

Resonancia magnética en braquiterapia del cáncer de cérvix: de la anatomía a la práctica.

Mónica Santos Blasco¹, Ana Puig Chilet², Rosa García Dosdá³, Rosario Pérez Martínez⁴,
Rosa María Viguer Benavent⁵, Miguel Ángel Sánchez Fuster⁶, Guillermina Montoliu Fornás⁷.

¹Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia.

Objetivos

1. Revisar la anatomía pélvica en RM así como los hallazgos por imagen del cáncer de cérvix según la estadificación FIGO.
2. Analizar el papel actual de la RM en la braquiterapia: protocolo, planificación inicial, tipos de aplicadores y monitorización de la respuesta tumoral.
3. Describir posibles complicaciones de la braquiterapia y aportar ejemplos.



Glosario

RM	resonancia magnética
VPH	virus papiloma humano
FIGO	Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia
Sag	sagital
Tra	transversal
Cor	coronal
S.G.	supresión grasa
m.ó.	microscopio óptico
FSE	contraste intravenoso
DWI	biopsia con aguja gruesa
FOV	complejo areola-pezón
STIR	anatomopatológico
QT	quimioterapia
RT	radioterapia
BT	braquiterapia
TC	tomografía computarizada
PET	tomografía por emisión de positrones
CIV	contraste intravenoso

Introducción

El cáncer de cérvix es el 4º cáncer más común en mujeres a nivel mundial y el 15º en España.

- Fuerte asociación con VPH.
- Importancia de programas de prevención (vacunación y cribado).
- Desigualdad geográfica.
- Edad más frecuente entre 35 - 65 años.



Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

La FIGO recomienda el uso de la RM para la estadificación de tumores cervicales con estadio IB o superior. Aporta información adicional a la exploración física y ecografía, sobre el tamaño tumoral, afectación ganglionar y extensión local y a distancia.

PROTOCOLO RM EMPLEADO EN NUESTRO CENTRO

Sag, Tra, Cor / FSE / T2 / sin SG / oblicuos al tumor

Tra / FSE / T2 / sin SG / hasta hilios renales

Tra / DWI / hasta hilios renales

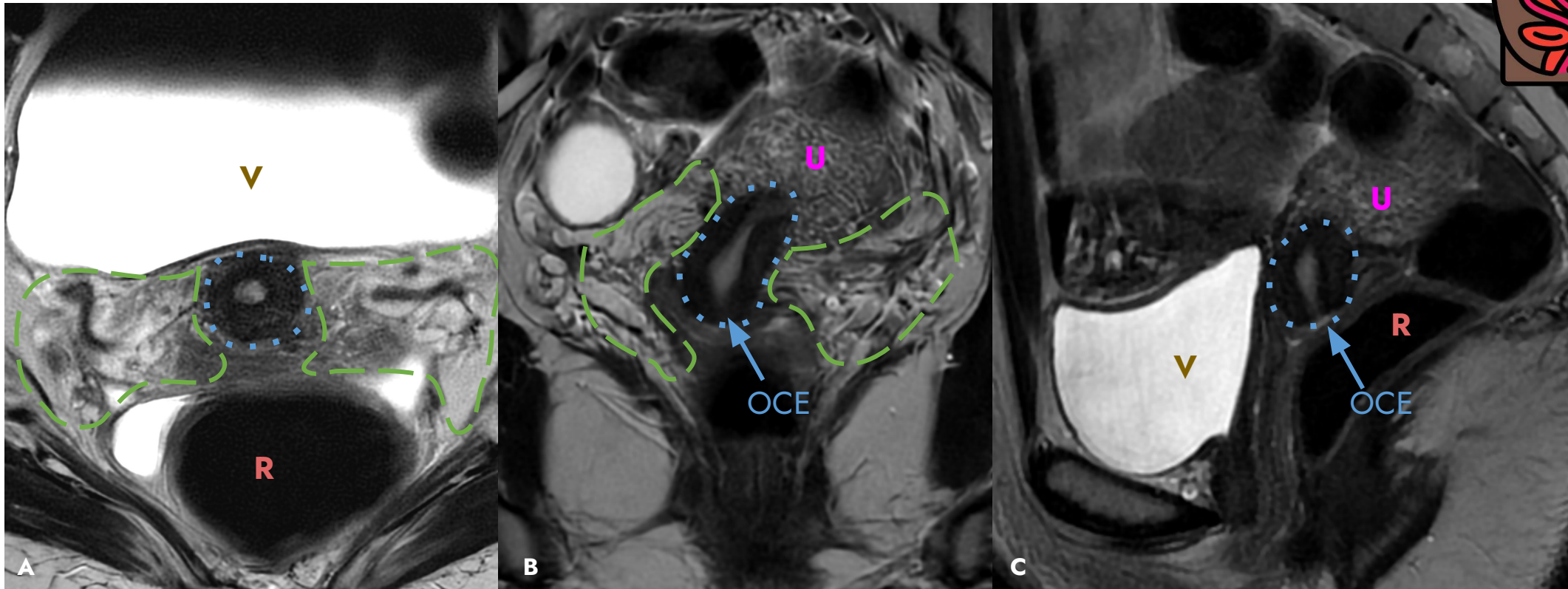
Cor / STIR / FOV amplio



ESTADIFICACIÓN FIGO DEL CÁNCER DE CÉRVIX (2018)

Estadio	Descripción
I	Lesión estrictamente confinada al cérvix
IA	Lesión invasiva con profundidad de invasión máxima <5 mm (solo visible m.ó)
IB	Lesión invasiva con profundidad de invasión máxima >5 mm
IB1 / IB2 / IB3	Lesión de <2 cm / >2 y <4 cm / >4 cm de diámetro máximo
II	Lesión con extensión más allá del útero
IIA	Invasión de los dos tercios superiores de la vagina
IIA1 / IIA2	Lesión de <4 cm / >4 cm de diámetro máximo
IIB	Invasión parametrial
III	Lesión con extensión al tercio inferior vagina / pared pélvica, hidronefrosis, riñones no funcionantes / adenopatías pélvicas o paraaórticas
IIIA	Invasión del tercio inferior de la vagina
IIIB	Invasión de la pared pélvica / hidronefrosis / riñones no funcionantes
IIIC1 / IIIC2	Adenopatías pélvicas / paraaórticas
IV	Extensión más allá de la pelvis verdadera / invasión de la pared vesical o rectal
IVA	Extensión a órganos pélvicos adyacentes
IVB	Extensión a órganos a distancia

Papel de la RM: diagnóstico y estadificación



RM anatomía normal. A. Tra T2. B. Cor T2. C. Sag T2.

