



# **RESONANCIA MAGNÉTICA MULTIPARAMÉTRICA EN EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES TRATADOS DE CÁNCER DE PRÓSTATA**

**Alfonso Iglesias Castañón  
Mercedes Arias González  
Beatriz Nieto Baltar  
Marta Herreros Villaraviz  
Ángel Nieto Parga  
Jorge Mañas Uxó**

**Unidad de Diagnóstico por Imagen  
Vigo**



## Objetivo docente

Describir las secuencias de la RM multiparamétrica (RMMP) y su utilidad, para la detección precoz de recidiva local en el seguimiento del paciente tratado de cáncer de próstata (caP)

Describir las diferentes opciones terapéuticas para el tratamiento del cáncer de próstata

Mostrar los cambios secundarios al tratamiento en la RM multiparamétrica

Demostrar con ejemplos los diferentes patrones de recurrencia en la RM multiparamétrica para diferenciar recidiva de los cambios post-tratamiento

## Revisión del tema

El caP es el tumor más frecuente en el varón en Occidente

85% de los pacientes tienen enfermedad localizada al diagnóstico

Tratamiento curativo con prostatectomía radical o radioterapia

30-50% de los pacientes tratados recidivan (1)

El diagnóstico de recidiva se establece con los niveles de PSA

La elevación del PSA se denomina recidiva bioquímica

Los criterios de recidiva bioquímica varían en función del tratamiento realizado: prostatectomía radical o radioterapia

Los pacientes recién operados de prostatectomía radical con PSA elevado puede ser debido a restos glandulares en el lecho prostático

La recidiva bioquímica precede a la recidiva clínica en 8-10 años

Únicamente el 30% de los pacientes con una recidiva bioquímica progresará a recidiva clínica

La recidiva puede ser local (25-30%), a distancia (20-25%) o ambas (45-55%)

La RMMP es útil en:

- Seguimiento de pacientes tratados de cáncer de próstata
- Pacientes con cáncer de próstata de bajo grado en seguimiento activo.



## Protocolo de la RMMP en seguimiento de pacientes tratados de caP y utilidad de las secuencias utilizadas

La RMMP es efectiva en la detección precoz de la recidiva local tras tratamiento. Es fundamental para manejo y seguimiento de los pacientes tratados.

### Nuestro protocolo:

- Equipo de 1,5 T y antena de superficie
- Contraste de gadolinio i/v, 0,1mmol/Kg a 2.5 ml/s con inyector
- 4 horas de ayuno
- No utilizamos de rutina, enema de limpieza ni administramos glucagón
- Recomendamos acudir al baño antes de empezar el estudio
- Secuencias:
  - Morfológicas T2 alta resolución en los tres planos. Valoración de la anatomía
  - Morfológica T1 (DIXON) desde bifurcación aórtica a sínfisis púbica. Valorar cambios hemorrágicos, adenopatías pélvicas y lesiones óseas
  - Difusión de la pelvis (b 50,1000 y 1500 y b calculado 2000)
  - Difusión de próstata y vesículas seminales con campo de visión pequeño si no se ha hecho prostatectomía (b 50 y 800)

La secuencia de difusión refleja el movimiento browniano aleatorio de las moléculas de agua en el espacio intersticial. La mayor densidad celular del tejido neoplásico dificulta la difusión normal de las moléculas de agua (difusión restringida) y **se manifiesta con hiperseñal en las imágenes de difusión con valores de b altos**

Obtención de los mapas ADC (coeficiente de difusión aparente) para cuantificar la difusión. **Las recidivas mostrarán baja señal en el mapa ADC**

- Perfusión con secuencia dinámica multifase tras contraste intravenoso (T1 GRE 3D con saturación de la grasa de alta resolución temporal, 4-9 segundos cada fase, durante 4-5 minutos)

Análisis cualitativo de la morfología de la curva de captación: Tipo I o progresiva, tipo II o en meseta o tipo III o de lavado rápido. Valora la vascularización y de forma indirecta la angiogénesis. No utilizamos de rutina parámetros cuantitativos

**Las recidivas, mostrarán una captación precoz del contraste, con lavado o meseta posterior**

## Opciones de tratamiento del cáncer de próstata

Antes hay que conocer la extensión y el pronóstico de la enfermedad

Los factores más importantes para predecir la evolución de la enfermedad son: estadio, PSA en sangre, volumen tumoral (número de muestras positivas y porcentaje infiltración en la biopsia), puntuación de Gleason (grado de agresividad del tumor en la muestra histológica)

Además, hay que valorar: edad, estado general y efectos secundarios del tratamiento

Los modelos predictivos con PSA, Gleason y estadio predicen la probabilidad de que el paciente esté libre de enfermedad tras el tratamiento y ayudan a decidir el mejor tratamiento

Los pacientes con caP localizado en la próstata, se clasifican en 4 grupos de riesgo según la nueva clasificación de la National Comprehensive Cancer Network:

Riesgo	PSA	Gleason	TNM	Otros
Muy bajo	<10	≤6	T1c	<3 cores de la biopsia positivos, todos con <50% del core comprometido; Densidad de PSA <15 ng/mL/gr
Bajo	<10	≤6	T1-T2a	
Intermedio	10 a 20	7	T2b-T2c	
Alto	>20	8 a 10	T3a	

Más del 85% de los pacientes del grupo de riesgo bajo están libres de enfermedad a los 5 años de finalizar el tratamiento con cirugía o radioterapia.

El 50-70% de los pacientes del grupo de riesgo intermedio estarán libres de enfermedad a los 5 años del fin del tratamiento

Solo el 33% de los pacientes del grupo de riesgo alto permanecerán libres de enfermedad tras el tratamiento local

Las **distintas opciones de tratamiento** en el caP son:

- Vigilancia activa
- Tratamiento local:
  - Quirúrgico: Prostatectomía radical
  - Radioterapia: Radioterapia por haz externo o Braquiterapia
- Terapias focales
- Tratamiento sistémico: Hormonoterapia

## Seguimiento de pacientes en vigilancia activa

La vigilancia activa es una estrategia conservadora para pacientes con caP de riesgo bajo o intermedio

Consiste en no dar ningún tipo de tratamiento hasta confirmar progresión

Intenta evitar y retrasar los efectos secundarios del tratamiento (disfunción eréctil, incontinencia...)

Con un seguimiento estricto no se modifica la probabilidad de curación (2)

Con los programas de vigilancia activa la probabilidad de padecer metástasis a los 10 años del diagnóstico, es del 0-1%, la misma, que la probabilidad de muerte por dicho caP a 10 años

El 45% de los pacientes diagnosticados de caP son candidatos a vigilancia activa

La finalidad es evitar tras una prostatectomía radical un diagnóstico histológico de cáncer de próstata insignificante (Gleason  $\leq 6$ , volumen tumoral  $\leq 0.5$  cc y ausencia de invasión extracapsular)

Es fundamental valorar el estadio clínico del paciente y realizar la estratificación del riesgo del cáncer

Los criterios de elección para vigilancia activa más difundidos incluyen: Gleason  $\leq 6$ , PSA  $< 10$  ng/ml, densidad del PSA  $< 0,15$  ng/ml/ml y máximo 2 cilindros afectados

La vigilancia activa tiene intención curativa y se ofrece solo a pacientes con opción a tratamiento curativo (prostatectomía o radioterapia) en caso de progresión

El paciente debe recibir tratamiento si los resultados de las pruebas realizadas muestran signos de progresión.

Aproximadamente el 50% de los pacientes que están en vigilancia activa reciben tratamiento en los tres primeros años por progresión o por la ansiedad de permanecer sin tratamiento

Existe una variante de la vigilancia activa, la observación o espera vigilante en pacientes con esperanza de vida menor de 5 años (edad o enfermedades graves)

En ese caso, el PSA, el tacto rectal y las biopsias no se realizan de forma rutinaria

## Utilidad de la RMMP en los pacientes en vigilancia activa

La RMMP es la técnica de imagen de elección para la selección de pacientes por su alto VPN (68-100%)

Es imprescindible que el paciente tenga una RMMP basal (en el momento del diagnóstico) para:

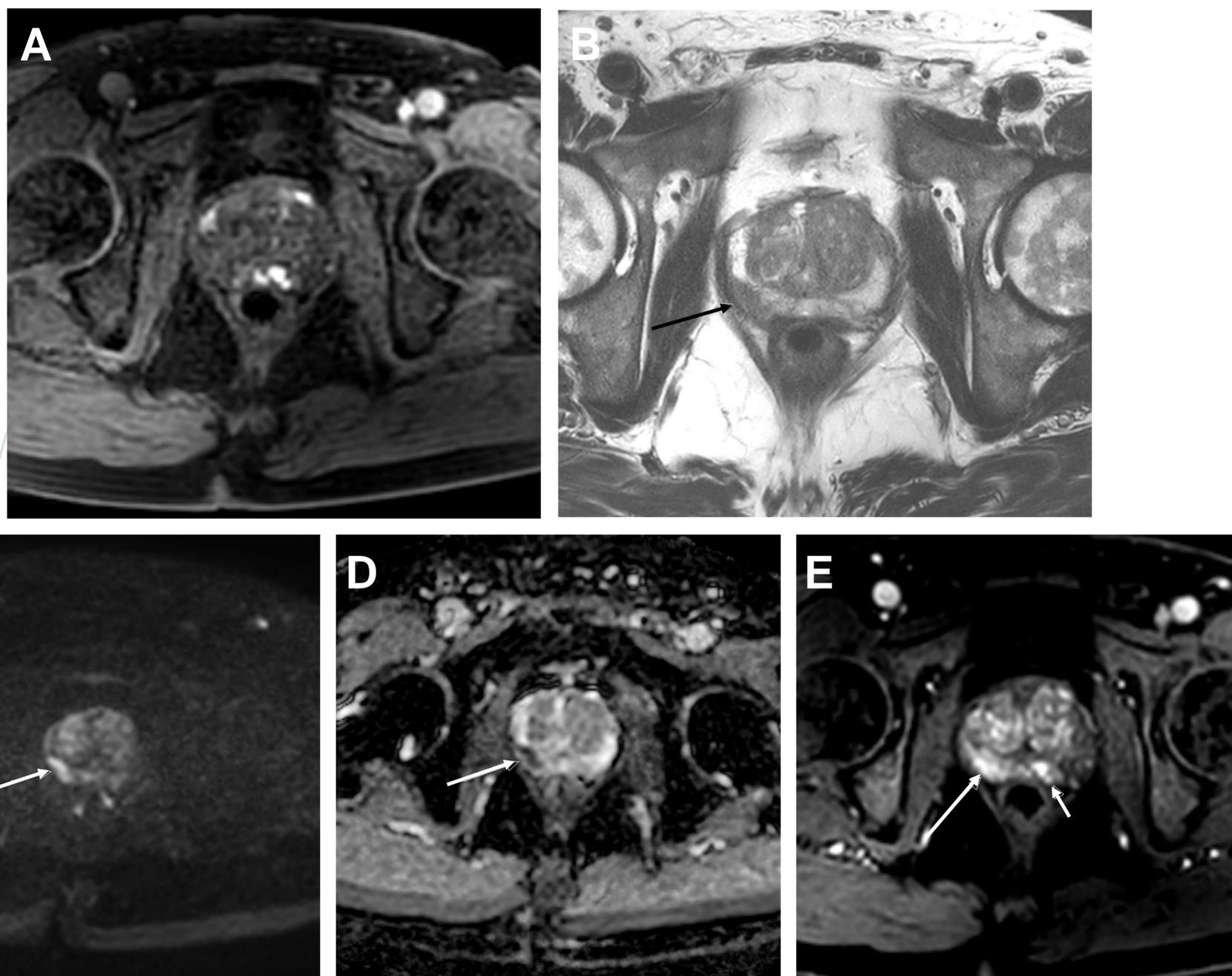
- evaluar la lesión biopsiada, sirviendo de referencia para los controles
- descartar lesiones PIRADS-4/5 que hubiesen pasado desapercibida (**Fig. 1**)

Mejora la exactitud para realizar la biopsia dirigida en la zona sospechosa de progresión

No hay un protocolo aceptado para el seguimiento, ya que faltan ensayos clínicos

La alta tasa de complicaciones de las biopsias transrectales hace que los pacientes en vigilancia activa se sigan con determinaciones de PSA cada 6 meses y RMMP anual, reservando la biopsia para cuando exista sospecha de progresión bioquímica y/o de imagen

Estudios actuales sugieren utilizar la RM biparamétrica (sin contraste intravenoso), para el seguimiento de estos pacientes, pero faltan ensayos clínicos aleatorizados para establecer el protocolo correcto (1,2)



**Figura 1. 71 años. Paciente propuesto para vigilancia activa con el diagnóstico mediante biopsia de adenocarcinoma de próstata, Gleason 7 (3+4), con mínimo volumen tumoral. RM multiparamétrica detecta una lesión PI-RADS 4**

**(A)** Axial T1 precontraste muestra focos hiperintensos en zona periférica, que corresponden a focos hemorrágicos post-biopsia. **(B)** Axial T2-TSE, **(C)** difusión b-1000, **(D)** mapa ADC y **(E)** dinámico tras contraste, muestran un nódulo en glándula periférica, base derecha, segmento póstero-lateral, hipointenso en T2, hiperintenso en b1000, hipointenso en el mapa de ADC, con captación de contraste (flechas). La flecha corta en E representa un foco hemorrágico. La biopsia dirigida confirmó una lesión Gleason 8 (4+4).



