

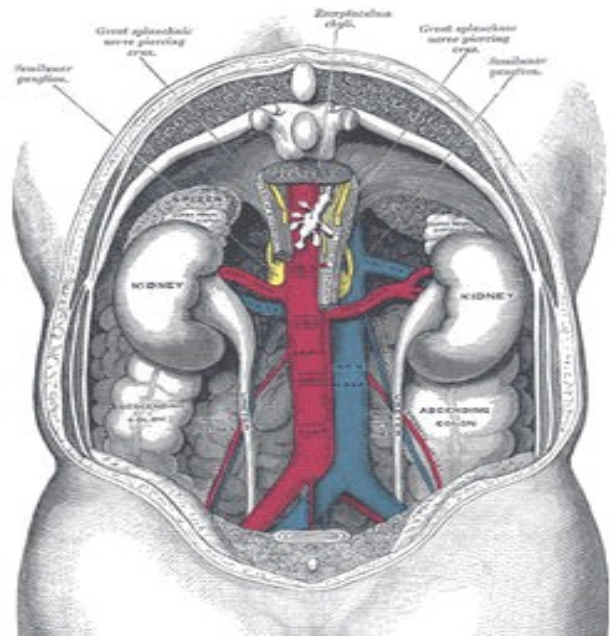
Embriología Humana (FCBP)

MATERIAL DE LECTURA N° 14

APARATO UROGENITAL

A nivel funcional, el aparato urogenital se puede dividir en aparato urinario (excretor) y el aparato genital (reproductor). Desde el punto de vista embriológico, estos sistemas están asociados estrechamente. También se relacionan en el plano anatómico, especialmente en varones adultos; por ejemplo, la uretra transporta tanto orina como esperma. Aunque ambos aparatos se encuentran separados en las mujeres adultas normales, la uretra y la vagina se abren a un pequeño espacio, el vestíbulo, entre los labios menores.

El aparato urogenital se desarrollo a partir del mesodermo intermedio, que se extiende a lo largo de la pared corporal dorsal del embrión. Durante el plegamiento del embrión en el plano horizontal, este mesodermo es arrastrado ventralmente y pierde su conexión con los somitas. Se forma una elevación longitudinal del mesodermo, la **cresta urogenital**, a cada lado de la aorta dorsal, que da lugar a partes de los aparatos urinario y genital. La parte de la cresta urogenital que origina el aparato urinario es el **cordón o cresta nefrogena**; la parte que forma el aparato genital es la **cresta gonadal**.



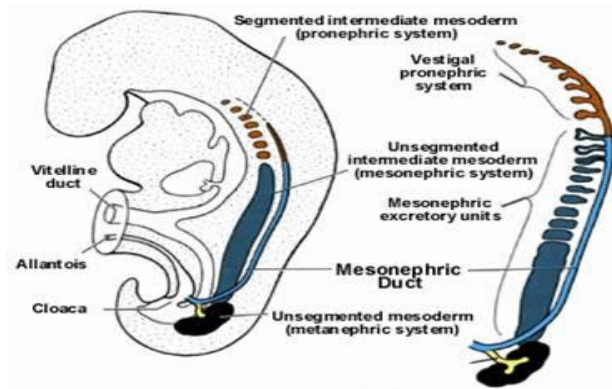
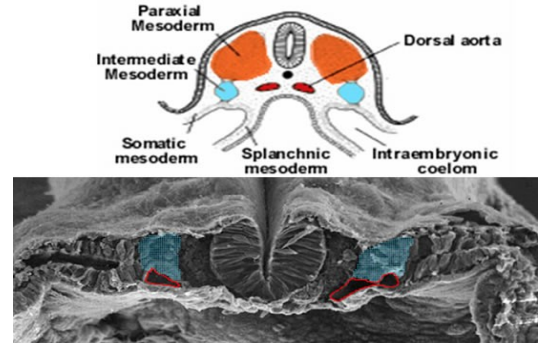
APARATO URINARIO

El aparato urinario inicia su desarrollo antes que el aparato genital, y consta de:

- ü Los riñones, que excretan la orina
- ü Los uréteres, que transportan orina desde los riñones hasta la vejiga
- ü La vejiga urinaria, que almacena temporalmente la orina
- ü La uretra, que conduce la orina desde la vejiga hasta el exterior

SISTEMAS RENALES

Durante la vida intrauterina se forman tres sistemas renales ligeramente superpuestos, que de sentido cefálico a caudal son: el **pronefros**, el cual es rudimentario y no llega a funcionar, y que es similar al que tienen los peces primitivos; el **mesonefros**, que puede funcionar por un breve tiempo a inicios del período fetal, los cuales son análogos a los que tiene los anfibios, y el **metanefros**, que forma el riñón definitivo y permanente.

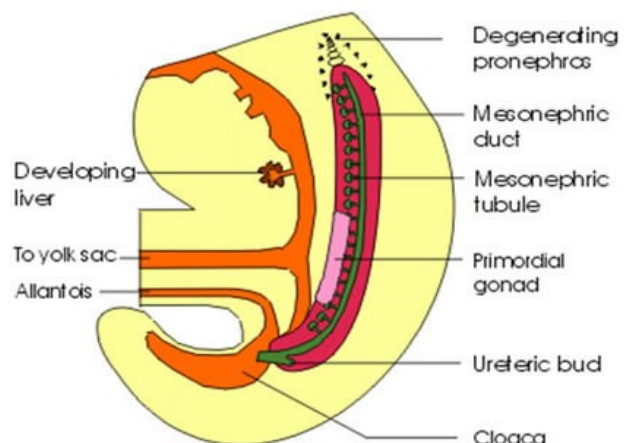


Pronefros

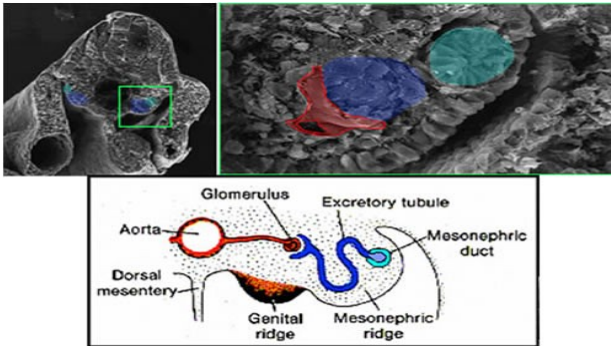
Al comienzo de la cuarta semana, en el embrión humano el pronefros está representado por 7 a 10 grupos celulares macizos en la región cervical. Estos grupos forman unidades vestigiales excretoras, los **nefrotomas**, que experimentan regresión antes de que se originen los más caudales. Al final de la cuarta semana desaparece cualquier indicio del sistema pronefrico.

Mesonefros

El mesonefros y los conductos mesonefricos derivan del mesodermo intermedio de los segmentos torácicos superiores a lumbares superiores. Durante la regresión del sistema pronefrico, a comienzos de la cuarta semana de desarrollo, aparecen los primeros túbulos excretores del mesonefros. Estos se alargan rápidamente adoptan la forma de una asa en forma de **S** y adquieren un ovillo de capilares que constituyen el glomérulo en su extremo medial. Los túbulos forman alrededor de los glomérulos la **capsula de Bowman**, y estas estructuras en conjunto constituyen el corpúsculo renal. En el extremo opuesto, el túbulo desemboca en un conducto colector longitudinal denominado **conducto mesonefrico o de Wolff**.



A mediados del segundo mes de desarrollo, el mesonefros da lugar a un órgano ovoide voluminoso a cada lado de la línea media, la gónada. Como esta gónada en desarrollo está situada en el lado interno del mesonefros, el relieve producido por ambos órganos se denomina **cresta urogenital**.

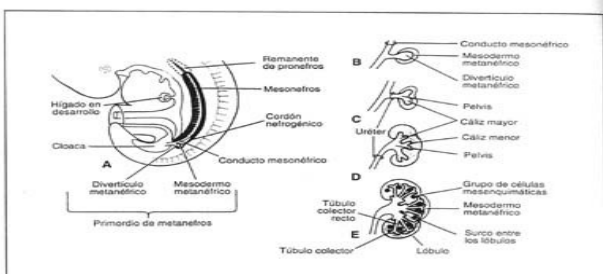
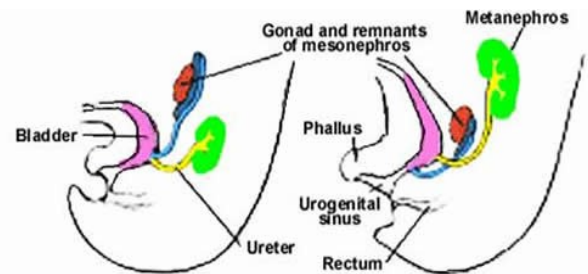


Mientras los túbulos caudales están aun en diferenciación, los túbulos y glomerulos craneales muestran cambios degenerativos y la mayor parte ha desaparecido a fines del segundo mes.

Sin embargo, en el varón persisten algunos túbulos caudales y el conducto mesonefrico, que participan en la formación del aparato genital, pero en la mujer desaparecen por completo.

