

Aplicaciones de la RM funcional en el cáncer prostático: hallazgos en espectroscopia y difusión

María del Rocío Iñíguez Rodríguez,* Cristina García Ulloa,**

Ricardo Sosa Sánchez,*** Manuel Martínez-López,* Ernesto Roldán-Valadez*

Resumen

El cáncer de próstata constituye la segunda causa de muerte por cáncer en México y el mundo. En etapas iniciales no produce síntomas por lo que su detección temprana se basa en la determinación del APE (antígeno prostático específico) y el tacto rectal. Actualmente el estándar de oro para detectar el cáncer de próstata es la biopsia sistemática; sin embargo, su sensibilidad y exactitud es baja. En la actualidad la resonancia magnética con antena endorrectal (EC-IRM), tienen una sensibilidad y especificidad mayor de 91 y 95% en comparación con otros estudios de imagen. Las secuencias más utilizadas son T2 y espectroscopia aunque la difusión y la perfusión empiezan a utilizarse más en el área clínica. La espectroscopia detecta zonas que son sugerentes de malignidad según su comportamiento molecular, obtiene un mapa metabólico del tejido anormal que puede guiar la toma de biopsia. En este reporte presentamos los hallazgos clásicos de un paciente con cáncer de próstata valorado con RM convencional y funcional con espectroscopía; asimismo, se realiza una revisión de la utilidad de este nuevo método de imagen en el contexto de esta patología.

Palabras clave. Resonancia magnética. Cáncer de próstata. Difusión. Espectroscopía.

INTRODUCCIÓN

El cáncer de próstata es la neoplasia más común en hombres.¹ Constituye la segunda causa de muerte por cáncer en hombres en México² y Estados Unidos,¹ su prevalencia incrementa conforme la edad del paciente³ con una edad promedio de presentación entre los 50-64 años.¹ Se estima que en esta patología se diagnostica 1 caso cada dos minutos y muere un hombre cada 18 minutos.⁴ El factor de riesgo epidemiológico más importante para el cáncer de próstata es el antecedente familiar.⁵

En etapas iniciales, el cáncer de próstata no produce síntomas y se detecta por la elevación del antígeno pros-

Abstract

Prostate cancer is the second most common cause of death in Mexico and worldwide. In early stages this disease produces no symptoms and its early detection is based on the evaluation of the prostatic specific antigen and rectal exam. Nowadays, the gold standard for detection of the prostate cancer is the systematic biopsy, but its sensitivity and specificity are low. Magnetic resonance with endorectal coil (EC MRI) has sensitivity and specificity higher to 91 and 95% compared with other image methods. The most used sequences are T2 and spectroscopy, although diffusion and perfusion are being used more in clinics. Spectroscopy detects zones that are suggestive of malignancy depending on its molecular behavior, making a metabolic map of abnormal tissues and guide the biopsy. In this report we present the clinical findings of a patient with prostate cancer analyzed with conventional and functional MR with spectroscopy; a revision of the utility of this new image method is done in the context of this pathology.

Key words. Magnetic resonance. Prostatic cancer. Diffusion. Spectroscopy.

tático específico (APE) y tacto rectal.¹ Generalmente cuando se producen síntomas (disuria, tenesmo, polaquiuria, nicturia, retención urinaria, goteo, hematuria), la enfermedad se encuentra en etapas avanzadas. En pacientes con metástasis, los síntomas iniciales son dolor lumbar, pélvico y en hombros.¹

La American Cancer Society (ACS) Prostate Cancer Advisory Committee recomienda que en hombres asintomáticos se debe iniciar la evaluación del antígeno prostático desde los 50 años de edad.³ Los hombres en el grupo de riesgo podrían comenzar esta evaluación antes de alcanzar los 50 años.³

Se han hecho esfuerzos para mejorar el monitoreo con mejores marcadores y tratamientos más selectivos.⁴ El

* Unidad de Resonancia Magnética, Hospital Médica Sur, México, D.F.

** Departamento de Medicina Interna. Hospital General "Manuel Gea González". Secretaría de Salud, México, D.F.

*** Unidad de Oncología, Hospital Médica Sur, México, D.F..

monitoreo con APE ha tenido un fuerte impacto en la detección del cáncer de próstata y es directamente responsable del dramático decremento en la etapa de la enfermedad al momento del diagnóstico. El incremento en la incidencia del cáncer de próstata también está asociado con mayor monitorización y uso del APE.^{6,7}

Parte del diagnóstico incluye la biopsia de próstata, ésta es esencial para confirmar el diagnóstico y está indicada cuando se descubre alguna nodularidad al realizar el tacto rectal, al determinar una elevación del APE sérico o alguna alteración en las pruebas de imagen. Actualmente, el estándar de oro para detectar cáncer de próstata es la biopsia sistemática. Sin embargo, carece de sensibilidad y exactitud.⁸

