



# Cáncer de próstata: guía radiológica de diagnóstico y estadificación

## RESUMEN

**Objetivos:** señalar la utilidad del ultrasonido transrectal con toma de biopsia y describir la utilidad, indicaciones y hallazgos de los estudios de imagen para la estadificación, seguimiento y reevaluación del cáncer de próstata explicando su comportamiento tumoral y diseminación.

**Diagnóstico clínico:** se basa en el antígeno prostático específico en sangre y en el tacto rectal pero ambos tienen una precisión subóptima. Un valor de antígeno prostático específico en sangre por encima de 4 ng/mL es anormal, considerando que 70-80% de los casos se debe a condiciones benignas como hiperplasia prostática benigna o prostatitis. En el momento del diagnóstico los predictores más importantes de pronóstico en el cáncer de próstata son la puntuación de Gleason y el estadio clínico; se consideran también los resultados del antígeno prostático, del tacto rectal y de la biopsia transrectal.

**Diagnóstico de imagen:** el ultrasonido transrectal no se recomienda por sí solo como método de imagen inicial para el diagnóstico de cáncer de próstata por su valor predictivo positivo de 15.2%; su papel principal es como guía para la biopsia transrectal, que incrementa la tasa de detección de 36 a 84% dependiendo del tamaño tumoral. La tomografía computada es útil en la detección de nódulos linfáticos regionales o metástasis a distancia, tiene cierta utilidad para detectar extensión extracapsular y carece de indicación para el diagnóstico inicial en la detección de lesiones intraprostáticas o estadificación local. La resonancia magnética es el método de elección para la estadificación local y para la planificación del tratamiento; su papel principal es localizar el tumor y detectar extensión extracapsular con una exactitud entre 60 y 90%. La tomografía por emisión de positrones en combinación con la tomografía simple (PET/TC) están indicadas en la detección y localización de metástasis a distancia en el cáncer de próstata refractario a la terapia hormonal; es poco útil para el diagnóstico primario y la estadificación (sensibilidad 66%, especificidad 81%, valores predictivos positivo 87% y negativo 55%; exactitud 71%). El acetato marcado con  $^{11}\text{C}$  se utiliza como radiofármaco en PET/CT y está indicado únicamente en el estudio del paciente con cáncer de próstata tratado con prostatectomía radical, asociado con elevación del antígeno prostático y sospecha de recurrencia tumoral subclínica.

**Conclusión:** el ultrasonido transrectal es el método de imagen de primera elección en el paciente con cáncer de próstata y, por su bajo rendimiento diagnóstico, sólo está indicado como una guía para la biopsia. La resonancia es el método de elección para caracterizar el parénquima prostático y para estadificar localmente el cáncer de próstata. La secuencia ponderada en T1 no tiene mucha utilidad para valorar a detalle la próstata y se usa para detectar hemorragia posbiopsia, evaluar el contorno prostático, trayecto de los paquetes neurovasculares y como secuencia basal precontraste. La secuencia ponderada en T2 es sensible pero no específica, se recomienda combinarla con al menos dos técnicas de resonancia funcional para una caracterización óptima. El  $^{11}\text{C}$ -acetato en el estudio de PET/

Sotelo-Martínez L<sup>1</sup>  
Sánchez-Luna C<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Médico Radiólogo, Especialista en Imagen Oncológica, Jefe de Servicio del Departamento de Imagen.

<sup>2</sup> Médico Radiólogo, Especialista en Imagen Oncológica, Adscrito al Área de Tomografía Computada del Departamento de Imagen.

UMAE Hospital de Oncología, IMSS, CMN Siglo XXI. Av. Cuauhtémoc No. 330, Col. Doctores, 06720, México, D.F.

Recibido: 28 de abril 2014

Aceptado: 10 de junio 2014

**Correspondencia:** León Sotelo-Martínez  
leonsotelo@hotmail.com

**Este artículo debe citarse como**

Sotelo-Martínez L y Sánchez-Luna C. Cáncer de próstata: guía radiológica de diagnóstico y estadificación. Anales de Radiología México 2014;13:230-245.



CT está indicado únicamente en pacientes con cáncer de próstata tratados con prostatectomía radical y asociado con elevación del antígeno prostático específico, siempre y cuando exista sospecha de recurrencia tumoral subclínica.

**Palabras clave:** cáncer de próstata, antígeno prostático específico, tacto rectal, ultrasonido transrectal con toma de biopsia.

## Prostate cancer: radiological guidelines for diagnosis and staging

### ABSTRACT

**Objectives:** discuss the usefulness of transrectal ultrasound with biopsy, describe the usefulness, indications, and findings of image studies for staging, monitoring, and reassessment of prostate cancer explaining its tumoral behavior and spread.

**Clinical diagnosis:** is based on the prostate-specific antigen in blood and on rectal examination, but both have suboptimal precision. A value of prostate-specific antigen in blood above 4 ng/mL is abnormal, considering that 70-80% of cases are due to benign conditions such as benign prostatic hyperplasia or prostatitis. At the time of diagnosis the most important predictors of prognosis in prostate cancer are the Gleason score and the clinical stage; the results of prostate antigen, rectal examination, and transrectal biopsy are also considered.

**Image diagnosis:** transrectal ultrasound is not recommended alone as an initial imaging method to diagnose prostate cancer due to its positive predictive value of 15.2%; its primary role is as a guide for transrectal biopsy, which increases the rate of detection from 36 to 84% depending on tumor size. Computed tomography is useful in detecting regional lymph nodes or distant metastasis, has some usefulness to detect extracapsular extension, and has no indication for initial diagnosis in detection of intraprostatic lesions or local staging. Magnetic resonance is the method of choice for local staging and for planning treatment; its primary role is to locate the tumor and detect extracapsular extension with between 60 and 90% accuracy. Positron emission tomography (PET/CT) is indicated in detection and localization of distant metastasis in prostate cancer refractory to hormone therapy; it has limited usefulness for primary diagnosis and staging (sensitivity 66%, specificity 81%, positive predictive value 87%, negative predictive value 55%, and accuracy 71%).  $^{11}\text{C}$ -acetate is used as a radiopharmaceutical in PET/CT and is indicated only in studies of patients with prostate cancer treated with radical prostatectomy, associated with an increase in the prostate antigen and suspicion of subclinical tumor recurrence.

**Conclusion:** transrectal ultrasound is the imaging method of first choice in patients with prostate cancer and, due to its poor diagnostic performance, is indicated only as a guide for biopsy. Resonance is the method of choice to characterize prostatic parenchyma and to locally stage prostate cancer. The weighted sequence in T1 has limited usefulness to assess the prostate in detail and is used to detect post-biopsy bleeding, evaluate the prostatic contour, the path of neurovascular bundles

and as a precontrast baseline sequence. The weighted sequence in T2 is sensitive but not specific; it is recommended to combine it with at least two functional resonance techniques for an optimum characterization.  $^{11}\text{C}$ -acetate in the PET/CT study is indicated only in patients with prostate cancer treated with radical prostatectomy and associated with an increase in prostate-specific antigen, as long as there is a suspicion of subclinical tumor recurrence.

