

UroImAgen

Tratado de **Urología** en Imágenes

Reservados todos los derechos de los propietarios del copyright.

Prohibida la reproducción total o parcial de cualquiera de los contenidos de la obra.

© **Editores: Ángel Villar-Martín, Jesús Moreno Sierra, Jesús Salinas Casado**

© Los autores

© Editorial: LOKI & DIMAS

El contenido de esta publicación se presenta como un servicio a la profesión médica, reflejando las opiniones, conclusiones o hallazgos de los autores. Dichas opiniones, conclusiones o hallazgos no son necesariamente los de Almirall, por lo que no asume ninguna responsabilidad sobre la inclusión de los mismos en esta publicación.

ISBN: 978-84-940671-7-4

Depósito legal: M-24989-2013

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti

EMBRIOLOGÍA DEL APARATO URINARIO

INTRODUCCIÓN.....	3
DESARROLLO DEL RIÑÓN Y LOS URÉTERES	4
DESARROLLO DEL SISTEMA COLECTOR Y EXCRETOR DEL RIÑÓN....	8
DESARROLLO DE LA VEJIGA URINARIA Y LA URETRA	12
RESUMEN.....	14
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	15

EMBRIOLOGÍA DEL APARATO URINARIO

Crótida de la Cuadra Blanco, Emilio Calvo Herranz, Juan Ramón Ruiz Mez-cua, José Vicente Sanz Casado.

Departamento de Anatomía y Embriología Humana II. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid.

INTRODUCCIÓN

El aparato genitourinario deriva de la hoja intermedia embrionaria, el mesodermo.

El mesodermo se estructura en mesodermo axial o **notocorda**, mesodermo paraaxial o **somitos**, mesodermo intermedio, yema intermedia o **cordón nefrónico** y el mesodermo lateral, con la **esplacnopleura** y **somatopleura**, que delimitan la cavidad celómica (**Figura 1**).

El aparato urinario está estrechamente asociado, en su desarrollo, al aparato genital y ambos derivan del mesodermo intermedio, situado a lo largo de la pared posterior de la cavidad abdominal. Ambos sistemas, en

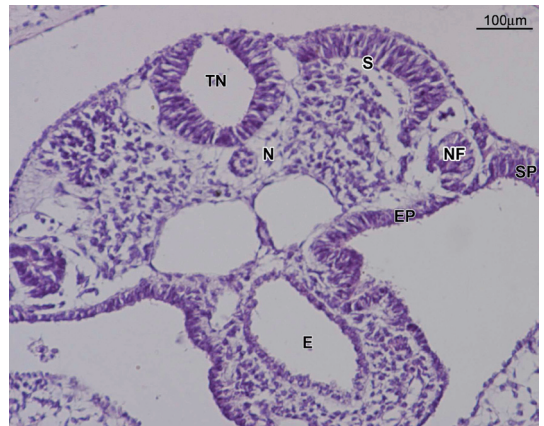


Figura 1. Embrión humano GV-5 de 5 mm de longitud vértex-cóccix (v.c.) x10 aumentos. Corte transversal. **E:** Endodermo o tubo digestivo primitivo; **N:** Notocorda; **S:** Somitos o mesodermo paraaxial segmentado; **NF:** Nefrotomos o mesodermo intermedio; **EP:** Esplacnopleura; **SP:** Somatopleura (delimitando la cavidad celómica).

estadios iniciales del desarrollo, tienen el mismo conducto que desemboca con el intestino en una cavidad común, la cloaca. En el adulto varón, la parte distal del aparato urinario y genital es común y, en la mujer, son independientes.

DESARROLLO DEL RIÑÓN Y LOS URÉTERES

En los vertebrados inferiores, el mesodermo intermedio forma unas evaginaciones epiteliales llamados *nefrotomos*, que contienen una cavidad, el *nefrocele*, que comunica con la cavidad celómica delimitada entre la esplacnopleura y la somatopleura.

En los embriones humanos, el mesodermo intermedio o *cordón nefrógeno* comunica a intervalos irregulares con el epitelio celómico. Al igual que los somitos, el cordón nefrógeno se segmenta en dirección cráneo-caudal formando los *nefrotomos*, los cuales forman una cavidad.

