Retos diagnósticos del PI-RADS durante la evaluación del cáncer de próstata por resonancia magnética

Diagnostic challenges of PI-RADS during the evaluation of prostate cancer

María J. Acosta-Falomir*, Hugo A. Cervantes-Flores, Jorge A. García-Rizk, Jorge Ramírez-Landero y Yeni De Lara-Fernandez

Servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, Departamento de Radiología e Imagen Molecular, Centro Médico ABC, Ciudad de México, México

RESUMEN

Introducción: El desarrollo del sistema de procesamiento de datos y generación de reporte para imágenes de la próstata (PI-RADS) ha permitido aplicar un método estandarizado relativamente simple para categorizar mediante resonancia magnética (RM) las características de la próstata y otorgar la probabilidad de cáncer en pacientes con sospecha clínica. Durante este análisis multiparamétrico existen varios hallazgos que pueden llegar a confundir hasta al más experto de los radiólogos enfocados a patología prostática. Se pueden agrupar en tres categorías principales: aquellos que corresponden a estructuras anatómicas normales, debidos a procedimientos previos y originados por patología no tumoral. Aunque el sistema PI-RADS es una herramienta eficiente para el diagnóstico, el estadiaje y la localización precisa del cáncer de próstata, existen limitaciones anatómicas e histológicas que pueden reconocerse evaluando todas las secuencias, mientras que otras solo pueden confirmarse con la evaluación histopatológica. **Objetivos:** Definir aquellas entidades benignas que simulan un cáncer prostático. **Conclusión:** Es importante que los radiólogos, tanto experimentados como inexpertos, reconozcan estas dificultades al momento de interpretar la RM de próstata.

Palabras clave: Cáncer de próstata. PI-RADS. Errores diagnósticos. Resonancia magnética.

Correspondencia:

*María J. Acosta-Falomir

E-mail: acostafalomir@gmail.com

Recibido: 25-01-2020

Aceptado: 22-04-2020

DOI: 10.24875/ARM.20000017

1665-2118/© 2020 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

Introduction: The Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) has allowed us to apply a relatively simple standardized method to categorize the characteristics of the prostate by means of magnetic resonance and offer the probability of cancer in patients with clinical suspicion. During this multiparametric assessment there are several findings that can confuse even the most expert prostate imaging radiologist. They can be grouped into 3 main categories: those that correspond to normal anatomical structures, due to previous procedures and originated by non-tumoral pathology. Although the PI-RADS system is an efficient tool for the diagnosis, staging and precise location of prostate cancer, there are anatomical and histological limitations that can be recognized by evaluating all sequences, while others can only be confirmed with histopathological evaluation. **Objectives:** To define those benign entities that simulate prostate cancer. **Conclusion:** It is important that radiologists, both experienced and inexperienced, recognize these difficulties when interpreting prostate MRI.

Key words: Prostate cancer. PI-RADS. Pitfalls. Magnetic resonance imaging (MRI).

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al reporte del GLOBOCAN emitido en el año 2018, se estima que el número de casos nuevos y el número de muertes correspondientes a cáncer de próstata a nivel mundial fue del 7.1% (población 1,276,106) y 3.8% (358,989), respectivamente. De acuerdo a lo anterior, el cáncer de próstata ocupa el cuarto lugar en cuanto a incidencia, y en varones específicamente, es la segunda causa de mortalidad por neoplasia. Sin embargo, el cáncer de próstata es la neoplasia más frecuentemente diagnosticada, tomando en cuenta un total de 105 países. En este reporte, nuestro país ocupa el segundo lugar en casos nuevos y el primero en cuanto a muertes¹. El desarrollo del sistema de procesamiento de datos y generación de reporte para imágenes de la próstata (PI-RADS) ha permitido aplicar un método estandarizado relativamente simple para categorizar mediante resonancia magnética