Se realizan biopsias en zonas sospechosas y al azar para detectar en una próstata indurada la posibilidad de un cáncer multifocal. Generalmente se tiene que repetir la biopsia ya que sólo en un bajo porcentaje se detecta la enfermedad al realizarse punción por aguja fina. La biopsia se realiza con ayuda del ultrasonido (US) endorrectal. El US transrectal guía la aguja para ayudar a la dirección de las zonas sospechosas. Se extraen un promedio de 12 hasta 18 muestras de aproximadamente 2 mm de tejido para ser analizados.^{4,7}

La escala de Gleason⁹ y la etapa al momento del diagnóstico son los principales hallazgos a considerar para el pronóstico del paciente. Los valores normales de APE deben ser menores a 4 ng/mL, sin embargo, hasta un 15% de los pacientes pueden tener cáncer con dicho valor. Se deben considerar otras condiciones que pudieran elevar el antígeno prostático, como son la hiperplasia prostática benigna, inflamación, trauma y retención urinaria.⁶ La mayoría de los canceres de próstata muestran bajo crecimiento y su detección temprana puede conducir a curación completa.¹⁰

Estudios de imagen precisos son indispensables para el manejo clínico desde la detección y etapificación hasta el subsecuente monitoreo.¹¹ Existen diversos métodos de imagen utilizados para el diagnóstico y etapificación de pacientes con cáncer de próstata como son el ultrasonido (US), tomografía computada (CT), tomografía por emisión de positrones PET-CT y las imágenes por resonancia magnética (RM).¹²

La imagen por resonancia magnética (RM) está actualmente enfocada en la identificación del cáncer prostático *in situ* y en magnetos de 1.5 teslas (T) provee una excelente imagen de toda la glándula incluyendo la parte anterior. La mejoría en la precisión para la detección de cáncer y estimación del volumen resultan de secuencias dinámicas de estimulación con contraste y difusión en la RM. La RM

de 3T puede mejorar la identificación del cáncer.^{13,14} Las correlaciones histológicas han mostrado alta sensibilidad y especificidad para grandes volúmenes en cáncer con más de 0.5 cm³. Los resultados de la RM permiten un uso enfocado para la biopsia que permiten una mejor caracterización del cáncer, como es la extensión y el grado.¹³ La RM combinada con espectroscopia (MRS) emergieron como pruebas prometedoras en el diagnóstico de cáncer de próstata y han dado resultados alentadores.¹⁴

RESUMEN DEL CASO CLÍNICO

Se trata de un hombre de 71 años, quien acude con su médico tratante por síntomas de obstrucción urinaria 8 meses antes de su ingreso, en ese momento se realizó ultrasonido prostático que recibió incremento de volumen prostático, la determinación de antígeno prostático específico reportó un valor de 8.9 ng/mL, con estos antecedentes el paciente se programa para resección transuretral de próstata la evaluación histopatológica reportó adenocarcinoma Gleason 5.

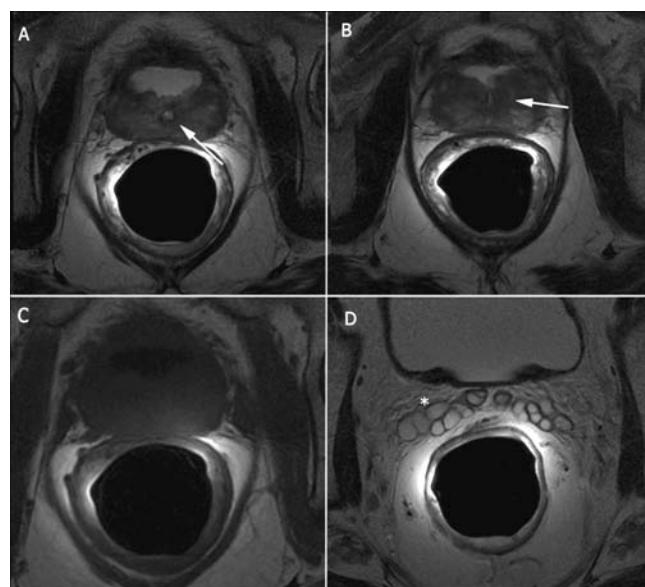


Figura 1. Cambios posquirúrgicos de resección prostática transuretral. Cortes axiales T2 (**A, B y D**) y T1 (**C**). **A y B.** Se muestra dilatación de la uretra prostática (flecha). Hacia la zona central y periférica existen áreas hipointensas mal definidas que muestran el aspecto clásico de zonas con infiltración tumoral. **C.** Aun cuando las imágenes en T1 no logran diferenciar entre las diversas áreas de las glándulas, se incluyen en el protocolo de evaluación para descartar la presencia de contenido hemático o colecciones, no observadas en este paciente. **D.** Se observa mínimo incremento en el volumen de las vesículas seminales; sin embargo, conservan sus características normales (asterisco).