Metanefros

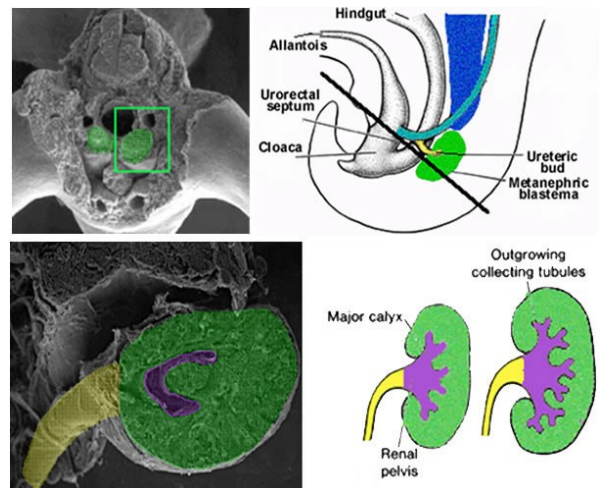
Durante la quinta semana del desarrollo aparece un tercer órgano urinario, el **Metanefros o riñón definitivo**. Sus unidades excretoras se desarrollan a partir del mesodermo metanefrico de manera análoga a como lo hacen en el **sistema mesonefrico**. El desarrollo de conductos difiere del de los otros sistemas renales.

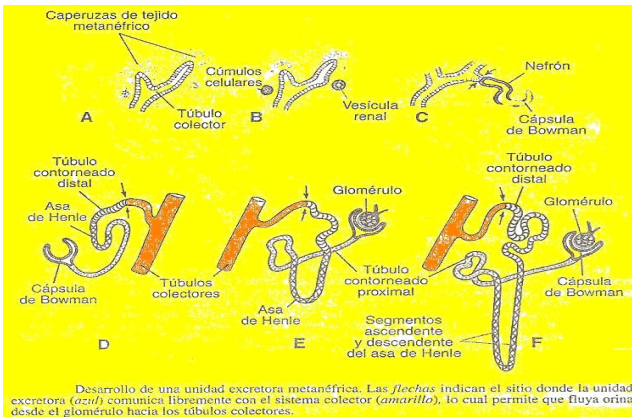


Sistema colector

Los túbulos colectores del riñón definitivo se desarrollan a partir del **brote ureteral**, que es una evaginación del conducto mesonefrico próxima a su desembocadura en la cloaca. El brote se introduce en el tejido metanefrico, el cual, forma una caperuza sobre su extremo distal. Posteriormente, el esbozo se dilata para dar origen a la **pelvis renal** definitiva y se divide en una porción craneal y otra caudal, los futuros **cálices mayores**.

Cada cáliz forma dos nuevos brotes al introducirse en el tejido metanefrico, los cuales siguen subdividiéndose hasta constituir 12 generaciones de túbulos o más. Mientras que en la periferie aparecen más túbulos hasta el final del quinto mes, los túbulos de segundo orden crecen e incorporan a los de la tercera y cuarta generación formando los **cálices menores** de la pelvis renal. Al continuar el desarrollo, los túbulos colectores de la quinta generación y de las generaciones sucesivas se alargan considerablemente y convergen en el cáliz menor, donde forman la **pirámide renal**. **En consecuencia el brote ureteral origina: el uréter, la pelvis renal, los cálices mayores y menores y entre uno a tres millones de túbulos colectores.**





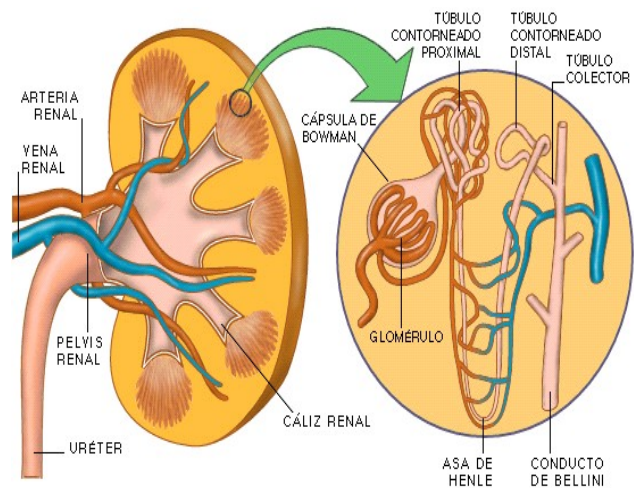
Desarrollo de una unidad excretora metanéfrica. Las flechas indican el sitio donde la unidad excretora (azul) comunica libremente con el sistema colector (amarillo), lo cual permite que fluya orina desde el glomérulo hacia los túbulos colectores.

Sistema excretor

Cada túbulo colector neoformado está cubierto en el extremo distal por un **capuchón de tejido metanéfrico**. Por influencia inductora del túbulo, las células del capuchón forman pequeñas vesículas, las **vesículas renales**, que a su vez forman túbulos más pequeños en forma de S. Los capilares crecen dentro de una concavidad en uno de los extremos de la S y se diferencian en glomérulos. Los túbulos, junto con sus glomérulos, forman las **nefronas o unidades excretoras**. El extremo proximal de cada nefrona constituye la **capsula de Bowman**, en cuya profunda concavidad está incluido el glomérulo. El extremo distal mantiene una comunicación franca con uno de los túbulos colectores y establece de tal modo una vía de paso desde la capsula de Bowman a la unidad colectora.

El alargamiento continuo del tubo excretor da como resultado la formación del **túbulo contorneado proximal, el asa de Henle y el túbulo contorneado distal**. En consecuencia, el riñón tiene dos orígenes en su desarrollo: a) **el mesodermo metanéfrico**, que proporciona las unidades excretoras, y b) **el brote ureteral**, que da origen al sistema colector.

Las nefronas se forman hasta el nacimiento, momento en el que hay alrededor de **un millón en cada riñón**. La producción de orina se inicia tempranamente en la gestación, poco después de la diferenciación de los capilares glomerulares, que comienzan a formarse en la décima semana. En el momento del nacimiento, los riñones tienen un aspecto lobulado, pero durante la infancia la lobulación desaparece por el crecimiento ulterior de las nefronas, a pesar de que el número de estas no aumenta.



POSICIÓN DEL RIÑÓN

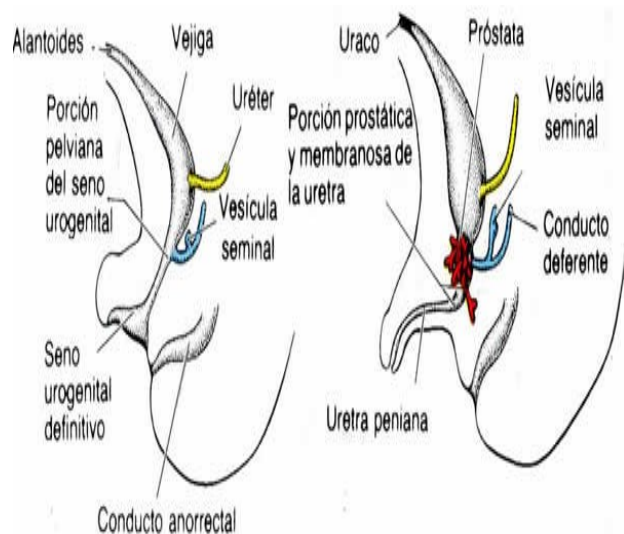
Los riñones están situados en la región pélvica pero más adelante se desplazan hacia una posición más craneal en el abdomen. Este ascenso del riñón es ocasionado por la disminución de la curvatura del cuerpo y por el crecimiento de éste en las regiones lumbar y sacra. En la pelvis, el metanefros es irrigado por una rama pélvica de la aorta. Durante su ascenso hasta el nivel abdominal es vascularizado por arterias que nacen de la aorta a alturas cada vez mayores. Los vasos inferiores generalmente degeneran, pero algunos pueden mantenerse.

FUNCIÓN DEL RIÑÓN

El riñón definitivo formado a partir del metanefros empieza a funcionar alrededor de la doce semanas, la orina es emitida hacia la cavidad amniótica y se mezcla con el líquido amniótico. Este líquido es deglutido por el feto y reciclado a través de los riñones. Durante la vida intrauterina, los riñones no tienen a su cargo la excreción de productos de deshecho, función que es realizada por la placenta.

VEJIGA Y URETRA

En el curso de la cuarta a la séptima semana de desarrollo, la cloaca se divide en el **seno urogenital** por delante y el **conducto anorrectal** por detrás. El **tabique uorrectal** es una capa de mesodermo entre el conducto anorrectal y el seno urogenital primitivo. El extremo del tabique formara el **cuerpo perineal**. En el seno urogenital se pueden distinguir tres porciones: la parte superior y más voluminosa es la **vejiga urinaria**. Al comienzo, la vejiga se continúa con la alantoides, pero cuando la cavidad de ésta se oblitera, el vértice de la vejiga queda unido con el ombligo por un grueso cordón fibroso, **el uraco**. En el adulto también recibe el nombre de **ligamento umbilical medio**. Le sigue un conducto bastante estrecho, la **parte pélvica del seno urogenital**, que en el varón da origen a las porciones prostática y membranosa de la uretra. Por último, se halla la **parte fálica del seno urogenital**. Esta es aplanada de un lado a otro, y como el tubérculo genital crece, experimenta un desplazamiento ventral.



El desarrollo de la parte fálica del seno urogenital difiere considerablemente en uno y otro sexo.

Durante la diferenciación de la cloaca, las porciones caudales de los conductos mesonéfricos se incorporan gradualmente a la pared de la vejiga. En consecuencia, los uréteres, que en un principio eran evaginaciones de los conductos mesonéfricos, entran en la vejiga por separado. El ascenso de los riñones determina que los orificios de los uréteres se desplacen aun más en sentido craneal; los de los conductos se acercan entre sí para penetrar en la uretra prostática y en el varón forman los conductos eyaculadores.

