

HALLAZGOS RADIOLÓGICOS ABDOMINALES TRAS RADIOTERAPIA EXTERNA EN PACIENTES ONCOLÓGICOS

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: Irene Martín Lores, Paula Hernández Mateo, Laura Galván Herráez, Beatriz Lannegrand Menéndez, Ricardo Rodríguez González, Ramiro Méndez Fernandez

Objetivos Docentes

- Describir los hallazgos radiológicos secundarios a los efectos de la radioterapia en los órganos abdominales y pelvianos sanos.
- Diferenciar estos cambios post radioterapia de otras enfermedades.

Revisión del tema

Introducción:

La radioterapia se usa desde hace décadas en el tratamiento de numerosos tumores en la cavidad abdominal como terapia primaria, adyuvante o paliativa. La primera vez que se usa radiaciones ionizantes en el tratamiento del cáncer es en el año 1896, sólo un año después del descubrimiento de los rayos X por Roentgen.

La radiación con fines terapéuticos es dirigida hacia el tumor a tratar con el objetivo de conseguir la destrucción o reducción tumoral, no obstante además de afectar al tumor, esta radiación también afecta a tejidos sanos que quedan incluidos en el campo de radioterapia.

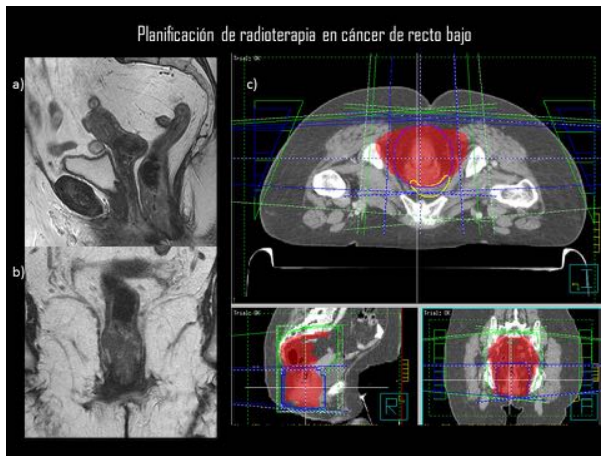
Estos últimos años el avance de nuevas técnicas ha logrado una mejor conformación de dosis en el volumen tumoral minimizando la radiación y el daño en los órganos de riesgo cercanos al tumor mediante técnicas tridimensionales (radioterapia externa conformacional 3D o la radioterapia de intensidad modulada (IMRT). Otras técnicas como la braquiterapia, la radioterapia estereotáxica o la radiocirugía también han contribuido a disminuir sustancialmente el daño a los tejidos no tumorales.

Técnica de radiación:

La radioterapia conformacional 3D y técnicas más modernas derivadas de esta como la IMRT, son

técnicas de simulación virtual basadas en imagen volumétrica para la definición del tumor y de los órganos sanos adyacentes en cada paciente. Estas técnicas comienzan a usarse hace más de 20 años y, por lo general, implican un aumento del número de haces colimados de radiación que se usan para una mejor conformación de la dosis prescrita al volumen diana mientras mantiene la dosis en los tejidos normales lo suficientemente baja para minimizar el riesgo de complicaciones. No obstante, debido a este aumento del número de haces, hay un incremento de volumen de tejidos normales recibiendo radiación de baja dosis.

Durante las sesiones de tratamiento en la RTC3D el haz se adapta mejor que las técnicas anteriores a un volumen irregular (debido a los colimadores multiláminas) y en la IMRT hay, además, un control en la intensidad de la radiación que mejora la adaptación y conformación de la dosis al volumen tumoral.



Factores que influyen en la respuesta a la radiación de los diferentes órganos y tejidos:

El mecanismo de acción de la radioterapia externa sobre los tejidos biológicos es el de producir lesiones sobre las moléculas celulares, principalmente en el ADN, para provocar la muerte celular o la detención de su multiplicación.

Así la sensibilidad de los tejidos a la radiación depende de la tasa de recambio celular, al igual que las células tumorales, cuanto mayor sea esta tasa mayor sensibilidad a la radiación presentará el tejido.

La respuesta de los diferentes órganos al daño depende del tipo de tejido dominante así la atrofia predomina en los tejidos epiteliales y la fibrosis en los estromales.

El riesgo de daño no solo depende del método de radiación que se utilice sino también de la dosis por fracción, número de fracciones, volumen de tejido irradiado y duración del tratamiento.

Otros factores que también influirán en el daño son las patologías de base del paciente como la diabetes mellitus y la hipertensión así como la función preexistente del órgano radiado.

La quimioterapia concomitante puede actuar de manera sinérgica radiosensibilizando no solo al tumor, sino también a los tejidos normales, aumentando el riesgo de daño.

También es importante tener en cuenta que, debido a las nuevas técnicas y a otros avances en los tratamientos oncológicos, los pacientes han mejorado significativamente la tasa de supervivencia y los hallazgos de imagen han incrementado su complejidad.

Hallazgos de imagen en diferentes órganos y tejidos:

Se revisaron los hallazgos postradioterapia en los diferentes órganos y tejidos incluidos en el abdomen y pelvis con diferentes técnicas de imagen, en mayor medida TC y RM.

- **Hígado:**

Es un órgano frecuentemente irradiado tanto directamente (metástasis) como de manera incidental en el

tratamiento de tumores abdominales (pancreáticos, carcinoma vesicular, estómago...) [Fig. 2](#) aunque también puede sufrir daños en el tratamiento de algunos tumores extraabdominales como mama y pulmón derechos, tercio inferior del esófago o columna. [Fig. 3](#)

Generalmente el hígado soporta dosis de hasta 30-35 Gy, si bien puede soportar hasta 90 Gy en áreas más focalizadas debido a su capacidad regeneradora. La generación de daño también depende de otros factores intrínsecos al tratamiento como el volumen irradiado, el número de las fracciones y la duración del tratamiento.

El umbral para los hallazgos de imagen es menor que para el síndrome clínico, así muchos pacientes con cambios postradioterapia en el hígado están asintomáticos.

Factores predisponentes al daño son, a parte de la quimioterapia concomitante, algunas enfermedades crónicas (HTA o DM), aterosclerosis, infecciones (VHC o VHB) o cirugía previa. Si bien el factor más importante es la función hepática preexistente, así la disfunción del órgano por esteatosis o fibrosis, no solo favorece la aparición del daño si no que condiciona peor pronóstico.

El daño hepático radioinducido es el resultado de una enfermedad venooclusiva que afecta a ramas de pequeño calibre tanto portales como hepáticas asociado a hiperemia y depleción celular. El hígado es el único órgano en el que los cambios histológicos son más importantes en las venas que en las arterias. Los cambios postradioterapia tienen dos fases.

La fase aguda: primeras 4 a 6 semanas tras el tratamiento.

Histológicamente consiste en la oclusión subtotal colágena de venas de pequeño calibre portales y hepáticas, asociada a hiperemia por congestión retrógrada y disminución de la celularidad. Esto se traduce en una disminución de la perfusión del órgano asociado a un aumento de contenido en agua. Los pacientes suelen estar asintomáticos, pero pueden presentar la triada clínica clásica de la hepatitis rápida de ascitis anictérica, hepatomegalia e incremento de la fosfatasa, también pueden tener dolor en hipocondrio derecho.

Los hallazgos de imagen en esta fase se caracterizan por un área geográfica, no anatómica y generalmente de márgenes bien definidos (correspondiente con el puerto de radiación) hipodensa en TC basal, hiperintensa en secuencias potenciadas en T2 e hipointensa en T1 (debido a la hiperemia) e hipo o hiperecogénica en ecografía.

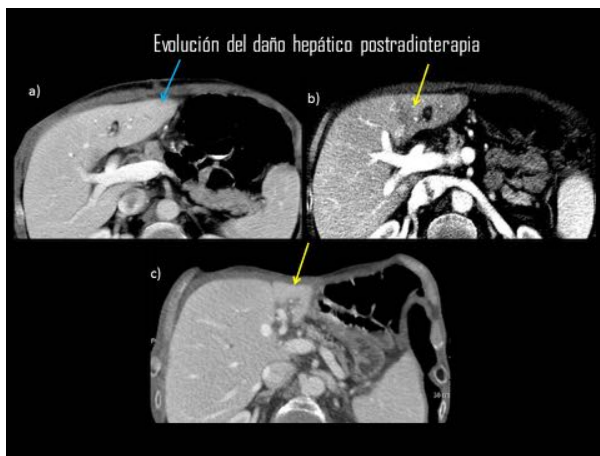
En el estudio de TC dinámico el área suele ser hipodensa en fases arteria y portal por alteración de la perfusión [Fig. 4](#), si bien también puede realzar en fase arterial, por el incremento del aporte arterial, y en fases tardías hay persistencia del realce secundario a la oclusión venosa con retraso del flujo de salida. Si se realiza estudios de RM con contraste hepatoespecífico puede apreciarse bajo realce en la fase hepatotelular por la hipocelularidad de la zona.

En el caso de hígados con esteatosis (hallazgo bastante frecuente en pacientes tratados con quimioterapia) la zona radiada puede tener un patrón invertido, siendo hiperdenso con respecto al resto del hígado en fase portal, por la reducción de la infiltración grasa. [Fig. 5](#)

En esta fase no debemos de confundir el área de hepatopatía radioinducida con metástasis hepáticas, sobretodo en el caso de tratamiento con IMRT ya que la morfología puede llegar a ser seudonodular, para diferenciarla debemos de tener en cuenta que es rara la aparición de metástasis únicamente en el área tratada y en el caso de biopsia no habrá correlación histológica. [Fig. 6](#) También puede simular áreas de esteatosis focal, si bien sin la disposición típica de las mismas.

Los hallazgos suelen mejorar o resolverse completamente, en hígados previamente sanos, a lo largo de 3 a 6 meses debido al importante potencial reparador del órgano, apreciando también regeneración hepatocelular a nivel histológico. El tratamiento en esta fase es de soporte.

Fase crónica: Si esta reparación no se lleva a cabo (sobre todo en hígados con mala función previa) se puede observar atrofia, fibrosis o ambos en la zona afectada a lo largo del seguimiento oncológico.



- **Bazo**

El bazo se irradia frecuentemente para el tratamiento paliativo de tumores como el linfoma y la leucemia y para tratar la esplenomegalia y el hiperesplenismo. También puede quedar incluido en el campo de radiación de otros tumores abdominales (estómago, páncreas...).

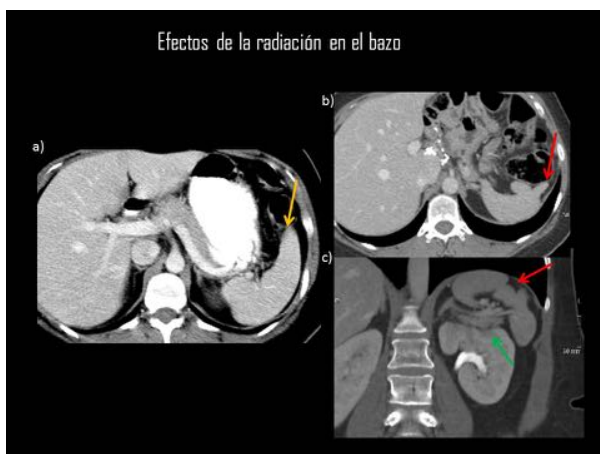
A pesar de que el tejido linfático es muy radiosensible por la alta tasa de recambio celular, el estroma es bastante resistente a la radiación.

Para el tratamiento sintomático de enfermedades hematológicas dosis de 10 Gy ayudan a una rápida repleción de las líneas celulares y dosis tan bajas como 4-8 Gy pueden destruir tejido linfático en horas. La pérdida total de la función del órgano, aunque poco frecuente, puede ocurrir con dosis de unos 20 Gy si se irradia la totalidad del bazo(1) y atrofia y fibrosis focal puede aparecer en unas 5-6 semanas tras 35-40 Gy (10).

Como en el resto de órganos la asociación con quimioterapia condiciona mayor daño.

Los hallazgos de imagen son similares a los del hígado, apreciando un área bien definida, no anatómica y correspondiente con el puerto de radiación, de baja atenuación en TC basal y fase portal y baja intensidad de señal en secuencias potenciadas en T1.

