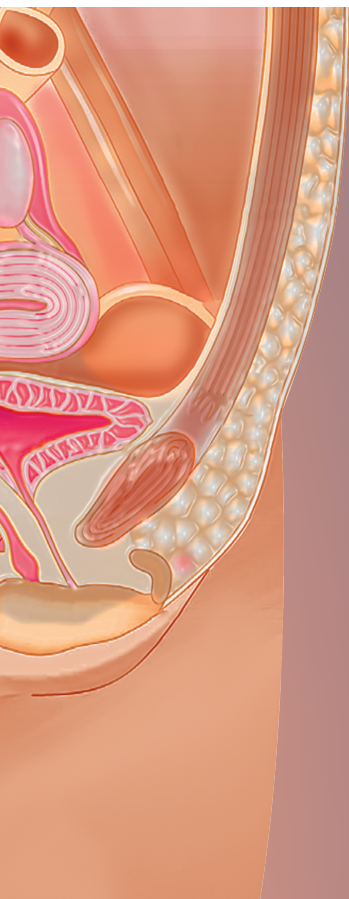




RM y TC de la pelvis femenina

2^a
EDICIÓN

2022



RM y TC de la pelvis femenina

2ª

EDICIÓN

Rosemarie Forstner

Universidad de Medicina Paracelso
Salzburgo, Austria

Teresa Margarida Cunha

Servicio de Radiología
Instituto Português de Oncología de Lisboa Francisco Gentil
Lisboa, Portugal

Bernd Hamm

Facultad de Medicina La Charité
Universidad Humboldt de Berlín
Berlín, Alemania



Útero: hallazgos normales

Athina C. Tsili

Contenido

1. Introducción	45	4. Cuello uterino: hallazgos normales en la TC y la RM	56
2. Desarrollo embrionario y anatomía normal del útero	45	Referencias bibliográficas	58
3. Cuerpo uterino: hallazgos normales en la TC y la RM	49		

1. Introducción

Los radiólogos deben estar familiarizados con la apariencia normal del útero en la tomografía computarizada y en la resonancia magnética cuando interpretan las patologías uterinas. Aunque la TC generalmente no se recomienda como la modalidad de imagen de primera línea para la evaluación de enfermedades uterinas, a menudo se usa para la evaluación inicial de las pacientes remitidas a los entornos de emergencia. La TC multidetector con reformateos multiplanares permite una visualización mejorada de la anato-

mía normal del útero. La resonancia magnética es una excelente modalidad para la evaluación del útero normal. La anatomía uterina y cervical regional se muestra muy bien en T2WI. La apariencia regional del cuerpo uterino cambia significativamente en respuesta a una variedad de estímulos fisiológicos, que incluyen la fase menstrual, la edad y los efectos hormonales. Las técnicas de imagen funcional, incluidas la resonancia magnética con contraste dinámico y la imagen potenciada en difusión, permiten al radiólogo pasar de la evaluación morfológica a la funcional del útero normal.

A. C. Tsili

Departamento de Radiología Clínica,
Facultad de Medicina, Universidad de Ioannina,
Campus Universitario, 45110, Ioannina, Grecia

Correo electrónico: a_tsili@yahoo.gr ; atsili@cc.uoi.gr

2. Desarrollo embrionario y anatomía normal del útero

En las mujeres, los conductos paramesonéfricos (müllerianos) surgen del mesodermo, lateral a los conductos mesonéfricos, en la séptima semana. Los conductos paramesonéfricos crecen caudalmente, cursando en sentido lateral a las crestas urogenitales. En la octava semana, los conductos paramesonéfricos emparejados se encuentran mediales a los conductos mesonéfricos. Los conductos paramesonéfricos se fusionan y confluyen. Este proceso se llama organogénesis de Müller y representa la etapa inicial en el desarrollo de los dos tercios superiores de la vagina, el cuello uterino, el útero y ambas trompas de Falopio. El extremo craneal de los conductos fusionados da lugar al futuro útero. El extremo caudal de los conductos fusionados formará los dos tercios superiores de la vagina. El tercio inferior de la vagina se forma a medida que el nódulo sinovaginal (bulbo) se canaliza. El nódulo sinovaginal se inserta en el seno urogenital en el tubérculo de Müller (Mann y cols. 2012).

El útero es un órgano en forma de pera, de aproximadamente 8 cm de largo, 5 cm en su parte más ancha y 2,5 cm o menos en su parte más gruesa (Figura 1) (Mann y cols. 2012; Basmajian 1971; Siddall y Rubens 2005). Se compone de tres regiones anatómicas distintas, a saber: el fondo, el cuerpo y el cuello uterino. El fondo y el cuerpo forman los dos tercios superiores y el cuello uterino forma el tercio inferior. El fondo es la parte que se encuentra por encima de las trompas y está cubierto por peritoneo. El segmento uterino inferior (istmo) junto con el orificio interno forman la unión entre el cuerpo uterino y el cuello uterino (Mann y cols. 2012).

La anatomía regional del útero, tal como se describe clásicamente, consiste en: el endometrio, compuesto por el estrato mucoso funcional y la región de interdigitación glandular en el miometrio o estrato basal, la región subendometrial de haces de músculo liso densamente empaquetados con una orientación principalmente paralela al estrato basal endometrial, la vasculatura del estrato, donde las arterias arqueadas se ramifican

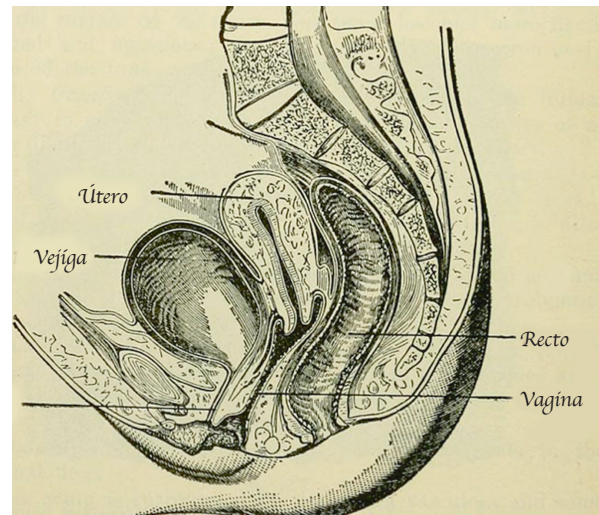


Figura 1. Dibujo anatómico de la pelvis femenina normal en orientación sagital.

a través de los haces de músculo liso del propio miometrio orientados al azar y libremente organizados, además de la delgada zona subserosa de tejido fibroso denso (Figura 2) (Brown y cols. 1991; Kaur y cols. 1998). La posible cavidad del cuerpo uterino es solo una hendidura delgada. Las paredes anterior y posterior están apoyadas entre sí.

El útero tiene paredes musculares gruesas. La disposición de las fibras musculares en el útero humano se ha evaluado ampliamente y la pared uterina consta de dos sistemas contrarrotativos de fibras espirales. Las fibras en el miometrio se dividen en la capa interna (por debajo de la vasculatura del estrato), que se dispone principalmente en un patrón circular, y la capa externa (por encima de la vasculatura del estrato), que se dispone sobre todo en un patrón longitudinal. También hay una capa intermedia (al nivel de la vasculatura del estrato) en la que las fibras corren en direcciones aleatorias (Fiocchi y cols. 2012).

El canal cervical se extiende desde el orificio interno hasta el orificio externo del útero. Tiene forma de huso y 2-3 cm de longitud. El cuello uterino consiste en el canal cervical supravaginal (endocérvix) y la porción vaginal que se proyecta hacia la

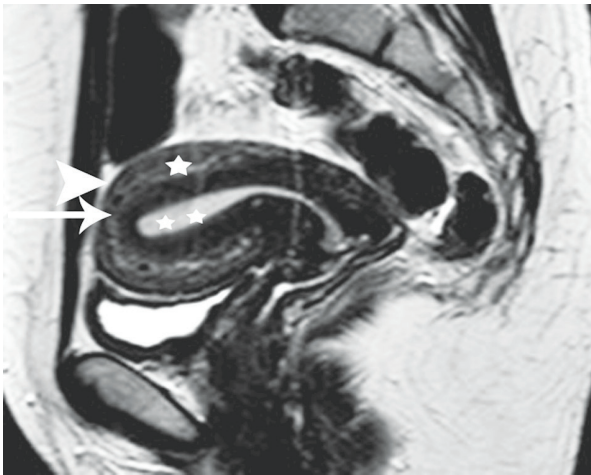


Figura 2. Imagen sagital T2WI de una mujer premenopáusica sana muestra una anatomía uterina regional normal: el endometrio (*asteriscos*) aparece hiperintenso, la zona de unión (*flecha larga*) muestra baja intensidad de señal, el miometrio externo (*asterisco*) muestra intensidad de señal intermedia y la zona subserosa del miometrio se detecta hipointensa (*punta de flecha*).

vagina. La pared del cuello uterino está compuesta principalmente de tejido conectivo firme. La parte muscular representa menos del 10 % de la pared cervical y se compone principalmente de células musculares lisas en disposición circular. El canal cervical está cubierto con epitelio columnar productor de moco y contiene numerosas unidades similares a glándulas: las criptas. La unión escamocolumnar es la transición del epitelio columnar del endocérnix al epitelio escamoso no queratinizado del ectocérnix y está situado al nivel del orificio cervical externo del útero (Mann y cols. 2012).

