

Testa • Gogorza • Marchitelli

# Ginecología

*Fundamentos para la práctica  
clínica*

2.ª EDICIÓN



EDITORIAL MEDICA  
**panamericana**

## CAPÍTULO

# 1

## EMBRIOLOGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR

### CONTENIDOS

#### INTRODUCCIÓN

#### DETERMINACIÓN DEL SEXO Y DIFERENCIACIÓN SEXUAL

#### GÓNADAS

Primordio gonadal

Maduración de los folículos

#### CONDUCTOS GENITALES

#### GENITALES EXTERNOS

#### CONCLUSIONES

#### AUTOEVALUACIÓN

#### BIBLIOGRAFÍA

### OBJETIVOS

- Comprender los distintos procesos embriológicos que dan origen al aparato reproductor femenino.
- Lograr el conocimiento básico de las distintas etapas que intervienen en la formación de los distintos caracteres femeninos.
- Conocer de dónde derivan y cómo se desarrollan las gónadas y los genitales externos, para poder entender y correlacionar las anomalías que pudieran existir como consecuencia de algún defecto embriológico.

## INTRODUCCIÓN

La "determinación sexual" es un proceso complejo que comienza en el momento de la fecundación, como consecuencia de la unión de un cromosoma X con un cromosoma X o Y adicional, lo que determinará cromosómica y genéticamente el sexo del feto.

Posteriormente, alrededor de la 7.ª semana, comienza la manifestación del fenotipo con la aparición de las gónadas y la influencia que estas tienen en los conductos sexuales.

Este complejo proceso de diferenciación sexual culmina con la formación de los genitales externos y el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios.

## DETERMINACIÓN DEL SEXO Y DIFERENCIACIÓN SEXUAL

El desarrollo del sistema genital es una parte de la diferenciación sexual general de un individuo (**fig. 1-1**).

Desde 1923, los científicos han reconocido que los pares cromosómicos XX y XY representan la base genética de la determinación sexual femenina y masculina, respectivamente. En 1959 se estableció que la diferenciación de los seres humanos en masculinos y femeninos depende de la presencia o la ausencia del cromosoma Y. Sin embargo, la determinación sexual es un proceso complejo en el que intervienen muchos genes; y el cromosoma Y contiene genes con algunas de las claves del dimorfismo sexual.

El gen del factor de determinación testicular o gen SRY (del inglés **s**ex-determining **r**egion on **Y**), influye en forma directa sobre la diferenciación gonadal. Se encuentra en el brazo corto del cromosoma Y. En la actualidad, se lo considera uno de los genes más importantes para la diferenciación sexual.

La presencia del factor de determinación testicular especifica el desarrollo masculino. Ante la ausencia de

este factor, el embrión se desarrolla por defecto como un organismo femenino.

En el momento de la fecundación queda determinado genéticamente el sexo del embrión, pero los caracteres morfológicos de las gónadas masculinas o femeninas se adquieren recién en la 7.ª semana, probablemente por una compleja interacción de genes y hormonas.

## GÓNADAS

La primera manifestación gonadal está representada por las crestas o pliegues genitales o gonadales, que conforman una proliferación del epitelio, provenientes de la hoja visceral del mesodermo lateral (epitelio celómico) y por una condensación del mesénquima subyacente, el blastema gonadal, proveniente del mesodermo intermedio o gononefrótomo.

