

glande del pene extraordinariamente sensible. En la mayoría de los hombres, la eyaculación precoz puede solucionarse utilizando distintas técnicas (como apretar el pene entre el glande y el cuerpo del mismo cuando se acerca la eyaculación), psicoterapia o medicación. ■

PREGUNTAS DE REVISIÓN

11. Explique brevemente la localización y las funciones de las vesículas seminales, la próstata y las glándulas bulbouretrales (de Cowper).
12. ¿Qué es el semen? ¿Cuál es su función?
13. Explique los procesos fisiológicos involucrados en la erección y la eyaculación.

APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

OBJETIVOS

Describir la localización, estructura y funciones de los órganos del aparato reproductor femenino.

Analizar el proceso de ovogénesis en los ovarios.

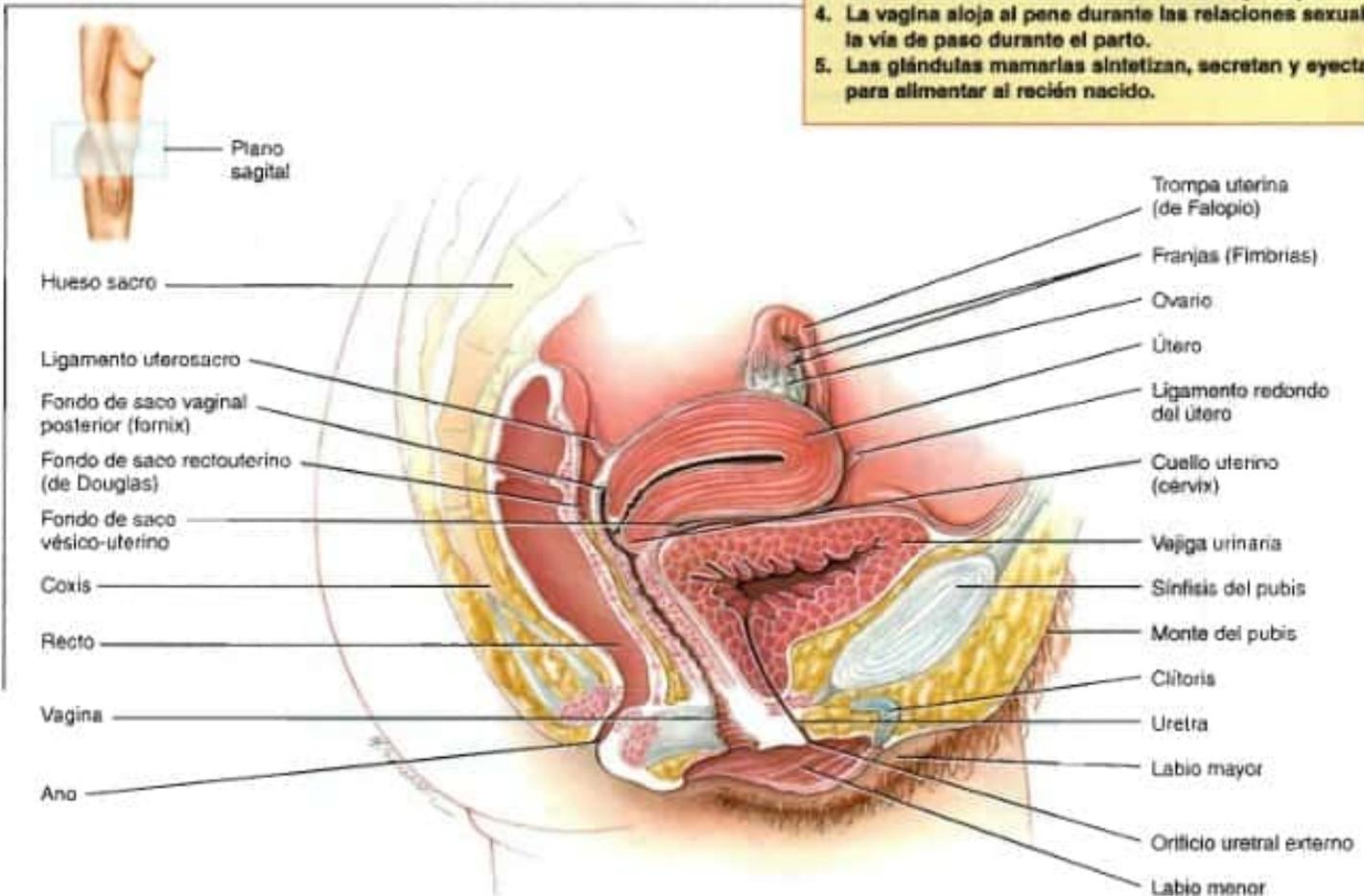
Los órganos del aparato reproductor femenino (fig. 28-11) comprenden a los ovarios (gónadas femeninas), las trompas uterinas (de Falopio) u oviductos, el útero, la vagina, y los genitales externos, llamados en conjunto vulva. Las glándulas mamarias se consideran tanto parte del sistema tegumentario como del aparato reproductor femenino.

Fig. 28-11 Órganos femeninos de la reproducción y estructuras circundantes.

Los órganos de la reproducción femeninos incluyen a los ovarios, las trompas uterinas (de Falopio), el útero, la vagina, la vulva y las glándulas mamarias.

Funciones del sistema reproductor femenino

1. Los ovarios producen ovocitos secundarios y hormonas, incluyendo progesterona y estrógenos (hormonas sexuales femeninas), inhibina y relaxina.
2. Las trompas uterinas transportan el ovocito secundario al útero y son el sitio donde normalmente se produce la fecundación.
3. El útero es el sitio de implantación del óvulo fecundado, de desarrollo del feto durante el embarazo, y del parto.
4. La vagina aloja al pene durante las relaciones sexuales y es la vía de paso durante el parto.
5. Las glándulas mamarias sintetizan, secretan y eyectan leche para alimentar al recién nacido.



(a) Corte sagital

Ovarios

Los **ovarios**, las gónadas femeninas, son glándulas pares de forma y tamaño similares a los de una almendra sin cáscara, son homólogos de los testículos. (Aquí el término "homólogo" se utiliza para indicar que los dos órganos tienen el mismo origen embriológico.) Los ovarios producen: 1) gametos, ovocitos secundarios que se desarrollan hasta formar el óvulo luego de la fecundación, y 2) hormonas, incluyendo la progesterona y estrógenos (la hormona sexual femenina), inhibina y relaxina.

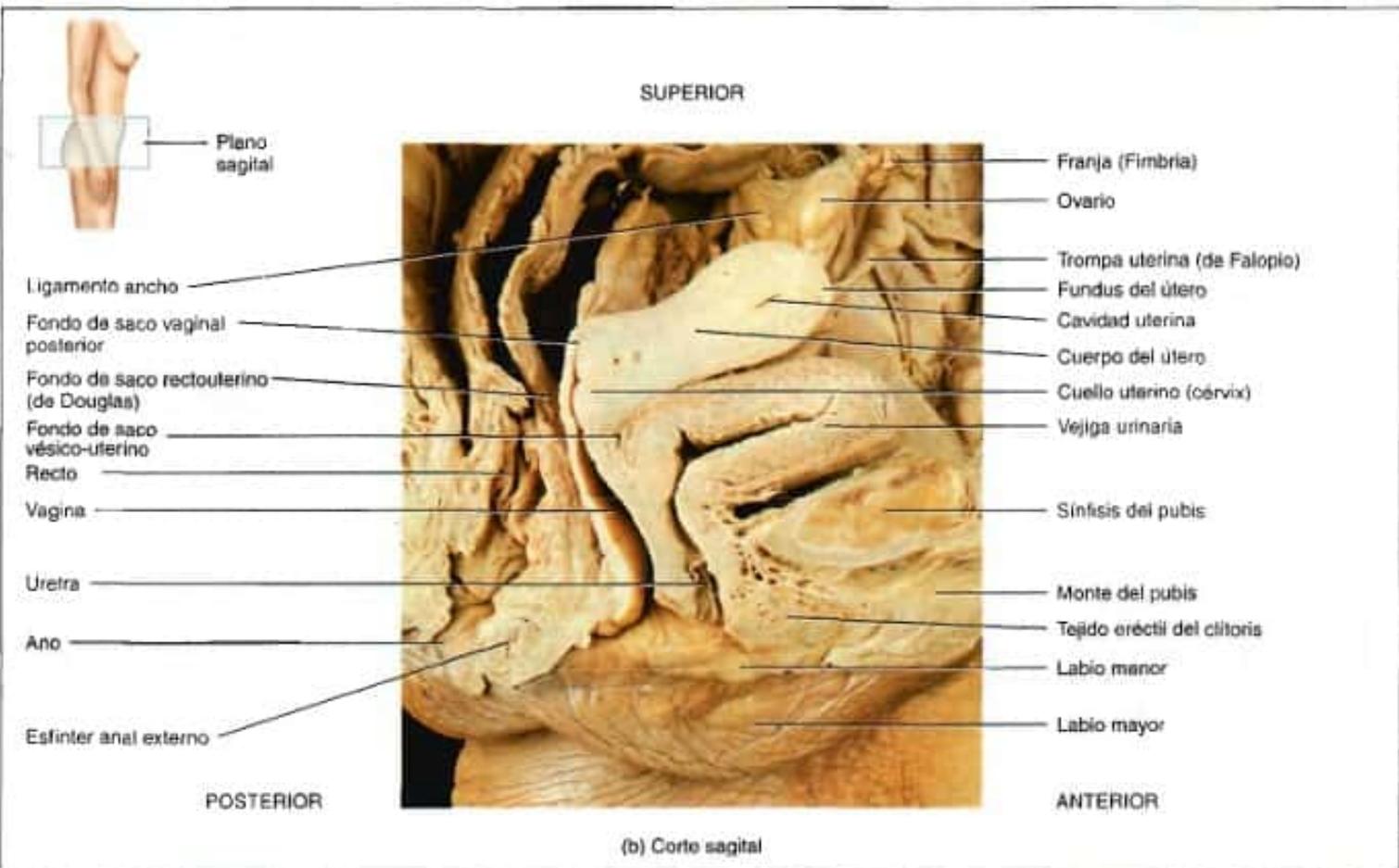
Los ovarios, uno a cada lado del útero, descienden hacia el borde de la porción superior de la cavidad pelviana durante el tercer mes del desarrollo. Varios ligamentos los fijan en su posición (fig. 28-12). El **ligamento ancho** del útero (véase también fig. 28-11b) que de por sí es parte del peritóné parietal, se une a los ovarios por un pliegue de una capa doble de peritóné llamado **mesoovario**. El **ligamento propio del ovario** fija los ovarios al útero, y el **ligamento suspensorio** los fija a la pared pelviana. Cada ovario posee un hilio, el punto de entrada y salida para los vasos sanguíneos y los nervios, que se encuentran unidos al mesoovario.

Histología del ovario

Cada ovario puede dividirse en las siguientes partes (fig. 28-13):

- El **epitelio germinal**, una capa de epitelio simple (cúbico bajo o plano) que cubre la superficie del ovario. La expresión epitelio germinal no es correcta debido a que éste no da origen a los óvulos; sin embargo, al momento de denominarlo así, se creía que sí lo hacía. Hoy día sabemos que las células progenitoras de los óvulos provienen del saco vitelino y migran a los ovarios durante el desarrollo embrionario.
- La **túnica albugínea**, una capa blanquecina de tejido conectivo denso irregular localizada inmediatamente por debajo del epitelio germinal.
- La **corteza ovárica**, la región por debajo de la túnica albugínea. Está compuesta por folículos ováricos (se describen más adelante) rodeados de tejido conectivo denso irregular con células musculares lisas dispersas.
- La **médula ovárica** se encuentra por debajo de la corteza ovárica. El borde entre la corteza y la médula es impreciso; sin em-

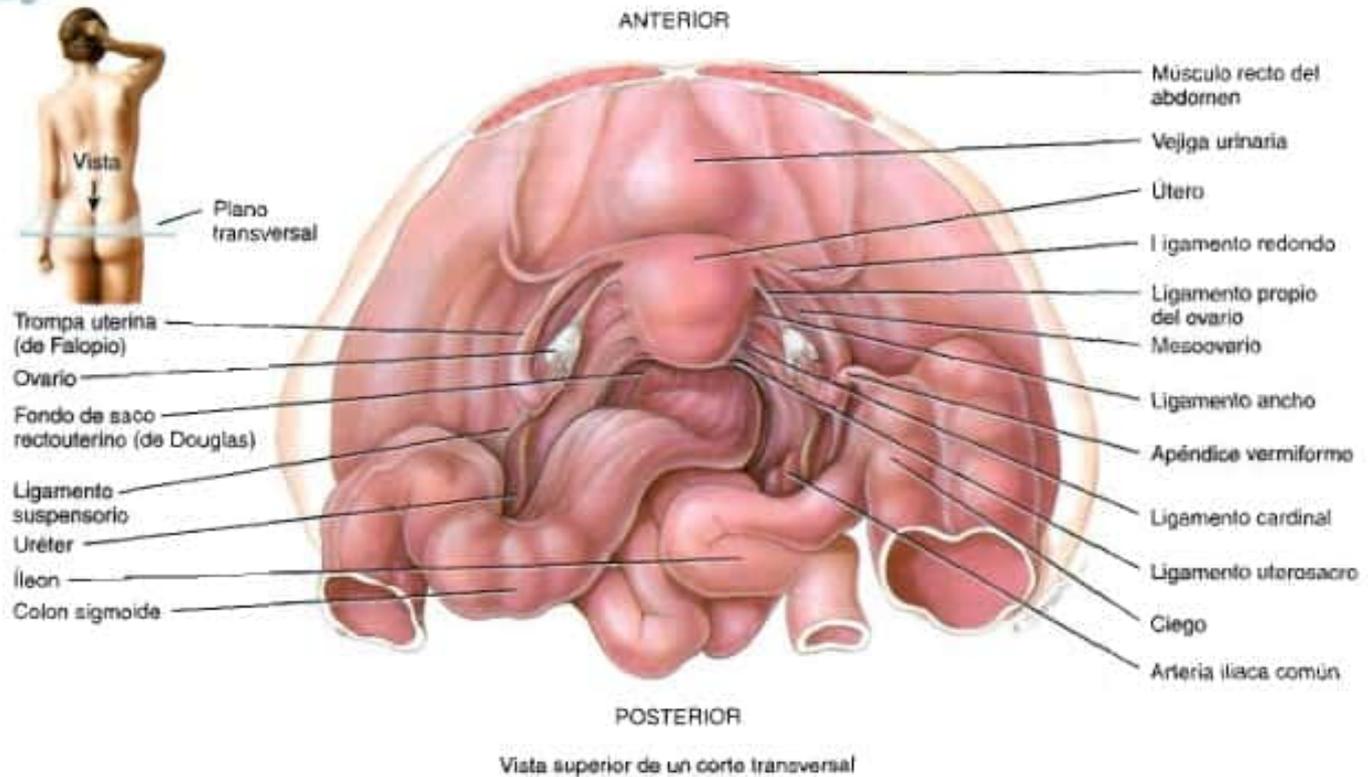
Fig. 28-11 (continuación).



