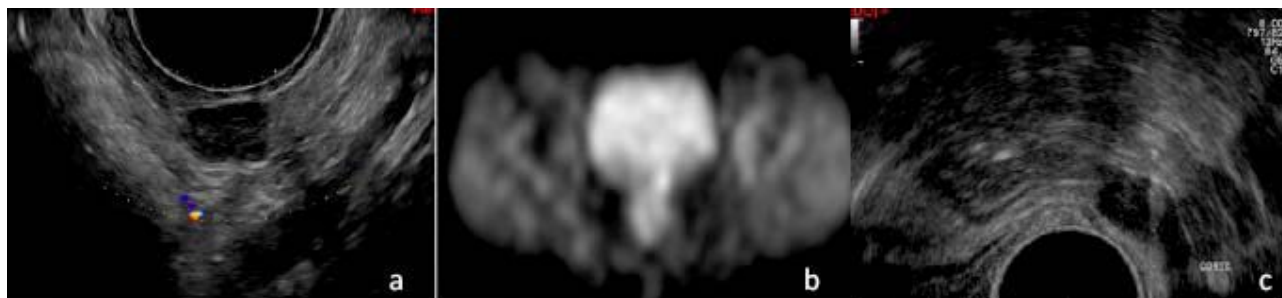


Figura 7-6. Paciente postoperada de cáncer de ovario, exploración física con sospecha de recaída en el tacto vaginal. **a)** Ultrasonido transvaginal: Lesión en cúpula vaginal sólida, hipoecoica, con vascularidad periférica. **b)** hipermetabolica en el PET. **c)** Biopsia transrectal: adenocarcinoma poco diferenciado.

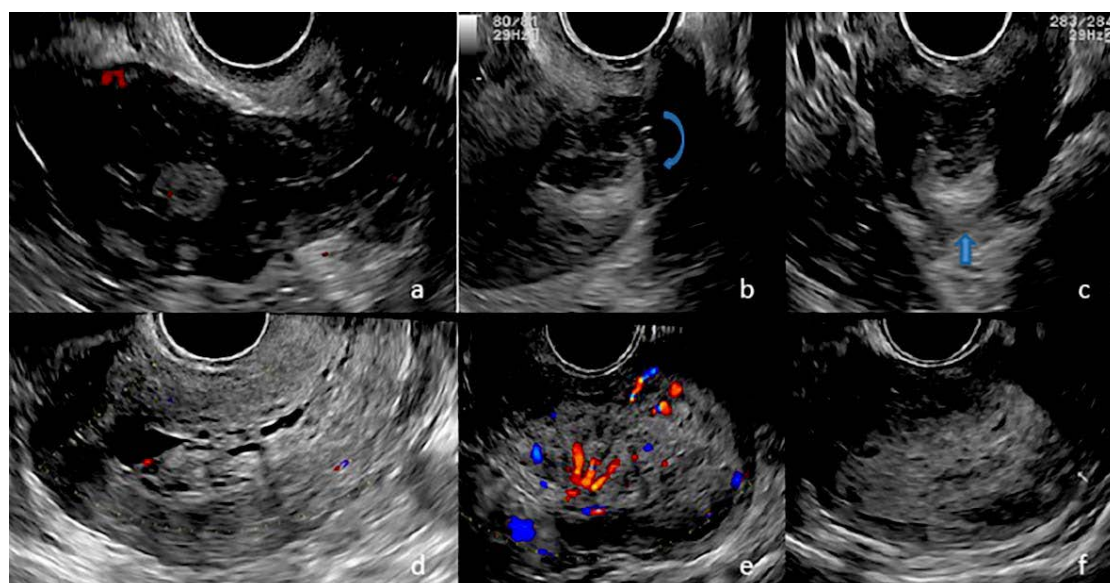


Figura 7. Diferentes patrones de alteración en endometrio caracterizados con ultrasonido transvaginal. **a)** Lesión poplipoide dependiente del margen anterior del endometrio, se asocia a hidrometra. **b)** y **c)** Cáncer endometrial con extensión al cervix e invasión estromal. **d)** Engrosamiento endometrial con cambios por degeneración quística e hidrometra, reporte histopatológico hiperplasia. **e)** y **f)** Cáncer endometrial: engrosamiento difuso con cambios quísticos, incremento de su vascularidad y datos de invasión miometrial.

La USG transvaginal (USTV) es de elección para evaluar hemorragia genital anormal en posmenopáusicas, la manifestación más frecuente del cáncer endometrial; además, distingue causas benignas de malignas, por lo que es útil al tamizar pacientes con alto riesgo de cáncer endometrial.

También se han identificado cambios tempranos por cáncer en endometrios con espesor >4 mm. Por otra parte, la interrupción del halo subendometrial indica invasión miometrial. Ruangvutitert *et al.* reportaron sensibilidad y especificidad de 69.4% y 70.6%, respectivamente, para detectar invasión miometrial con USTV, aunque la histerosonografía tiene exactitud de 96.4% versus 86% del USTV.¹³ Al definir invasión cervical, la exploración con USTR tiene mayor exactitud que la exploración clínica, 83% versus 78% (**figura 7**).¹⁴

La enfermedad trofoblástica gestacional incluye un espectro de neoplasias placentarias: mola hidatidiforme (completa y parcial), mola invasora, coriocarcinoma y tumor trofoblástico de sitio placentario. Además, resulta de la proliferación anormal de elementos trofoblásticos derivados del óvulo fertilizado. Las pacientes suelen cursar durante el embarazo con sangrado vaginal anormal, presión arterial alta, vómitos y niveles elevados de fracción beta de HGC.

La USG es de elección y suele demostrar un tumor multiquístico/sólido que ocupa la cavidad endometrial, con espacios anecoicos que representan edema hidrópico de las vellosidades; por otro lado, la penetración del músculo uterino por elementos trofoblásticos indica mola invasora. El coriocarcinoma es el carcinoma del epitelio coriónico que invade los vasos sanguíneos;

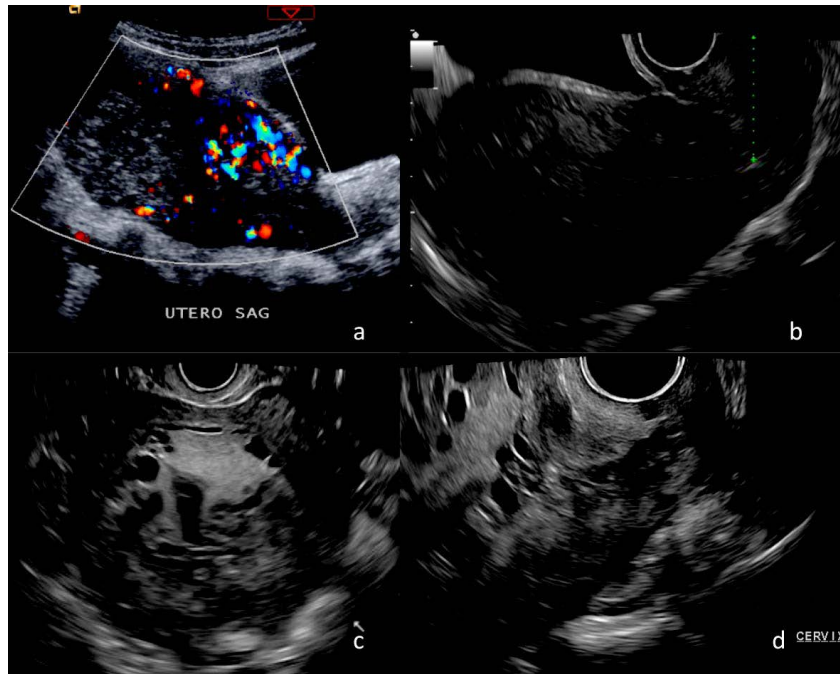


Figura 8. a-d) Enfermedad trofoblástica del embarazo, el endometrio se encuentra ocupado por múltiples imágenes quísticas y tejido ecogénico. **a)** invasión miometrial (mola invasora, recurrente), la ectasia de los vasos arcuatos con flujo turbulento sugiere malformación arterio-venosa adquirida. **d)** Extensión de la enfermedad al cérvix.

las metástasis pulmonares son frecuentes. Debido a la embolización tumoral del flujo venoso del útero, el paciente puede desarrollar embolia pulmonar. Las metástasis también ocurren en la vagina y otros sitios debido a diseminación hematogena.

Aunque el USG es la primera línea, la IRM tiene la ventaja de demostrar la profundidad de invasión y las relaciones con las otras estructuras pélvicas. La TC se utiliza para detectar enfermedad metastásica (**figura 8**).

HÍGADO Y VESÍCULA BILIAR

La USG modo B o tiempo real y el modo Doppler-color son fundamentales en la exploración del hígado y vía biliar. En manos expertas alcanzan sensibilidad de 100% y alta especificidad al demostrar dilatación de la vía biliar.

La USG en el seguimiento de pacientes cirróticos es controvertido; algunos han informado alta tasa de éxito detectando carcinoma hepatocelular (CHC) en cirrosis, pero la correlación con trasplantes ha demostrado baja sensibilidad. Esto se debe a que, ante cirrosis avanzada, es difícil diferenciar con precisión el CHC de los cambios propios del parénquima hepático cirrótico (**figura 9**).

Es conocida la utilidad de la USG al seguir nódulos hepáticos. Cuando se detecta una lesión sospechosa en la TC o IRM, se puede identificar en la USG usando puntos anatómicos de referencia; esto hace de la USG el procedimiento de elección para la biopsia de lesiones hepáticas y descartar CHC (**figura 10**).

Para mejorar los resultados se han usado medios de contraste con microburbujas, los cuales facilitan evaluar

la microvasculatura hepática; esto es útil en pacientes en quienes el uso de agentes de contraste para TC e IRM está contraindicado.¹⁵ La mayoría de las evaluaciones consideran lesiones hepáticas, pero la USG con contraste ha demostrado utilidad al evaluar riñón, bazo, páncreas, próstata, tracto urinario bajo, ganglios, mama, patología vascular en aorta, carótidas y miocardio.¹⁶

Los carcinomas de la vesícula biliar pueden mostrarse como un tumor alrededor de la vesícula en 42%, un defecto de llenado en el lumen en 23%, o como engrosamiento difuso y asimétrico de la pared en 15%.

Los tumores que sustituyen la luz de la vesícula suelen tener ecotextura heterogénea por necrosis tumoral. Cálculos biliares, vesícula de porcelana o calcificaciones tumorales están presentes con frecuencia; además, es importante diferenciar lodo biliar de tumor, esto se logra al explorar con diferentes abordajes (intercostal, subcostal) y modificar la posición del paciente (**figura 11**). En no candidatos a cirugía, el USG puede ser usado para la biopsia percutánea y establecer el diagnóstico diferencial de lesiones primarias *versus* metástasis.