Como los conductos mesonéfricos y los uréteres tienen el mismo origen mesodérmico, la mucosa de la vejiga en la porción formada por incorporación de los conductos (el triángulo vesical) es de origen mesodérmico. Con el tiempo el revestimiento mesodérmico del triángulo es remplazado por epitelio endodérmico, de manera que en definitiva el interior de la vejiga queda revestido completamente por epitelio endodérmico.

Uretra

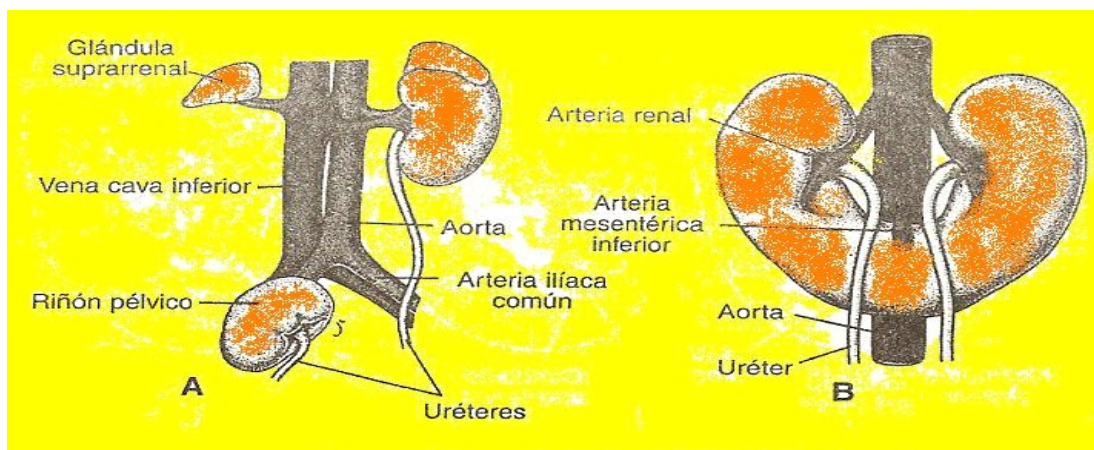
El epitelio de la uretra masculina y femenina es de origen endodérmico, mientras que el tejido conectivo y muscular que la rodea deriva de la hoja esplácnica del mesodermo. Al final del tercer mes, el epitelio de la uretra prostática comienza a proliferar y surgen varias evaginaciones que se introducen en el mesénquima circundante. En el varón, estos brotes originan la glándula prostática. En la mujer, la porción craneal de la uretra da origen a las glándulas uretrales y parauretrales.

ANOMALIAS CONGENITAS Y TUMORES RENALES

RIÑONES ECTÓPICOS

Uno o ambos riñones pueden encontrarse en posición anómala. Por lo general se sitúan por debajo de lo normal y no han girado; por consiguiente, el hilio se halla en posición anterior. La mayoría de los riñones ectópicos se localizan en la pelvis, pero algunos se hallan en la parte inferior del abdomen. Los riñones

pélvicos y otras formas ectópicas, son consecuencia de la falta de ascenso de los riñones. Los riñones pélvicos están cerca uno del otro y se pueden fusionar para formar un riñón discoide. En ocasiones, un riñón cruza al lado opuesto y da lugar a una ectopia renal cruzada con o sin fusión.



A: Riñón pélvico B: Riñón en herradura

RIÑÓN EN HERRADURA

En aproximadamente una de cada 500 personas, los polos de los riñones se encuentran fusionados; por lo general se suelen fusionar los polos inferiores. Alrededor del 7% de las personas que tienen el síndrome de Turner tienen riñones en herradura. El riñón grande en forma de U se encuentra habitualmente en el hipogastrio, anterior a las vertebrae lumbares inferiores. El ascenso normal de los riñones se ve obstaculizado, ya que quedan atrapados por la raíz de la arteria mesentérica inferior. Un riñón en herradura no suele producir ningún síntoma, ya que su sistema colector se desarrolla con normalidad y los uréteres penetran en la vejiga. Cuando el flujo urinario está interrumpido, pueden aparecer síntomas y signos de obstrucción o infección. Los tumores de Wilms son entre 2 y 8 veces más frecuentes en niños con este tipo de riñón que en la población general.

ENFERMEDAD RENAL QUISTICA

La poliquistosis renal es un trastorno autosómico recesivo que se diagnostica en el nacimiento o en el útero con una ecografía. Ambos riñones contienen varios cientos de quistes pequeños, que dan lugar a insuficiencia renal. La muerte del recién nacido se suele producir poco tiempo después de nacer; sin embargo, un número cada vez mayor de estos niños sobrevive gracias a la diálisis posnatal y al trasplante renal. La **nefropatía renal displásica multiquistica** es consecuencia de la dismorfología durante el desarrollo del sistema renal. La respuesta de los niños aquejados de nefropatía renal displásica multiquistica, es generalmente buena, ya que la enfermedad es unilateral en el 75% de los casos, en esta enfermedad se observa menos quistes que en la poliquistosis renal y su tamaño oscila desde escasos milímetros hasta varios centímetros en el mismo riñón.



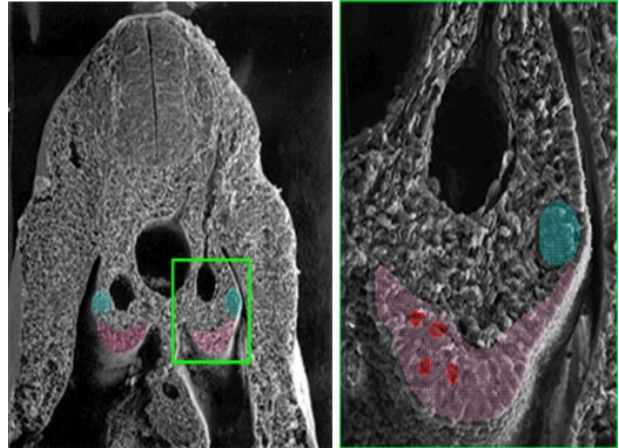
Riñón Poliquístico

Durante muchos años se ha creído que los quistes eran debido a la falta de unión de los derivados del divertículo metanèrico (brote ureteral) con los túbulos procedentes del mesodermo metanèrico. En la actualidad se estima que las estructuras quísticas son dilataciones amplias de partes de la nefronas de otro modo continuas, especialmente las asas de Henle. Se ha relacionado con mutaciones genéticas y señalizaciones defectuosas.

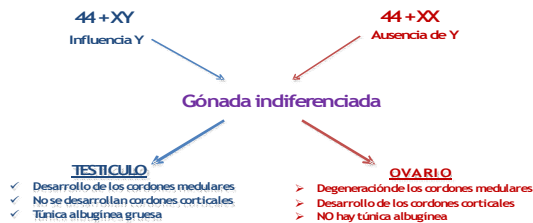
APARATO GENITAL

Aunque el sexo cromosómico y genético de un embrión se determina en el momento de la fundación según el tipo de espermatozoide que fecunde al ovocito, del desarrollo de las características morfológicas masculinas y femeninas no comienzan hasta la séptima semana. Los aparatos genitales iniciales de ambos sexos son similares por tanto, el período inicial de desarrollo genital se denomina **estadio indiferente del desarrollo sexual**.

La diferenciación sexual es un proceso complejo en el que intervienen muchos genes, incluidos algunos que se encuentra en los cromosomas autosómicos. La clave del dimorfismo sexual es el cromosoma **Y**, que contiene el **gen SRY (región determinante del sexo en el cromosoma Y)** sobre su brazo corto (Yp11).



INFLUENCIA DE LAS CELULAS GERMINALES PRIMORDIALES EN LA GONADA INDIFERENCIADA

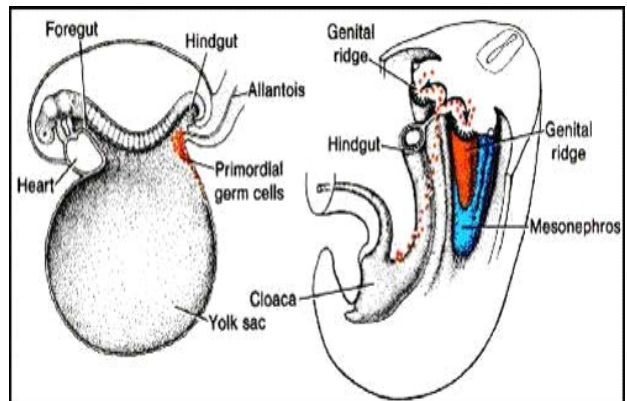


El producto proteico de este gen es un factor de transcripción que inicia una cascada de genes corriente abajo que determinan el destino de los órganos sexuales rudimentarios. La proteína SRY es el **factor determinante testicular**, su presencia lleva al desarrollo en sentido masculino y su ausencia establece el desarrollo en sentido femenino.