La arteria uterina irriga el útero y emite ramas superiores e inferiores al cuello uterino, las trompas de Falopio y la vagina superior. Se origina en la rama anterior de la arteria ilíaca interna y cruza el uréter cuando entra en la vejiga. La arteria uterina emite ramas que penetran en el miometrio externo, proceden al tercio medio del miometrio y se dividen para formar las arterias arqueadas, las cuales emiten ramas radiales, que viajan hacia la luz uterina, llamadas arterias «espirales» cuando pasan por la unión miometrio-endometrial.

Después de ingresar al endometrio, las arterias espirales emiten pequeñas ramas, las arterias basales, que irrigan la capa basal y, a diferencia de las arterias espirales, no se ven afectadas por los estímulos hormonales. Las arterias arqueadas desprenden ramas hacia el miometrio externo y se forma un plexo de arterias pequeñas, orientadas radicalmente, inmediatamente debajo de la serosa (Figura 3) (Kaur y cols. 1998). Las venas uterinas drenan en las venas ilíacas internas. El drenaje linfático del cuerpo se realiza a través del ligamento ancho hacia los ganglios linfáticos paraaórticos y desde el cuello uterino hacia los ganglios linfáticos de los parametrios y los ilíacos.

El ligamento ancho está formado por dos capas de peritoneo, que cubren el útero y se extienden lateralmente desde el útero hasta la pared lateral de la pelvis. Su borde libre superior está formado por la trompa de Falopio medialmente y el ligamento suspensorio del ovario lateralmente. El margen inferior del ligamento ancho termina en el ligamento cardinal. Entre las dos hojas del ligamento ancho se puede encontrar tejido conectivo extraperitoneal suelto, músculo liso y grasa, conocida como parametrio, que contiene la trompa de Falopio, el ligamento redondo, el ligamento ovárico, los vasos sanguíneos uterinos y ováricos, nervios, los vasos linfáticos, restos mesonéfricos y una porción del uréter (Foshager y Walsh 1994). El ligamento redondo es una banda de tejido fibromuscular que se une al fondo uterino anterolateral justo debajo y anterior a la trompa de Falopio y al ligamento ovárico (Figura 4). El ligamento cardinal forma la base del ligamento ancho y proporciona el soporte ligamentario principal para el útero y la porción superior de la vagina. Se extiende lateralmente desde el cuello uterino y la porción superior de la vagina para fusionarse con una fascia que recubre el músculo obturador interno (Figura 4b). La arteria uterina se encuentra a lo largo de su borde superior. El ligamento uterosacro se encuentra en la parte posterior, se extiende desde el cuello uterino lateral y la vagina al nivel del orificio cervical interno, y forma un arco curvo hacia el cuerpo anterior del sacro a nivel S2 o S3 (Foshager y Walsh 1994).

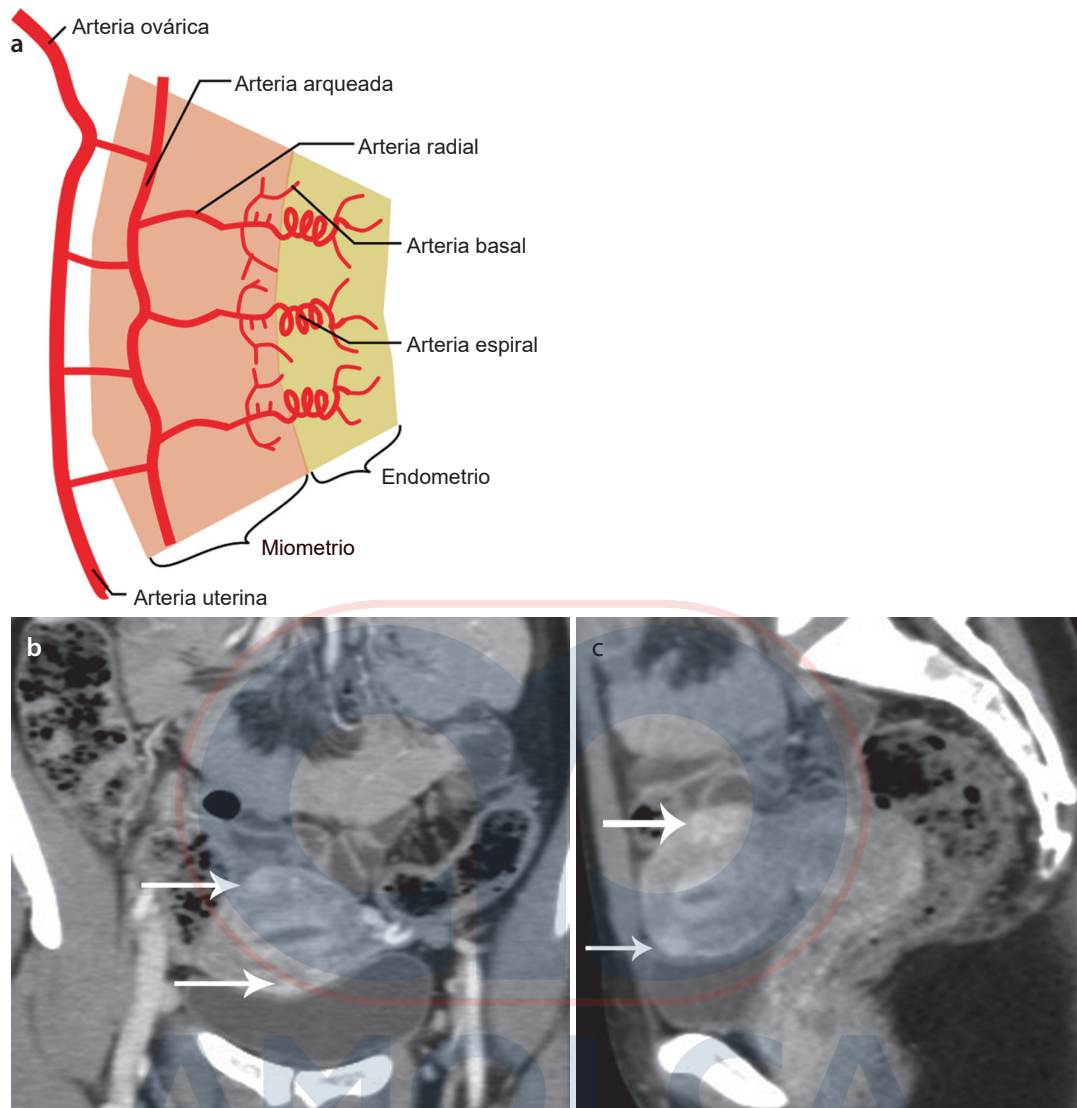


Figura 3. (a) Vasculatura arterial del útero humano. Estudio de tomografía computarizada con imágenes reformateadas multiplanares (b) coronales y (c) sagitales (fase portal) que representan las arterias uterinas arqueadas (*flecha larga*).

La mayor parte del útero está cubierto por peritoneo, el cual pasa de la sínfisis del pubis a la superficie superior de la vejiga y desde la tercera vértebra del sacro al recto. El homólogo de la bolsa rectovesical del peritoneo en el hombre se divide en una parte anterior y

otra posterior por una partición transversal, formada por el útero y el ligamento ancho. La subdivisión anterior es el fondo de saco vesicouterino y la subdivisión posterior es el fondo de saco rectouterino (saco de Douglas) (Basmajian 1971).

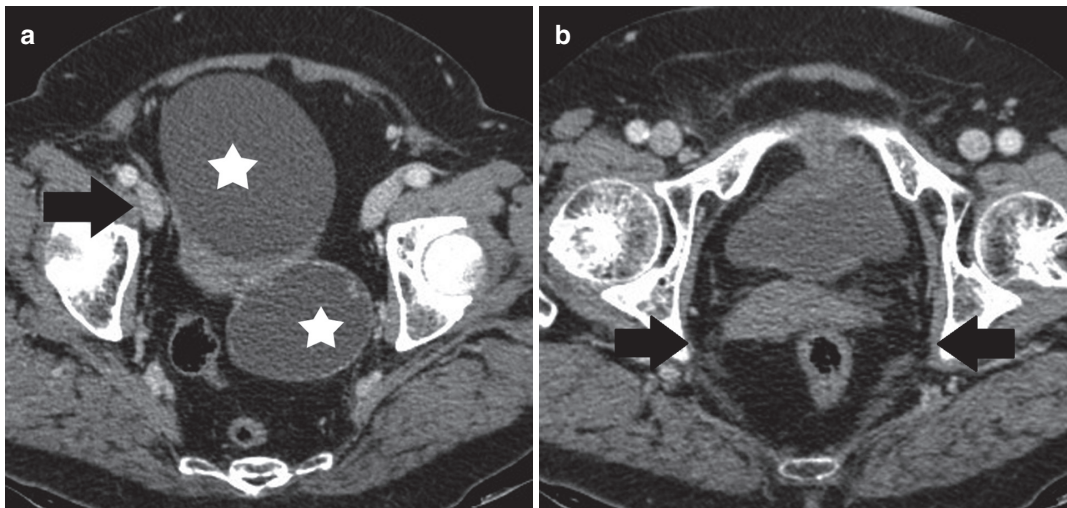


Figura 4. Imágenes transversales de TC con contraste (fase portal) en una mujer posmenopáusica con cistoadenomas ováricos serosos bilaterales (*asterisco, a*) que muestran el ligamento redondo derecho normal (*flecha, a*) y ligamentos cardinales (*flecha, b*).