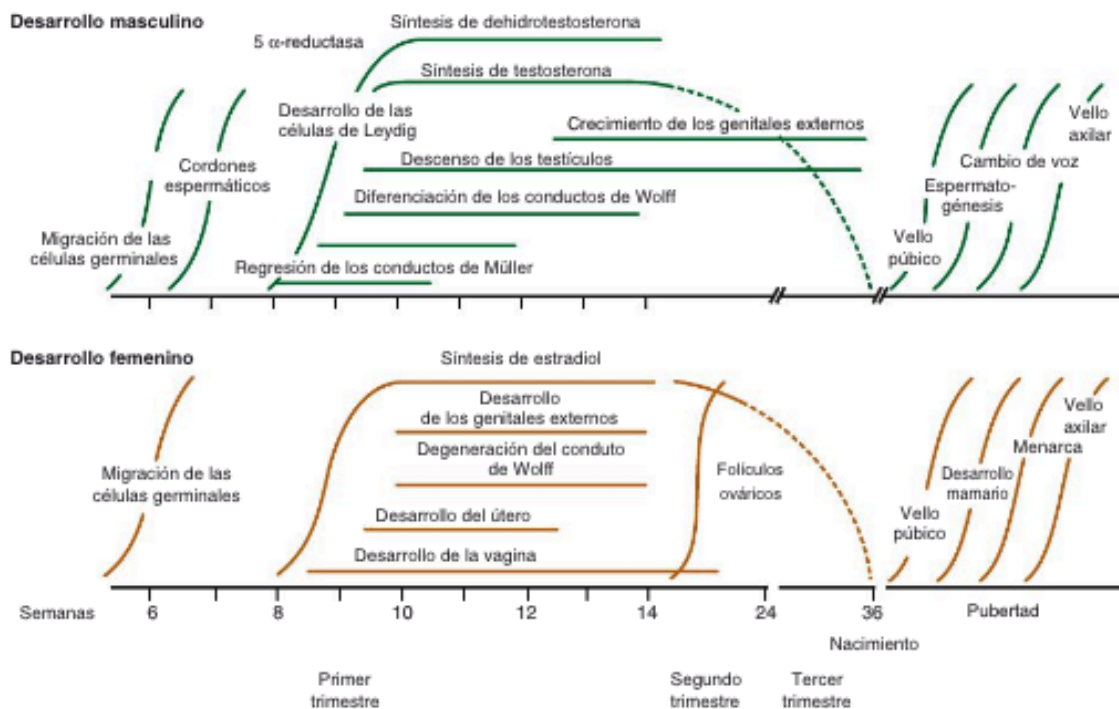


Fig. 1-1. Acontecimientos relevantes vinculados con la diferenciación sexual de los embriones humanos.

Las células germinales primitivas migran desde la pared posterior del saco vitelino a lo largo del intestino posterior y a través del mesenterio dorsal, por movimientos ameboides, hasta que alcanzan las crestas genitales (figs. 1-2 y 1-3) en la 6.ª semana. Estas células tienen una influencia inductora sobre el desarrollo de la gónada en el ovario.

Los mecanismos que mantienen a las células durante su migración y los factores que controlan la proliferación y el avance en su mayoría todavía se desconocen.

La proliferación de las células germinales migratorias podría responder a factores mitogénicos y la migración

podría ser influenciada por factores quimiotácticos segregados por las gónadas.

## Primordio gonadal

Poco antes de la llegada de las células germinales primitivas, el epitelio celómico del pliegue genital prolifera y las células epiteliales penetran en el mesénquima subyacente para formar el primordio gonadal (fig. 1-4). Durante este proceso se forman numerosas columnas irregulares de epitelio, las cuales constituyen los cordones sexuales primitivos. Debido a que en esta etapa es imposible diferenciar entre las gónadas del varón y las de la mujer, se denomina gónada indiferenciada.

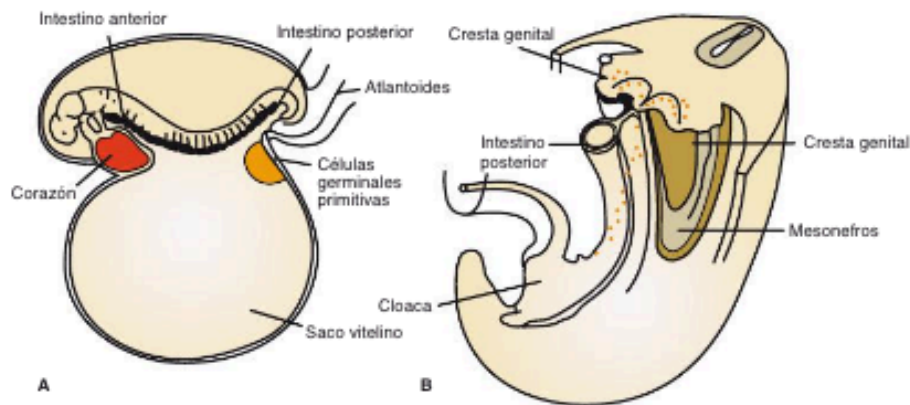


Fig. 1-2. A. Esquema de un embrión de tres semanas donde se observan las células germinales primitivas en la pared del saco vitelino. B. Migración de las células germinales a lo largo de la pared del intestino posterior y el mesenterio dorsal.