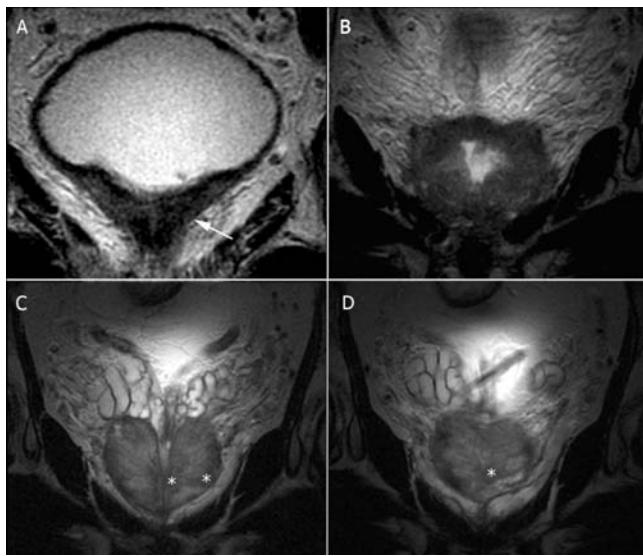


Figura 2. Posible infiltración de la pared vesical. Cortes coronales T2. **A** y **B**. Vejiga urinaria distendida con engrosamiento irregular de su pared predominantemente hacia su piso, porción que contacta con tejido prostático y que por sus características no se puede descartar infiltración tumoral. **C** y **D**. Imagen en plano coronal que muestran las zonas hipointensas antes descritas sugerentes de lesiones neoformativas (asterisco). Es posible observar la dilatación bilateral de vesículas seminales sin evidencia de infiltración.

Por los antecedentes se inició protocolo de estudio para ingreso la unidad de Oncología de este hospital, solicitando radiografía de tórax gammagrama óseo y pruebas de funcionamiento hepático, los cuales reportaron parámetros normales. Por el antecedente histopatológico se realizó resonancia magnética de próstata con espectroscopia univoxel la cual reportó los siguientes hallazgos:

Se observaron postquirúrgicos compatibles con la resección transureteral conocida, la zona central los bordes de la resección quirúrgica, y la zona periférica izquierda mostraron áreas de hipointensidad, mal delimitadas (Figura 1). Las vesículas seminales presentaron aumento en su tamaño sin datos de infiltración, el piso vesical se observó engrosado de manera irregular con pérdida de la interfase en los sitios de contacto con el tejido prostático (Figura 2). El resto estructuras observadas hidrostáticas, para rectal, musculatura del piso pélvico con aspecto habitual; las secuencias de difusión mostraron hiperintensidad heterogénea, con menor intensidad de señal hacia los bordes quirúrgicos (Figura 3).

La espectroscopia multivoxel mostró la distribución de mapas metabólicos para el índice de (creatina + Colina)/

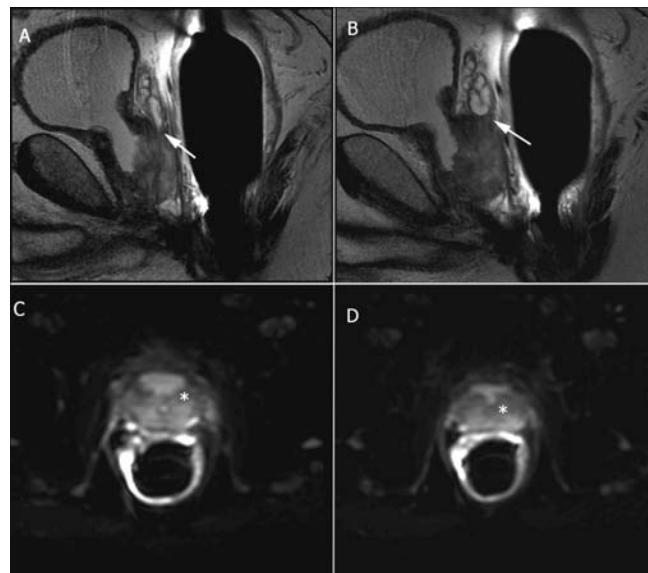


Figura 3. A y B. Cortes sagitales T2 que muestran área hipointensa que forman parte de la zona central, adyacente a la cual se encuentran vesículas semanales, estas últimas preservan su configuración habitual, la pared rectal se encuentran respetadas. **C** y **D**. Cortes axiales en secuencia de Difusión que posterior al postproceso de las áreas hipointensas sospechosas se obtuvieron como resultado bajos valores de ADC, lo que correlaciona con alta probabilidad de malignidad.

citrato con valores referidos para la zona central de 4.21 y de 5.30 respectivamente (Figura 4), los cortes adyacentes observó para las zonas de recesión periuretral elevaciones sutiles en rangos 2.62 y 1.66 para la zona periférica derecha en su porción medial y lateral respectivamente (Figura 5).

En la última evaluación, el APE se reportó con valores de 7.8 ng/mL. El paciente será programado para quimioterapia y continuar su manejo en la Consulta Externa de Oncología de este hospital.