Dorsal al cordón nefrógeno, se forma una condensación celular, el *cordón excretor primario*. En estadios más avanzados, el cordón excretor primario se alarga e incurva hacia delante para desembocar en la cloaca, momento en el que podemos hablar de *conducto excretor primario*.

Durante el desarrollo embrionario humano y a partir del cordón nefrógeno, aparecen tres sistemas: el pronefros, mesonefros y metanefros. Estas partes se desarrollan secuencialmente en dirección craneocaudal, y ligeramente superpuestos, en el tiempo (**Figura 2**).

a) Pronefros.

Aparecen al principio de la cuarta semana del desarrollo (embriones de 3 mm de longitud v.c. -longitud vértex cóccix; longitud máxima del embrión o feto medida desde el vértex del cráneo hasta el cóccix-) como condensaciones celulares aisladas en la región de

los somitos occipitales y cervicales, segmentos primitivos 4 a 14. Son formaciones que desaparecen según se desarrollan las más caudales y regresan completamente al final de la cuarta semana del desarrollo (embriones de 5 mm de longitud v.c.). Son estructuras vestigiales que, antes de desaparecer, forman el conducto excretor primario, aunque no comunican con él. Induce la formación del cordón nefrógeno a mesonefros.

b) Mesonefros.

Son formaciones ovaladas que aparecen en la cuarta semana del desarrollo (embriones de 4 mm de longitud v.c.), caudales al pronefros y que se mantienen hasta el final del periodo embrionario, octava semana del desarrollo (Figura 3).

Derivan del mesodermo intermedio entre los segmentos sexto cervical a tercero lumbar.

El mesonefros está formado por **cordones mesonéfricos**, en número de 35 a 40 provesículas, que formarán los **túbulos mesonéfricos**. Dichos túbulos se

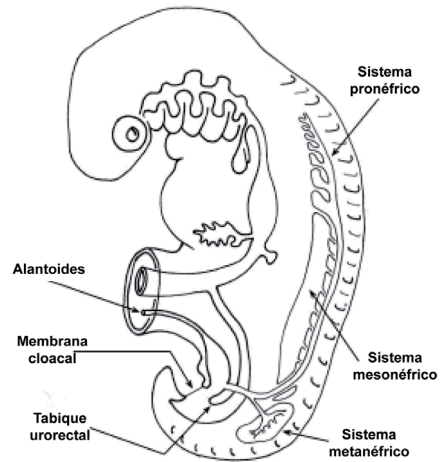


Figura 2. Sistemas urogénicos.



Figura 3. Embrión humano PT de 4,8 mm de longitud v.c. (5 semanas) x10 aumentos. Sección transversal a nivel de la raíz de la extremidad inferior. Las vesículas mesonéfricas (MSN) producen una protusión del epitelio celómico de la pared posterior y se comunica lateralmente con el conducto mesonefrico o de Wolff (W). También, E: endodermo o tubo digestivo primitivo; A: aorta dorsal.

alargan por su extremo medial alrededor de un ovillo capilar para formar el **glomérulo**, mientras que, lateralmente, se prolongan e incurvan para conectar dorsolateralmente con el conducto excretor primario, ahora llamado **conducto mesonéfrico (o de Wolff)**. Al principio, hay un túbulo por cada somito, pero, posteriormente, se desarrollan más que el número de somitos. En embriones de seis semanas (8-11 mm longitud v.c.), el mesonefros forma un relieve bilateral en la pared posterior del abdomen, lateral a la gónada. El relieve producido por ambos órganos se denomina **cresta urogenital (Figura 4)**.

A partir de la séptima semana del desarrollo embrionario, comienza la regresión del mesonefros y sólo persisten los túbulos mesonéfricos (o de Wolff) en vecindad a la gónada en el varón, que se transformarán en los conductillos eferentes, interpuestos entre la rete testis y el epidídimo, éste último derivado del conducto mesonéfrico (de Wolff); mientras que, en la mujer, el mesonefros forma el “*epoophoron*”, un órgano rudimentario. Los conductillos más caudales del mesonefros forman una estructura rudimentaria que es el paradídimo en el hombre y el paraóforo en la mujer.

Las arterias mesonéfricas surgen como ramas perpendiculares de las caras laterales de la aorta dorsal a nivel torácico y lumbar. Estos vasos se forman y degeneran con los glomérulos que irrigan.