**Key words:** prostate cancer, prostate-specific antigen, rectal examination, transrectal ultrasound with biopsy.

El cáncer de próstata es un tumor que nace del epitelio acinar o ductal de la glándula y puede variar considerablemente en su diferenciación glandular, anaplasia y comportamiento; además, tiene la capacidad de invadir otros órganos.<sup>1</sup> Es uno de los problemas de salud pública que con mayor frecuencia afecta a la población masculina adulta: 25% del total de todos los cánceres diagnosticados en hombres.<sup>2,3</sup> Ocupa el segundo sitio de las neoplasias malignas en hombres adultos en todo el mundo después del cáncer de pulmón, con una tasa de incidencia anual de 27.6 por cada 100 000 habitantes (899 102 casos nuevos al año) y una mortalidad de 6.1% (258 133 muertes al año).<sup>4</sup> Es decir, la mayoría de los pacientes en los que se diagnostica cáncer de próstata mueren con la enfermedad y no por la enfermedad; ubicándose en el séptimo sitio del total de las neoplasias malignas en todo el mundo.<sup>4</sup> Se calcula que 16% (uno de cada seis varones) desarrollará cáncer de próstata clínicamente evidenciable durante su vida.<sup>3</sup>

La prevalencia del cáncer de próstata aumenta con la edad, con evidencia histológica en 34% de los hombres en la quinta década de la vida y en 70% a los 80 años. Asociado con el cambio demográfico previsto en la población, se espera que aumente su incidencia. Sin embargo, debido al diagnóstico temprano y a las mejoras en el tratamiento, en los últimos 25 años la tasa de

supervivencia se ha incrementado a 5 años para todas las etapas combinadas hasta en 99%, a 10 años con una tasa de 93% y a 15 años de 79%.<sup>3</sup>

Entre la población masculina de México el cáncer de próstata ocupa el primer lugar con una tasa de incidencia anual de 33.4 casos por cada 100 000 habitantes (14 917 casos nuevos al año) y una mortalidad de 15.5% (5 938 muertes al año).<sup>4</sup>

En el Hospital de Oncología, IMSS, CMN Siglo XXI se registraron 565 casos nuevos de cáncer de próstata en el 2013; representó el primer lugar de la población masculina con 14.8% y el segundo lugar del total de las neoplasias malignas después del cáncer de mama. En el 2012 hubo 579 casos nuevos ocupando un tercer lugar, en el 2011 fueron 573 los casos nuevos y en el 2010 se registraron 534 nuevos casos por lo que se observa una tendencia al ascenso.<sup>5</sup>

### Objetivos

- Mencionar recomendaciones actuales para el diagnóstico del cáncer de próstata.
- Señalar la utilidad del ultrasonido transrectal con toma de biopsia en el diagnóstico del cáncer de próstata.
- Describir la utilidad, indicaciones y hallazgos de los estudios de imagen en el



diagnóstico, estadificación, seguimiento y reevaluación del cáncer de próstata.

- Explicar el comportamiento tumoral y la diseminación del cáncer de próstata.

### Diagnóstico clínico

El diagnóstico del cáncer de próstata se basa en la evaluación del antígeno prostático específico en sangre y en el tacto rectal, aunque ambos tienen una precisión subóptima. El tacto rectal está influenciado por la variabilidad interexaminador y se limita a la evaluación de los tumores de la zona periférica; sin embargo, es fundamental para el diagnóstico como parte de la exploración clínica debido a su disponibilidad, a que no representa costos y a su capacidad para identificar el tumor hasta en un 14% de los casos. Un tacto rectal negativo no excluye definitivamente la presencia del cáncer.<sup>1,6</sup>

Un valor de antígeno prostático específico por encima de 4 ng/mL se considera anormal, aunque en el 70-80% de estos casos se debe a condiciones benignas como hiperplasia prostática benigna o prostatitis. Los valores del antígeno prostático específico se incrementan con la edad en aproximadamente 3.2% anual (0.04 ng/mL al año). El diagnóstico de cáncer de próstata no es específico ni exclusivo del antígeno prostático, valores normales no descartan cáncer y con concentración normal de antígeno prostático específico el tumor no será palpable en 15.2% de los casos (clínicamente silentes).<sup>3</sup>

La determinación de la fracción libre baja del antígeno prostático específico es un método determinante en los pacientes con niveles limítrofes de 4.0 a 10 ng/mL con sospecha de cáncer de próstata, ya que el porcentaje de antígeno prostático específico libre respecto al ligado a proteínas proporciona información sobre la causa de la elevación. Además del antígeno prostático específico total se utiliza su velocidad

de incremento, de tal forma que valores de 0.4 a 0.75 ng/mL/año se consideran sospechosos de cáncer de próstata. La densidad del antígeno prostático es otro método de diagnóstico y se basa en el hecho de que el tejido canceroso produce más antígeno por gramo de tejido que el tejido normal o benigno.<sup>2</sup>

En el momento del diagnóstico los factores de pronóstico más importantes en el cáncer de próstata son la puntuación de Gleason (Cuadro 1) y el estadio clínico (Cuadro 2), basados en la probabilidad de propagación y recidiva del tumor. Considerando los resultados del antígeno prostático específico, del tacto rectal y de los resultados histopatológicos de la biopsia transrectal, los casos se pueden clasificar de la siguiente forma:<sup>2,7,8</sup>

*Riesgo muy bajo:* antígeno específico  $\leq 10$  ng/mL, Gleason  $\leq 6$  o estadio T1c. Densidad de antígeno específico  $< 0.15$  ng/mL/g.

*Riesgo bajo.* antígeno específico  $\leq 10$  ng/mL, Gleason  $\leq 6$  o estadio T1c-T2a. Tasa de supervivencia a 10 años de  $\sim 80\%$ .

*Riesgo moderado.* antígeno específico 10-20 ng/mL, Gleason de 7 o estadio T2b-T2c. Tasa de supervivencia a 10 años de  $\sim 50\%$ .

*Riesgo alto.* antígeno específico  $> 20$  ng/mL, Gleason 8-10 o estadio T3a. Tasa de supervivencia a 10 años de  $\sim 33\%$ .

**Cuadro 1.** Escala de Gleason<sup>15</sup>

Estadio	Definiciones
Gleason X	No se puede evaluar el grado de diferenciación
Gleason $\leq 6$	Bien diferenciado (anaplasia ligera)
Gleason 7	Moderadamente diferenciado (anaplasia moderada)
Gleason 8-10	Mal diferenciado/indiferenciado (anaplasia marcada)

**Cuadro 2.** Clasificación TNM para el cáncer de próstata**(T) Tumor primario**

TX Tumor primario que no puede ser evaluado

T0 No hay evidencia de tumor primario

T1 Tumor clínicamente no aparente, no palpable ni visible mediante imagen

T1a Descubrimiento histológico casual del tumor en  $\leq 5\%$  del tejido reseadoT1b Descubrimiento histológico casual del tumor en  $> 5\%$  del tejido reseado

T1c Tumor identificado por biopsia de aguja (por ejemplo, a causa de antígeno prostático elevado)

T2 Tumor confinado dentro de la próstata<sup>1</sup>

T2a El tumor afecta a la mitad de un lóbulo o menos

T2b El tumor afecta a más de la mitad de un lóbulo pero no a ambos lóbulos

T2c El tumor afecta ambos lóbulos

T3 El tumor se extiende a través de la cápsula prostática<sup>2</sup>

T3a Extensión extracapsular (unilateral o bilateral)

T3b El tumor invade la(s) vesícula(s) seminal(es)

T4 El tumor está fijo o invade estructuras adyacentes distintas a las vesículas seminales: el cuello de la vejiga, el esfínter externo, el recto, los músculos elevadores o la pared pélvica

**(N) Ganglios linfáticos regionales**

NX Ganglios linfáticos regionales que no pueden evaluarse

N0 No existe metástasis ganglionar linfática regional

N1 Metástasis en ganglio linfático regional o ganglios

**(M) Metástasis a distancia\***

MX Metástasis distante que no puede ser evaluada

M0 No hay metástasis distante

M1 Metástasis distante

M1a Ganglio(s) linfático(s) no regional(es)

M1b Metástasis ósea(s)

M1c Metástasis en otras localizaciones con o sin enfermedad ósea

<sup>1</sup> Un tumor que se encuentra en uno o en ambos lóbulos mediante biopsia con aguja, pero que no se palpa ni se ve de forma confiable en estudios radiológicos se clasifica T1c.