## Signos de alerta en la RMMP en los pacientes en vigilancia activa

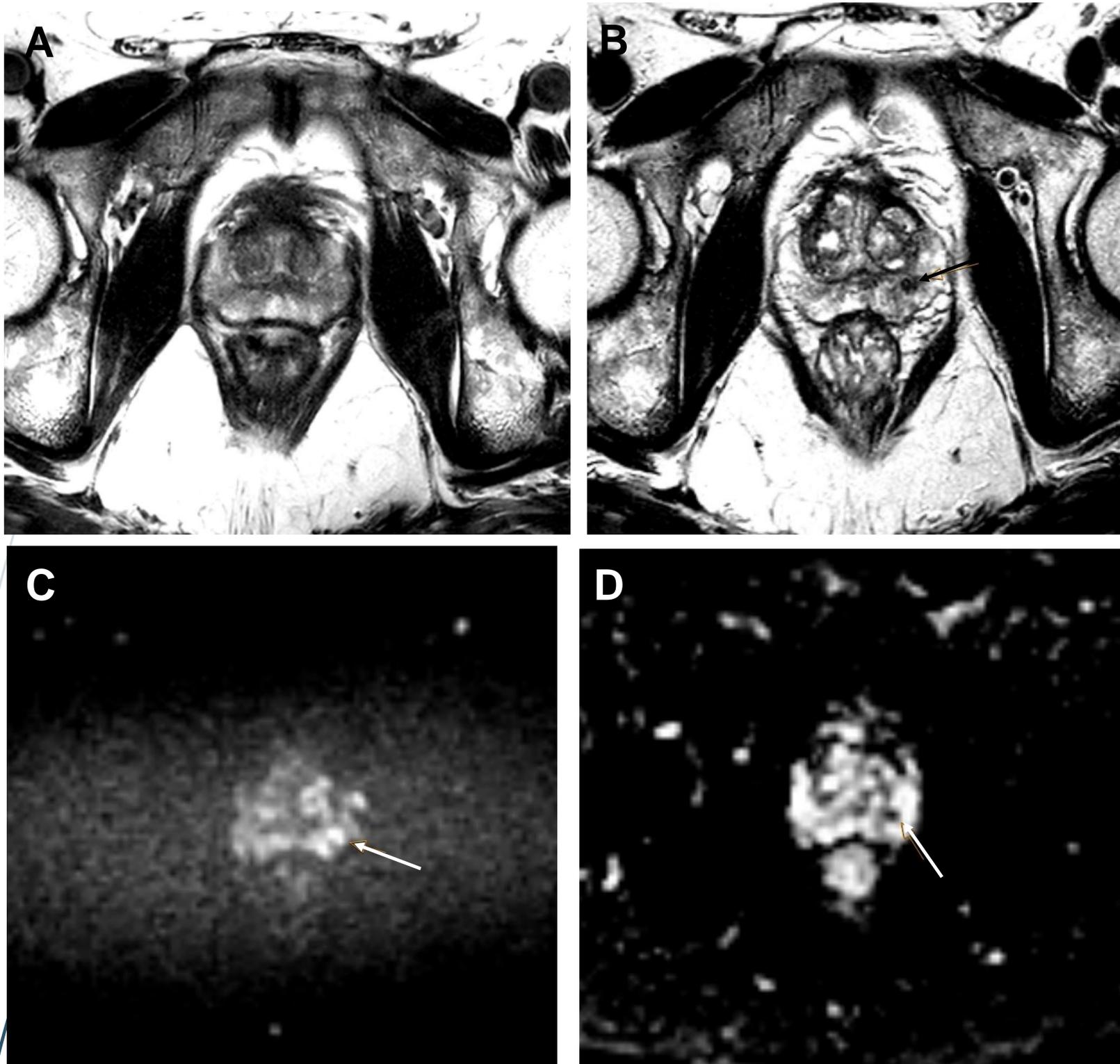
Signos de progresión radiológica:

- Cambio de tamaño
- Cambio de señal en T2
- Cambio en las curvas de captación
- Disminución del valor ADC de las lesiones
- Aparición de nuevas lesiones (**Fig. 2**)
- Ganglios sospechosos

Si se sospecha progresión se debe realizar biopsia dirigida para confirmar la recidiva

***La RMMP es muy útil en el seguimiento de los pacientes en vigilancia activa con cáncer de próstata de bajo grado y bajo riesgo porque:***

- ***alto valor predictivo negativo (68-100%)***
- ***detecta de forma precoz la progresión***
- ***indica con exactitud el área de sospecha de progresión, lo que permite realizar la biopsia de forma dirigida***



**Figura 2. 56 años. Detección de una lesión PI-RADS 4 en paciente en vigilancia activa.**

**(A)** Axial T2-TSE en RM realizada en el año 2017, en paciente propuesto para vigilancia activa después de una biopsia positiva (Gleason 6) realizada por PSA elevado (PSA=4,2) que muestra una glándula periférica de señal heterogénea sin lesiones focales sospechosas. **(B)** Axial T2-TSE, **(C)** difusión b-1000, **(D)** mapa ADC en RM biparamétrica realizada en el año 2019, por elevación del PSA (PSA= 5.8), que muestran un nódulo en glándula periférica, base izquierda, segmento póstero-lateral, hipointenso en T2, hiperintenso en b-1000 e hipointenso en el mapa de ADC (flecha). Se realizó biopsia dirigida con el diagnóstico de lesión Gleason 8 (4+4)

## Seguimiento de pacientes tras prostatectomía radical

Indicada cuando el tumor está localizado en el interior de la glándula prostática

Opción de tratamiento escogida por aproximadamente el 40% de los pacientes

Hay dos posibles vías de abordaje:

- prostatectomía radical a cielo abierto
- prostatectomía robótica o laparoscópica

La prostatectomía robótica o laparoscópica es la técnica quirúrgica de elección porque es menos invasiva y acorta el tiempo de recuperación

Se extirpa la próstata, las vesículas seminales y los ganglios linfáticos pélvicos, preservando el paquete neurovascular para conservar la función sexual y urinaria

Hay que realizar un estudio histológico exhaustivo de la pieza para descartar hallazgos que aumenten el riesgo de recidiva: invasión de las vesículas seminales, márgenes quirúrgicos positivos, extensión extraprostática, invasión perineural, invasión linfovascular y el volumen tumoral

El PSA debe ser indetectable a las 2-3 semanas

Aproximadamente el 35% tienen una recidiva bioquímica en los 10 años siguientes

Tras prostatectomía radical, el criterio de recidiva bioquímica es el de la Asociación Americana de Urología: "PSA sérico  $\geq 0,2$  ng/ml, y una segunda medida confirmatoria de PSA sérico  $\geq 0,2$  ng/ml"

Mayor probabilidad de recurrencia local cuando:

- el aumento de PSA se detecta transcurridos  $>3$  años desde la prostatectomía
- el tiempo de duplicación del PSA es  $>11$  meses
- Gleason de la pieza de prostatectomía  $\leq 7$
- Estadio TNM  $\leq pT3a$ ,  $pN0$ ,  $pMx$ , con márgenes quirúrgicos negativos

## Cambios morfológicos en RMMP tras prostatectomía radical

Descenso del cuello vesical que adquiere una morfología en pera invertida (**Fig. 3**)

La anastomosis vesico-uretral se identifica por la fibrosis en la zona (anillo hipointenso en secuencias T2) y por la captación de morfología anular (**Fig. 3**)

Fibrosis en la pared anterior del recto y en la fascia recto-prostática

Otros hallazgos:

- clips quirúrgicos

- remanente de los conductos deferentes

- alteración de la señal en la grasa adyacente a la base de la vejiga

- linfocelos (**Fig. 4**)

- ausencia de las vesículas seminales

Hay restos de vesículas seminales en un 20% (**Fig. 4**)

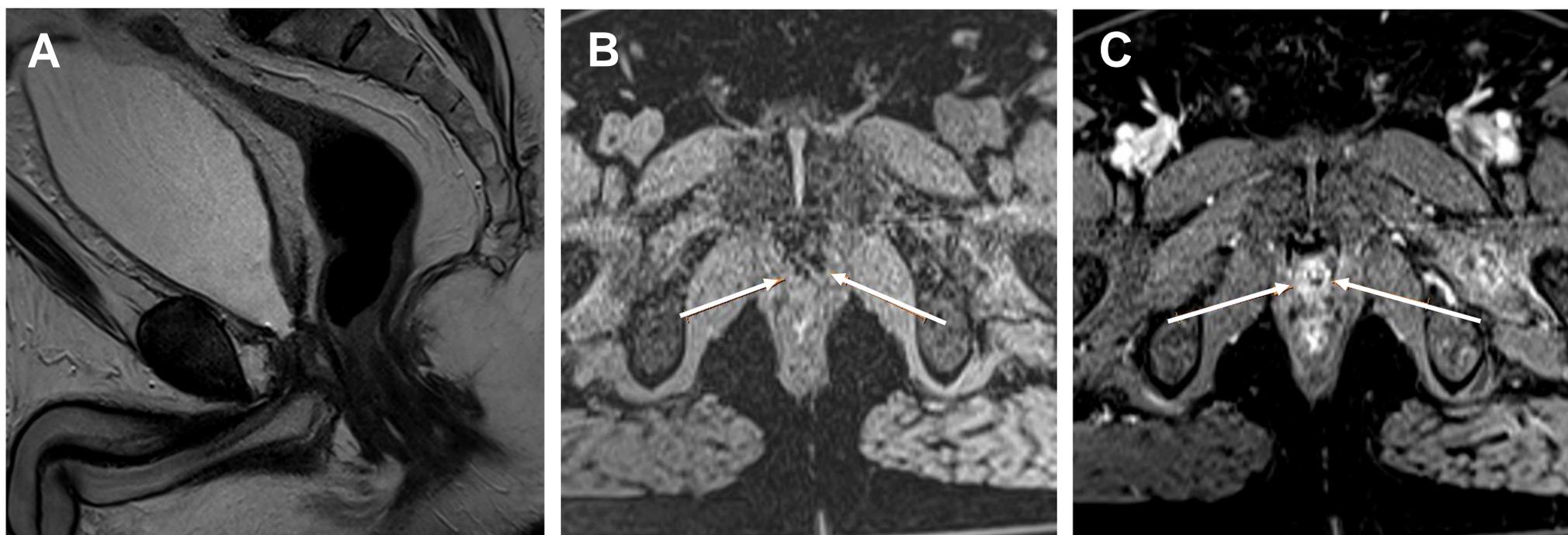
Puede haber restos de la glándula prostática.