DISCUSIÓN

La división anatómica de la próstata propuesta por McNeal,¹² divide el tejido prostático en glándula central y periférica (Figura 6). La glándula central esta compuesta de una zona trascional y periuretral mientras que la glándula periférica esta compuesta de una zona periférica y central. La zona periférica corresponde con 70% del tejido glandular. El 70% de los cánceres se produce en esta zona mientras que en la zona trascional se reporta 10% de los casos con hiperplasia prostática benigna y hasta 20% de los cánceres en esta localización.¹²

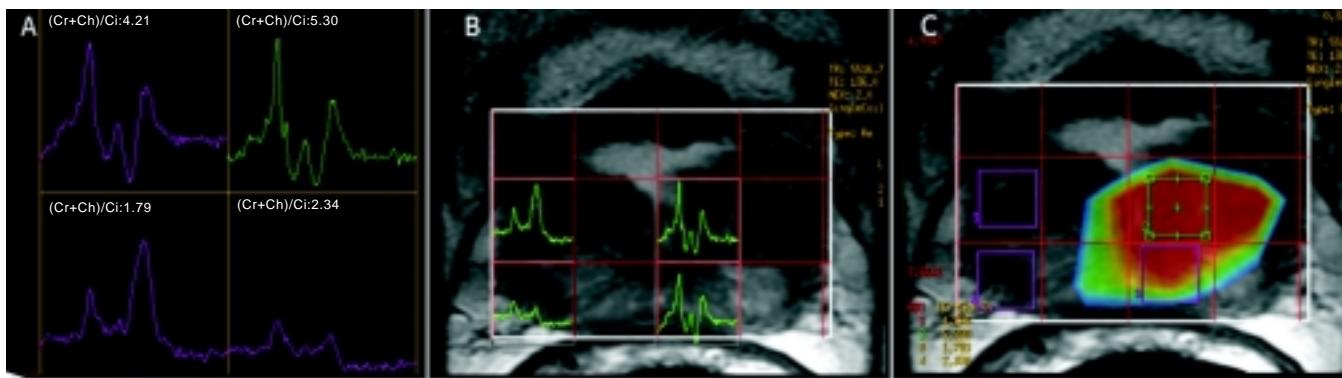


Figura 4. Espectroscopia por resonancia magnética (SMR). En A se muestran las gráficas correspondiente de los espectros de índice de (Creatina + Colina)/Citrato. En B referencia anatómica en T2 que muestra la localización de los espectros. En C, mapa de color que muestra la elevada concentración de colina en la zona tumoral. **ROI:** (Cr+Ch)/Ci 1: 4.205, 2: 5.299, 3: 1.791, 4: 2.336

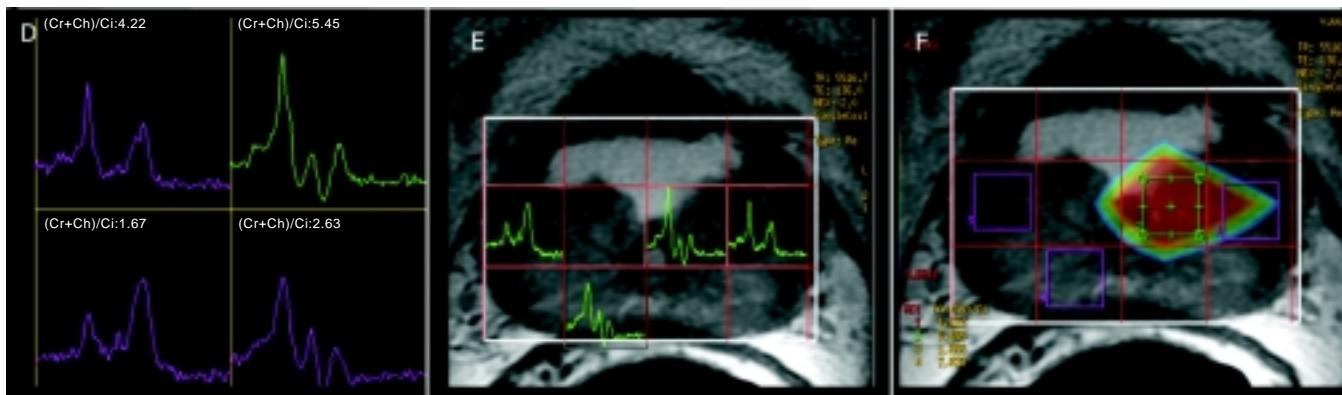


Figura 5. Espectroscopia por resonancia magnética (SMR). En D se muestran las gráficas correspondiente de los espectros de índice de (Creatina + Colina)/Citrato. En E referencia anatómica en T2 que muestra la localización de los espectros. En F, mapa de color que muestra la elevada concentración de colina en la zona tumoral. **ROI:** (Cr+Ch)/Ci 1: 4.223, 2: 5.453, 3: 1.666, 4: 2.629