<sup>2</sup> La invasión hasta el vértice prostático o hasta la cápsula prostática (pero no más allá de la misma) se clasifica no como T3 sino como T2.

\* Cuando más de un lugar de metástasis está presente se usa la categoría mayor (pM1c).

**Utilidad e indicación de los estudios de imagen****Diagnóstico****Ultrasonido transrectal con toma de biopsia**

El ultrasonido transrectal por sí solo no se recomienda como método de imagen inicial debido a

que tiene un valor predictivo positivo de 15.2%.<sup>9</sup> El papel principal del ultrasonido es el de guiar la realización de la biopsia transrectal, indicada en el paciente con resultados anormales (elevación del antígeno prostático, tacto rectal positivo o ambos).

El ultrasonido transrectal con toma de biopsia tiene una tasa de detección para cáncer de próstata de 36% en tumores menores de 5 mm, 84% en tumores de 16 a 20 mm y de 92% en tumores mayores de 26 mm.<sup>10</sup>

**Estadificación****Tomografía computada**

Indicación óptima, puntuación 7 de 9 del *American College of Radiology* (ACR) en pacientes del grupo de riesgo alto.<sup>7</sup> Útil para el diagnóstico de enfermedad pélvica y retroperitoneal en la estadificación inicial con una sensibilidad de 78% y especificidad de 97%.<sup>10</sup> Útil para demostrar el compromiso de los nódulos linfáticos regionales o metástasis distantes. Cierta utilidad para detectar extensión extracapsular. Carece de indicación para el diagnóstico inicial, detectar características intraprostáticas o estadificación local.

**Resonancia magnética**

La obtención de imágenes óptimas de resonancia requiere el uso de bobinas endorrectales o bobina pélvica de arreglo en fase para obtener imágenes submilimétricas de alta resolución. La resonancia magnética es el método de elección para la estadificación local y para la planificación del tratamiento, puntuación ACR 8 de 9 en pacientes de los grupos de riesgo moderado y alto.<sup>7</sup> El principal papel de la resonancia es mostrar la localización del tumor, extensión extracapsular (con una exactitud de 60-90%)<sup>10</sup> y la invasión de las vesículas seminales.

### Tomografía computada por emisión de positrones

La indicación principal es la detección y localización de metástasis a distancia en el cáncer de próstata refractario a terapia hormonal. Puntuación ACR 4 de 9 en pacientes de los grupos de riesgo moderado y alto.<sup>7</sup> Poco útil para el diagnóstico primario y para la estadificación del cáncer de próstata; posee una sensibilidad de 66%, especificidad de 81%, valores predictivos positivo de 87% y negativo de 55%; exactitud de 71%.<sup>11</sup>

### Gammagrafía ósea con tecnecio 99m (Tc-99)

Muy indicada en pacientes de los grupos de riesgo moderado y alto. Puntuación ACR 8 de 9 para el diagnóstico de metástasis óseas.<sup>7</sup>

### Rayos X (serie ósea metastásica)

Indicación apropiada para enfermedad ósea metastásica en pacientes del grupo de riesgo alto, en pacientes sintomáticos o ambas cosas. Puntuación ACR 4 de 9.<sup>7</sup>

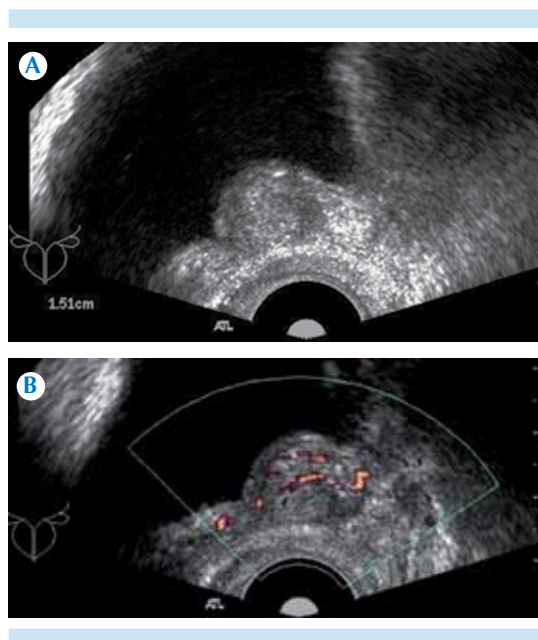
### Nueva estadificación y seguimiento

#### Ultrasonido transrectal con toma de biopsia

Poca utilidad debido a que un resultado negativo en una biopsia no excluye recurrencia local o enfermedad metastásica. Una lesión hipoecoica en el lecho quirúrgico y la infiltración de la unión ureterovesical indican recidiva local. Es poco probable que el ultrasonido transrectal detecte recidiva si el antígeno prostático es  $< 1$  ng/mL (Figura 1).

#### Tomografía computada

Útil para el diagnóstico de enfermedad ganglionar extrapélvica y metástasis óseas. Poca utilidad para evaluar la recidiva local con una



**Figura 1. A)** Ultrasonido transrectal en escala de grises y **B)** con aplicación de Doppler poder en paciente masculino con diagnóstico de cáncer de próstata Gleason 7, prostatectomizado, con elevación gradual de antígeno prostático (3.0 ng/mL al momento del estudio). Se identifica nódulo ovoideo de ecotextura heterogénea en lecho quirúrgico con estructuras vasculares tortuosas. Se realizó como estudio complementario PET/CT con  $^{11}\text{C}$ -acetato.

tasa de detección  $< 15\%$  en pacientes con datos de fracaso bioquímico después de prostatectomía.<sup>10</sup>

#### Resonancia magnética

Útil en el diagnóstico de ganglios pélvicos anormales en el contexto de aumento rápido de antígeno prostático. Útil para detectar invasión residual a vesículas seminales, así como recidiva local en el lecho quirúrgico.

#### Tomografía computada por emisión de positrones

Las células tumorales en el cáncer de próstata sobreexpresan la enzima ácido-graso-sintetasa

(EC 2.3.1.85 de acuerdo a la nomenclatura de la Comisión de Enzimas); esta enzima cataliza la síntesis de los ácidos grasos a partir de la acetilcoenzima A (metabolito directo del acetato) y la sobreproducción de ácidos grasos representa un importante sustrato celular para su posterior incorporación en forma de fosfolípidos de membrana que son importantes en el crecimiento tumoral y las metástasis.<sup>12</sup>

El acetato marcado con el isótopo  $^{11}\text{C}$  ( $^{11}\text{C}$ -acetato) es utilizado como radiofármaco en el uso combinado de la tomografía simple con la de emisión de positrones (PET/CT) para el estudio del cáncer de próstata. Algunos autores han sugerido el uso de PET/CT con  $^{11}\text{C}$ -acetato, para detectar cáncer prostático residual o subclínicamente progresivo cuando las concentraciones de antígeno específico son muy bajas (menos de 1 ng/mL) después de una prostatectomía radical, pero sin considerarla como la única herramienta de diagnóstico en estos casos ya que aproximadamente 50% de los pacientes con tan bajos niveles de antígeno podrían no ser detectados<sup>12</sup> (Figura 2).