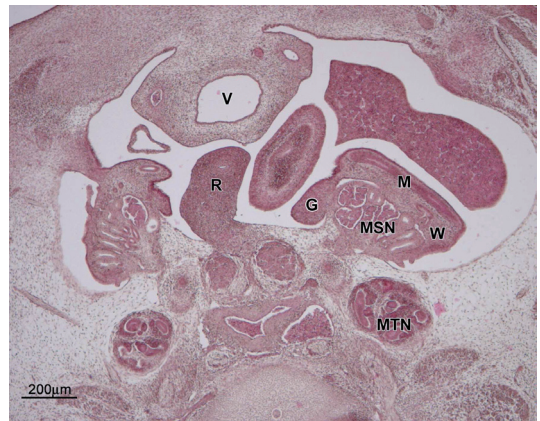


Figura 4. Embrión Humano ESC-14 de 17 mm v.c. (7 semanas) x4 aumentos. Sección transversal abdominal. La cresta urogenital hace prominencia en la cavidad abdominal y está separada de la pared posterior por un meso. Formada, en dirección medio-lateral, por la gónada indiferenciada (G), el mesonefros (MSN), los conductos mesonéfricos o de Wolff (W) y pamesonéfrico o de Müller (M). Los túbulos mesonéfricos por su extremo lateral comunican con el conducto de Wolff. El riñón definitivo, metanefros, en este momento del desarrollo se localiza al mismo nivel que el mesonefros en vías de involución y que persiste a nivel gonadal.

c) Metanefros: el riñón definitivo.

El primordio de los riñones permanentes surge a principios de la sexta semana del desarrollo (8 mm de longitud v.c.) y comienzan a funcionar entre la 10-12ª semana del desarrollo.

En el desarrollo del riñón existe una importante interacción epitelio-mesenquimal entre el sistema excretor y colector. El sistema colector se forma a partir de la **yema ureteral**, que aparece en la cuarta semana del desarrollo (4 mm de longitud v.c.), como evaginación del *conducto mesonéfrico (o de Wolff)* cuando éste se incurva, a nivel del primer somito sacro, para desembocar en la cloaca. En la quinta semana del desarrollo (6 mm de longitud v.c.), la yema ureteral forma brotes secundarios y contacta e interactúa con el blastema metanefrítico, a la altura del 2º al 3º segmento sacro, para formar el riñón definitivo (**Figura 5**).

Cuando contacta la yema ureteral y el blastema metanefrítico el metanefros comienza su diferenciación y asciende (**Figura 6**). Al ascender el metanefros, arrastra al uréter y su vascularización hasta alcanzar la cápsula suprarrenal al final del periodo embrionario (**Figura 7**).

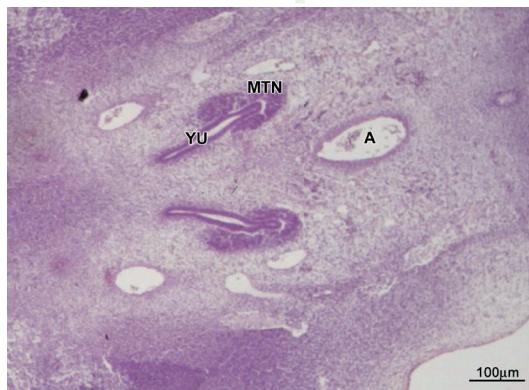


Figura 5. Embrión Humano PH de 11 mm v.c. (6 semanas). X20 aumentos. Corte transversal a nivel de la raíz de los miembros inferiores. Metanefros (MTN) por delante de la aorta dorsal (A). La yema ureteral (YU) interactúa con el mesénquima metanefrítico para formar el riñón definitivo, que iniciará su ascenso.



Figura 6. Embrión Humano CAS-20 de 20 mm de longitud v.c. (7 semanas). x10 aumentos. Sección transversal abdominal. El metanefros (MTN) o riñón definitivo, en su ascenso, se localiza a la misma altura que la gónada (G) y el mesonefros (MSN). W: conducto mesonéfrico o de Wolff; M: conducto pamesonéfrico o de Müller.

En el desarrollo normal del riñón es muy importante la dirección de la yema ureteral como el trayecto y recorrido del blastema metanefrítico. Cualquier alteración en esta fase producirá malformaciones como los riñones en herradura o el riñón ectópico.