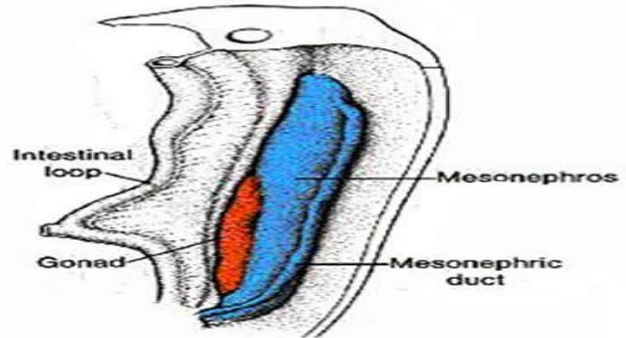
GONADAS

Si bien el sexo del embrión es determinado genéticamente en el momento de la fertilización, las gónadas solo adquieren caracteres morfológicos masculinos o femeninos a partir de la séptima semana del desarrollo.

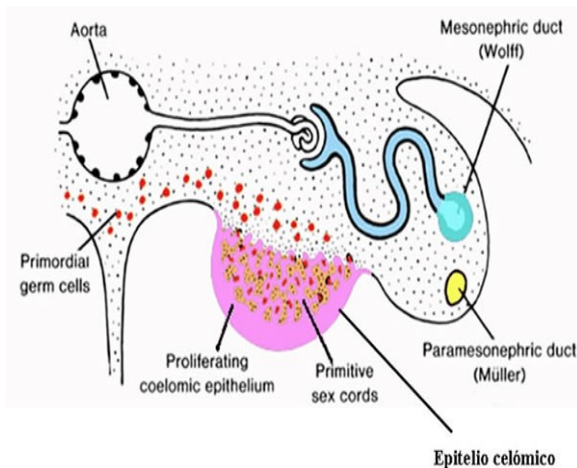
Las gónadas aparecen inicialmente como un par de eminencias longitudinales, los **pliegues o crestas genitales o gonadales**, que se forman por proliferación del epitelio superficial y la condensación del mesénquima subyacente. Las **células germinativas primordiales** solo aparecen en los pliegues genitales desde la sexta semana.



Las células germinales primordiales se observan en una etapa temprana del desarrollo entre las células endodérmicas de la pared del saco vitelino cerca de la alantoides. Emigran por movimientos ameboides a lo largo del mesenterio dorsal del intestino posterior y llegan a las gónadas primitivas (indiferenciadas) al comienzo de la quinta semana e invaden las crestas genitales en la sexta semana.



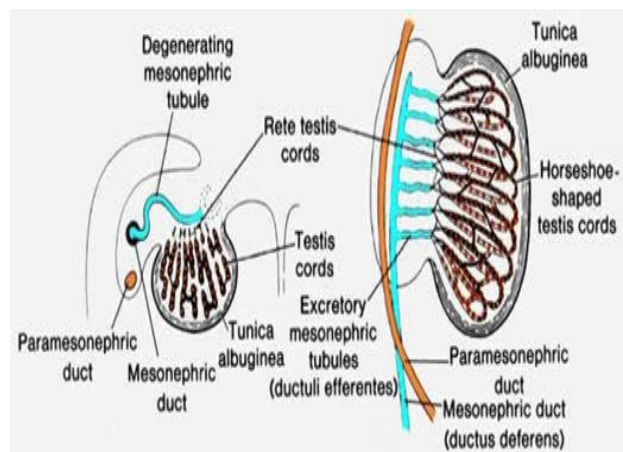
Si no alcanzan a éstas, las gónadas no se desarrollan. Por lo tanto las células germinales primordiales tienen una influencia inductora sobre el desarrollo de la gónada en ovario o testículo.

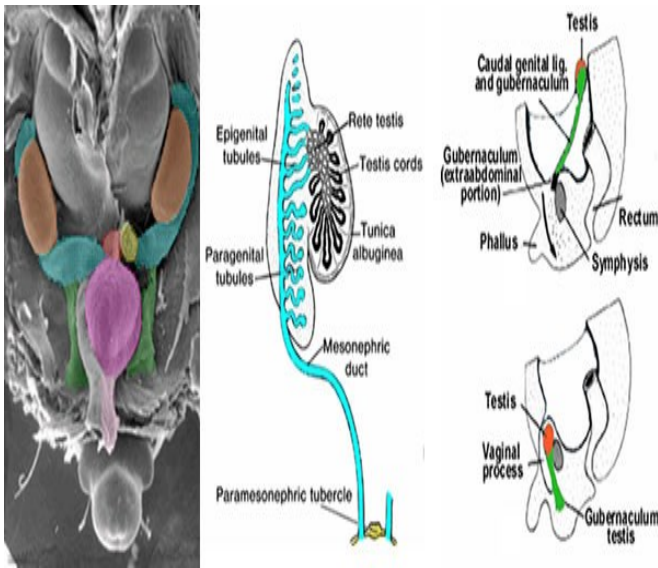


Poco antes de la llegada de las células germinales primordiales, y durante su arribo, el epitelio de la eminencia genital prolifera y las células epiteliales penetran en el mesénquima subyacente, donde forman cordones de forma irregular, los **cordones sexuales primitivos**. En embriones masculinos y femeninos, los cordones están unidos al epitelio superficial, y en esta etapa es imposible diferenciar la gónada masculina y la femenina. En consecuencia, se la llama **gónada indiferente**.

Testículo

Si el embrión es genéticamente masculino, las células germinales primordiales tienen un complemento de cromosomas sexuales XY. Por influencia del gen SRY localizado en el cromosoma Y, que codifica el factor determinantes testicular, los cordones sexuales primitivos siguen proliferando y se introducen profundamente en la medula gonadal para formar los **cordones testiculares o medulares**. Hacia el hilio de la glándula, los cordones se disgregan en una red de filamentos celulares diminutos que posteriormente darán origen a los túbulos de la **red de Haller o rete testis**. Durante el desarrollo ulterior, una capa compacta de tejido fibroso, la túnica albugínea, separa a los cordones del testículo de la superficie epitelial.





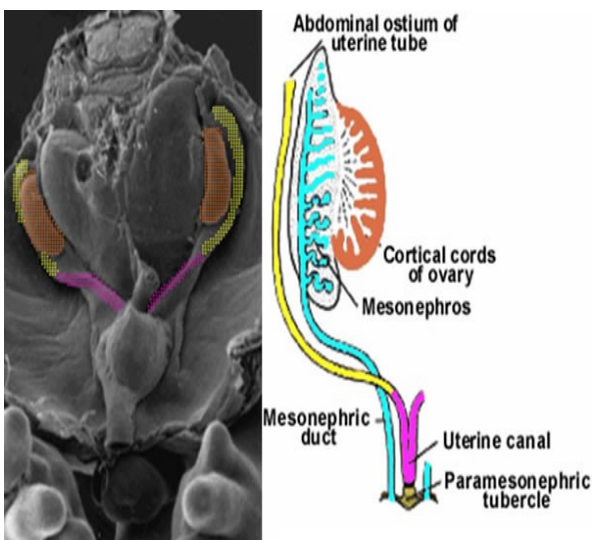
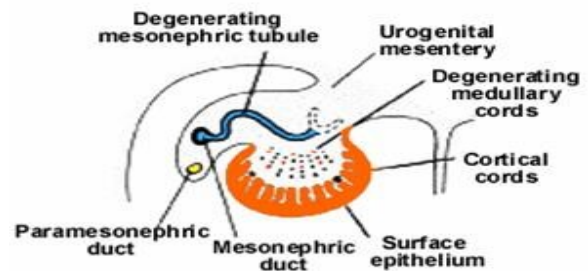
En el cuarto mes, los cordones testiculares toman una forma de herradura y sus extremos se continúan con los de la rete testis. Los cordones testiculares están compuestos en este momento por células germinales primordiales y células **sustentaculares de Sertoli** derivadas del epitelio superficial de la glándula.

Las células intersticiales de Leydig se desarrollan a partir del mesénquima original de la cresta gonadal y se encuentran entre los cordones testiculares. Comienzan a desarrollarse poco después de iniciada la diferenciación de los cordones. En la octava semana de desarrollo, las células de Leydig empiezan a producir **testosterona** y el testículo puede influir entonces en la diferenciación sexual de los conductos genitales y de los genitales externos.

Los cordones testiculares se mantienen macizos hasta la pubertad, cuando se canalizan y dan origen a los **túbulos seminíferos**. Una vez que se ha producido su canalización, estos túbulos se unen a los de la rete testis, los cuales a su vez penetran en los **conductillo eferentes**. Los conductillos eferentes son las porciones remanentes de los túbulos excretores del sistema mesonérfico y actúan como vínculo entre la rete testis y el conducto mesonérfico o de Wolff, que recibe el nombre de conducto deferente.