ESTADIFICACIÓN NODAL

La USG de alta frecuencia evalúa el estado ganglionar en pacientes con neoplasias de cabeza y cuello; la mayoría tienen linfomas y metástasis de carcinoma de células escamosas. La enfermedad metastásica de primarios distantes ocurre sobre todo a nivel supraclavicular y en ocasiones en niveles altos. Por otro lado,

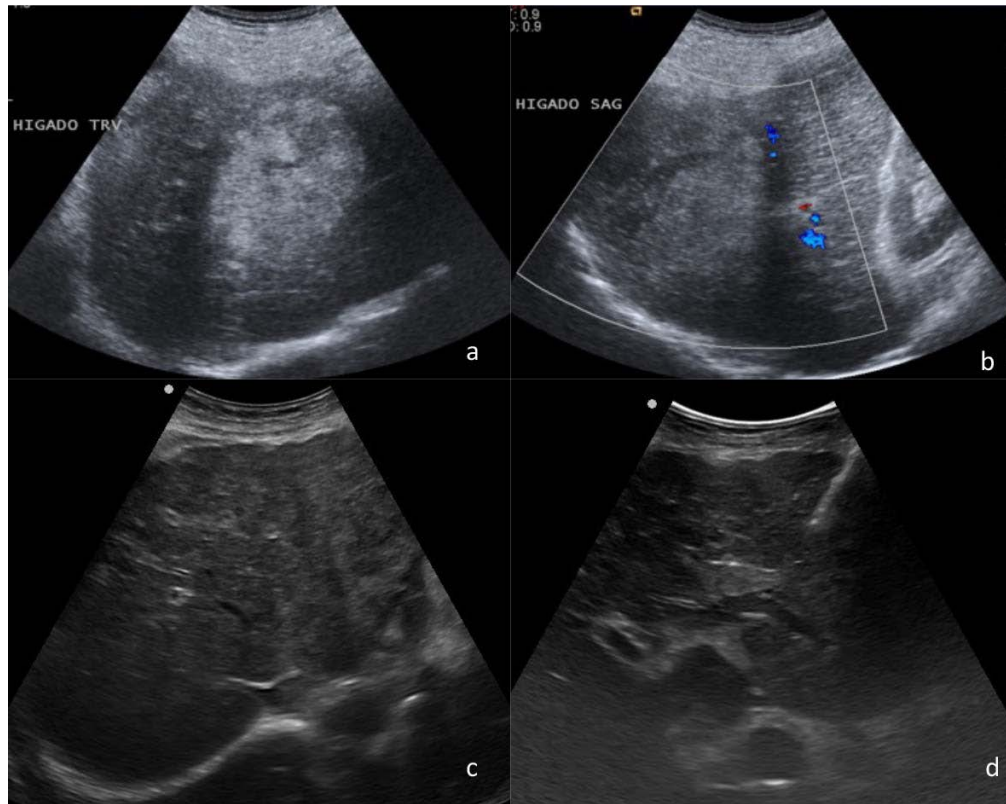


Figura 9. Carcinoma hepatocelular, **a-b)** presentación como nódulo sólido en segmento VII, ecogénico y cicatriz central; **c y d)** infiltración difusa del lóbulo izquierdo y biopsia guiada por ultrasonido. En ambos casos las lesiones se presentan sobre parénquima hepático cirrótico.

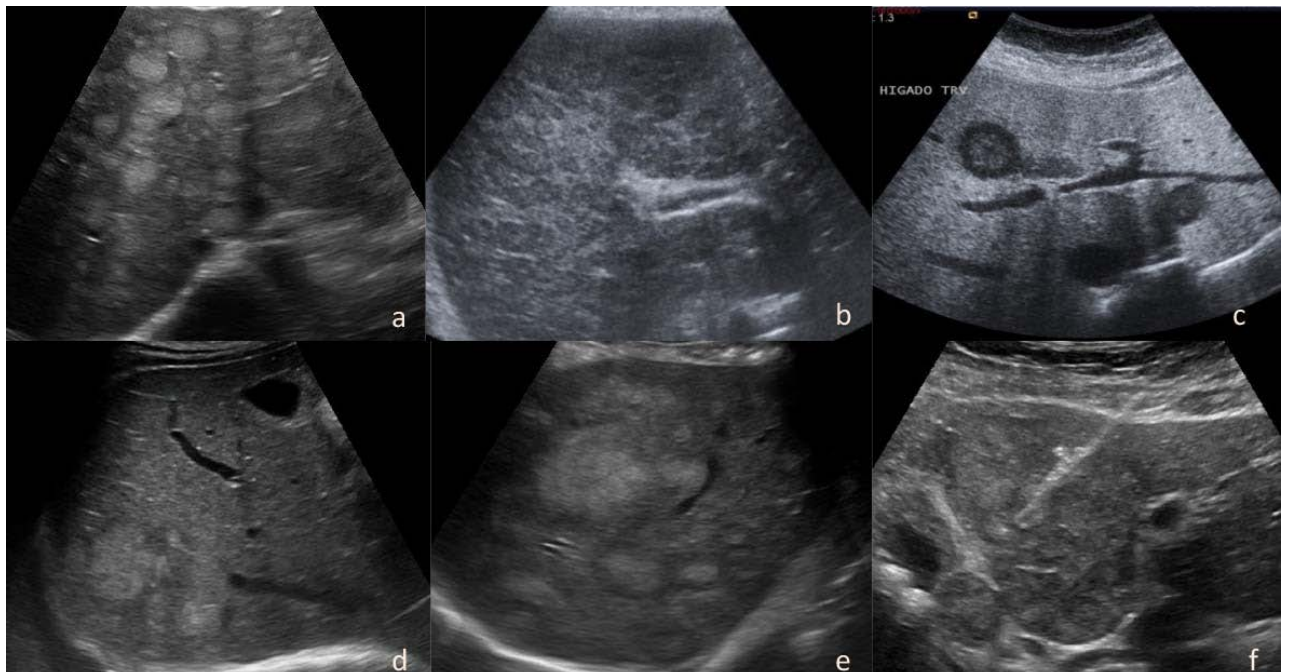


Figura 10. Metástasis hepáticas: **a)** melanoma, **b)** adenocarcinoma, **c)** cáncer de mama, **d)** cáncer renal, **e)** cancer cervico uterino , **f)** biopsia hepática guiada por ultrasonido.

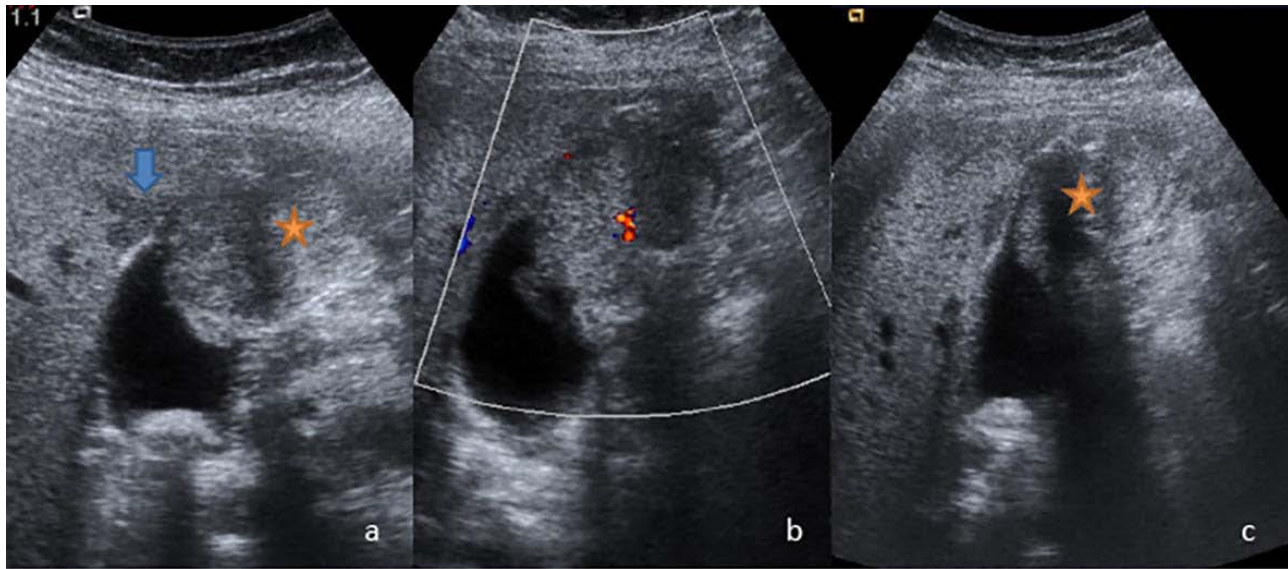


Figura 11. Cáncer de vesícula biliar, lesión sólida infiltrante dependiente del fondo de la vesícula con extensión al parénquima hepático, en **b)** con modo Doppler color presenta vascularidad; **a-c)** se asocia a litiasis vesicular y calcificación de la pared.

neoplasias de mamá, pulmón, riñón y testículo pueden producir metástasis a ganglios cervicales.¹⁷ Las metástasis ganglionares suelen ser hiperecoicas, pero heterogéneas y con pérdida del hilio ecogénico. En presencia de diseminación extraganglionar los contornos son mal definidos y zonas anecoicas dentro del ganglio indican necrosis. La sensibilidad de la USG en el diagnóstico de metástasis ganglionar varía de 75% a 92%, con especificidad de 63% a 91%. La BAAD guiada con USG aumenta la especificidad hasta 100%. En cuellos N0, una sensibilidad de 73% y especificidad de 100% se han reportado, superior a lo obtenido con TC o IRM, pero la fiabilidad de la BAAD depende de la experiencia del examinador (**figura 12**). La USG es más precisa en la evaluación ganglionar en la mayoría de los cánceres de cabeza y cuello.¹⁸

MASTOGRAFÍA

La mastografía busca detectar de forma temprana indicadores incipientes de cáncer, con la finalidad de una pronta instauración del tratamiento. Existen dos tipos de mastografía por su objetivo: la **mastografía de escrutinio** y la **mastografía diagnóstica**.

MASTOGRAFÍA DE ESCRUTINIO

Ésta se practica a la población asintomática con factores de riesgo para buscar diagnosticar de forma temprana el cáncer de mamá; también tiene aceptable sensibilidad y especificidad, además de que es costo-efectiva y reproducible al identificar manifestaciones tempranas como nódulos espículados, microcalcificaciones, asimetría y distorsión de la arquitectura. Más de 90% de los carcinomas ductales *in situ* ocultos se manifiestan como microcalcificaciones en mastografía (**figura 13 y 14**).¹⁹

En países desarrollados con escrutinio organizado la mastografía disminuye la mortalidad por cáncer de mamá en 30 a 50%;^{20, 21} pero se asocia a sobrediagnóstico en 30% y con ello a sobretratamiento. Su sensibilidad alcanza 90%, al disminuir en mamas densas (30 a 48% en mamas muy densas), donde la **mastografía digital** puede ser opción, ya que incrementa su sensibilidad en 15%.²² Los falsos negativos (FN) alcanzan 20 a 30%, y esto se atribuye al carcinoma lobulillar invasivo y el CDIS no calcificado, que no producen imágenes características.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, la mastografía de escrutinio se debe practicar cada año o cada dos años a partir de los 40 a 49 años en mujeres con dos o más factores de riesgo; anual en >50 años y en mujeres con madre o hermana con cáncer de mamá diagnosticado antes de los 40 años se debe practicar el primer estudio 10 años antes de la edad en que ocurrió el cáncer en el familiar, así como después del criterio del médico. No existe recomendación relativa a la edad en que debe concluir su práctica.

La mastografía de escrutinio tiene dos proyecciones: la medio lateral oblicua (MLO) y craneocaudal (CC) de cada mamá. El USG es complemento de la mastografía en pacientes jóvenes con mamas densas debido a la baja sensibilidad de la mastografía. Además, identifica de uno a siete más casos de cáncer por cada 1000 mujeres sometidas a tamizaje, pero disminuye la especificidad a 89%, lo que resulta en mayor número de FN (78 por cada 1000 mujeres). Se recomienda en mujeres con mamas densas y alto riesgo que no toleran la IRM.