(RM) las características de la próstata y otorgar la probabilidad de cáncer de próstata en pacientes con sospecha². Inicialmente, la RM de próstata se utilizaba para valorar la invasión locorregional en los pacientes con biopsia positiva. Con los avances tecnológicos se han logrado incrementar las aplicaciones de la RM de próstata para detectar el cáncer clínicamente significativo, realizar biopsias dirigidas y, así, reducir la morbilidad asociada³⁻⁵, y en los pacientes en vigilancia activa que están siendo evaluados por tiempos de duplicación cortos del antígeno prostático específico o cambios en el estado clínico/patológico⁵. Debido a las grandes inconsistencias en el protocolo, interpretación y reporte de la RM de próstata, en 2012 se publicó la versión 1 de PI-RADS. En respuesta al rápido progreso y al conocimiento de las limitantes de la versión 1, en 2015 se publicó la versión 2 (v2). Como es un sistema que se va perfeccionando conforme pasa el tiempo, actualmente utilizamos la versión

2.1 publicada en 2019 (v2.1)³⁻⁵. Sin embargo, existen varios hallazgos que pueden llegar a confundir hasta al más experto de los radiólogos enfocados a patología prostática. Por ello, dentro de este artículo hablaremos sobre las entidades que por imagen logran provocar esta incertidumbre, y para ello se agruparán en tres categorías: estructuras anatómicas normales, procedimientos previos y patología no tumoral⁶⁻⁸.

RETOS DIAGNÓSTICOS

Estructuras anatómicas normales

ZONA CENTRAL

Los cánceres en esta zona son raros, se estima que son el 0.5-2.5% de los casos, usualmente asociados a una alta incidencia de invasión a vesículas seminales, extensión extracapsular y alto grado de Gleason^{7,9,10}. Debido a la escasa cantidad de tejido glandular presente en esta zona, exhibe una intensidad de señal baja tanto en T2 como en el mapa de *Apparent Diffusion Coefficient* (ADC), lo que, en ocasiones, produce confusión diagnóstica con tumores^{9,11,12}. Es por ello que la apariencia simétrica y su ubicación esperada son características guía, aunque hay que considerar que en hasta el 20% de los casos se puede observar su morfología como asimétrica (Fig. 1) y, en ocasiones, el crecimiento de la zona transicional puede comprimir la zona central, desplazándola hacia la base^{12,13}. En la vista coronal aparece como hipointensidad en forma de lágrima a cada lado de la línea medial, conocida como el signo del bigote⁶. En la vista axial aparece como un foco hipointenso en la línea media

posterior donde las dos zonas centrales convergen a nivel de la porción media glandular^{12,14}.

ESTROMA FIBROMUSCULAR ANTERIOR

Cuando es voluminoso puede imitar el cáncer de la zona de transición anterior debido a su aspecto lentiforme, señal baja homogénea en T2 y un valor de ADC bajo^{9,12}. Como la evaluación PI-RADS v2 de las lesiones de la zona de transición se basan en la apariencia de la imagen ponderada en T2, a estas lesiones se les puede asignar fácilmente un puntaje PI-RADS 4 o 5². La característica distintiva es la falta de difusión restringida y de vascularización debido a su naturaleza fibrosa, por lo tanto, siempre se debe examinar el valor b alto en la *Diffusion-weighted Magnetic Imaging* (DWI), por falta de señal alta^{4,10}.

PLEXO VENOSO PERIPROSTÁTICO

Predominantemente anterior y lateral a la próstata, su calibre varía entre los individuos, y es más grande en pacientes jóvenes y con glándulas de pequeño tamaño. De forma habitual, puede identificarse como una imagen con baja señal en la secuencia T2 y en el mapa de ADC, dependiendo de la velocidad y turbulencia del flujo sanguíneo^{7,11}. Cuando se observa de frente en la vista axial puede ser erróneamente considerado una lesión dentro de la zona periférica, especialmente en las secuencias DWI/ADC, donde la resolución espacial es baja (Fig. 2). Para evitar esto es importante realizar una cuidadosa revisión de las secciones contiguas que puedan demostrar la continuidad del plexo venoso periprostático^{4,11}.

FIGURA 1. Zona central asimétrica. **A:** secuencia T2 en coronal. **B:** secuencia T2 en axial se identifica asimetría por mayor volumen de la porción prostática central del lado izquierdo. **C:** Realce heterogéneo. **D:** hipointensa en el mapa de ADC. **E:** isointensa en difusión (valor de b 1,400 s/mm²) respecto a la contra lateral. **F:** simétrica en el mapa de color. ADC: *Apparent Diffusion Coefficient*.

FIGURA 2. Paquete venoso periprostático. **A:** hipointensidad focal en T2. **B:** en la imagen de contraste de color se observa también de morfología nodular. **C:** en la secuencia de difusión (valor de b 1,400 s/mm²). **D:** hipointensa en el mapa de ADC. ADC: *Apparent Diffusion Coefficient*.