¿Cuáles son las estructuras masculinas homólogas a los ovarios, el clitoris, las glándulas parauretrales y las glándulas vestibulares mayores?

Fig. 28-12 Posiciones relativas de los ovarios, el útero y los ligamentos que los sujetan.

Los ligamentos que sujetan a los ovarios en su sitio son el mesoovario, el ligamento propio del ovario y el ligamento suspensorio.



? ¿A qué estructuras fijan el ovario, el mesoovario, el ligamento propio del ovario y el ligamento suspensorio?

bargo, la médula se distingue por tener un tejido conectivo más laxo con vasos sanguíneos, linfáticos y nervios.

- Los **folículos ováricos** (folículo = saco pequeño) se encuentran en la corteza y están compuestos por los **ovocitos** en sus distintos estadios de desarrollo, junto con las células que los rodean. Cuando las células que los rodean forman una sola capa, se llaman **células foliculares**. Más tarde durante el desarrollo, cuando éstas forman varias capas, se las denomina **células de la granulosa**. Estas células nutren al ovocito en su desarrollo y comienzan a secretar estrógenos a medida que el ovocito aumenta de tamaño.
- Un **folículo maduro (o de de Graaf)** es un folículo grande, lleno de líquido, que está listo para romperse y liberar al ovocito secundario, proceso conocido como **ovulación**.
- El **cuerpo lúteo** (= cuerpo amarillo) contiene los restos de un folículo maduro luego de la ovulación. El cuerpo lúteo produce progesterona, estrógenos, relaxina e inhibina hasta que se degenera en un tejido cicatrizal fibroso llamado **cuerpo albicans** (= cuerpo blanco).

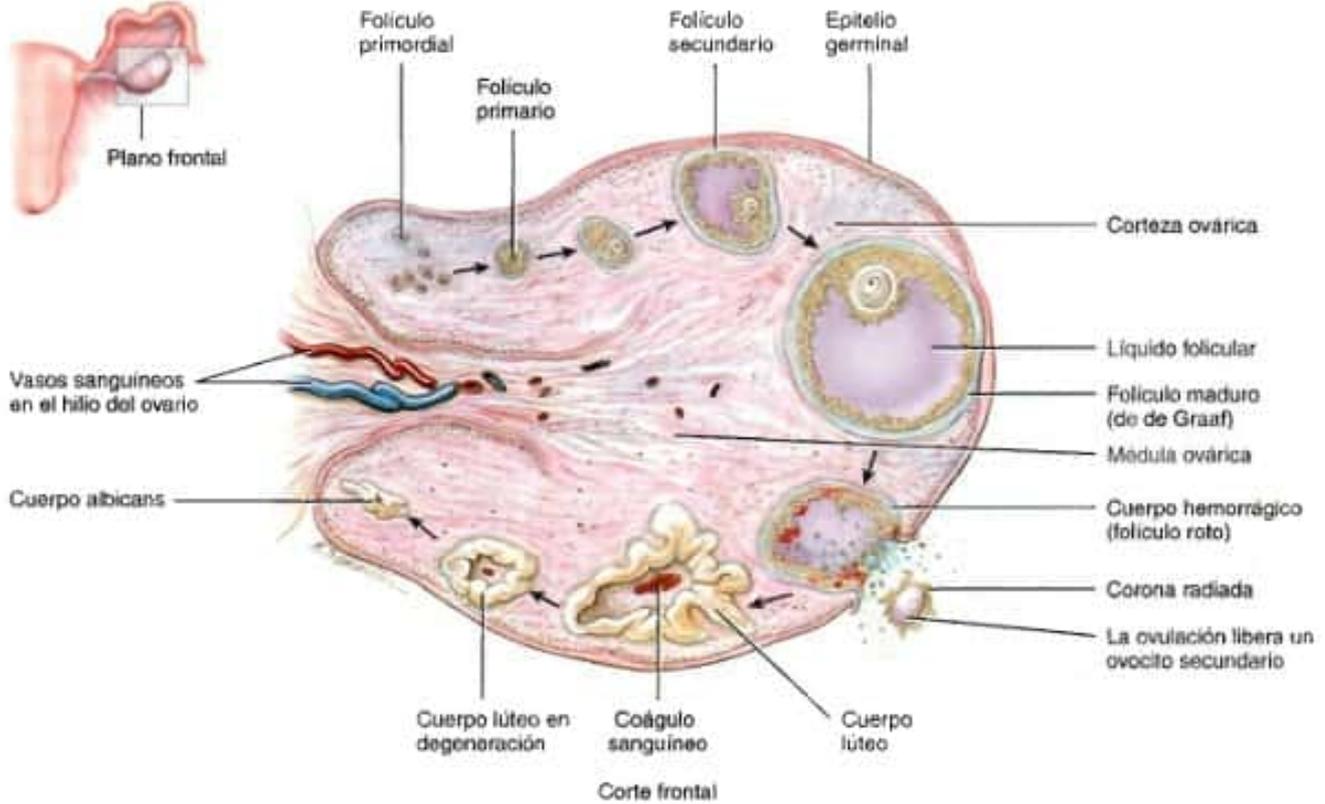
Ovogénesis y desarrollo folicular

bertad de los varones, la ovogénesis se inicia en las mujeres mucho antes del nacimiento. La ovogénesis ocurre esencialmente de la misma manera que la espermatogénesis; se produce la meiosis (véase capítulo 3) y las células germinativas resultantes atraviesan un proceso de maduración.

Durante el desarrollo fetal temprano, células germinativas primordiales migran desde el saco vitelino a los ovarios. Una vez allí, se diferencian dentro de los ovarios en **ovogonios**. Los ovogonios son células madre diploides (2n) que se dividen por mitosis para producir millones de células germinativas. Inclusive antes del nacimiento, la mayor parte de estas células se degeneran por medio de un proceso conocido como **atresia**. Algunas, no obstante, se desarrollan hasta formar células de mayor tamaño llamadas **ovocitos primarios**, que entran en la profase de la meiosis I durante el desarrollo fetal pero no completan esa fase hasta luego de la pubertad. Durante esta etapa detenida del desarrollo, cada ovocito primario es rodeado por una única capa de células foliculares, y la estructura entera es el **folículo primordial** (fig. 28-14a). Al momento del nacimiento, en cada ovario se encuentran aproximadamente 200 000 a 2 000 000 de ovocitos primarios. De éstos, alrededor de 40 000 siguen presentes

Fig. 28-13 Histología del ovario. Las flechas en (a) indican la secuencia de etapas del desarrollo que se producen como parte de la maduración de un óvulo durante el ciclo ovárico.

Los ovarios son las gónadas femeninas; producen ovocitos haploides.



¿Qué estructuras del ovario contienen tejido endocrino y qué hormonas secretan?

Cada mes, desde la pubertad hasta la menopausia, las gonadotropinas (FSH y LH) secretadas por el lóbulo anterior de la hipófisis estimulan a varios folículos primordiales a continuar su desarrollo; sin embargo, sólo uno suele alcanzar el grado de madurez necesario para ser ovulado. Unos pocos folículos primordiales comienzan a crecer, convirtiéndose en **folículos primarios** (fig. 28-14a). Cada folículo primario consiste en un ovocito primario rodeado por varias capas de células cuboideas y cilíndricas bajas llamadas **células de la granulosa**. A medida que el folículo primario crece, forma una capa glucoproteica definida, llamada **zona pelúcida** entre el ovocito primario y las células granulosas.

La capa más externa de las células granulosas se apoya sobre una membrana basal. Rodeando a la membrana basal se encuentra una región llamada **teca follicular**. Cuando el folículo primario se convierte en folículo secundario, la teca se diferencia en dos capas celulares: 1) la **teca interna**, una capa interna muy vascularizada de células secretoras cuboideas y 2) la **teca externa**, una capa externa de células del tejido conectivo y fibras colágenas. A su vez, las células granulosas comienzan a secretar líquido follicular, que se acumula en una cavidad llamada **antro**, en el centro del folículo secun-

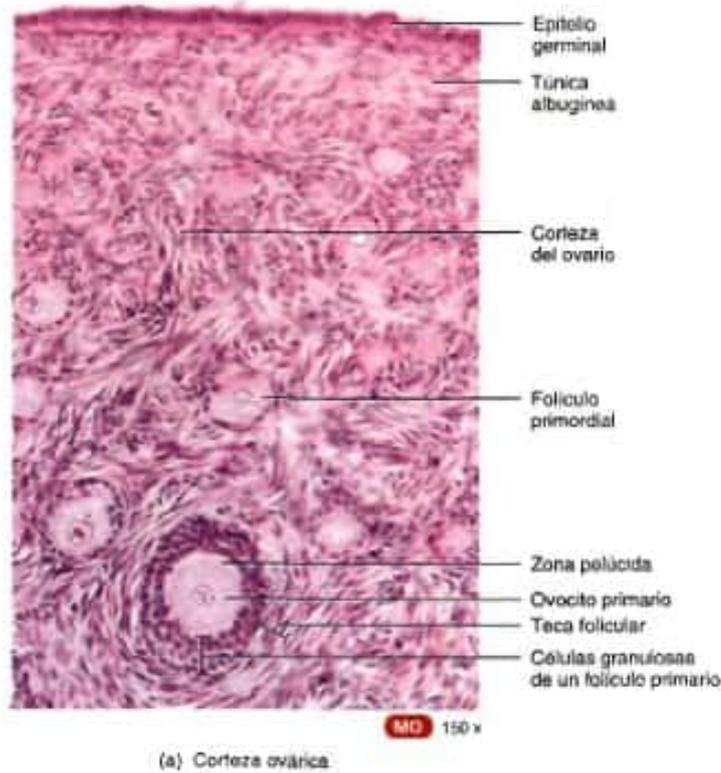
dario. Además, la capa más interna de las células granulosas se une firmemente a la zona pelúcida y pasa a formar la **corona radiada** (fig. 28-14b).

El folículo secundario finalmente se agranda y se convierte en un **folículo maduro (de de Graaf)**. En el interior de éste, el ovocito primario diploide completa la meiosis I, produciendo dos células haploides de distinto tamaño, cada una con 23 cromosomas (fig. 28-15). La célula más pequeña producida por meiosis I, llamada **primer cuerpo polar**, es esencialmente un paquete de material nuclear descartado. La célula de mayor tamaño, conocida como **ovocito secundario**, recibe la mayor parte del citoplasma. Una vez que el ovocito secundario se forma, inicia la meiosis II pero se detiene en la metafase. El folículo maduro (de de Graaf) pronto se rompe y libera su ovocito secundario, proceso conocido como **ovulación**.

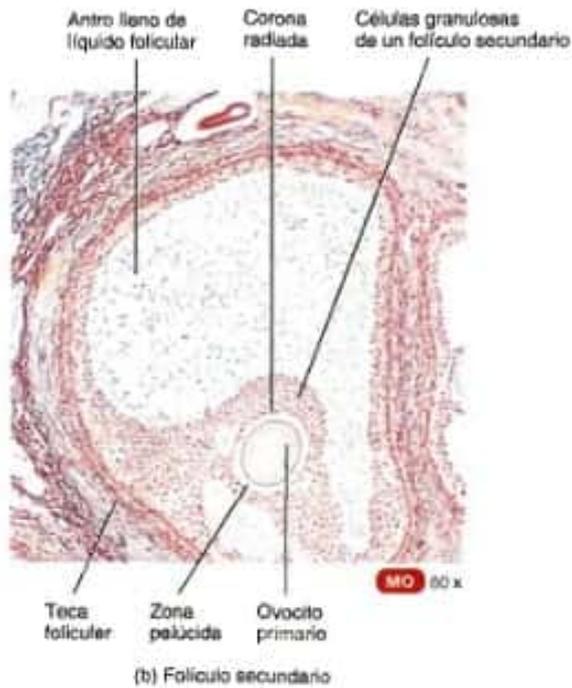
Durante la ovulación, el ovocito secundario es expulsado a la cavidad pelviana junto con el primer cuerpo polar y la corona radiada. Normalmente, estas células son arrastradas hacia el interior de la trompa uterina. Si no se produce la fecundación, las células se degeneran. Si los espermatozoides están presentes en la trompa

Fig. 28-14 Folículos ováricos. (a) Folículos primordiales y primarios en la corteza ovárica. (b) Un folículo secundario.

A medida que el folículo ovárico crece, el líquido folicular se acumula en una cavidad llamada antro.