Ovario

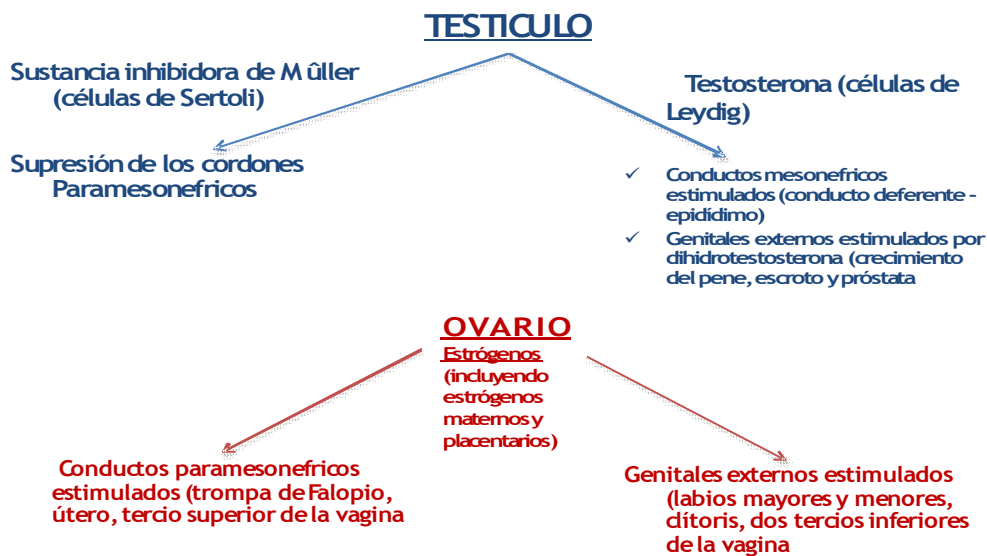
En embriones femeninos con complemento sexual XX y ausencia del cromosoma Y, los cordones sexuales primitivos se disgregan en agrupaciones celulares irregulares. Estas contienen grupos de células germinales primordiales y están situados principalmente en la porción medular del ovario. Mas adelante desaparecen y son sustituidos por un estroma vascularizado que forma **la médula ovárica**.



El epitelio superficial de la gónada femenina, a diferencia de lo que ocurre con la masculina, continúa proliferando. En la séptima semana da origen a una segunda generación de cordones, los **cordones corticales**, que penetran en el mesénquima subyacente aunque permanecen cerca de la superficie. En el cuarto mes, estos cordones también se disgregan en cúmulos celulares aislados, cada uno de ellos alrededor de una o más células germinales primordiales. Las células germinales se convierten posteriormente en **ovogonios**, en tanto que las células epiteliales circundantes, que provienen del epitelio superficial, forman las **células foliculares**.

Se puede afirmar, entonces, que el sexo del embrión es determinado en el momento de la fecundación y depende de que el espermatozoide tenga un cromosoma X o un cromosoma Y. En los embriones con complemento cromosómico sexual XX, los cordones medulares de la gónada experimentan regresión y se desarrolla una generación secundaria de cordones corticales. En embriones con complemento cromosómico sexual XY, los cordones medulares se convierten en cordones testiculares y no se desarrollan cordones corticales secundarios.

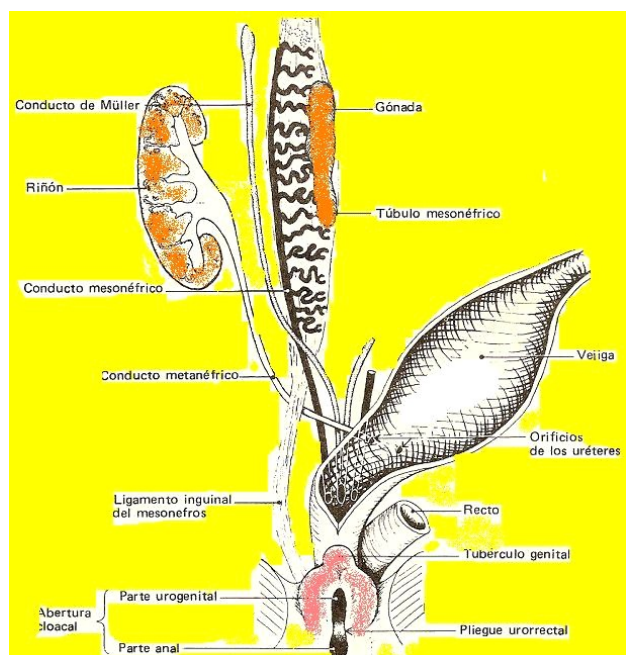
INFLUENCIA DE LAS GLANDULAS SEXUALES SOBRE LA FUTURA DIFERENCIACION SEXUAL



CONDUCTOS GENITALES

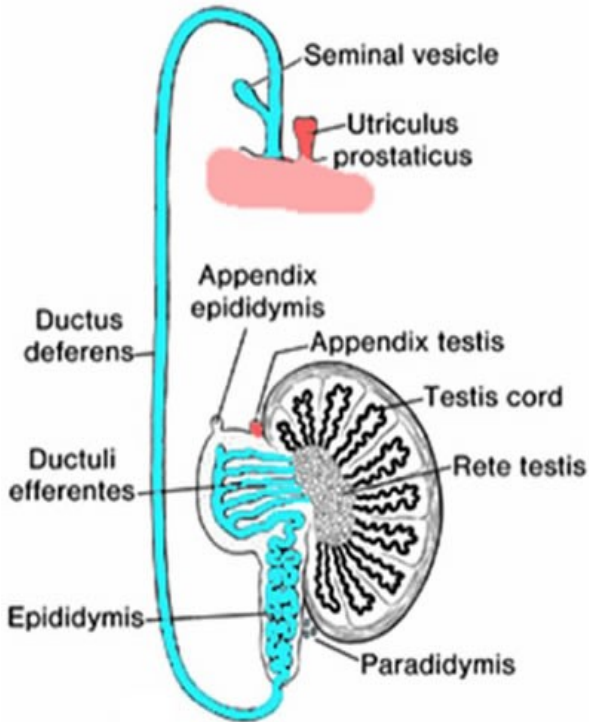
Período indiferente

Tanto los embriones masculinos como las femeninos tienen inicialmente dos pares de conductos genitales: los **conductos mesonefricos o de Wolff** y los **conductos paramesonefricos o de Müller**. El conducto paramesonefrico aparece como una evaginación longitudinal del epitelio superficial en la cara anterolateral de la cresta urogenital. Cranealmente el conducto desemboca en la cavidad abdominal por medio de una estructura infundibuliforme. En sentido caudal, el primero se sitúa por fuera del conducto mesonefrico, pero después lo cruza ventralmente y se desarrolla en dirección caudal e interna. En la línea media, se pone en íntimo contacto con el conducto paramesonefrico del lado opuesto. Los dos conductos están separados al comienzo por un tabique, pero después se fusionan para formar el conducto uterino. El extremo caudal de los conductos combinados se proyecta hacia la pared posterior del seno urogenital, donde produce un pequeño abultamiento, el tubérculo paramesonefrico o de Müller. Los conductos mesonefricos desembocan en el seno urogenital a cada lado del tubérculo de Müller.



Conductos genitales masculinos

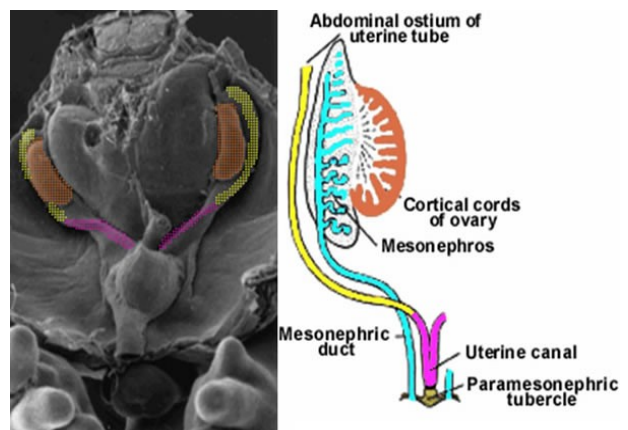
Con la regresión del mesonefros, algunos túbulos excretores, los **túbulos epigenitales**, establecen contacto con los cordones de la rete testis y por último forman los **conductillos eferentes** del testículo. Los túbulos excretores en el polo caudal del testículo, los **túbulos paragenitales**, no se unen con los cordones de la rete testis. En conjunto los vestigios de estos conductillos se denominan **paradidimo**.

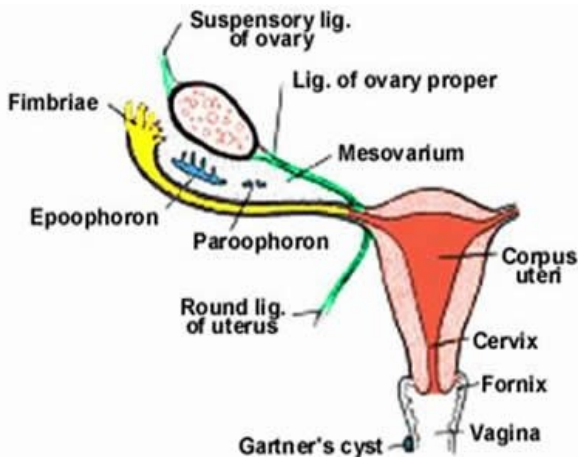


Excepto en su porción más craneal denominada apéndice del epidídimo, los conductos mesonefricos persisten por acción de la **testosterona** producida por las células de Leydig y forman los conductos genitales principales; paralelamente, los conductos paramefricos o de Müller involucionan por acción de la hormona **antimülleriana o factor inhibidor de Müller (FIM)** producida por las células de Sertoli. Inmediatamente por debajo de la desembocadura de los conductillos eferentes, los conductos mesonefricos se alargan y se arrollan sobre si mismos, y dan lugar al **conducto del epidídimo**. Desde la cola del epidídimo hasta la evaginación de la vesícula seminal, los conductos mesonefricos adquieren una gruesa túnica muscular y se denominan **conductos deferentes**. Más allá de la vesícula seminal recibe el nombre de **conducto eyaculador**. En el varón el conducto paramefrico degenera por influencia del FIM, excepto una pequeña porción de su extremo craneal, el **apéndice del testículo**.