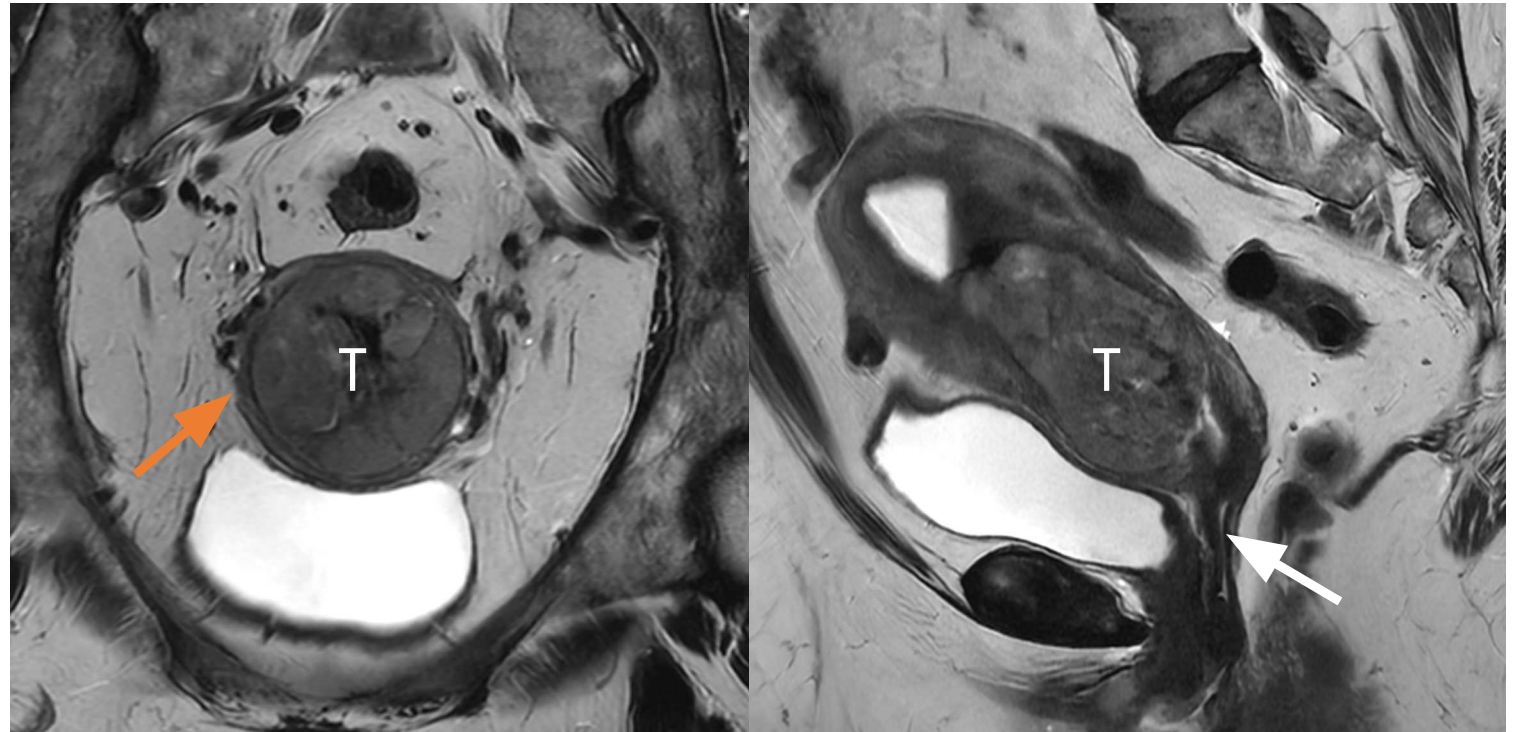
- • • • Canal cervix con estroma cervical (línea hipointensa) y orificio cervical externo (OCE)
- — — — Parametrios

U: Útero
V: Vejiga
R: Recto

Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

CLASIFICACIÓN FIGO - ESTADÍO I

I	Lesión estrictamente confinada al cérvix
IA	Lesión invasiva con profundidad de invasión máxima <5 mm (solo visible m.ó)
IB	Lesión invasiva con profundidad de invasión máxima >5 mm
IB1	Lesión de <2 cm de diámetro máximo
IB2	Lesión de >2 y <4 cm de diámetro máximo
IB3	Lesión de >4 cm de diámetro máximo



Estadio IB3. Tra y Sag T2. Tumoración cervical (T) confinada al cérvix con diámetro máximo >4 cm, sin extensión vaginal (flecha blanca) ni invasión parametrial (flecha naranja).

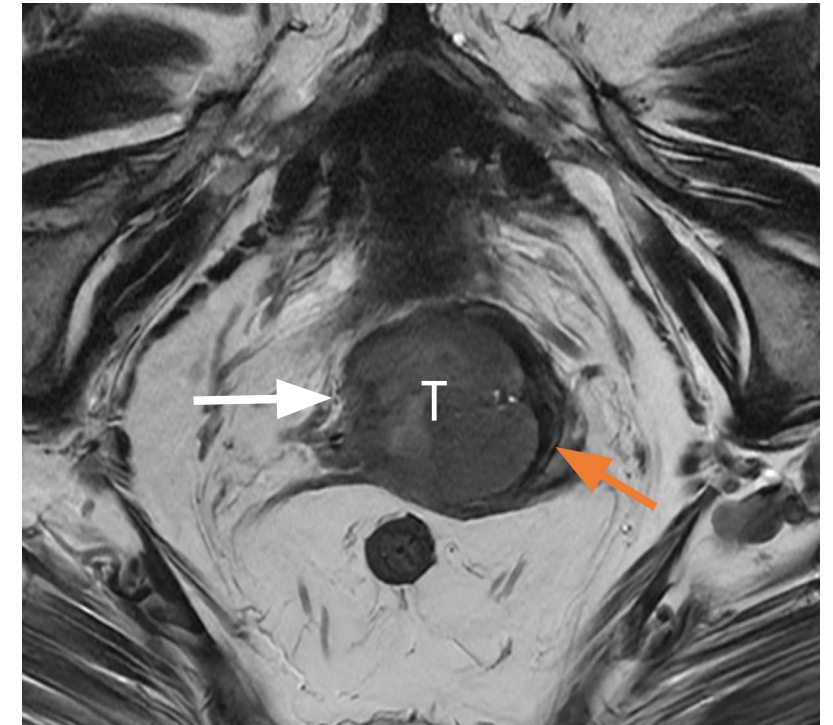
Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

CLASIFICACIÓN FIGO - ESTADÍO II

II	Lesión con extensión más allá del útero que invade los dos tercios superiores de vagina o los parametrios
IIA	Invasión de los dos tercios superiores de la vagina
IIA1	Lesión de <4 cm de diámetro máximo
IIA2	Lesión de >4 cm de diámetro máximo
IIB	Invasión parametrial



Estadío IIA. Sag T2. Tumoración cervical (T) con extensión caudal que se limita al tercio superior de la vagina (flecha blanca).



Estadío IIB. Tra T2. Tumoración cervical (T) con infiltración parametrial derecha (flecha blanca). Se observa pérdida de la línea hipointensa correspondiente al estroma cervical (flecha naranja) en su vertiente lateral derecha en relación con infiltración parametrial.

Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

CLASIFICACIÓN FIGO - ESTADÍO III

III	Lesión con extensión al tercio inferior vagina / pared pélvica, hidronefrosis, riñones no funcionantes / adenopatías pélvicas o paraaórticas
IIIA	Invasión del tercio inferior de la vagina
IIIB	Invasión de la pared pélvica / hidronefrosis / riñones no funcionantes
IIIC1	Adenopatías pélvicas
IIIC2	Adenopatías paraaórticas