DESARROLLO DEL SISTEMA COLECTOR Y EXCRETOR DEL RIÑÓN

Sistema colector

La yema ureteral aparece como una evaginación del *conducto mesonéfrico* (o de *Wolff*) y termina desembocando independientemente en el seno urogenital, división ventral de la cloaca (**Figura 8**). El extremo craneal de la yema ureteral se dilata para formar la **pelvis renal** y se divide en un brote craneal y otro caudal, los futuros cálices mayores, los cuales a su vez se subdividen para formar los cálices menores y los túbulos colectores (**Figura 9**).



Figura 7. Embrión Humano GV-7 de 27 mm de longitud v.c. (8 semanas). X2 aumentos. Corte parasagital.

El riñón definitivo o metanefros (MTN), en su ascenso, alcanza la glándula suprarrenal (GS). El mesonefros (MSN) en vías de regresión, en vecindad a la gónada (G) formará en el sexo masculino los conductillos eferentes y el epidídimo.

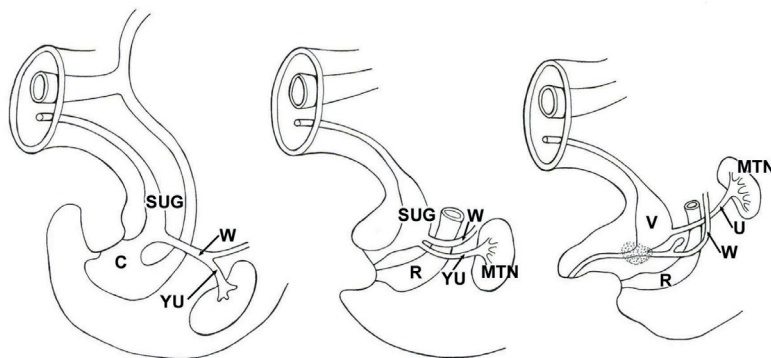


Figura 8. Desarrollo de seno urogenital, conducto mesonéfrico y yema ureteral en el hombre.

- En la 5ª semana del desarrollo, la cloaca (C) se divide en seno urogenital (SUG) y conducto anorrectal. La yema ureteral (YU) se desarrolla como una evaginación del conducto mesonéfrico o de Wolf (W), por lo que, inicialmente, desembocan juntos en el seno urogenital.
- Hacia la 7ª semana, la cara posterior del seno urogenital (SUG) engloba el conducto común de la yema ureteral (YU) y conducto mesonéfrico (W), por lo que desembocan aisladamente y en vecindad. El metanefros (MTN) o riñón definitivo comienza su ascenso a partir de la 6ª semana.
- A partir de la 8ª semana, con el ascenso y lateralización del metanefros (MTN), el uréter (U) desemboca en la vejiga (V), parte proximal del seno urogenital. El conducto mesonéfrico (W) desemboca en la uretra, parte distal del seno urogenital. Cerca de su desembocadura el conducto mesonéfrico presenta una evaginación correspondiente a las vesículas seminales. Alrededor de la uretra, el mesénquima se condensa para formar la próstata (en punteado).

Sistema excretor

Cada túbulo colector se rodea de un blastema metanefrítico. Por inducción del túbulo, el blastema metanefrítico se trasforma primero en vesículas, las **vesículas renales**, y luego en túbulos renales. Los **túbulos renales** determinan la madurez morfológica y funcional del riñón a partir de la octava semana del desarrollo. Se hacen sinuosos y en su extremo libre contactan con ovillos capilares para formar en su conjunto las nefronas, que se forman continuamente a lo largo de la vida intrauterina.