La RMMP es útil para descartar complicaciones: hematomas (**Fig. 5**), infecciones, (**Fig. 6**), urinomas

La RMMP detecta también restos tumorales en pacientes con niveles elevados de PSA tras una prostatectomía no óptima (**Fig. 7**)

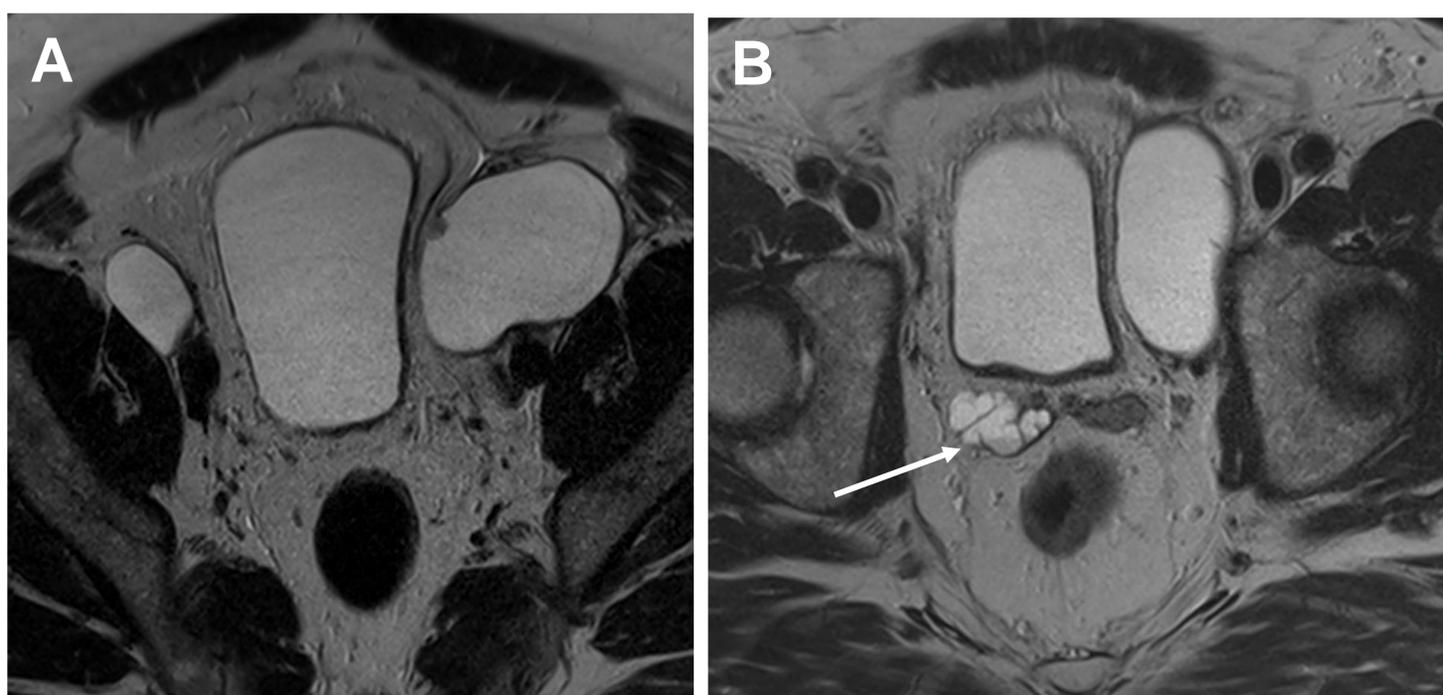
*Las imágenes potenciadas en T2 permiten una valoración anatómica de la fosa prostática. El estudio anatómico nos ayuda a identificar la presencia de restos de vesículas seminales, así como la posible presencia de tejido prostático residual*

*El estudio dinámico con contraste identifica posible tejido tumoral residual*



**Figura 3. Cambios normales tras una prostatectomía radical.**

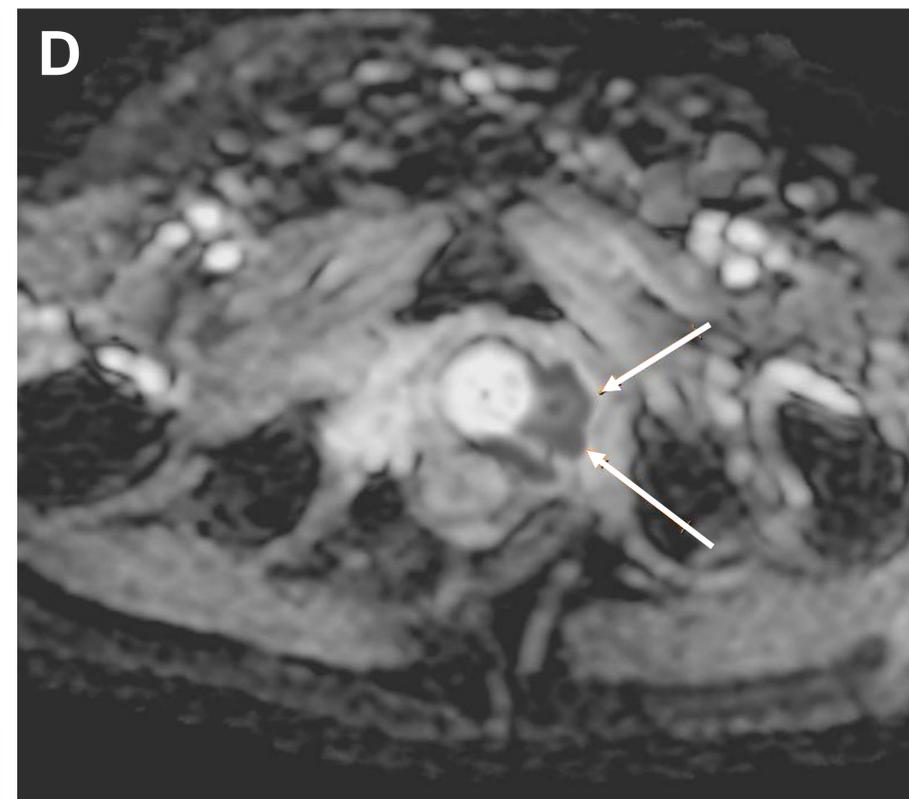
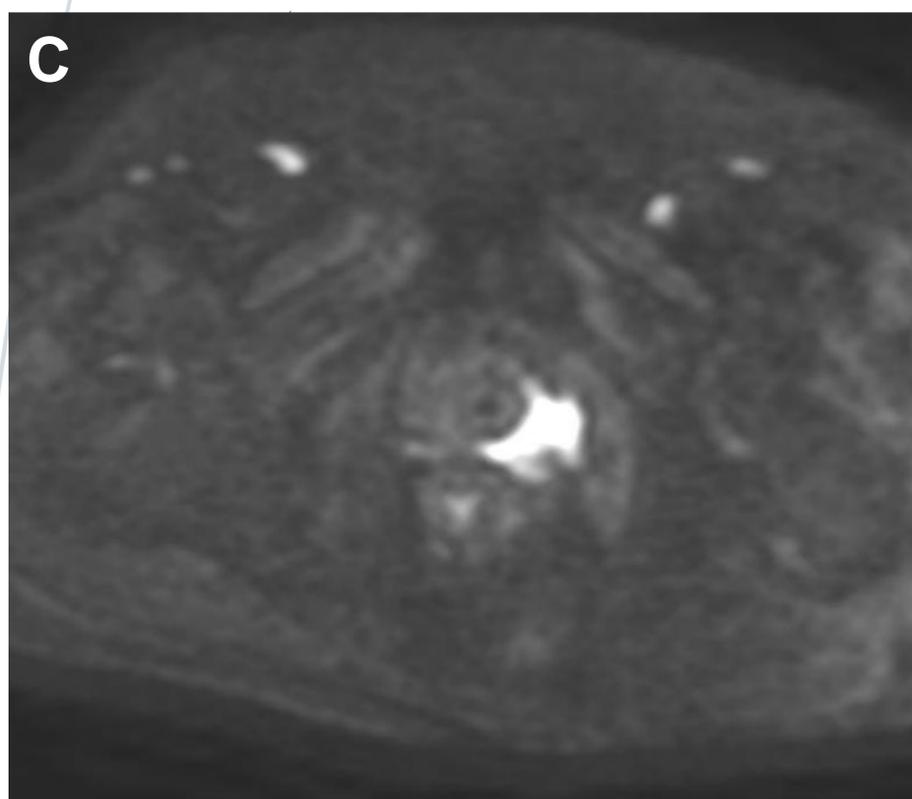
**(A)** Axial T2-TSE, muestra un descenso del cuello vesical y una vejiga con morfología de “pera invertida” **(B)** Axial T1 precontraste muestra focos hipointensos en la anastomosis, que corresponden a los artefactos ferromagnéticos causados por los clips quirúrgicos (flechas). **(C)** Axial T1 postcontraste muestra captación de morfología anular, rodeando la anastomosis vésico-uretral (flechas)



**Figura 4. Cambios después de una prostatectomía radical.**

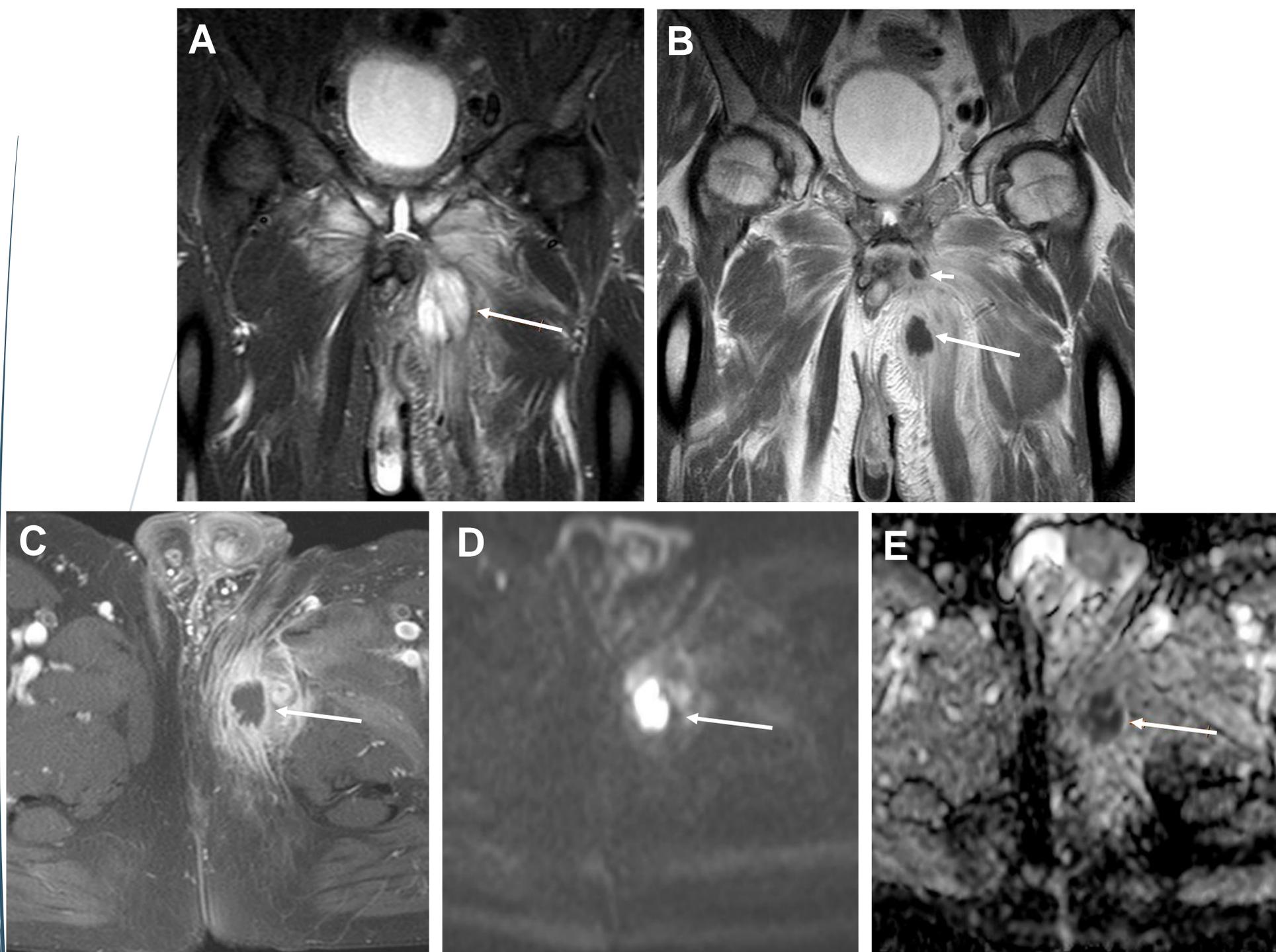
**Linfocele bilateral y restos de vesículas seminales derechas**

**(A)** Axial T2-TSE, muestra colecciones de señal similar al líquido, bien definidas, en ambas regiones iliacas, en relación con linfoceles tras linfadenectomía. **(B)** Axial T2-TSE con persistencia de vesícula seminal derecha (flecha) y linfocele izquierdo