3. Cuerpo uterino: hallazgos normales en la TC y la RM

Aunque la TC generalmente no es la modalidad de imagen primaria para la evaluación del útero, a menudo es el examen diagnóstico inicial para evaluar enfermedades pélvicas no ginecológicas, especialmente en situaciones de emergencia. Por lo tanto, los radiólogos deben estar familiarizados con los hallazgos normales de la TC uterina, a fin de evitar diagnósticos erróneos y/o pruebas diagnósticas adicionales innecesarias (Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009; Korman y cols. 1981; Grossman y cols. 2008; Lim y cols. 2002). La TC multidetector (TCMD) con imágenes reformateadas multiplanares (MPR, por las siglas en inglés para *multiplanar reformatted*) bidimensionales ha mejorado la visualización de la anatomía normal de la pelvis femenina (Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009). Las MPR sagitales y coroneales estándar y, cuando son necesarias, oblicuas o curvas adicionales, se generan sin tiempo adicional ni mano de obra requerida por parte del radiólogo (Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009). Las reconstrucciones sagitales se recomiendan particularmente en los casos de útero en retroversión y retroflexión y en los casos de endometrio prominente o triangular (Figura 5) (Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009; Korman y cols. 1981; Grossman y cols. 2008; Lim y cols. 2002).

En imágenes no contrastadas, el útero exhibe una densidad de tejido blando relativamente uniforme, con una región central ligeramente hipodensa, correspondiente al canal endometrial (Figura 6). Con la TC convencional, la pared uterina parece relativamente carente de distinción entre las capas después de la administración intravenosa de material de contraste. La tomografía computarizada multidetector con exploración rápida durante las diferentes fases de realce del contraste permite la detección de un patrón de realce uterino, que se asemeja mucho a la resonancia magnética dinámica con gadolinio (Kaur y cols. 1998; Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009; Yamashita y cols. 1993).

Sin embargo, existen pocos datos sobre el realce del contraste uterino y cervical normal con TCMD en la literatura (Kaur y cols. 1998; Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009; Korman y cols. 1981). Se han descrito tres tipos de realce temprano del cuerpo uterino con TC helicoidal de un solo corte: tipo 1, realce subendometrial con o sin realce subseroso asociado, predominantemente visto en mujeres premenopáusicas; tipo 2, ausencia de realce subendometrial temprano con realce progresivo desde la subserosa o difuso desde el principio, visto igualmente en mujeres premenopáusicas y posmenopáusicas; y tipo 3, realce difuso leve del miometrio, predominantemente visto en mujeres posmenopáusicas (Figura 7) (Kaur y cols. 1998;

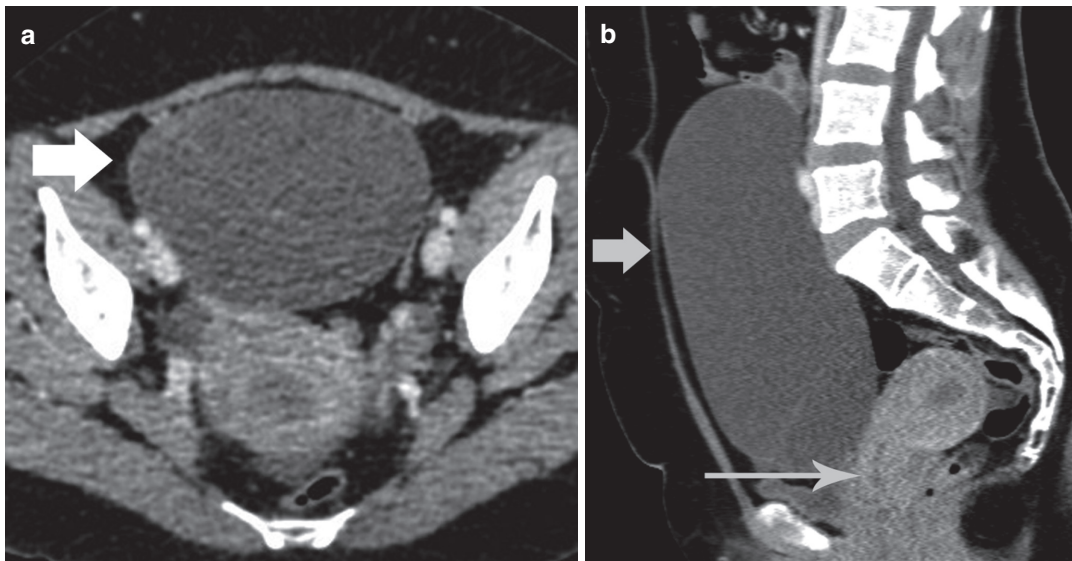


Figura 5. MPR (a) transversal y (b) sagital (fase portal) en una mujer de 35 años con cistoadenoma mucinoso ovárico (*flecha*) y útero en retroversión y retroflexión. Se observa realce cervical normal (*flecha larga*).

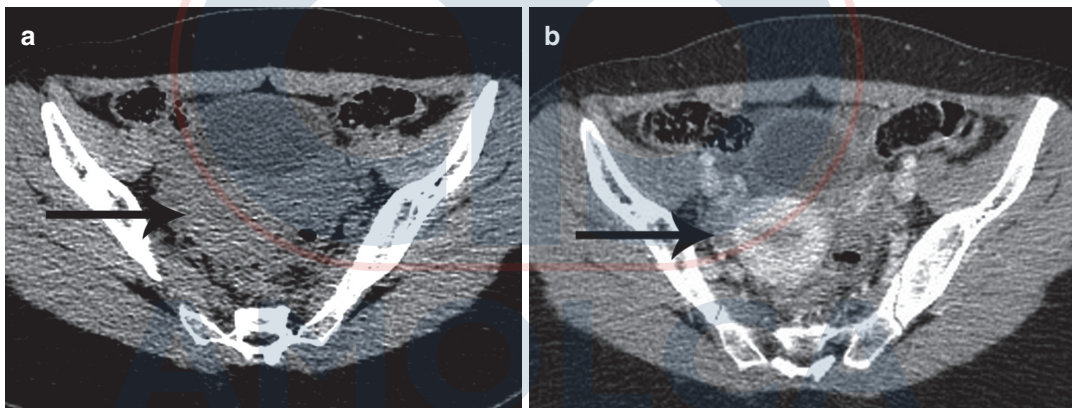


Figura 6. Imágenes de TC transversales (a) sin realzar y (b) con contraste de un útero normal en una mujer de 23 años. El endometrio aparece hipodenso (*flecha larga*).

Yitta y cols. 2009). Recientemente, se ha descrito otro patrón, que incluye un realce heterogéneo y desigual en todo el miometrio (Yitta y cols. 2011). La visualización de estos patrones de realce es transitoria, dependiendo de varios factores, tales como la edad y el estado menstrual. En la imagen tardía, se observa un realce uniforme difuso del miometrio. El segmento uterino inferior y el cuello uterino a menudo realzan menos en comparación con el miometrio en la fase temprana y esto puede simular falsamente una masa (Figura 7c).

En la TC, el endometrio se define como la región hipodensa central. Sin embargo, la cavidad endometrial a menudo representa una fuente de confusión en esta modalidad de imagen (Yitta y cols. 2009; Grossman y cols. 2008; Lim y cols. 2002). La TC se considera relativamente insensible en la detección del engrosamiento endometrial leve, pero es más capaz de identificar un mayor engrosamiento (Grossman y cols. 2008). El grosor del endometrio puede exagerarse en las imágenes axiales y coronales estándar, especialmente en los casos de retro-

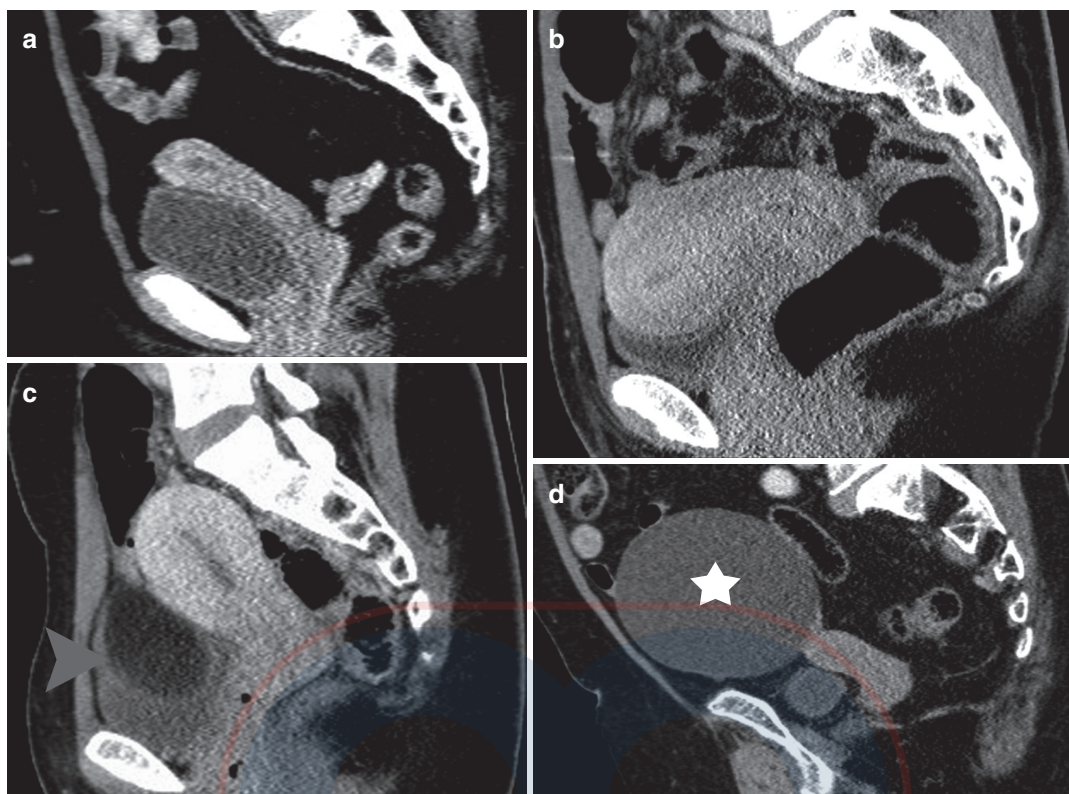


Figura 7. Patrones de realce uterino normal en TCMD (MPR sagitales, fase portal). Tipo 1, (a) realce subendometrial delgado y (b) grueso. (c) Tipo 2, realce miometrial difuso. Cuello uterino hipodenso normal. Teratoma quístico maduro ovárico (*punta de flecha*). (d) Tipo 3, realce miometrial difuso escaso. Cistoadenoma seroso ovárico (*asterisco*, se trata a la misma paciente que se muestra en la Figura 4).

versión uterina, donde el endometrio se visualiza en un plano oblicuo. Las MPR sagitales a menudo son útiles para confirmar o excluir el engrosamiento endometrial macroscópico en estos casos. Faltan criterios de TC para caracterizar el grosor endometrial normal (Yitta y cols. 2009; Grossman y cols. 2008; Lim y cols. 2002). Se ha informado un máximo de 7,5 mm de grosor medio en el eje corto del endometrio normal en mujeres posmenopáusicas asintomáticas, mayor que el de las mediciones en imágenes de US, en las que 5 mm es un límite superior normal aceptado (Lim y cols. 2002).