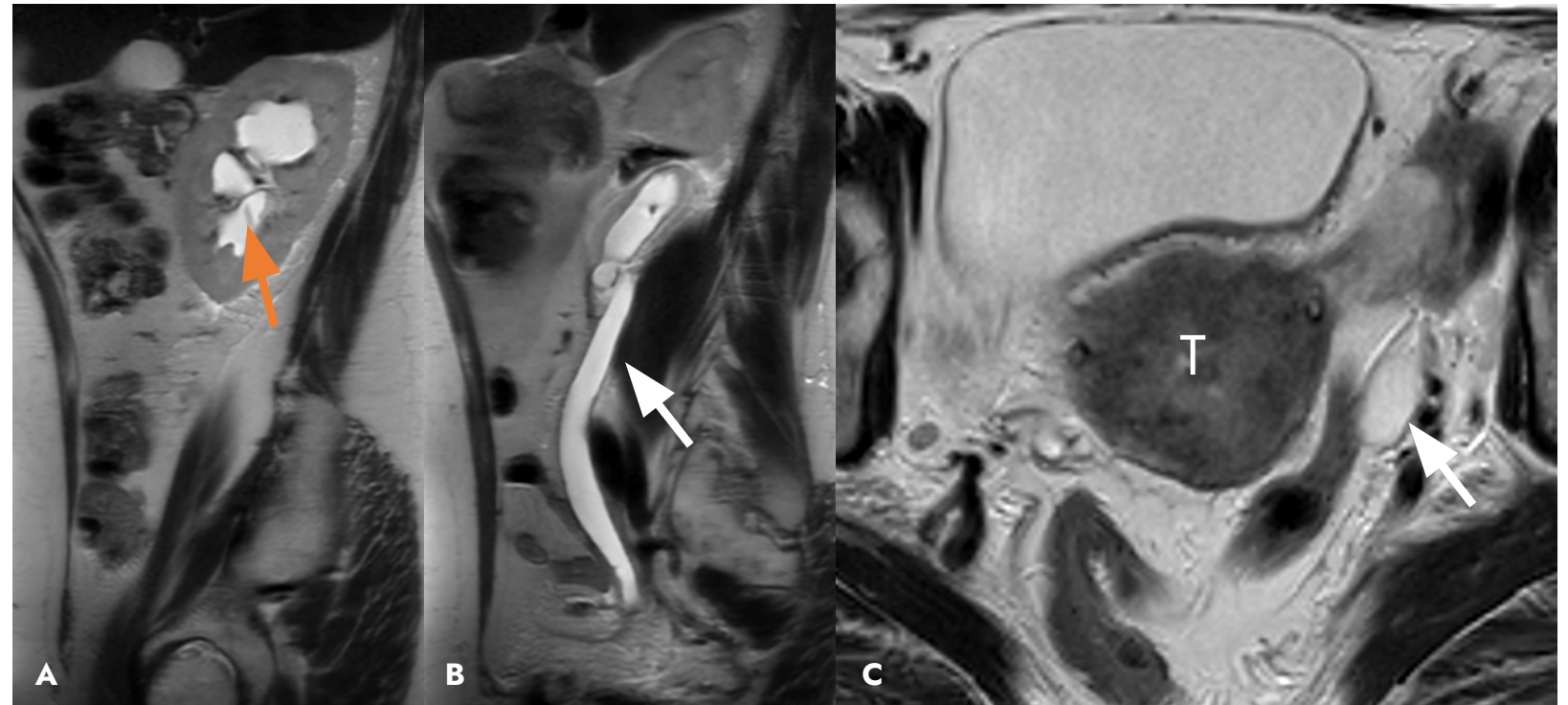


Estadío IIIA. A. y B. Sag T2. En ambas pacientes se observa la tumoración cervical (T) localmente avanzada que presenta invasión al tercio inferior de la vagina (flechas blancas).

Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

CLASIFICACIÓN FIGO - ESTADÍO III

III	Lesión con extensión al tercio inferior vagina / pared pélvica, hidronefrosis, riñones no funcionantes / adenopatías pélvicas o paraaórticas
IIIA	Invasión del tercio inferior de la vagina
IIIB	Invasión de la pared pélvica / hidronefrosis / riñones no funcionantes
IIIC1	Adenopatías pélvicas
IIIC2	Adenopatías paraaórticas

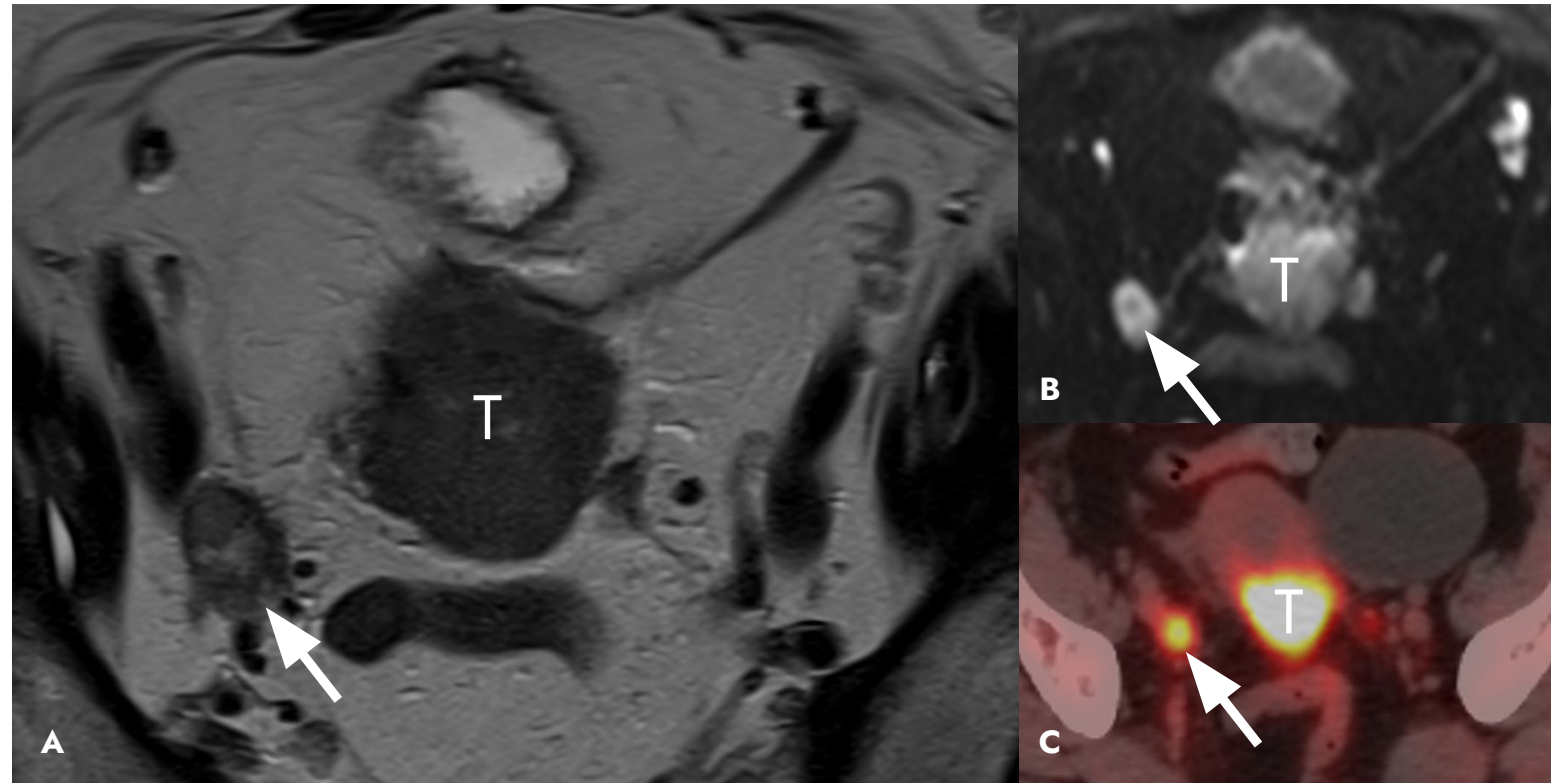


Estadio IIIB. A. y B. Sag T2. C. Tra T2. Tumoración cervical (T) localmente avanzada condicionando hidronefrosis izquierda grado III. Se observa marcada dilatación ureteral izquierda (flecha blanca) así como dilatación calicial ipsilateral (flecha naranja).

Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

CLASIFICACIÓN FIGO - ESTADÍO III

III	Lesión con extensión al tercio inferior vagina / pared pélvica, hidronefrosis, riñones no funcionantes / adenopatías pélvicas o paraaórticas
IIIA	Invasión del tercio inferior de la vagina
IIIB	Invasión de la pared pélvica / hidronefrosis / riñones no funcionantes
IIIC1	Adenopatías pélvicas
IIIC2	Adenopatías paraaórticas

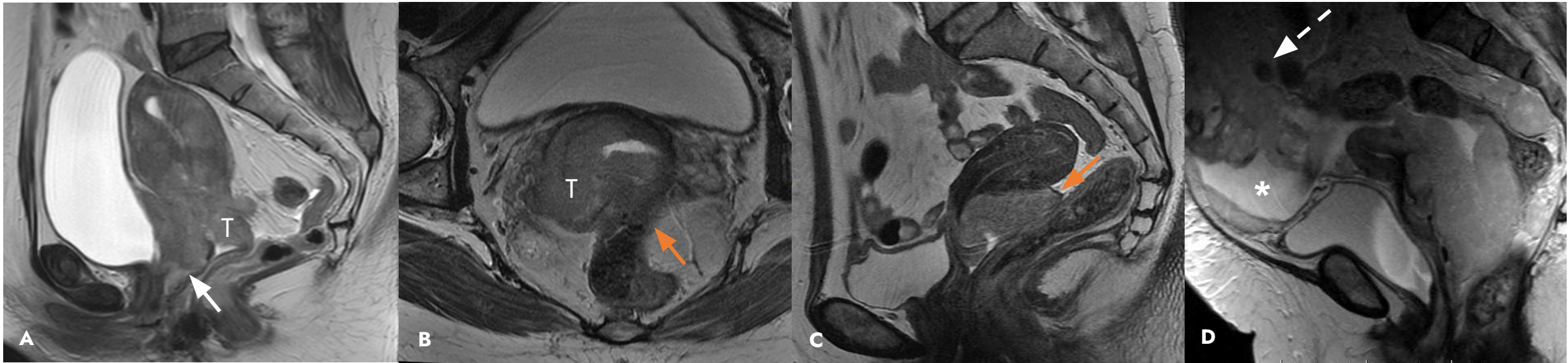


Estadío IIIC1. A. Tra T2. B. DWI. C. PET-TC con 18-FDG. Tumor cervical (T) con adenopatía iliaca externa derecha (flecha blanca) de aspecto tumoral que restringen en difusión y presenta metabolismo aumentado.