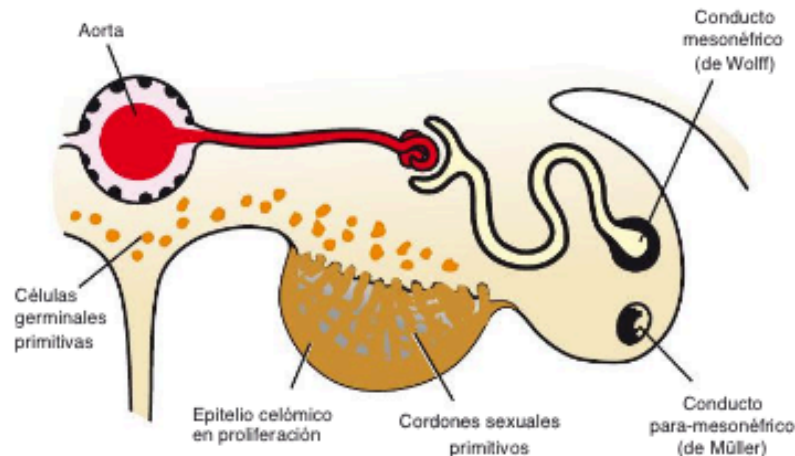


Fig. 1-3. Esquema que muestra el corte transversal de un embrión de seis semanas donde se ve la gónada primordial con los cordones sexuales primitivos.

En el comienzo del proceso de diferenciación sexual en embriones femeninos, los cordones sexuales primitivos se disgregan en cúmulos celulares irregulares que contienen células germinales primitivas; fundamentalmente van a situarse en la porción medular del ovario y luego son rápidamente sustituidas por tejido conectivo y vascularizado para formar la médula ovárica.

Por el contrario, el epitelio superficial de la gónada femenina continúa proliferando y da lugar a una segunda generación de cordones sexuales que van a localizarse fundamentalmente en la corteza de las gónadas.

En el 4.º mes, estos cordones son disgregados en columnas aisladas, cada uno de ellos alrededor de una o más células germinales primitivas. Las células epiteliales formarán las células foliculares, mientras que las germinales darán origen a las ovogonias y las células estromales del mesodermo intermedio, a la teca folicular.

En este momento de la vida intrauterina comienza la etapa de la gametogénesis femenina, ovogénesis, que culminará en el momento de la ovulación (durante la edad fértil).