Conductos genitales femeninos

Los conductos paramefricos se convierten en los conductos genitales principales femeninos, al comienzo se identifican tres porciones en cada conducto: a) una porción craneal vertical, que desemboca en la cavidad abdominal; b) una porción horizontal, que atraviesa el conducto mesonefrico, y c) una porción caudal vertical, que se fusiona con la correspondiente del lado opuesto. Al producirse el descenso del ovario, las dos primeras porciones se convierten en la **trompa uterina o de Falopio** y las partes caudales fusionadas forman el conducto uterino. Cuando la segunda parte del conducto paramefrico sigue una dirección caudal e interna, las crestas urogenitales poco a poco se sitúan en un plano transversal.

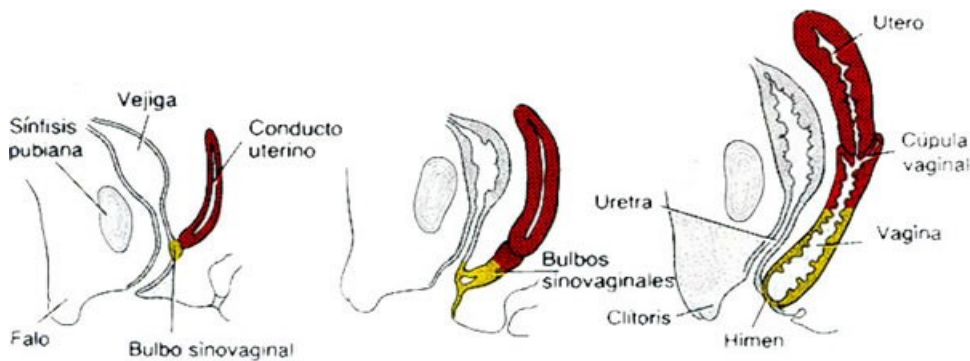




Después de que los conductos se han fusionado en la línea media, se forma un repliegue pelviano transversal ancho. Este pliegue, que se extiende de cada lado de los conductos paramesonefricos fusionados hasta la pared pelviana, se llama ligamento ancho del útero. En su borde superior esta la trompa uterina y en la superficie posterior el ovario. El útero y los ligamentos anchos dividen a la cavidad pélvica en **el fondo de saco vesicouterino** y **el fondo de saco rectouterino**. Los conductos paramesonefricos, por influencia del **estrógeno** producido en el ovario materno y placenta, dan origen a las trompas de Falopio, al cuerpo y al cuello del útero y a la porción superior de la vagina.

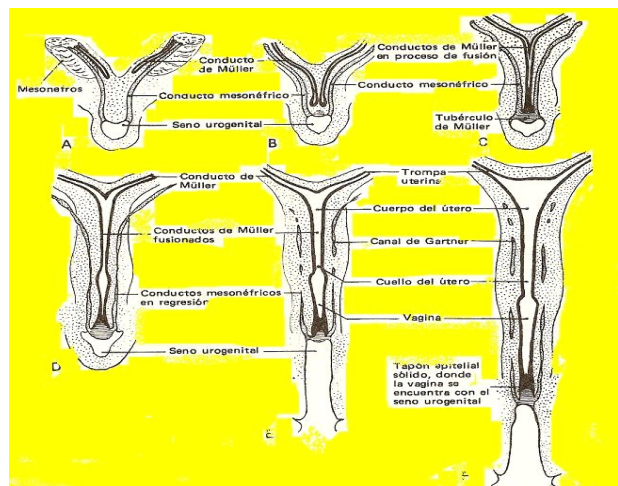
Vagina

Poco después de que el extremo macizo de los conductos paramesonefricos ha llegado al seno urogenital, dos evaginaciones macizas se extienden desde la parte pélvica del seno. Estas evaginaciones llamadas **bulbos senovaginales**, proliferan y forman la **lámina vaginal** maciza. La proliferación continúa en el extremo craneal de la lámina y aumenta de tal manera la distancia entre el útero y el seno urogenital. En el quinto mes del desarrollo la evaginación vaginal esta completamente canalizada. Las prolongaciones a manera de alas de la vagina alrededor del extremo del útero, los **fondos de saco vaginales**, son de origen paramesonefrico. De tal modo, la vagina tiene dos orígenes, ya que el tercio superior deriva del conducto uterino y los dos tercios inferiores del seno urogenital.



La luz de la vagina permanece separada de la luz del seno urogenital por una lámina delgada, el **himen**, formado por el revestimiento epitelial del seno y una delgada capa de células vaginales. Generalmente se forma en el himen un pequeño orificio durante la vida perinatal.

En la mujer pueden encontrarse algunos restos de los túbulos excretores craneales y caudales en el mesoovarios, donde forman el **epooforo** y el **paraooforo**, respectivamente. El conducto mesonefrico desaparece por completo excepto una pequeña porción craneal que se encuentra en el epooforo y, en ocasiones, una pequeña porción caudal que puede observarse en la pared del útero o de la vagina. Estos pueden formar mas adelante un quiste, llamado **quiste de Gartner**.

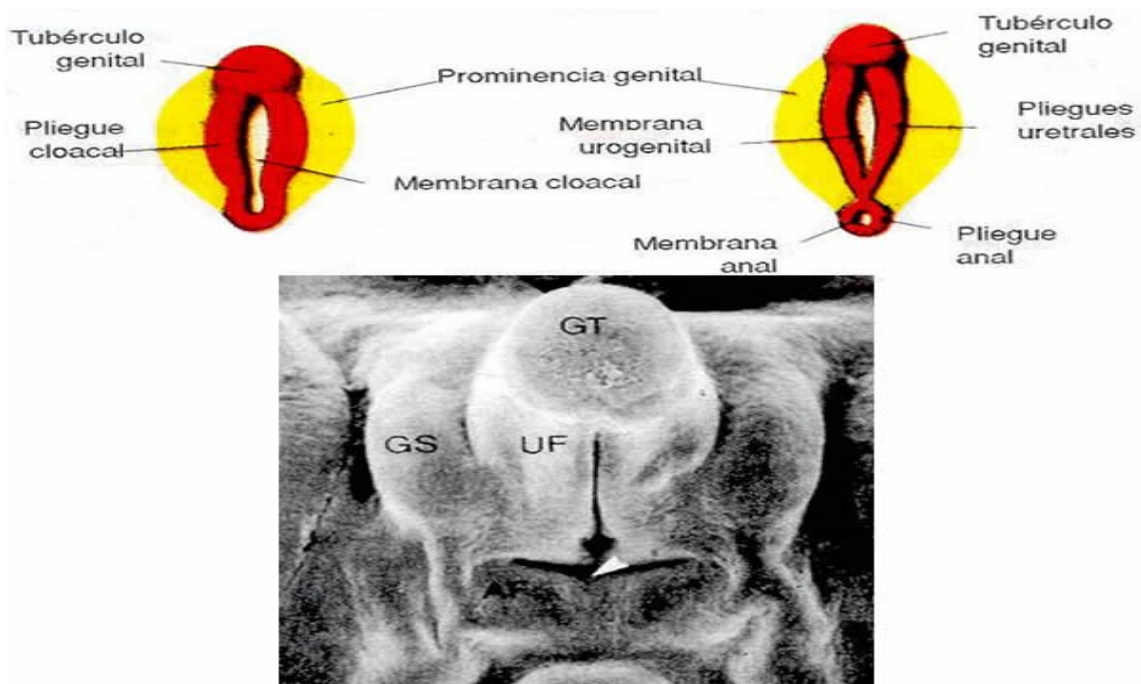


GENITALES EXTERNOS

Período indiferente

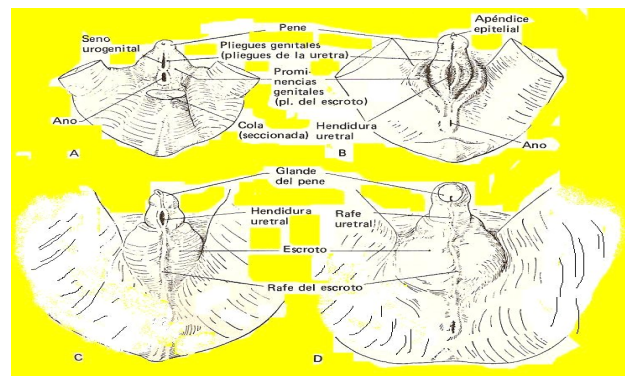
En la tercera semana del desarrollo, las células mesenquimatosas originadas en la región de la línea primitiva emigran alrededor de la membrana cloacal y forman un par de **pliegues cloacales** ligeramente elevados. Craneales a la membrana cloacal, los pliegues se unen para formar el **tubérculo genital**. Caudalmente, se subdividen en los **pliegues uretrales** por delante y **pliegues anales** por detrás.

Entretanto a cada lado de los pliegues uretrales se advierte otro par de elevaciones, las **eminencias genitales**, que en el varón formaran mas adelante la **eminencias escrotales** y en la mujer, los **labios mayores**. Sin embargo, al final de la sexta semana es imposible diferenciar el eso de los embriones.