En pacientes con alto riesgo, la sensibilidad de la IRM es superior (71 a 100%) a la de la mastografía (16 a 40%), con especificidad discreta menor (81 a 97% *vs.* 93 a 99%), lo que resulta en una mayor tasa de detección. De acuerdo con la Sociedad Americana de Cáncer, el tamizaje debe iniciar 5 o 10

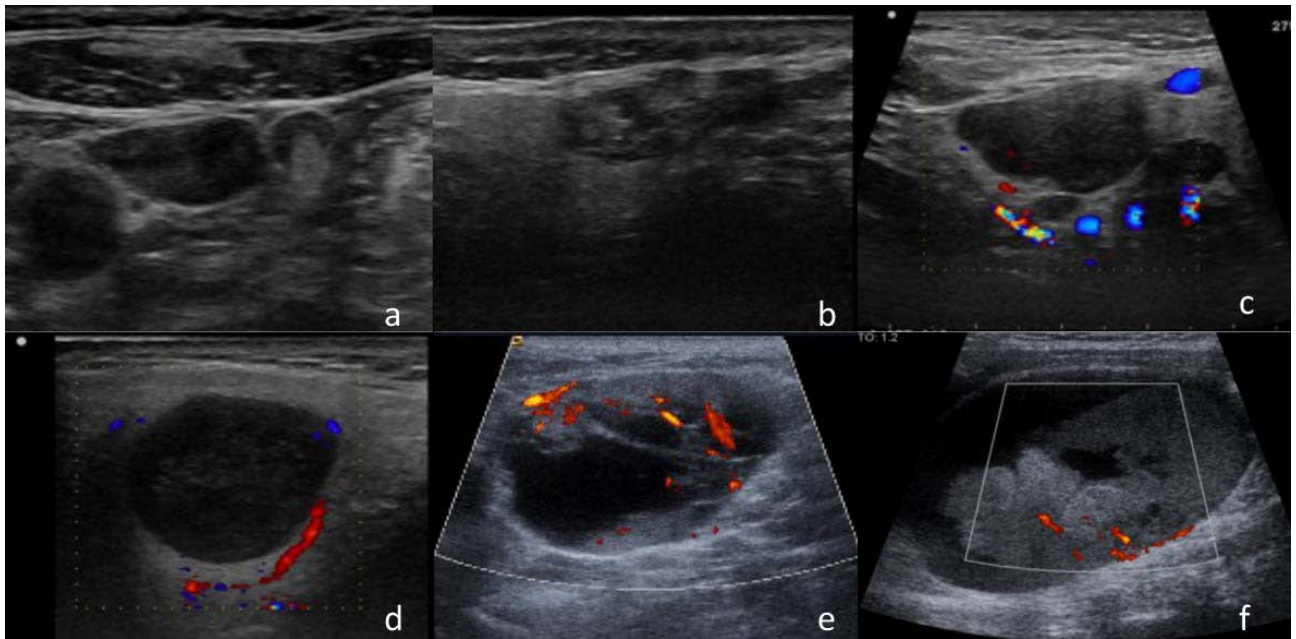


Figura 12. Ultrasonido en la evaluación del estado ganglionar en tumores de cabeza y cuello. **a)** Ganglio normal, menor a 10 mm en el eje corto, cortical delgada, hilio ecogénico y central. **b)** Ganglio hiperplásico. **c)** Linfoma. **d)** Metástasis de melanoma. **e y f)** cáncer papilar de tiroides metastásico.



Figura 13. Mastografía de escrutinio normal. Proyecciones Medio oblicua lateral (MLO) y craneo caudal (CC)

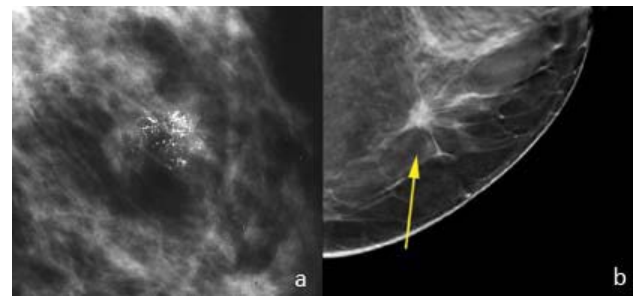


Figura 14. Mastografía diagnóstica BI RADS 5. Cono de magnificación con microcalcificaciones pelomórficas y lineales de distribución segmentaria (**a**), nódulo irregular, espiculado, denso, asociado a distorsión de la arquitectura (**b**).

años antes de la edad en que se presentó el cáncer en el familiar, o a los 30 años, de forma anual junto con la mastografía. Se debe considerar que estas guías no aplican necesariamente a la población (**cuadro 1**).

MASTOGRAFÍA DIAGNÓSTICA

Ésta se practica en mujeres sintomáticas con un tumor palpable, o posterior a una mastografía de escrutinio, para evaluar alguna anomalía detectada; es de elección para el diagnóstico presuntivo de cáncer y alcanza sensibilidad de 85 a 93%, aunque 10% de los cánceres palpables no se identifican. En la mastografía diagnóstica se practican proyecciones adicionales para evaluar mejor el área de interés.

El cáncer de mama invasor puede manifestarse como una asimetría focal o masa irregular con márgenes espiculados; la alteración de la arquitectura es otra forma. En 30% de los cánceres invasivos y la mayoría de los intraductales ocurren calcificaciones, al resultar sospechosas las que varían de forma y tamaño (pleomórficas).

La mamografía diagnóstica está indicada en mujeres ≥ 40 años con tumor palpable; si el hallazgo correlaciona con una situación benigna, está indicado el seguimiento; pero, si la mastografía es negativa o el hallazgo no correlaciona con benignidad, el USG dirigido está indicado; además, el USG puede detectar lesiones a nivel mamográfico ocultas.²³ En <35 años y embarazadas el USG es de elección para evaluar alguna anomalía

Cuadro 1. Recomendaciones de tamizaje con IRM de mama

Tamizaje anual (basado en evidencia) Mutación BRCA
Familiar en primera línea portador de BRCA Riesgo vitalicio de 20 a 25% o mayor, definido por BRCAPRO u otros modelos que dependen de la historia familiar
Tamizaje anual (basado en consenso de opinión de expertos) Radiación al tórax entre los 10 a 30 años Síndrome de Li-Fraumeni, Cowden y Bannayan-Riley-Ruvalcaba, o familiares en primer grado
Evidencia insuficiente para recomendar la IRM a favor o en contra Riesgo vitalicio de 15 a 20%, definido por BRCAPRO u otros modelos que dependen de la historia familiar CLIS, hiperplasia lobular o ductal atípica Mamas heterogénea o extremadamente densas Mujeres con historia personal de cáncer de mama, incluyendo CDIS
Recomendación en contra (basado en consenso de opinión de expertos)
Mujeres con riesgo vitalicio $\leq 15\%$

IRM: Imagen por resonancia magnética

palpable; también caracteriza mejor los hallazgos mastográficos y guía procedimientos intervencionistas.²⁴

Un tumor sospechoso en la USG suele ser más alto que ancho, además de irregular y producir sombra acústica posterior. Las microlobulaciones, los márgenes espiculados, la marcada hipocogenicidad y la extensión ductal también indican mayor riesgo de malignidad. La USG Doppler de igual manera es útil; además, los tumores malignos muestran vascularidad incrementada.

La **IRM** de mama, con o sin medio de contraste, tiene alta sensibilidad para detectar cáncer; es útil ante resultados equívocos de la mastografía (**figura 15**). Su sensibilidad alcanza 100% al detectar carcinoma invasivo y su valor predictivo negativo (VPN) es alto; sin embargo, en CDIS el VPN es menor, así como su sensibilidad (40 a 100%); además, su especificidad es limitada, pues varía de 37 a 97%, lo que resulta en falsos positivos (FP). En la actualidad la IRM tiene indicaciones específicas;²⁵ además de que es valiosa al distinguir entre cicatriz y recaída y evaluar la extensión de la enfermedad. El realce focal moderado a intenso detecta 85 a 90% de los carcinomas y este realce suele ser irregular, en ocasiones lineal o segmentario siguiendo las estructuras ductales; o nodular, entre otros.

Al evaluar lesiones sospechosas se obtienen curvas cinéticas que se componen de fase inicial y tardía, lo que representa la primera fase y el cambio en la intensidad de señal en los primeros 2 min de la inyección. El patrón de realce en la fase tardía se clasifica como persistente (tipo I), en meseta (tipo II) y de lavado (tipo III) que se asocian a malignidad en 6, 64 y 87%, respectivamente.

La espectroscopia es un complemento útil a la IRM, ya que incrementa la especificidad (desde 70 a 100%). Detecta niveles elevados de componentes de la colina, un marcador de actividad tumoral, al producir un pico en la frecuencia de 3.2 ppm.²⁶ Otra indicación es la detección de cáncer de mama ante ganglios axilares metastásicos de primario oculto. También la IRM puede detectar un primario de mama en 75 a 85% de los pacientes con mastografía negativa.

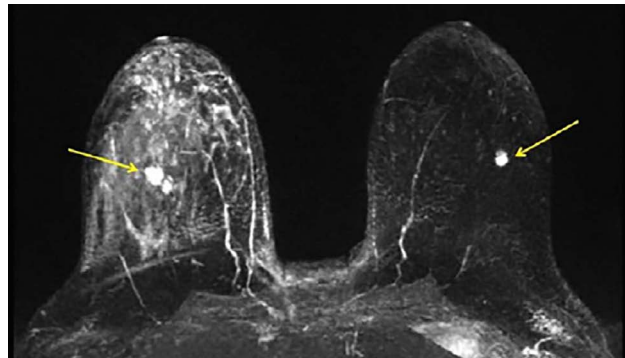


Figura 15. La IRM en reconstrucciones MIP (maxima intensidad de proyección) confirma un nódulo mamario derecho, pero revela otro más en el mismo radio y otro en la mama izquierda que no fue visto en la mastografía, multifocalidad y bilateralidad.

Los resultados de los métodos de imagen, tanto de escrutinio como para diagnóstico, deben reportarse de acuerdo con el sistema **BI-RADS** (por sus siglas en inglés, *Breast Imaging Reporting and Data System*) (**cuadro 2**).²⁷

Para establecer el diagnóstico de cáncer de mama es necesaria la correlación entre hallazgos clínicos, radiológicos e histopatológicos mediante biopsia con aguja de corte, corte aspiración (8 a 16 gauge) o biopsia excisional. La citología por aspiración con BAAD tiene menor sensibilidad y especificidad que la biopsia con aguja de corte, por lo que se usa esta última, ya que obtiene tejido que mantiene la arquitectura tisular y distingue entre carcinoma invasivo y no invasivo. Con las biopsias con sistema de aspiración se obtiene mayor número de muestra, mejor caracterización de lesiones complejas, como la hiperplasia ductal atípica y CDIS, y con más frecuencia se practica la escisión completa. Con agujas de 8 y 11 gauge la probabilidad de subestimación histopatológica es menor.