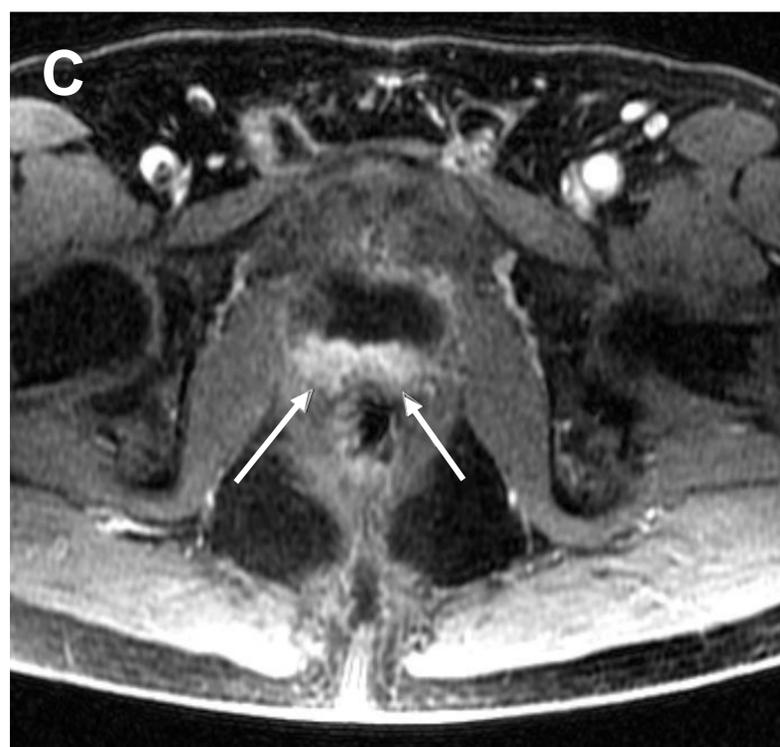
## Figura 5. Complicaciones tras prostatectomía radical. Hematoma en lecho de la prostatectomía. Paciente con hematuria

(A) Coronal T2-TSE, sonda vesical con colección adyacente (flechas), parasagital izquierda, en el lecho de la prostatectomía. (B) Coronal T1 post-contraste que muestra una ausencia de realce de la colección (flechas) (C) difusión con b-1000 y (D) mapa ADC, que muestran hiperseñal en b-1000 e hiposeñal en ADC (flechas), en relación con sangrado subagudo



**Figura 6. Complicaciones tras prostatectomía radical. Absceso en lecho de la prostatectomía y signos de osteomielitis púbica. Paciente con malestar general, dolor pélvico y fiebre**

**(A)** Coronal STIR muestra hiperseñal en ambos márgenes articulares de la articulación de la sínfisis del pubis, líquido intraarticular, edema en musculatura aductora y colección en raíz del muslo izquierdo (flecha) **(B)** Coronal T1-TSE tras contraste muestra una ausencia de realce de la colección (flecha). Hay otra pequeña colección, con ausencia de realce, por encima de la colección principal (flecha corta). **(C)** Axial T1 post-contraste muestra captación periférica con ausencia de captación central de la colección principal. **(D)** b-1000 y **(E)** mapa ADC, que muestran hiperseñal en b-1000 e hiposeñal en el mapa de ADC (flecha), compatible en el contexto clínico y analítico con colección abscesificada



**Figura 7 . Persisten niveles elevados de PSA tras prostatectomía radical. Se realiza RM a los 6 meses de la prostatectomía**

**(A)** Sagital T2-TSE y **(B)** axial T2-TSE muestran una masa adherida al suelo vesical (flechas). **(C)** Axial T1 tras contraste muestra hipercaptación de contraste (flechas). Se realizó una biopsia que confirmó la presencia de tumor

## Signos de alerta de recidiva en la RMMP tras prostatectomía

La anastomosis vésico-uretral es el sitio más común de recidiva local

La recidiva aparece como un nódulo en el lecho prostático ligeramente hiperintenso al músculo en secuencias T2 y STIR (3) (**Fig. 8**), con realce precoz e intenso y lavado posterior (**Figs. 8, 9, 10**)

La RMMP tiene 88% sensibilidad y 100% especificidad para demostrar recidiva en el lecho prostático con la secuencia dinámica tras contraste y secuencias T2, en pacientes con recidiva bioquímica (4)

La secuencia de difusión puede ayudar si no hay artefactos en el lecho de prostatectomía (clips quirúrgicos, prótesis de cadera...)

La recidiva típica en las imágenes de difusión aparecerá como hiperintensa en las imágenes con valor b alto e hipointensa en el mapa de ADC (**Figs. 8, 9, 10**)

El diagnóstico diferencial de recidiva hay que establecerlo con:

tejido glandular residual

fibrosis post-quirúrgica

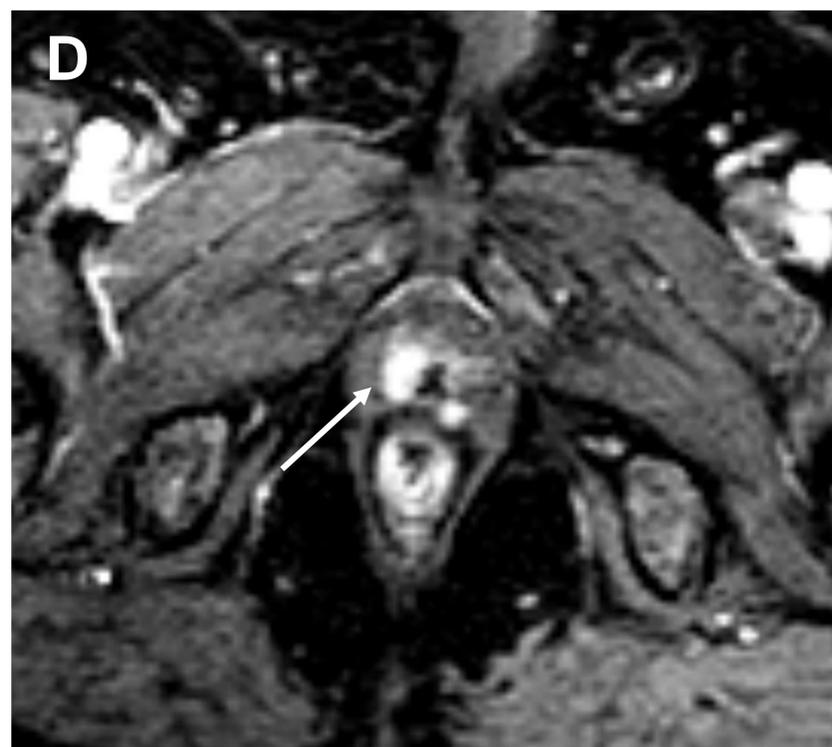
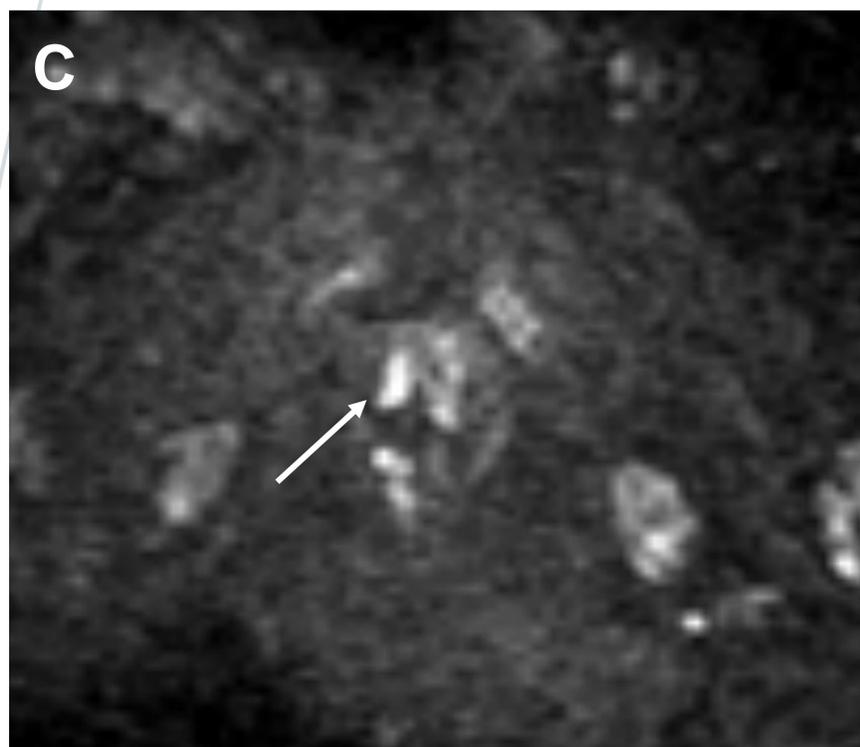
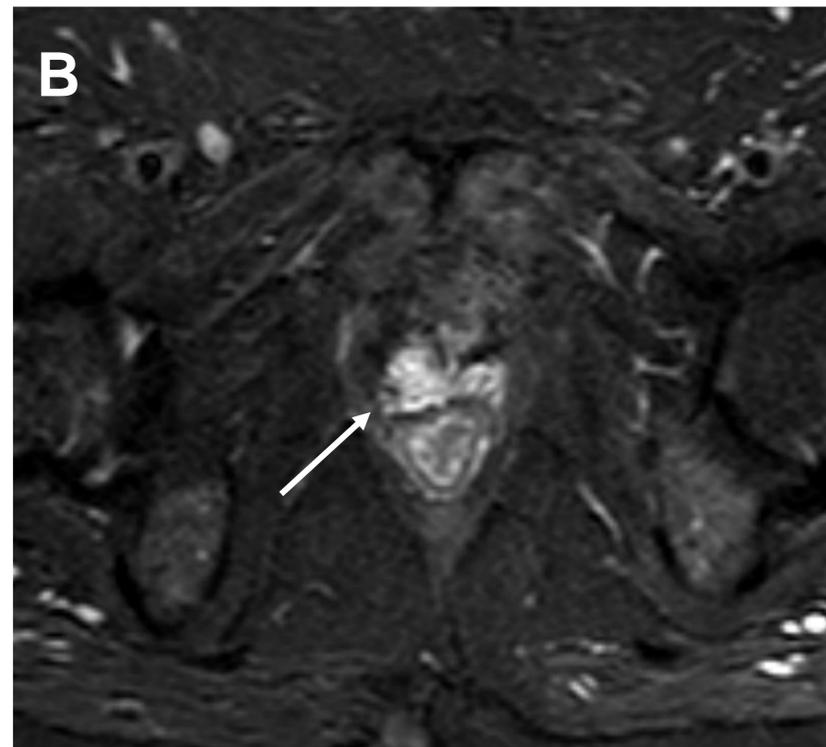
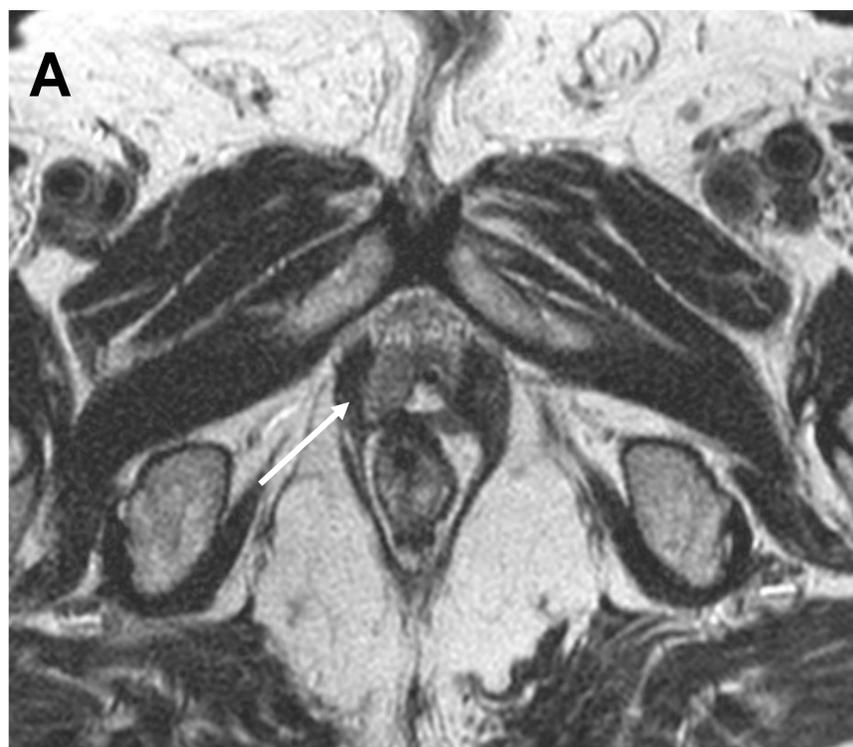
El tejido glandular residual en las imágenes T2 puede simular una recidiva. Se diferencian con la perfusión (el tejido glandular residual no muestra realce precoz) y la difusión si no hay artefactos de susceptibilidad magnética (el tejido glandular no restringe en la difusión) (**Fig. 11**)

La cinética del PSA también puede ayudar, porque el tiempo de duplicación para el tejido benigno residual es mucho más largo que para la enfermedad recurrente