Papel de la RM: diagnóstico y estadificación

CLASIFICACIÓN FIGO - ESTADÍO IV

IV	Extensión más allá de la pelvis verdadera / invasión de la pared vesical o rectal
IVA	Extensión a órganos pélvicos adyacentes
IVB	Extensión a órganos a distancia



Estadio IV. A. Estadio IVA. Sag T2. Tumoración cervical (T) localmente avanzada con extensión anterior que invade la pared vesical posterior (flecha blanca). **B y C. Estadio IVA.** Tra y Sag T2. Tumoración de cérvix localmente avanzada con afectación parametrial y con infiltración de fascia mesorrectal y pared rectal (flecha naranja). **D. Estadio IVB.** Sag T2. Tumoración cervical con infiltración rectal y presencia de nódulos peritoneales (flecha blanca discontinua) con trabeculación de la grasa y leve cantidad de líquido libre (asterisco) sugestivo de carcinomatosis peritoneal.

Braquiterapia: introducción

- Es una modalidad de **radioterapia interna** que consiste en la colocación de **fuentes radiactivas dentro o en estrecha proximidad al tumor**, permitiendo administrar **altas dosis de radiación de forma localizada con limitada irradiación de los órganos críticos adyacentes**.
- En el cáncer de cuello uterino, se emplea principalmente mediante **braquiterapia intracavitaria**, utilizando aplicadores para proporcionar una alta dosis de radiación focalizada en el área tumoral.
- La **braquiterapia** con planificación tridimensional **guiada por RM** seriada constituye actualmente la **técnica de elección**, habiendo sustituido a los modelos clásicos de planificación bidimensional.
- La **braquiterapia intracavitaria, combinada con radioterapia externa**, mejora el **control locorregional** y la **supervivencia** en pacientes con cáncer de cérvix en comparación con la radioterapia externa sola.

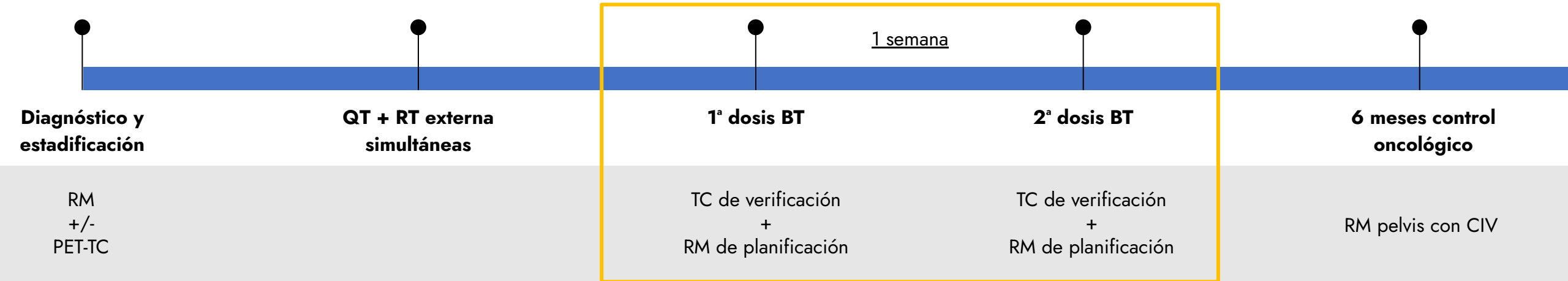
Cáncer de cérvix
localmente avanzado
(estadios IIB, III y IVA)



QT-RT externa simultáneas
+
BT intracavitaria



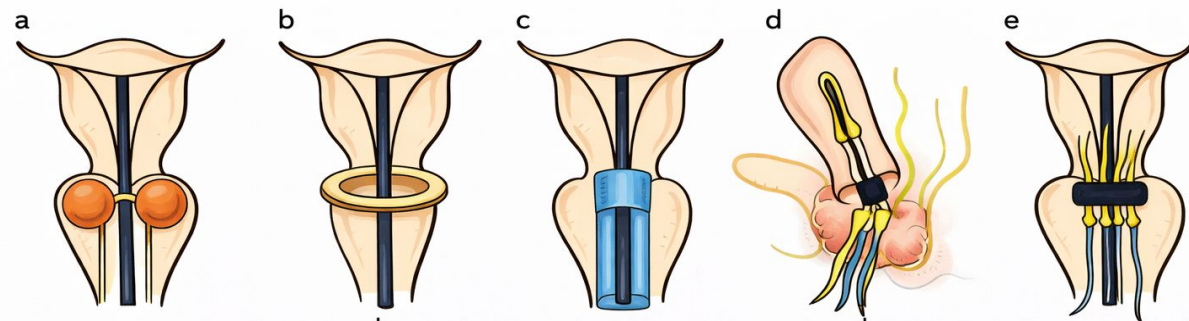
Braquiterapia: protocolo y técnicas de imagen



TÉCNICA DE IMAGEN	PAPEL PRINCIPAL	LIMITACIONES
TC	Localización precisa del aplicador intracavitario y relación con las estructuras pélvicas .	Bajo contraste de partes blandas: difícil delimitación tumoral y de órganos de riesgo.
RM	Estadificación locorregional . Mejor delimitación del tumor y órganos de riesgo (vejiga, recto, sigma). Permite planificación dosimétrica óptima.	Mayor tiempo de adquisición y aplicadores compatibles.
PET-TC	Estadificación ganglionar/distancia . Información metabólica tumoral.	Baja resolución espacial.

Braquiterapia: aplicadores

- Los **aplicadores intracavitarios** actúan como conducto para la introducción de la fuente radiactiva durante la braquiterapia.
- **Permiten administrar la radiación de forma precisa al cérvix y estructuras adyacentes.**
- Actualmente se utilizan aplicadores de **titanio compatibles con RM**, que reducen artefactos y permiten la planificación tridimensional guiada por imagen.
- Algunos sistemas **combinan braquiterapia intracavitaria e intersticial**, fundamentalmente en tumores voluminosos.



Dibujos esquemáticos de los aplicadores correctamente colocados. a) Tandem uterino con ovoides vaginales; los ovoides vaginales deben situarse próximos al orificio cervical externo. b) Tandem uterino con anillo. c) Tandem uterino con cilindro vaginal. d) El extremo del tandem uterino debe colocarse en el fundus uterino. e) Aplicador de braquiterapia intersticial con las agujas introducidas en el estroma cervical (tumores voluminosos).



Aplicadores. A. y B. TC sin contraste de verificación. C. y D. RM de planificación. Aplicador con sonda intrauterina (flecha blanca) y ovoide vaginal (flecha blanca discontinua) + Aguja intersticial (flecha naranja), 3 derechas y 3 izquierdas. Sondaje vesical (SV) y rectal (SR).

Braquiterapia: RM de planificación

PROTOCOLO DE RM DE PLANIFICACIÓN

- ❑ Equipo de 1,5 T y una antena de superficie.
- ❑ Desde promontorio sacro hasta sínfisis púbica.
- ❑ Secuencias de alta resolución T2 / FSE / sin SG / Sag (anatómico) y Tra (oblicuo).