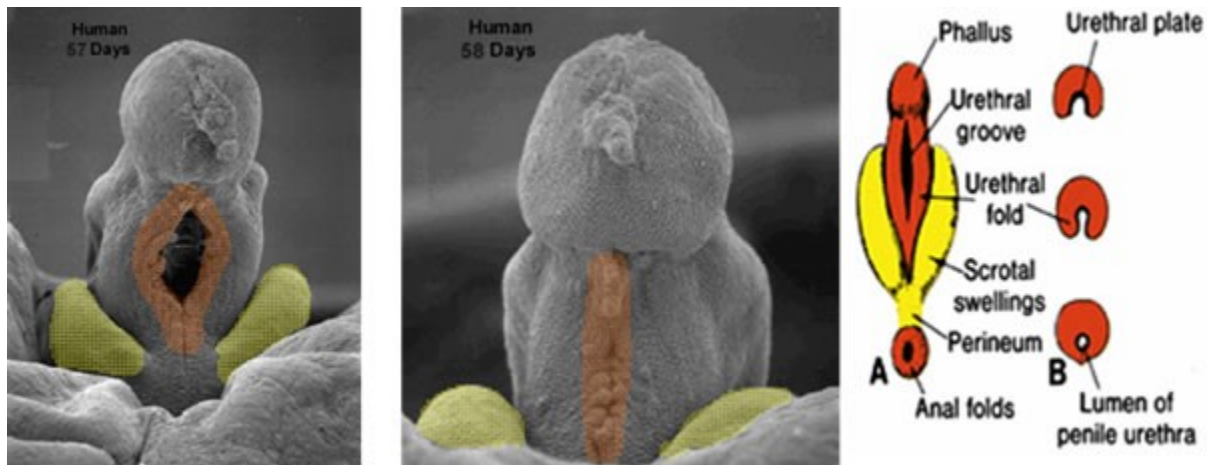


Genitales externos masculinos

El desarrollo de los genitales externos masculinos se halla bajo la influencia de andrógenos (dihidrotestosterona) secretados por los testículos fetales (células de Leydig) y se caracteriza por el alargamiento rápido del tubérculo genital, que en esta etapa se denomina **falo**. En su elongación, el falo tracciona hacia adelante los pliegues uretrales de manera que forman las paredes laterales del **surco uretral**. Este surco se extiende a lo largo de la superficie caudal del falo alargado, pero no llega a la porción más distal llamada glande. El revestimiento epitelial del surco es de origen endodérmico y forma la **lámina uretral**.



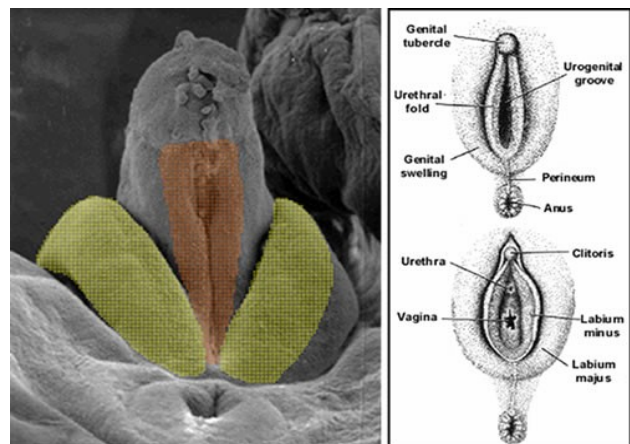
Al final del tercer mes, los dos pliegues uretrales se cierran sobre la lámina uretral y dan lugar a la uretra peniana. Este conducto no alcanza el extremo del falo. La porción mas distal de la uretra se forma durante el cuarto mes, cuando las células ectodérmicas del extremo del glande penetran en el interior y constituyen un cordón epitelial corto. Este cordón experimenta luego una canalización y aparece el meato uretral externo.



Las eminencias genitales, que en el varón se denominan eminencias escrotales, están situadas en la región inguinal. Con el desarrollo posterior se desplazan caudalmente, y cada una contribuye a la mitad del escroto; están separadas entre si por el **tabique escrotal**.

Genitales externos femeninos

Los estrógenos estimulan el desarrollo de los genitales externos femeninos. El tubérculo genital se alarga apenas ligeramente y forma el **clítoris**; los pliegues uretrales no se fusionan, como en el varón, sino que se transforman en los **labios menores**. Las eminencias genitales se agrandan y constituyen los labios mayores. El surco urogenital queda abierto y da lugar al **vestíbulo**. Si bien en la mujer el tubérculo genital no se alarga en gran medida, es mas grande que en el varón durante los primeros períodos de vida intrauterina. En efecto el empleo de la longitud del tubérculo (monitorizado por ecografía) como parámetro ha llevado a errores de identidad del sexo durante el tercero y el cuarto mes de la gestación.



Descenso de los testículos

Al final del segundo mes de vida intrauterina, el testículo y el mesonefros están unidos a la pared abdominal posterior por el mesenterio urogenital. Cuando tiene lugar la degeneración del mesonefros, la banda de inserción sirve como mesenterio a la gónada. Caudalmente se torna ligamentoso y se le denomina ligamento genital caudal. Desde el polo caudal del testículo se extiende también una condensación mesenquimatosa rica en matrices extracelulares, el gubernáculo. Antes de que el testículo descienda, esta banda de mesénquima termina en la región inguinal, entre los músculos abdominales oblicuos interno y externo en vías de diferenciación. Mas adelante, cuando el testículo comienza a descender al anillo inguinal, se forma la porción extraabdominal del gubernáculo, que crece desde la región inguinal hacia las eminencias escrotales. En el momento en que el testículo pasa por el conducto inguinal, esta porción extra abdominal toma contacto con el piso escrotal (el gubernáculo también se forma en la mujer, pero en casos normales mantiene su forma rudimentaria).

No están aclarados por completo los factores que controlan el descenso del testículo. No obstante, una evaginación de la porción extraabdominal del gubernáculo pare producir su migración intraabdominal; el aumento de la presión intraabdominal como consecuencia del crecimiento del órgano determinaría su paso por el conducto inguinal, y la regresión de la porción extraabdominal del gubernáculo completaría el movimiento de los testículos hacia el escroto. Normalmente el testículo alcanza la región inguinal a las doce

semanas de gestación, migra a través del conducto inguinal alrededor de las 28 semanas y alcanza el escroto a las 33 semanas. Sin duda el proceso está influido por hormonas y en él intervendría los andrógenos y el FIM. Durante el descenso, se mantiene la irrigación sanguínea desde la aorta y los vasos espermáticos se extienden desde el nivel lumbar de nacimiento hasta el testículo en el escroto.

El testículo desciende por el anillo inguinal y sobe el borde del pubis hasta llegar al pliegue escrotal en el momento del nacimiento. Es cubierto luego por la reflexión de un pliegue del proceso vaginal. La capa de peritoneo que cubre el testículo se llama hoja visceral de la túnica vaginal; el resto del saco peritoneal se forma la hoja parietal de la túnica vaginal.

Descenso de los ovarios

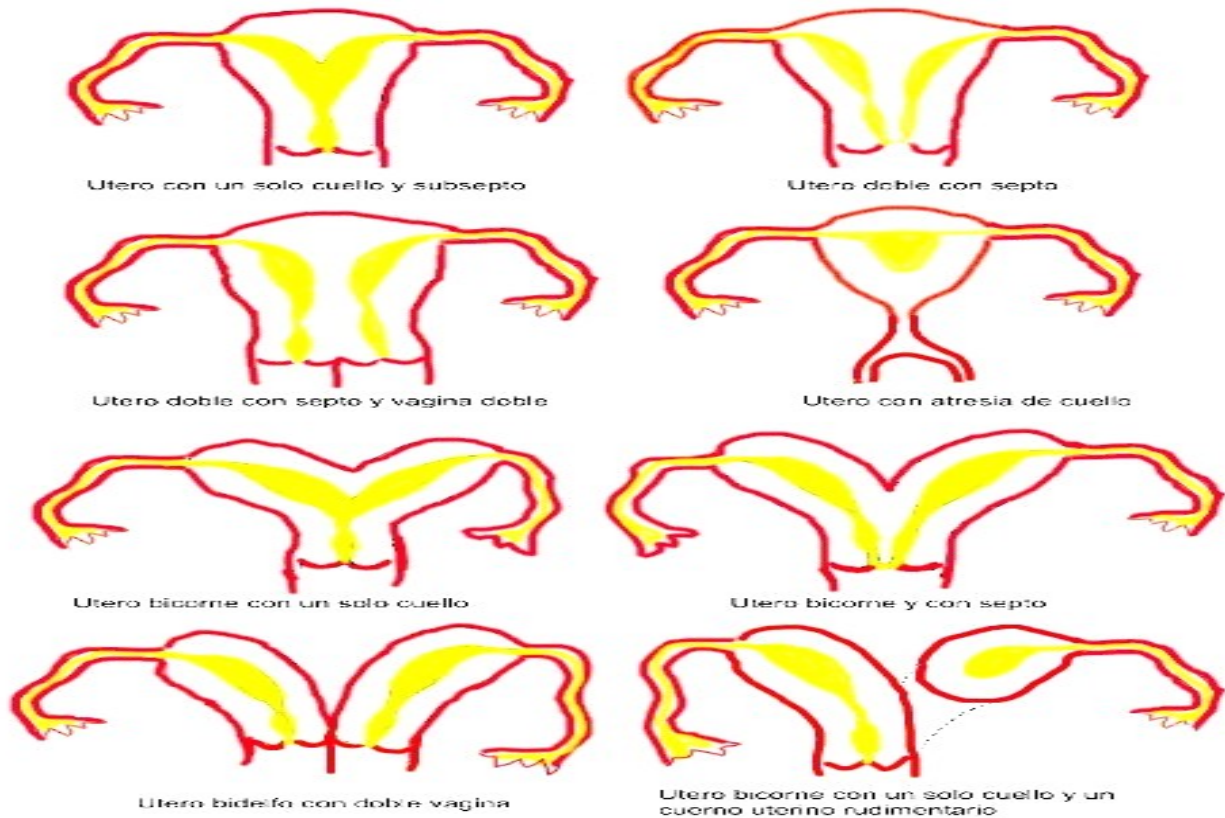
En la mujer, el descenso de las gónadas es considerablemente menor que en el varón, y los ovarios, por último, se sitúan inmediatamente por debajo del borde de la pelvis verdadera. El ligamento genital craneal forma el ligamento *suspensorio* del ovario, mientras que el ligamento genital caudal origina el *ligamento uteroovarico o ligamento ovárico propio* y el *ligamento redondo del útero* que se extiende hasta los labios mayores.