Las dimensiones normales del útero durante la vida reproductiva varían según la edad y la paridad de la paciente. El útero normal en mujeres en edad fértil mide aproximadamente 8 cm de largo, 4 cm de alto y 5 cm de ancho y, en este rango, el útero multiparo aparece más grande que el útero nulíparo en 1 cm aproximadamente en cada dimensión (Takeuchi y cols. 2010). El útero ge-

neralmente tiene forma de pera, con el cuerpo uterino aproximadamente del doble del tamaño del cuello uterino. La posición normal del útero puede variar según el grado de distensión de la vejiga urinaria. La posición uterina se caracteriza en relación con el ángulo del eje largo del cuerpo uterino con respecto al eje largo del cuello uterino (flexión) y el eje largo del útero con respecto al eje largo de la vagina (versión). El útero se encuentra con mayor frecuencia en una posición de anteversión y ante flexión (Takeuchi y cols. 2010).

La anatomía regional uterina en la resonancia magnética se visualiza en imágenes potenciadas en T2 (T2WI) que consisten en una zona central de alta intensidad de señal, correspondiente al endometrio, una zona de unión (ZU) subyacente de baja intensidad de señal del miometrio, una zona moderadamente intensa de miometrio y una delgada zona subserosa hipointensa del miometrio (Figura 8) (Brown y cols. 1991; Hricak y cols. 1983;

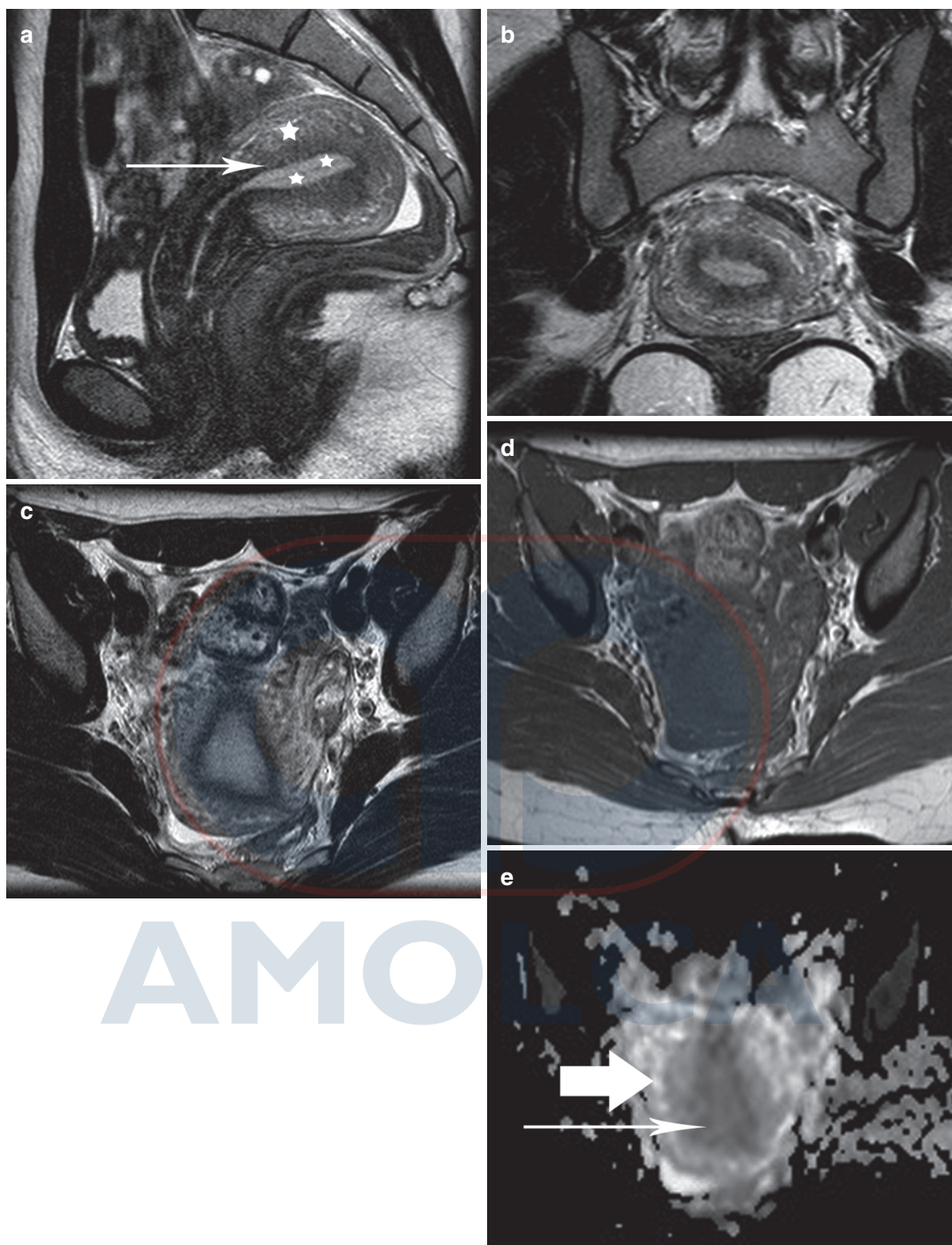


Figura 8. Resonancia magnética de una mujer sana de 31 años con útero en retroversión y retroflexión durante la fase secretora. T2WI en (a) orientación sagital, (b) coronal y (c) transversal. El endometrio es grueso (*asteriscos*), el miometrio parece hiperintenso (*asterisco*) y la interfaz entre el miometrio externo y ZU es relativamente indistinta (*punta de flecha*). (d) La T1WI transversal muestra un cuerpo uterino relativamente homogéneo con una intensidad de señal similar a la de los músculos. (e) Mapa del coeficiente de difusión aparente transversal (ADC). El ADC del endometrio normal (*flecha larga*) y miometrio (*flecha*) es $1,26 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ y $1,55 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectivamente.

Togashi y cols. 2001). La baja intensidad de señal de la ZU se explica por su menor contenido de agua, la matriz extracelular disminuida, las células musculares apretadas y un triple aumento en el área nuclear (Togashi y cols. 2001; Hauth y cols. 2007; Novellas y cols. 2011; Brosens y cols. 1995). Los primeros estudios en la década de 1980 propusieron un umbral máximo de entre 2 y 5 mm para el grosor de la ZU normal pero, en las últimas dos décadas, este criterio se ha revisado gradualmente, lo que resulta en un límite superior de la

normalidad de 5-8 mm para el grosor de la ZU. Se ha propuesto un ancho mayor de 12 mm para la ZU en la RM como criterio para el diagnóstico de adenomiosis difusa (Togashi y cols. 2001; Hauth y cols. 2007; Novellas y cols. 2011; Brosens y cols. 1995). El cuerpo uterino parece homogéneo y sin rasgos distintivos en las imágenes potenciadas en T1 (T1WI), isointenso en comparación con los músculos esqueléticos (Brown y cols. 1991; Hricak y cols. 1983; Togashi y cols. 2001) (Figura 8d).

El útero de las mujeres en edad reproductiva que no toman hormonas exógenas muestra variaciones en el ancho endometrial y el miometrial, así como en la intensidad de la señal durante todo el ciclo menstrual (Takeuchi y cols. 2010; Togashi y cols. 2001; Hauth y cols. 2007; McCarthy y cols. 1986; Demas y cols. 1986; Haynor y cols. 1986; Langer y cols. 2012; He y cols. 2016). El endometrio es delgado justo después de la menstruación y, a medida que aumenta el nivel de estrógeno durante la fase proliferativa (folicular), el endometrio se engrosa. Durante la ovulación, no hay cambios obvios en el endometrio. Durante la fase secretora (lútea), bajo la influencia del estrógeno y la progesterona, el endometrio alcanza su espesor máximo, hasta 7-14 mm. El miometrio se contrae en la fase menstrual y tiene una intensidad de señal disminuida en T2WI (Figura 9). El grosor miometrial aumenta gradualmente durante la fase proliferativa. El contraste entre el miometrio externo y la ZU es más prominente en la fase proliferativa (Figura 10) y se vuelve indistinto en las fa-

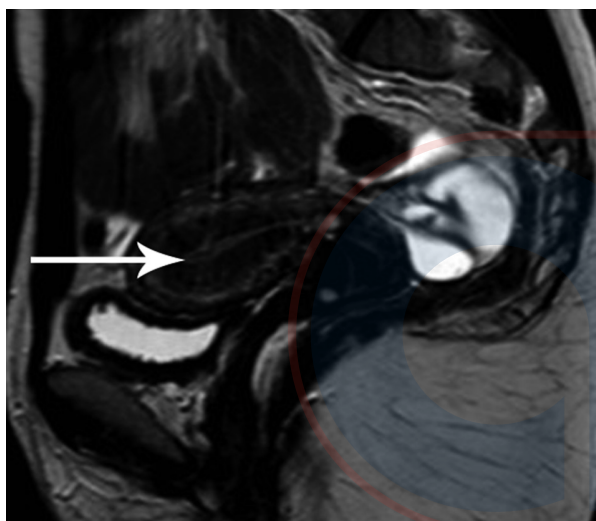


Figura 9. RM de una mujer sana de 33 años durante la fase menstrual. T2WI en orientación sagital. El endometrio parece delgado. Dentro de la cavidad, la sangre menstrual (*flecha larga*) se detecta como una línea de baja intensidad de señal.