Para diferenciar entre fibrosis postquirúrgica y recidiva son útiles las secuencias T2 y la perfusión. La fibrosis es hipointensa en las secuencias T2 y presenta escasa captación de contraste, con realce progresivo

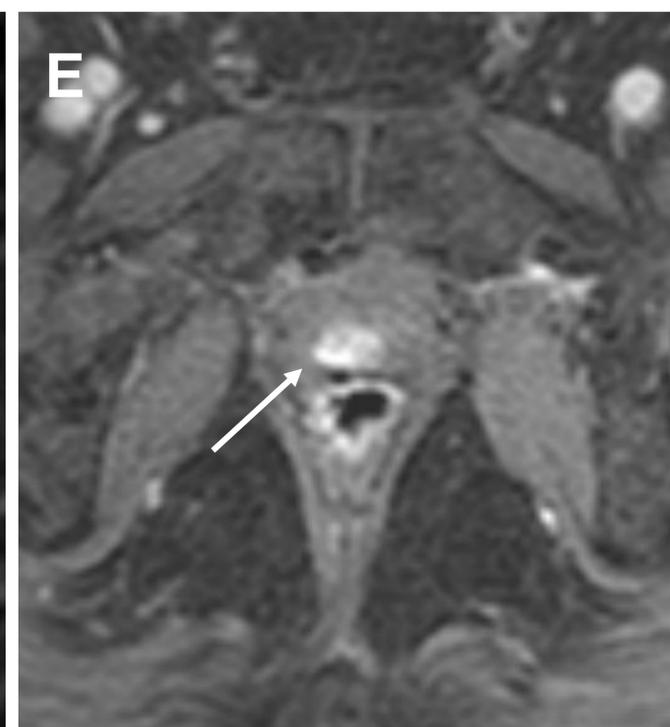
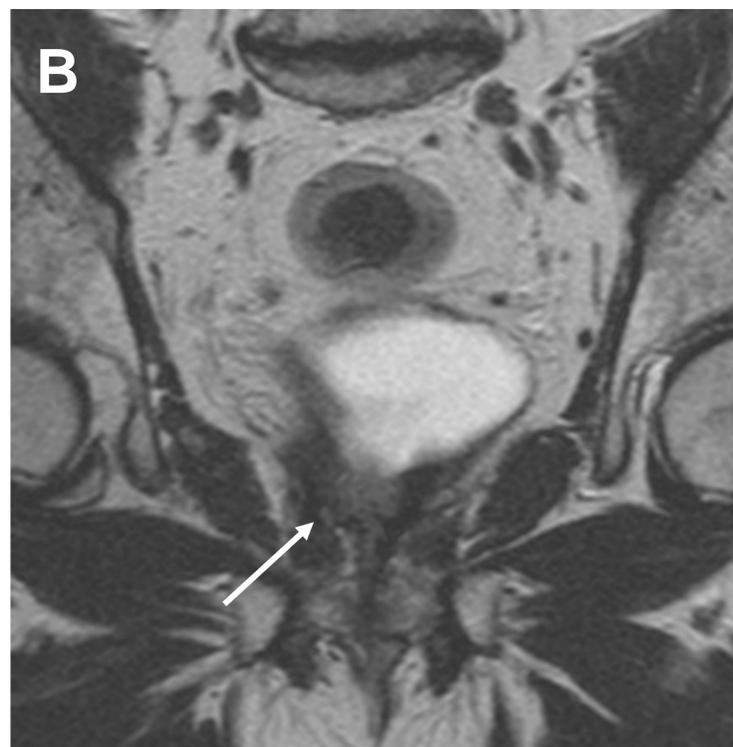
La RMMP tiene mayor precisión diagnóstica (sensibilidad 92% y especificidad 75%), que el PET/TC (sensibilidad del 62% y especificidad del 50%) para detectar recidiva local en pacientes con recidiva bioquímica (5)

***En el seguimiento de los pacientes prostatectomizados con sospecha de recidiva bioquímica, la perfusión y las secuencias T2 son muy eficaces para la detección de recidivas precoces, porque muestran un realce precoz e intenso y una leve hiperseñal en T2. El lugar más frecuente de la recidiva tras prostatectomía radical, es la anastomosis vésico-uretral***



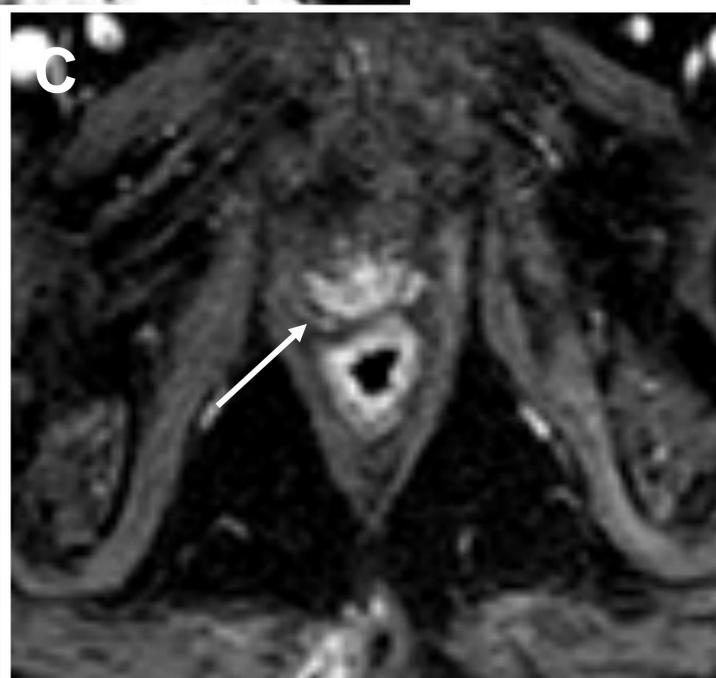
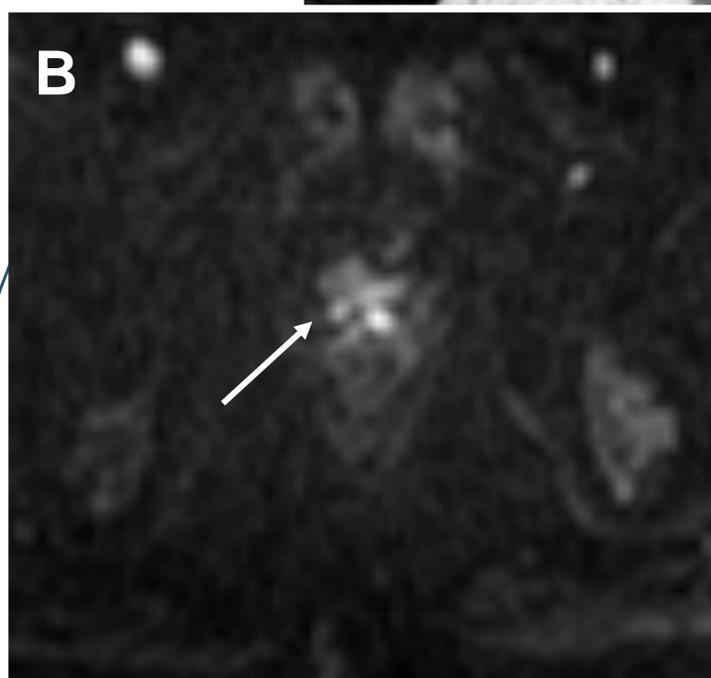
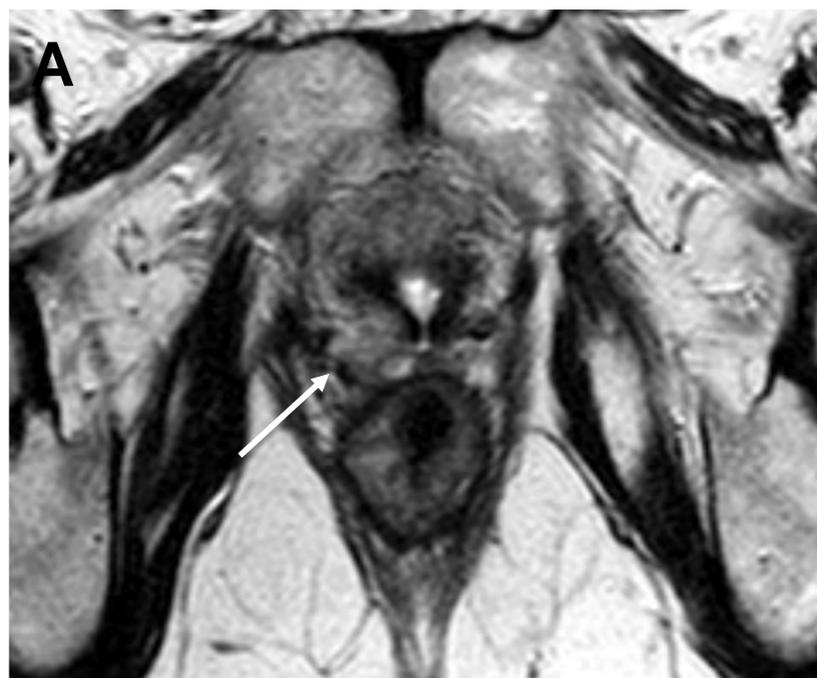
**Figura 8. Prostatectomía radical hace 7 años. PSA=0,47ng/ml. RMMP para descartar recidiva local**

**(A)** Axial T2-TSE, **(B)** Axial STIR, **(C)** difusión b1000 **(D)** dinámico tras contraste, muestran un nódulo ligeramente hiperintenso en T2 y STIR, hiperintenso en b1000, con hipercaptación precoz tras contraste, sospechoso de recidiva (flechas). La secuencia STIR nos puede ayudar a identificar los nódulos sospechoso de recidiva en el lecho de la prostatectomía



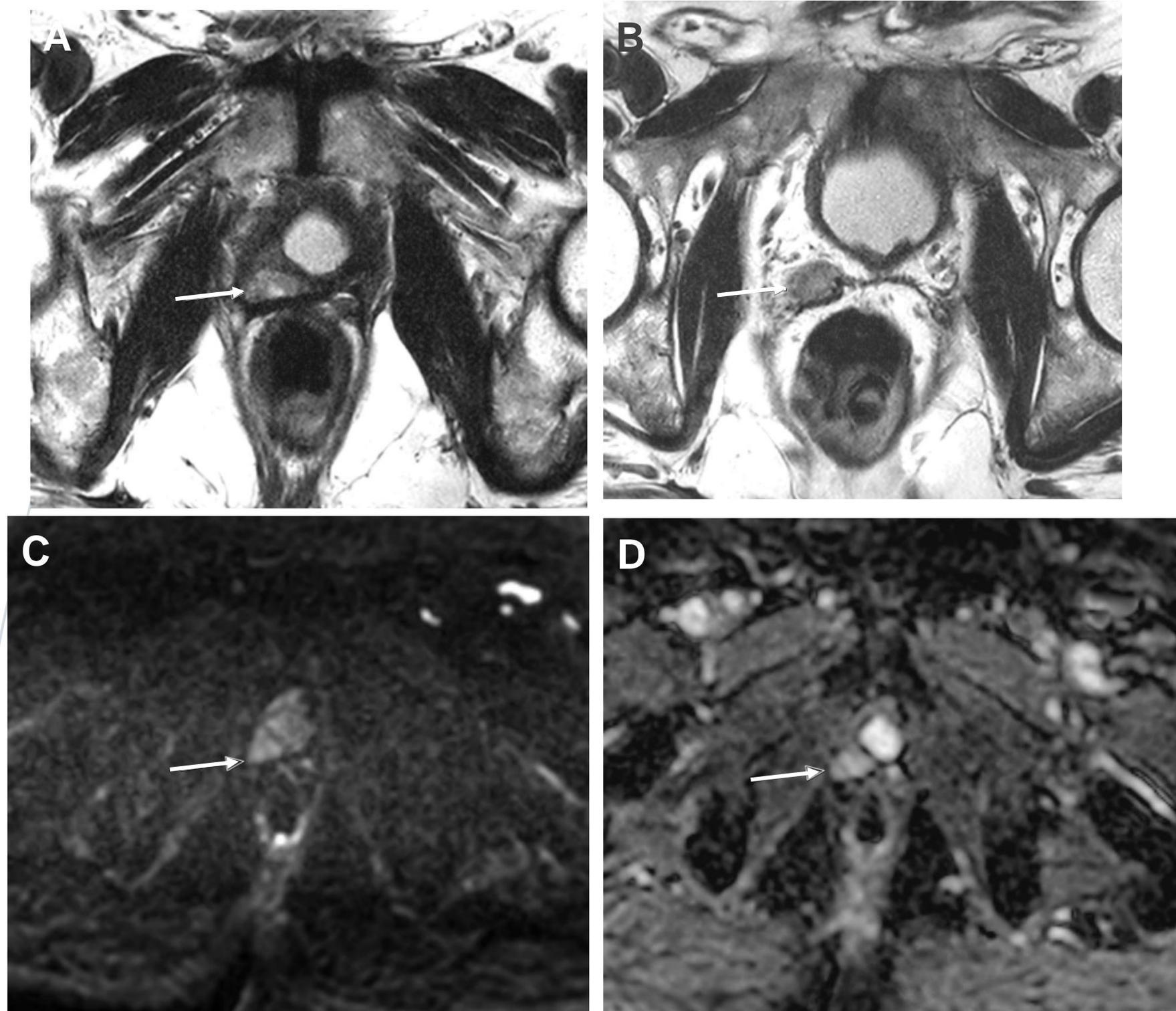
**Figura 9. Prostatectomía radical hace 5 años. PSA=1,23ng/mL. RM multiparamétrica para descartar recidiva local**