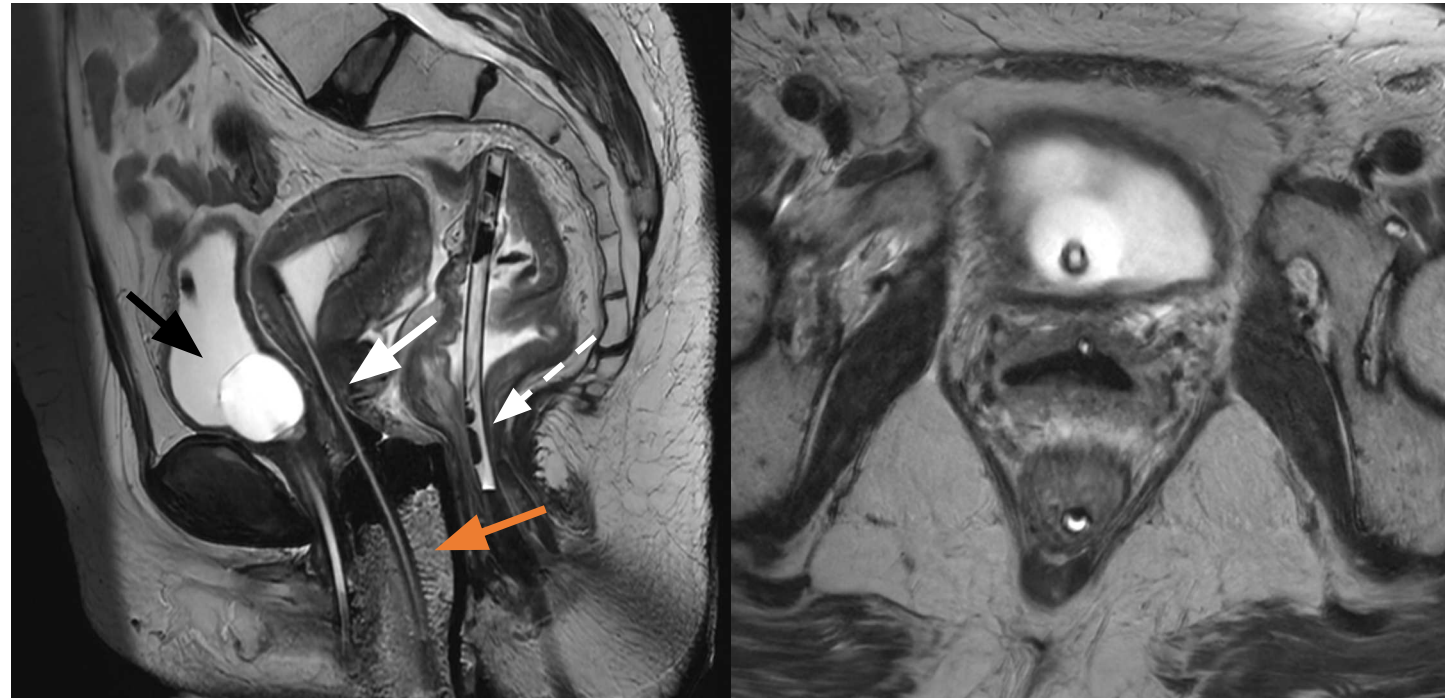


PREPARACIÓN INTESTINAL

- Dieta pobre en residuos
- Laxantes 48 horas antes
- Fármacos antiperistálticos
- Sondaje rectal

PREPARACIÓN VESICAL Y VAGINAL

- Sondaje y llenado vesical
- Usar el mismo volumen (50 ml)
- Packing vaginal (con gasas o moldes) para fijar los aplicadores y proteger los tejidos.

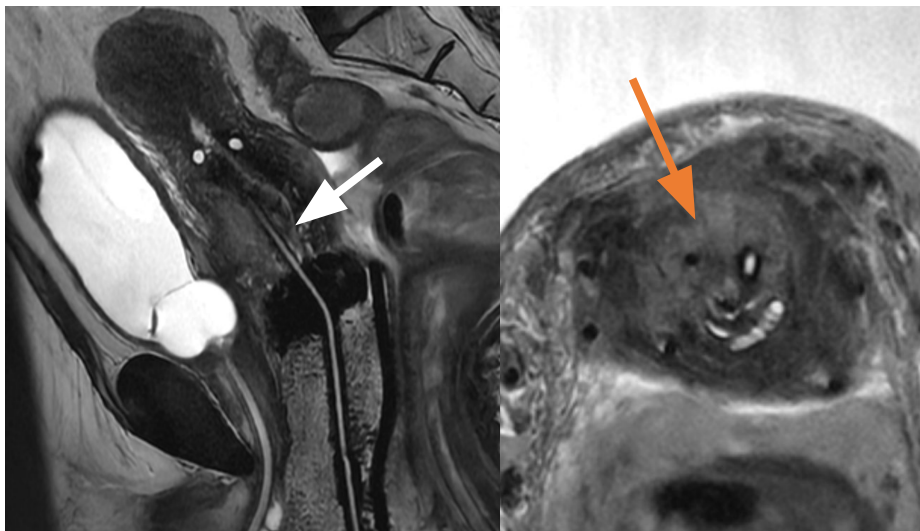


RM de planificación para 1ª sesión de BT. Sag y Tra T2. Aplicador con sonda intrauterina y ovoides vaginales (flecha blanca) y packing vaginal (flecha naranja). Sonda y llenado vesical (flecha negra). Sonda rectal (flecha blanca discontinua).

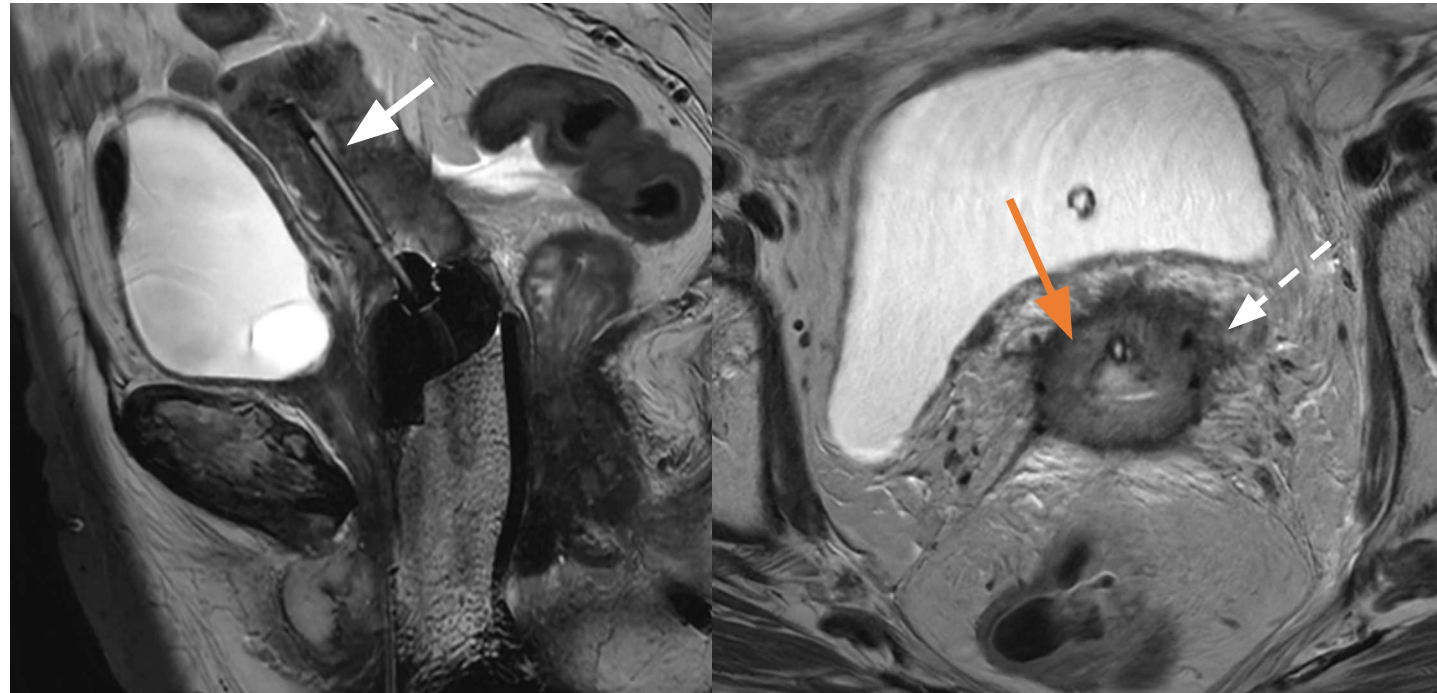
Braquiterapia: RM de planificación

OBJETIVO

Identificar restos tumorales, asegurar la correcta posición del aplicador y detectar posibles complicaciones.



RM de planificación para 2ª sesión de BT. Sag y Tra T2. Aplicador (flecha blanca) y sondas normoposicionadas. Se identifica resto tumoral hiperintenso (flecha naranja) en vertiente anterolateral derecha del cérvix.



RM de planificación para 1ª sesión de BT. Sag y Tra T2. Aplicador (flecha blanca). Se identifica resto tumoral cervical circunferencial (flecha naranja) con afectación parametrial izquierda (flecha blanca discontinua).