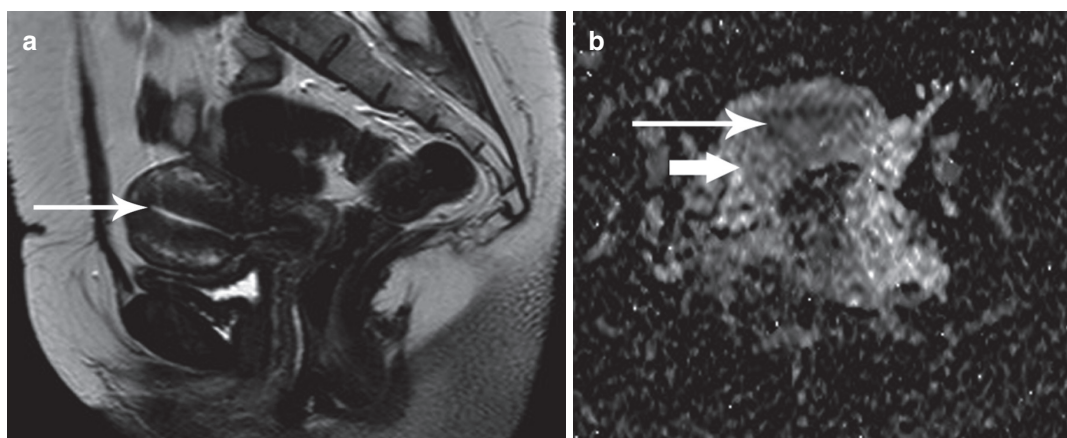


Figura 10. RM de una mujer sana de 32 años durante la fase proliferativa. (a) Imagen T2WI sagital. El endometrio parece delgado (*flecha larga*) y el contraste entre el miometrio externo y la ZU es evidente. (b) Mapa axial del ADC. El ADC del endometrio (*flecha larga*) y del miometrio normal (*flecha*) es de $1,56 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ y de $1,47 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectivamente.

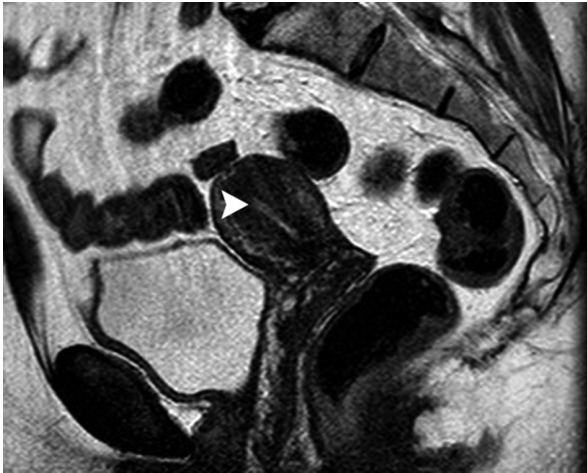


Figura 11. T2WI en el plano sagital de una mujer sana de 64 años que representa un útero pequeño con un endometrio hiperintenso delgado normal (*punta de flecha*).

ses secretora y menstrual. La intensidad de la señal miometrial aumenta y los vasos arqueados miometriales se definen más claramente durante la fase de secreción media (Figura 8). El mayor contenido de agua del miometrio durante esta fase da como resultado una mayor intensidad de señal (Takeuchi y cols. 2010; Togashi y cols. 2001; Hauth y cols. 2007; McCarthy y cols. 1986; Demas y cols. 1986; Haynor y cols. 1986; Langer y cols. 2012; He y cols. 2016).

La edad de la paciente tiene un efecto significativo en las características de la RM de los órganos reproductores femeninos (Takeuchi y cols. 2010; Hauth y cols. 2007; Demas y cols. 1986; Langer y cols. 2012). En la niña premenarquia y en la mujer posmenopáusica, el cuerpo uterino es pequeño y relativamente sin rasgos distintivos, con una débil interfaz miometrio-endometrial en T2WI (Figura 11) (Takeuchi y cols. 2010; Demas y cols. 1986; Langer y cols. 2012).

El reemplazo hormonal exógeno afecta la apariencia del útero (Togashi y cols. 2001; McCarthy y cols. 1986; Demas y cols. 1986). En las mujeres premenopáusicas que usan anticonceptivos orales, la ZU es significativamente más delgada de lo habitual, el útero tiene un endometrio delgado y un miometrio brillante, este último debido a edema. Las mujeres tratadas con análogos de GnRH muestran un útero similar al que se encuentra en las mujeres posmenopáusicas. Aunque el tamoxifeno es antiestrogénico, tiene efectos estrogénicos paradójicos en las mujeres posmenopáusicas, lo que resulta en un endometrio heterogéneo y

engrosado. Estos hallazgos pueden simular el cáncer de endometrio, aunque retroceden después de la retirada del medicamento (Togashi y cols. 2001; McCarthy y cols. 1986; Demas y cols. 1986).

El útero normal presenta dos tipos de contracciones fisiológicas del miometrio: contracción sostenida transitoria y peristaltismo uterino (Togashi y cols. 1993a, 1993b, 2001; Masui y cols. 2001). La contracción miometrial transitoria aparece como un abultamiento focal esporádico del miometrio, que persiste durante varios minutos. Puede detectarse como un área focal hipointensa en T2WI que simula un leiomioma o una adenomiosis, aunque puede desaparecer en imágenes posteriores (Figura 12). El peristaltismo uterino está causado por contracciones del miometrio interno, con dirección retrógrada (cervico-fúndica) a mitad del ciclo y anterógrada durante la menstruación. Se considera que este movimiento desempeña un papel importante en el transporte rápido de espermatozoides, en la descarga de sangre menstrual y en el mantenimiento de embarazos tempranos. El peristaltismo uterino disminuye durante la fase secretora y lo más probable es que facilite la implantación del embrión. La resonancia magnética cinemática rápida representa la contracción miometrial, que aparece como una serie de cambios en la configuración, el grosor y la intensidad de la señal del miometrio y la ZU (Togashi y cols. 1993a, 2001; Masui y cols. 2001).

La resonancia magnética funcional mediante resonancia magnética con contraste multifásico dinámico (DCE-MRI, por las siglas en inglés para *dynamic multiphase contrast-enhanced*) y la resonancia magnética potenciada en difusión (DW-MRI, por las siglas en inglés para *diffusion-weighted*) son ahora parte de los protocolos de imagen estándar para la evaluación de la pelvis femenina. Ambas técnicas permiten al radiólogo pasar de la evaluación morfológica a la funcional de las enfermedades de la pelvis femenina (Sala y cols. 2013; Punwani 2011).

Se han descrito tres tipos de realce uterino en la DCE-MRI: el tipo 1, una capa delgada de realce temprano entre el endometrio y el miometrio (llamado realce subendometrial [RSE]), seguido del realce de todo el miometrio, visto más a menudo durante la fase proliferativa o en mujeres posmenopáusicas; el tipo 2, una capa gruesa correspondiente a la ZU con realce inicial marcado, generalmente observado durante la fase secretora y el tipo 3, realce de todo el miometrio, detectado con mayor frecuen-