(A) Sagital T2-TSE, (B) Coronal T2-TSE, (C) Axial T2-TSE muestran un nódulo ligeramente hiperintenso en la anastomosis quirúrgica, uretro-vesical (D) difusión b 1000 y (E) dinámico tras contraste, muestran un nódulo hiperintenso en b-1000, con hipercaptación precoz tras contraste, sospechoso de recidiva (flechas). El estudio dinámico tras contraste es la secuencia más eficaz para detectar recidivas en el lecho de la prostatectomía. El lugar de la anastomosis es el sitio más frecuente de recidiva local tras prostatectomía radical



**Figura 10. Prostatectomía radical hace 5 años. PSA=0,37ng/mL. RM multiparamétrica para descartar recidiva local**

**(A)** Axial T2-TSE, **(B)** b1000, **(C)** dinámico tras contraste, muestran un nódulo ligeramente hiperintenso en T2 hiperintenso en b1000, con hipercaptación precoz tras contraste, sospechoso de recidiva (flechas). El estudio dinámico tras contraste es la secuencia más fiable para detectar recidivas en el lecho de la prostatectomía



**Figura 11. Restos normales de glándula prostática y vesículas seminales tras prostatectomía radical. No datos de recidiva bioquímica**

**(A)** Axial T2-TSE, muestra restos del lóbulo prostático derecho en el lecho prostático, en RM de control (flecha). **(B)** Axial T2-TSE muestra la vesícula seminal derecha (flecha). **(C)** b-1000, leve hiperseñal de los restos de la glándula prostática (flecha). **(D)** mapa ADC con leve hiperseñal (flecha) con ausencia de restricción en la difusión que ayuda a confirmar la ausencia de tejido tumoral



## Seguimiento de los pacientes tratados con radioterapia

Tratamiento curativo en el 40% de los pacientes mayores de 65 años y el 25% de los pacientes menores de 65 años, con estadíos I, II y III

Hay dos tratamientos del caP con radioterapia: haz externo y braquiterapia

La radioterapia de haz externo se usa en tumores en estadios bajos y se administra mediante haces de radiación externos desde direcciones diferentes con técnicas de planificación conformada en 3D. Se crea una imagen tridimensional de la zona a tratar, y se concentra la dosis de radiación (menor daño de la radiación en los tejidos y órganos cercanos). Se puede variar/escalar la dosis de radiación y la intensidad durante la terapia para reducir los efectos adversos

La braquiterapia o radioterapia interna de implantación intersticial, consiste en la inserción de semillas radioactivas dentro de la próstata en tumores de bajo grado y en próstatas de pequeño tamaño. En tumores de alto grado se combina con radioterapia externa

Tras radioterapia, el nadir de PSA es más lento (18-36 meses) y variable (en algunos pacientes existe un "rebote" del PSA a los 9-21 meses del fin del tratamiento, que puede durar varios meses)

La recidiva bioquímica tras la radioterapia es un aumento del PSA  $\geq 2$  ng/ml del PSA nadir (criterios de Phoenix), con o sin terapia hormonal concomitante. Se debe confirmar en una segunda determinación, para descartar un rebote del PSA

El 30% de pacientes con enfermedad de alto riesgo, tratados con radioterapia tienen una recidiva bioquímica. Desde que se detecta la recidiva bioquímica hasta la aparición de metástasis a distancia transcurren aproximadamente 5 años (6)

La mayoría de las recidivas posteriores a la radioterapia ocurren a nivel local y en el lugar donde se localizaba el tumor original (6)

El diagnóstico de recidiva local con RMPPM es más difícil en pacientes tratados con radioterapia que tras prostatectomía radical. Es de gran ayuda para el radiólogo conocer dónde se ubicaba el tumor original (RMMP basal) antes de comenzar el tratamiento con radioterapia, para identificar la recidiva con mayor facilidad

## Cambios morfológicos y funcionales en RMMP tras radioterapia

### Cambios morfológicos: Fig. 12

#### Atrofia glandular

disminución del volumen de la próstata

fibrosis de la glándula, con hiposeñal difusa en T2

pérdida de la diferenciación entre las diferentes zonas anatómicas de la próstata

Reducción de tamaño de las vesículas seminales

Hiperseñal en T2 (edema) en partes blandas situadas dentro del campo de radiación (7)

Hiperseñal en T1 de la médula ósea en la zona radiada (reemplazo grasa)

### Cambios funcionales (más sutiles): Fig. 12

Disminución de la vascularización de la próstata (imágenes de perfusión)

Reducción de la celularidad (menor restricción de la difusión)

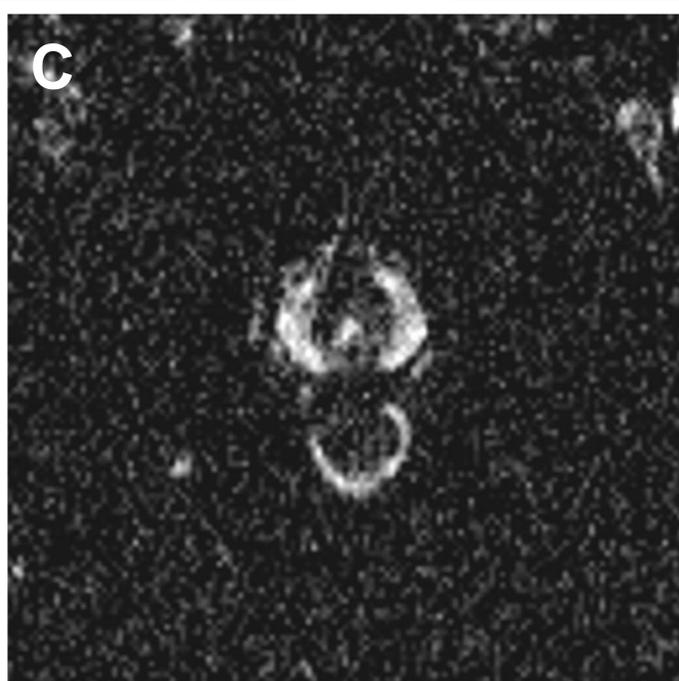
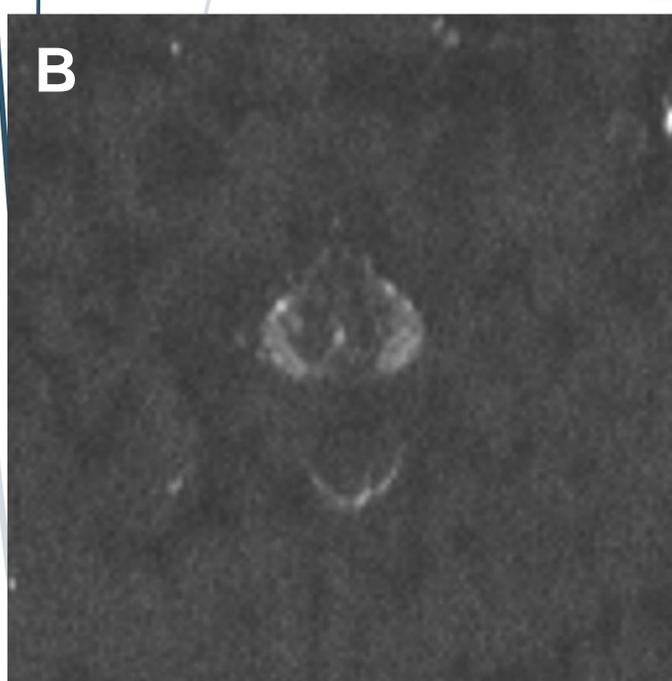
En los tratamientos con braquiterapia las semillas radioactivas colocadas en la próstata y contenidas en pequeñas cápsulas metálicas, pueden provocar artefactos de susceptibilidad magnética en el estudio de RMMP y distorsionar parcialmente las imágenes, sobre todo la difusión

En imágenes T2 las semillas aparecen como pequeñas estructuras de morfología elipsoide hipointensas y dispersas por toda la glándula prostática

A medida que la glándula prostática se atrofia, las semillas migran hacia la periferia

Las semillas radioactivas se pueden dejar durante un corto período de tiempo (tasa de dosis altas) o durante un período de tiempo más largo (tasa de dosis bajas)

Las semillas con tasas de dosis bajas se dejan en la próstata en forma permanente y actúan hasta un año después de ser insertadas



## Figura 12. 62 años. Cambios normales tras tratamiento con radioterapia externa

(A) Axial T2-TSE, muestra una atrofia con disminución del volumen de la glándula, disminución difusa de la señal de resonancia con pérdida de la anatomía (B) difusión b-800 (C) ADC y (D) dinámico tras contraste, muestran una señal de la glándula periférica ligeramente hiperintensa en b 800 y en ADC, con escasa captación de contraste, los hallazgos corresponden a los cambios normales que podemos observar en las próstatas tratadas con radioterapia



## Signos de alerta en la RMMP de recidiva local tras radioterapia

La localización más frecuente de la recidiva tras radioterapia, es el sitio donde estaba el tumor principal

En las imágenes T2 la recidiva aparece como un nódulo que puede protruir sobre la cápsula debido al crecimiento del tumor relativo a la glándula atrófica, con una señal relativamente hipointensa respecto al tejido prostático normal

En las imágenes de difusión y el mapa ADC, la recidiva muestra aumento de señal en las secuencias de difusión con valor de b alto y baja señal en el mapa ADC

Las imágenes de perfusión son las más importantes para la detección de las recidivas porque aunque la vascularización de la próstata radiada disminuye (atrofia y fibrosis), las recidivas mantienen alta su vascularización con realce precoz e intenso

El área bajo la curva de un análisis conjunto de las imágenes dinámicas y de difusión para la detección de recidiva tras radioterapia externa es de 86% (8)

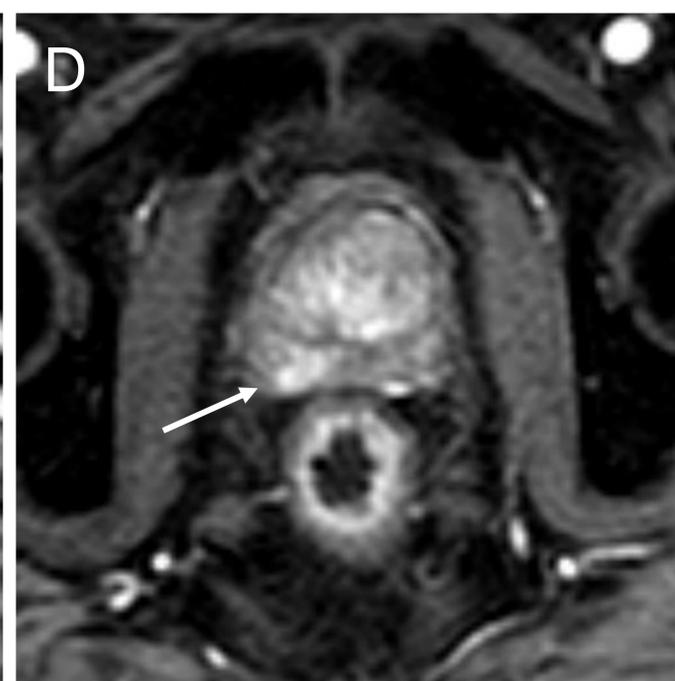
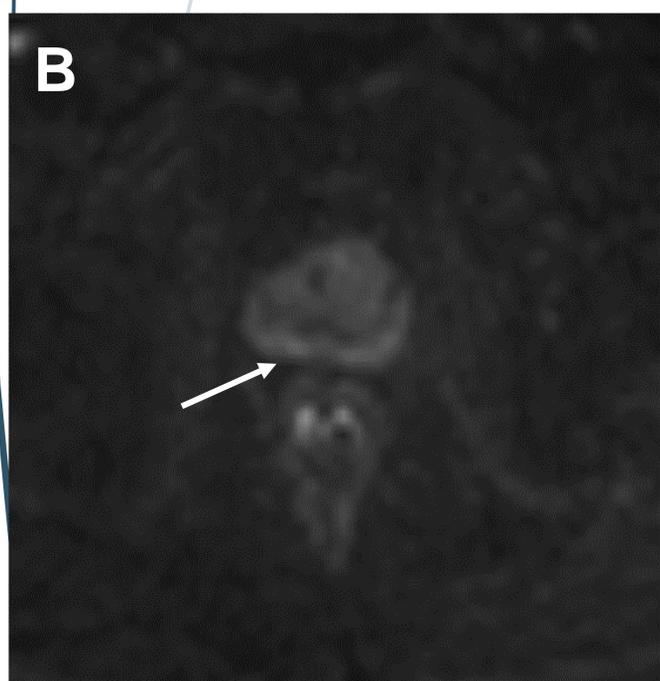
En los tratamientos con braquiterapia de baja tasa las semillas metálicas provocan artefacto, que no siempre impiden la correcta valoración de la próstata para descartar recidiva