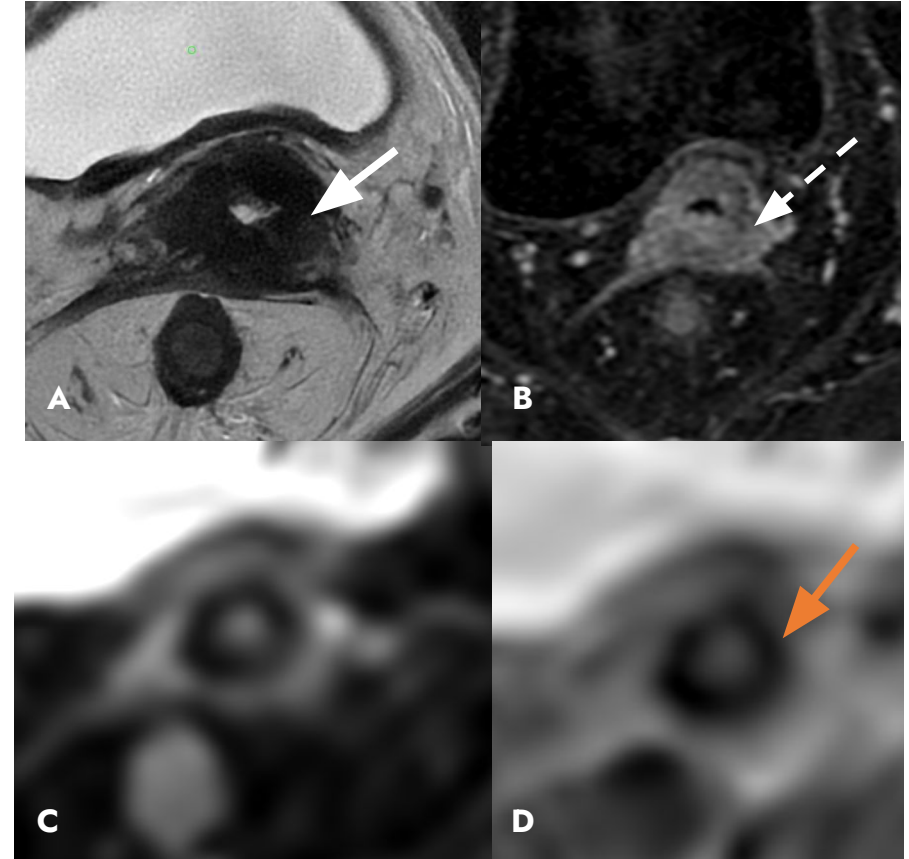
Determinamos los cortes transversales con resto tumoral para guiar la planificación de la braquiterapia.



Braquiterapia: monitorización de la respuesta

- Las pacientes siguen un control oncológico personalizado iniciando con **RM a los 6 meses tras finalizar el tratamiento.**
- El protocolo de RM empleado es el mismo que el descrito para la estadificación inicial del tumor añadiendo secuencias dinámicas T1 / FSE / con SG / con CIV.

A TENER EN CUENTA: DIFERENCIACIÓN ENTRE EDEMA POST-BT Y RESTO TUMORAL



RM de control de respuesta tumoral 3 meses tras la BT. A. Tra T2. B. Sustracción. C. y D. DWI/ADC. Pequeña área hiperintensa de morfología lineal (flecha blanca) en vertiente posterolateral izquierda del cérvix sin restricción en DWI/ADC (flecha naranja) ni realce sospechoso tras la administración de contraste (flecha blanca discontinua). Compatible con edema post-BT.

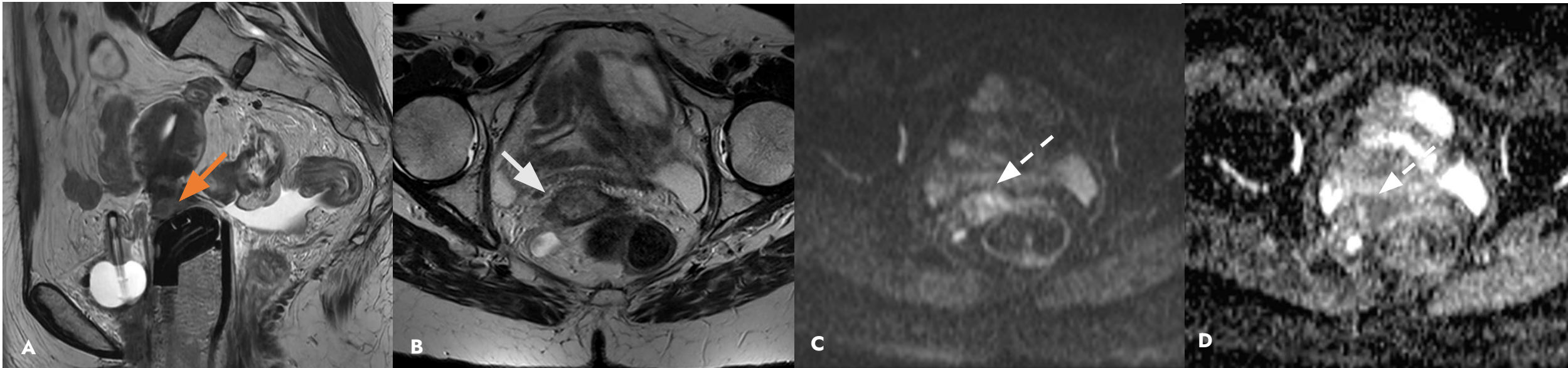
Característica	Edema Post-BT (Benigno)	Resto Tumoral (Maligno)
Señal T2	Hiperintenso, difuso, a menudo lineal.	Hiperintenso, focal, a menudo con bordes irregulares.
Difusión	No restringe.	Restringe.
Contraste	Realce leve, difuso o tardío.	Realce temprano e intenso.
Evolución	Disminuye o desaparece.	Persiste o aumenta con el tiempo.

Braquiterapia: monitorización de la respuesta



Monitorización respuesta tumoral. Sag. T2. A. RM de estadificación. Tumor cervical (T) con tamaño >4 cm y extensión caudal a través del OCE al tercio superior de la vagina junto con invasión parametrial (no objetivable en esta imagen) → Estadío IIB. B. RM de planificación de 2º dosis BT con aplicador (flecha blanca) y sondas normoposicionadas. C. RM de control 3 meses tras finalizar la BT. No se observa resto tumoral identificando estroma cervical hipointenso y homogéneo con cambios fibróticos (flecha naranja).

Braquiterapia: monitorización de la respuesta



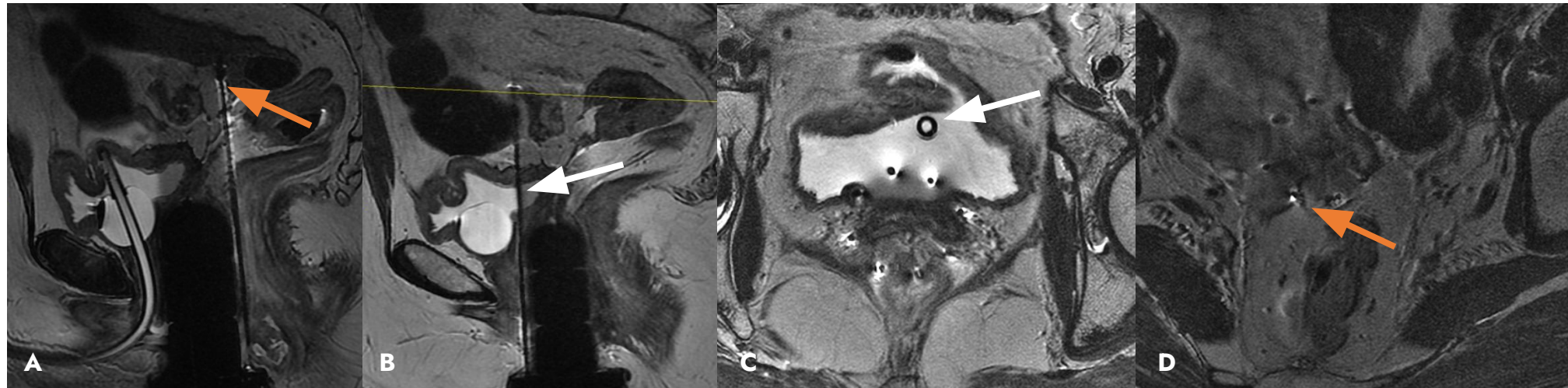
Monitorización respuesta tumoral. Sag. T2. A. RM de planificación de 2º dosis BT con aplicador y sondas normoposicionadas, evidenciando alteración de la intensidad de señal en vertiente anterolateral derecha de cérvix con afectación parametrial ipsilateral (no visualizado en estas imágenes), sugestivo de resto tumoral (flecha naranja). **B, C y D. Tra T2 y Difusión/ADC.** RM de control 6 meses tras finalizar la BT. Se observa resto tumoral en vertiente anterolateral derecha y parametrio ipsilateral (flecha blanca) que presenta restricción a la difusión, con caída de señal en ADC (flecha blanca discontinua).