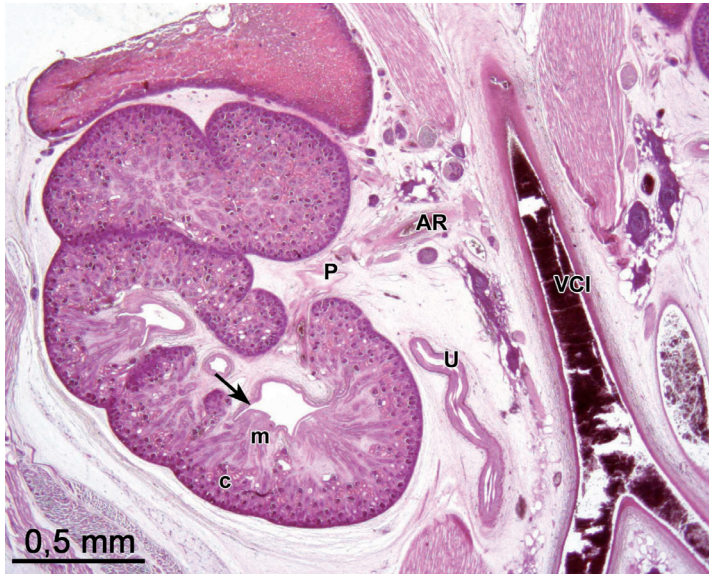


Figura 9. Feto Humano Bu-18 de 93 mm v.c. (14 semanas). x1 aumento. Corte coronal a nivel del riñón y cápsula suprarrenal derecha. La superficie renal aparece lobulada. Los túbulos colectores, que desembocan en los cálices menores (flecha), forman la medular renal (m) o pirámides de Malpighi y establecen conexión con los túbulos renales mesodérmicos que, por su otro extremo, contactan con los ovillos capilares y forman la cortical renal (c). AR: arteria renal; P: pelvis renal; U: uréter; VCI: vena cava inferior.

El mecanismo malformativo del *riñón poliquistico* consiste en la falta de conexión entre los túbulos renales, derivados del mesénquima metanefrítico, y los túbulos colectores. La ausencia de conexión entre la porción secretora y excretora impide la evacuación de la orina, por lo que aumenta la presión del aparato glomerulotubular, que degenera y se transforma en una formación quística.

Las interacciones moleculares entre el epitelio del extremo craneal la yema ureteral y el mesénquima del blastema metanefrítico, o riñón definitivo, han sido estudiadas mediante estudios

transgénicos en ratón. Antes de la inducción, se expresa el factor de transcripción *WT1* en el mesénquima, para poder responder a la inducción de la yema ureteral. El **WT1** regula la síntesis de **factor neurotrófico derivado de células gliales (GDNF)** y **del factor de crecimiento de hepatocitos (HGF)** por el mesénquima, factores que estimulan el crecimiento de la yema ureteral. Experimentalmente se ha conseguido inducir yemas ureterales ectópicas mediante GDNF, proceso que se inhibe mediante *Bmp4*. A su vez la yema ureteral induce al mesénquima mediante el **factor de crecimiento fibroblástico 2 (FGF2)** y **la proteína morfogenética de hueso 7 (Bmp7)**, que facilitan la condensación del mesénquima metanefrítico e impiden su apoptosis. En la transformación del mesénquima en células epiteliales de la nefrona interviene la citocina **LIF** (Factor de Inhibición de la Leucemia) y **FGF2**, secretadas por el divertículo metanefrítico. En este proceso intervienen factores de transcripción como **Pax2**, **BF2**, **Emx2**, **Wnt4** y **Wnt11**, aunque no se conocen las rutas moleculares exactas que intervienen en la formación de las nefronas. Parece que *Pax2* puede activar la expresión de GDNF en líneas celulares derivadas del metanefros, coordinando la posición y el crecimiento de la yema ureteral.

Por lo tanto, las interacciones epitelio-mesenchimales se producen en ambas direcciones. La yema ureteral invade el mesénquima metanefrítico e induce la condensación celular para su diferenciación a nefronas, mientras que el mesénquima induce la ramificación de la yema ureteral.

El metanefros se sitúa inicialmente en la región pélvica y recibe su irrigación de una rama pélvica de la aorta, según asciende a nivel lumbar es vascularizado por ramas de la aorta cada vez más altas y los vasos inferiores degeneran, en caso contrario aparecen las arterias accesorias. Generalmente, las arterias accesorias suelen llegar a los polos del riñón por lo que también se denominan *arterias polares*. En ocasiones, los riñones están tan próximos entre sí que pueden llegar a fusionarse (*riñón en herradura*) y el nacimiento de la arteria mesentérica impide su ascenso (*riñón ectópico*).

El riñón asciende a la región lumbar al final del periodo embrionario (octava semana del desarrollo) y tiene una morfología adulta, aunque comienza a funcionar alrededor de la 10-12ª semana. La orina se evacua a la cavidad amniótica y se mezcla con el líquido amniótico, que el feto deglute y recicla a través de los riñones. La eliminación de productos de desecho durante la vida intrauterina no se produce por el riñón sino por la placenta.