Las biopsias guiadas por imagen son favorecidas respecto la biopsia quirúrgica, debido a que son menos invasivas; además, se

Cuadro 2. Categorías del BI-RADS

Categoría 0. Necesita evaluación adicional de imagen o comparar con estudios previos

a) Incompleto

b) Completo

Categoría 1. Negativa

Categoría 2. Hallazgos benignos

Categoría 3. Hallazgos probablemente benignos. Seguimiento a corto plazo*

Categoría 4. Anormalidad sospechosa. Se debe considerar biopsia

4A. Sospecha baja de malignidad

4B. Sospecha intermedia de malignidad

4C. Alta sospecha, pero no clásicos

Categoría 5. Altamente sugestiva de malignidad. Amerita acción apropiada

Categoría 6. Malignidad probada por biopsia. Amerita acción apropiada

*Lesiones que tienen alta probabilidad de ser benignas, pero se prefiere demostrar su estabilidad a largo plazo (2 años o más). Los hallazgos en esta categoría deben tener un riesgo <2% de malignidad. Aunque las lesiones no tienen características morfológicas de cáncer de mama, poseen una probabilidad definitiva de ser malignas que va del 3 a 95%. Los hallazgos tienen una probabilidad = 95% de ser cáncer

obtienen rápido, el costo es menor y produce buenos resultados, lo que evita cirugías innecesarias en mujeres con patología benigna. Las biopsias con aguja se guían mediante esterotaxia (por lo general, para calcificaciones), USG (para masas) y por IRM (para lesiones visualizadas sólo por IRM).

TOMOGRAFÍA

Los estudios tomográficos son los más versátiles en el estudio del paciente oncológico; pueden ser clasificados en:

- **Estudios de extensión local:** Son estudios que analizan la relación del tumor primario con el órgano afectado, los órganos vecinos y el compromiso ganglionar regional.
- **Estudios de extensión a distancia:** Son aquellos dirigidos a buscar o descartar metástasis, luego del diagnóstico del tumor primario (**figura 16**).
- **Estudios para evaluar la respuesta:** El monitoreo de la respuesta a la terapéutica instituida suele hacerse mediante imágenes (**figura 17**).
- **Estudios de seguimiento:** Son aquellos practicados en el paciente asintomático. Están orientados al diagnóstico preclínico de recaídas, con la finalidad de buscar mejorar la supervivencia.

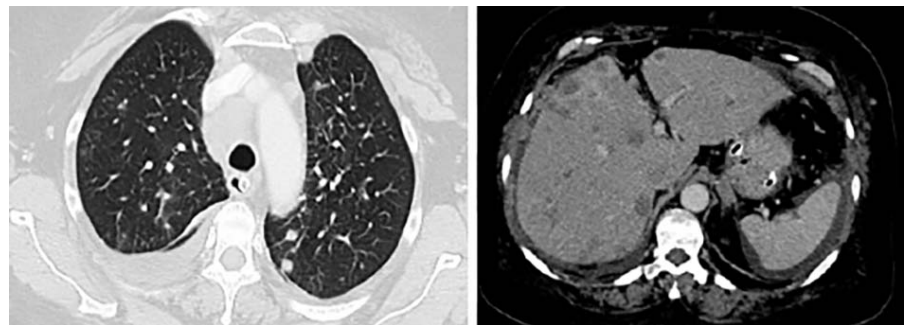


Figura 16. Tomografía en la evaluación de metástasis a distancia. Femenino con cáncer de endometrio y enfermedad metastásica pulmonar y hepática.

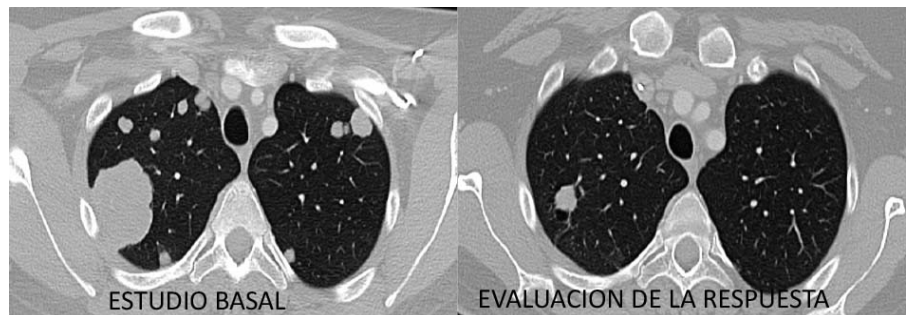


Figura 17. Tomografía en la evaluación de la respuesta al tratamiento. Masculino 25 años con cáncer de testículo germinal no seminoma. Enfermedad metastásica a pulmón con respuesta parcial (RP).

- **Estudios en el paciente metastásico:** Están orientados a evaluar la enfermedad metastásica conocida.

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA

La evaluación de la respuesta tumoral al tratamiento se basa en estudios de imagen y representa una de las tareas más impor-

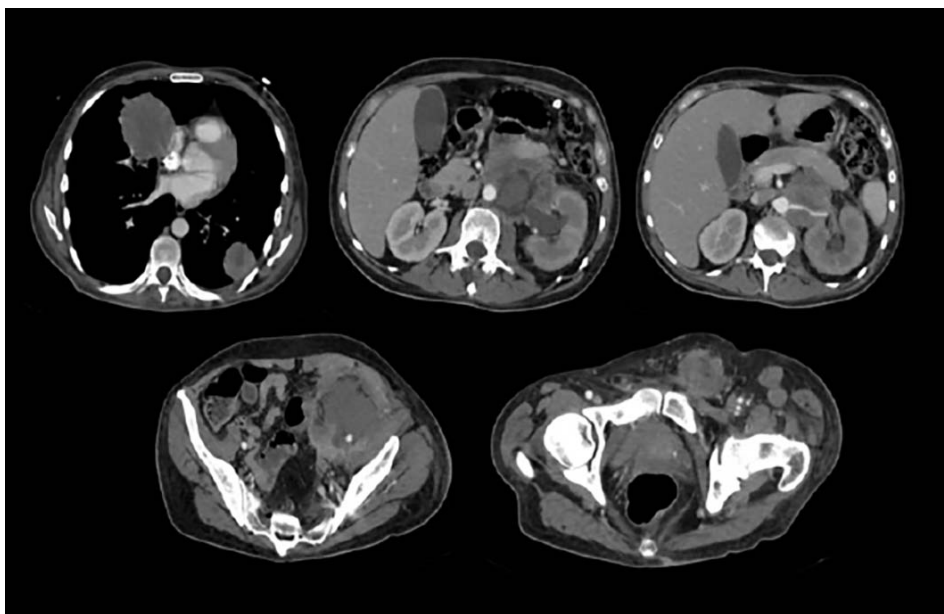


Figura 18. Tomografía en la evaluación sistémica. Masculino con tumor germinal de testículo y enfermedad metastásica pulmonar, ganglionar mediastinal, retroperitoneal, iliaca externa e inguinal.



Figura 19. RECIST definición de lesiones. (a) lesión no medible pero evaluable, (b) ascitis lesión no medible y no evaluable, (c) lesión diana.

tantes en el paciente oncológico. La evaluación comparativa se hace con la misma técnica de imagen y el mejor método es la tomografía axial computarizada (TAC), gracias a la mayor estandarización de la técnica y porque permite una evaluación sistémica (**figura 18**).

Cuando se evalúa la utilidad de un tratamiento de quimioterapia paliativa, la decisión de seguir administrándolo depende de la respuesta tumoral y de los efectos secundarios. En enfermedad metastásica, el tratamiento se mantiene en tanto controle la enfermedad. El método utilizado para evaluar la respuesta al tratamiento en tumores sólidos es el RECIST 1.1 (por sus siglas en inglés, *Response Evaluation Criteria in Solid Tumors*).

DEFINICIONES

Lesión medible. La lesión puede ser medida de manera fiable y reiterada; en la práctica clínica se utiliza por lo general una lesión >10 mm.

Lesión no medible, pero evaluable. Es aquella identificable, pero pequeña para ser medible.

Lesión no medible y no evaluable. Es una lesión obvia, pero imposible de pronunciar respecto a su estabilidad, regresión o progresión (derrame pleural, ascitis, carcinomatosis).

Lesión diana. Son lesiones que sirven de referencia para evaluar la respuesta. Suelen usarse dos lesiones por órgano, o cinco en total.

Lesión no diana. Son las lesiones no elegidas diana (**figura 19**).

Nadir. Equivale al examen practicado en el momento que existe la mejor respuesta al tratamiento.

CUANTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA TUMORAL EN EL CASO DE ADENOPATÍAS

Si el eje menor es ≥ 15 mm, puede calificar para lesión diana. Si el eje menor es ≥ 10 mm y < 15 mm, no califica para lesión diana. Si el eje corto es < 10 mm, se considera un ganglio normal (**figura 20**).

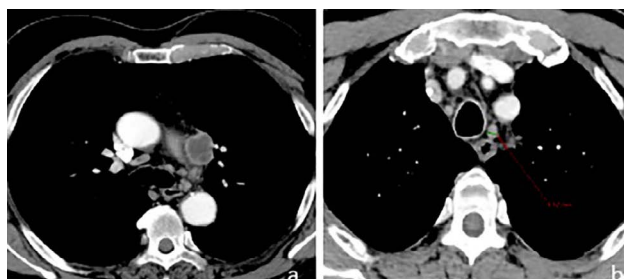


Figura 20. RECIST Ganglios. (a) lesión diana, (b) ganglio normal.

TIPOS DE RESPUESTA

Respuesta completa. Es la desaparición total de lesiones después de tratamiento. Según RECIST, sólo es completa si se normalizan los niveles séricos de marcadores tumorales.

Respuesta parcial. Se considera si al sumar todos los diámetros de las lesiones diana se observa una disminución $\geq 30\%$.

Progresión de la enfermedad. Resulta de una evaluación global y no lesión a lesión. Resulta de sumar los diámetros de las lesiones diana cuando ha aumentado en más del 20%. Aparte de la suma, la aparición de una nueva lesión indica progresión y también se considera progresión si existe aumento de las dimensiones de las lesiones no medibles o no evaluables.

Enfermedad estable. Existe enfermedad estable cuando la suma de los diámetros de las lesiones diana son iguales, o no cumplen criterios de respuesta parcial o progresión de la enfermedad, y no hay nuevas lesiones ni las lesiones diana han progresado (**figura 21**).

ACTIVIDAD METASTÁSICA

Las metástasis ganglionares indican mal pronóstico y en algunas neoplasias la categoría N del sistema TNM está determinado por el número de ganglios afectados; en otros, por la estación nodal involucrada. Para la evaluación es indispensable conocer la anatomía ganglionar, vías de diseminación, tipo histológico y comportamiento biológico del tumor. Con TC, los ganglios nor-

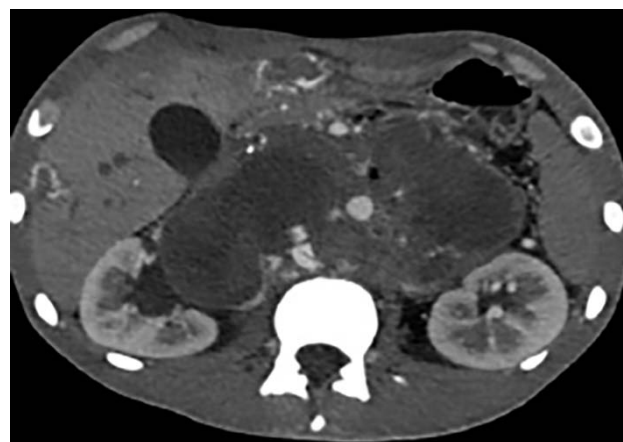


Figura 22. Actividad metastásica ganglionar. Masculino con cáncer de testículo germinal no seminomatoso y metástasis retroperitoneales.

males son bien delimitados, ovales, con densidad homogénea y tienen hilio graso, pero 10 a 20% de ganglios de tamaño normal tienen focos neoplásicos y hasta 30% de los ganglios mayores sólo son hiperplásicos. La sensibilidad y especificidad de la TC varía de 40 a 87% y 64 a 100%, respectivamente (**figura 22**).