Tardíamente se puede apreciar un área de atrofia focal en la zona radiada o un bazo de pequeño tamaño y desestructurado si se ha irradiado en su totalidad.



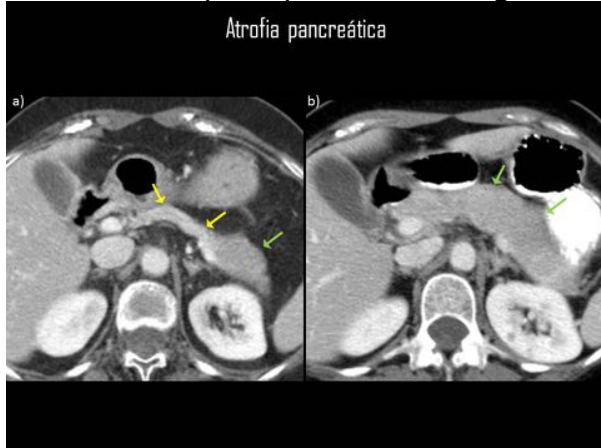
Generalmente los efectos de la radioterapia no son clínicamente significativos, no obstante puede haber hipoesplenismo funcional o sepsis neumocócica grave si ocurre la pérdida total de función.

- **Páncreas:**

El páncreas es un órgano glandular (epitelial) por lo que predomina la atrofia. Las células acinares, encargadas de la producción de enzimas digestivos, son mucho más sensibles que las células de los islotes.

La afectación postradioterapia de este órgano es poco frecuente y suele pasar desapercibida, debido también a su similitud con los cambios secundarios a la pancreatitis crónica.

En las pruebas de imagen se suele observar predominantemente atrofia glandular así como calcificaciones parenquimatosas e irregularidades del conducto pancreático principal.



La afectación suele ser asintomática y no requiere tratamiento.

- **Sistema gastrointestinal:**

El daño al sistema gastrointestinal es una importante causa de morbilidad tras el tratamiento radioterápico y es frecuentemente un órgano limitante de dosis. Hasta un 90% de los pacientes sufrirá algún tipo de cambio en el hábito intestinal tras radioterapia pélvica y, en hasta un 50% de estos pacientes, estos síntomas condicionarán su calidad de vida(7).

El grado de sensibilidad a la radiación varía en los diferentes órganos, siendo el intestino delgado el más radiosensible por su rápido recambio celular y el más resistente el recto, si bien debido a su posición fija y su frecuente irradiación por la proximidad a otros órganos pelvianos frecuentemente irradiados, es afectado frecuentemente.

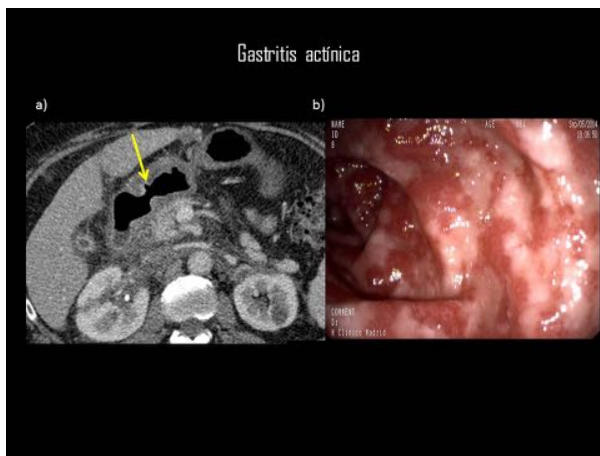
Generalmente el umbral de dosis para el daño actínico es de unos 55 Gy, si bien depende de manera importante el volumen irradiado.

Factores predisponentes para el daño son, a parte de la quimioterapia concomitante, la DM, la HTA, el tabaco, enfermedad inflamatoria intestinal, enfermedades del tejido conectivo, Cx previas y enfermedad inflamatoria pélvica 7.

- Estómago y duodeno:**

La gastritis rádica o actínica es secundaria al edema y necrosis de las células epiteliales. Pueden aparecer úlceras pilóricas y prepilóricas con deformidad, similares a las úlceras benignas, si bien las primeras pueden no resolverse. Se observan también estenosis fijas y áreas aperistálticas, sobretudo en la región antropilórica y puede haber perforación.

En la TC los hallazgos no son específicos y se puede apreciar engrosamiento mural con realce mucoso y estriación de la grasa perigástrica.

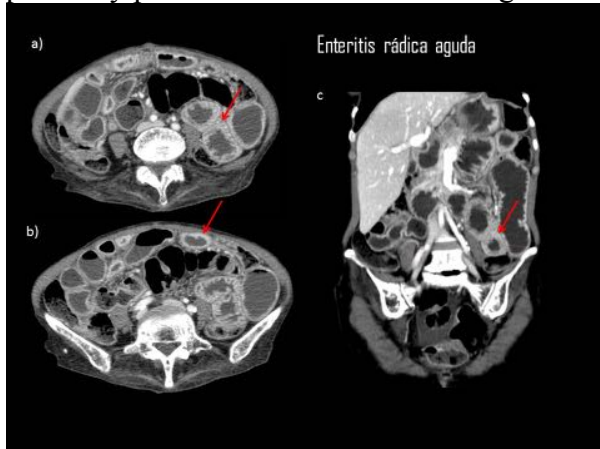


-Intestino delgado:

A pesar de ser el órgano más radiosensible del sistema, suele recibir dosis más bajas que el colon debido a su gran movilidad, siendo el ileon terminal el más afectado por su posición fija.

La enteritis rádica aguda suele aparecer unos pocos días o semanas tras el tratamiento, aunque puede ocurrir inmediatamente después del mismo. El daño es mucoso, secundario a la necrosis de las células epiteliales, apareciendo hiperemia, inflamación y desprendimiento de la mucosa, pueden aparecer abscesos en criptas y úlceras.

En la TC se observa importante realce mucoso, edema submucoso que condiciona engrosamiento parietal y puede haber estriación de la grasa adyacente y dilatación de asas sin obstrucción.

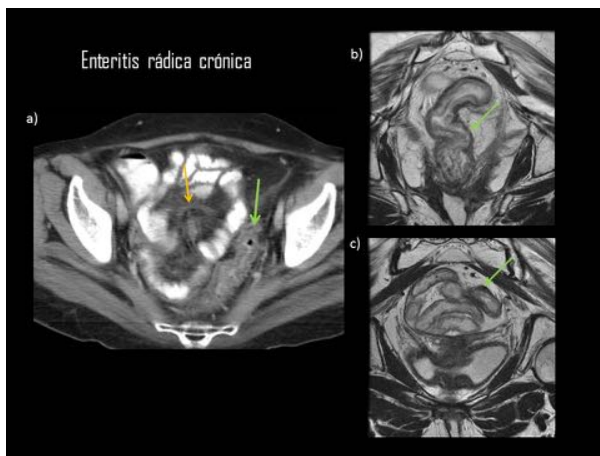


El síntoma predominante es la diarrea secundaria a la malabsorción y la afectación suele ser transitoria y autolimitada.

La enteritis crónica: de meses a años tras el tratamiento y se da en hasta el 16 % de los pacientes. No suele ser proporcional a la dosis recibida, aunque se ha descrito que a mayor gravedad de daño agudo más probabilidades de daño crónico.

La afectación es un proceso transmural con vasculitis obliterante de las arteriolas de la submucosa, que condiciona isquemia, depósito de colágeno y fibrosis. Hay también daño mucoso y afectación del mesenterio. [Fig. 11](#)

Este daño ocasiona estenosis rádicas y adherencias favoreciendo la obstrucción intestinal, alteración del peristaltismo, pseudópodos e irregularidad mucosas, fístulas (enteroentéricas, enterocólicas, enterovesicales, enterovasculares) y separación y angulación de las asas por fibrosis del mesenterio, la perforación intestinal es poco frecuente.



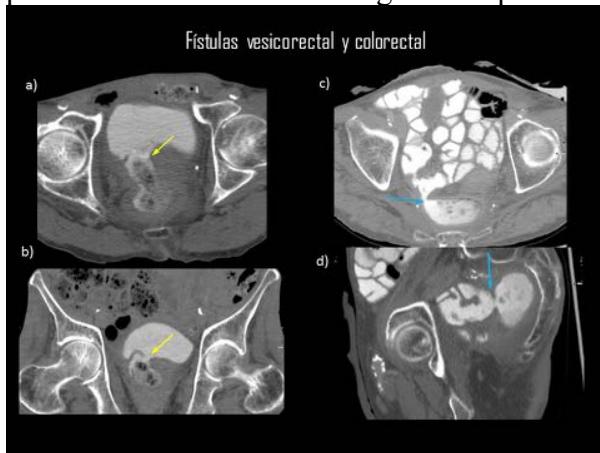
El tratamiento es de soporte y en el caso de complicaciones puede ser quirúrgico.

-Colon:

La afectación histológica y los hallazgos radiológicos son similares a los del intestino delgado.

La parte más afectada es el recto. En la proctitis rádica aguda se puede observar edema submucoso con engrosamiento simétrico de la pared rectal, importante realce mucoso y estriación de la grasa mesorrectal. El síntoma predominante suele ser el sangrado digestivo bajo.

En la proctitis crónica se pueden generar estenosis y fístulas que pueden incluir la vagina y vejiga y tractos sinusales, así como ensanchamiento del espacio presacro [Fig. 13](#) y engrosamiento de la fascia perirectal. También se ha sugerido la posibilidad de tumores de colon radioinducidos.



En el diagnóstico diferencial con otras patologías habría que incluir la tiflitis, patología que se puede dar en pacientes inmunocomprometidos por la quimioterapia, apreciando engrosamiento mural segmentario, alteración de la grasa y ascitis (generalmente en los cambios postradioterapia los pacientes est n asintomáticos). Para diferenciar los cambios post tratamiento de la recurrencia tumoral, las masas heterogéneas, asimétricas, con crecimiento e invasión estructuras vecinas, así como la presencia de linfadenopatías y carcinomatosis apuntan a la posibilidad de recidiva.

- **Sistema genitourinario:**

- Riñones:

Son muy radiosensibles y, al igual que el intestino delgado, son órganos limitantes de dosis ya que dosis de unos 28 Gy a ambos riñones en menos de 5 semanas, puede condicionar fallo renal y, además, el daño renal tiende a ser permanente.

La afectación renal se corresponde directamente, además de con la dosis administrada y su

fraccionamiento, con el volumen renal expuesto. La pérdida de aproximadamente un 5% del volumen renal condiciona una disminución de su función representada por descenso del 20% en el aclaramiento de creatinina (1).

Factores predisponentes del daño son el fallo renal preexistente, particularmente secundario a DM e HTA, así como la quimioterapia previa o concomitante (sobre todo nefrotóxica), tabaco o cirugías previas.

La nefritis rádica aguda se da antes de los 3 meses. Generalmente el daño glomerular visualizado histológicamente precede a la imagen, por lo que el ri n mantiene la morfología y el tamaño. Si bien puede observarse un área geográfica correspondiente con el puerto de radiación de baja atenuación en TC y baja señal en T1.

La nefritis crónica aparece de meses a años tras la radioterapia. Radiológicamente los riñones suelen presentar atrofia focal (delimitada por el puerto) [Fig. 15](#) o difusa, con pérdida de función y sin obstrucción. La hipertrofia compensadora puede ocurrir aunque es poco frecuente.

Se ha descrito la hipertensión arterial maligna hasta 10 años después del tratamiento, secundaria a la hiperproducción de renina (4).

Los cambios post radioterapia pueden simular pielonefritis, infartos renales y, raramente, masas.



-Uréteres:

Los uréteres son muy resistentes a la radiación debido a que, a pesar de que el urotelio es un tejido muy sensible, estos están compuestos predominantemente por músculo que es bastante resistente.

Las estenosis asociadas a la radiación son manifestaciones tardías y poco frecuentes del tratamiento y suelen ser estrechamientos progresivos largos y de márgenes lisos. Estas estenosis pueden causar hidrour ter e hidronefrosis afectando finalmente a la función renal. Se visualizan mejor en la TC en fase excretora.

Las estenosis secundarias al tratamiento se deben de diferenciar de las tumorales, que suelen tener un cambio más abrupto de calibre y márgenes irregulares.