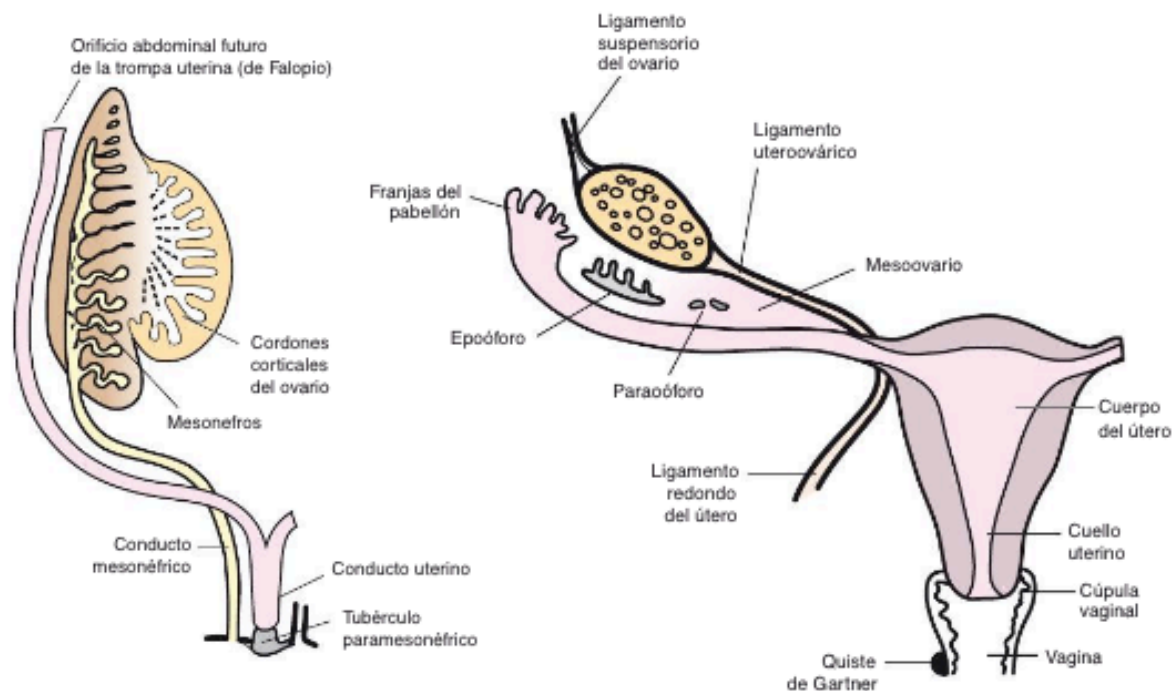
## Maduración de los folículos

La ovogénesis en el ovario fetal comienza alrededor de las semanas 11-12, cuando comienza la meiosis. Hacia la semana 22, el desarrollo folicular se encuentra bastante avanzado en todo el ovario.

Los ovocitos continúan en meiosis hasta que alcanzan la etapa de diploteno de la profase de la primera división meiótica. Entonces, la meiosis se detiene y los ovocitos permanecen en esta etapa hasta que desaparece el bloqueo, o sea, en el momento de la ovulación.

El ovario fetal incipiente se caracteriza por presentar ovocitos en meiosis y por la ausencia de folículos primarios aislados. El ovario fetal tardío, en cambio, presenta abundantes folículos primarios.

Entre las semanas 15-20 existen cerca de 7 millones de células germinales en el embrión femenino. En el momento del nacimiento hay alrededor de 2 000 000 de ovocitos primarios en los ovarios, mientras que en la pubertad quedan 40 000 ovocitos primarios remanentes. De estos, solo 400 serán ovocitos secundarios que se secretarán durante la ovulación, en el lapso que dure el ciclo reproductivo.



**Fig. 1-4. A.** Esquema de los conductos genitales femeninos al final del 2.º mes de vida intrauterina. **B.** Conductos genitales luego del descenso del ovario. Obsérvense los distintos ligamentos.

## CONDUCTOS GENITALES



Los conductos genitales pasan por una primera etapa indiferenciada. Tanto los embriones masculinos como los femeninos tienen inicialmente dos pares de conductos genitales, los conductos mesonéfricos (de Wolff) y los paramesonéfricos (de Müller).

En los embriones masculinos, la producción de la sustancia inhibidora de Müller y de testosterona hace que los conductos de Müller involucionen. Lo opuesto ocurre en los embriones femeninos, en los cuales por ausencia de estas sustancias persisten los conductos de Müller e involucionan los de Wolff.

Los conductos paramesonéfricos aparecen entre los días 44 y 48 como invaginaciones longitudinales del epitelio celómico en la cara anterolateral del pliegue urogenital.

En dirección craneal, los conductos desembocan en la cavidad celómica por medio de una estructura infunduliforme.

Crecen en sentido caudal y terminan en el seno urogenital, entre los extremos de los conductos mesonéfricos sin abrirse en el seno urogenital, se ponen en contacto con el conducto paramesonéfrico del lado opuesto y luego se fusionan para formar el conducto uterino.

El extremo caudal de los conductos fusionados se proyecta hacia la pared posterior del seno urogenital, donde se encuentra el tubérculo paramesonéfrico o de Müller. Los conductos mesonéfricos van a desembocar a cada lado del tubérculo de Müller (véase **fig. 1-4**).

La porción craneal de los conductos paramesonéfricos dará origen a las trompas uterinas (de Falopio), cuyos orificios abiertos en la cavidad celómica constituyen las fimbrias.

La fusión de estos conductos en la línea media dará origen a la formación del útero, este se encuentra rodeado por el mesénquima subyacente y de esta forma se conforma el miometrio.

Como producto de dicha fusión se genera un repliegue pelviano transversal ancho, que se extiende desde la parte externa de los conductos paramesonéfricos hasta la pared pelviana, originando los ligamentos anchos del útero.

Estos ligamentos y el útero dividirán la cavidad pelviana en fondo de saco uterorrectal y fondo de saco vesicouterino.

La formación de la vagina estará determinada por dos conductos: el paramesonéfrico, que forma el tercio superior y los dos tercios inferiores originados a partir del seno urogenital, y el epitelio del tubérculo de Müller (lámina uterovaginal). El interior de la vagina permanece separado del introito por una lámina delgada llamada himen.