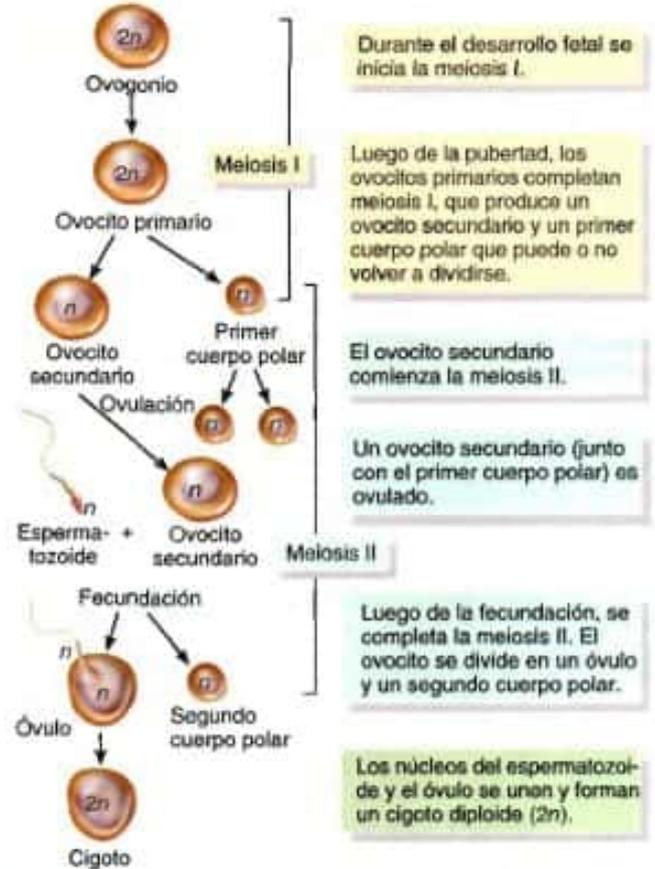
(a) Corteza ovárica



(b) Folículo secundario

Fig. 28-15 Ovogénesis. Las células diploides ($2n$) poseen 46 cromosomas; las células haploides (n) poseen 23 cromosomas.

En el ovocito secundario, la meiosis II se completa sólo si se produce la fecundación.



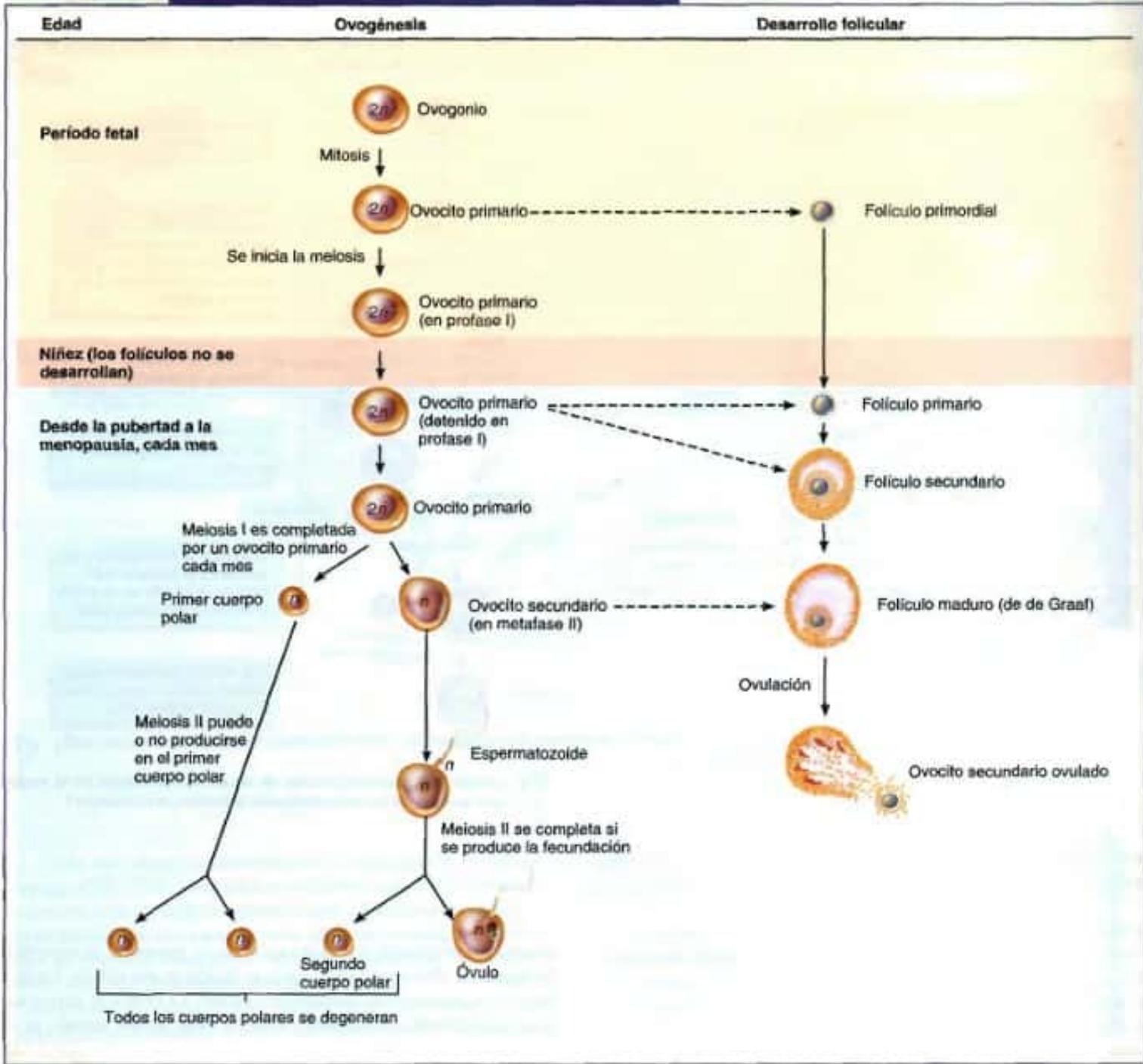
¿Cómo se compara la edad de un ovocito primario en la mujer con la edad de un espermatocito primario en el hombre?

uterina y uno penetra al ovocito secundario, entonces, se completa la meiosis II. El ovocito secundario se divide en dos células haploides (n), nuevamente de tamaños desiguales. La célula de mayor tamaño es el **óvulo**, célula huevo madura; la de menor tamaño es el **segundo cuerpo polar**. El núcleo del espermatozoide y del óvulo se unen entonces, formando al **cigoto** diploide ($2n$). Si el primer cuerpo polar realiza una división más, produce dos cuerpos polares, entonces el ovocito primario finalmente daría origen a tres cuerpos polares haploides (n), de los cuales todos degeneran, y un único óvulo haploide (n). Así, un ovocito primario da origen a un solo gameto (un óvulo). En contraste, recordemos que en los hombres un espermatocito primario produce cuatro gametos (espermatozoides).

En el **cuadro 28-1** se resumen los fenómenos de la ovogénesis y del desarrollo folicular.

¿Qué le ocurre a la mayor parte de los folículos?

CUADRO 28-1 Resumen de la ovogénesis y el desarrollo folicular



Quistes de ovario

Un **quiste de ovario** es un saco lleno de líquido en el interior o sobre el ovario. Dichos quistes son relativamente comunes, por lo común no cancerosos y suelen desaparecer espontáneamente. Los quistes cancerosos son más comunes en mujeres mayores de 40

años. Los quistes ováricos pueden causar dolor sordo, presión o sensación de plenitud en el abdomen; dolor durante el acto sexual; períodos menstruales dolorosos, atrasados o irregulares; dolor súbito en el abdomen inferior y sangrado vaginal. La mayoría de los quistes ováricos no requieren tratamiento, pero los que miden más de 5 cm deben ser extirpados quirúrgicamente. ■

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

14. ¿Cómo se fijan los ovarios a la cavidad pelviana?
15. Describa la estructura microscópica y las funciones de un ovario.
16. Describa los principales fenómenos de la ovogénesis.

Trompas uterinas

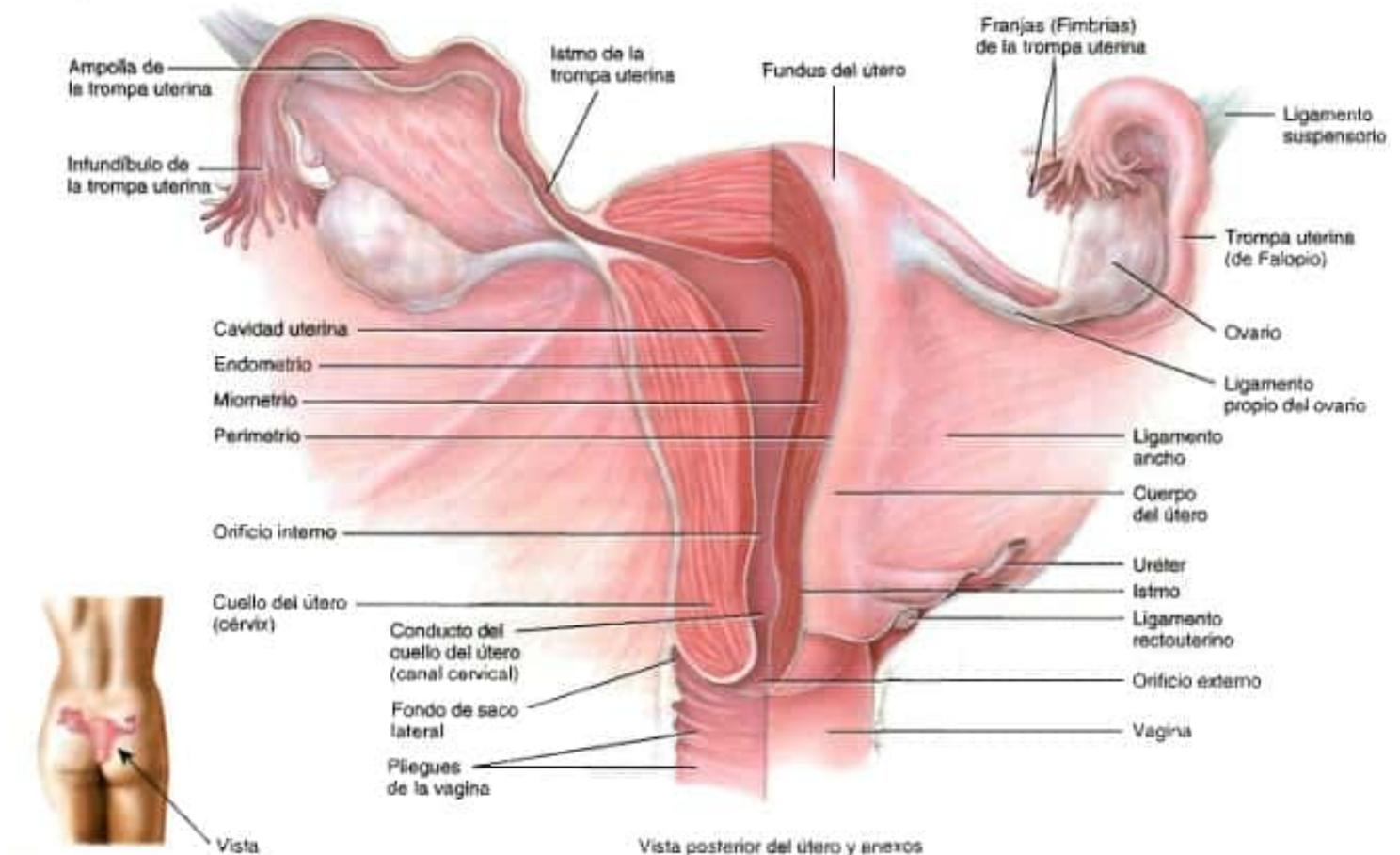
Las mujeres poseen dos **trompas uterinas (de Falopio)**, u **oviductos**, que se extienden lateralmente desde el útero (fig. 28-16). Las trompas, que miden 10 cm de largo, yacen entre los pliegues de los ligamentos anchos del útero. Proveen una ruta para que los espermatozoides alcancen al óvulo y transporta los ovocitos secunda-

rios y óvulos fertilizados desde los ovarios hacia el útero. La porción en forma de embudo de cada trompa, llamada **infundíbulo**, se encuentra próxima al ovario y abierta a la cavidad pelviana. Termina en un penacho de proyecciones digitiformes denominadas **franjas (fimbrias)**, una de las cuales se encuentra unida al borde lateral del ovario (franja ovárica). Desde el infundíbulo, la trompa uterina se extiende en dirección medial y luego hacia abajo y se une al ángulo lateral superior del útero. La **ampolla** de la trompa uterina es la porción más ancha y más larga, y forma los dos tercios mediales de la trompa. El **istmo** de la trompa uterina es la porción más medial, corta, angosta y de paredes gruesas que se une al útero.

Histológicamente, las trompas uterinas se componen de tres capas: mucosa, muscular y serosa. La mucosa consiste en el epitelio y la lámina propia (tejido conectivo areolar). El epitelio posee células ciliadas cilíndricas simples, que funciona como una "cinta transportadora ciliar" que ayuda al óvulo fecundado (o al ovocito secundario) a desplazarse a lo largo de la trompa uterina hacia el útero, y cé-

Fig. 28-16 Relaciones de las trompas uterinas (de Falopio) con los ovarios, el útero y las estructuras asociadas. En la mitad izquierda del dibujo, la trompa uterina y el útero se seccionaron para mostrar las estructuras internas.