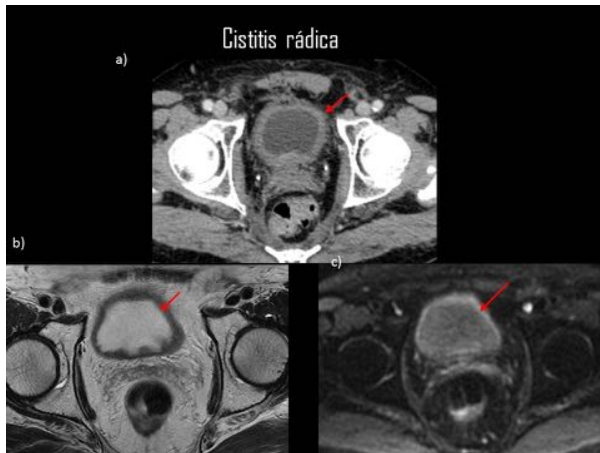
Además hay que tener en cuenta, en el caso de hidronefrosis, la posibilidad de recidiva tumoral sobretodo en tumores de cérvix.

-Vejiga:

La vejiga es el órgano más radiosensible del sistema urinario por la rápida proliferación de las células epiteliales. La cistitis rádica sucede en hasta el 12% de los pacientes con irradiación pélvica. El daño es dosis dependiente siendo el umbral de dosis unos 30 Gy para la aparición de daño y 70 Gy para que este daño se cronifique.

En la fase aguda hay edema de la pared apreciando engrosamiento difuso o focal (según el puerto de

radiación) de la misma en las diferentes pruebas de imagen. Hay además realce mucoso en TC y en la secuencia de RM T1 postcontraste así como hiperintensidad de señal en la capa más externa de la pared en T2 y pueden mostrar restricción en las secuencias de difusión. Si se produce hemorragia y necrosis se puede ocasionar un coágulo en el interior de la vejiga que es fácilmente diferenciable de una lesión tumoral.



En la fase crónica la vejiga se vuelve fibrótica condicionando pérdida de distensibilidad y volumen. Una complicación tardía e infrecuente, pero grave y potencialmente mortal, es la rotura vesical. También se pueden ocasionar fistulas rectovesicales y vesicovaginales, sobre todo tras el tratamiento con braquiterapia.

Hay una asociación frecuente de la cistitis con la enteritis y proctitis r dicas.

- tero:

Los hallazgos de imagen en el útero se suelen apreciar a los 6 meses identificando, en las pacientes premenop sicas, atrofia, pérdida de la diferenciación de la anatomía zonal y adelgazamiento e hipointensidad del miometrio. En las mujeres postmenop sicas no suelen apreciarse cambios, no obstante la reducción del tumor puede condicionar alteraciones en la morfología, como por ejemplo mala visualización del cérvix.

Los tejidos blandos adyacentes al tumor se vuelven fibróticos e hipointensos en RM, pudiendo confundirse con recidiva tumoral, en lugar de respuesta, en el seguimiento de las pacientes. El signo más importante de respuesta es objetivar el estroma normal.

Como complicaciones puede ocasionarse estenosis cervical, que suele instaurarse entre los 3-6 meses con la consecuente obstrucción uterina causando hidrometra, piometra o hemat metra y problemas en el embarazo y parto, por disminución de volumen, vascularización y alteraciones a nivel histológico. Como complicación, generalmente tardía y secundaria a la braquiterapia por carcinoma de cérvix, en algunas pacientes se pueden generar fistulas vesicovaginales o rectovaginales.



-Ovarios:

El estroma ovárico y los oocitos son muy radiosensibles. Los ovarios disminuyen de tamaño y de intensidad de señal con pérdida de folículos fisiológicos a los 6 meses tras la radioterapia.

La función ovárica puede ser mantenida en pacientes premenopáusicas mediante el reposicionamiento quirúrgico de los ovarios fuera del campo de radiación (oopexia). Es importante conocer este antecedente quirúrgico para no confundir los ovarios con implantes peritoneales.

-Órganos genitales masculinos:

Después de la irradiación pélvica en varones por tumores prostáticos o rectales se puede apreciar atrofia de las vesículas seminales y de los testículos.

Los testículos sufren atrofia del estroma y fibrosis de los elementos glandulares, lo que puede ocasionar hipogonadismo y subfertilidad. En la ecografía se puede observar, a parte de la disminución del tamaño, incremento de la ecogenicidad.

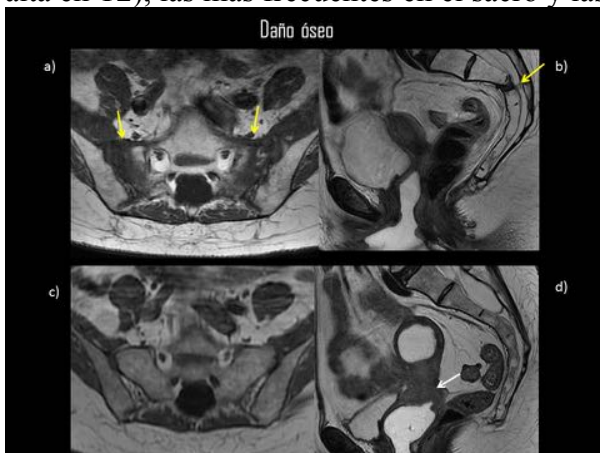
También se suele identificar pérdida de la anatomía zonal prostática en RM en las secuencias potenciadas en T2.

- **Sistema musculoesquelético:**

El hueso se afecta hasta en el 90% de los pacientes. El daño es secundario a la necrosis de los elementos hematopoyéticos (altamente sensibles) y reemplazamiento grasa de la médula ósea así como daño microvascular.

Es el único órgano con reemplazamiento grasa en lugar de fibrosis y el daño suele ser permanente.

Los primeros días tras la exposición hay edema y a las 8 semanas un reemplazamiento grasa de la médula. Por lo que el primer hallazgo en RM es un área geográfica de alta intensidad de señal en secuencias potenciadas en T2 y baja en T1 (secundario al edema) apreciando al poco tiempo alta intensidad de señal en ambas secuencias por el reemplazamiento grasa. Hay que tener en cuenta que la afectación de la médula puede ser parcheada, lo que puede simular afectación metastásica, si bien los hallazgos post tratamiento solo afectarán al campo radiado. En TC y placa simple se observa osteopenia. Debido a la osteopenia una complicación frecuente son las fracturas por insuficiencia [Fig. 19](#), visualizadas en el seguimiento de los pacientes en TC y RM (línea de baja intensidad de señal en T1 y alta en T2), las más frecuentes en el sacro y las ramas púbicas, que no suelen soldar bien.



También se puede apreciar necrosis aséptica, osteítis y reabsorción ósea.

En niños puede ocasionarse alteración del crecimiento y escoliosis

La miositis del músculo estriado incluido en el campo suele ocurrir, representado con alta intensidad de señal en T2 y realce en T1 postcontraste. También puede llegar a observarse calcificaciones intramusculares y de las partes blandas adyacentes, sobre todo en pacientes tratados con técnicas más

antiguas y con mucho tiempo de evolución.[Fig. 21](#)

- **Daño vascular:**

El daño vascular agudo afecta a la íntima y en la fase crónica afecta a la totalidad de la pared. Lo más frecuente es el daño microvascular con proliferación miointimal en arteriolas y trombosis en vénulas que pueden ocluirse de manera aguda y condicionar alteración de la perfusión local. Esto puede progresar a endarteritis obliterans con la consecuente hipoperfusión, isquemia y fibrosis del órgano irrigado.

Menos habitual es la afectación de los vasos medianos y grandes, aunque la aterosclerosis acelerada y daño tisular con hialinización y fibrosis puede ocurrir. La aterosclerosis rádica suele ser focal siguiendo el portal de radioterapia.

Raramente, los vasos irradiados pueden romperse, los más afectados son las carótidas y menos frecuente la aorta y las arterias femorales.

- **Tumores radioinducidos:**

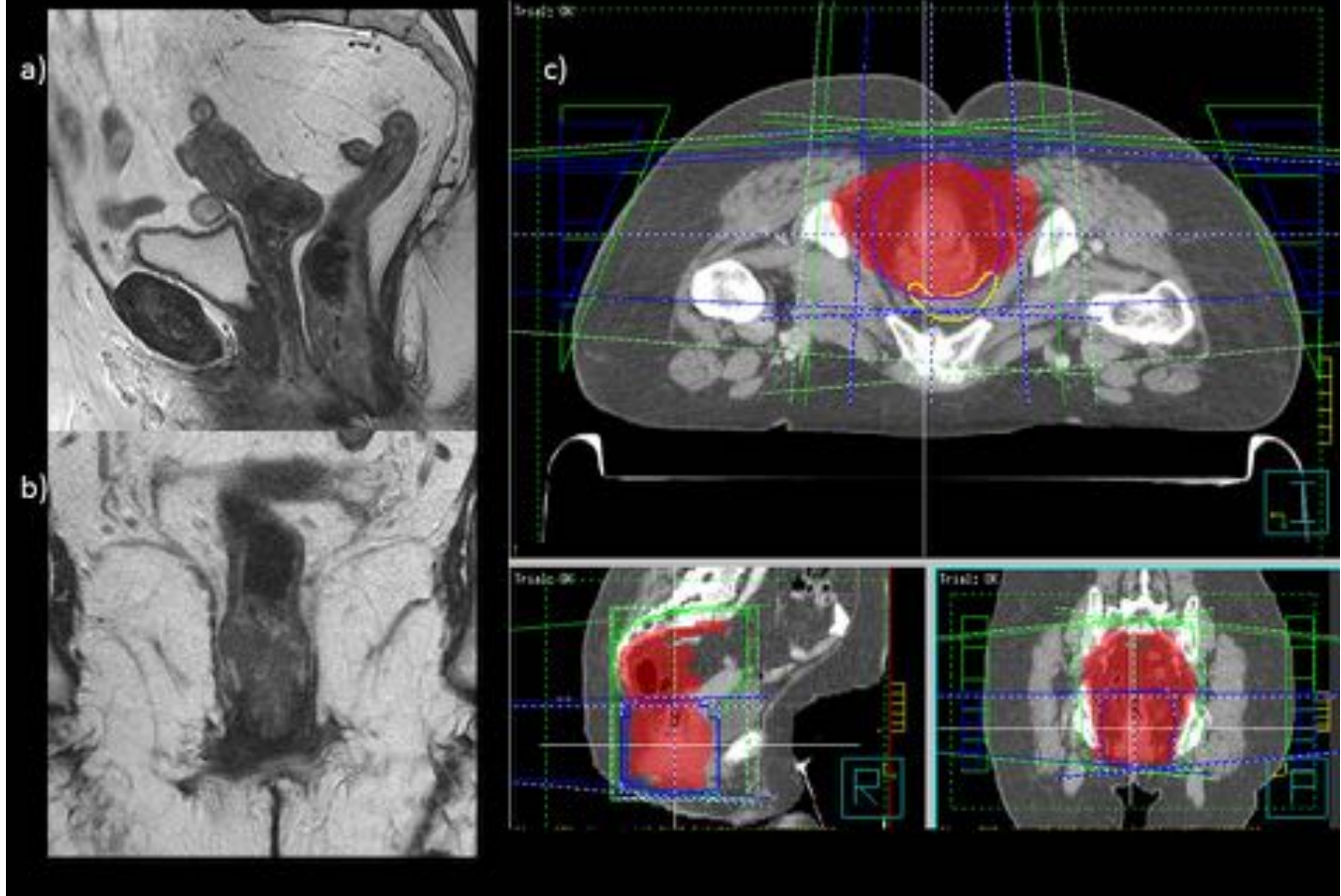
Los tumores radioinducidos pueden llegar a observarse con una latencia entre la exposición y el daño de hasta décadas, con un tiempo medio de 4 a 17 años.

Los más frecuentes son el sarcoma de partes blandas (más agresivos que los espontáneos), el sarcoma óseo, osteocondroma, linfoma y mesotelioma.

Dada la mejoría en los tratamientos con el consecuente incremento en la esperanza de vida se estima que aumenten las neoplasias secundarias.