PAQUETES NEUROVASCULARES

Esta estructura incluye el plexo nervioso, arterias, venas y pequeñas ramificaciones nerviosas que perforan la cápsula y suplen en sí a la próstata⁸. Se ha descrito clásicamente como una estructura discreta, que se extiende a lo largo del margen posterolateral de la próstata, cerca de la cápsula prostática, en aproximadamente las posiciones de las 5 y 7 en punto^{11,12}. Esta estructura se observa como hipointensa en las secuencias T2 y mapa de ADC. Debido a su proximidad con la zona periférica, su apariencia redondeada puede ser confundida con carcinoma^{14,15}. Los puntos clave para evitar esta confusión son su ubicación a lo largo del borde externo de la cápsula externa y su

FIGURA 3. Conductos eyaculadores. **A:** secuencia T2 en axial se observa una hipointensidad nodular. **B:** isointensa en difusión (valor de b 1,400 s/mm²). **C:** ligeramente hipointensa en el mapa de ADC. **D:** asimétrica en la imagen de contraste de color. **E:** en acercamiento de T2 se identifican las imágenes tubulares que corresponden con la desembocadura de los conductos eyaculadores en la porción periférica en el *verum montanum*.

ADC: *Apparent Diffusion Coefficient*.

apariencia tubular cuando se rastrea a lo largo de múltiples cortes consecutivos⁶.

CONDUCTOS EYACULADORES

Estructuras pares que se originan cerca de los vasos deferentes posterior a la próstata y adyacente a las vesículas seminales. Recorren la próstata y desembocan en la uretra prostática a nivel del *veru montanum*. Los conductos se visualizan en el aspecto medial de la zona periférica, cerca de la línea media, entre la base y la parte media^{6,12,16}. Dado que los conductos están encerrados por haces intermitentes de fibras longitudinales, pueden presentarse como imágenes con señal hipointensa en las secuencias T2 y mapa de ADC, imitando al carcinoma^{6,12}. Su ubicación típica, su aspecto bilateral y alargado, y la falta de

reforzamiento temprano y lavado en la fase dinámica contrastada (DCE) ayudan a diferenciarlos^{9,11} (Fig. 3).

ENGROSAMIENTO DE LA CÁPSULA QUIRÚRGICA

La presión externa producida durante el desarrollo de la hiperplasia prostática benigna (HPB) induce la proliferación y engrosamiento de esta capa fibromuscular. Como consecuencia, se condensa en una banda que rodea a la zona de HPB^{3,7,14}. Puede ser asimétrica en algunos pacientes, así mismo exhibe un valor de ADC bajo, simulando al cáncer de próstata³. Esto se debe a la distorsión de la próstata en el mapa de ADC, donde un área de engrosamiento simétrico puede ser malinterpretada como una lesión focal que exhibe restricción

en su difusión dentro de la zona periférica o de transición y, con esto, considerada como un tumor sospechoso^{4,6,14}. La correlación cuidadosa del mapa de ADC con la imagen ponderada en T2 demuestra que el hallazgo corresponde a la cápsula quirúrgica. Así mismo, su localización clásica entre la zona de transición y la zona periférica, al igual que su forma de banda elongada, permiten realizar su diferenciación del cáncer de próstata¹².

Patología no tumoral

NÓDULO ESTROMAL

La HPB es una condición que se caracteriza por el crecimiento de la zona transicional a expensas del estroma prostático y células epiteliales, lo cual resulta en la formación de discretos nódulos o de gran tamaño^{11,14}. En la secuencia T2, los nódulos de la HPB adoptan una apariencia heterogénea y pueden ser hipointensos, isointensos o hiperintensos, dependiendo de la relación tejido glandular/tejido estromal⁹.