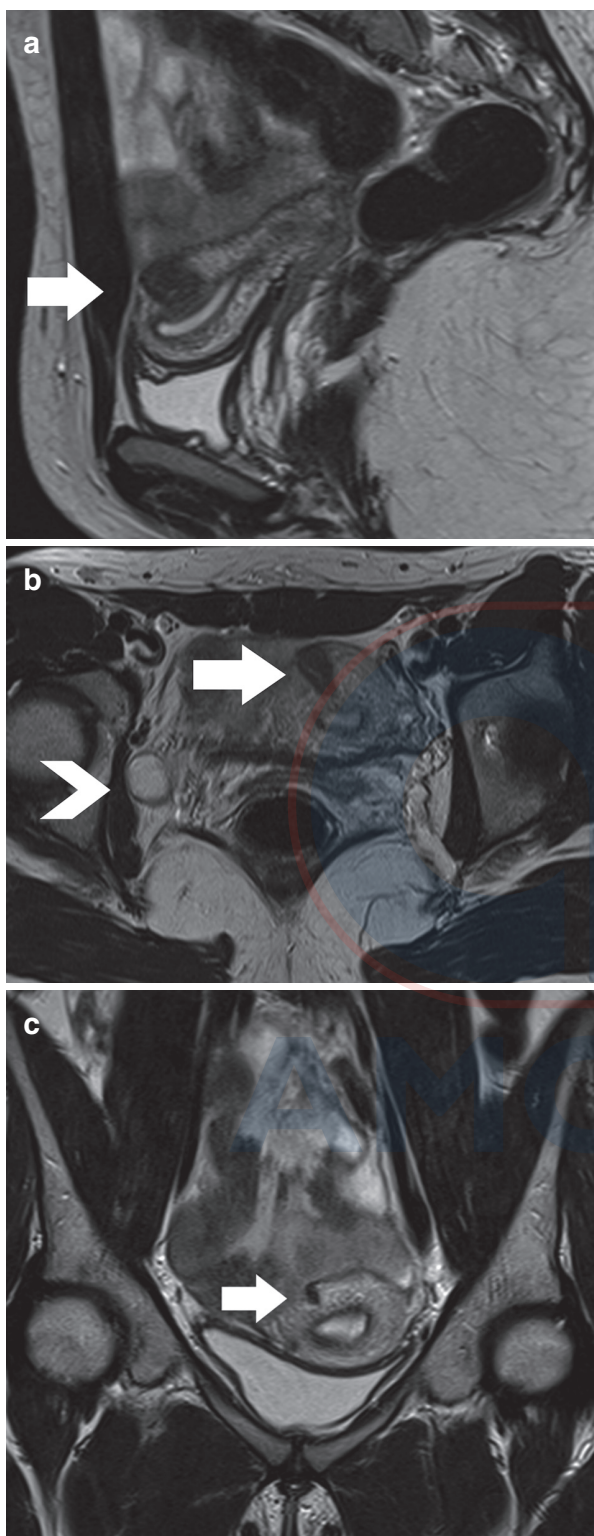


Figura 12. Contracción miometrial transitoria. T2WI en orientación (a) sagital y (b) transversal que muestra masa miometrial focal de baja intensidad de señal (*flecha*) y simula un leiomioma. Pequeño folículo ovárico derecho (*punta de flecha*). (c) La T2WI coronal posterior muestra una resolución significativa de los hallazgos (*flecha*) (Imagen cortesía de la Dra. T. M. Cunha, Lisboa, Portugal).

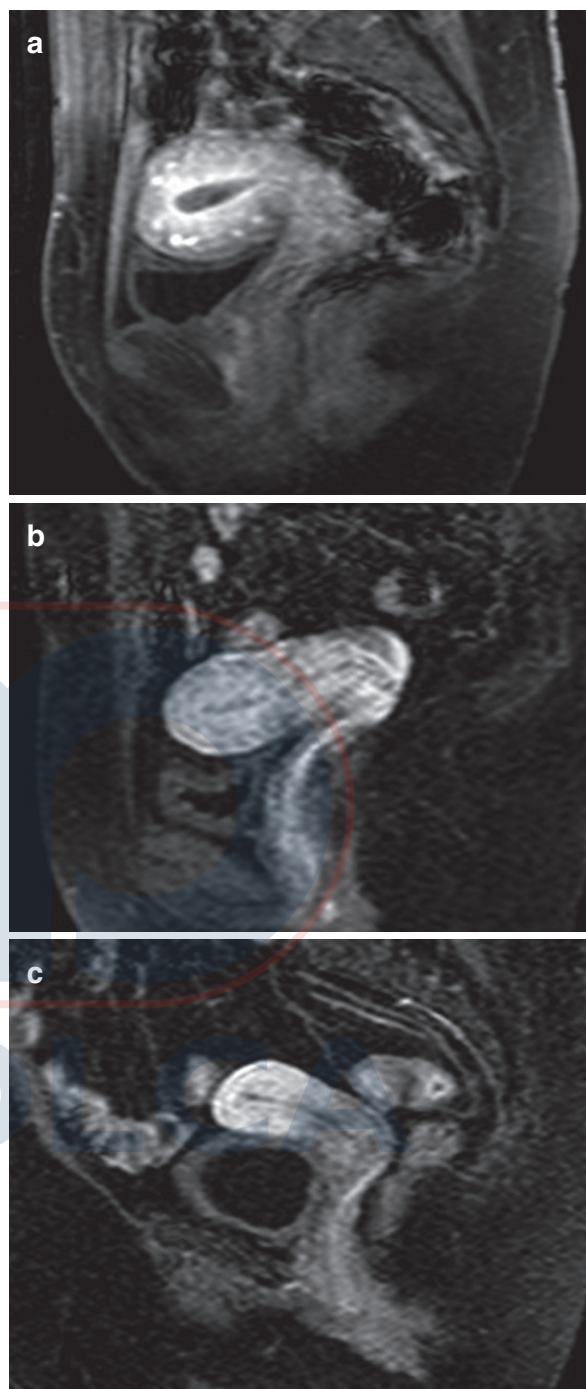


Figura 13. Patrones de realce uterino temprano en DCE-MRI. (a) Tipo 1, capa delgada de realce entre el endometrio y el miometrio (realce subendometrial); (b) Tipo 2, capa de realce grueso correspondiente a la ZU y (c) Tipo 3, realce de todo el miometrio.

cia en la fase menstrual (Kaur y cols. 1998; Yamashita y cols. 1993; Hricak y Kim 1993) (Figura 13).

La perfusión por RM, aunque se utiliza principalmente como herramienta de investigación, ha confirmado la presencia de diferentes componentes miometriales, en especial durante la edad reproductiva, donde tanto la microcirculación como las características ultraestructurales y la matriz extracelular difieren entre el miometrio interno y externo. Específicamente, la DCE-MRI ha mostrado un flujo (F) sanguíneo tisular y un producto de área de superficie de permeabilidad (SP) más altos, una fracción de volumen sanguíneo (Vb) y un volumen intersticial (Ve) más bajos, y un mayor tiempo de retraso (Dt) en el miometrio interno, en comparación con el miometrio externo (Thomassin-Naggara y cols. 2010). Durante el ciclo menstrual no se observan diferencias para todos los parámetros de imagen de perfusión en el miometrio externo. Por el contrario, el miometrio interno muestra variaciones microvasculares con mayor F, mayor Vb y menor Dt durante la fase proliferativa, en comparación con la fase secretora (Thomassin-Naggara y cols. 2010).

La RM dependiente del nivel de oxigenación de la sangre (BOLD, por las siglas en inglés para *Blood oxygenation level dependent*) ha mostrado valores T2* significativamente más bajos para la ZU en comparación con la del miometrio externo y valores T2* más bajos tanto de la ZU como del miometrio externo a lo largo del ciclo menstrual, con probabilidad relacionados con una disminución de la perfusión sanguínea y, posteriormente, una disminución en la pO₂ (Kido y cols. 2007).

La zona uterina, la edad y la fase del ciclo menstrual en las mujeres premenopáusicas deben tenerse en cuenta al interpretar los valores del coeficiente de difusión aparente (ADC, por las siglas en inglés para *apparent diffusion coefficient*) de las estructuras uterinas (He y cols. 2016; Fujimoto y cols. 2013; Kido y cols. 2010; Tsili y cols. 2012; Kuang y cols. 2012; Fornasa y Montemezzi 2012; He y cols. 2015). El ADC normal es mayor para el miometrio externo, seguido del endometrio y la ZU (Fujimoto y cols. 2013). Se ha encontrado una amplia variación en el ADC para el endometrio/miometrio normal durante las diferentes fases del ciclo menstrual. El ADC del endometrio normal es más bajo durante la fase menstrual en comparación con las fases proliferativas y secretoras. El ADC también es más bajo durante la fase proliferativa en comparación con la fase secretora (Figuras

8e y 10b) (Kido y cols. 2010; Tsili y cols. 2012; Kuang y cols. 2012; Fornasa y Montemezzi 2012; He y cols. 2015). Por el contrario, el ADC del miometrio muestra un aumento significativo de la fase menstrual a la fase secretora (Figuras 8e y 10b) (Tsili y cols. 2012; He y cols. 2015). El ADC de la ZU normal aumenta con la edad en las mujeres premenopáusicas (He y cols. 2016). Durante el ciclo menstrual, el ADC de la ZU es más bajo en la fase menstrual en comparación con la fase secretora (He y cols. 2016). Los cambios histopatológicos del útero normal en mujeres premenopáusicas explican las variaciones del ADC del endometrio/miometrio durante el ciclo menstrual. La descarga endometrial que consiste en sangre y desprendimiento de células estromales y epiteliales acopladas por los extremos rotos de las venas, arterias y glándulas provoca una difusión restringida por el endometrio durante la fase menstrual. La presencia de glándulas uterinas grandes y arterias más prominentes en el estrato funcional del endometrio normal y el aumento del líquido intersticial son las posibles explicaciones para el mayor ADC del endometrio durante la fase secretora en comparación con la fase proliferativa. El mayor contenido de agua del miometrio durante la fase secretora posiblemente también contribuye al mayor ADC del miometrio en esta fase.

La imagen del tensor de difusión (DTI, por las siglas en inglés para *diffusion tensor imaging*) del útero normal *in vivo* usando el sistema de 3 T revela diferencias en el número de fibra, longitud y orientación (Ficocchi y cols. 2012; He y cols. 2016; Fujimoto y cols. 2013). La anisotropía se encuentra en la mayoría de las partes del cuerpo uterino y se han descrito dos direcciones para la fibra: circular y longitudinal, como en los estudios *ex vivo* (Ficocchi y cols. 2012). La anisotropía fraccionada (AF) es más alta para la ZU, seguida por el miometrio externo y el endometrio normal (He y cols. 2016). Durante el ciclo menstrual, la AF endometrial disminuye (He y cols. 2016).