El desarrollo completo del tracto reproductor femenino depende de las hormonas estrogénicas, probablemente secretadas por los estrógenos placentarios, maternos y de los ovarios fetales.

## GENITALES EXTERNOS

El proceso de diferenciación de los genitales externos comienza a partir de la 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> semana.

Los genitales externos derivan del mesénquima localizado alrededor de la cloaca, tapizado de ectodermo general, que forma los pliegues cloacales.

En dirección craneal a la membrana cloacal, los pliegues se fusionan y forman el tubérculo genital (**fig. 1-5**), cuyo crecimiento depende de una interacción entre ectodermo y mesodermo.

Cuando se tabica la cloaca (compartimentalización) y da origen al seno vesicourogenital hacia medial y al anorrectal hacia caudal, la membrana cloacal también se subdivide en membrana urogenital y anal; lo mismo ocurre con los pliegues, que se dividen en pliegues uretrales y anales.

A cada lado de los pliegues uretrales se desarrolla otro par de elevaciones: las eminencias genitales, que formarán los labios mayores.

El tubérculo genital, al elongarse, forma el clítoris, mientras que la ausencia de fusión de los pliegues uretrales va a determinar la formación de los labios menores.

El seno urogenital permanece abierto y forma el introito o vestíbulo en el cual desembocan la uretra y la vagina.

La uretra femenina se desarrolla en la parte más craneal del seno urogenital.

En esta formación de los genitales externos los estrógenos cumplen un papel fundamental.