Los elementos glandulares presentan alta señal en T2 debido a la presencia de secreciones y ectasia quística. Estos quistes no simulan cáncer; sin embargo, el estroma nodular demuestra baja señal de intensidad en la secuencia T2 debido a la presencia de elementos fibrosos y escleróticos, lo cual puede simular la apariencia de cáncer de la zona transicional¹⁰. Además, debido a su alto contenido celular e incrementada vascularidad, presenta restricción a la difusión, con reforzamiento temprano en la secuencia de contraste dinámico¹⁷⁻¹⁹. La tasa de detección de los tumores de la zona transicional mediante la secuencia T2 va del 56 al 63%⁶. Los hallazgos sugestivos de cáncer en T2 son

la baja señal de intensidad de forma homogénea, los márgenes mal definidos, la falta de cápsula, la forma lenticular y el comportamiento invasivo¹⁰. Los nódulos estromales tienden a ser bien definidos, más heterogéneos y con apariencia redondeada encapsulada¹² (Fig. 4). Un puntaje en la difusión o en el ADC de 5 puede definir una lesión equívoca PI-RADS 3 a un puntaje final de PI-RADS 4, porque existe una superposición sustancial entre el valor de ADC de la hiperplasia del estroma y el cáncer^{17,18}. El papel de la DCE en la zona de transición es limitado¹⁹. Como la hiperplasia del estroma es un hallazgo común y comparte muchas características con el cáncer de próstata, la precisión de la RM de detección de cáncer en la zona de transición permanece limitado¹⁴.

NÓDULO ECTÓPICO DE HIPERPLASIA PROSTÁTICA BENIGNA

Aunque la mayoría de los nódulos de la HPB ocurren en la zona transicional, en ocasiones pueden originarse en la zona periférica o en la zona central. Estos pueden observarse con restricción de la difusión y DCE positiva^{6,14}. La heterogeneidad interna y la presencia de una pseudocápsula son características que ayudan a diferenciar esta entidad del cáncer. Sin embargo, la restricción en la difusión y la falta de heterogeneidad en T2 pueden fácilmente hacer que sean mal diagnosticados como cáncer⁶.

PROSTATITIS BACTERIANA

Ya sea aguda o crónica, en conjunto tiene una prevalencia del 9.7%. La patología aguda es poco común y más probable que ocurra en pacientes jóvenes, debido a *Escherichia coli*,

FIGURA 4. Nódulo heterotópico estromal. **A:** secuencia T2 en axial. **B:** secuencia T2 en coronal donde se identifica una imagen nodular de pared bien definida, hipointensa y heterogeneidad en la porción central. **C:** hipointenso en el mapa de ADC con un coeficiente de $0.93 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. **D:** en el mapa de color se nota hipointenso. **E:** hiperintenso en difusión (valor de b 1,400 s/mm²). **F:** sin reforzamiento postgadolinio. ADC: *Apparent Diffusion Coefficient*.

Enterococcus y *Proteus*. El sello celular es un influjo de neutrófilos. La entidad crónica usualmente afecta pacientes ancianos. Los cultivos de rutina no permiten una identificación de organismos^{4,9,12}. Los linfocitos son a menudo observados en la prostatitis crónica asociándose atrofia glandular. En la secuencia T2, se advierte hipointensidad con leve a moderada restricción en la difusión en la zona periférica. En la mayoría de los casos, la prostatitis puede diferenciarse rápidamente del cáncer: primero, el grado de señal en T2 y la restricción en la difusión tiende a ser menor que en el cáncer de próstata; segundo, la forma es a menudo nodular, en forma de banda o difusa con márgenes indistintos¹⁴.

PROSTATITIS GRANULOMATOSA

Existen cinco tipos de esta entidad: idiopática, infecciosa, iatrogénica, malacoplaquia y asociada con enfermedad sistémica granulomatosa. Además, existe una subdivisión de acuerdo a la presencia o no de necrosis: caseificante y no caseificante¹². La causa más frecuente de la de tipo infecciosa es *Mycobacterium tuberculosis* o la desarrollada posterior a la administración intravesical de bacilo de Calmette-Guerin como tratamiento en pacientes con cáncer vesical⁹. La prostatitis granulomatosa no necrotizante aparece como un área de hipointensidad en la zona periférica en la secuencia T2, además se asocia restricción en la

FIGURA 5. Prostatitis bacteriana. **A:** nódulo francamente hipointenso en T2 localizado en la porción periférica. **B:** hipointenso en el mapa de ADC con un coeficiente de $0.716 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. **C:** hiperintenso en difusión (valor de b 1,400 s/ mm^2) por restricción molecular. **D:** se acentúa en el mapa de color. ADC: *Apparent Diffusion Coefficient*.

difusión debido al alto contenido celular con marcado lavado en DCE, por lo que puede simular la apariencia del cáncer de próstata⁶ (Fig. 5). Cuando existe necrosis central, se observa en la secuencia T2 como una zona con hiperintensidad marcada con restricción de la difusión y falta de reforzamiento en DCE. Inclusive una prostatitis granulomatosa muy elocuente puede demostrar extensión extra-prostática y, por lo tanto, resultar en un puntaje 5 de PI-RADS^{6,14}.