4. Cuello uterino: hallazgos normales en la TC y la RM

El cuello uterino representa el tercio inferior del útero, que suele medir de 2 a 3 cm de longitud. En las imágenes axiales de TC, el límite exacto entre el cuerpo y el cuello uterinos puede ser difícil de detectar. La orientación oblicua del cuello uterino

o la presencia de líquido en los fórnix vaginales pueden imitar una masa. Las MPR sagitales, con respecto a la orientación del cuello uterino, son útiles para delinear el cuello uterino normal, imitando estrechamente el T2WI sagital (Yitta y cols. 2009). Después de la administración de material de contraste intravenoso, el cuello uterino en general muestra un realce diferencial o tardío en comparación con el cuerpo uterino. Esto da como resultado una apariencia hipodensa y probablemente puede estar relacionado con la presencia de una mayor cantidad de tejido fibroso en el cuello uterino (Figura 7c) (Yitta y cols. 2011).

Los patrones de realce dinámicos del cuello uterino normal en la TCMD se parecen mucho a los de la resonancia magnética (Kaur y cols. 1998; Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009). Estos patrones se observan en mujeres con un patrón de realce uterino de tipo 1 o 2, pero no de tipo 3. El realce regional cervical del cuello uterino se caracteriza típicamente por un realce circunferencial central temprano e intenso, correspondiente a la mucosa central ricamente glandular, con realce secundario menos intenso del estroma fibromuscular interno circundante (Figura 5b). El estroma fibromuscular externo se realza más tardíamente y es más intenso en comparación con el estroma fibromuscular interno, pero con menos intensidad en comparación con la mucosa cervical central. La combinación de las tres capas produce una apariencia similar a una diana en el cuello uterino que es normal en las imágenes axiales (Kaur y cols. 1998; Yitta y cols. 2011; Yitta y cols. 2009).

Los quistes de Naboth son esencialmente quistes de retención benignos en el cuello uterino, quizás debido a la inflamación crónica. Suelen ser asintomáticos, con mayor frecuencia detectados de manera incidental. En la TCMD, los quistes de Naboth son estructuras quísticas bien definidas, con una densidad similar a la del líquido, y de tamaño variable. Las MPR sagitales y coroneles los muestran como estructuras quísticas de paredes delgadas bien definidas, separadas del canal endocervical (Yitta y cols. 2011).

En la resonancia magnética, el cuello uterino y el cuerpo uterino pueden diferenciarse, el segmento uterino inferior (istmo) crea una separación gradual entre el cuerpo del útero y el cuello uterino (Brown y cols. 1991). En T2WI se delinear las siguientes cuatro zonas del

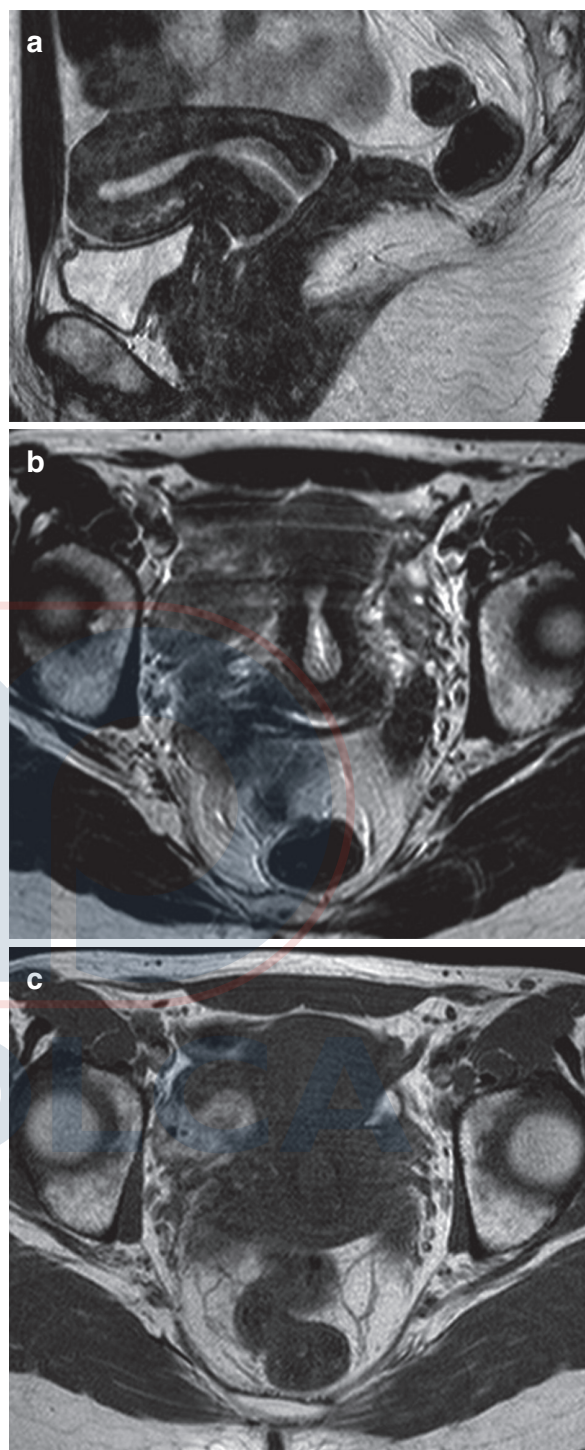


Figura 14. T2WI en (a) orientación sagital y (b) transversal en una mujer premenopáusica sana que muestra una anatomía regional normal del cuello uterino: moco en el canal cervical como una franja de muy alta intensidad de señal central, la mucosa del endocérnix con intensidad de señal alta, el estroma cervical con intensidad de señal predominantemente baja y la capa más externa con intensidad de señal intermedia. (c) T1WI transversal que representa el cuello uterino normal relativamente homogéneo, con una intensidad de señal similar a la del cuerpo uterino.

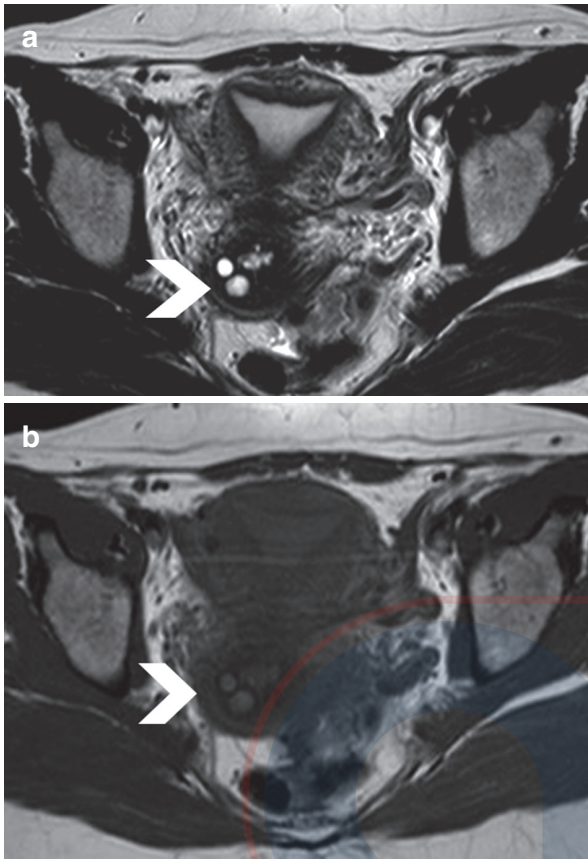


Figura 15. (a) T2WI y (b) T1WI axiales que muestran quistes de Naboth (*punta de flecha*).

endocérnix: la región central de alta intensidad de señal del moco cervical, el endocérnix de alta intensidad de señal con sus pliegues mucosos, el estroma cervical, que muestra una señal predominantemente baja en T2 y está en contigüidad con la ZU del útero, y una zona externa de intensidad de señal intermedia, que es continua con el miometrio externo (Figura 14). Las zonas media y externa corresponden al estroma fibromuscular del cuello uterino (Brown y cols. 1991; Yitta y cols. 2011; Togashi y cols. 2001; Scoutt y cols. 1993; deSouza y cols. 1994). El porcentaje de área nuclear en la zona interna del estroma fibromuscular es 2,5 veces mayor que en la zona externa, lo que puede explicar la menor intensidad de la señal de la zona interna (deSouza y cols. 1994). El cuello uterino parece homogéneo, sin características de intensidad de señal intermedia en TIWI (Figura 14c) (Brown y cols. 1991). Los quistes de

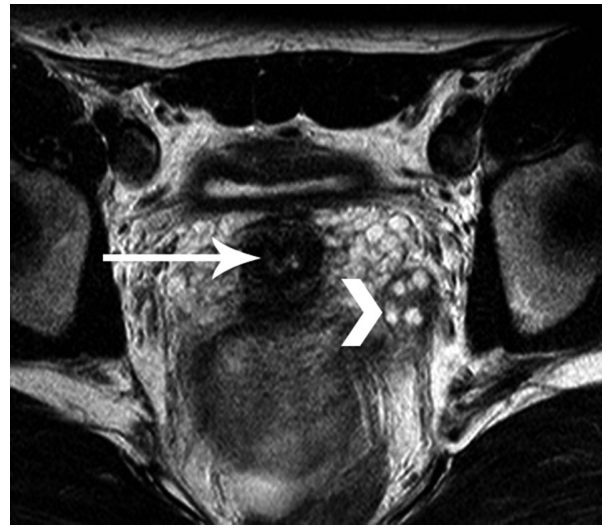


Figura 16. T2WI axial en una mujer de 24 años que muestra los pliegues palmeados (*flecha larga*). También se ve el ovario izquierdo normal (*punta de flecha*).

Naboth muestran una señal T1 intermedia o ligeramente alta y una señal T2 prominentemente alta (Figura 15).