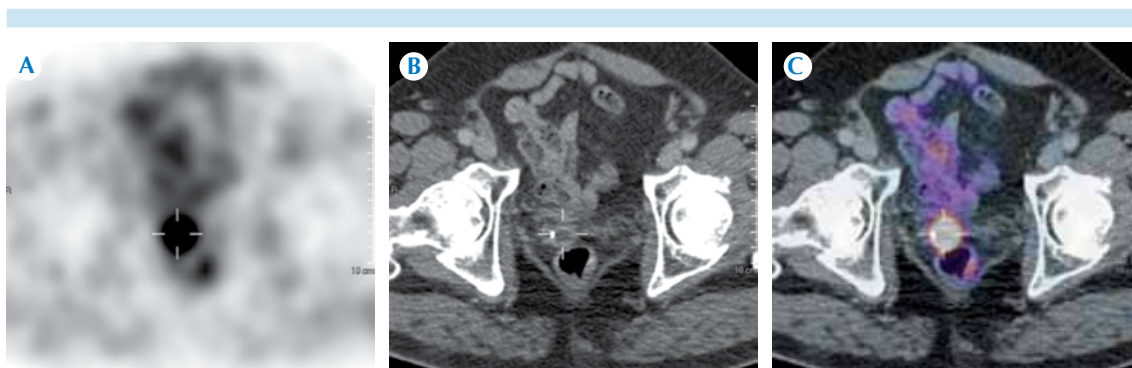
## Hallazgos en los estudios de imagen

### Diagnóstico

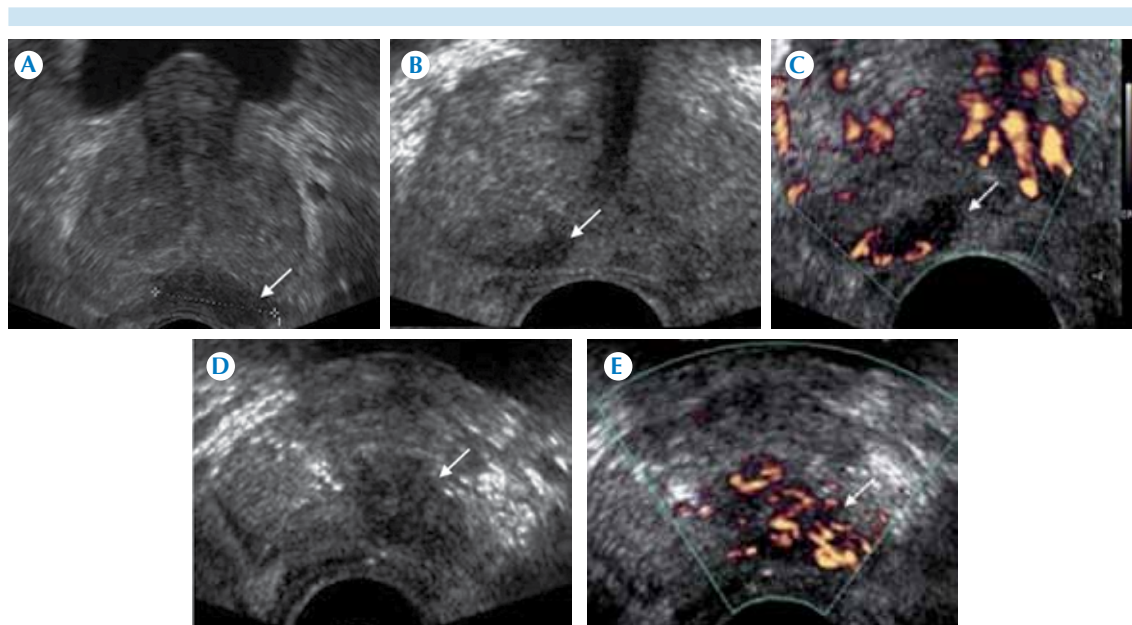
#### Ultrasonido transrectal con toma de biopsia

La valoración sonográfica preliminar de la próstata, antes de efectuar las biopsias, requiere el análisis riguroso de la ecogenicidad y simetría de la glándula interna y de la zona periférica, valoración del ápex prostático demostrando la cápsula quirúrgica, tejidos periprostáticos (cápsula y grasa periprostática), paquetes neurovasculares, vesículas seminales, conductos eyaculadores y ganglios linfáticos periprostáticos.

El cáncer de próstata se presenta como una lesión en la zona periférica de aspecto hipoecoico en 60 a 70% de los casos, isoecoica en 30-40% e hiperecoica en 1-5%; puede o no mostrar incremento de vascularidad a la aplicación del Doppler color o de poder y se distribuye en 70% de los casos en la zona periférica (mas común en la región posterior), 20% en la zona de transición y 10% en la zona central<sup>10</sup> (Figura 3).



**Figura 2.** PET/CT con  $^{11}\text{C}$ -acetato. **A)** Tomografía por emisión de positrones, imagen axial. **B)** Tomografía computada, imagen axial. **C)** Fusión de tomografía por emisión de positrones con tomografía computada, imagen axial: zona focal de incremento en el metabolismo de los ácidos grasos (cursor) en lesión nodular sólida con valor estandarizado máximo de captación ( $\text{SUV}_{\text{max}}$ ) de 5.32 en sitio de lecho quirúrgico relacionado con recurrencia tumoral local.



**Figura 3.** Cáncer de próstata en ultrasonido transrectal. **A)** Nódulo hipoeicoico medial en zona periférica que se distingue de la hiperecogenicidad homogénea normal. **B-C)** Lesión hipoeicoica contigua a la cápsula en zona periférica derecha con vascularidad periférica al Doppler poder. **D-E)** Lesión focal hipoeicoica de márgenes irregulares, en zona de transición con incremento de la vascularidad al Doppler poder (flecha = nódulo).

En la biopsia por ultrasonido transrectal se recomienda obtener por lo menos 12 muestras (6 derechas y 6 izquierdas) en regiones simétricas a lo largo de una línea parasagital imaginaria localizada en un punto intermedio entre el borde lateral y la línea media, desde la base hasta el ápex de la glándula.<sup>13</sup> Con la obtención de 12 muestras se eleva el rendimiento diagnóstico en 19.4% al compararlo con la técnica antigua de sextantes; y al obtener 21 muestras o más (biopsia por saturación) existe un incremento adicional de 6.5%.<sup>9</sup> La biopsia por saturación se recomienda después de dos biopsias negativas en pacientes con sospecha clínica de cáncer de próstata.

La biopsia transrectal por ultrasonido es útil no sólo en nódulos palpables o visibles sino que debe ser utilizada en casos de elevación del antígeno específico sin nódulos visibles (al ultrasonido transrectal) o palpables (al tacto rectal).

### **Estadificación local**

#### *Tomografía computada*

Los signos que sugieren de extensión extracapsular son la obliteración del plano graso periprostático y el refuerzo anormal del paquete neurovascular adyacente; sin embargo, debido a la baja sensibilidad del método deberá confirmarse con estudio de resonancia magnética. Debido a la variabilidad en tamaños se recomienda la evaluación de contorno, forma, arquitectura interna y comportamiento con medio de contraste en adenopatías dentro y fuera de la pelvis menor.