El hígado es el segundo órgano más involucrado por metástasis, después de los ganglios regionales. El proceso de diagnóstico y tratamiento de las metástasis hepáticas incluye la detección, diagnóstico, definición de la extensión, evaluación de la resecabilidad y de la respuesta al tratamiento. Una imagen focal hepática en el paciente asintomático o con antecedentes de una neoplasia conocida, es frecuente. Ante el hallazgo de una o varias lesiones hepáticas, es imprescindible diferenciar lesiones benignas de malignas; las lesiones malignas más frecuentes en el hígado son las metástasis. Las metástasis pueden ser únicas o múltiples, homogéneas o heterogéneas, nodulares o infiltrativas y de dimensiones variables (**figura 23**).

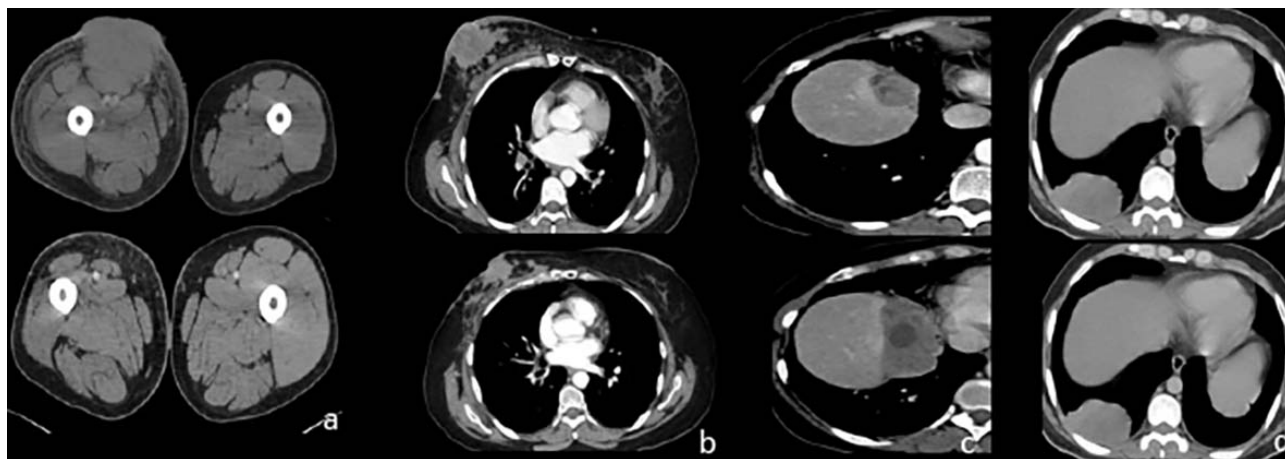


Figura 21. RECIST evaluación de la respuesta. De izquierda a derecha (a) respuesta completa, (b) respuesta parcial, (c) progresion, (d) enfermedad estable.



Figura 23. Actividad metastásica hepática. a) cáncer de colon, b) cáncer de mama.

En candidatos a hepatectomía mayor, está indicada la determinación del volumen hepático remanente futuro mediante volumetría hepática por TCMD. El volumen hepático remanente futuro debe alcanzar 25% cuando el parénquima hepático sea normal o 40% ante esteatosis hepática (**figura 24**).

El pulmón suele alojar metástasis, autopsias de pacientes oncológicos muestran lesiones en 20 a 54% de los casos; por lo que la TC es de elección para el diagnóstico. De manera típica existen múltiples nódulos de predominio basal y periféricos, redondeados o lobulados; en ocasiones con contornos espiculados o irregulares. Una forma menos común es el compromiso intersticial perilinfático, o linfangitis carcinomatosa que produce engrosamiento irregular o nodular de los septos interlobulillares y del intersticio peribroncovascular central. En presencia de neoplasia conocida, 73% de los nódulos pulmonares múltiples corresponden a metástasis y 46% de los nódulos solitarios son metastásicos si existe una neoplasia extrapulmonar conocida. Otras formas de infiltración son metástasis endobronquiales y émbolos tumorales (**figura 25**).

Metástasis al páncreas ocurren en 3 a

12% de las autopsias. Las neoplasias que más lo involucran son el carcinoma de células renales, de pulmón, melanoma, linfoma y sarcomas. El bazo es afectado en 7% y es en extremo raro como sitio único, la rareza se atribuye al ambiente hostil, la acción protectora del sistema reticuloendotelial y ausencia de drenaje linfático hacia el órgano; sin embargo, el tumor primario que más compromete de forma aislada al bazo es el cáncer ovario.

Metástasis a glándulas suprarrenales ocurren en 3% de los casos; las causantes son el carcinoma broncogénico, gástrico, esofágico, hepatobiliar, de páncreas, colon, renal y de mama.²⁸ La incidencia de metástasis renales

alcanza 7 a 13% y la causa más frecuente son neoplasias pulmonares, del tracto gastrointestinal y cáncer mamario. Las metástasis intestinales son poco comunes; pero, debidas a melanoma, cáncer de pulmón, de mama y carcinomas renales (**figura 26**).

El compromiso peritoneal indica enfermedad incurable; la invasión se produce por contigüidad, vía hematogénica o linfática. Las causas más frecuentes son los carcinomas del ovario y tracto gastrointestinal, mientras que el cáncer de mama, melanoma y pulmón se diseminan vía hematogénica, a través del margen anti mesentérico del intestino (**figura 27**).²⁹

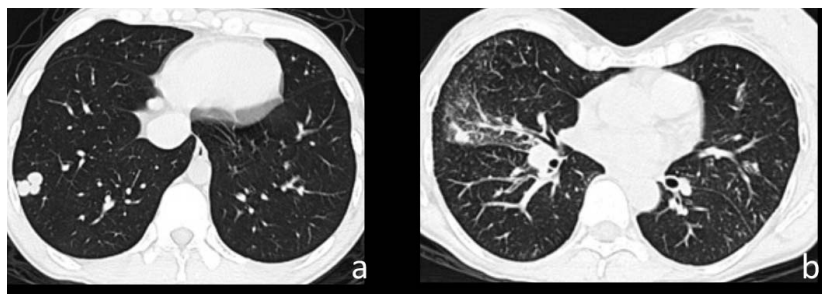


Figura 25. Actividad metastásica pulmonar. a) cáncer de testículo. b) carcinomatosis linfagítica.

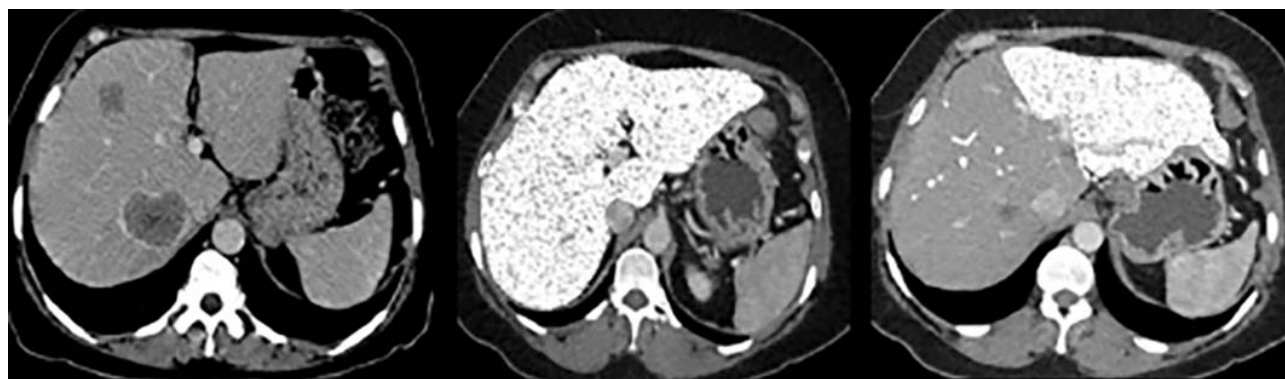


Figura 24. Volumetría hepática.

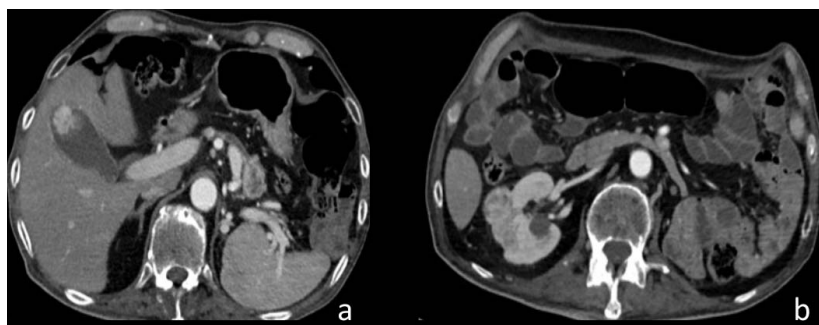


Figura 26. Metástasis viscerales abdominales. **a)** Metástasis a páncreas y vesícula biliar por cáncer renal, **b)** metástasis a riñón derecho por carcinoma renal izquierdo.



Figura 27.- Actividad metastásica. Carcinomatosis retroperitoneal.

TUMORES DE LA PELVIS FEMENINA

La TC es útil en el cáncer ginecológico avanzado, evalúa un tumor pélvico palpable y puede identificar el origen, naturaleza y extensión. La TC tiene limitaciones como falsos positivos y negativos en la evaluación de los parámetros; además de que no distingue el compromiso en ganglios <15 mm de ganglios normales. La TC también es útil como método diagnóstico y como guía de toma de biopsia de lesiones pélvicas profundas.

En cáncer cervicouterino la TC es más precisa que la clínica al evaluar afectación parametrial y extensión a la pared lateral pélvica; la principal limitación es la falta de resolución que impide evaluar los planos entre útero-vejiga y útero-recto. El cáncer de cérvix suele mostrarse como un tumor con áreas de baja atenuación secundarias a necrosis, ulceración o vascularidad reducida. Un cáncer avanzado suele mostrar un tamaño cervical >4 cm de diámetro y aumento de tamaño de la cavidad endometrial por líquido acumulado por obstrucción tumoral.

Un 75% de los tumores ováricos son benignos; en este contexto, el teratoma maduro es el tumor benigno más frecuente y bilateral en 25% de los casos. En la TC de lesiones benignas muestran quistes con paredes finas y lisas, así como contenido homogéneo y ausencia de arquitectura interna. En contraste, el cáncer ovárico aparece como una masa sólida-quística, de paredes gruesas, márgenes irregulares, con o sin componentes

de partes blandas. La TC preoperatoria puede predecir pacientes susceptibles de cito-reducción quirúrgica primaria.

La TC puede documentar extensión directa al útero, a salpinges, colon, intestino delgado y vejiga; además, identifica ascitis, obstrucción de la vía urinaria, hidronefrosis, implantes epiploicos y peritoneales. Por otro lado, permite evaluar enfermedad metastásica de pequeño volumen y metástasis en lugares difíciles de explorar por cirugía como el diafragma, la transcavidad de los epiplones y el hilio hepático. Después del tratamiento, es de elección para documentar tumor residual, además de que detecta recaída con precisión de 70 al 90%.

COLONOGRAFÍA CON TC MULTICORTE

El escrutinio del cáncer de colon reduce la mortalidad, el objetivo es identificar individuos con mayor probabilidad de enfermedad entre la población sana. La colonoscopia es de elección, aunque la colonoscopia virtual es una herramienta con mínima invasión y costo aceptable. La característica más importante de la coloTC es su precisión al detectar pólipos y otras lesiones precursoras. Es importante considerar lesiones de tamaño suficiente para tener una probabilidad significativa de ser malignas, donde se estima un umbral de 10 mm y se recomienda su extirpación.