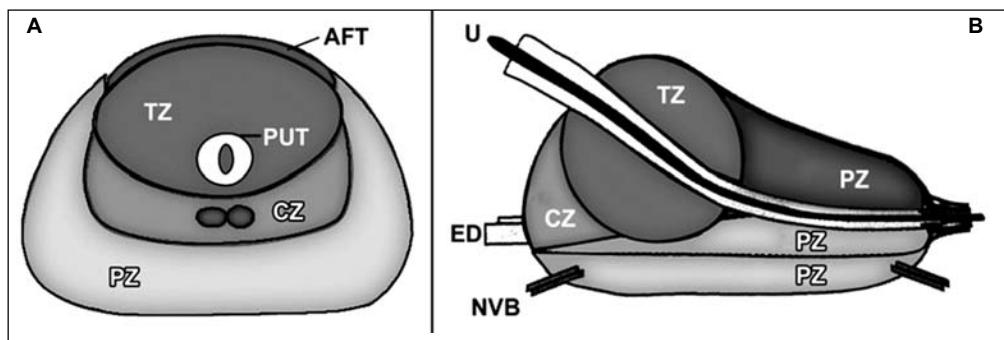


Figura 6. Representación esquemática que muestra la anatomía de la próstata en un plano transverso (A) y sagital (B). **AFT:** Tejido fibromuscular anterior. **CZ:** Zona central. **ED:** Ducto eyaculador. **NVB:** Unión neurovascular. **PUT:** Tejido perirectal. **PZ:** Zona periférica. **U:** Uretra. **TZ:** Zona transicional.

Los factores genéticos y sus interacciones con las condiciones ambientales y el microambiente interno influyen en el desarrollo del cáncer de próstata. Además de la edad y antecedentes étnicos, el factor de riesgo epidemiológico más importante para el cáncer de próstata es el antecedente familiar (hay predisposición incremen-

tada en el cáncer de próstata principalmente en la población afroamericana). La progresión del tumor y las metástasis reciben influencia de una gran variedad de condiciones bioquímicas e inmunes mediadas por el microambiente tumoral. Algunos de los factores de riesgo poco conocidos son la dieta rica en grasas animales,

Cuadro 1. Factores de riesgo para cáncer de próstata.

- 1 Edad mayor de 50 años (la incidencia incrementa con la edad).
2. Antecedentes familiares de cáncer de próstata.
 - a) Dos veces en familiares de primer grado.
 - b) Tres familiares confiere un riesgo de 97%.
3. Etnicidad (mayor en raza negra, después blanca y finalmente asiáticos).
4. Localización geográfica (mayor en Estados Unidos y norte de Europa).
5. Dieta.
 - a) Rica en grasa.
 - b) Baja en vitamina E.
 - c) Baja en β-carotenos y selenio.

mientras que las dietas con β-carotenos confieren un factor protector (Cuadro 1).⁵

En la actualidad el diagnóstico está basado mayormente en el resultado de la biopsia transrectal guiada por ultrasonido;¹² sin embargo, debido a su baja agudeza para la detección y localización de lesiones tumorales se realizan múltiples biopsias de forma aleatorizada lo cual tiene diversas desventajas, por ejemplo el incremento de complicaciones resultado de la obtención de muestras innecesarias de tejido normal o la dificultad para determinar el sitio de biopsia previa ante un paciente con resultado previo negativo y niveles de APE persistentemente anormal.¹²

Considerando que muchos de los estudios radiológicos actuales no pueden localizar de manera precisa el cáncer de próstata *in vivo*, se realizan biopsias de manera aleatoria en pacientes con riesgo de cáncer prostático, llevando a altas tasas de falsos negativos. Se han utilizado varias modalidades, incluyendo el US, tomografía computada y RM, con grandes avances observados principalmente en esta última.¹¹ Las imágenes exitosas y precisas del cáncer de próstata son indispensables para el manejo clínico desde la detección y etapificación hasta el subsecuente monitoreo.

Diagnóstico con RM convencional

La RM de próstata con antena endorrectal (EC-IRM, Endorectal coil magnetic resonance imaging) requiere el uso combinado de la antena endorectal con una antena pélvica, se adquieren cortes de 3 mm.¹⁵ El protocolo incluye la realización de imágenes en T1 y T2 fase spin-eco, siendo el T2 de mayor utilidad ya que en la fase T1 las diferentes zonas anatómicas no puede ser fácilmente distinguida. En el tejido normal la secuencia T2 en la zona periférica muestra una alta intensidad de señal en comparación con la baja señal de la zona transicional y zona central. En el T2 el cáncer de

próstata aparece como una zona de baja señal en la zona periférica siendo fácilmente distinguido del tejido normal. Sin embargo existe significante limitación para distinguir el cáncer en las zonas transicional y central debido a que el tanto el cáncer como el tejido normal muestran baja intensidad de señal. La sensibilidad de la secuencias T2 para la detección de cáncer varía de 77-91% y la especificidad de 27 a 61% realizado con antena endorectal la cual disminuye significativamente sin ella.^{12,15}

Un estudio reciente determinó la utilidad de la imagen multiparamétrica en 3T para la detección del cáncer de próstata con T2, el acercamiento alternativo cercano tiene una sensibilidad y especificidad de 73% (95% CI: 0.67-0.78) y 89% (95% CI: 0.85-0.93), respectivamente.¹⁶

Evaluación con secuencia dinámicas contrastadas de RM

En el tejido canceroso los vasos tumorales tienen mayor permeabilidad que los vasos normales debido a la integridad de la pared vascular. Además el espacio intersticial es mayor en el tejido canceroso que en el tejido normal, por lo cual existe una gran concentración del material de contraste entre el plasma y el tejido normal característica que resulta en diferente patrón de reforzamiento entre el tejido canceroso y el normal.¹² Algunos estudios mencionan que los canceres (especialmente los de la zona periférica de la glándula) muestra un reforzamiento más temprano y mayor en comparación con el tejido normal.^{10,17} Las limitaciones de esta técnica incluyen la insatisfactoria detección de canceres en la zona transicional debido a la hipervasculardad de la hiperplasia prostática benigna.