#### *Resonancia magnética*

De todas las modalidades de imagen no invasivas la resonancia es el estudio de elección para la evaluación de la próstata debido a su alto con-

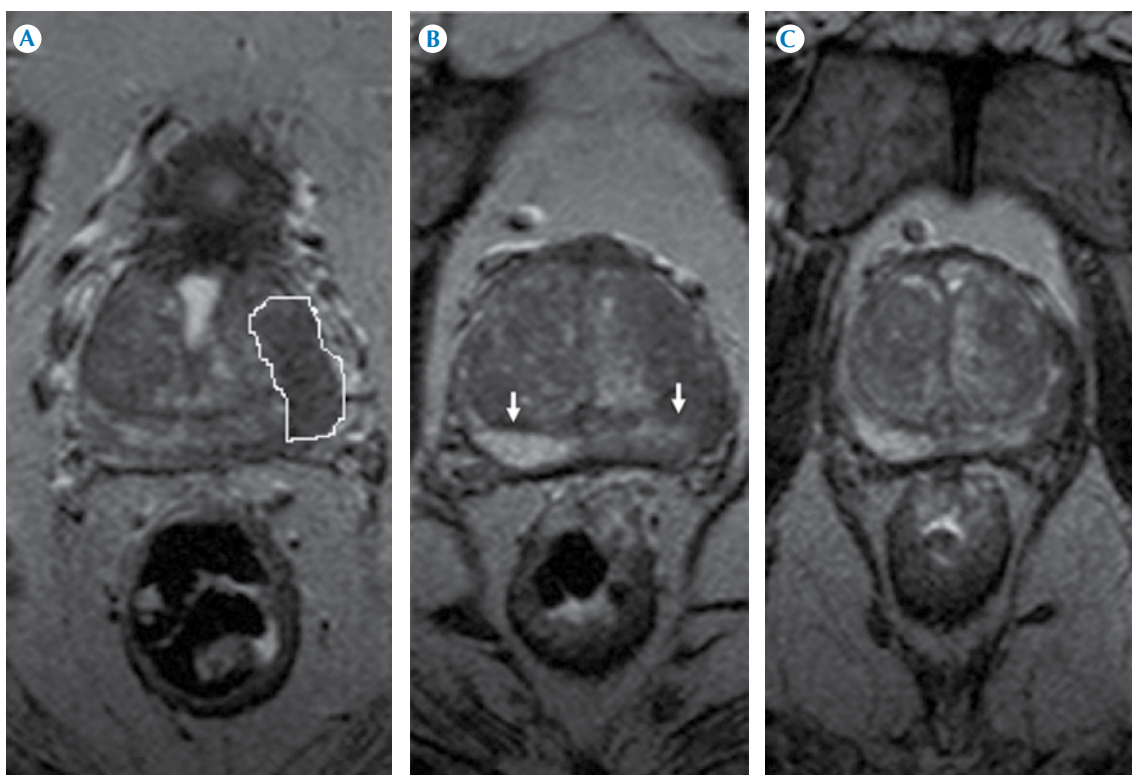
traste en los tejidos blandos y por su capacidad para mostrar detalles de la próstata.

*Secuencia T1.* Poca utilidad para la evaluación a detalle de la próstata. Se utiliza principalmente para la detección de hemorragia posbiopsia, para la evaluación del contorno de la próstata, del trayecto de los paquetes neurovasculares y como una secuencia basal precontraste.<sup>3,14,15</sup>

*Secuencia T2.* Es la secuencia con mayor rendimiento diagnóstico con sensibilidad de 77-91% y especificidad de 27-61%.<sup>3,14</sup> El cáncer de próstata se manifiesta como un área de señal anormalmente disminuida en el contexto de una zona periférica normalmente hiperintensa (Figura 4).

Los tumores localizados en la zona de transición son difíciles de caracterizar y se observan como una lesión de morfología lenticular o “en gota de agua” con márgenes indistintos y de señal homogénea, integrándose el signo del *carbón despulido*<sup>2</sup> (Figura 4). La disminución de la intensidad de señal en T2, en la zona periférica, por sí sola tiene sensibilidad limitada debido a que algunos tumores de próstata son isointensos, así como de limitada especificidad porque hay otras posibles causas como hemorragia, prostatitis, cicatrices, atrofia, efectos de la radioterapia, criocirugía y terapia hormonal.

*Secuencia T1 con contraste.* En el cáncer de próstata la mutación genética conduce a la pro-



**Figura 4.** Resonancia magnética ponderada en T2, secuencia de imágenes de la base al ápex en paciente de 68 años. **A)** Lesión hipointensa izquierda, con márgenes indistintos, que afecta la zona periférica y de transición integrándose el signo del *carbón despulido* (línea). **B-C)** Pérdida en la integridad de la cápsula quirúrgica izquierda; obsérvese la integridad de la capsula derecha (flecha).



ducción y liberación de factores angiogénicos tales como el factor de crecimiento endotelial vascular. Esto se manifiesta con incremento en el refuerzo y lavado rápido (*wash-out*) en el tumor en comparación con el resto de la glándula. Esta secuencia eleva la sensibilidad y especificidad a 96 y 97%, respectivamente, al combinarla con la secuencia en T2.<sup>3,14,15</sup>

*Secuencia de difusión (DWI)*. Esta secuencia ofrece un perfil molecular útil para distinguir el tejido prostático sano del infiltrado por el cáncer de próstata. La difusión es el proceso de desplazamiento molecular inducido térmicamente al azar (movimiento browniano). Las propiedades de difusión del tejido están relacionadas con la cantidad de agua intersticial libre y con la permeabilidad. En general, el cáncer tiene más restringida la difusión que el tejido normal por la alta densidad celular y la abundancia de membranas intra- e intercelulares, observándose como áreas de señal elevada en la resonancia en difusión de campo B elevado, con una sensibilidad de 81 a 84%.<sup>15</sup>

*Secuencia de coeficiente de difusión aparente (ADC)*. Los nódulos muestran una intensidad menor que la del tejido prostático normal. En el cáncer de próstata la arquitectura glandular normal se rompe y se sustituye por células malignas y estroma fibrótico. Estos cambios inhiben el movimiento de macromoléculas de agua, con restricción resultante de la difusión y la reducción de los valores del ADC. Al utilizar las secuencias DWI y ADC en un estudio de resonancia se puede obtener un rendimiento diagnóstico con 54-98% de sensibilidad y 58-100% de especificidad.<sup>3,14,15</sup>

*Espectroscopia*. Se observa elevación en los picos de colina que indica proliferación celular y disminución en los picos de citrato debido a cambios en la morfología ductal. Por sí sola la espectroscopia presenta sensibilidad de 63% y

especificidad de 75%, incrementándose hasta 91 y 95%, respectivamente, al combinar con secuencia T2.<sup>3,14,15</sup> (Figura 5).

### Casos específicos

#### *Extensión extracapsular (T3a)*

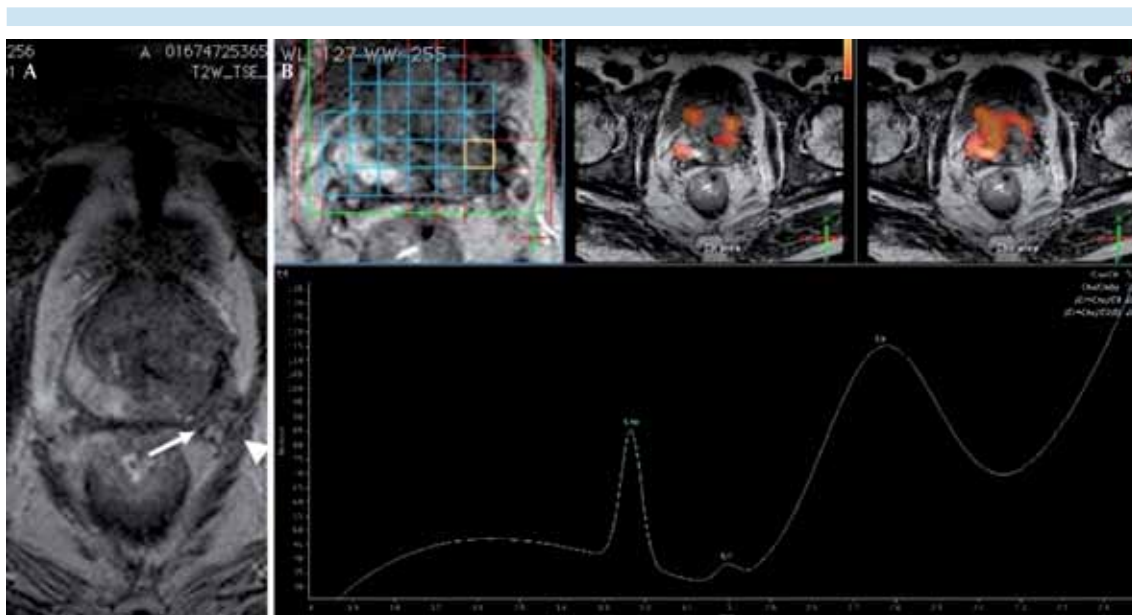
Es importante considerar las estructuras anatómicas de referencia. La cápsula prostática es más evidente en la región posterior y se aprecia como una capa delgada de tejido hiperintensa en secuencia ponderada en T2; los paquetes neurovasculares periprostáticos se sitúan posterolateralmente en el radio de las 5 y 7.<sup>2</sup> Los signos específicos de extensión extracapsular son: cápsula prostática de contorno angular y márgenes irregulares y espiculados, infiltración del paquete neurovascular, obliteración del ángulo prostático-rectal. La obliteración del ángulo prostático-rectal y una superficie de más de 10 mm de intensidad de señal baja en contacto con el borde de la cápsula indica invasión capsular, aunque puede no ser indicativa de extensión extracapsular. La resonancia magnética tiene sensibilidad de 13-95% y especificidad de 49-97% en el diagnóstico de extensión extracapsular.<sup>3,14,15</sup>