Imágenes en esta sección:

Planificación de radioterapia en cáncer de recto bajo



Planificación de la radiación y cambios postradioterapia

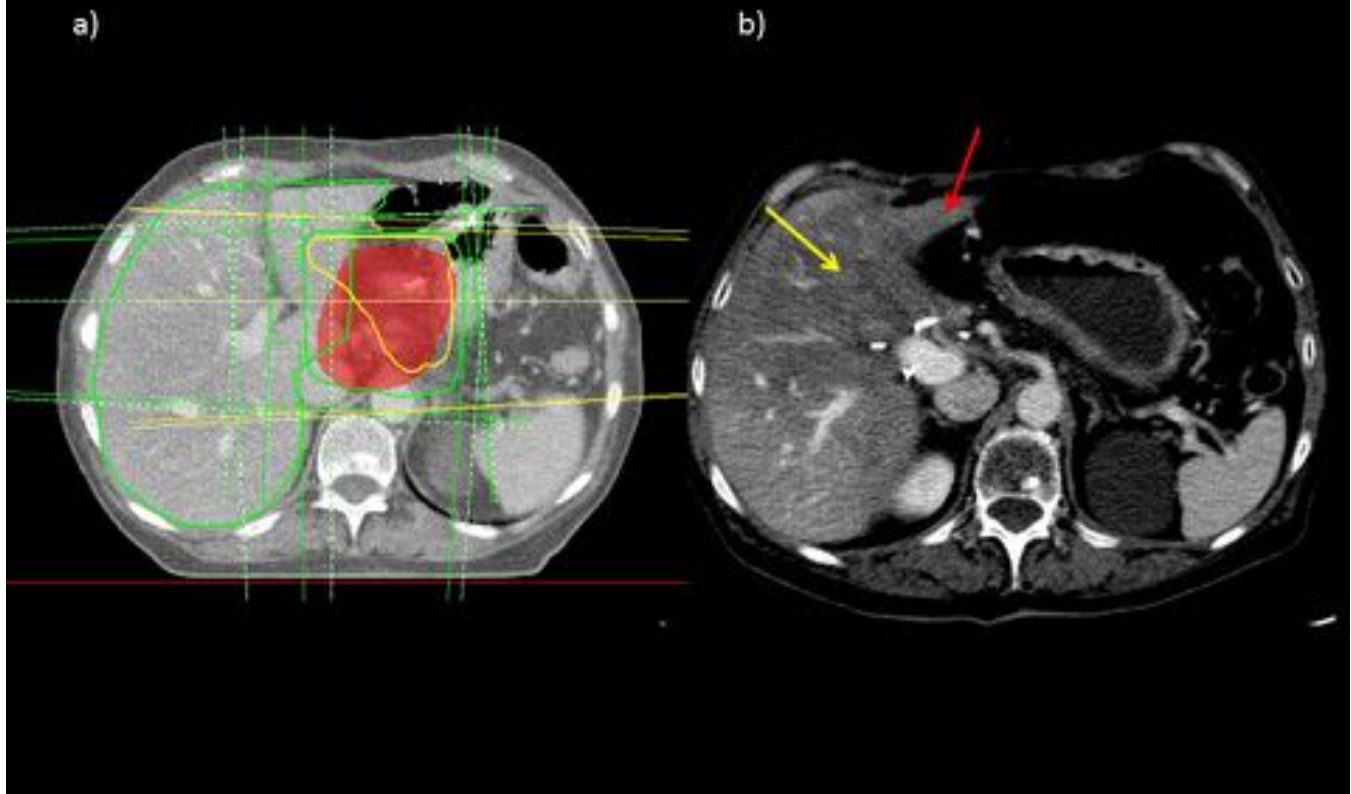


Fig. 2: Plan de radioterapia y daño hepático. a) TC axial con superposición de colores representando los haces de radiación del plan de radioterapia conformacional 3D en un paciente con carcinoma pancreático. b) TC axial en el mismo paciente tras cirugía y radioterapia mostrando cambios crónicos en el parénquima hepático con área de baja atenuación (flecha amarilla) y atrofia (flecha roja) tras el tratamiento.

Efectos de la radiación en tumores extraabdominales



Fig. 3: Daño hepático en tumores extraabdominales. Mujer de 55 años tratada con radioterapia externa por cáncer de mama derecha. Se aprecia un área no anatómica de baja atenuación que afecta a la periferia del segmento 8 hepático que refleja el puerto de radiación.

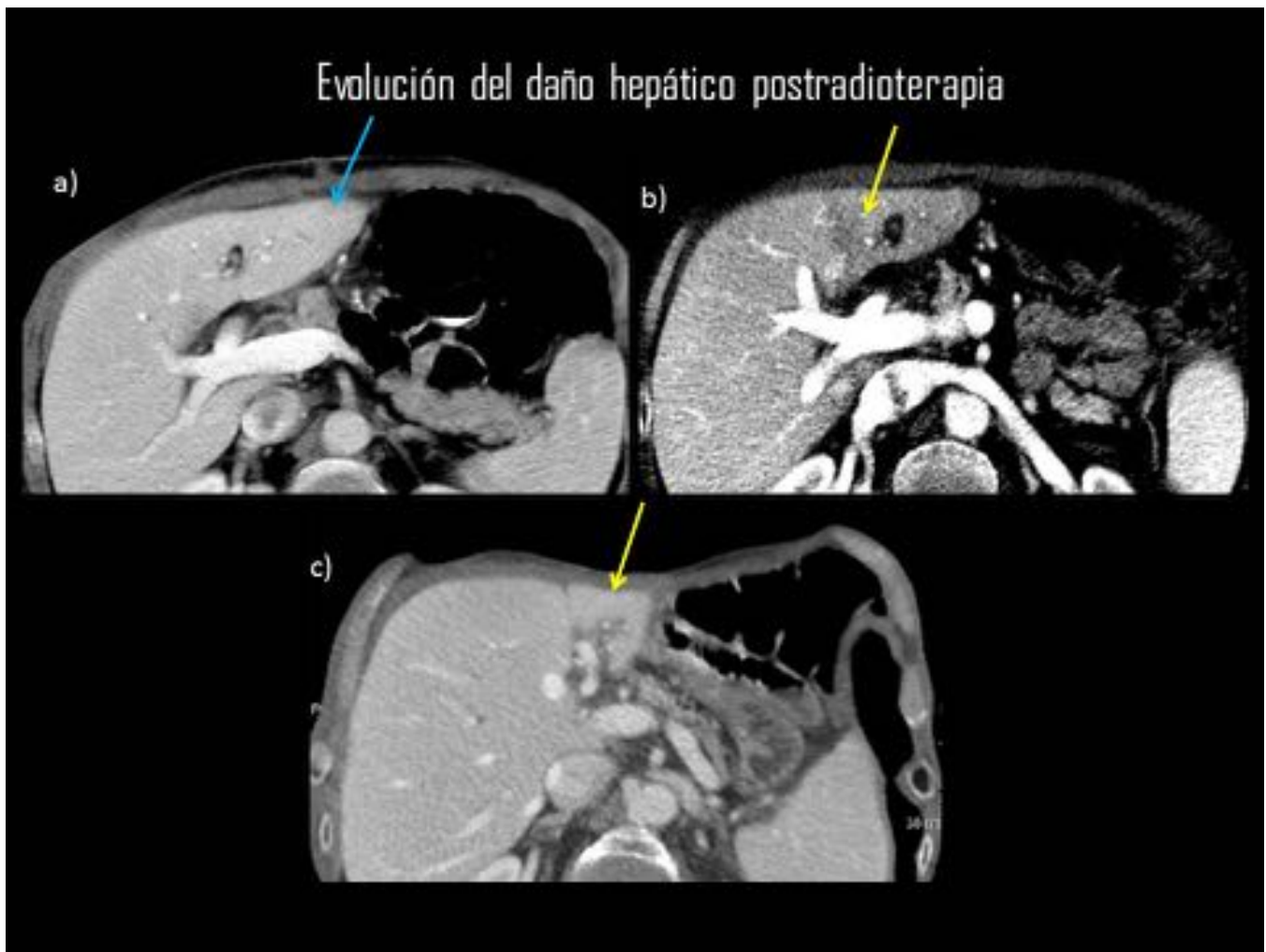


Fig. 4: Evolución del daño hepático: Paciente tratado con RT externa por carcinoma gástrico. a) TC axial postcontraste muestra el parénquima hepático normal previo al tratamiento (flecha). b) Efectos agudos post RT donde se observa un área no anatómica y márgenes bien definidos de baja atenuación afectando a los segmentos 3 y 4 (flecha). c) Imagen al mismo nivel tres años más tarde con atrofia focal de los segmentos afectados por cambios crónicos.

Cambios postradioterapia en hígado esteatósico

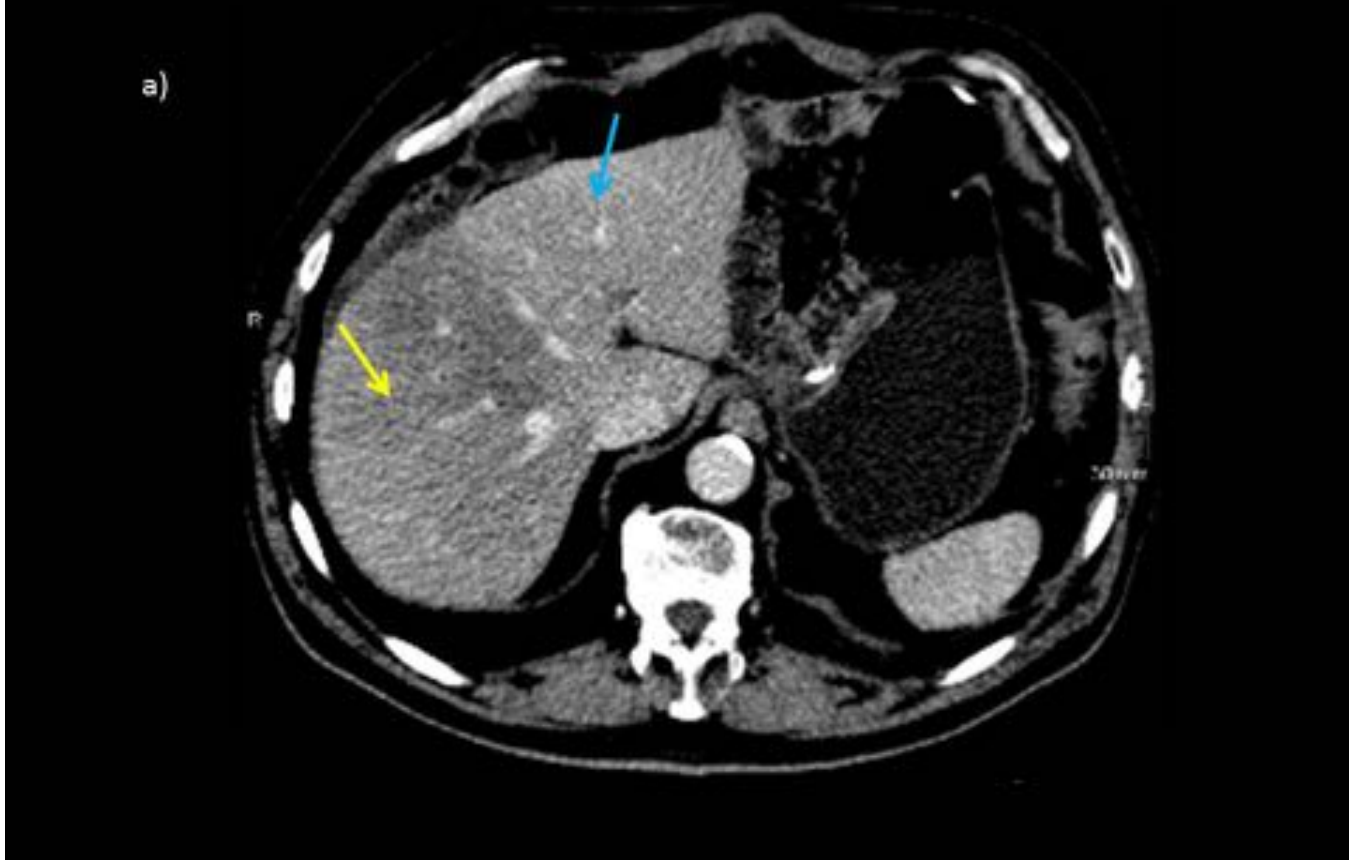


Fig. 5: Daño hepático en esteatosis. a) Paciente que recibió radioterapia externa por tumor gástrico, en este caso el hígado tenía infiltración grasa previo al inicio del tratamiento, así el patrón de atenuación en la TC de reevaluación está invertido: el parénquima radiado es relativamente hiperdenso (flecha azul) comparado con el resto del parénquima (flecha amarilla) que permanece con la infiltración grasa.