Difusión

La difusión es la capacidad de movimiento o desplazamiento de las moléculas de agua, capacidad de los tejidos relacionada con la cantidad de agua libre intersticial y su permeabilidad. En general los canceres muestran más restricción de la difusión debido a su alta densidad celular y la abundancia de membranas intra o extracelulares, el coeficiente de difusión aparente (ADC) constituye su representación cuantitativa.¹²

En el cáncer de próstata, la arquitectura del tejido glandular normal es reemplazada por agregados de celular y estroma fibroso. Estos cambios inhiben el movimiento de las macromoléculas de agua, resultando en restricción de su difusión y reducción de los valores de ADC. Las ventajas de la técnica consisten en tiempos cortos de adquisición y alta resolución entre el tejido normal y el

tumoral; sin embargo, presenta muy pobre resolución espacial y el riesgo potencial de distorsión de la imagen causado por hemorragia post biopsia.¹²

Espectroscopia

La espectroscopia provee una información metabólica del tejido prostático por la demostración de sus componentes químicos proporciona una relativa concentración de metabolitos químicos en un pequeño volumen de tejido de interés denominado voxel.^{12,15}

El tejido protático normal contiene altos niveles de citrato (mayor en la zona periférica que en la zona central). En el cáncer de próstata los niveles de citrato disminuyen como resultado de su oxidación, al mismo tiempo los niveles de colina son elevados debido a la proliferación celular como resultado del incremento en el intercambio de fosfolípidos de membrana resultado de la proliferación celular.¹⁸ Debido a que el pico de colina es muy cercano al de citrato en el trazo espectral y ambos pueden ser inseparables en la práctica clínica se utiliza el índice de (colina + creatina)/citrato, el cual está incrementado en el tejido canceroso.¹²

El sistema de clasificación descrito por Kurhanewicz, et al.¹⁷ es utilizado para la interpretación del análisis espectral. En este sistema un voxel es clasificado como normal, sospechoso o muy sospechoso para cáncer. Un voxel es sospechoso de cáncer si el índice (colina + creatina)/citrato esta incrementado al menos dos desviaciones estándar (DE) por arriba del promedio normal, mientras que los voxels que se encuentran 3 DE por arriba del promedio normal se consideran muy de malignidad.¹⁸

La combinación entre espectroscopia por RM e imágenes convencionales han mostrado un incremento en la detección y localización del cáncer de próstata sobre todo en la zona periférica. Scheidler, et al.¹⁹ demostró una sensibilidad y especificidad combinada de 91 y 95% en comparación con 77-81% de las imágenes convencionales solas y 63-75% de la espectroscopia. Las biopsias dirigidas por MRS han ayudado a incrementar la detección del cáncer en pacientes con APE elevado y biopsias previas con resultados negativos.¹²

La espectroscopia con RM y pruebas dinámicas tienen un papel importante en la detección del foco tumoral en el cáncer de próstata en pacientes con APE persistentemente elevado (entre 4 y 10 ng/mL) y biopsias previas negativas. La combinación de MRS con pruebas dinámicas permite actualmente guiar las biopsias hacia el foco canceroso en pacientes con biopsias previamente negativas realizadas por ultrasonido.²⁰ La imagen metabólica

correlaciona mapas de un perfil biomolecular específico de cáncer en la próstata, lo que permitiría dirigir la biopsia. El índice de malignidad calculado con espectroscopia correlaciona linealmente con el tamaño de la lesión y demuestra 93-97% de precisión para detectar lesiones cancerosas en próstata, lo que sugiere el potencial uso clínico de este estudio.²¹ La sensibilidad local disminuye en dirección basodorsal a la apicentral, donde la especificidad local incrementa en la misma dirección. Por lo tanto, el cáncer de próstata demostrado por RM es más propenso a detectar regiones basodorsales, mientras se observan menos resultados falsos positivos en la región apicentral. Estas variaciones en especificidad y sensibilidad topográfica deben ser consideradas antes de realizar prostatectomía radical o biopsia guiada por RM.²²

Volumetría

Existen hallazgos patológicos que correlacionan tumores grandes con estadios avanzados de la enfermedad lo cual sugiere que el volumen tumoral provee una información importante sobre el pronóstico del paciente que es independiente de la evaluación morfológica directa o extensión extracapsular. Múltiples estudios sugieren que la combinación de MRS e imágenes contrastada de resonancia magnética pueden estimar el volumen tumoral previo al diagnóstico con significancia estadística.¹⁷

Estadio del cáncer de próstata

Históricamente el cáncer próstata estaba basado en la clasificación de Jewett; sin embargo, en los pasados 10 años la clasificación de TMN ha prevalecido.¹⁸ El estadio T clínico es altamente dependiente de los estudios de imagen. Comparado con la CT, US y la examinación rectal dirigida, las imágenes de RM¹⁸ tienen mayor agudeza en la evaluación de la enfermedad uni o bilobular (estadio 2), extensión extracapsular (estadio 3) e invasión de estructuras adyacentes (estadio 4), la literatura muestra rangos entre 52 -92% en la agudeza del estadio local por este método. Para el caso de este paciente su estadio fue T2N0M0 (tumor confinado dentro de la próstata).