#### *Invasión a vesículas seminales (T3b)*

Se caracteriza por un foco hipointenso en una vesícula seminal anormalmente incrementada de tamaño y conducto eyaculador hipointenso por extensión tumoral directa. La resonancia magnética tiene sensibilidad de 23-80% y especificidad de 81-99% para el diagnóstico de la invasión a las vesículas seminales.<sup>3,14,15</sup> (Figura 6).

#### *Invasión a órganos adyacentes (T4)*

Incluye la invasión tumoral a recto, músculos del piso pélvico, vejiga o unión ureterovesical T4 (Figura 5).



**Figura 5. A)** Resonancia magnetica axial ponderada en T2: lesión infiltrante izquierda (flecha) que compromete la cápsula, infiltra la grasa periprostática y al músculo obturador ipsilateral (cabeza de flecha), extensión extracapsular; estadio T4. **B)** La espectroscopia confirma la malignidad de la lesión por elevación de los picos de colina y disminución del citrato.

### Diseminación linfática

#### Caracterización de los ganglios linfáticos

##### Tamaño

La actividad metastásica puede estar presente en un ganglio de tamaño normal, por ello la sensibilidad de los estudios de imagen es muy baja cuando sólo se considera esta variable.<sup>16-18</sup> Al utilizar 6 mm en eje corto en pacientes con cáncer de próstata como límite normal mediante tomografía en pelvis, se obtiene sensibilidad de 78% y especificidad de 97% para el diagnóstico de actividad metastásica ganglionar.<sup>18,19</sup> Al utilizar 5 mm como límite se encontró sensibilidad de 85.7% y especificidad de 77.8%.<sup>17</sup>

La necesidad de diferentes criterios cuantitativos ganglionares específicos, para cada tipo de cán-

cer, se ejemplifica en el cáncer de recto donde 60% de los ganglios con afección son menores de 5 mm;<sup>20</sup> es decir, en la valoración del tamaño ganglionar deberán considerarse diferentes medidas para cada tipo de cáncer.

##### Forma

Un ganglio linfático normalmente tiene morfología arriñonada, hilio grueso central, contornos lisos interrumpidos sólo por su respectivo hilio y una relación eje largo/corto de 0.57. Con la actividad metastásica se modifican estas características; cuando los ganglios crecen en el eje corto; es decir, con una relación de 0.81 tienen mayor probabilidad de estar infiltrados.<sup>17,18</sup> El engrosamiento cortical con pérdida de la morfología es indicador de actividad tumoral y, cuando el engrosamiento cortical es de tipo nodular, es indicativo de extensión ganglionar extracapsular.

### Número

La presencia de un conglomerado ganglionar es un dato sugestivo de malignidad. Aunque en pelvis la especificidad de este signo es baja debido a que las asimetrías nodales solitarias tienden a ser un hallazgo más común.

### Arquitectura interna

En la resonancia magnética un aspecto heterogéneo en secuencia ponderada en T2 es altamente sugestivo de actividad metastásica, al igual que zonas de necrosis. El refuerzo heterogéneo en un nódulo aumentado de tamaño debe despertar sospechas de infiltración maligna. Característicamente, el patrón de refuerzo ganglionar es similar al del tumor primario.

### Ganglios regionales dentro de la pelvis menor (N1)<sup>16-18</sup>

#### Pélvicos no especificados

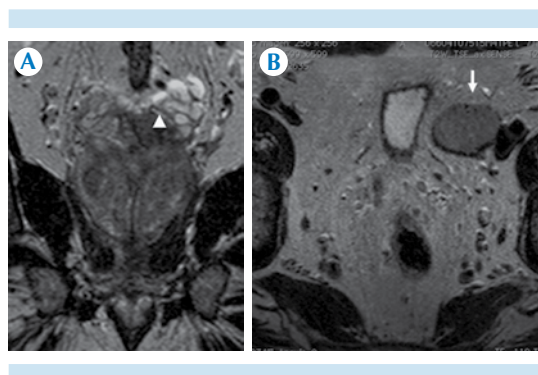
Es la segunda localización ganglionar más frecuente.<sup>10</sup>

#### Íliacos internos (hipogástricos)

Adyacentes a los vasos íliacos internos. Incluye los grupos sacros laterales adyacentes a las arterias sacras laterales y presacros anteriores al sacro y posteriores a la fascia mesorrectal.

#### Íliacos externos

Adyacentes a los vasos íliacos externos, distales a la bifurcación de los vasos íliacos comunes y proximales al ligamento inguinal. Incluye los grupos lateral a la arteria íliaca externa, medial a la arteria íliaca externa, lateral a la vena íliaca externa, y al grupo medial y posterior a ambos vasos íliacos externos, incluyendo al grupo obturador<sup>17</sup> (Figuras 6 y 7).



**Figura 6.** Resonancia magnética ponderada en T2 de paciente masculino de 69 años de edad con cáncer de próstata. **A)** Corte coronal: compromiso de la vesícula seminal izquierda (triángulo) hipointensa y aumentada de volumen; estadio T3b. **B)** Actividad metastásica en ganglio linfático regional del grupo medial, nivel íliaco externo izquierdo; estadio N1.