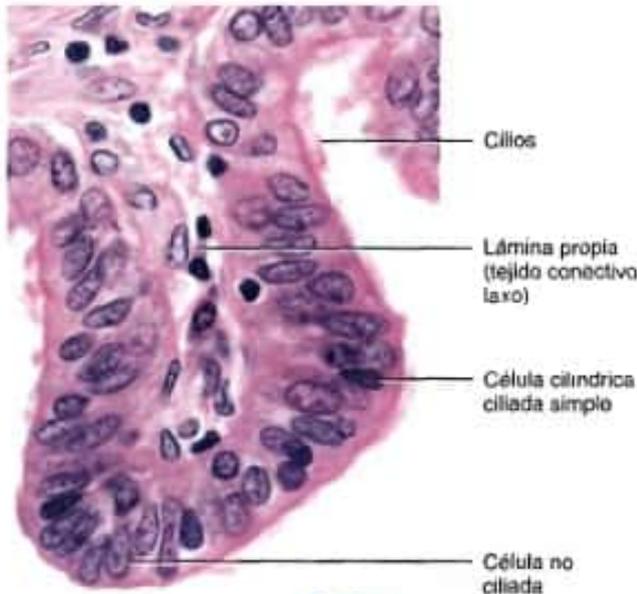
Luego de la ovulación, un ovocito secundario con su corona radiante se desplaza desde la cavidad pelviana hacia el infundíbulo de la trompa uterina. El útero es el sitio de menstruación, de implantación de un óvulo fecundado, de desarrollo del feto y del parto.



¿Dónde se produce normalmente la fecundación?

Fig. 28-17 Histología de las trompas uterinas (de Falopio).

Las contracciones peristálticas de la muscular y la acción ciliar de la mucosa de la trompa uterina ayudan a trasladar el ovocito o el óvulo fecundado hacia el útero.



MO 3 850 x
(a) Detalle del epitelio en un corte



MEB 4 000 x
(b) Detalle del epitelio en una vista superficial

¿Qué tipos de células revisten las trompas uterinas?

lulas sin cilios (células secretoras), que poseen microvellosidades y secretan un líquido que provee de nutrientes al óvulo (fig. 28-17). La capa media, la muscular, está formada por un anillo interno y grueso de músculo liso circular, y una región externa y delgada de músculo liso longitudinal. Las contracciones peristálticas de la muscular, junto con la acción ciliar de la mucosa, ayudan al ovocito o al óvulo fecundado a desplazarse hacia el útero. La capa externa de las trompas uterinas es una serosa.

Corrientes locales producidas por los movimientos de las franjas, que rodean al ovario durante la ovulación, barren al ovocito secundario ovulado desde la cavidad pelviana al interior de la trompa uterina. Un espermatozoide normalmente se encuentra con un ovocito secundario y lo fecunda en la ampolla de la trompa; sin embargo, la fecundación en la cavidad pelviana no es infrecuente. La fecundación puede ocurrir en cualquier momento dentro de las 24 horas posteriores a la ovulación. Unas horas después de ocurrida la fecundación, los materiales nucleares del óvulo y espermatozoide haploides se unen. El óvulo fecundado diploide se llama ahora cigoto y comienza a dividirse a medida que se desplaza hacia el útero, adonde llega 6 a 7 días después de ocurrida la ovulación.

Útero

El útero (matriz) forma parte del camino que siguen los espermatozoides depositados en la vagina para alcanzar las trompas uterinas. Es también el sitio de implantación del óvulo fecundado, de desarrollo para el feto durante el embarazo y el parto. Durante los ciclos reproductores en los que la implantación no se produce, el útero es el sitio de origen del flujo menstrual.

Anatomía del útero

Situado entre la vejiga urinaria y el recto, el útero tiene el tamaño y la forma de una pera invertida (véase fig. 28-16). En las mujeres que nunca estuvieron embarazadas, mide alrededor de 7,5 cm de largo, 5 cm de ancho y 2,5 cm de espesor. El útero es más grande en las mujeres con embarazos recientes, y más pequeño (atrófico) cuando los niveles hormonales son bajos, como ocurre después de la menopausia.

Las subdivisiones anatómicas del útero son: 1) una porción con forma de cúpula encima de las trompas uterinas llamada **fondo** (fundus) **uterino**; 2) una porción central estrecha llamada **cuerpo** uterino, y 3) una porción inferior angosta llamada **cuello** o **cervix**, que se abre hacia la vagina. Entre el cuerpo del útero y el cuello se encuentra el **istmo**, una región estrecha de alrededor de 1 cm de largo. El interior del cuerpo uterino se llama **cavidad uterina**, y la porción inferior del cuello se llama **conducto del cuello uterino** (canal cervical). El canal cervical se abre a la cavidad uterina por el **orificio interno** y a la vagina por el **orificio externo**.

Normalmente, el cuerpo uterino se proyecta hacia adelante y hacia arriba por encima de la vejiga urinaria en una posición llamada **anteflexión**. El cuello se proyecta hacia abajo y hacia atrás y se une a la pared anterior de la vagina en un ángulo casi recto (véase fig. 28-11). Varios ligamentos que son extensiones del peritoneo parietal o cordones fibromusculares, mantienen al útero en posición (véase fig. 28-12). Los dos **ligamentos anchos** son pliegues dobles

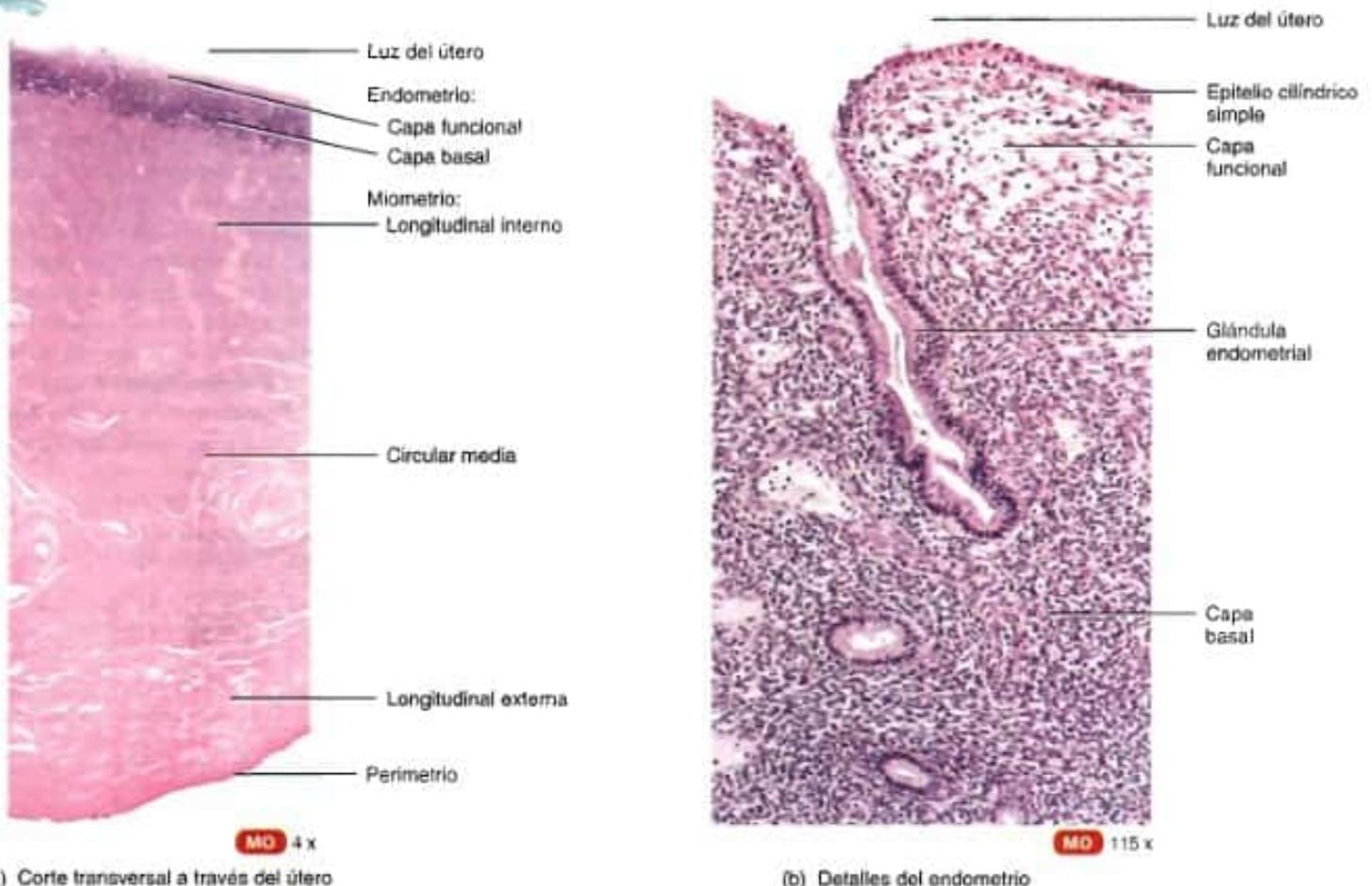
de peritoneo que fijan el útero a cada lado de la cavidad pelviana. El par de ligamentos **rectouterinos (uterosacros)**, también extensiones peritoneales, se sitúan a cada lado del recto y conectan al útero con el sacro. Los **ligamentos cardinales (ligamentos cervicales transversos o de Mackenrodt)** se ubican por debajo de las bases de los ligamentos anchos y se extienden desde la pared pelviana al cuello y la vagina. Los **ligamentos redondos** son bandas de tejido conectivo fibroso ubicados entre las capas de los ligamentos anchos; se extienden desde un punto en el útero inmediatamente inferior a las trompas uterinas hasta una porción de los labios mayores en los genitales externos. A pesar de que los ligamentos normalmente mantienen al útero en posición de anteflexión, también permiten al cuerpo uterino suficiente libertad de movimiento para que el útero pueda quedar fuera de su posición normal. La inclinación posterior del útero se llama **retroflexión**. Es una variante no patológica de la posición normal del útero. Con frecuencia no se encuentran causas para esta alteración, pero puede ocurrir luego de dar a luz o debido a un quiste ovárico.

Prolapso uterino

El **prolapso uterino** (prolapso = caída o descenso) puede producirse como resultado de un debilitamiento de los ligamentos y la musculatura que lo sostienen, asociada con la edad o enfermedades, al parto vaginal traumático, al esfuerzo crónico por tos o movimientos intestinales dificultosos, o a tumores pelvianos. El prolapso puede clasificarse como de **primer grado (leve)**, en el cual el cuello permanece en la vagina; de **segundo grado (marcado)**, en el cual el cuello protuye a través de la vagina hacia el exterior; y de **tercer grado (completo)**, en el cual el útero entero se encuentra fuera de la vagina. Dependiendo del grado de prolapso, el tratamiento puede implicar ejercicios pelvianos, dieta si la paciente tiene sobrepeso, ablandamiento de las deposiciones para minimizar el esfuerzo durante la defecación, terapia con pesario (colocación de un dispositivo de goma alrededor del cuello uterino que ayuda a empujar el útero), o cirugía. ■

Fig. 26-18 Histología del útero.

Las tres capas del útero de superficial a profunda son el perimetrio (serosa), el miometrio y el endometrio.



¿Qué características estructurales del endometrio y el miometrio contribuyen a sus funciones?

Histología del útero

El útero presenta tres tipos histológicos de tejido: perimetrio, miometrio y endometrio (fig. 28-18). La capa externa –el **perimetrio** (peri-, de *peri*, alrededor, y -metrio, de *métra*, útero) o serosa– es parte del peritoneo visceral; está formado por epitelio plano o pavimentoso simple y tejido conectivo areolar. Lateralmente se convierte en los ligamentos anchos. Por delante cubre la vejiga urinaria y forma una excavación superficial, el **fondo de saco vesicouterino** (véase fig. 28-11). Por detrás, cubre el recto y forma un fondo de saco profundo, el **fondo de saco rectouterino** o **fondo de saco de Douglas**, el punto más inferior de la cavidad pelviana.

La capa media del útero, el **miometrio** (mio-, de *myós*, músculo) está formada por tres capas de fibras musculares lisas, más gruesas en el fondo y más delgadas en el cuello. La capa media, más gruesa, es circular; las capas interna y externa son longitudinales y oblicuas. Durante el parto, las contracciones coordinadas del miometrio en respuesta a oxitocina proveniente de la neurohipófisis ayudan a expulsar el feto del útero.