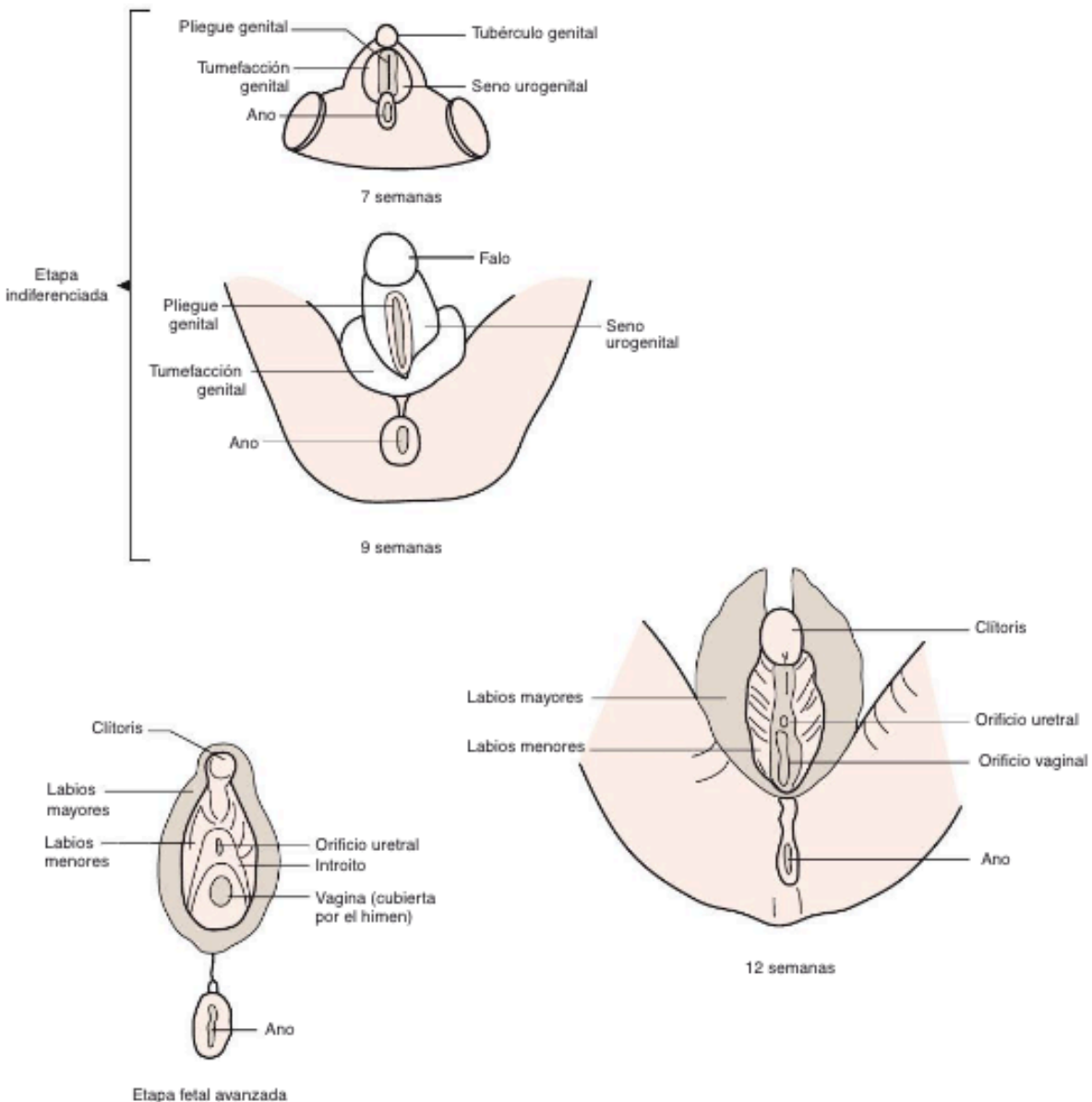


Fig. 1-5. Diferenciación de los genitales externos del embrión femenino.

## CONCLUSIONES

La determinación del sexo cromosómico y genético del feto se produce en el momento de la fecundación. La presencia del factor de determinación testicular (codificada por el gen SRY) especifica el desarrollo masculino, mientras que la ausencia de este factor conlleva un desarrollo femenino.

El fenotipo comienza a manifestarse hacia la 7.ª semana de vida intrauterina con la aparición de las gónadas, y la compleja interacción de genes y hormonas gonadales influye sobre los conductos sexuales.

La diferenciación sexual es un proceso complejo que culmina con la formación de los genitales externos y en

la expresión de los caracteres sexuales secundarios. En el desarrollo completo del aparato reproductor femenino cumplen un papel clave los estrógenos placentarios, maternos y los secretados por los ovarios fetales.

Por otra parte, en la 6.ª semana, las células germinales primitivas migran desde la pared posterior del saco vitelino hasta las crestas genitales. En el ovario fetal, la ovogénesis tiene lugar durante las semanas 11-12, cuando comienza la meiosis, y hacia la semana 22, el desarrollo folicular se encuentra bastante avanzado en todo el ovario.



## AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Qué importancia tiene el gen del factor de determinación testicular en la diferenciación gonadal?
2. Describa los principales acontecimientos en la diferenciación sexual de los embriones humanos.
3. ¿En qué semana comienza el proceso de diferenciación de los genitales externos? ¿Qué proceso se conoce como compartimentalización y qué se origina a partir de dicho proceso?
4. Mencione cuáles son los conductos que forman la vagina y cómo intervienen en su formación.

## SITIO WEB

Véase [sitio web, cap. 1](#).

## BIBLIOGRAFÍA

- Aclen P. Embryological observations on the female genital tract. *Hum Reprod* 1992;7:437-45.
- Buehr M. The primordial germ cells of mammals some current perspectives. *Exp Cell Res* 1997;232:194-207.
- Eklblom P. Developmentally regulated conversion of mesenchyme to epithelium. *FASEB J* 1989;3:2141-50.
- George FW, Wilson JD. Sex determination and differentiation. In: Knobil E, et al. *The physiology of reproduction*. New York: Raven Press; 1988.
- Griffin JE, Wildon JD. Disorders of sexual differentiation. In: Walsh PC, et al. *Campbell's Urology*. Philadelphia: WB Saunders; 1986. pp. 1819-55.
- Moore KL, Persaud, TVN. *The Developing Human Clinically Oriented Embriology*. 6<sup>th</sup> ed. WB Saunders; 1998.
- Satoñ M. Histogenesis and organogenesis of the gonad in human embryos. *J Anat* 1991;177:85-107.
- Saxen L. Embryonic induction. *Clin Obstet Gynecol* 1975; 18:149-75.
- Schafer AJ, Goodfellow PN. Sex determination in humans. *Bioessays* 1996;18:955-63.
- Stevenson RE, Hall JG, Goodman RM. *Human Malformations and Related Anomalies*. New York: Oxford University Press;1993. Vol. II.