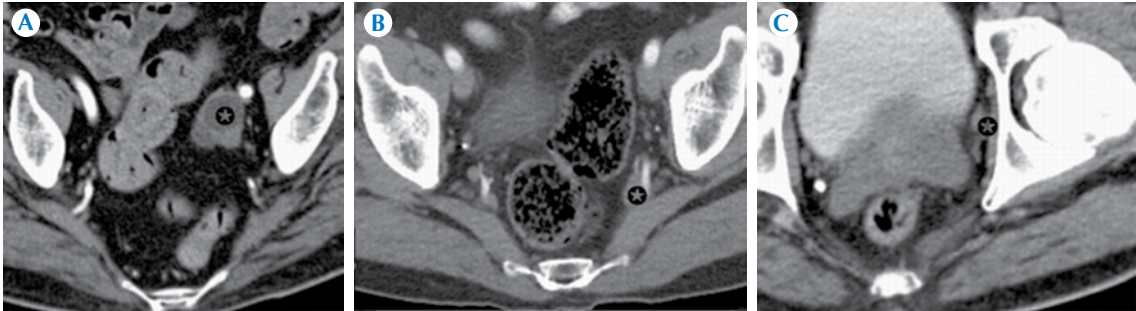
### Ganglios distantes fuera de la pelvis menor (M1a)<sup>16-18</sup>

#### Íliacos comunes

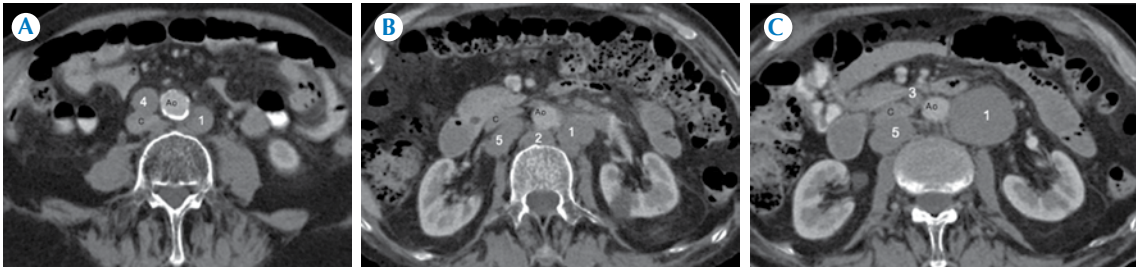
Adyacente a los vasos íliacos comunes e incluye al grupo lateral (que es continuación directa de la cadena lateral íliaca externa), al grupo medial dentro del área triangular delimitada por ambas arterias íliacas comunes (desde la bifurcación aórtica hasta la bifurcación de la arteria íliaca común), al grupo medio localizado entre la arteria y vena íliaca común dentro de la fosa lumbosacra (delimitada posteriormente por las caras anteriores de los cuerpos vertebrales inferiores lumbares y sacros superiores, anterolateralmente por los músculos psoas y anteromedialmente por los vasos íliacos comunes).

#### Retroperitoneales

Incluye los grupos lateroaórtico derecho (aortocaval, laterocaval, precaval y retrocaval) y lateroaórtico izquierdo. Ambos grupos se subdividen en supra- e infrarrenales en relación con el hilio renal ipsilateral (Figura 8).



**Figura 7.** Adenopatías intrapélvicas (✱). **A)** Adenopatías intrapélvicas (✱), nivel íliaco externo. **B)** Adenopatías intrapélvicas (✱), íliaco interno. **C)** Adenopatías intrapélvicas (✱), obturador externo.



**Figura 8.** Adenopatías retroperitoneales **A-C)** 1. paraaórtica; 2. retroaórtica; 3. aortocava; 4. precava; 5. retrocava. Ao = aorta, C = vena cava inferior.

#### *Femorales*

Se ubican distales al ligamento inguinal e incluyen al grupo femoral superficial epifascial (anterior al ligamento inguinal, a los vasos femorales superficiales y a las venas safenas) y al grupo femoral profundo (dentro de la vaina femoral). Ésta es la cuarta localización ganglionar más frecuente<sup>10</sup> (Figura 9A).

#### *Retrocraurales*

Localización posterior a los pilares diafragmáticos (Figura 9B).

#### *Mediastinales*

Es la tercera localización ganglionar más frecuente.<sup>10</sup>

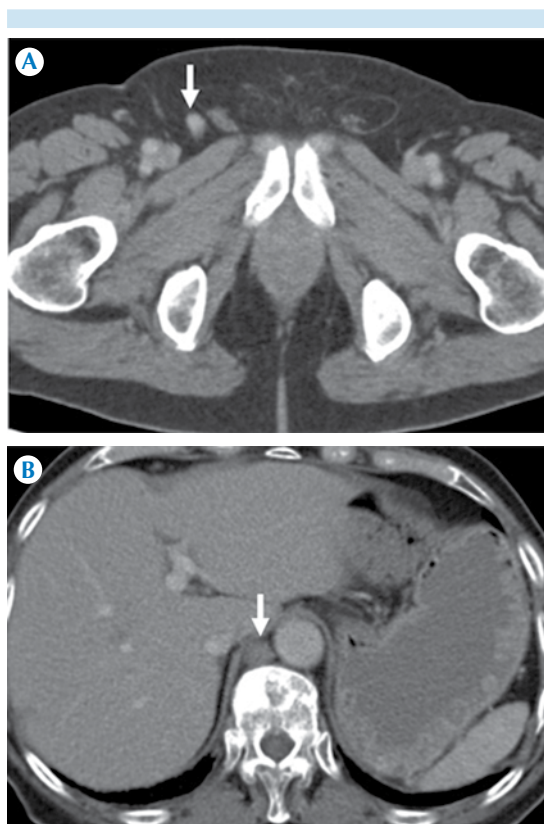
#### *Supraclaviculares*

Dentro del triángulo definido por músculo y tendón omohioideos (borde lateral y superior), la vena yugular interna (borde medial) y la clavícula y vena subclavia (borde inferior).

#### **Diseminación hematológica**

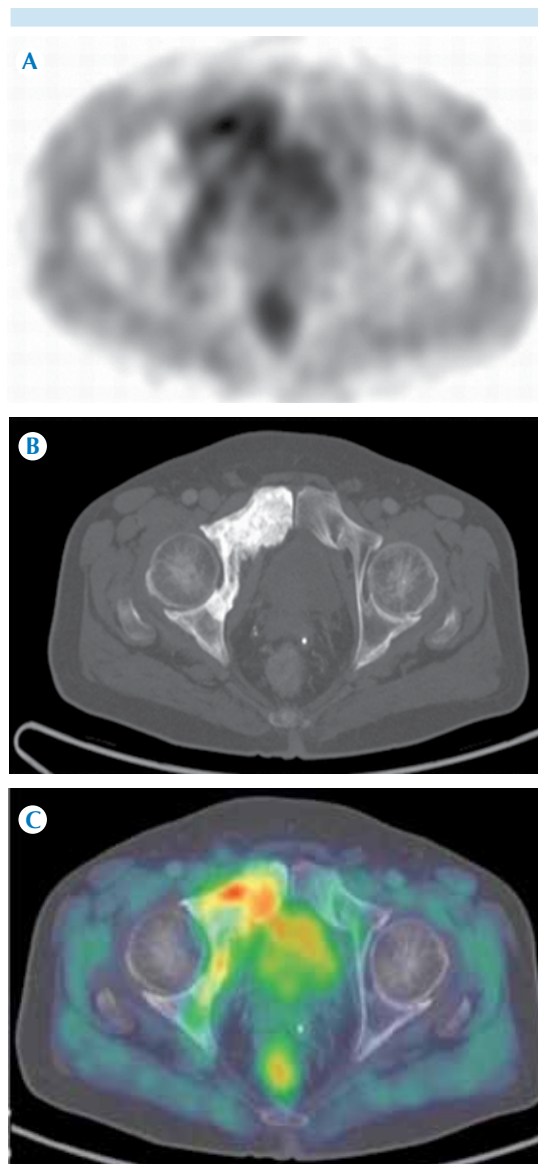
##### *Metástasis óseas (M1b)*

De todas las metástasis que se presentan en el cáncer de próstata 90% son óseas y son 3 veces más frecuentes en la columna lumbar que en la región cervical.<sup>21</sup> Este comportamiento corresponde a una diseminación venosa retrograda a través del plexo venoso vertebral de Batson, siendo el mecanismo de diseminación más frecuente que corresponde a un patrón de dise-



**Figura 9.** **A)** Adenopatías (flecha) en nivel femoral superficial derecho. **B)** Adenopatías (flecha) en nivel retrocrural derecho.