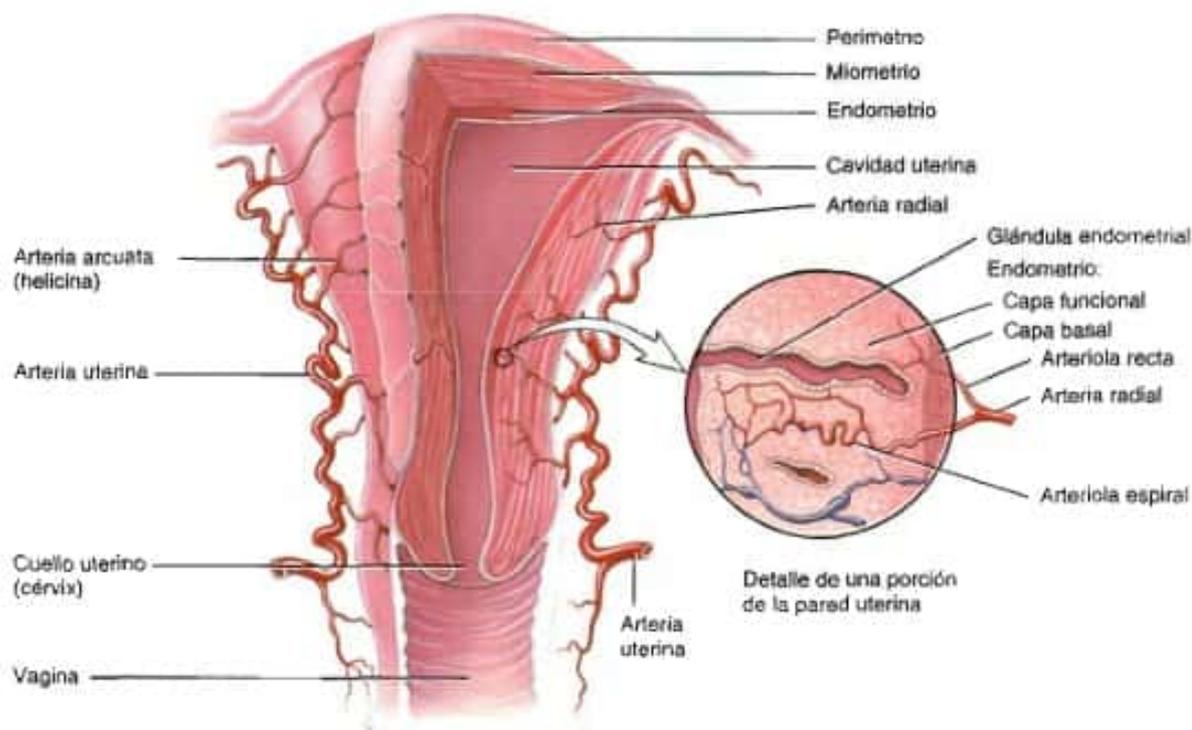
La capa interna del útero, el **endometrio** (endo-, de *éndon*, dentro), se encuentra ricamente vascularizada y posee tres componentes: 1) una capa más interna de epitelio cilíndrico simple (células ciliadas

y secretorias) bordea la luz, 2) una estroma endometrial subyacente forma una región de lámina propia muy gruesa (tejido conectivo areolar), 3) las glándulas endometriales (uterinas) aparecen como invaginaciones del epitelio luminal y se extienden casi hasta el miometrio. El endometrio se divide en dos capas. La **capa funcional** (**stratum functionalis**) reviste la cavidad uterina y se desprende durante la menstruación. La capa más profunda, la **capa basal** (**stratum basalis**), es permanente y da origen a la capa funcional luego de cada menstruación.

Las ramas de la arteria iliaca interna llamadas **arterias uterinas** (fig. 28-19) proveen de sangre al útero. Las arterias uterinas dan origen a las **arterias arcuatas** (**helicinas**) que se disponen en forma circular en el miometrio. Éstas dan origen a las **arterias radiales**, que penetran profundamente en el miometrio. Inmediatamente antes de ingresar al miometrio, se dividen en dos tipos de arteriolas: las **arteriolas rectas**, que proveen a la capa basal de los materiales necesarios para regenerar la capa funcional y las **arteriolas espirales** que proveen al estrato funcional y se modifican marcadamente durante el ciclo menstrual. La sangre que abandona el útero es drenada por las **venas uterinas** hacia las venas ilíacas internas. La gran irrigación que recibe el útero es esencial para permitir el desarrollo de una nueva capa funcional luego de la menstruación, la implantación de un óvulo fecundado y el desarrollo de la placenta.

Fig. 28-19 Irrigación del útero. El recuadro muestra los detalles histológicos de los vasos sanguíneos del endometrio.

Las arteriolas rectas proveen los materiales necesarios para la regeneración de la capa funcional.



Vista anterior con el lado izquierdo del útero parcialmente cortado

¿Cuál es la importancia funcional de la capa basal del endometrio?

Moco cervical

Las células secretoras de la mucosa del cuello cervical producen una secreción llamada **moco cervical**, una mezcla de agua, glucoproteínas, lípidos, enzimas y sales inorgánicas. Durante sus años reproductores, las mujeres secretan 20-60 mL de moco cervical por día. El moco cervical es más apto para los espermatozoides durante el tiempo de ovulación o próximo a éste debido a que en ese momento es menos viscoso y más alcalino (pH 8,5). Durante el resto del período, un moco viscoso forma un tapón cervical que impide físicamente el paso de los espermatozoides. El moco cervical suplementa las necesidades energéticas de los espermatozoides, y tanto el cérvix como el moco cervical protegen a los espermatozoides de fagocitos y del ambiente hostil de la vagina y el útero. El moco cervical también podría tener un rol en la *capacitación*, una serie de cambios funcionales que atraviesan los espermatozoides en el aparato genital femenino antes de ser capaces de fecundar el ovocito secundario. La capacitación hace que la cola del espermatozoide se agite en forma aun más vigorosa y prepara a la membrana plasmática del espermatozoide para fusionarse con la membrana plasmática del ovocito.

Histerectomía

La **histerectomía** (hister-, de *hystera*, útero), la extirpación quirúrgica del útero, es la operación ginecológica más común. Puede estar indicada en patologías como los fibromas, que son tumores no cancerosos compuestos por tejido muscular y fibroso, endometriosis, enfermedad inflamatoria pelviana, quistes ováricos recurrentes, sangrado uterino excesivo, y cáncer de cuello, útero u ovarios. En una *histerectomía parcial (subtotal)* el cuerpo uterino se extirpa, pero el cuello permanece en su sitio. En una *histerectomía total* se extirpan tanto el cuerpo como el cuello uterino. En una *histerectomía radical (anexohisterectomía)* se incluyen la extirpación del cuerpo y cuello uterinos, las trompas, posiblemente los ovarios, la porción superior de la vagina, ganglios linfáticos de la pelvis y estructuras de sostén, como los ligamentos. La histerectomía puede realizarse por medio de una incisión en la pared abdominal o a través de la vagina (transvaginal). ■

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

17. ¿Dónde se ubican las trompas uterinas? ¿Cuál es su función?
18. ¿Cuáles son las principales partes del útero? ¿Dónde se localizan en relación con otras partes?
19. Describa cómo se disponen los ligamentos que sostienen al útero en su posición normal.
20. Describa la histología del útero.
21. ¿Por qué es importante que el útero posea una gran irrigación?

Vagina

La **vagina** (vagina = vaina) es un conducto fibromuscular tubular de 10 cm de largo recubierto por una membrana mucosa que

se extiende desde el exterior del cuerpo al cuello uterino (véanse figs. 28-11 y 28-16). Es el receptáculo del pene durante las relaciones sexuales, el lugar de salida para el flujo menstrual y el canal de parto. Situada entre la vejiga urinaria y el recto, la vagina se orienta en dirección superior y posterior, en donde se une con el útero. Un fondo de saco llamado **fórnix** (= arco o bóveda) o **fondo de saco vaginal** rodea a la unión de la vagina con el cuello uterino. Cuando se coloca en forma adecuada un diafragma anticonceptivo, éste queda ubicado en el fondo de saco vaginal, cubriendo el cuello uterino.

La **mucosa** de la vagina está en continuidad con la del útero. Desde el punto de vista histológico, está formada por un epitelio pavimentoso (plano) estratificado no queratinizado y tejido conectivo laxo que se dispone formando pliegues transversales llamados **pliegues de la vagina**. Las células dendríticas de la mucosa son células presentadoras de antígeno. Desafortunadamente, también participan en la transmisión de virus —por ejemplo, HIV (el virus del SIDA)— a la mujer durante la relación sexual con un hombre infectado. La mucosa vaginal contiene grandes reservas de glucógeno, que produce ácidos orgánicos al descomponerse. El ambiente ácido resultante retarda el crecimiento microbiano, pero también es nocivo para los espermatozoides. Los componentes alcalinos del semen, secretados sobre todo por las vesículas seminales, elevan el pH del fluido en la vagina y así aumentan la viabilidad de los espermatozoides.

La **muscular** está formada por una capa circular externa y una capa longitudinal interna de músculo liso que puede elongarse considerablemente para adaptarse al tamaño del pene durante las relaciones sexuales y al tamaño del bebé durante el parto.

La **adventicia**, la capa superficial de la vagina, está formada por tejido conectivo laxo. Ésta fija la vagina a los órganos adyacentes como la uretra y la vejiga urinaria hacia adelante, y al recto y al canal anal hacia atrás.

Un delgado pliegue de membrana mucosa vascularizada, llamada **himen** (= membrana), forma un borde que rodea y cierra parcialmente el extremo inferior de apertura hacia el exterior de la vagina, el **orificio vaginal** (véase fig. 28-20). Algunas veces el himen cubre el orificio completamente, una patología conocida como **himen imperforado**. Puede ser necesaria una intervención quirúrgica para abrir el orificio y permitir la salida del flujo menstrual.

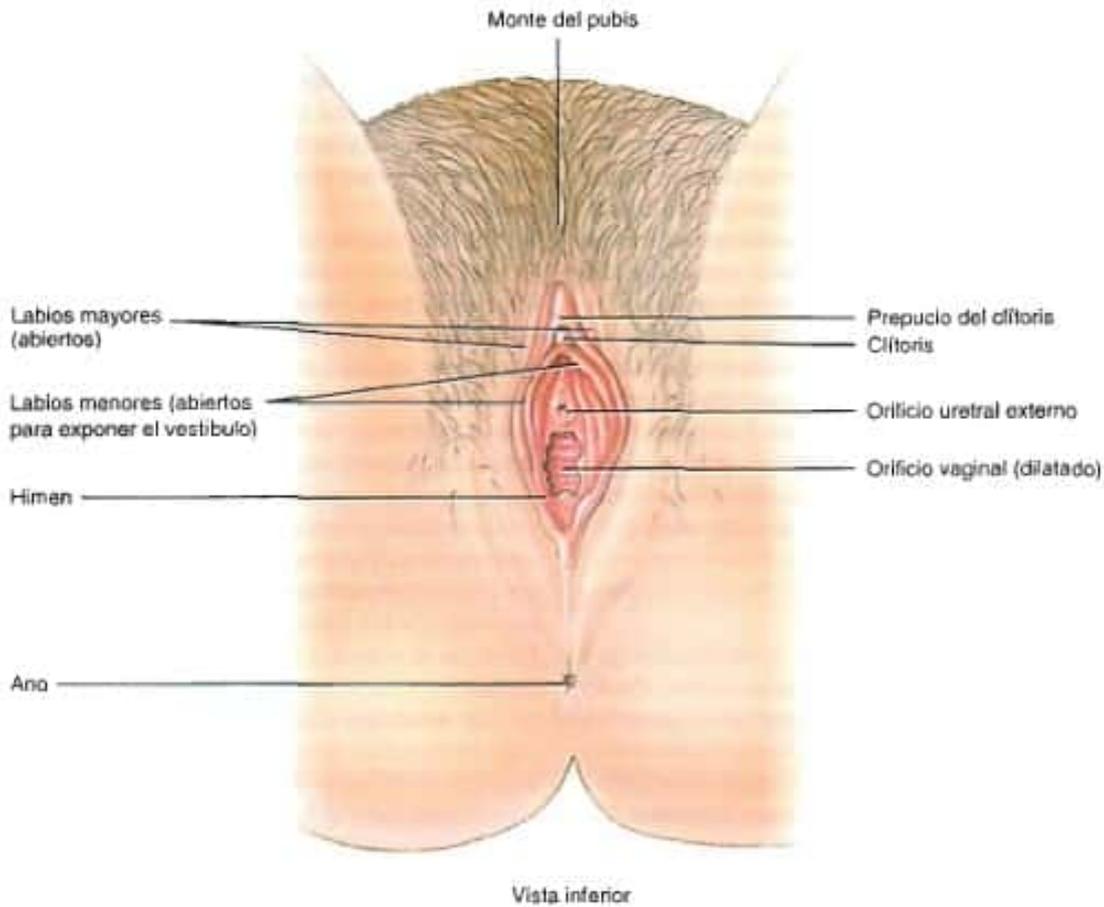
Vulva

El término **vulva** se refiere a los genitales externos de la mujer (fig. 28-20). La vulva está constituida por los siguientes componentes:

- Anterior a los orificios de la uretra y la vagina se encuentra el **monte del pubis**, una elevación de tejido adiposo cubierta por piel y vello púbico grueso que protege la sínfisis púbica.
- Desde el monte del pubis, dos pliegues longitudinales de piel, los **labios mayores**, se extienden en dirección inferior y posterior. Los labios mayores están cubiertos por vello púbico y contienen abundante tejido adiposo, glándulas sebáceas (sebo) y glándulas sudoríparas apocrinas (sudor). Son homólogos del escroto en el hombre.

Fig. 28-20 Componentes de la vulva.

El término vulva se refiere a los genitales externos femeninos.



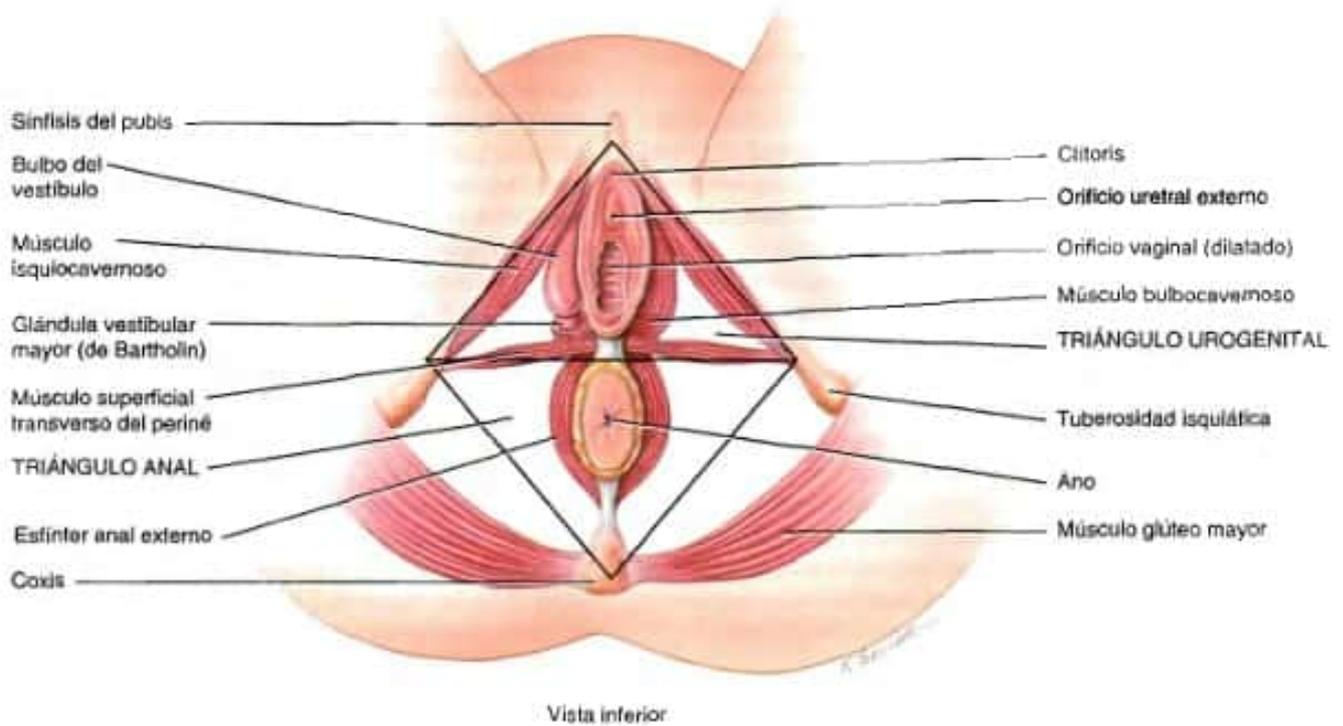
¿Qué estructuras superficiales se encuentran anteriores al orificio vaginal? ¿Cuáles se encuentran laterales a éste?