Daño hepático simulando lesión focal

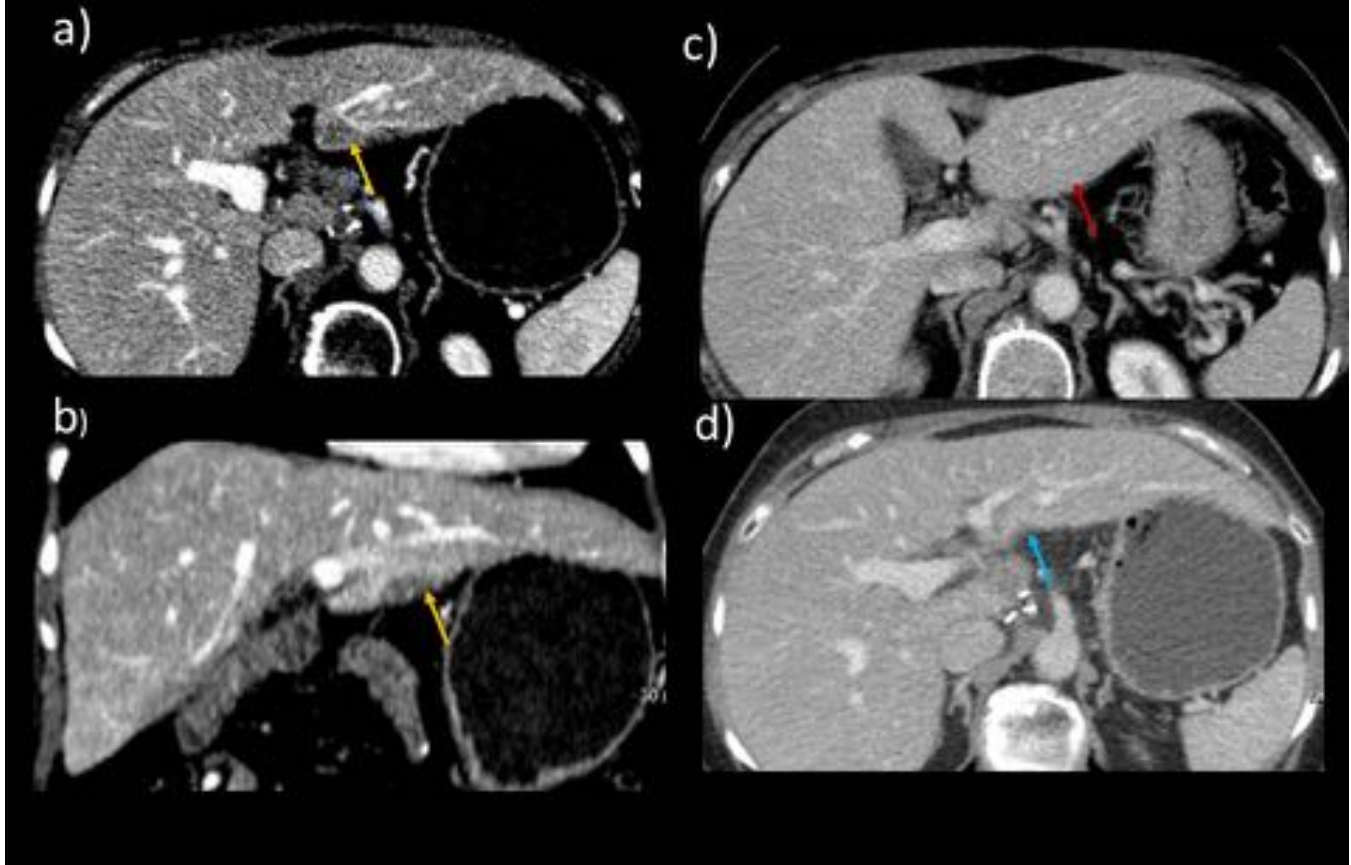


Fig. 6: TC axial (a) y coronal (c) en una paciente tratada con RT externa un año antes por tumor pancreático, se aprecia un área focal seudonodular de baja atenuación en el LHI, simulando una lesión focal (flecha naranja), hay también esteatosis probablemente postQT. c) Mismo paciente un año antes, previo al tratamiento donde se observa mayor volumen sin alteraciones focales. d) un año después de (a), la zona presenta atrofia focal sin áreas seudonodulares lo que confirma los cambios crónicos postRT.

Efectos de la radiación en el bazo

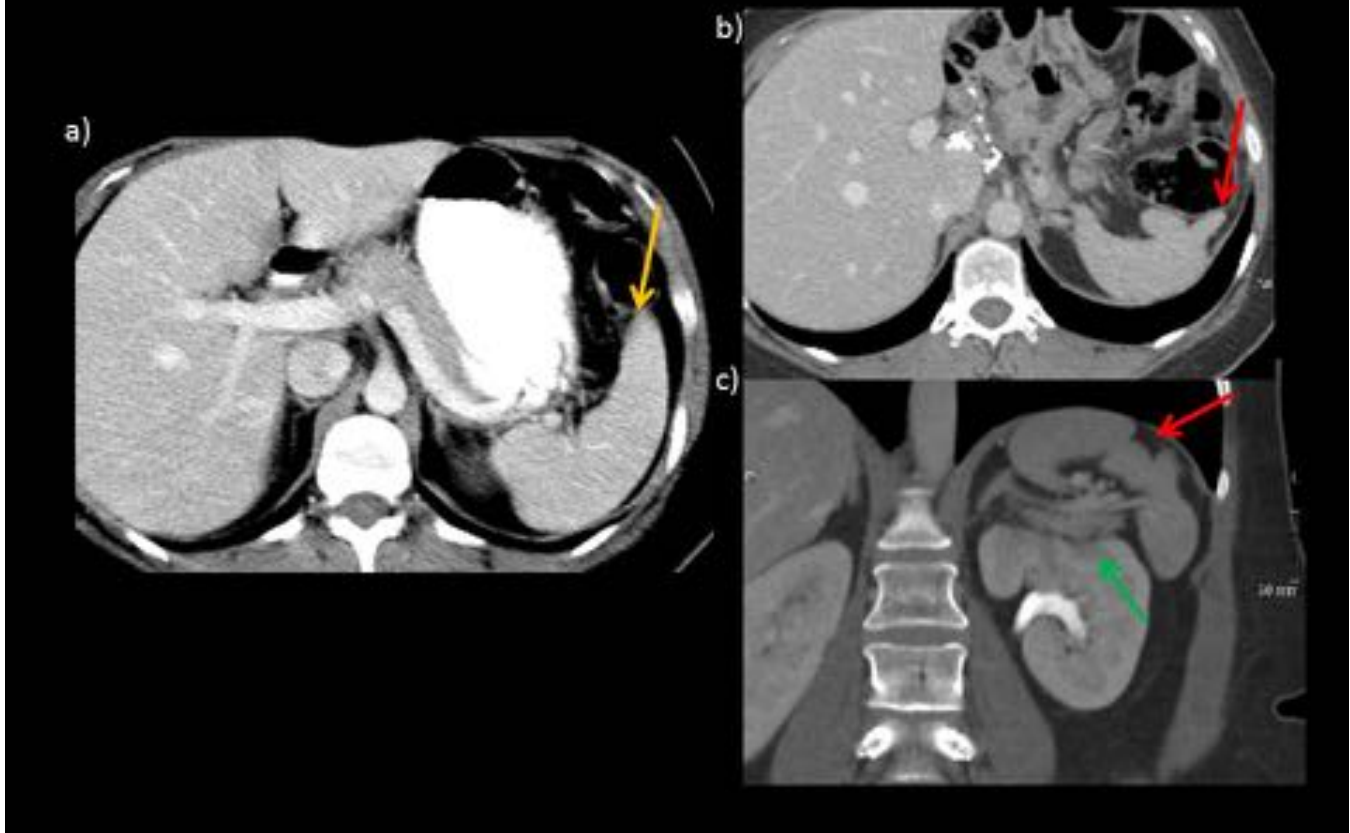


Fig. 7: Efectos de la radiación en el bazo. a) TC postcontraste de un paciente con carcinoma gástrico en el estudio de extensión previo al tratamiento. TC axial (b) y coronal (c) del mismo paciente 5 años después tras el tratamiento con cirugía y radioterapia externa. Se aprecia atrofia focal y pérdida de la morfología normal del polo anterior esplénico (flecha roja) secundario a cambios crónicos postradioterapia. Incidentalmente se observa atrofia focal del polo superior renal (flecha verde).

Atrofia pancreática



Fig. 8: Atrofia pancreática postradioterapia. a) TC axial postcontraste en un paciente tratado con radioterapia externa dos años antes por afectación por mieloma de los cuerpos vertebrales de D10-D12. Se aprecia atrofia focal de cuerpo pancreático con leve dilatación de conducto de Wirsung (flechas verdes), la cola pancreática mantiene volumen normal. b) Mismo paciente que (a) en una TC previa a la radioterapia donde se aprecia un páncreas con volumen normal.

Gastritis actínica

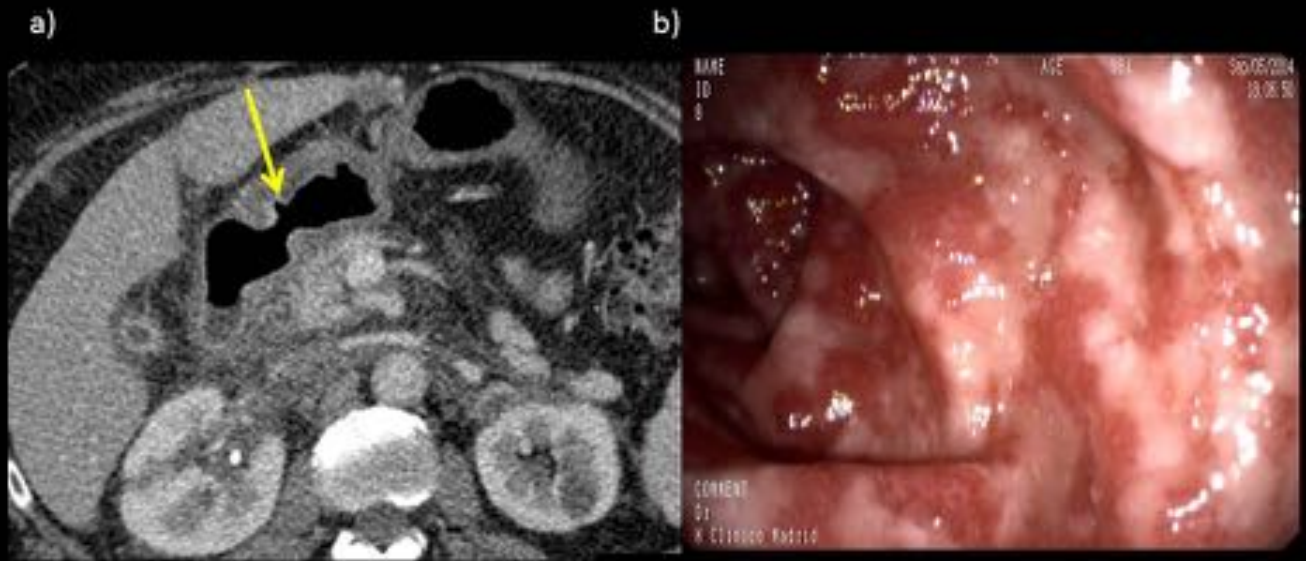


Fig. 9: Gastritis actínica. a) TC axial postcontraste en un paciente que recibió radioterapia externa por un carcinoma gástrico, se puede apreciar engrosamiento mural, realce mucoso y estriación de la grasa perigástrica en el antro gástrico y bulbo duodenal. b) Imagen de endoscopia mostrando mucositis postrádica (la biopsia realizada confirmó el diagnóstico).