La intención de este capítulo no es configurar un tratado de anatomía descriptiva, sino revisar la anatomía básica de la pelvis femenina y la glándula mamaria y, a la vez, correlacionar dichas estructuras con datos clínicos y quirúrgicos de relevancia.

Los nombres de muchas estructuras son los aceptados por la mayoría de los textos de anatomía, aunque para algunas se agregarán los nombres de utilización frecuente en la práctica quirúrgica ginecológica.

## ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA PELVIS

La anatomía del aparato reproductor femenino debe ser comprendida como un conjunto de estructuras anatómicas que forman un continente (pelvis ósea) y un contenido (órganos reproductores).

### Pelvis ósea

La pelvis ósea está formada por los huesos coxal, sacro y cóccix y tiene un aspecto cónico con una base superior y un vértice inferior.

### Sacro y cóccix

El sacro es el resultado de la unión de las cinco vértebras sacras. Se sitúa en la parte posterior de la pelvis, por debajo de la columna lumbar, entre los dos huesos ilíacos (fig. 2-1). Presenta una excavación hacia anterior que es más pronunciada en la pelvis femenina que en la masculina, lo que permite albergar la cabeza fetal durante el embarazo y el trabajo de parto.

El cóccix articula hacia cefálico con el sacro y representa la fusión de cuatro a seis vértebras atrofiadas. Entre los accidentes anatómicos más importantes de estos huesos encontramos:

- **Promontorio:** es la proyección más prominente y anterior del sacro, que se corresponde con la articulación de la última vértebra lumbar y la primera vértebra sacra (L5-S1), está localizado a la altura de la bifurcación de las arterias ilíacas primitivas. En la reparación del prolapso genital apical masivo por vía abdominal, esta estructura se utiliza como punto de anclaje de materiales sintéticos que elevan la cúpula vaginal y reparan el prolapso.

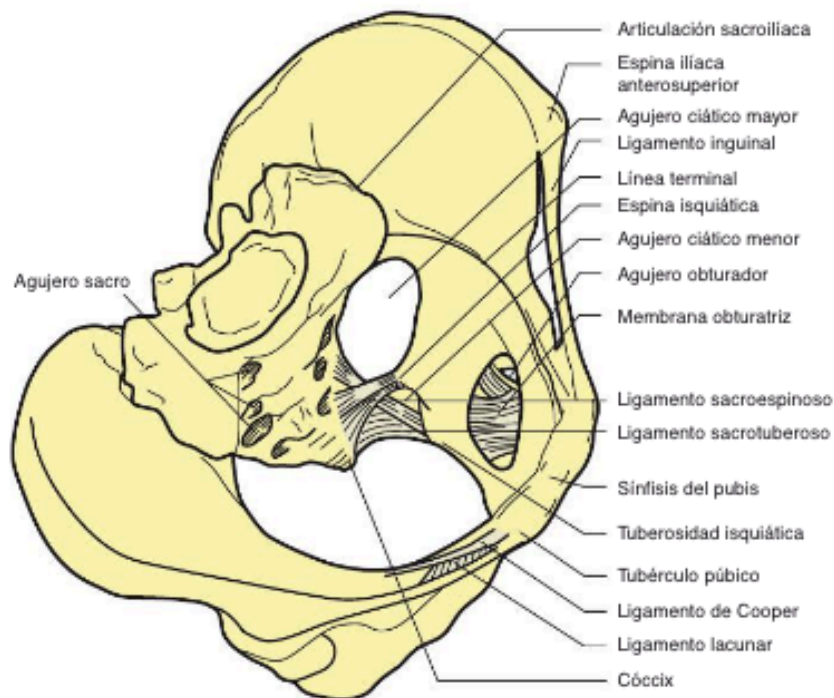


Fig. 2-1. Pelvis ósea.

- **Agujeros sacros (anteriores y posteriores):** son los sitios de salida de los ramos anterior y posterior de los nervios sacros. Por los anteriores pasan también los vasos sacros laterales.
- **Hiato sacro:** es el resultado de la fusión posterior incompleta de las vértebras sacras y da lugar al conducto sacro.
- **Articulación sacroilíaca:** formada entre las caras laterales de los alerones del sacro y ambos huesos ilíacos.