El pliegue palmeado es un pliegue endocervical normal, que consta de partes laterales de numerosos pliegues más pequeños y una gran elevación en la línea media, que se cree que es un remanente del desarrollo de la fusión ductal de Müller. Se demuestra como una cresta longitudinal de señal T2 baja distintiva en la línea media de la pared anterior y/o posterior que sobresale hacia el canal cervical (Takahata y cols. 2009). La prevalencia de este hallazgo se informa en el 44,5-53,2 % y suele verse más a menudo durante la cuarta década. La incidencia de pliegues palmeados es significativamente menor en las mujeres posmenopáusicas (Takahata y cols. 2009) (Figura 16).

El cuello uterino es relativamente estable en la resonancia magnética durante el ciclo menstrual, aunque algunos estudios informan un aumento en el grosor del estroma cervical al final del ciclo (Fiocchi y cols. 2012; Haynor y cols. 1986). La configuración del cuello uterino cambia de la forma alargada, vista en la paciente premenarquia y nulípara, a un cuello uterino corto y ancho de las mujeres multíparas (Brown y cols. 1991).

Referencias bibliográficas

- Basmajian JV (1971) Grant's method of anatomy. The Williams & Wilkins Co, Baltimore
- Brosens JJ, de Souza NM, Barker FG (1995) Uterine junctional zone: function and disease. *Lancet* 26:558–560
- Brown HK, Stoll BS, Nicosia SV, Fiorica JV, Hambley PS, Clarke LP, Silbiger ML (1991) Uterine junctional zone: correlation between histologic findings and MR imaging. *Radiology* 179:409–413
- Demas BE, Hricak H, Jaffe RB (1986) Uterine MR imaging: effects of hormonal stimulation. *Radiology* 159:123–126
- Fiocchi F, Nocetti L, Siopis E, Currá S, Costi T, Ligabue G, Toricelli P (2012) In vivo 3 T MR diffusion tensor imaging for detection of the fibre architecture of the human uterus: a feasibility and quantitative study. *Br J Radiol* 85:e1009–e1017
- Fornasa F, Montemezzi S (2012) Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of the normal endometrium: temporal and spatial variations of the apparent diffusion coefficient. *Acta Radiol* 53:586–590
- Foshager MC, Walsh JW (1994) CT anatomy of the female pelvis: a second look. *Radiographics* 14:51–64
- Fujimoto K, Kido A, Okada T, Uchikoshi M, Togashi K (2013) Diffusion tensor imaging (DTI) of the normal human uterus in vivo at 3 tesla: comparison of DTI parameters in the different uterine layers. *J Magn Reson Imaging* 38:1494–1500
- Grossman J, Ricci ZJ, Rozenblit A, Freeman K, Mazzariol F, Stein MW (2008) Efficacy of contrast-enhanced CT in assessing the endometrium. *AJR* 191:664–669
- Hauth EAM, Jaeger HJ, Libera H, Lange S, Forsting M (2007) MR imaging of the uterus and cervix in healthy women: determination of normal values. *Eur Radiol* 17:734–742
- Haynor DR, Mack LA, Soules MR, Shuman WP, Montana MA, Moss AA (1986) Changing appearance of the normal uterus during the menstrual cycle: MR studies. *Radiology* 161:459–462
- He Y, Ding N, Li Y, Li Z, Xiang Y, Jin Z, Xue H (2015) 3-T diffusion tensor imaging (DTI) of normal uterus in young and middle-aged females during the menstrual cycle: evaluation of the cyclic changes of fractional anisotropy (FA) and apparent diffusion coefficient (ADC) values. *Br J Radiol* 88:20150043
- He YL, Ding N, Li Y, Li Z, Xiang Y, Jin ZY, Xue HD (2016) Cyclic changes of the junctional zone on 3 T MRI images in young and middle-aged females during the menstrual cycle. *Clin Radiol* 71:341–348
- Hricak H, Kim B (1993) Contrast-enhanced MR imaging of the female pelvis. *J Magn Reson Imaging* 3:297–306
- Hricak H, Alpers C, Crooks LE, Sheldon PE (1983) Magnetic resonance of the female pelvis: initial experience. *Airman* 141:1119–1128
- Kaur H, Loyer EM, Minami M, Charnsangavej C (1998) Patterns of uterine enhancement with helical CT. *Eur J Radiol* 28:250–255
- Kido A, Koyama T, Kataoka M, Yamamoto A, Saga T, Turner R, Togashi K (2007) Physiological changes of the human uterine myometrium during menstrual cycle: preliminary evaluation using BOLD MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 26:695–700
- Kido A, Kataoka M, Koyama T, Yamamoto A, Saga T, Togashi K (2010) Changes in apparent diffusion coefficients in the normal uterus during different phases of the menstrual cycle. *Br J Radiol* 83:524–528
- Kormano MJ, Goske MJ, Hamlin DJ (1981) Attenuation and contrast enhancement of gynecologic organs and tumors in CT. *Eur J Radiol* 1(4):307–311
- Kuang F, Ren J, Huan Y, Chen Z, Zhong Q (2012) Apparent diffusion coefficients of normal uterus in premenopausal women with 3.0-T magnetic resonance imaging. *J Comput Assist Tomogr* 36:54–59
- Langer JE, Oliver ER, Lev-Toaff AS, Coleman BG (2012) Imaging of the female pelvis through the life cycle. *Radiographics* 32:1575–1597
- Lim PS, Nazarian LN, Wechsler RJ, Kurtz AB, Parker L (2002) The endometrium on routine contrast-enhanced CT in asymptomatic postmenopausal women: avoiding errors in interpretation. *Clin Imaging* 26:325–329
- Mann GS, Blair JC, Garden AS (2012) Imaging of gynecological disorders in infants and children. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Masui T, Katayama M, Kobayashi S, Nakayama S, Nozaki A, Kabasawa H, Ito T, Sakahara H (2001) Changes in myometrial and junctional zone thickness and signal intensity: demonstration with kinematic T2-weighted MR imaging. *Radiology* 221:75–85
- McCarthy S, Tauber C, Gore J (1986) Female pelvic anatomy: MR assessment of variations during the menstrual cycle and with use of oral contraceptives. *Radiology* 160:119–123
- Novellas S, Chassang M, Delotte J, Toullalan O, Chevallier A, Bouaziz J, Chevallier P (2011) MRI characteristics of the uterine junctional zone: from normal to the diagnosis of adenomyosis. *AJR Am J Roentgenol* 196:1206–1213
- Punwani S (2011) Diffusion weighted imaging of female pelvic cancers: concepts and clinical applications. *Eur J Radiol* 78:21–29
- Sala E, Rockall AG, Freeman SJ, Mitchell DG, Reinhold C (2013) The added role of MR imaging in treatment stratification of patients with gynecologic malignancies: what the radiologist needs to know. *Radiology* 266:717–740
- Scoutt LM, McCauley TR, Flynn SD, Luthringer DJ, McCarthy SM (1993) Zonal anatomy of the cervix: correlation of MR imaging and histologic examination of hysterectomy specimens. *Radiology* 186:159–162
- Siddall KA, Rubens DJ (2005) Multidetector CT of the female pelvis. *Radiol Clin N Am* 43:1097–1118
- deSouza NM, Hawley IC, Schwieso JE, Gilderdale DJ, Soutter WP (1994) The uterine cervix on in vitro and in vivo MR images: a study of zonal anatomy and vascularity using an enveloping cervical coil. *Am J Roentgenol* 163:607–612
- Takahata A, Koyama T, Kido A, Kataoka M, Umeoka S, Nishizawa S, Nishimura T, Togashi K (2009) The frequency of the plicae palmatae in the uterine cervix on MR imaging. *Abdom Imaging* 34:277–279

- Takeuchi M, Matsuzaki K, Nishitani H (2010) Manifestations of the female reproductive organs on MR images: changes induced by various physiologic states. *Radiographics* 30:1147
- Thomassin-Naggara I, Balvay D, Cuenod CA, Daraï E, Marsault C, Bazot M (2010) Dynamic contrast-enhanced MR imaging to assess physiologic variations of myometrial perfusion. *Eur Radiol* 20:984–994
- Togashi K, Kawakami S, Kimura I, Asato R, Okumura R, Fukuoka M, Mori T, Konishi J (1993a) Uterine contractions: possible diagnostic pitfall at MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 3:889–893
- Togashi K, Kawakami S, Kimura I, Asato R, Takakura K, Mori T, Konishi J (1993b) Sustained uterine contractions: a cause of hypointense myometrial bulging. *Radiology* 187:707–710
- Togashi K, Nakai A, Sugimura K (2001) Anatomy and physiology of the female pelvis: MR imaging revisited. *J Magn Reson Imaging* 3:842–849
- Tsili AC, Argyropoulou MI, Tzarouchi L, Dalkalitsis N, Koliopoulos G, Paraskevaides E, Tsampoulas K (2012) Apparent diffusion coefficient values of the normal uterus: interindividual variations during menstrual cycle. *Eur J Radiol* 81:1951–1956
- Yamashita Y, Harada M, Sawada T, Takahashi M, Miyazaki H, Okamura H (1993) Normal uterus and FIGO stage I endometrial carcinoma: dynamic gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology* 186: 495–501
- Yitta S, Hecht EM, Slywotzky CM, Bennett GL (2009) Added value of multiplanar reformation in the multidetector CT evaluation of the female pelvis: a pictorial review. *Radiographics* 29:1987–2005
- Yitta S, Hecht EM, Mausner EV, Bennett GL (2011) Normal or abnormal? Demystifying uterine and cervical contrast enhancement at multidetector CT. *Radiographics* 31:647–666