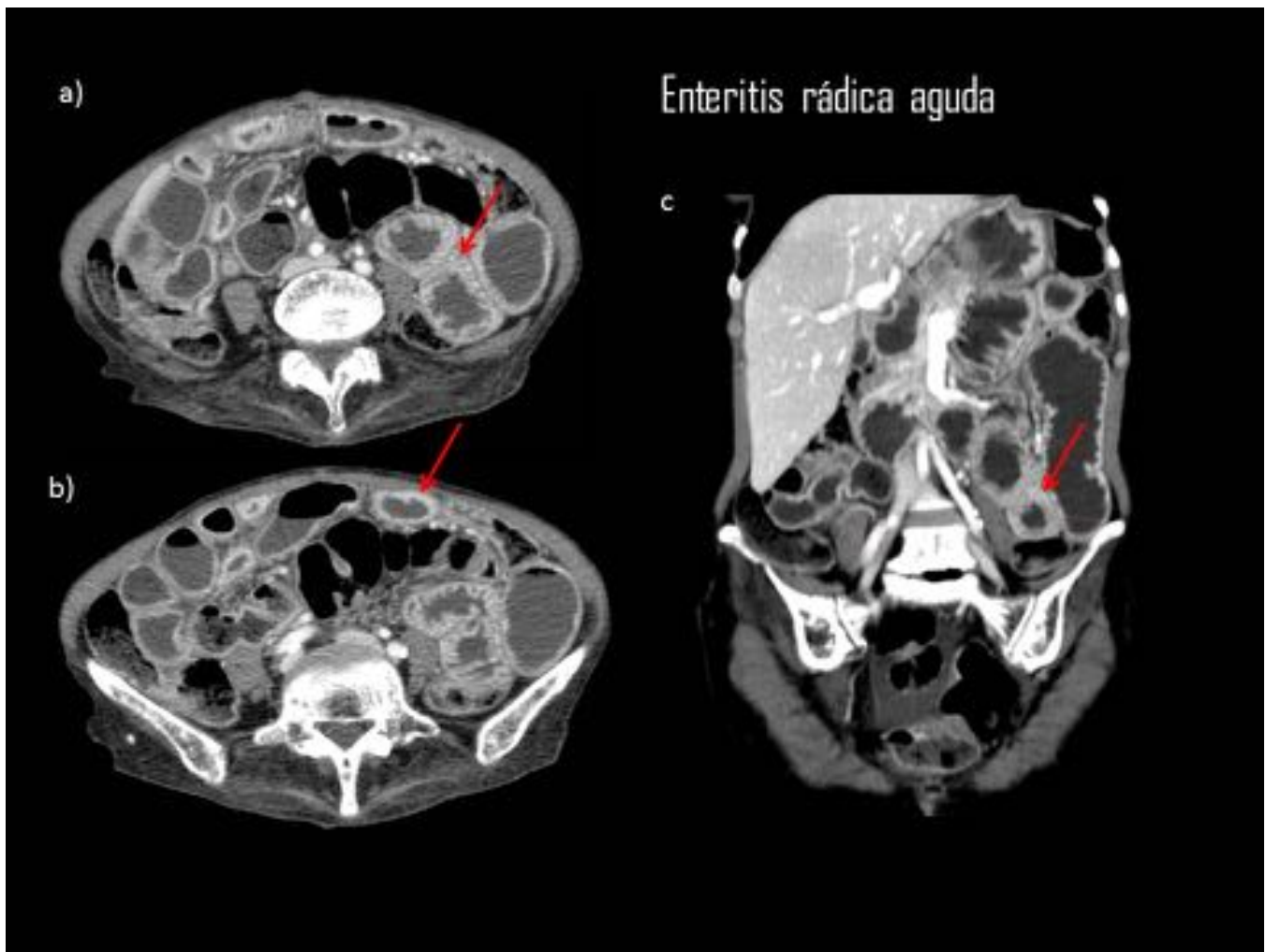


Fig. 10: Enteritis rdica aguda. TC axial (a,b) y coronal (c) postcontraste mostrando dilataci3n, engrosamiento mural importante, realce mucoso y con estriaci3n de la grasa en asas yeyunales e ileales en un paciente que recibio radioterapia externa por carcinoma de ovario.

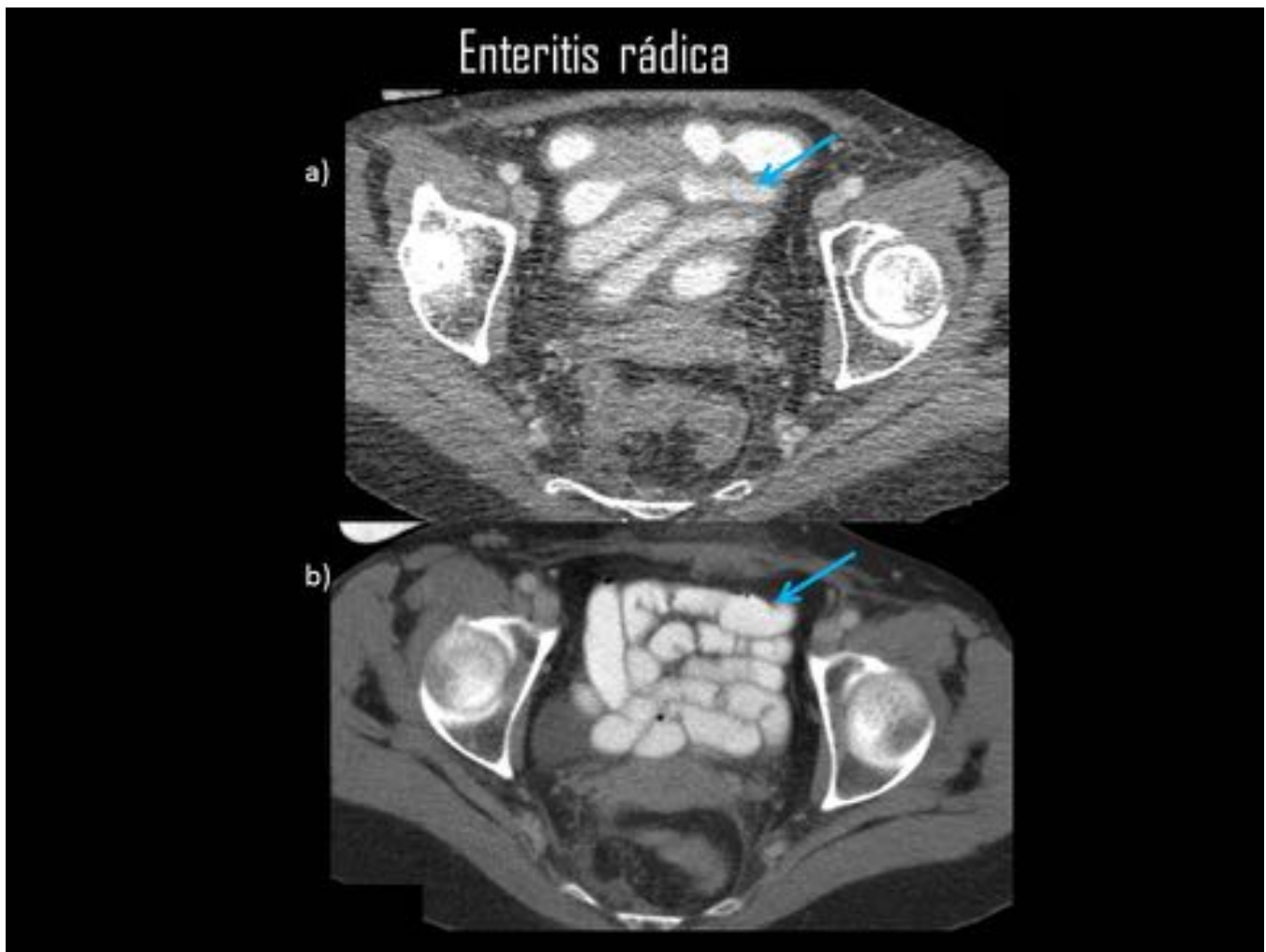


Fig. 11: Enteritis radica. a) TC axial con contraste oral e intravenoso en un paciente con irradiacion pelvica por carcinoma rectal. Se aprecia marcado engrosamiento mural de asas de ileon y sigma con estriacion de la grasa en relacion con enteritis radica. b)TC axial con contraste oral e intravenoso en el mismo paciente antes de la radioterapia sin apreciar los cambios intestinales.

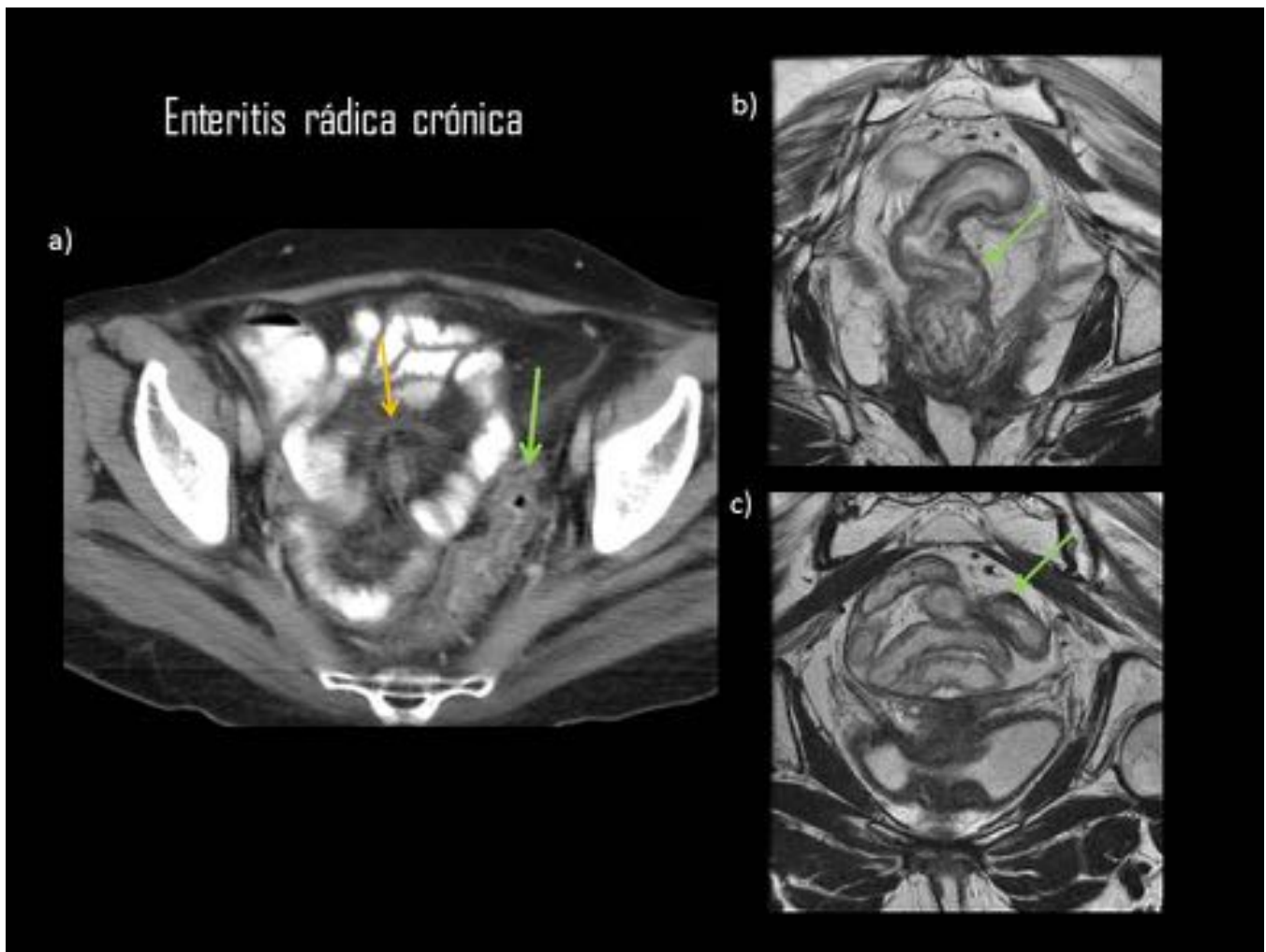
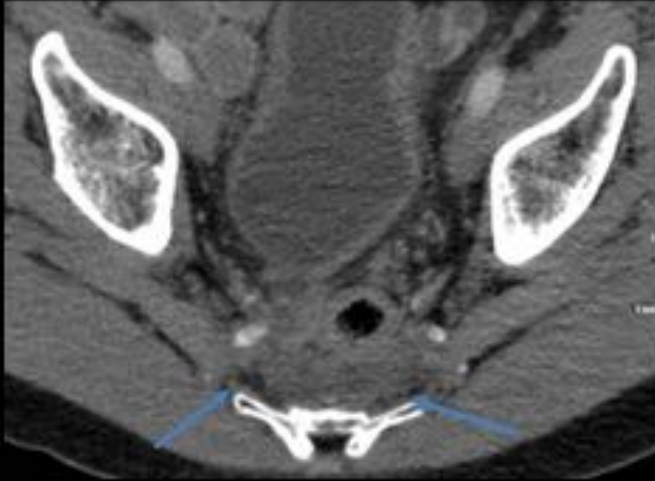


Fig. 12: Enteritis rdica crnica en una mujer que recib radioterapia externa por carcinoma de crvix. TC con contraste oral e intravenoso (a) y RM T2 (b y c) donde se muestra engrosamiento mural de sigma y asas de intestino delgado (flechas verdes) con fibrosis mesentrica (flecha naranja) en relacin con enteritis rdica crnica.