ANGIOGRAFÍA CON TC MULTIDECTOR

La TC multidetector obtiene excelentes imágenes de arterias, gracias a rápidos tiempos de barrido, alta resolución espacial,

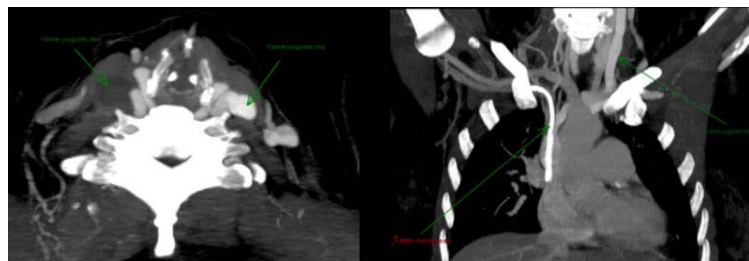


Figura 28. Angiotomografía. Femenino con trombosis de vena yugular interna y catéter subclavio derechos.

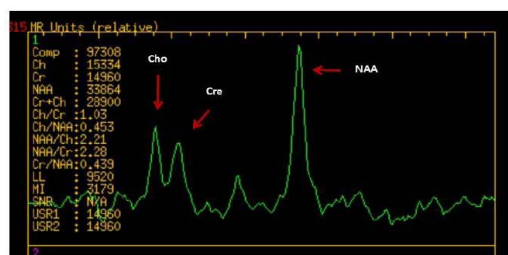


Figura 29. Espectroscopía normal, de derecha a izquierda aparece el pico más alto del N-acetil aspartato (NAA) después el pico de la Creatina (Cr) y hacia la izquierda aparece el pico de la Colina (Co).

mayor cobertura anatómica y la capacidad de generar reconstrucciones multiplanares y tridimensionales. Las aplicaciones incluyen la evaluación de enfermedad aneurismática y oclusión arterial, de la permeabilidad e integridad de injertos vasculares, pero la mayor utilidad consiste en evaluar la vascularidad tumoral, así como evaluación luego de quimioembolización tumoral, evaluación del compromiso vascular secundario a la extensión o infiltración tumoral y la permeabilidad e integridad de colgajos autólogos, en especial el pedículo vascular de colgajos libres (**figura 28**).

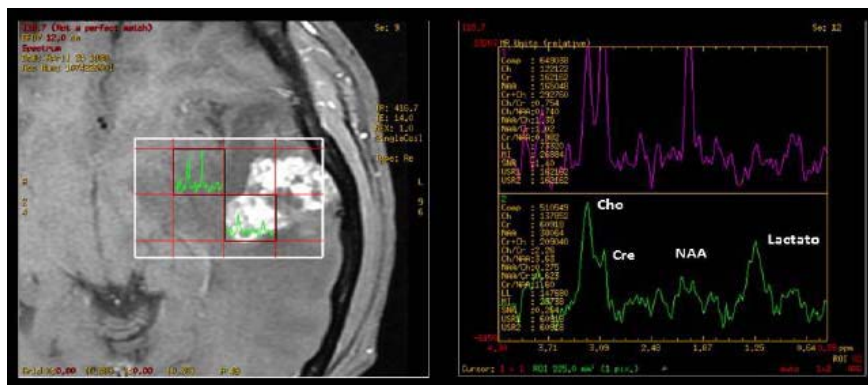


Figura 30. Espectroscopía multi voxel; MC con relación colina/creatina elevada; NAA bajo y ligera elevación de lactato y lípidos. La disminución de amplitud del pico de NAA sugiere reducción de la viabilidad neuro axonal y aumento del pico de colina debido al alto recambio de la membrana celular.

IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA

La IRM es sensible y específica en el diagnóstico oncológico, pues evalúa y caracteriza la neoplasia mediante técnicas convencionales y funcionales, además de que evalúa la respuesta terapéutica y da seguimiento al paciente oncológico. También sustituye con ventajas la TC en el sistema nervioso central (SNC) y sistema músculo esquelético. Es útil al estudiar enfermedad metastásica por su alta resolución.

En neuroradiología proporciona información metabólica y de biología tumoral mediante la espectroscopía (ERM). Los principales metabolitos del SNC incluyen el N-acetil aspartato (NAA), un indicador de viabilidad neuronal y axonal; la creatina (CRE), un marcador del metabolismo cerebral; la colina (CHO) que refleja la proliferación celular; el Mioinositol (ML), un marcador glial; el lactato, que indica glicolisis anaeróbica, y lípidos que sugieren necrosis o ruptura de la vaina de mielina (**figura 29**). Éstos permiten diferenciar enfermedad metastásica de neoplasias primarias del SNC (**figura 30**), así como distinguir gliomas de bajo y alto grado. Un pico de lactato significa hipoxia tisular y necrosis. Algunos procesos patológicos pueden simular neoplasia o enfermedad metastásica en imágenes convencionales, pero el análisis espectral hace el diagnóstico diferencial mediante marcadores bioquímicos que indican etiología infecciosa o enfermedad desmielinizante.

Los astrocitomas sometidos a análisis espectral muestran disminución de NAA, elevación de colina y moderado descenso de la creatina, con picos de lactato y lípidos en lesiones de alto grado; los cuales están ausentes en gliomas de bajo grado, lo que permite diferenciarlos. La ERM ha demostrado ser fiable para diferenciar radionecrosis de recaída tumoral entre los tratados con radioterapia.

Ahora, la técnica de difusión detecta movimiento de moléculas de agua *in vivo* y evalúa lesiones isquémicas, pero en el paciente oncológico es útil en el diagnóstico, el pronóstico y el seguimiento; el movimiento de las moléculas de agua muestra restricción en el tejido neoplásico debido a la alta densidad celular, lo que se traduce en un incremento de la señal. Además, puede predecir respuesta a la quimioterapia neoadyuvante en algunas neoplasias al cuantificar el coeficiente de difusión aparente (ADC), lo que muestra por lo general un valor de ADC bajo en las neoplasias primarias del SNC. La técnica también es útil en neoplasias de mama, cabeza y cuello, tórax, abdomen y pelvis; además, no es invasiva, no utiliza radiación y no requiere medio de contraste.

Respecto a otras técnicas de imagen como tomografía de emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés) y tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT, por sus siglas en inglés), la espectroscopía tiene mayor disponibilidad,

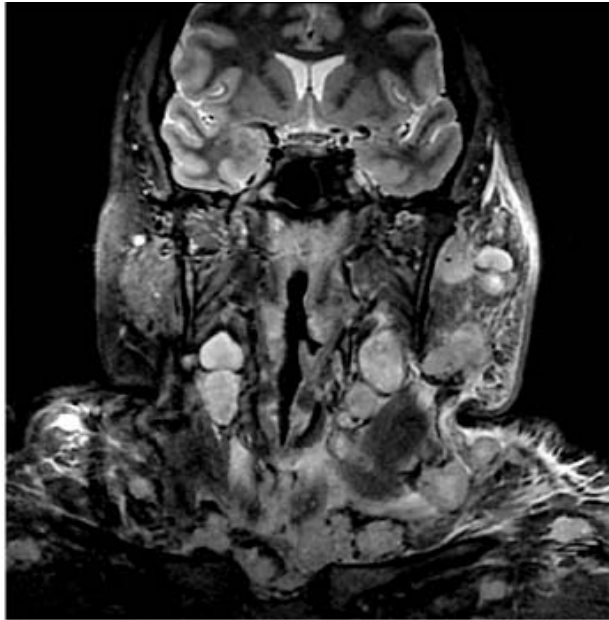


Figura 31. Plano coronal por RM, secuencia ponderada en T2, donde se observan múltiples crecimientos ganglionares que afectan ambas cadenas cervicales y la región supra e infra clavicular.

no utiliza isótopos radioactivos y produce imágenes con mayor resolución espacial y contraste. El análisis avanzado debe incluir el cálculo del ADC y la perfusión cerebral que permiten calcular el volumen tumoral relativo rTBV (por sus siglas en inglés, *relative Tumoral Blood Volumen*).

En neoplasias de cabeza y cuello la IRM complementa a la TC, además de que demuestra la extensión local y estado ganglionar, y distingue cambios postquirúrgicos y postradioterapia de recaída y evalúa la respuesta. Es útil cuando la TC no puede establecer un diagnóstico o evaluar la extensión submucosa para establecer la relación de la lesión con los espacios y compartimentos del cuello, así como caracterizar adenopatías metastásicas, objetivar respuesta al tratamiento y facilitar el seguimiento. Las principales indicaciones incluyen evaluar la cavidad nasosinusal, ya que distingue secreciones de neoplasia; en lesiones de nasofaringe evalúa con precisión la extensión a base de cráneo y diseminación perineural, detecta y caracteriza las glándulas salivales y oído interno.

Por otro lado, reconoce metástasis ganglionares (**figura 31**); el diagnóstico de la afección ganglionar se basa en hallazgos morfológicos y dimensiones, pero pueden existir micrometástasis en ganglios que conservan la morfología y dimensiones. Existen resultados prometedores al utilizar la técnica de difusión para detectar de forma temprana metástasis ganglionares, lo que permite diferenciar malignidad de hiperplasia. La difusión muestra diferencias significativas entre la enfermedad metastásica ganglionar y ganglios linfáticos benignos, al mostrar valores bajos del ADC. Los valores de ADC en los nódulos linfáticos infiltrados por linfoma muestran valores más bajos cuando se

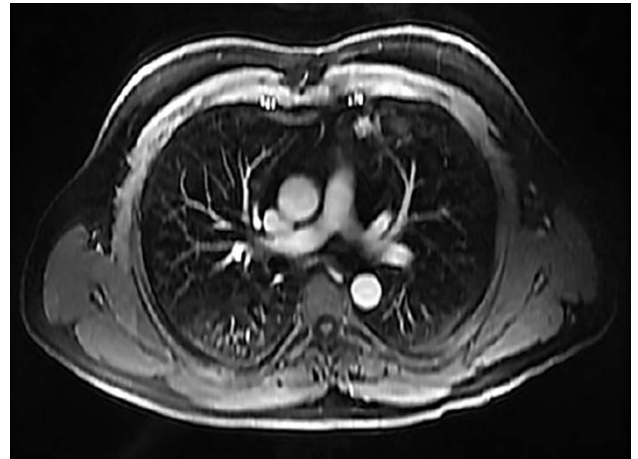


Figura 32. Adenocarcinoma metastásico. RM de tórax en plano axial; observando nódulo pulmonar subcentímetro, de márgenes espiculados y que presenta realce en T1FS+Gd, localizado en el segmento anterior de lóbulo superior izquierdo.

compara con los infiltrados por carcinoma escamoso, aunque con solapamiento entre grupos. Es de utilidad al pronosticar y evaluar la respuesta al tratamiento en neoplasias de cabeza y cuello, donde un incremento del ADC después del tratamiento sin cambios durante el seguimiento, es considerado respuesta. Con la finalidad de diferenciar recaída, es de utilidad el análisis cuantitativo del ADC para resolver este problema.

En el tórax tiene limitaciones debido a los movimientos respiratorios y el flujo vascular, pero la supresión de movimientos mejora la calidad y permite evaluar estructuras vasculares, masas paracardiacas, involucro del plexo braquial y síndrome de vena cava superior.