- En posición medial a los labios mayores hay dos pliegues de piel más pequeños llamados **labios menores**. A diferencia de los labios mayores, los labios menores no poseen vello púbico ni grasa y tienen sólo unas pocas glándulas sudoríparas, pero sí muchas glándulas sebáceas. Los labios menores son homólogos de la uretra esponjosa (peneana).
- El **clítoris** es una pequeña masa cilíndrica de tejido eréctil y nervios ubicada en la unión anterior de los labios menores. Una capa de piel llamada **prepucio del clítoris** se forma donde se unen los labios menores y cubre el cuerpo del clítoris. La porción expuesta de éste es el glande. El clítoris es homólogo del glande en los hombres. Igual que la estructura masculina, ésta se agranda con la estimulación táctil y juega un importante papel en la excitación sexual en las mujeres. La región entre ambos labios menores es el **vestíbulo de la vagina**. Dentro de él se encuentra el himen (si aún está presente), el orificio vaginal, el orificio uretral externo (meato urinario) y los orificios de los conductos de varias glándulas. El vestíbulo

es homólogo de la uretra membranosa en los hombres. El **orificio vaginal**, la apertura de la vagina hacia el exterior, ocupa la mayor parte del vestíbulo y se encuentra bordeada por el himen. Anterior al orificio vaginal y posterior al clítoris se encuentra el **orificio uretral externo**, la apertura de la uretra hacia el exterior. A cada lado de éste se encuentran las aperturas de los conductos de las **glándulas parauretrales (de Skene)**. Estas glándulas secretoras de moco se alojan en las paredes de la uretra. Las glándulas parauretrales son homólogas de la próstata. A cada lado del orificio vaginal se encuentran las **glándulas vestibulares mayores (de Bartholin)** (véase **fig. 28-21**), que se abren al exterior por sus conductos en un surco entre el himen y los labios menores. Producen una pequeña cantidad de moco durante la excitación y las relaciones sexuales que se suma a moco cervical y brinda lubricación. Las glándulas vestibulares mayores son homólogas de las glándulas bulbouretrales en el hombre. Varias **glándulas vestibulares menores** también se abren hacia el vestíbulo.

Fig. 28-21 Periné femenino. (En la figura 11-13 se muestra el periné masculino.)

El periné es un área en forma de diamante que se divide en el triángulo urogenital y el triángulo anal.



Vista inferior

¿Por qué se llama triángulo urogenital a la porción anterior del periné?

- El **bulbo del vestíbulo** (véase **fig. 28-21**) está formado por dos masas alargadas de tejido eréctil ubicadas inmediatamente por debajo de los labios a cada lado del orificio vaginal. El bulbo del vestíbulo se llena de sangre y crece durante la excitación sexual, estrechando el orificio vaginal y produciendo presión sobre el pene durante el acto sexual. El bulbo del vestíbulo es homólogo del cuerpo esponjoso y el bulbo del pene en el hombre.

En el **cuadro 28-2** se resumen las estructuras homólogas de los aparatos reproductores masculino y femenino.

Periné

El **periné** es un área con forma de rombo o diamante medial a los muslos y las nalgas tanto de los hombres como de las mujeres (**fig. 28-21**). Contiene a los genitales externos y al ano. El periné limita por delante con la sínfisis del pubis, lateralmente con las tuberosidades isquiáticas, y por detrás con el coxis. Una línea imaginaria transversal trazada entre las dos tuberosidades isquiáticas divide al periné en un **triángulo urogenital anterior**, que contienen los genitales externos, y un **triángulo anal posterior**, que contiene al ano.

Episiotomía

Durante el parto, el feto estira la región perineal. Para evitar el estiramiento excesivo e incluso el desgarro de la región, a veces se realiza una **episiotomía** (epi-, de *epistion*, vulva, pubis, y -tomía, de *tomé*, corte), un corte con tijeras quirúrgicas. El corte puede realizarse a lo largo de la línea media o en un ángulo de aproximadamente 45 grados con respecto a la línea media. Así, un corte recto y

CUADRO 28-2 Resumen de las estructuras homólogas de los aparatos reproductores masculino y femenino

Estructuras femeninas	Estructuras masculinas
Ovarios	Testículos
Óvulo	Espermatozoide
Labios mayores	Escroto
Labios menores	Uretra esponjosa (peneana)
Vestíbulo	Uretra membranosa
Bulbo del vestíbulo	Cuerpo esponjoso y bulbo del pene
Clitoris	Glande del pene
Glándulas parauretrales	Próstata
Glándulas vestibulares mayores	Glándulas bulbouretrales (de Cowper)

más fácil de suturar sustituye al desgarro dentado que de otra manera sería causado por el paso del feto. La incisión se cierra por planos con puntos de sutura que se reabsorben en unas pocas semanas, de manera que la atareada nueva mamá no debe preocuparse por concurrir a la consulta para que le retiren los puntos. ■

Glándulas mamarias

Cada **mama** es una proyección semiesférica de tamaño variable, situada por delante de los músculos pectoral mayor y serrato anterior y unida a ellos por una capa de fascia profunda compuesta por tejido conectivo denso irregular.

En cada mama se observa una proyección pigmentada, el **pezón**, que posee una serie de aberturas de conductos, llamados **conductos galactóforos**, por donde sale la leche. El área de piel pigmentada circular que rodea al pezón se llama **aréola** (= pequeño espacio); su apariencia rugosa se debe a que posee glándulas sebáceas modificadas. Hebras de tejido conectivo llamadas **ligamentos suspensorios de la mama (ligamentos de Cooper)** se extienden entre la piel y la fascia profunda y sostienen a la mama. Estos ligamentos se aflojan con la edad o con la tensión excesiva que puede producirse, por ejemplo, al correr por tiempo prolongado o realizar ejercicios aeróbicos de alto impacto. El uso de un sujetador con buen sostén disminuye la laxitud del ligamento de Cooper.

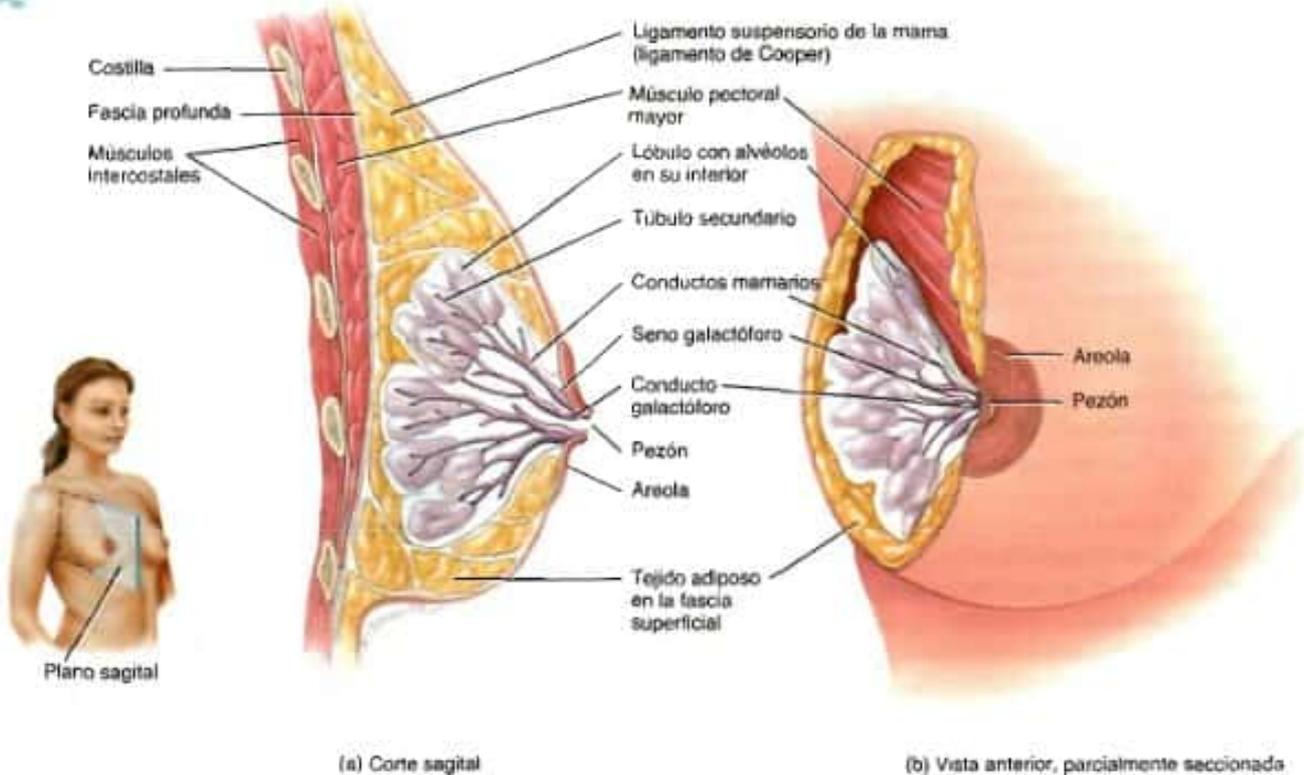
Dentro de cada mama encontramos una **glándula mamaria**, una glándula sudorípara modificada que produce leche (fig. 28-22). Cada glándula mamaria está formada por 15 a 20 lóbulos o compartimientos separados por una cantidad variable de tejido adiposo. En cada lóbulo existen varios compartimientos pequeños denominados **lobulillos**, compuestos por racimos de glándulas secretoras de leche llamadas **alvéolos** rodeadas de tejido conectivo. La contracción de las **células mioepiteliales** que rodean a los alvéolos impulsa la leche hacia los pezones. Cuando comienza la producción de leche, ésta pasa de los alvéolos a una serie de **túbulos secundarios** y luego a los **conductos mamarios**. Cerca del pezón, los conductos mamarios se expanden para formar los **senos galactóforos** (galacto-, de *gálatos*, leche, y -foro, de *phorós*, llevar), donde puede almacenarse parte de la leche antes de ser drenada a un conducto galactóforo. Típicamente, cada conducto galactóforo transporta la leche desde uno de los lóbulos hacia el exterior.

Las funciones de la glándula mamaria son la **síntesis**, **secreción** y **eyección** de leche; estas funciones, conocidas como **lactación**, se asocian al embarazo y al parto. La producción de leche es estimulada en gran parte por la hormona prolactina, secretada por la adenohipófisis, con ayuda de la progesterona y los estrógenos. La eyección de la leche es estimulada por la oxitocina, liberada por la neurohipófisis en respuesta a la succión del pezón de la madre por parte del lactante (amamantamiento).

Fig. 28-22 Glándulas mamarias en el interior de las mamas.



Las glándulas mamarias participan en la síntesis, secreción y eyección de la leche (lactación).



¿Qué hormonas regulan la síntesis y eyección láctea?

Enfermedad fibroquística de la mama

Las mamas de las mujeres poseen alta susceptibilidad a los quistes y tumores. En la **enfermedad fibroquística**, la principal causa de aparición de nódulos en las mamas en las mujeres, se produce el desarrollo de uno o más quistes (sacos llenos de líquido) y engrosamiento de los alvéolos. Esta patología, que afecta principalmente a mujeres entre los 30 y 50 años, se debe probablemente al exceso relativo de estrógenos o a la deficiencia de progesterona en la fase posovulatoria (luteínica) del ciclo reproductor. La enfermedad fibroquística habitualmente provoca que uno o ambos pechos se vean abultados, hinchados y dolorosos a la palpación alrededor de una semana antes de que comience la menstruación. ■

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

22. ¿Cómo contribuye la histología de la vagina a su función?
23. ¿Cuáles son las estructuras y las funciones de cada parte de la vulva?
24. Describa la estructura de las glándulas mamarias y las estructuras de sostén.
25. Describa el recorrido que realiza la leche desde los alvéolos de la glándula mamaria hasta el pezón.

EL CICLO REPRODUCTOR FEMENINO

► OBJETIVO

Comparar los principales fenómenos de los ciclos ovárico y uterino.