Incremento del espacio presacro

a)



b)



Fig. 13: Aumento de partes blandas presacro. TC axial (a) y sagital (c) en un paciente con tumor rectal tratado con cirugía y radioterapia externa. Se aprecia incremento del espacio presacro (flechas) ocupado por un aumento de partes blandas.

Fístulas vesicorectal y colorrectal

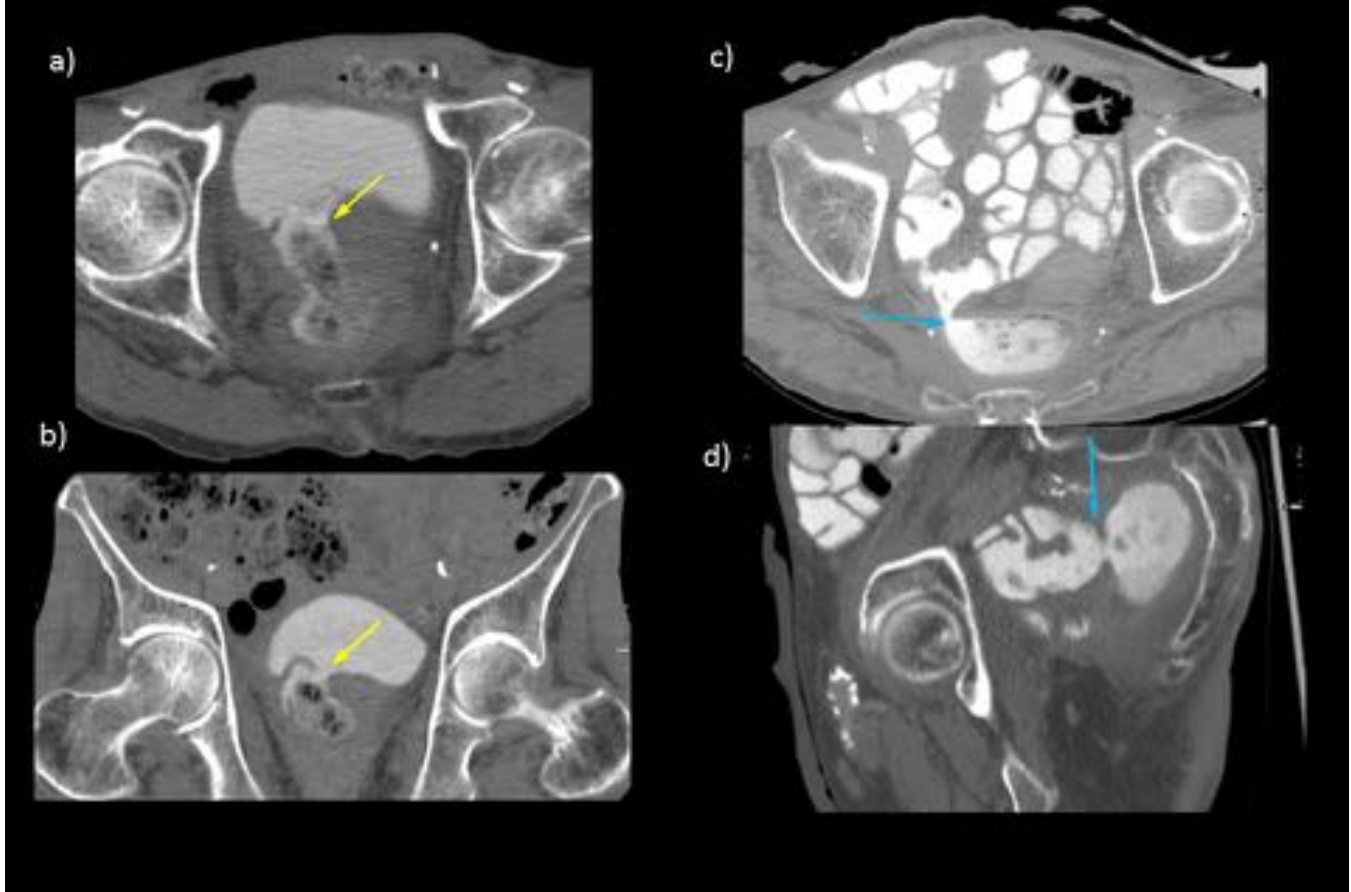


Fig. 14: Fístula vesicorectal y colorrectal en paciente con carcinoma de próstata radiado. a) y b) fístula rectovesical años después de la radiación. Se observa comunicación entre la pared anterior del recto y la pared posterior de la vejiga, con paso de contraste oral a la vejiga. El paciente fue tratado con cistectomía y Hartman. c) y d) mismo paciente 5 años después donde se aprecia una fístula colorrectal entre el ciego y el muñón rectal.



Fig. 15: Daño renal postradioterapia. TC axial (a) y coronal (b) postcontraste mostrando atrofia focal del margen anterior del polo superior del riñón izquierdo (flechas rojas) incluido en el campo de radiación de un tumor gástrico. c) TC del mismo paciente 5 años antes apreciando morfología normal del riñón izquierdo (flecha azul).

Evolución del daño renal



Fig. 16: Evolución daño renal. TC axial postcontraste al mismo nivel en una mujer que recibió radioterapia vertebral por una metástasis de carcinoma de mama. a) Riñones normales previos al tratamiento. b) Área bien definida de baja atenuación y discreto adelgazamiento cortical en la región medial de ambos riñones (flechas). c) Evolución de la atrofia focal renal en una TC realizada 6 años después (flechas).



Fig. 17: Cistitis radica. Paciente que recibid radiacion pelvica por carcinoma rectal. a) TC axial y b) RM Axial FSE T2 mostrando marcado angrosamiento parietal de la vejiga urinaria con incremento de realce mucoso debido a cistitis radica (flechas). c) Secuencia DWI ($b=600 \text{ s}^2/\text{mm}$), la pared vesical muestra una banda continua de alta intensidad de seal en relacion con restriccion de la difusion (hipointensa en ADC, no mostrado)

Fístula vesicovaginal

a)



b)

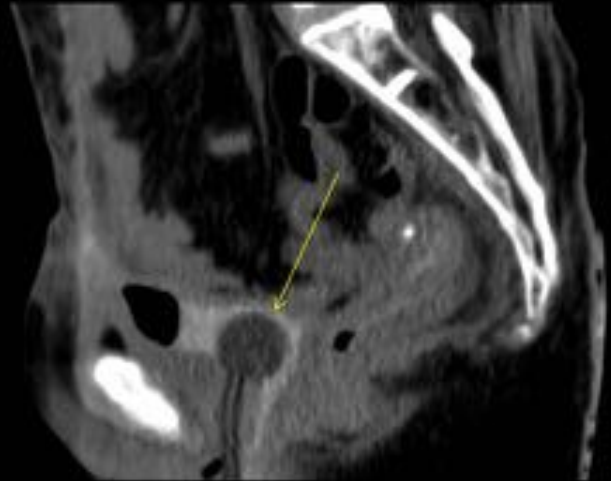


Fig. 18: Fístula vesicovaginal en una mujer tratada con radioterapia externa, cirugía y braquiterapia por un carcinoma cervical. a) Cistografía convencional y (b) TC urografía en fase excretora con reconstrucción coronal, donde apreciamos una comunicación entre la pared posterior de la vejiga y la pared anterior vaginal (flechas amarillas), la cual se rellena de contraste iv desde la vejiga.

Daño óseo

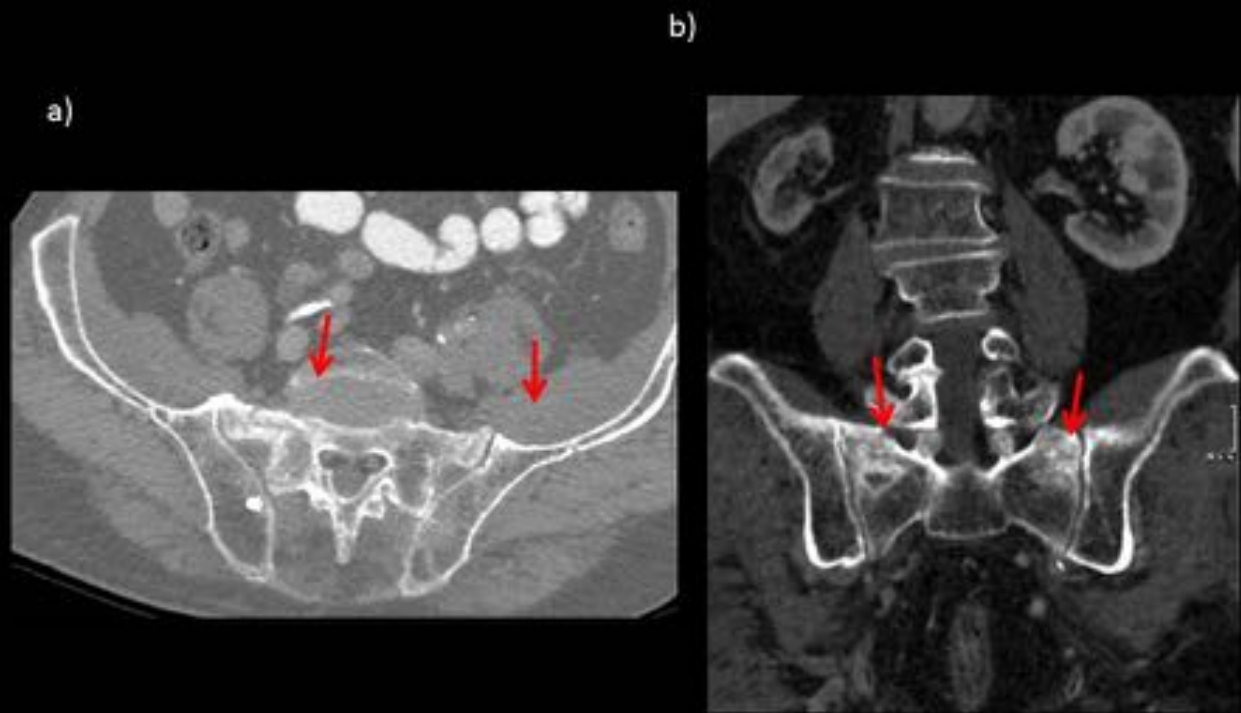


Fig. 19: Afectación ósea. TC axial (a) y coronal (b) de la pelvis mostrando fracturas de insuficiencia en el sacro (flechas) en una mujer tratada por carcinoma endometrial.