DESARROLLO DE LA VEJIGA URINARIA Y LA URETRA

La cloaca se divide en una porción ventral o **seno urogenital** y otra dorsal o **conducto anorrectal** entre la cuarta y la séptima semana del desarrollo. Ambos quedan separados por una proliferación mesoblástica, el **tabique uorrectal (Figura 8)**.

La porción ventral o seno urogenital se divide en dos partes:

Vejiga urinaria. Es la parte superior más voluminosa que, inicialmente, comunica con el cordón umbilical mediante la alantoides. Cuando la luz de la alantoides se oblitera, se transforma en un cordón fibroso que conecta el vértice superior y anterior de la vejiga con el cordón umbilical.

Uretra. Es la porción inferior del seno urogenital, localizada en la pelvis, que se estrecha y comunica con el exterior. En el varón, la porción pélvica forma las porciones prostática y membranosa de la uretra y se continúa con la porción fállica o porción distal del seno urogenital, localizada en el interior del tubérculo genital (**Figura 10**). En la mujer, la porción superior de la uretra formará las glándulas uretrales y parauretrales.

Los conductos mesonéfricos, con la yema ureteral, se incorporan gradualmente a la pared posterior del seno urogenital. Hacia la séptima semana del desarrollo, la cara posterior del seno urogenital engloba el conducto común de la yema ureteral y conducto mesonéfrico, por lo que desembocan aisladamente y en vecindad (**Figura 8**). De esta forma, los uréteres,

que aparecen como una evaginación del conducto mesonéfrico (o de Wolff), terminan desembocando independientemente de los conductos mesonéfricos.

A partir de la octava semana del desarrollo, con el ascenso del metanefros o riñón definitivo, el uréter desemboca por encima del conducto mesonéfrico. El crecimiento del seno urogenital determina que los orificios ureterales asciendan y se lateralicen, por lo que en la cara posterior de la vejiga se delimita un espacio triangular de base superior entre la desembocadura de estos conductos, llamado **trígono vesical**. Dado que el conducto común del conducto mesonéfrico y la yema ureteral es de origen mesodérmico y que esta porción se incorpora a la pared de la vejiga, el trígono vesical es de origen mesodérmico. Posteriormente, el revestimiento mesodérmico del trígono vesical será sustituido por epitelio endodérmico de la vejiga, por lo que el revestimiento interior de la vejiga será en su totalidad de origen endodérmico.

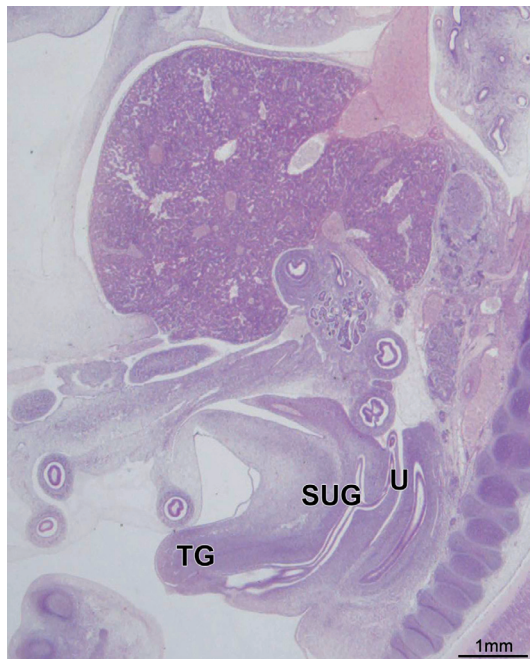


Figura 10. Embrión Humano GV-7 de 27 mm de longitud v.c. (8 semanas) x2 aumentos. Corte sagital.

En la cara posterior de la porción proximal seno urogenital (SUG), vejiga, desemboca el uréter (U). El tubérculo genital (TG) se alarga para formar el futuro pene y en su interior se encuentra el segmento distal del seno urogenital o conducto urogenital. Observe como parte de las asas intestinales se encuentran en el cordón umbilical y no han regresado a la cavidad abdominal.

RESUMEN

El aparato urinario se desarrolla a partir del mesodermo intermedio y del endodermo del seno urogenital.