Durante la edad fecunda, las mujeres no embarazadas manifiestan cambios cíclicos en los ovarios y el útero. Cada ciclo dura alrededor de un mes e implica tanto a la ovogénesis como a la preparación del útero para recibir un óvulo fecundado. Los principales fenómenos son controlados por hormonas secretadas por el hipotálamo, la adenohipófisis y los ovarios. El **ciclo ovárico** comprende una serie de fenómenos que ocurren en los ovarios durante y luego de la maduración de un ovocito. El **ciclo uterino (menstrual)** comprende una serie de cambios concurrentes en el endometrio del útero que lo preparan para la llegada de un óvulo fecundado que se desarrollará allí hasta el momento de su nacimiento. Si la fecundación no ocurre, disminuyen las hormonas ováricas y se produce el desprendimiento de la capa funcional del endometrio. El término **ciclo reproductor femenino (ciclo menstrual)** abarca a los ciclos ovárico y uterino, los cambios hormonales que los regulan y los cambios cíclicos relacionados que se observan en las mamas y el cuello uterino.

Regulación hormonal del ciclo reproductor femenino

La **hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)** secretada por el hipotálamo controla los ciclos ovárico y uterino (fig. 28-23). La GnRH estimula la liberación de hormona **foliculoestimulante (FSH)**

y **hormona luteinizante (LH)** por la adenohipófisis. La FSH inicia el crecimiento folicular, mientras que la LH estimula el crecimiento ulterior de los folículos ováricos. A su vez, tanto la LH como la FSH estimulan la secreción de estrógenos por parte de éstos. La LH estimula la producción de andrógenos por parte de las células de la teca de los folículos en desarrollo. Bajo la influencia de la FSH, las células granulosas del folículo captan los andrógenos y los convierten en estrógenos. A mitad del ciclo, la LH provoca la ovulación y luego promueve la formación del cuerpo lúteo, razón por la cual recibe su nombre, hormona luteinizante. Estimulado por la LH, el cuerpo lúteo produce y secreta estrógenos, progesterona, relaxina e inhibina.

Al menos seis diferentes estrógenos se aislaron en el plasma de las mujeres, pero sólo tres se encuentran en cantidades importantes: *beta* (β)-estradiol, estrona y estriol. En la mujer no embarazada, el estrógeno más abundante es el β -estradiol, sintetizado a partir del colesterol en los ovarios.

Los **estrógenos** secretados por los folículos ováricos poseen varias funciones importantes (fig. 28-23):

- Los estrógenos promueven el desarrollo y mantenimiento de las estructuras reproductoras femeninas, de los caracteres sexuales femeninos y de las mamas. Los caracteres sexuales secundarios comprenden la distribución del tejido adiposo en las mamas, abdomen, monte del pubis y las caderas; el tono de la voz; pelvis ancha; y el patrón de crecimiento del pelo en la cabeza y el cuerpo.
- Los estrógenos incrementan el anabolismo proteico, incluyendo la formación de huesos fuertes. En este aspecto, los estrógenos suman sus efectos a los de la hormona de crecimiento humana (hGH).
- Los estrógenos disminuyen los niveles sanguíneos de colesterol, y ésta es probablemente la razón por la cual las mujeres menores de 50 años tienen riesgo mucho menor de sufrir enfermedad arterial coronaria que los hombres de la misma edad.
- Niveles moderados de estrógenos en la sangre inhiben tanto la liberación de GnRH por el hipotálamo como la secreción de LH y FSH por la adenohipófisis.

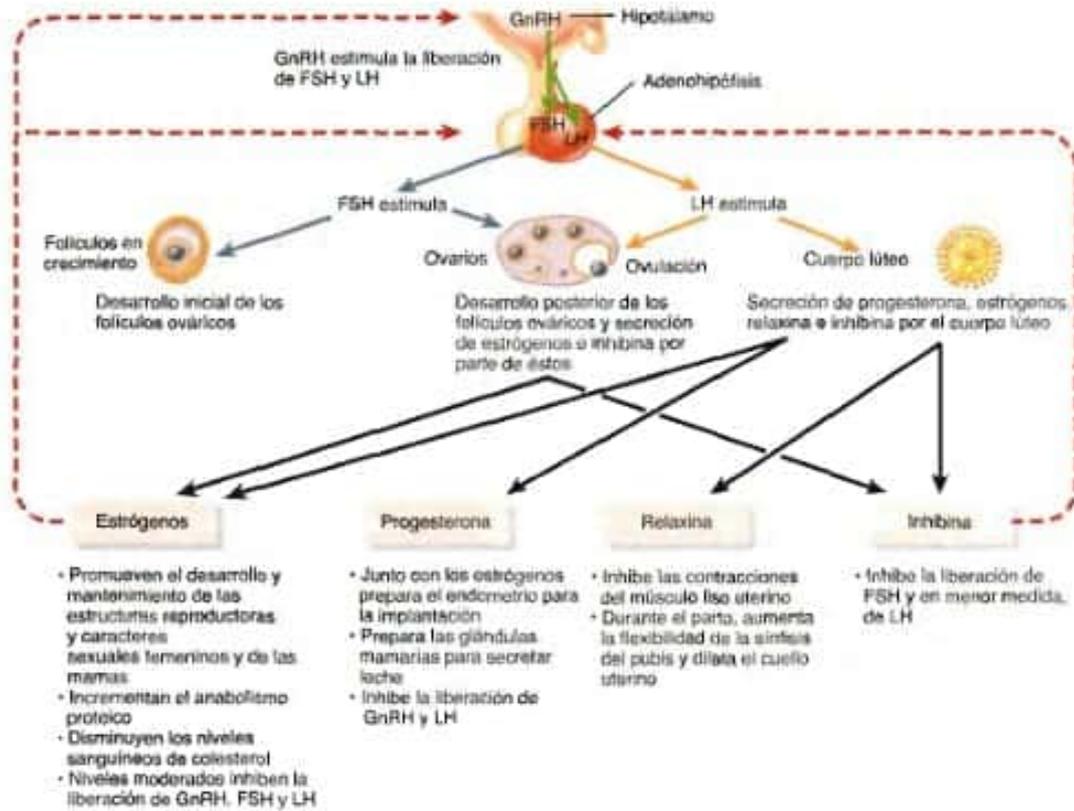
La **progesterona**, secretada principalmente por las células del cuerpo lúteo, coopera con los estrógenos en la preparación y mantenimiento del endometrio para la implantación del óvulo fecundado así como la preparación de las glándulas mamarias para la secreción de leche. Altos niveles de progesterona también inhiben la secreción de GnRH y LH.

La **pequeña** cantidad de **relaxina** producida por el cuerpo lúteo durante cada ciclo menstrual relaja al útero inhibiendo la contracción del miometrio. Presumiblemente, la implantación de un óvulo fecundado se produce más fácilmente en un útero "calmo". Durante el embarazo, la placenta produce más relaxina, y así continúa relajando las fibras musculares lisas del útero. Hacia el final del embarazo, la relaxina también aumenta la flexibilidad de la sínfisis púbica y podría contribuir a la dilatación del cuello uterino; ambas acciones facilitarían la salida del feto.

La **inhibina** es secretada por las células granulosas de los folículos en crecimiento y por el cuerpo lúteo luego de la ovulación. Inhibe la secreción de FSH y, en menor medida, de LH.

Fig. 28-23 Secreción y efectos fisiológicos de estrógenos, progesterona, relaxina e inhibina durante el ciclo reproductor femenino. Las líneas rojas indican inhibición por retroalimentación negativa.

Los ciclos ovárico y uterino son controlados por la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y las hormonas ováricas (estrógenos y progesterona).



De los distintos estrógenos ¿cuál es el más importante?

Fases del ciclo reproductor femenino

La duración del ciclo reproductor femenino habitualmente es de 24 a 35 días. Para la siguiente exposición, consideramos un ciclo de 28 días, dividido en cuatro fases: la fase menstrual, la fase preovulatoria, la ovulación y la fase posovulatoria (fig. 28-24).

Fase menstrual

La **fase menstrual**, también llamada **menstruación** (de *mens-truum*, mensual), dura aproximadamente los 5 primeros días del ciclo. (Por convención, el primer día de menstruación es el primer día de cada nuevo ciclo.)

FENÓMENOS EN LOS OVARIOS Bajo la influencia de la FSH, varios folículos primordiales se desarrollan y forman folículos primarios y luego folículos secundarios. Este proceso de desarrollo puede demorar varios meses en ocurrir. De esta forma, un folículo que comienza a desarrollarse al principio de un ciclo menstrual particular puede no alcanzar la madurez y ser ovulado luego de varios ciclos menstruales.

FENÓMENOS EN EL ÚTERO El flujo menstrual del útero está formado por 50-150 mL de sangre, líquido intersticial, moco y células epiteliales desprendidas del endometrio. Esta secreción ocurre debido a la caída de los niveles de progesterona y estrógenos que estimulan la liberación de prostaglandinas que causan la contracción de las arteriolas espirales. Como resultado, las células nutridas por éstas son privadas de oxígeno y comienzan a morir. Finalmente, toda la capa funcional se desprende. En este momento del ciclo el endometrio es muy delgado, mide alrededor de 2-5 mm, debido a que sólo se conserva la capa basal. El flujo menstrual pasa de la cavidad uterina a través del cuello uterino hacia la vagina y de allí al exterior.

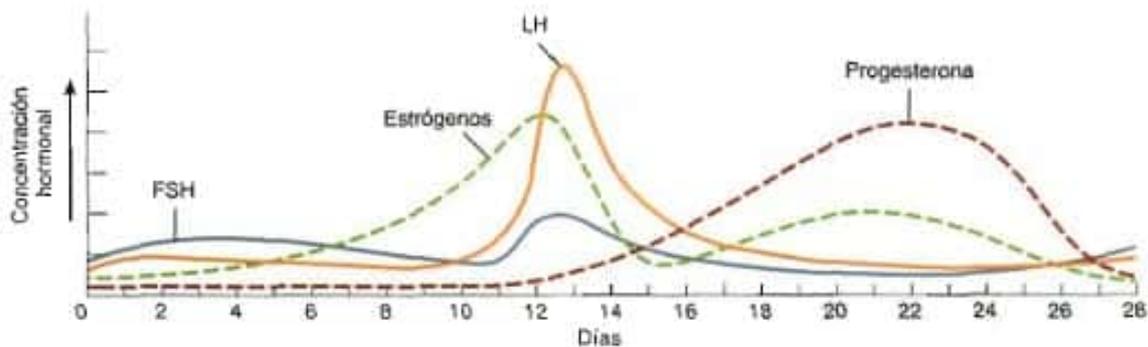
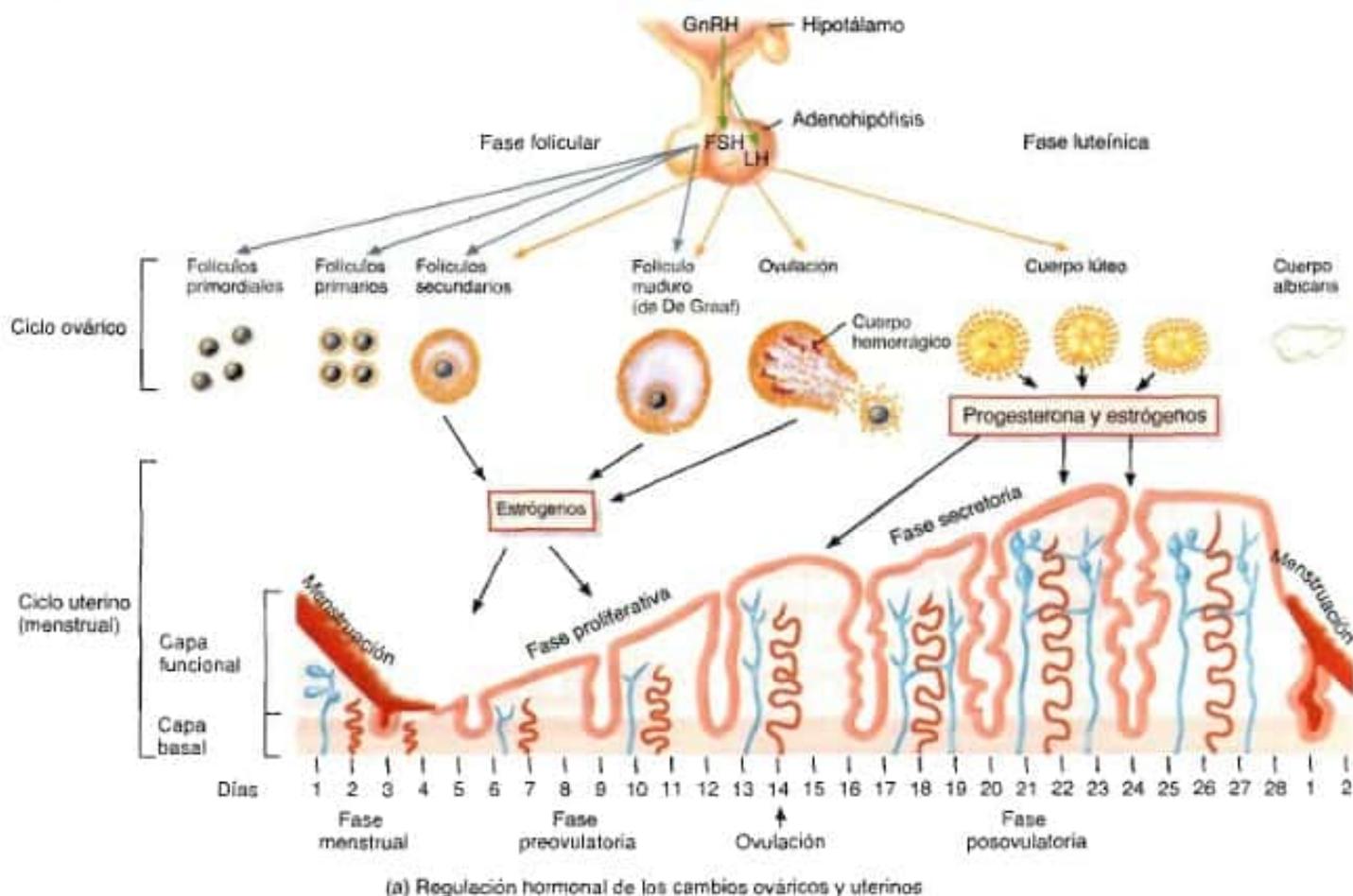
Fase preovulatoria

La **fase preovulatoria** desde el fin de la menstruación hasta la ovulación. La fase preovulatoria es la fase del ciclo más variable en su duración y es la responsable de las variaciones en la duración del ciclo. En un ciclo de 28 días, puede durar de 6 a 13 días.