ANOMALÍAS CONGENITAS

DEFECTO UTERINOS Y VAGINALES

Las duplicaciones del útero son la consecuencia de la falta de fusión de los conductos paramesonefricos u de Müller en una región localizada o a lo largo de la línea normal de fusión. En su forma más extrema el *útero es doble (útero didelfo)*, y en la variante menos grave solo presenta una pequeña indentación en la parte media (*útero arqueado*). Una anomalía relativamente frecuente es el útero bicorne, en la que éste presenta dos cuernos que desembocan en una vagina única. Esta característica es normal en muchos mamíferos que están por debajo de los primates en la escala zoológica.

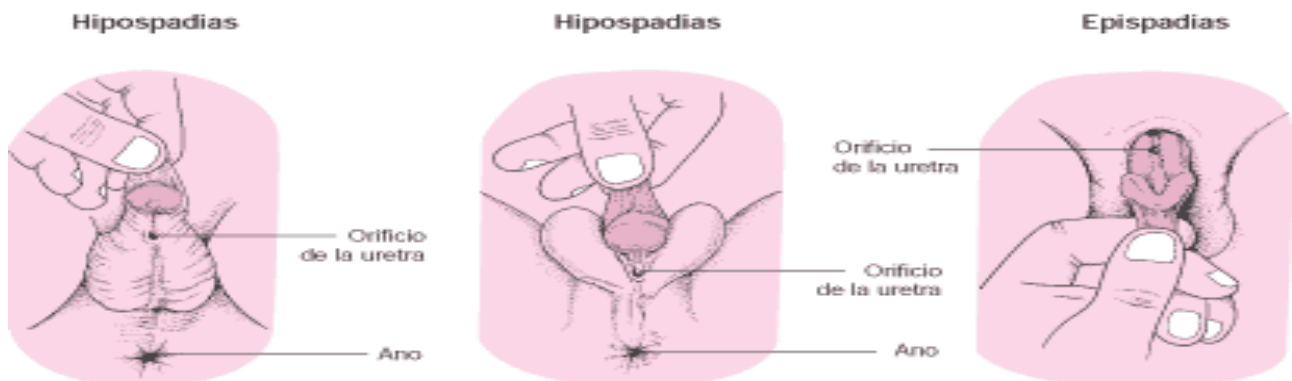
En pacientes con atresia parcial o completa de uno de los conductos paramesonefricos, a porción rudimentaria se presenta en forma de apéndice de la parte bien desarrollada. Como su luz no se comunica por lo regular con la vagina, a menudo sobreviene complicaciones: *útero bicorne unicolis* (con un solo cuello uterino) con un *cuerno rudimentario*. Cuando la atresia compromete ambos lados, puede producirse atresia del cuello uterino. Si los bulbos senovaginales no se fusionan o no se desarrollan, el resultado será la *duplicación o la atresia de la vagina*, respectivamente. En el último caso, el orificio del cuello uterino suele estar rodeado por un pequeño saco vaginal que se origina en los conductos paramesonefricos.



ANOMALÍAS DE LOS GENITALES MASCULINOS

El **Hipospadias** se produce cuando la fusión de los pliegues uretrales es incompleta, y se observan en la cara ventral del pene unas aberturas anormales de la uretra, por lo general cerca del glande, a lo largo del cuerpo del pene o cerca de su base. En casos poco frecuentes, el defecto se extiende hasta el rafe escrotal. Cuando falta por completo la fusión de los pliegues uretrales se forma una hendidura sagital de gran tamaño que corre a lo largo del pene y del escroto, y los pliegues escrotales se asemejan los labios mayores de la mujer.

En el **Epispadias** la desembocadura del meato de l uretra se encuentra en el dorso del pene. En lugar de haberse desarrollado en el borde anterior de la membrana cloacal, el tubérculo genital parece haberse formado en la región del tabique uorrectal. en consecuencia, parte de la membrana cloacal ocupa un sitio craneal con respecto al tubérculo genital, y cuando esta membrana se rompe, la desembocadura del seno urogenital se sitúa en el sector craneal del pene. Aun cuando esta anomalía puede presentarse como un defecto aislado, con frecuencia se acompaña de extrofia vesical.





En la **extrofia vesical**, de la cual el Epispadias es una característica constante, la mucosa de la vejiga queda expuesta al exterior. En condiciones normales, la pared abdominal que se encuentra por delante de la vejiga esta formada por el mesodermo de la línea primitiva, que emigra alrededor de la membrana cloacal. Cuando no se produce esta migración, la rotura de la membrana cloacal puede extenderse en dirección craneal y se produce de tal modo la extrofia de la vejiga.

El **micropene** es el resultado del estímulo androgénico (testosterona) insuficiente para el crecimiento de los genitales externos. Habitualmente es causado por hipogonadismo primario o por disfunción hipotalámico o hipofisario. Por definición, el pene, medido a lo largo de la superficie dorsal desde el pubis hasta el extremo mientras se lo mantiene extendido contra una resistencia, tiene una longitud de 2,5 desviaciones estándar por debajo de la media.

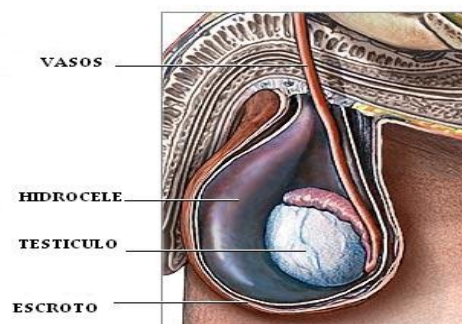


El **pene bífido o pene doble** puede producirse por la división del tubérculo genital



HERNIAS Y CRIPTORQUIDIA

La comunicación entre la cavidad abdominal y el proceso vaginal en el saco escrotal se cierra en el primer año de vida. Si esta vía queda abierta, las asas intestinales pueden descender al escroto y ocasionar una hernia escrotal congénita. La obliteración de este conducto es a veces irregular y deja en su trayecto pequeños quistes. Más adelante estos quistes secretan líquido, lo cual origina el **hidrocele del testículo** o del **cordón espermático**.



Hidrocele

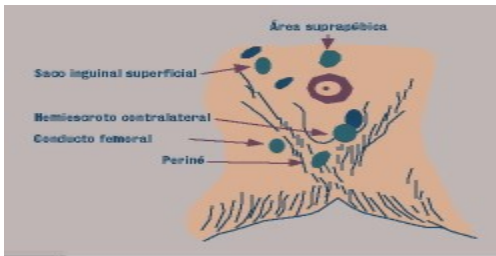


Figura 3 Localización más frecuente de los testículos ectópicos.

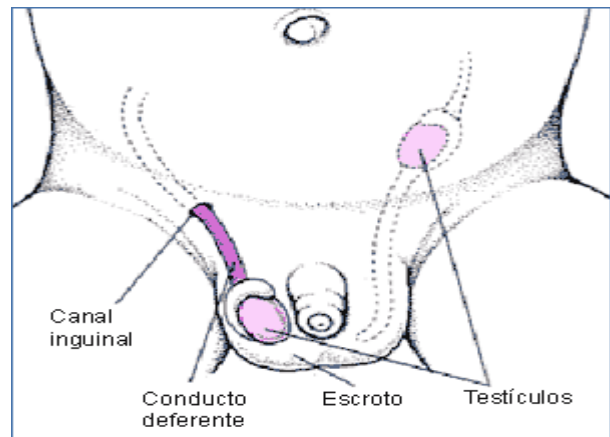


Figura 4 Exploración física en la ectopía testicular.



Figura 5A y B Exploración física en el testículo no descendido.

En el 97% de los varones los testículos están presentes en el escroto antes del nacimiento. En la mayor parte de los casos restantes, el descenso se puede completar durante los tres primeros meses de vida posnatal. Sin embargo en menos del 1%, uno o ambos testículos no descienden. Este estado se denomina **Criptorquidia**, y podría ser causado por la producción disminuida de andrógenos (testosterona). En el testículo ectópico no se forman espermatozoides maduros, y la criptorquidia está asociada con un 3 a 5% de incidencia de anomalías renales.



Criptorquidia

Bibliografía y Webgrafía:

Moore, P. Embriología Clínica. Editorial ELSEVIER 7ª Edición
 Langman, J. Embriología Médica. Editorial médica Panamericana 9ª Edición.
 Langman, J. Embriología Médica. Editorial médica Panamericana 10ª Edición.
www.virtual.unal.edu.co/.../3-7genitales.html
escuela.med.puc.cl/.../patologia771-778.html