Cuadro 2. Criterio de invasión extracapsular de próstata en RM.0

- Asimetría en asas neurovasculares.
- Involucro tumoral del asa neurovascular.
- Contorno angulado de la glándula prostática.
- Obliteración del ángulo rectoprostático.
- Márgenes irregulares y espiculados.

Cuadro 3. Criterios de RM para invasión de vesícula seminal.

- Hipointensidad focal de las vesículas seminales.
- Crecimiento de una masa hipointensa.
- Extensión tumoral directa desde la base hacia la superficie de las vesículas seminales.
- Conducto eyaculador expandido con hipointensidad y vesículas seminales hipointensas.

El incremento en la experiencia en la interpretación y un mejor entendimiento de los criterios morfológicos utilizados para el diagnóstico de enfermedad extraprostática son claves para mejorar la agudeza de la RM para determinar el estadio de la enfermedad. El uso combinado de la espectroscopía mejora sustancialmente la evaluación de la extensión extracapsular y disminuye la variabilidad interobservador. Los hallazgos utilizados para diagnóstico de enfermedad extracapsular son listados en el cuadro 2. Además de la extensión extracapsular, la invasión a vesículas seminales es un importante parámetro clínico debido a que se asocia con un mayor índice de falla a tratamiento en nuestro caso las vesículas estaban respetadas, los criterios para su diagnóstico son listados en el cuadro 3.¹⁸

CONCLUSIONES

En este reporte presentamos el abordaje diagnóstico de un paciente con cáncer de próstata y sintomatología urinaria obstructiva, lo que llevó a cirugía transuretral de próstata con diagnóstico benigno prequirúrgico y diagnóstico histopatológico final de cáncer de próstata. El escenario más común es la elevación del APE que requiere USG transrectal y posteriormente toma de biopsia. La RM

tiene su mayor utilidad previa a la toma de biopsia y posteriormente en el seguimiento.

Progresos sustanciales se han presentado en la evaluación por imagen del cáncer de próstata particularmente en las imágenes por RM. Una combinación de varias de técnicas de imagen de RM que proporcionan parámetros funcionales aunados a las imágenes convencionales incrementan la detección y localización del cáncer de próstata y facilitan la evaluación del volumen tumoral, agresividad y extensión.

Los métodos diagnósticos en radiología y medicina nuclear para cáncer de próstata así como para la detección de enfermedad recurrente locorregional y con nódulos linfáticos positivos han progresado dramáticamente en los últimos años. El cuadro 4 muestra el uso actual de los métodos diagnósticos utilizados en el screening, diagnóstico y seguimiento del cáncer de próstata. En relación a los avances técnicos en la RM y los nuevos trazadores utilizados en medicina nuclear, se ha logrado un incremento en la sensibilidad y especificidad de 90%. Especialmente en la RM, se han hecho esfuerzos para implementar el uso de imágenes multiparamétricas utilizando los métodos diagnósticos de espectroscopía y secuencias con difusión e incluyendo estudios dinámicos.²³ La resonancia magnética cada vez se reconoce más como una herramienta valiosa para la valoración del cáncer de próstata. En años recientes, la tecnología de la RM ha madurado, mejorando la adquisición de imágenes y su interpretación.²⁴ El estudio de RM, aunque ofrece ventajas, aún presenta limitaciones por costos y disponibilidad geográfica. Se espera que en un corto plazo sea más accesible a la población general.

Cuadro 4. Usos de los métodos diagnósticos y screening en un paciente con Ca de próstata.

Estadio	APE	Tacto rectal	US	RM	Serie ósea	PET	Biopsia prostática
< 50 años	A	A	NA	NA	NA	NA	NA
HPB	A	A	A	A	NA	NA	A
Ca de 1 ^a vez	A	A	A	A	*	NA	A
Control de Ca conocido	A	A	A	A	A	A	NA

A: Aplica. **NA:** No aplica. *****: A criterio del médico tratante.

REFERENCIAS

- Smith RA, Cokkinides V, Brooks D, Saslow D, Brawley OW. Cancer screening in the United States, 2010: A review of current American Cancer Society guidelines and issues in cancer screening. *CA Cancer J Clin* 2010; 60(2): 99-119.
- Rodríguez-Covarrubias F, Castillejos-Molina RA, Sotomayor M, Gabilondo F, Feria-Bernal G. The role of radical prostatectomy in the management of patients with high-grade prostate cancer and/or locally advanced disease. *Rev Invest Clin* 2009; 61(6): 456-60.