Daño óseo

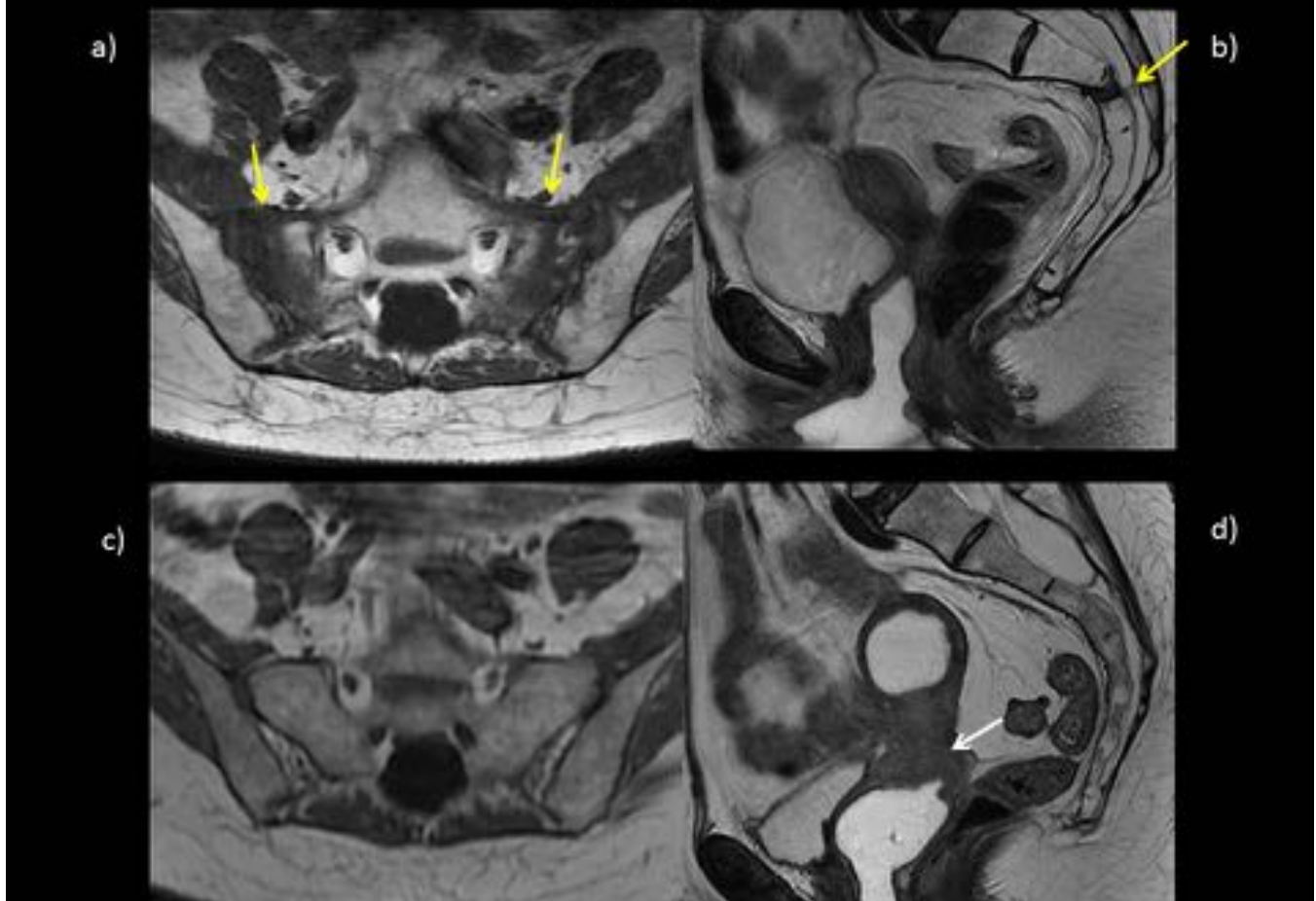


Fig. 20: Daño óseo. a) RM axial T1 y b) sagital T2 en un paciente tratado con radioterapia externa y braquiterapia por carcinoma cervical. Se aprecia reemplazamiento de la médula ósea por grasa debido a cambios postradioterapia y podemos apreciar líneas hipointensas a través de ambas alas sacras y en S2 en relación con fracturas de insuficiencia. c) y d) mismas secuencias que a) y b) mostrando médula ósea normal antes de la radioterapia. Se aprecia asimismo el caáncer cervical.

Cambios pélvicos postradioterapia en paciente tratada hace más de 30 años

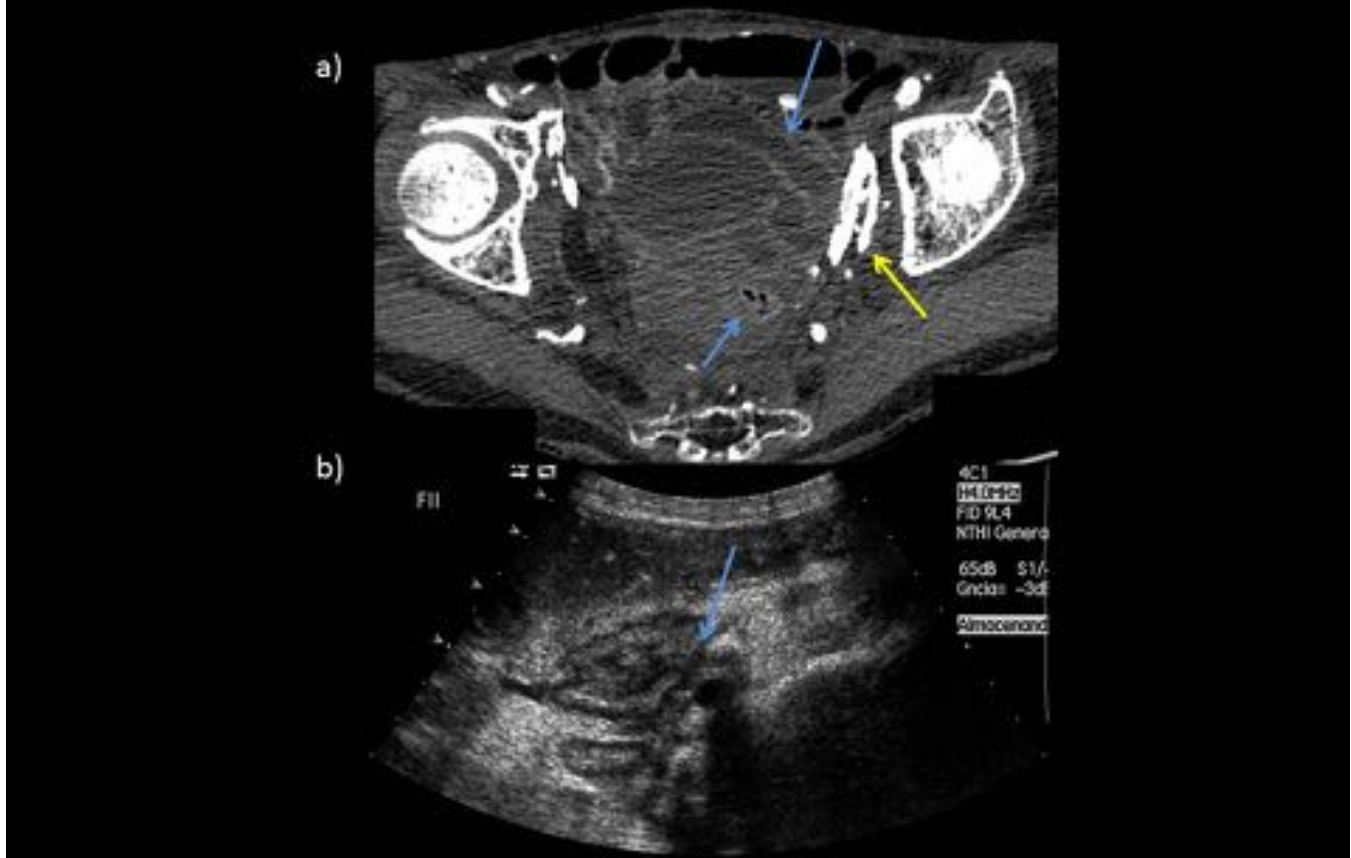


Fig. 21: TC axial (a) y ecografía (b) en una mujer tratada por un carcinoma de cérvix 30 años antes. Se aprecian extensas calcificaciones de partes blandas afectando a los músculos obturadores y fascias pélvicas, secundario a técnicas antiguas de radioterapia para carcinoma avanzado (flecha amarilla). Se observa también engrosamiento mural de asas de intestino delgado y sigma (flechas azules) y estriación de la grasa por colitis y enteritis actínica.

Conclusiones

A pesar de que con las técnicas modernas de radiación el daño a los órganos vecinos es menor que con las técnicas tradicionales y de que estas están evolucionando rápidamente para minimizarlo, la exposición y el daño inadvertido siguen ocurriendo. Además se siguen controlando pacientes tratados con técnicas antiguas que han sobrevivido al cáncer y continúan en seguimiento o se les realizan estudios de imagen por otras causas.

El daño post radioterapia puede ser una importante fuente de morbilidad para los pacientes y, a veces, los hallazgos de imagen pueden simular otras patologías e incluso recurrencia tumoral

La evaluación de los estudios de imagen en estos pacientes requiere del conocimiento de los cambios post radioterapia esperados para evitar errores diagnósticos y ayudar a establecer el tratamiento correcto.

Bibliografía / Referencias

1. Maturen, K. E., Feng, M. U., Ashish, P. W., Shadi, F., Appelman, H. D., Francis, I. R., & Joel, F. (2013). Imaging Effects of Radiation Therapy in the Abdomen and Pelvis?: Evaluating “ Innocent Bystander.” *RadioGraphics*, 33, 599–619.
2. Peterson, C. M., Menias, C. O., & Katz, D. S. (2014). Radiation-induced effects to nontarget abdominal and pelvic viscera. *Radiologic Clinics of North America*, 52(5), 1041–53.
3. Terezakis, S. A., Heron, D. E., Lavigne, R. F., Diehn, M., & Loo, B. W. (2011). What the diagnostic radiologist needs to know about radiation oncology. *Radiology*, 261(1), 30–44.
4. Kwek, J.-W., Iyer, R. B., Dunnington, J., Faria, S., & Silverman, P. M. (2006). Spectrum of imaging findings in the abdomen after radiotherapy. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 187(5), 1204–11.
5. Iyer, R. B., Jhingran, A., Sawaf, H., & Libshitz, H. I. (2001). Imaging findings after radiotherapy to the pelvis. *American Journal of Roentgenology*, 177(5), 1083–1089.
6. Addley, H. C., Hebert, F., Vargas, A., & Penelope, L. (2010). Pelvic Imaging Following Chemotherapy and Radiation Therapy for Gynecologic Malignancies. *RadioGraphics*, 30, 1843–1857.
7. Andreyev, J. (2007). Gastrointestinal symptoms after pelvic radiotherapy: a new understanding to improve management of symptomatic patients. *Lancet Oncol*, 8(1474-5488 (Electronic)), 1007–1017.
8. Pan, C. C., Kavanagh, B. D., Dawson, L. a, Li, X. A., Das, S. K., Miften, M., & Ten Haken, R. K. (2010). Radiation-associated liver injury. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 76(3), 94–100.
9. Anderson, S. W., Kruskal, J. B., & Kane, R. a. (2009). Benign hepatic tumors and iatrogenic pseudotumors. *Radiographics : A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 29(1), 211–229.

10. Capps W, Fulcher A, Szucs R, T. M. (1997). Imaging Features Changes in the of Radiation-induced Changes in the abdomen. *RadioGraphics*, 17, 1455–1473.
11. Dawson, L. a, Kavanagh, B. D., Paulino, A. C., Das, S. K., Miften, M., Li, X. A., Schultheiss, T. E. (2010). Radiation-associated kidney injury. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 76(3 Suppl), S108–15.
12. Maturen, K. E., Feng, M. U., Wizauer, E. J., Parker, R. A., & Ellis, J. H. (2014). Renal Remodeling After Abdominal Radiation Therapy: Parenchymal and Functional Changes. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 203(August), 192–198.
13. Purdy, J. a. (2008). Dose to normal tissues outside the radiation therapy patient's treated volume: a review of different radiation therapy techniques. *Health Physics*, 95(5), 666–76.
14. Iyer, R., & Jhingran, a. (2006). Radiation injury: imaging findings in the chest, abdomen and pelvis after therapeutic radiation. *Cancer Imaging : The Official Publication of the International Cancer Imaging Society*, 6(October), S131–9.
15. Bortfeld, T., & Jeraj, R. (2011). The physical basis and future of radiation therapy. *The British Journal of Radiology*, 84(1002), 485–98.
16. Bondiaf, M., Soyer, P., Pelage, J., Kardache, M., Nemeth, J., Dufresne, A. C., & Rymer, R. (2000). Pictorial review CT of radiation-induced injury of the gastrointestinal tract : spectrum of findings with barium studies correlation. *European Radiology*, 925, 920–925.