## Hueso coxal

Es un hueso plano, ancho, rotado sobre su propio eje, formado por tres componentes embrionarios diferentes: **ilion, isquion y pubis**. Estos componentes se unen posteriormente para formar el hueso definitivo. La unión de las tres estructuras óseas, al osificar, delimita el acetábulo, o cavidad cotiloidea, donde articula la cabeza del fémur.

Si bien este hueso tiene múltiples accidentes anatómicos señalaremos los más importantes:

- **Cresta ilíaca:** está situada en el ilion, representa el borde superior de este. Es sinuosa y contorneada en forma de S itálica. Presta inserción a la fascia ilíaca, los músculos abdominales y la fascia lata.
- **Espina ilíaca anterosuperior:** representa la extremidad anterior de la cresta ilíaca y es el punto de fijación del ligamento inguinal.
- **Espina ilíaca posterosuperior:** representa la extremidad posterior de la cresta ilíaca.
- **Eminencia ileopectínea o línea innominada:** es la línea que determina la unión entre el ilion y el pubis y representa el plano de división entre la pelvis mayor y la pelvis menor.
- **Fosa ilíaca:** ubicada por debajo de la línea innominada, es la concavidad anterior del ilion y está cubierta por el músculo ilíaco.
- **Espina isquiática o espina ciática:** se encuentra en el borde interno del hueso ilíaco, es una prominencia puntiaguda de fácil palpación por vía vaginal. Es un reparo anatómico muy utilizado en la cirugía reconstructiva vaginal. Delimita la escotadura ciática mayor por encima y menor por debajo de esta. Es el punto de fijación del ligamento sacro espinoso. Por detrás de ella circula el paquete vasculonervioso pudendo.
- **Agujero obturador:** conformado por la unión de una rama isquiática y otra del pubis. Es un orificio cubierto por una membrana (membrana obturatriz) y en su porción superoexterna está atravesado por el paquete vasculonervioso obturador. Constituye una de las vías de acceso para las técnicas modernas de tratamiento de la incontinencia urinaria y de técnicas de reconstrucción del piso pelviano.
- **Sínfisis del pubis:** es la articulación entre ambos cuerpos pubianos, en la línea media.

Los huesos pelvianos se encuentran unidos por cuatro articulaciones:

- La articulación sacrococcígea, que une el sacro con el cóccix.
- La sínfisis del pubis, que une los dos pubis entre sí.
- Las dos articulaciones sacroilíacas que unen las alas del sacro con el ilion.

## Ligamentos de la pelvis

Los ligamentos de mayor importancia en la pelvis femenina son:

- **Ligamento inguinal:** de importancia en la reparación de las hernias inguinales. Está formado por la porción inferior de la aponeurosis del músculo oblicuo mayor del abdomen, que se pliega sobre sí misma (fig. 2-2).
- **Ligamento de Cooper o ligamento pectíneo:** se extiende desde el pubis por la línea pectínea del ilion. Tiene vital importancia en las cirugías de colposuspensión retropúbica (operación de Burch).
- **Ligamento sacroespinoso:** importante en la cirugía de colposuspensión por vía vaginal. Se extiende desde la espina isquiática hasta la pared lateral del sacro. Se encuentra anterior respecto del paquete vasculonervioso pudendo.
- **Ligamento sacrotuberoso:** se extiende desde la tuberosidad isquiática hasta la cara lateral del sacro. Se encuentra posterior al paquete vasculonervioso pudendo.

## Músculos de la pelvis

La musculatura de la pelvis incluye los músculos de la pared anterior del abdomen, del piso de la pelvis y del periné (fig. 2-3). La pelvis es una estructura excavada que consta de:

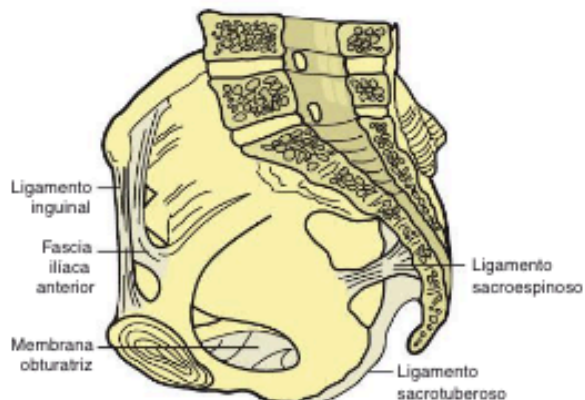


Fig. 2-2. Ligamentos de la pelvis.