ATROFIA

Ya sea a expensas de prostatitis, radiación, antiandrógenos o isquemia crónica por arterioesclerosis local, puede ocasionar elevación

del antígeno prostático sérico debido al daño ocasionado a las células epiteliales^{9,12}. La zona periférica es la más frecuentemente afectada y adopta una apariencia de área focal o geográfica de baja señal ponderada en T2 con moderada restricción molecular en la secuencia difusión y reforzamiento^{6,7,14}. El grado de restricción molecular en la secuencia difusión es usualmente menos marcada que en el cáncer. La pérdida de volumen y la retracción de los contornos son características útiles para distinguir la atrofia del cáncer⁶.

CALCIFICACIÓN

Puede ocurrir dentro de la próstata debido a secreciones prostáticas concretas o cuerpos amiláceos, usualmente en la zona transicional. En la mayoría de los casos, estas son asintomáticas y un hallazgo incidental^{6,14}. Debido al efecto diamagnético del calcio, las calcificaciones tienen una baja señal en todas las secuencias, incluyendo T2 y ADC, así como DWI en todos los valores de b ⁶.

Procedimientos previos

HEMORRAGIA POSBIOPSIA

La hemorragia posbiopsia puede visualizarse hipointensa en T2 con o sin restricción de la difusión, y dar como resultado un falso positivo. La señal de la hemorragia posbiopsia depende del estadio de degradación de la hemoglobina. Una señal hiperintensa del sangrado subagudo en T1 es extremadamente útil en la determinación de presencia de hemorragia^{10,20,21} (Fig. 6). No existe un acuerdo con respecto al retraso necesario después de

FIGURA 6. Zona de hemorragia post-biopsia. **A:** zona de morfología nodular hiperintensa en difusión (valor de b 1,400 s/mm²). **B:** hipointensa en el mapa de ADC. **C-D:** con señal intermedia y heterogénea en T2. **E:** sin reforzamiento posgadolinio. **F:** muy evidente en el mapa de color. ADC: *Apparent Diffusion Coefficient*.

la biopsia, pero se ha recomendado un intervalo de al menos 8 semanas entre la biopsia y la RM prostática^{11,22,23}.

CONCLUSIONES

Aunque el sistema ha mejorado en la descripción y clasificación de los hallazgos compatibles con cáncer de próstata, existen múltiples estructuras anatómicas y entidades benignas frecuentemente observadas en los estudios de RM multiparamétrica que se comportan en algunas secuencias de forma similar al cáncer, como la HPB, prostatitis, atrofia, calcificaciones, hemorragia