Braquiterapia: complicaciones

MALPOSICIÓN DE LOS APLICADORES



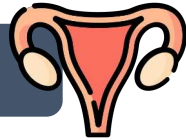
- **Factores condicionantes:** anatómicos de la paciente (ej. posición uterina, histerectomía...) y experiencia en la colocación.
- Puede resultar en perforación uterina o proximidad con asas intestinales y vasos, con riesgo de lesión de dichas estructuras.
- La malposición puede llevar a una **subdosificación del tumor y sobreirradiación de órganos de riesgo**.
- La imagen de RM permite detectar y optimizar la posición del aplicador o del packing vaginal previo a la administración del tratamiento.



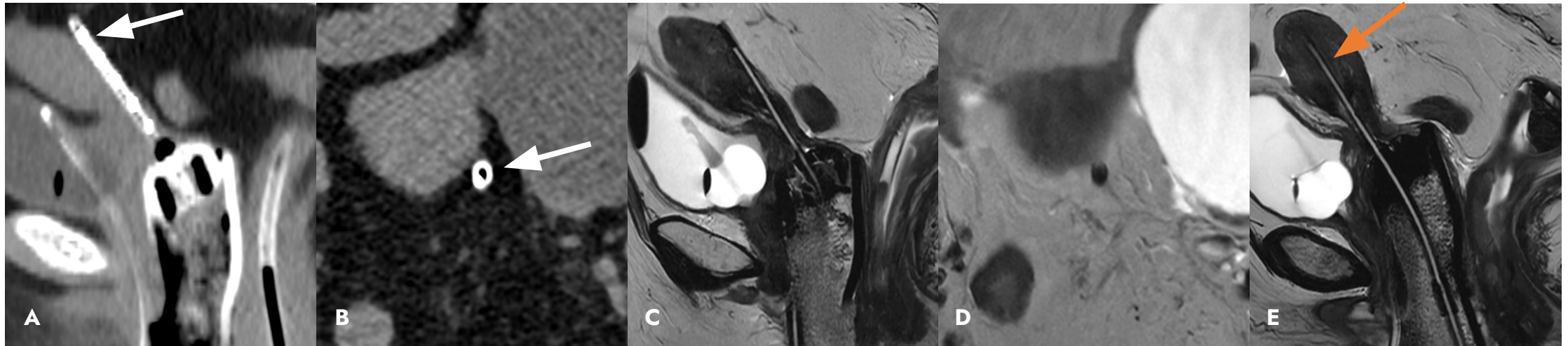
Malposición de los aplicadores. A y B. Sag T2. C y D. Tra T2. Paciente histerectomizada con cáncer de cérvix. Se identifican agujas intersticiales atravesando la vejiga (flecha blanca) y en íntimo contacto con sigma y asas de intestino delgado (flecha naranja).

Braquiterapia: complicaciones

PERFORACIÓN UTERINA



- **Complicación inmediata más frecuente.** Derivada de la colocación de los aplicadores de braquiterapia.
- La localización más frecuente es la cara posterior del cuerpo uterino.
- Se resuelven con tratamiento conservador.
- El reposicionamiento previo a la administración del tratamiento no afecta al resultado en cuanto a control local y supervivencia.



Perforación uterina. A. y B. TC de verificación con perforación de pared posterior (flecha blanca) del cuerpo uterino por angulación posterior de la sonda intrauterina. C. y D. Correlación con imágenes de RM. E. Recolocación de sonda intrauterina normoposicionada (flecha naranja).

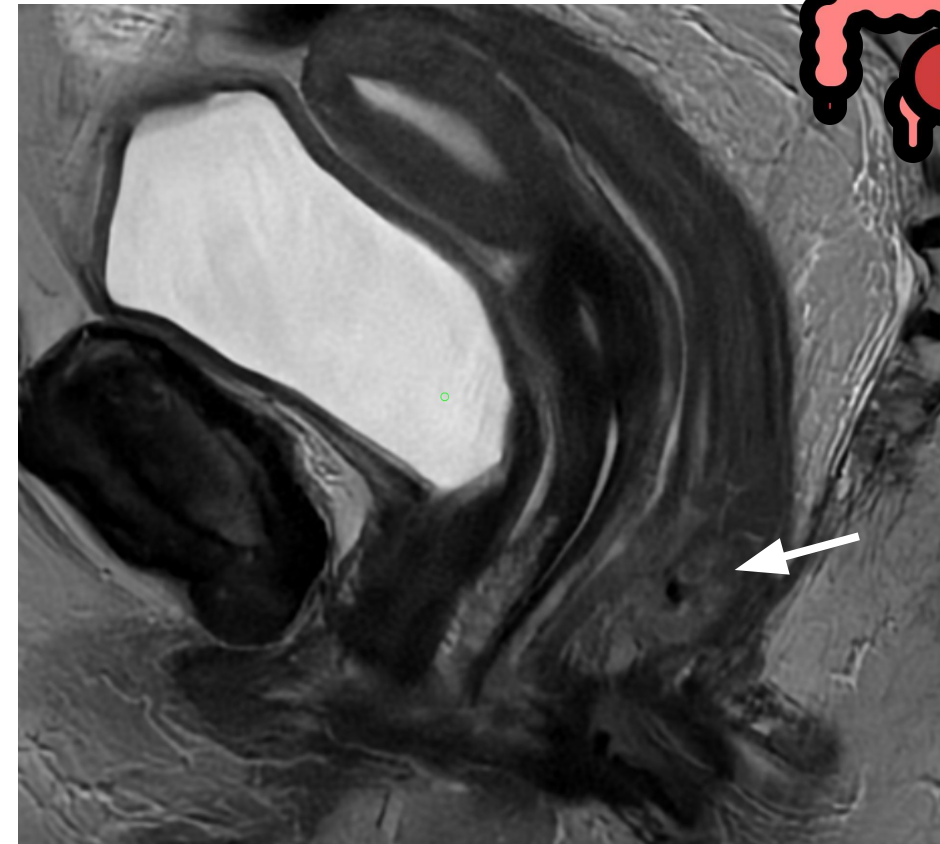
Braquiterapia: complicaciones

El resto de complicaciones derivan del mecanismo de acción del tratamiento radioterápico y se producen a **medio-largo plazo**. Además, la **asociación de RT externa + BT** así como el **empleo de QT simultánea aumentan el riesgo**.

CISTITIS / ENTERITIS / PROCTITIS RÁDICA

- Daño en la pared vesical o intestinal con edema submucoso que puede evolucionar a fibrosis con disminución de la capacidad vesical o estenosis intestinal.
- Síntomas generalmente transitorios: vesicales (tenesmo, urgencia, hematuria...), intestinales (dolor abdominal, diarrea, sangrado...)
- Habitualmente se resuelven con manejo conservador.