Con braquiterapia de alta tasa no hay artefactos de susceptibilidad al retirarse las semillas y la sensibilidad de la difusión es alta para detectar recidivas (9)

***Las imágenes de perfusión son las más importantes para la detectar recidiva en pacientes tratados con radioterapia, mostrando realce precoz e intenso. (Figs. 13, 14 y 15)***

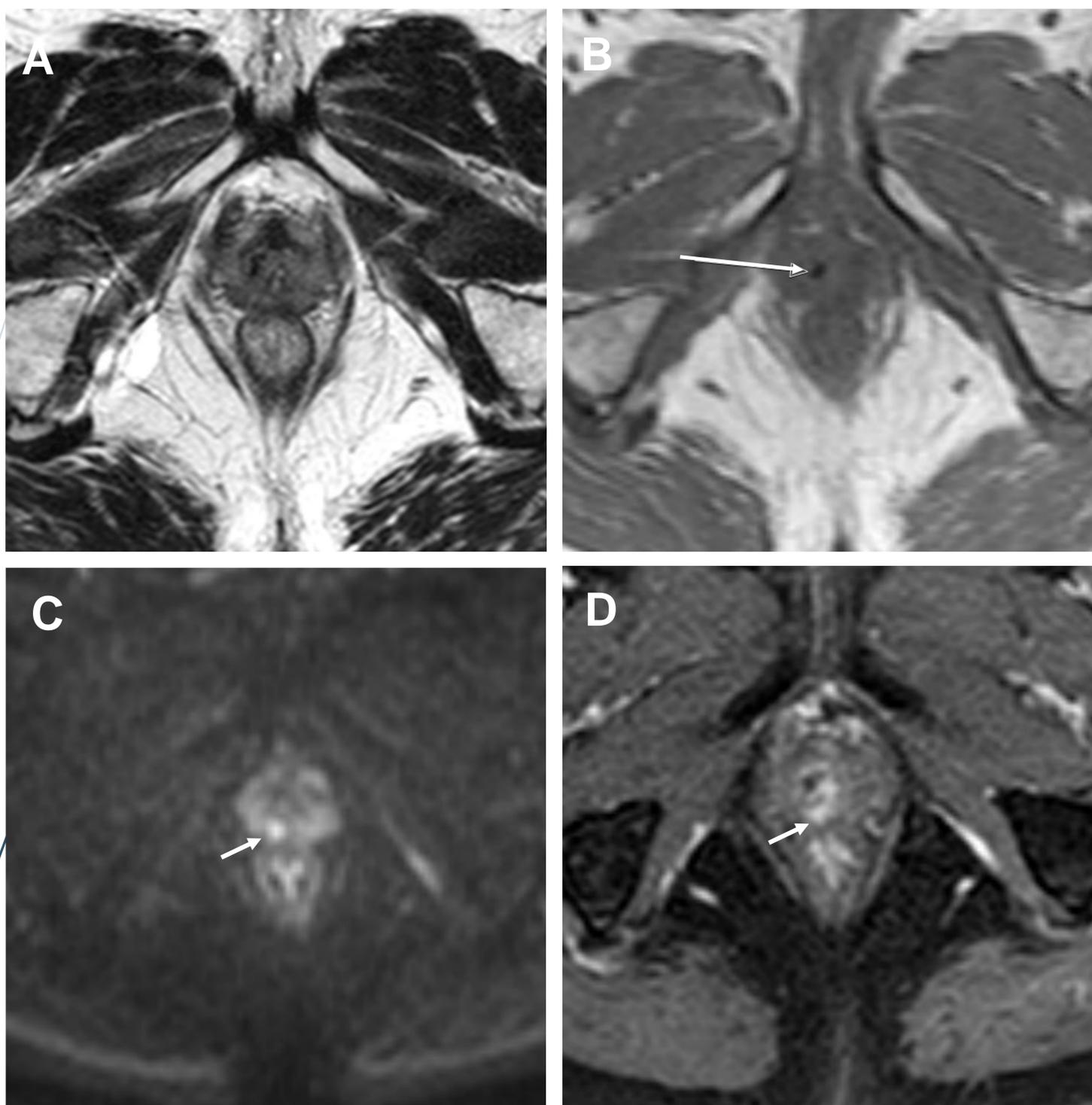
***La difusión (hiperseñal) y el mapa ADC (hiposeñal) son útiles. (Figs. 13, 14 y 15)***

***Las recidivas son más frecuentes donde se localizaba el tumor primario, por eso es importante realizar una RMMP antes del tratamiento para localizar mejor la recidiva y diferenciarla de los cambios post-radioterapia***



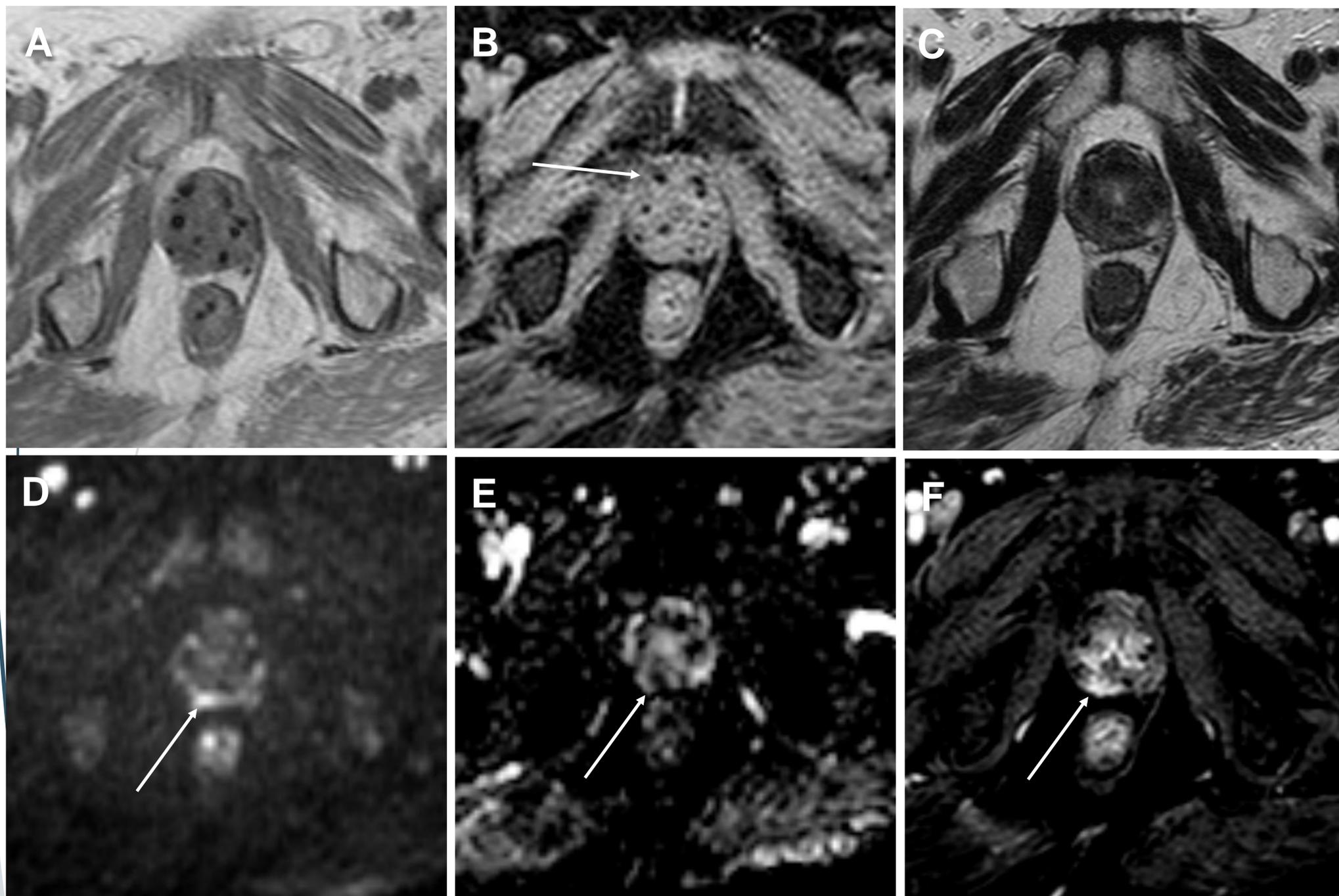
**Figura 13. 77 años Radioterapia externa hace 7 años. Recidiva bioquímica con PSA=10,35 ng/mL RM multiparamétrica para descartar recidiva local**

**(A)** Axial T2-TSE, **(B)** difusión b 1000, **(C)** ADC y **(D)** dinámico tras contraste, muestran un nódulo hipointenso en T2 que protuye en la cápsula., ligeramente hiperintenso en b1000, e hipointenso en ADC, con hipercaptación precoz tras contraste, sospechoso de recidiva. El nódulo fue biopsiado con el resultado de lesión Gleason 7



**Figura 14. 79 años Radioterapia externa hace 8 años. Recidiva bioquímica con PSA=12,67 ng/ml. RMMP para descartar recidiva local**

**(A)** Axial T2-TSE, sin claros focos hipointensos sospechoso de recidiva en la glándula prostática, que está disminuida de volumen Foco de baja señal en glándula transicional compatible con foco de calcificación intraprostatica mejor visualizado en **(B)** secuencia T1-TSE sin contraste (flecha larga) **(C)** difusión b1000 y **(D)** dinámico tras contraste, muestran un nódulo hiperintenso en b1000, con hipercaptación precoz tras contraste, sospechoso de recidiva y confirmado con biopsia positiva: Gleason 9 (flechas cortas)



**Figura 15. 69 años con caP Gleason 6 hace 6 años tratado con braquiterapia de baja tasa con semillas intraprostáticas. Recidiva bioquímica. RMMP para descartar recidiva local.**

**(A)** Axial T1-GRE en fase **(B)** T1-GRE con saturación grasa con focos hipointensos en el interior de la próstata en relación con artefactos de susceptibilidad magnética provocados por las semillas. (flechas) **(C)** T2-TSE sin claras lesiones hipointensas. **(D)** Difusión b1000, nódulo hiperintenso en la zona periférica (flecha), hipointenso (flecha) en el **(E)** mapa ADC. **(F)** T1-GRE dinámico tras contraste, con hipercaptación precoz tras contraste (flecha), sospechosa de recidiva, confirmado con biopsia positiva: Gleason 8.