No es importante en el diagnóstico y evaluación del cáncer de pulmón, aunque tiene algunas ventajas sobre otras modalidades; puede caracterizar nódulos pulmonares solitarios, estimar invasión mediastinal a la pared torácica, evaluar ganglios linfáticos del mediastino y diagnosticar metástasis a distancia (**figura 32**).

La evaluación del tumor primario incluye el tamaño tumoral y extensión hacia la pared torácica y mediastino. La IRM es superior a la TC al evaluar el pericardio, el corazón y los grandes vasos; puede ser útil también para evaluar la invasión del *sulcus superior*, vena cava superior o corazón; además de que permite definir la presencia de colapso pulmonar e invasión del bronquio principal. Es útil también para diferenciar atelectasia de consolidación y muestra menor utilidad para diferenciar fibrosis *versus* cambios postradioterapia. La sensibilidad de la IRM en los nódulos pulmonares entre 5 y 11 mm es de 85 a 95%. Koyama considera que la tasa de detección de nódulos pulmonares por IRM es de 82.5%, al ser menor a la de la TCMD (97%, $p < 0.05$); sin embargo, las tasas de detección no fueron diferentes en los nódulos malignos ($p > 0.05$).

En abdomen la IRM convencional caracteriza lesiones mediante su morfología y comportamiento con el medio de

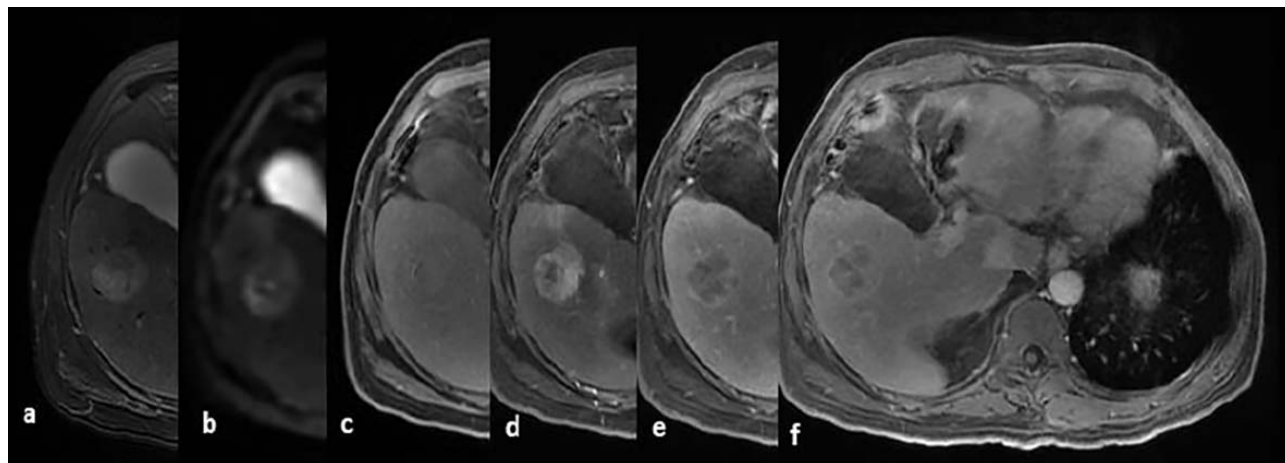


Figura 33. RM en plano axial, T2 (a), Difusión (b), T1 (c), T1Gd fase arterial (d), T1Gd fase portal (e), T1Gd fase tardía (f).

contraste, ya que existen medios de contraste órgano específicos. La técnica de difusión facilita detectar y caracterizar neoplasias abdominales; en general, éstas difieren en su celularidad. Esta diferencia refleja su composición histológica y agresividad biológica; también muestran sensibilidad y especificidad de 82% y 94% mediante la adición de difusión. Por lo tanto, la evaluación cualitativa de la difusión tiene mayor rendimiento al evaluar enfermedad metastásica, al mostrar alta intensidad de señal.

La evaluación cualitativa distingue lesiones quísticas de sólidas; sin embargo, es difícil diferenciar lesiones de aspecto sólido en hígado mediante el análisis cuantitativo. Los investigadores han encontrado que las lesiones de aspecto benigno, como el hemangioma, muestran valores de ADC promedio más altos (p. ej. $2.45 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$), en contraste con las lesiones malignas como la enfermedad metastásica y el hepatocarcinoma (p. ej. $1.08 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$); de forma adicional se ha utilizado el ADC para diferenciar metástasis quísticas o necróticas de procesos infecciosos. Debe considerarse la amplia gama de valores del ADC, ya que se pueden producir errores de medición y análisis de la imagen.

La caracterización de la lesión debe combinarse con una evaluación objetiva. En CHC tiene mayor sensibilidad y especificidad, al permitir caracterizar lesiones $<2 \text{ cm}$ y diferenciar nódulos displásicos o de regeneración en el hígado cirrótico; el CHC exhibe en T1 una señal variable, dependiendo del grado de metaplasia grasa, fibrosis y necrosis, por lo general es iso/hipointensa. En T2 casi siempre es hiperintensa, posterior al contraste endovenoso por lo regular muestra un realce arterial ávido, con un lavado rápido en la fase portal y tardía en lesiones menores de 2 cm; para lesiones mayores el lavado puede ser heterogéneo, lo muestra realce capsular tardío (**figura 33**).

En cáncer colorrectal determina la extensión mural de las lesiones (T3) y la extensión a órganos adyacentes (T4) (**figura 34**); también evalúa la respuesta y la recaída. Asimismo, distingue cambios fibrocatrizaes post cirugía y cambios post radioterapia; la difusión es de utilidad en complicaciones postquirúrgicas como la fistula. De manera adicional la difusión mejora la sensibilidad y especificidad de la afección ganglionar locorregional. En lesiones primarias colorrectales, Ichikawa

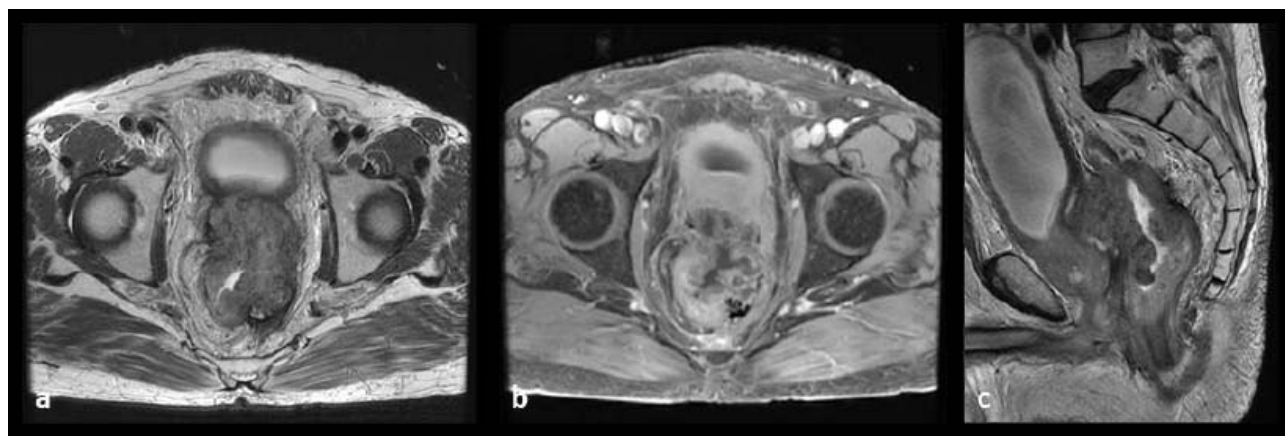


Figura 34. RM plano axial T2 (a) T1FS Gd (b) plano sagital T2 (c) Muestran engrosamiento concéntrico y asimétrico de las paredes del recto, que se extiende a la grasa del espacio peri rectal e invade la fascia meso rectal, con pérdida de la interfase grasa con la próstata.

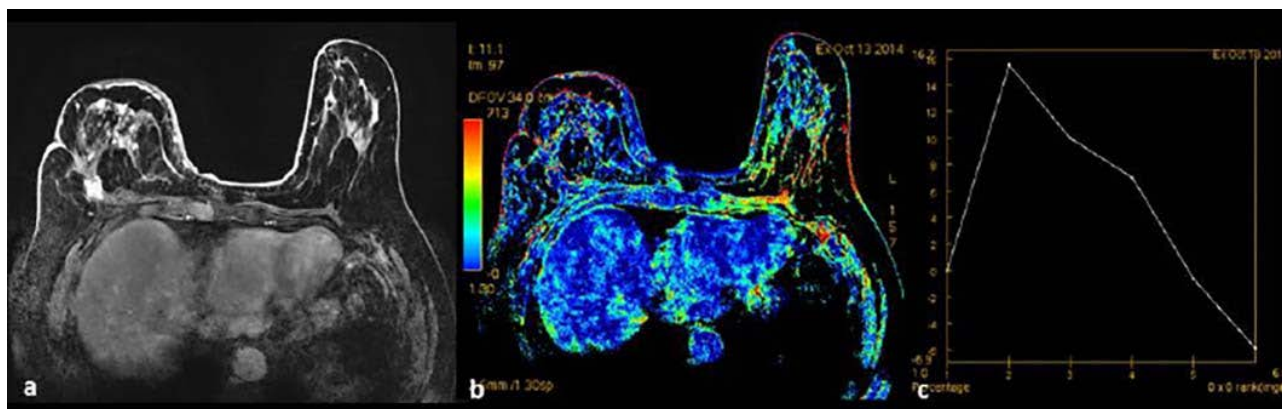


Figura 35. RM de mama, lesión residual (a), asociado a distorsión de la arquitectura y retracción de la piel, con realce temprano y lavado rápido, representado en curva tipo 3 (c).

demostró que la difusión tiene alta sensibilidad y especificidad detectando neoplasias. Varios autores han demostrado que la difusión tiene alta sensibilidad y especificidad para detectar neoplasias primarias, incluso en el sistema pancreático-biliar.

La IRM convencional con difusión es útil para detectar y caracterizar lesiones pancreáticas, al evaluar lesiones solidas con alta celularidad respecto lesiones de comportamiento quístico focal, pseudoquistes o colecciones. A nivel renal y vesical, la IRM convencional y la difusión son útiles en pacientes con alergia al medio de contraste o en insuficiencia renal, ya que aporta información adicional que distingue lesiones complejas de primarias.

En cáncer de próstata evalúa la extensión local, regional y a distancia, además de que guía la biopsia transrectal, ante la sospecha clínica y el resultado negativo en biopsia previa. Es de utilidad en pacientes con riesgo intermedio y falla a tratamiento; de igual manera evalúa la extensión extracapsular, la invasión de vesículas seminales y la afección ganglionar, así como estructuras óseas. La adición de una bobina endorrectal mejora de forma significativa la calidad de la señal y la resolución espacial. También permite combinar información morfológica mediante difusión, espectroscopia y secuencias dinámicas con contraste intravenoso.³⁰ La espectroscopia por IRM tiene sensibilidad y especificidad de 91% y 95%, respectivamente; los metabolitos, por lo general estudiados, incluyen colina, creatina y citrato; otros incluyen lípidos y lisina; comúnmente en cáncer de próstata se identifica aumento del pico de colina (recambio de la membrana celular) y disminución del citrato (producto normal del metabolismo de la próstata).