FENÓMENOS EN LOS OVARIOS Algunos de los folículos secundarios comienzan a secretar estrógenos e inhibina. Alrededor del día 6,

Fig. 28-24 El ciclo reproductor femenino. La duración del ciclo reproductor femenino oscila entre los 24 y 36 días; la fase preovulatoria es la de mayor variación en su duración con respecto a las otras fases. (a) Relación entre los cambios que se observan en los ovarios y el útero y la secreción hormonal de la hipófisis anterior a lo largo de las cuatro fases del ciclo reproductor. En el ciclo de la figura, la fertilización y la implantación no se producen. (b) Concentraciones relativas de las hormonas adenohipofisarias (FSH y LH) y ováricas (estrógenos y progesterona) durante las fases del ciclo reproductor femenino normal.

Los estrógenos son la principal hormona secretada por los ovarios antes de la ovulación; después de la ovulación, el cuerpo lúteo secreta tanto progesterona como estrógenos.



¿Qué hormonas son responsables de la fase proliferativa del crecimiento endometrial, la ovulación, el trofismo del cuerpo lúteo y el pico de LH a mitad del ciclo?

un único folículo secundario en uno de los dos ovarios superó a los demás folículos en su crecimiento y se convierte en el **folículo dominante**. Los estrógenos y la inhibina secretados por éste disminuyen la secreción de FSH, causando en los otros folículos detención del crecimiento y atresia. Los hermanos mellizos (gemelos no idénticos) o los trillizos son el resultado de la formación de dos o tres folículos codominantes que luego son ovulados y fecundados más o menos al mismo tiempo.

En condiciones normales, el único folículo secundario dominante se transforma en un **folículo maduro (de de Graaf)**, y continúa creciendo hasta que tiene 20 mm de diámetro y está listo para la ovulación (véase **fig. 28-13**). Este folículo produce un abultamiento en forma de ampolla en la superficie del ovario debido a la dilatación del antro. Durante el final del proceso madurativo, el folículo maduro continúa aumentando su producción de estrógenos (**fig. 28-24**).

En referencia al ciclo ovárico, las fases menstrual y preovulatoria juntas se llaman **fase folicular**, debido a que los folículos ovarios están creciendo y en desarrollo.

FENÓMENOS EN EL ÚTERO Los estrógenos liberados a la sangre por los folículos ováricos en crecimiento estimulan la reparación del endometrio; las células de la capa basal realizan mitosis y forman una nueva capa funcional. A medida que el endometrio se va engrosando, se desarrollan glándulas endometriales cortas y rectas y las arteriolas se enrollan y alargan a medida que penetran la capa funcional. El grosor del endometrio aproximadamente se duplica, a 4-10 mm. En referencia al ciclo uterino, la fase preovulatoria también se llama **fase proliferativa**, debido al crecimiento que se observa en el endometrio.

Ovulación

La **ovulación**, la ruptura del folículo maduro (de de Graaf) y la liberación del ovocito secundario a la cavidad pelviana habitualmente ocurre el día 14 de un ciclo de 28 días. Durante la ovulación, el ovocito secundario permanece rodeado por su zona pelúcida y su corona radiada.

Los **altos niveles de estrógenos** durante la última parte de la fase preovulatoria ejercen un efecto de retroalimentación **positiva (feedback positivo)** sobre las células que secretan LH y hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y determinan la ovulación, de la siguiente manera (**fig. 28-25**):

- 1 La alta concentración de estrógenos estimula la liberación más frecuente de GnRH por el hipotálamo. También, en forma directa, estimula a las células gonadotrópicas en la adenohipófisis a secretar LH.
- 2 La GnRH promueve la liberación de FSH y más LH por la adenohipófisis.
- 3 La LH causa la ruptura del folículo maduro (de de Graaf) y la expulsión del ovocito secundario alrededor de 9 horas luego del pico plasmático de la oleada de LH. El ovocito ovulado y las células de su corona radiada suelen desplazarse hacia las trompas.

En ocasiones, un ovocito puede perderse en la cavidad pelviana, donde luego se desintegra. La pequeña cantidad de sangre que a veces se escapa a la cavidad pelviana por la ruptura del folículo puede causar dolor, conocido como **mittelschmerz** (dolor en la línea media), al momento de la ovulación.

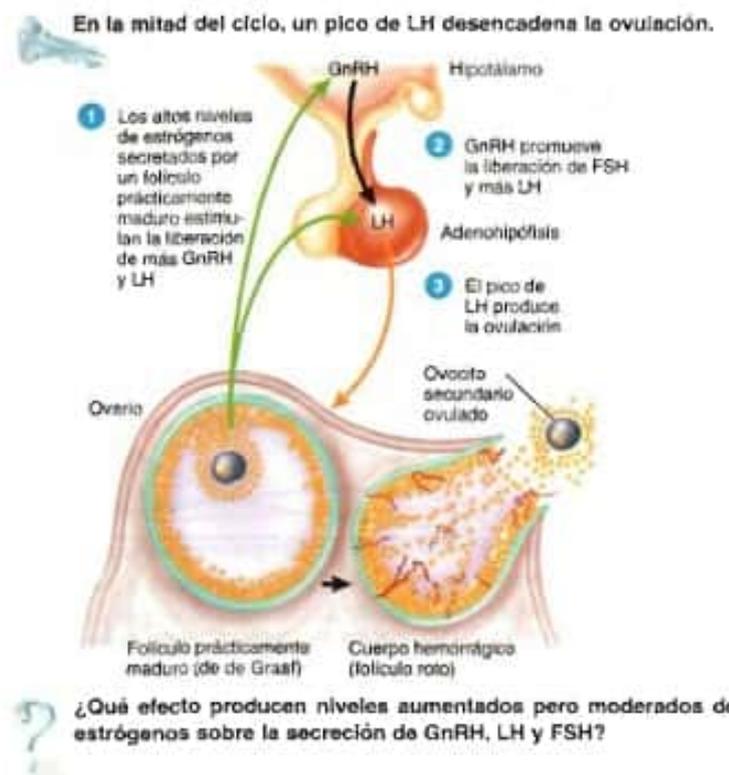
Una prueba de venta libre que detecta la elevación de los niveles de LH puede utilizarse para predecir la ovulación con un día de antelación.

Fase posovulatoria

La **fase posovulatoria** del ciclo reproductor femenino comprende el tiempo que transcurre desde la ovulación hasta el inicio de una nueva menstruación. En su duración, es la fase más constante del ciclo reproductor femenino. Dura 14 días en un ciclo de 28 días, desde el día 15 al día 28 (véase **fig. 28-24**).

FENÓMENOS EN EL OVARIO Luego de la ovulación, el folículo maduro colapsa, y la membrana basal entre las células granulosas y la teca interna se desintegra. Una vez que se forma un coágulo a partir del pequeño sangrado luego de la ruptura del folículo, éste se convierte en el **cuerpo hemorrágico** (hemo-, de *háima*, sangre y -tragia, de *rheegnynai*, manar). Las células de la teca interna se mezclan con las de la granulosa a medida que se convierten en **células del cuerpo lúteo** o **luteínicas** bajo la influencia de la LH. Estimulados por la LH, el cuerpo lúteo secreta progesterona, estrógenos, relaxina e inhibina. Las células luteínicas también se encargan de reabsorber

Fig. 28-25 Los altos niveles de estrógenos ejercen un efecto de retroalimentación positiva (flechas verdes) sobre el hipotálamo y la adenohipófisis, aumentando la secreción de GnRH y LH.



el coágulo sanguíneo. En referencia al ciclo ovárico, esta fase también se denomina **fase luteínica**.

Los fenómenos posteriores que ocurren en el ovario que ovuló un ovocito van a depender de si el ovocito es fecundado o no. Si el ovocito *no es fecundado*, el cuerpo lúteo permanece como tal sólo por 2 semanas. Luego, su actividad secretoria disminuye, y se degenera en un cuerpo albicans (véase **fig. 28-13**). A medida que los niveles de progesterona, estrógenos e inhibina disminuyen, la liberación de GnRH, FSH y LH aumenta debido a la pérdida de retroalimentación negativa por parte de las hormonas ováricas. El crecimiento folicular se reanuda y así se inicia un nuevo ciclo ovárico.

Si el ovocito secundario *es fecundado* y comienza a dividirse, el cuerpo lúteo persiste luego de sus 2 semanas de duración habituales. Es "rescatado" de la degeneración por la **gonadotropina coriónica humana (hCG)**. Esta hormona es producida por el corion del embrión que la libera a partir del octavo día luego de la fecundación. Como la LH, la hCG estimula la actividad secretoria del cuerpo lúteo. La presencia de hCG en la sangre u orina materna es un indicador de embarazo y ésta es la hormona que detectan las pruebas de embarazo de venta libre.

FENÓMENOS EN EL ÚTERO La progesterona y los estrógenos producidos por el cuerpo lúteo promueven el crecimiento y enrollamiento de las glándulas endometriales, la vascularización del endometrio superficial, y el engrosamiento del endometrio a 12-18 mm. Debido a la actividad secretoria de las glándulas endometriales, que empiezan a secretar glucógeno, este período se llama **fase secretora** del ciclo uterino. Estos cambios preparatorios llegan a su máximo una semana después de la ovulación, momento en el cual el óvulo fecundado debería llegar al útero. Si la fecundación no se produce, los niveles de progesterona y estrógenos caen por la degeneración del cuerpo lúteo. El descenso de la progesterona y los estrógenos causa la menstruación.

En la **figura 28-26** se resumen las interacciones hormonales y los cambios cíclicos en los ovarios y el útero durante los ciclos ovárico y uterino.

Triada de la mujer atleta: trastornos alimentarios, amenorrea y osteoporosis prematura

El ciclo reproductor femenino puede alterarse por acción de muchos factores, como pérdida de peso, bajo peso corporal, trastornos alimentarios y actividad física vigorosa. La observación de que tres elementos —trastornos alimentarios, amenorrea y osteoporosis— comúnmente se registran en forma conjunta en atletas mujeres llevó a los investigadores a acuñar el término **triada de la mujer atleta**.

Muchas atletas se encuentran bajo la intensa presión de los entrenadores, padres, pares y de ellas mismas para perder peso y así mejorar su desempeño. En consecuencia, muchas presentan alteraciones en su conducta alimentaria y pueden optar por prácticas perjudiciales con el objetivo de mantener un peso corporal muy bajo. La **amenorrea** (a-, de a, sin; men-, de mén, mes, y -rrhea, de rhein, fluir) es la ausencia de menstruación. Las principales causas de amenorrea son el embarazo y la menopausia. En las mujeres atletas, la amenorrea se produce como resultado de una menor secreción de

hormona liberadora de gonadotropinas, que disminuye la liberación de LH y FSH. En consecuencia, los folículos ováricos no pueden desarrollarse, la ovulación no se produce, la síntesis de estrógenos y progesterona disminuyen, y el sangrado menstrual mensual desaparece. En la mayoría de los casos, la triada de la mujer atleta afecta a mujeres jóvenes con muy poca grasa corporal. Los bajos niveles de la hormona leptina, secretada por las células adiposas, podría ser un factor contribuyente.

Debido a que los estrógenos ayudan a los huesos a retener calcio y otros minerales, los niveles bajos de estrógenos en forma crónica se asocian con pérdida de la densidad mineral ósea. En la triada de la mujer atleta se observan "huesos viejos en mujeres jóvenes". En un estudio se observó que atletas amenorreicas con alrededor de veinte años tenían una densidad mineral ósea baja, similar a la de mujeres posmenopáusicas de 50 a 70 años de edad. Cortos períodos de amenorrea en atletas jóvenes pueden no causar daños permanentes. Sin embargo, la desaparición del ciclo reproductor por tiempos prolongados puede acompañarse por pérdida de masa ósea, y en atletas adolescentes podría impedirles alcanzar la masa ósea adecuada; estas dos situaciones pueden llevar a sufrir osteoporosis prematura y daño óseo irreversible. ■

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

26. Describa las funciones de cada una de las siguientes hormonas que participan de los ciclos ovárico y uterino: GnRH, FSH, LH, estrógenos, progesterona e inhibina.
27. En forma breve, describa los principales fenómenos de cada fase del ciclo uterino y su correlación con los fenómenos del ciclo ovárico.
28. Elabore un cuadro sinóptico con los principales cambios hormonales que ocurren durante los ciclos ovárico y uterino.

MÉTODOS DE CONTROL DE LA NATALIDAD

► OBJETIVO

Explicar las diferencias entre los distintos métodos de control de la natalidad y comparar su efectividad.

Los **métodos de control de la natalidad** hacen referencia a la restricción del número de hijos por medio de distintos métodos diseñados para controlar la fecundidad y evitar la concepción. No existe un único método ideal. El único método 100% confiable que evita el embarazo es la **abstinencia total**, o sea evitar las relaciones sexuales. Hay muchos otros métodos disponibles; cada uno con sus ventajas y desventajas. Éstos comprenden la esterilización quirúrgica, métodos hormonales, dispositivos intrauterinos, espermicidas, métodos de barrera y abstinencia periódica. En el **cuadro 28-3** se muestran las tasas de ineficacia de los distintos métodos anticonceptivos. A pesar de que no se trata de un método anticonceptivo, en esta sección también se analizará el aborto, la expulsión de los productos de la concepción del útero en forma prematura.