minación hematogena temprana. Se observan con mayor frecuencia en la región lumbar de columna vertebral: 80% en cuerpo anterior, 20% en pedículos y apófisis espinosa y transversas. Son lesiones esclerosas de márgenes definidos, densas y formadoras de hueso.<sup>10</sup> Se observan hipointensas en secuencias ponderadas en T1 y T2. La señal normalmente alta de la médula ósea es reemplazada por una señal de intensidades de baja a intermedia. Se incrementa la captación de radiofármaco en la PET/CT y del <sup>99m</sup>Tc en la gammagrafía ósea (Figura 10). En 46% de los casos se localiza en pulmón, 25% en hígado, 21% en la pleura, 13% en glándula suprarrenal, 7% en peritoneo y 6% en meninge. El patrón de diseminación en estos casos es a través del



**Figura 10.** PET/CT con <sup>11</sup>C-acetato: ventana para hueso (**B**) con lesión ósea de comportamiento blástico localizada en rama anterior del pubis y acetábulo derechos; asociada con incremento en la síntesis de los ácidos grasos (**A** y **C**) relacionada con actividad metastásica hematogena ósea.

sistema vena cava hacia la circulación sistémica y ese trata de un patrón tardío de diseminación hematogena (M1c).<sup>21</sup>

## CONCLUSIONES

- En la actualidad el tacto rectal, la determinación del antígeno prostático en sangre y la biopsia de próstata dirigida con ultrasonido transrectal se utilizan como herramientas de diagnóstico en el cáncer de próstata. A pesar de que el ultrasonido transrectal es el método de imagen de primera evaluación en estos pacientes sólo está indicado como una guía visual para la realización de la biopsia debido a su bajo rendimiento diagnóstico.
- Los avances en la resonancia magnética son prometedores para mejorar la detección del cáncer de próstata. Es el método de imagen de elección para la caracterización del parénquima prostático y para la estadiificación local del cáncer de próstata. La secuencia ponderada en T1 no tiene mucha utilidad para evaluar a detalle la próstata y se utiliza, principalmente, para detección de la hemorragia posbiopsia, evaluación del contorno prostático, del trayecto de los paquetes neurovasculares y como secuencia basal precontraste. La secuencia ponderada en T2 es sensible pero no específica y se recomienda combinada con al menos dos técnicas de resonancia funcional para una caracterización óptima.
- La PET/CT con  $^{11}\text{C}$ -acetato está indicada para detectar cáncer prostático residual o subclínicamente progresivo cuando las concentraciones de antígeno específico son muy bajas (menos de 1 ng/mL) después de una prostatectomía radical, pero sin considerarla como la única herramienta de diagnóstico en estos casos.

## REFERENCIAS

1. Ávila-Herrera P, Campos A, Huerta-Gómez JC, Nolasco-Muñoz LR. Guía de Práctica Clínica Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer de Próstata en un Segundo y Tercer Nivel de Atención. División de Excelencia Clínica Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad Editor General.

México: Publicado por Instituto Mexicano del Seguro Social; 2010. p. 9-47.

2. Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, Choyke P, Verma S, Villeirs G, et al. European Society of Urogenital Radiology. ESUR Prostate MR Guidelines 2012. *Eur Radiol* 2012;22:746-57.
3. Bonekamp D, Jacobs MA, El-Khouli R, Stoianovici D, Macura KJ. Advancements in MR Imaging of the Prostate: From Diagnosis to Interventions. *Radiographics* 2011;31:677-703.
4. Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. GLOBOCAN 2008 v2.0, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC CancerBase No. 10 [Internet]. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2010. Disponible en: <http://globocan.iarc.fr>
5. Martínez-Sánchez YL, Escudero-de los Ríos PM, Arias-Flores R, Barrios-Bautista F. Epidemiología del cáncer en pacientes adultos del Hospital de Oncología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. *Cir Cir* 2013;81:508-16.
6. Okotie OT, Roehl KA, Han M, Loeb S, Gashti SN, Catalona WJ. Characteristics of Prostate Cancer Detected by Digital Rectal Examination Only. *Urology* 2007;70:1117-20.
7. Eberhardt SC, Carter S, Casalino DD, Merrick G, Frank SJ, Gottschalk AR, et al. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®: Prostate Cancer-Pretreatment Detection, Staging, and Surveillance. *J Am Coll Radiol* 2013;10:83-92.
8. National Comprehensive Cancer Network (NCCN). NCCN Clinical Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines®) Prostate Cancer Early Detection. Versión 2.2012. 2012; National Comprehensive Cancer Network. Disponible en [http://www.nccn.org/professionals/physician\\_gls/pdf/prostate\\_detection.pdf](http://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/prostate_detection.pdf)
9. Tombal B. Toward the end of Blind Prostate Biopsies? *Eur Urol* 2012;62:997-8.
10. Akran M Shaaban, Todd M Blodgett et al. Cáncer de Próstata. En Shaaban, Blodgett AMIRSYS editores. Diagnóstico por Imagen Oncología. España: MARBAN Libros; 2012. p. 682-701.
11. Fuccio C, Rubello D, Castellucci P, Marzola MC, Fanti S. Choline PET/CT for Prostate Cancer: Main Clinical Applications. *Eur J Radiol* 2011;80:e50-56.
12. Ilaria Grassi, Cristina Nanni, Vincenzo Allegri, Joshua James Morigi, Gian Carlo Montini, Paolo Castellucci. The clinical use of PET with  $^{11}\text{C}$ -acetate. *Am J Nucl Med Mol Imaging* 2012;2:33-47.
13. Yacoub JH, Verma S, Moulton JS, Eggner S, Aytakin O. Imaging Guided Prostate Biopsy: Conventional and Emerging Techniques. *Radiographics* 2012;32:819-37.
14. Boonsirikamchai P, Choi S, Frank SJ, Ma J, Elsayes KM, Kaur H, et al. MR Imaging of Prostate Cancer in Radiation Oncology: What Radiologists Need to Know. *Radiographics* 2013;33:741-61.



15. Choi YJ, Kim J K, Kim N, Kim KW, Choi EK, Cho KS. Functional MR Imaging of Prostate Cancer. *Radiographics* 2007;27:63-75.
16. Edge SB, Byrd DR, Compton CC, Fritz AG, Greene FL, Trotti A. Prostate. En: *AJCC Cancer Staging Handbook*. 7th ed. New York, NY: Springer, 2010; 525-38.
17. McMahon CJ, Rofsky NM, Pedrosa I. Lymphatic Metastases from Pelvic Tumors: Anatomic Classification, Characterization, and Staging. *Radiology* 2010;254:31-46.
18. Paño B, Sebastià C, Buñesch L, Mestres J, Salvador R, Macías NG, et al. Pathways of lymphatic spread in male urogenital pelvic malignancies. *Radiographics* 2011;31:135-60.
19. Oyen RH, Van Poppel HP, Ameye FE, Van de Voorde WA, Baert AL, Baert LV. Lymph node staging of localized prostatic carcinoma with CT and CT-guided fine-needle aspiration biopsy: prospective study of 285 patients. *Radiology* 1994;190:315-22.
20. Gina Brown, Catherine J. Richards, Michael W. Bourne, Robert G. Newcombe, Andrew G. Radcliffe, Nicholas S. Dallimore, et al. Morphologic Predictors of Lymph Node Status in Rectal Cancer with Use of High Spatial Resolution MR Imaging with Histopathologic Comparison. *Radiology* 2003;227:371-7.
21. Bubendorf L, Schöpfer A, Wagner U, Sauter G, Moch H, Willi N, et al. Metastatic Patterns of Prostate Cancer: an Autopsy Study of 1,589 Patients. *Hum Pathol* 2000;31:578-83.