En la ginecología oncológica la IRM detecta, evalúa y sigue patología maligna, al ser útil en el carcinoma cervicouterino, de endometrio, ovario, vagina y vulva; así como en la evaluación del piso pélvico y el estado ganglionar locoregional y a distancia. Además, permite plantear opciones terapéuticas, posee alta sensibilidad y especificidad al caracterizar masas anexiales, lo que muestra las peculiaridades morfológicas, invasión, extensión y relaciones anatómicas con el piso pélvico. Facilita la evaluación

preoperatoria y planificación quirúrgica, al conocer con mayor exactitud la invasión del miometrio, del estroma cervical, afección ganglionar y metástasis a distancia.

Es útil al evaluar cambios postratamiento y distingue cambios inflamatorios y fibrocicatrizales de lesión residual o recurrente, además de que evalúa la respuesta al tratamiento, la persistencia de la enfermedad y las posibles complicaciones del tratamiento quirúrgico. Tiene gran resolución espacial y de contraste, es superior al US y la TC en la detección temprana de la invasión miometrial, cervical y parametrial. La sensibilidad en la detección de adenopatías es similar a la TC (43 a 73%); la sensibilidad para detectar infiltración vesical, rectal y de la pared pélvica alcanza 95%.

En la evaluación de la glándula mamaria la IRM es el estudio de elección para pacientes de alto riesgo como aquellas con mutaciones de *BRCA 1* o *2*; también se utiliza en mujeres con abundante tejido fibroglandular, el cual puede ocultar lesiones sospechosas. Técnicamente se utilizan secuencias potenciadas en T1, T2, supresión grasa y administración de gadolinio en fase dinámica, donde las lesiones sospechosas muestran una intensidad de señal alta respecto el tejido fibroglandular adyacente. Además, es posible monitorear el comportamiento del material de contraste en una lesión sospechosa, lo que adquiere representaciones mediante curvas para las cuales existen patrones específicos (figura 35).

En pacientes con múltiples focos sospechosos de neoplasia la IRM tiene mayor sensibilidad para identificar multifocalidad o multicentricidad respecto los métodos tradicionales, lo que permite una mejor planeación quirúrgica. También evalúa lesiones en candidatas a tratamiento sistémico. Para pacientes con implantes mamarios, existen secuencias específicas para identificar extravasación de silicón y diferenciar cambios fibrocicatrizales de actividad tumoral.³¹

El diagnóstico por imagen de los tumores de tejidos blandos requiere de un enfoque multimodal con IRM; otras modalidades como la TC y angiografía por resonancia magnética (ARM) se pueden realizar para una evaluación adicional (figura 36).

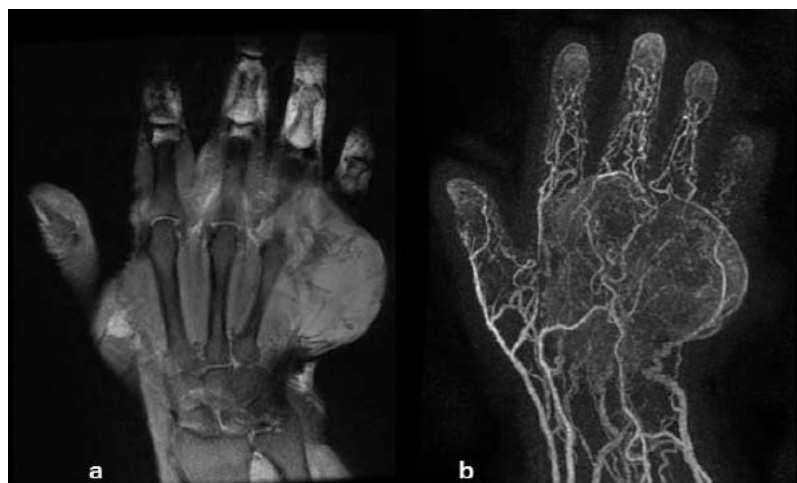


Figura 36. Estudio de RM mano; secuencias Cor DP (a), TRICKS (b).

La IRM convencional permite una evaluación cualitativa y morfológica, se considera de elección para localizar, caracterizar y estadificar las neoplasias de tejidos blandos y, aunque es sensible, tiene capacidad limitada para ofrecer un diagnóstico específico. Asimismo, proporciona mayor resolución de contraste e imágenes multiplanares sin radiación ionizante, y tiene la capacidad para establecer la extensión macroscópica, la afección o la relación con las estructuras neuro vasculares y planos fasciales, así como evaluar la afección a través de los compartimentos y anomalías de la cortical ósea; de forma adicional es de utilidad en el seguimiento postquirúrgico. La IRM dinámica distingue tumor viable de necrosis e inflamación. Con secuencias funcionales como la espectroscopia y

la difusión, permite conocer información metabólica y de la biología tumoral, medir la respuesta, revelar características y marcadores bioquímicos específicos para el diagnóstico diferencial entre los tumores de partes blandas malignos y benignos de estirpe no mixoide, al mostrar valores menores en el ADC entre patología maligna y benigna.³²

El avance técnico ha hecho posible el estudio corporal total, su utilidad ha sido demostrada al evaluar la extensión ósea y ganglionar en pacientes con linfoma; además, permite analizar de forma rápida la extensión y localizar lesiones, así como estadificar la patología neoplásica primaria, en específico en pacientes con metástasis óseas o ganglionares, así como evaluar la respuesta. Su mayor utilidad es en pacientes con mieloma múltiple.

El estudio dinámico por IRM es una técnica no específica que utiliza agentes de contraste de bajo peso molecular (<1.000 Da). El contraste difunde de manera libre entre el espacio intravascular y extravascular, pero modifican su comportamiento el flujo sanguíneo, la permeabilidad vascular y difusión al intersticio. Las neoplasias suelen mostrar alteraciones en la cinética, con flujo limitado y alta permeabilidad. Múltiples estudios han intentado demostrar la correlación entre las medidas obtenidas mediante IRM y factores pronósticos como grado tumoral, densidad de la microvasculatura, grado de expresión de VEGF, recaída, supervivencia o hipoxia. Obtiene resultados variables, pero resultan de utilidad en el seguimiento de pacientes con terapia antiangiogénica.

REFERENCIAS

- 1 Coquia S F, Chu L C, Hamper U M. The role of sonography in thyroid cancer. *Radiol Clin North Am*. 2014;52(6):1283–94.
- 2 Cooper D S, Doherty G M, Haugen B R, et al. Revised American Thyroid Association management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 2009;19:1167–214.
- 3 Woodward P J, Schwab C M, Sesterhenn I A. From the archives of the AFIP: Extratesticular scrotal masses: Radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2003;23(1):215–40.
- 4 Appelbaum L, Gaitini D, Dogra V S. Scrotal ultrasound in adults. *Semin Ultrasound CT MR* 2013;34(3):257–73.
- 5 Coursey Moreno C, Small W C, Camacho J C, et al. Testicular tumors: What radiologists need to know--differential diagnosis, staging, and management. *Radiographics* 2015;35(2):400–15.
- 6 Smith JA Jr. Transrectal ultrasonography for the detection and staging of carcinoma of the prostate. *J Clin Ultrasound* 1996; 24: 455–61.
- 7 Ruhi Onur M, Tuncay Turgut A, Dogra V. Ultrasound-guided biopsy of the prostate: New updates. *Ultrasound Clin* 2014;9:81–94.
- 8 Wegelin O, et al. The FUTURE Trial: A multicenter randomised controlled trial on target biopsy techniques based on magnetic resonance imaging in the diagnosis of prostate cancer in patients with prior negative biopsies. *Eur Urol* 2019;75:582. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30522912/>
- 9 Roman L D, Muderspach L I, Stein S M, et al. Pelvic examination, tumor marker level, and grayscale and Doppler sonography in the prediction of pelvic cancer. *Obstet Gynecol* 1997;89(4):493–500.
- 10 Andreotti R F, Timmerman D, Strachowski L M, et al. O-RADS US Risk stratification and management system: A consensus guideline from the ACR ovarian-adnexal reporting and data system committee. *Radiology* 2020;294(1):168–85.
- 11 Thomassin-Naggara I, Aubert E, Rockall A, et al. Adnexal masses: Development and preliminary validation of an MR imaging scoring system. *Radiology* 2013;267(2):432–43.
- 12 Chu L C, Coquia S F, Hamper U M. Ultrasonography evaluation of pelvic masses. *Radiol Clin N Am* 2014;52:1237–52.
- 13 Innocenti P, Pulli F, Savino L, et al. Staging of cervical cancer: Reliability of transrectal US. *Radiology* 1992;185(1):201–05.
- 14 Truman S H, Shanbhogue A K, Prasad S R. Current concepts in the diagnosis and management of endometrial and cervical carcinomas. *Radiol Clin North Am* 2013;51(6):1087–110.
- 15 Piscaglia F, Nolsøe C, Dietrich CF, et al. The EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical practice of Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS): Update 2011 on nonhepatic applications. *Ultraschall Med* 2012;33:33–59.
- 16 Spàrchez Z, Radu P. Role of contrast enhanced ultrasound in the assessment of biliary duct disease. *Med Ultrason* 2014;16(1):41–7.
- 17 López F, Rodrigo J P, Silver C E, et al. Cervical lymph node metastases from remote primary tumor sites. *Head Neck* 2016;38(Suppl 1):e2374–e2385.
- 18 Weskott H, Yin S. Ultrasonography in the assessment of lymph node disease. *Ultrasound Clin* 2014;9:351–371.
- 19 Ballard L J, Ballard G R. High-grade ductal carcinoma in situ: An overview for the radiologist. *J Am Osteopath Coll Radiol* 2013;(2)1:18–25.
- 20 Feig S A. Screening mammography benefit controversies: Sorting the evidence. *Radiol Clin North Am* 2014;52(3).
- 21 Otto P M, Blecher C B. Controversies surrounding screening mammography. *Mo Med* 2014;111(5):439–43.
- 22 Patterson S K, Roubidoux M A. Update on new technologies in digital mammography. *Int J Womens Health* 2014;6:781–88.
- 23 Moy L, Heller S L, Bailey L, et al. ACR Appropriateness Criteria® Palpable Breast Masses. *J Am Coll Radiol* 2017;14(5s):s203–24.
- 24 Canale S, Balleyguier C, Dromain C. Breast cancer imaging. *Rev Prat* 2013;63(10):1378–83.
- 25 Heywang-Köbrunner S H, Hacker A, Sedlacek S. Magnetic resonance imaging: The evolution of breast imaging. *Breast* 2013;22(Suppl 2):s77–82.
- 26 Menezes G L, Knuttel F M, Stehouwer B L, et al. Magnetic resonance imaging in breast cancer: A literature review and future perspectives. *World J Clin Oncol* 2014;5(2):61–70.
- 27 D'Orsi C J, et al. Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS). 5a ed. ACR; 2013.
- 28 Grant E, Eric D, Charles A, et al. From the radiologic pathology archives: Adrenal tumors and tumor-like conditions in the adult. Radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2014;34:805–29.
- 29 Stepanie N, Helen C, Pierre E, et al. Ovarian carcinomatosis: How the radiologist can help plan the surgical approach. *Radiographics* 2012;32:1775–800.
- 30 Lee K C, Bradley D A, Hussain M, et al. A feasibility study evaluating the functional diffusion map as a predictive imaging biomarker for detection of treatment response in a patient with metastatic prostate cancer to the bone. *Neoplasia* 2007;9:1003–11.
- 31 Saslow D, Boetes C, Burke W, et al. American Cancer Society guidelines for breast screening with MRI as an adjunct to mammography. *CA Cancer J Clin* 2007;57:75–89.
- 32 Murphey M D. World Health Organization classification of bone and soft tissue tumors: Modifications and implications for radiologists. *Semin Musculoskelet Radiol* 2007;11:201–14.