## Seguimiento de los pacientes tratados con terapias focales

Las terapias focales son tratamientos emergentes, menos invasivos, para caP pequeños de riesgo bajo/intermedio, sin dañar el resto de la próstata ni los tejidos adyacentes

Utilizan diferentes formas de energía para destruir las células tumorales: calor mediante ultrasonido localizado de alta intensidad (high-intensity focused ultrasound, HIFU), ablación focal con láser, frío local (crioterapia), o pulsos eléctricos (electroporación)

La mayoría están en fase de investigación

Se preserva gran cantidad de tejido prostático, y no hay consenso sobre la definición de recidiva bioquímica

La respuesta al tratamiento se define como: biopsia de control negativa, ausencia de lesión en las imágenes posteriores al tratamiento y disminución del PSA  $\geq 50\%$

### Cambios morfológicos y funcionales en la RMMP tras terapias focales

Los cambios por el tratamiento dificultan la evaluación de recidivas y varían poco según la energía utilizada en la terapia focal

Todos muestran atrofia del área tratada, hiposeñal en T2, menor restricción de la difusión y menor realce en el estudio dinámico de la zona tratada, que puede estar delimitada por una cápsula gruesa que realza tras contraste (7)

### Signos de alerta de recidiva en la RMMP tras terapias focales

Las recidivas aparecen donde se encontraba el tumor original tratado

Se manifiestan como un área de captación precoz del contraste, con lavado (7)

La tasa libre de recidiva bioquímica fue del 70% para caP de bajo riesgo y del 41% para caP de riesgo intermedio tras tratamiento con HIFU (10)



## Seguimiento de pacientes tratados con hormonoterapia

Retarda el crecimiento del caP localmente avanzado en pacientes no quirúrgicos, en las recidivas y en el cáncer de próstata metastásico

La supresión/deprivación androgénica disminuye al máximo los niveles de testosterona

Disminuye el tamaño de la próstata normal y del caP

La valoración de la respuesta a la terapia hormonal, se basa en la reducción del PSA y de los niveles de testosterona

El nivel de PSA está bajo control hormonal, por lo que la terapia de deprivación androgénica disminuye la concentración sérica del PSA independientemente de la respuesta tumoral, y puede haber progresión del tumor hasta en un 20% de los pacientes con niveles de PSA < de 4 ng/ml

## Cambios morfológicos y funcionales en la RMMP tras hormonoterapia y signos de recidiva

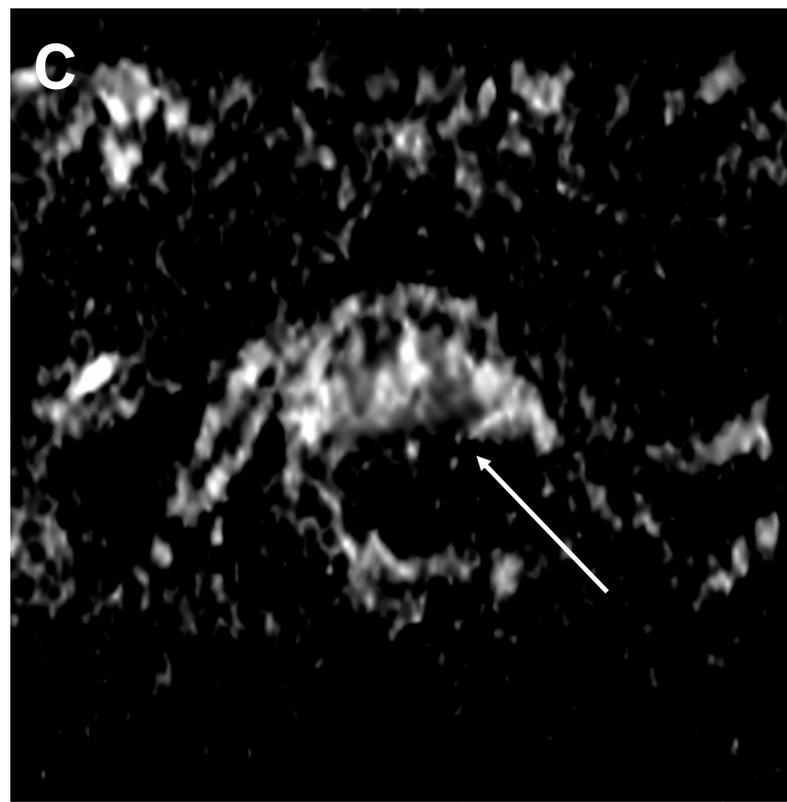
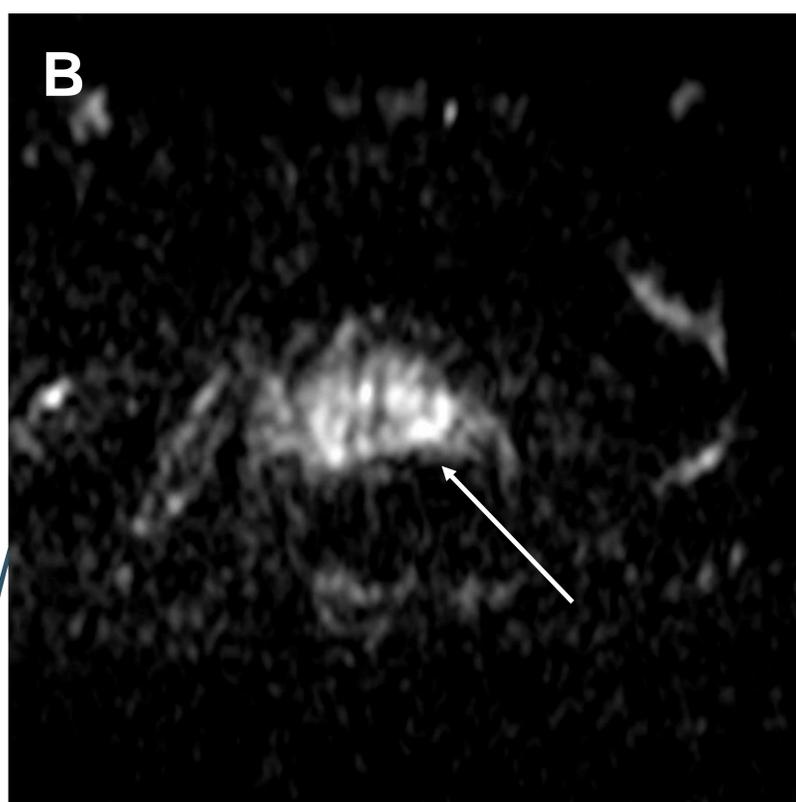
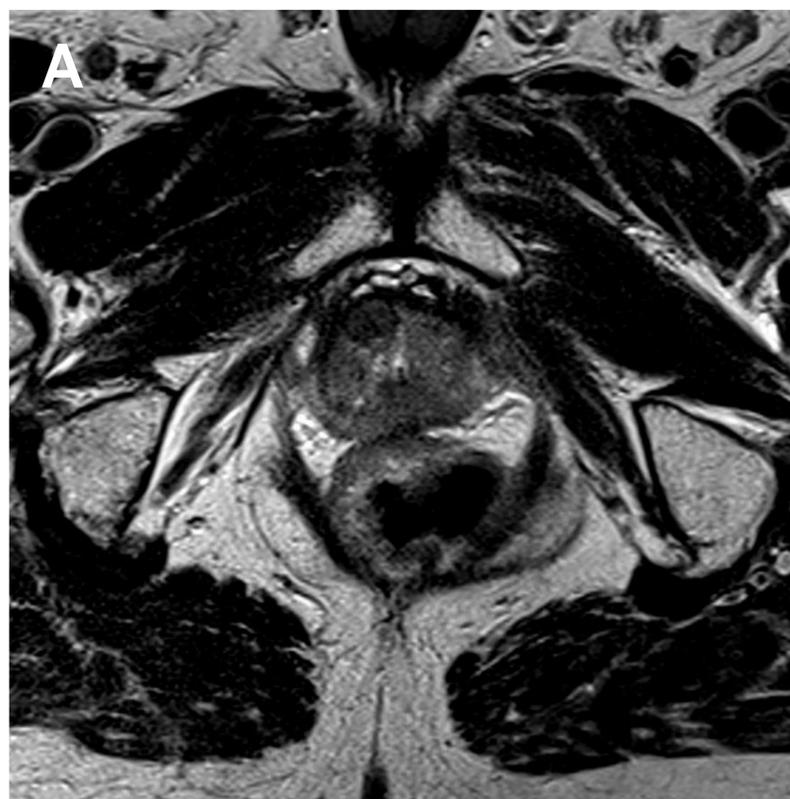
La RMMP es útil para monitorizar la respuesta al tratamiento hormonal

Se observan hallazgos similares a los que aparecen tras radioterapia: atrofia con disminución del volumen glandular, fibrosis con pérdida de la anatomía zonal y disminución de la vascularización

Con el tratamiento hormonal NO se objetivan cambios en los tejidos adyacentes a la próstata

La recidiva se manifiesta como hipercaptación en las imágenes de perfusión y restricción de la difusión, igual que en las recidivas en los pacientes tratados con radioterapia (7) **(Fig. 16)**

***Los cambios morfológicos y funcionales y las recidivas tras tratamiento hormonal son muy similares a los que se observan en el seguimiento de los pacientes tratados con radioterapia***



**Figura 16. 61 años con caP hace 8 años de riesgo intermedio y tratamiento combinado con radioterapia externa y bloqueo androgénico durante 9 meses. Recidiva bioquímica.**

**(A)** Axial T2-TSE, sin claros focos hipointensos sospechosos de recidiva en la glándula prostática **(B)** difusión b1000 y **(C)** mapa ADC muestran un nódulo hiperintenso en b1000 e hipointenso en ADC (flechas), sospechoso de recidiva y confirmado con biopsia positiva: Gleason 9



## Conclusiones

La RMMP es una técnica muy útil en el seguimiento de los pacientes en vigilancia activa con cáncer de próstata de bajo grado y bajo riesgo, por su alto valor predictivo negativo y porque detecta de forma precoz la progresión, identificando con exactitud el área de sospecha de progresión para realizar la biopsia de forma dirigida

La RMMP es una técnica muy útil para la detección precoz de la recidiva local en los pacientes tratados de cáncer de próstata, porque detecta el tumor con bajos niveles de PSA y con poco volumen tumoral, y se ha demostrado que el tratamiento de la recidiva local con bajos niveles de PSA, es un factor predictor de buen pronóstico, con una mayor probabilidad de obtener el control de la enfermedad a largo plazo con terapia local adicional

La secuencia más importante de la RMMP para detectar recidivas, es el estudio de perfusión, porque las recidivas se manifiestan con un realce precoz e intenso, que ocurren con mayor frecuencia en la anastomosis quirúrgica vésico-uretral tras la prostatectomía y en el lugar donde se localizaba el tumor primario tras la radioterapia



## Bibliografía

- 1 Bass EJ, Pantovic A, Connor M, Gabe R, Padhani AR, Rockall A, et al. A systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of biparametric prostate MRI for prostate cancer in men at risk. 2020; Prostate Cancer Prostatic Dis. Nov 20
- 2 Francesco Giganti, Alex Kirkham, Clare Allen, Shonit Punwani, Clément Orczyk, Mark Emberton, and Caroline M. Moore Update on Multiparametric Prostate MRI During Active Surveillance: Current and Future Trends and Role of the PRECISE Recommendations. 2021; AJR Am J Roentgenol April, 216, 943-951
- 3 Lopes Dias J, Lucas R, Magalhaes Pina J, et al. Post-treated prostate cancer: normal findings and signs of local relapse on multiparametric magnetic resonance imaging. Abdom Imaging. 2015; 40(7):2814–2838
- 4 Casciani E, Poletini E, Carmenini E, et al. Endorectal and dynamic contrast-enhanced MRI for detection of local recurrence after radical prostatectomy. AJR Am J Roentgenol. 2008; 190(5): 1187–1192
- 5 Panebianco V, Sciarra A, Lisi D, et al. Prostate cancer: 1HMRS-DCEMR at 3T versus [(18) F]choline PET/CT in the detection of local prostate cancer recurrence in men with biochemical progression after radical retropubic prostatectomy (RRP). Eur J Radiol. 2012; 81(4): 700–708
- 6 Zumsteg ZS, Spratt DE, Romesser PB, et al. The natural history and predictors of outcome following biochemical relapse in the dose escalation era for prostate cancer patients undergoing definitive external beam radiotherapy. Eur Urol. 2015; 67(6):1009–1016
- 7 Patel P, Mathew MS, Triliskyl, Oto A. Multiparametric MR imaging of the Prostate after Treatment of Prostate Cancer. Radiographics 2018; 38.437-449
- 8 Kim CK, Park BK, Park W, Kim SS. Prostate MR imaging at 3T using a phased-arrayed coil in predicting locally recurrent prostate cancer after radiation therapy: preliminary experience. Abdom Imaging. 2010; 35(2):246–252
- 9 Tamada T, Sone T, Jo Y, et al. Locally recurrent prostate cancer after high-dose-rate brachytherapy: the value of diffusion-weighted imaging, dynamic contrast-enhanced MRI, and T2-weighted imaging in localizing tumors. AJR Am J Roentgenol. 2011; 197(2):408–414
- 10 Mearini L, D'Urso L, Collura D, Nunzi E, Muto G, Porena M. High-intensity focused ultrasound for the treatment of prostate cancer: A prospective trial with long-term follow-up. Scand J Urol. 2015; 49(4):267–274