posbiopsia, etc., por lo cual es de suma importancia que el radiólogo esté familiarizado con la presentación de estas entidades en las distintas secuencias utilizadas, ya que tienen características que nos permiten diferenciarlas y de esta manera tener resultados más acertados y poder orientar en el manejo clínico de los pacientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Marco Antonio Téliz Mene-ses, Jefe del Departamento de Radiología e Imagen Molecular del Centro Médico ABC, su constante apoyo y enseñanzas.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*. 2018;68(6):394-424.
- Stolk TT, de Jong IJ, Kwee TC, Luiting HB, Mahesh SVK, Doornweerd BHJ, et al. False positives in PIRADS (V2) 3, 4, and 5 lesions: relationship with reader experience and zonal location. *Abdom Radiol*. 2019;44(3):1044-51.
- Torregrosa Andrés A, Otero García M, Sineiro Galiñanes M. Resonancia magnética de próstata: lectura con el sistema PI-RADS V2. *Radiología*. 2017;59(2):128-38.
- Steiger P, Thoeny HC. Prostate MRI based on PI-RADS version 2: How we review and report. *Cancer Imaging*. 2016;16(1):1-9.
- Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, Padhani AR, Villeirs G, Macura KJ, et al. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2. *Eur Urol*. 2019;76(3):340-51.
- Yuen B, Cho C, Hung E. Pitfalls of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2: a Pictorial Essay. *Hong Kong J Radiol*. 2018;21(4):280-91.
- Kitzing YX, Prando A, Varol C, Karczmar GS, Maclean F, Oto A. Benign Conditions That Mimic Prostate Carcinoma: MR Imaging Features with Histopathologic Correlation. *RadioGraphics*. 2016;36(1):162-175.
- Rosenkrantz AB, Taneja SS. Radiologist, Be Aware: Ten Pitfalls That Confound the Interpretation of Multiparametric Prostate MRI. *Am J Roentgenol*. 2014;202(1):109-20.
- Rosenkrantz AB, Taneja SS. Radiologist, Be Aware: Ten Pitfalls That Confound the Interpretation of Multiparametric Prostate MRI. *Am J Roentgenol*. 2014;202(1):109-20.
- Chatterjee A, Thomas S, Oto A. Prostate MR: pitfalls and benign lesions. *Abdom Radiol*. 2019;(0123456789).
- Bhowmik NM, Yu J, Fulcher AS, Turner MA. Benign causes of diffusion restriction foci in the peripheral zone of the prostate: diagnosis and differential diagnosis. *Abdom Radiol*. 2016;41(5):910-8.
- Kitzing YX, Prando A, Varol C, Karczmar GS, Maclean F, Oto A. Benign Conditions That Mimic Prostate Carcinoma: MR Imaging Features with Histopathologic Correlation. *RadioGraphics*. 2016;36(1):162-75.
- Rosenkrantz AB, Taneja SS. Radiologist, Be Aware: Ten Pitfalls That Confound the Interpretation of Multiparametric Prostate MRI. *Am J Roentgenol*. 2014;202(1):109-20.
- Panebianco V, Giganti F, Kitzing YX, Cornud F, Campa R, De Rubeis G, et al. An update of pitfalls in prostate mpMRI: a practical approach through the lens of PI-RADS v. 2 guidelines. *Insights Imaging*. 2018;9(1):87-101.
- Kim SH, Cho JY. *Oncologic Imaging: Urology*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2017.
- Stabile A, Dell'Oglio P, De Cobelli F, Esposito A, Gandaglia G, Fossati N, et al. Association Between Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS) Score for the Index Lesion and Multifocal, Clinically Significant Prostate Cancer. *Eur Urol Oncol*. 2018;1(1):29-36.
- Schlenker B, Apfelbeck M, Armbruster M, Chaloupka M, Stief CG, Clevert DA. Comparison of PIRADS 3 lesions with histopathological findings after MRI-fusion targeted biopsy of the prostate in a real world-setting. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2019;71(2):165-70.
- Rosenkrantz AB, Kim S, Campbell N, Gaing B, Deng FM, Taneja SS. Transition Zone Prostate Cancer: Revisiting the Role of Multiparametric MRI at 3 T. *Am J Roentgenol*. 2015;204:W266-72.
- Oto A, Kayhan A, Jiang Y, Tretiakova M, Yang C, Antic T, et al. Prostate cancer: differentiation of central gland cancer from benign prostatic hyperplasia by using diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced MR imaging. *Radiology*. 2010;257:715-23.
- Lahoti AM, Dhok AP, Rantnaparkhi CR, Rawat JS, Chandak NU, Tawari HS. Role of Magnetic Resonance Imaging, Magnetic Resonance Spectroscopy and Transrectal Ultrasound in Evaluation of Prostatic Pathologies with Focus on Prostate Cancer. *Polish J Radiol*. 2017;82:827-36.
- Mussi TC, Baroni RH, Zagoria RJ, Westphalen AC. Prostate magnetic resonance imaging technique. *Abdom Radiol*. 2019;(0123456789).
- Kitzing YX, Prando A, Varol C, Karczmar GS, Maclean F, Oto A. Benign Conditions That Mimic Prostate Carcinoma: MR Imaging Features with Histopathologic Correlation. *RadioGraphics*. 2016;36(1):162-75.
- Schimmöller L, Quentin M, Arsov C, Hiester A, Buchbender C, Rabenalt R, et al. MR-sequences for prostate cancer diagnostics: validation based on the PI-RADS scoring system and targeted MR-guided in-bore biopsy. *Eur Radiol*. 2014;24:2582-9.