3. Wolf AM, Wender RC, Etzioni RB, Thompson IM, D'Amico AV, Volk RJ, et al. American Cancer Society guideline for the early detection of prostate cancer: Update 2010. *CA Cancer J Clin* 2010; 60(2): 70-98.
4. Shteynshlyuger A, Andriole GL. Prostate cancer: To screen or not to screen? *Urol Clin North Am* 2010; 37(1): 1-9, Table of Contents.
5. Alberti C. Hereditary/familial versus sporadic prostate cancer: Few indisputable genetic differences and many similar clinicopathological features. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2010; 14(1): 31-41.
6. Fiorentino M, Capizzi E, Loda M. Blood and tissue biomarkers in prostate cancer: State of the art. *Urol Clin North Am* 2010; 37(1): 131-41, Table of Contents.
7. Albertsen PC. The unintended burden of increased prostate cancer detection associated with prostate cancer screening and diagnosis. *Urology* 2010; 75(2): 399-405.
8. Candefjord S, Ramser K, Lindahl OA. Technologies for localization and diagnosis of prostate cancer. *J Med Eng Technol* 2009; 33(8): 585-603.
9. Iemelyanova AA, Grygorenko VM, Cheremuha SV, Romanenko AM. Correlation between histological type and immunohistochemical profile of prostate cancer and gleason scale gradation. *Exp Oncol* 2009; 31(4): 246-9.
10. Buckley DL, Roberts C, Parker GJ, Logue JP, Hutchinson CE. Prostate cancer: Evaluation of vascular characteristics with dynamic contrast-enhanced T1-weighted MR imaging initial experience. *Radiology* 2004; 233(3): 709-15.
11. Afnan J, Tempany CM. Update on prostate imaging. *Urol Clin North Am* 2010; 37(1): 23-5, Table of Contents.
12. Choi YJ, Kim JK, Kim N, Kim KW, Choi EK, Cho KS. Functional MR imaging of prostate cancer. *Radiographics* 2007; 27(1): 63-75; discussion -7.
13. Villers A, Lemaitre L, Haffner J, Puech P. Current status of MRI for the diagnosis, staging and prognosis of prostate cancer: implications for focal therapy and active surveillance. *Curr Opin Urol* 2009; 19(3): 274-82.
14. Umbehr M, Bachmann LM, Held U, et al. Combined magnetic resonance imaging and magnetic resonance spectroscopy imaging in the diagnosis of prostate cancer: A systematic review and meta-analysis. *Eur Urol* 2009; 55(3): 575-90.
15. Hricak H, Choyke PL, Eberhardt SC, Leibel SA, Scardino PT. Imaging prostate cancer: A multidisciplinary perspective. *Radiology* 2007; 243(1): 28-53.
16. Turkbey B, Pinto PA, Mani H, et al. Prostate cancer: Value of multiparametric MR imaging at 3 T for detection histopathologic correlation. *Radiology* 2010; 255(1): 89-99.
17. Kurhanewicz J, Vigneron D, Carroll P, Coakley F. Multiparametric magnetic resonance imaging in prostate cancer: Present and future. *Curr Opin Urol* 2008; 18(1): 71-7.
18. Claus FG, Hricak H, Hattery RR. Pretreatment evaluation of prostate cancer: Role of MR imaging and 1H MR spectroscopy. *Radiographics* 2004; 24 Suppl. 1: S167-80.
19. Scheidler J, Hricak H, Vigneron DB, et al. Prostate cancer: Localization with three-dimensional proton MR spectroscopic imaging-clinicopathologic study. *Radiology* 1999; 213(2):473-80.
20. Sciarra A, Panebianco V, Ciccarello M, et al. Value of magnetic resonance spectroscopy imaging and dynamic contrast-enhanced imaging for detecting prostate cancer foci in men with prior negative biopsy. *Clin Cancer Res* 2010; 16(6): 1875-83.
21. Wu CL, Jordan KW, Ratai EM, et al. Metabolomic imaging for human prostate cancer detection. *Sci Transl Med* 2010; 2(16): 16ra 8.
22. Colleselli D, Schilling D, Lichy MP, Hennenlotter J, Vogel UH, Krueger SA, et al. Topographical Sensitivity and Specificity of Endorectal Coil Magnetic Resonance Imaging for Prostate Cancer Detection. *Urol Int* 2010.
23. Weidner A, Michaely HJ, Pelzer A, et al. Imaging of Prostate Cancer by Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine. *Aktuelle Urol* 2009; 15: 35-42.
24. Fuchsberger M, Akin O, Shukla-Dave A, Pucar D, Hricak H. The role of MRI and MRSI in diagnosis, treatment selection, and post-treatment follow-up for prostate cancer. *Clin Adv Hematol Oncol* 2009; 7(3): 193-202.

Correspondencia:

Dr. Ernesto Roldán-Valadez
Unidad de Resonancia Magnética
Fundación Clínica Médica Sur,
Puent de Piedra No. 150
Col. Toriello Guerra. Del. Tlalpan,
C.P. 14050, México, D.F.,
Tel.: (01-55) 54247200, ext. 7230 y 7231
Correo electrónico: ernest.roldan@usa.net