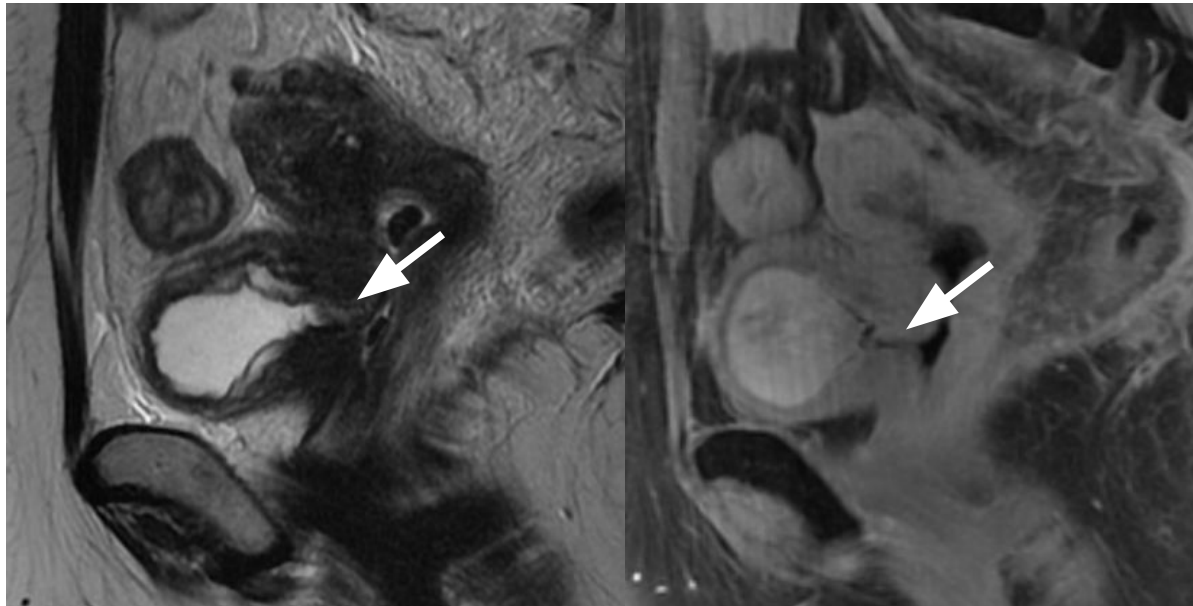
Proctitis r dica. Sag T2. Paciente tratada con QT + RT externa + BT. Primer control tras finalizar el tratamiento. Se observa engrosamiento parietal circunferencial e hiperintenso (flecha blanca) de las paredes del recto en relación con cambios inflamatorios post-BT.



Braquiterapia: complicaciones

FÍSTULAS

- **Complicación mayor, poco frecuente.** Suelen producirse en tumores de gran tamaño que requieren dosis elevadas de radiación.
- Las **fístulas vaginales** (vesicovaginal, ureterovaginal o rectovaginal) son las más frecuentes.
- Se trata de fístulas habitualmente **complejas** de gran tamaño y con múltiples trayectos, de difícil manejo.
- Papel clave de la RM para diferenciar una fístula secundaria al tratamiento de una fístula con signos de recidiva tumoral.



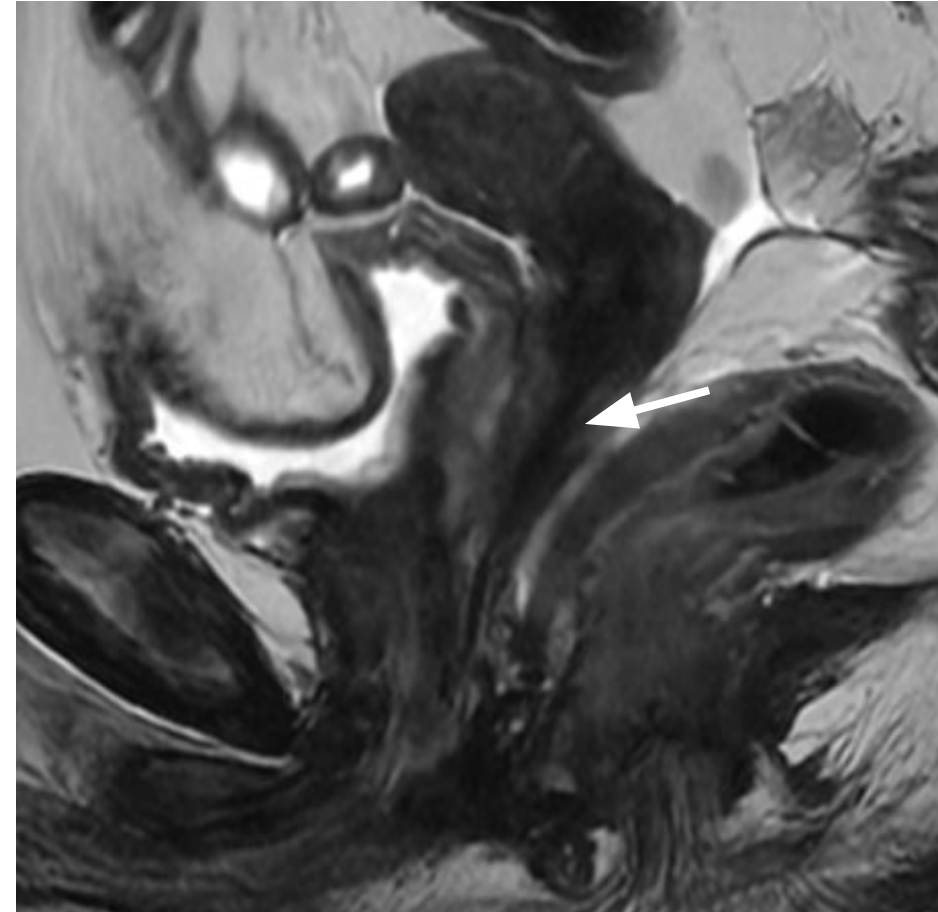
Fístula vesicovaginal tras BT de cáncer de cérvix. A. Sag T2 B. Sag T1 con SG + CIV. Se identifica trayecto (flecha blanca) que comunica pared posterior de la vejiga con pared anterior de la vagina.

Braquiterapia: complicaciones

ESTENOSIS Y ATROFIA

- **Complicaciones tardías.**
- Importante a tener en cuenta en paciente premenopáusicas.
- **Estenosis cervical y/o vaginal.** Se puede sospechar laestenosis cervical en estudios de RM identificando colapso del canal junto con cambios fibróticos. A veces puede asociar hematometra (retención de sangre y secreciones en la cavidad uterina) en pacientes premenopáusicas.
- **Atrofia uterina y/o de ovarios.**

Estenosis cervical. Sag T2. Cérvix colapsado (flecha blanca), sin identificar la luz del canal cervical junto con marcada hipointensidad de sus paredes, hallazgos sugestivos de estenosis cervical post-BT.



Conclusiones

1. La **RM** es la técnica de elección para la **estadificación local del cáncer de cérvix**, permitiendo una adecuada valoración del tamaño tumoral y extensión locorregional y a órganos adyacentes.
2. En enfermedad localmente avanzada tratada con BT, la **RM** desempeña un papel fundamental en la **planificación del tratamiento** y permite una **mejor adaptación del mismo al volumen tumoral**, contribuyendo así a mejorar el control local y a reducir la toxicidad.
3. El cáncer de cérvix tratado con BT puede presentar diversas **complicaciones** siendo la RM una herramienta clave para su **detección precoz y caracterización**.
4. El conocimiento de los **hallazgos radiológicos normales post-tratamiento y de las complicaciones** es esencial para evitar errores diagnósticos y optimizar el seguimiento de estas pacientes.



Referencias

1. Perez-Calatayud J, Colmenares Fernández R, García Martínez T, Herreros Martínez A, Pellejero Pellejero S, Richart Sancho J, et al. Consideraciones prácticas en la implementación de la resonancia magnética en la planificación en braquiterapia ginecológica de cérvix. Rev Fis Med. 2018;19(2):29–72.
2. Sullivan T, Yacoub JH, Harkenrider MM, Small W Jr, Surucu M, Shea SM. Providing MR imaging for cervical cancer brachytherapy: lessons for radiologists. Radiographics. 2018;38(3):932–944.
3. Oñate Miranda M, Pinho DF, Wardak Z, Albuquerque K, Pedrosa I. Resonancia magnética en la planificación de la braquiterapia intracavitaria para el tratamiento del cáncer de cérvix localmente avanzado. Radiología. 2016;58(1):16–25.
4. Pötter R, Haie-Meder C, Van Limbergen E, Barillot I, De Brabandere M, Dimopoulos J, et al. Recommendations from gynaecological (GYN) GEC-ESTRO working group (I): concepts and terms in 3D image-based treatment planning in cervix cancer brachytherapy. Radiother Oncol. 2006;78(1):67–77.
5. Bhatla N, Aoki D, Sharma DN, Sankaranarayanan R. Cancer of the cervix uteri. Int J Gynecol Obstet. 2019;145 Suppl 1:22–36.