Durante el desarrollo del riñón aparecen tres sistemas: el pronefros, mesonefros y metanefros. Estas partes se desarrollan secuencialmente en dirección craneocaudal y ligeramente superpuestos en el tiempo. En el desarrollo del metanefros o riñón definitivo se distinguen dos partes: el mesodermo metanefrítico, que forma las nefronas; y la yema ureteral, que se forma de una evaginación del conducto mesonefrítico o de Wolff, que originará los uréteres, pelvis renal, cálices y túbulos colectores. Al principio los riñones están situados en la pelvis, pero ascienden al final del periodo embrionario, octava semana del desarrollo embrionario (10ª semana de gestación), por el gran desarrollo de la región lumbar y sacra.

La vejiga urinaria y la uretra se desarrollan de la división ventral de la cloaca, que es la parte distal del tubo endodérmico primitivo, formando el seno urogenital. En el seno urogenital desemboca el conducto mesonefrítico o de Wolff.

Palabras clave

Aparato urinario, embriología, desarrollo, evolución.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Brophy PD, Ostrom L, Lang KM and Dressler GR. Regulation of ureteric bud outgrowth by Pax2-dependent activation of the glial derived neurotrophic factor gene. Development, 2001; 128:4747-4756.*
- Dressler GR, Woolf AS. Pax2 in development and renal disease. Int. J. Dev. Biol. 1999; 43:463-468.*
- Dudley AT, Lyons KM, Robertson EJ. A requirement for bone morphogenetic protein-7 during development of the mammalian kidney and eye. Gene Dev., 1995; 9:2795-2807.*
- Fisher CE, Michael L, Barnett MW, Jamie DA. Erk MAP kinase regulates branching morphogenesis in the developing mouse kidney. Development. 2001;128:4329-4338.*
- García García JD, Mérida Velasco JA, Espín Ferra J, Sanz Casado JV. Contribución al estudio del riñón en herradura en embriones humanos. An. Desarr. 1982; 26-60:133-149.*
- Hamilton WJ, Mossman HW. Hamilton, Boyd and Mossman's Human Embryology. Heffer: Cambridge. 4th ed. 1972; 261.*
- Iino N, Gejyo F, Arakawa M, Ushiki T. Three-dimensional analysis of nephrogenesis in the neonatal rat kidney: light and scanning electron microscopic studies. Arch. Histol. Cytol. 2001; 64:179-190.*
- Kreidberg JA, Sariola H, Loring JM, Maeda M, Pelletier J, Housman D, Jaenisch R. WT-1 is required for early kidney development. Cell. 1993; 74:679-691.*
- Ludwig KS, Landmann L. Early development of the human mesonephros. Anat. Embryol. 2005; 209:439-447.*
- Maeshima A, Yamashita S, Maeshima K, Kojima I, Nojima Y. Activin A produced by ureteric bud is a differentiation factor for metanephric mesenchyme. J Am Soc Nephrol. 2003; 14:1523-1534.*
- Majumdar A, Vainio S, Kispert A, McMahon J, McMahon AP. Wnt11 and Ret/Gdnf pathways cooperate in regulation ureteric branching during metanephric kidney development. Development. 2003; 130:3175-3185.*
- Michael L, Sweeney DE, Davies JA. The lectin Dolichos biflorus agglutinin is a sensitive indicator of branching morphogenetic activity in the developing mouse metanephric collecting duct system. J. Anat. 2007; 210:88-97.*

- Miyamoto N, Yoshida M, Kuratani S, Matsuo I, Aizawa S. Defects of urogenital development in mice lacking *Emx2*. *Development*, 1997; 124:1653-1664.
- Moore KL. *Embriología Clínica*. 7ª edición. Ed. Elseviere. Madrid. 2006.
- Pichel JG, Shen L, Sheng HZ, Granholm AC, Drago J, Grinberg A, Lee EJ, Huang SP, Saarma M, Hoffer BJ, Sariola H and Westphal H. Defects in enteric innervation and kidney development in mice lacking *GDNF*. *Nature* 1996; Jul;4;382(6586):73-76.
- Puerta Fonolla J. *Embriología del aparato vascular urológico*. *Clínicas Urológicas de la Complutense*. 1992; 1:13-23.
- Puerta Fonolla J, Jiménez Collado J, Cárceles Cárceles J. Duplication of the metanephric outline and ureteric bud in a human embryo of 6 mm. *Eur Urol.*, 1980 6:368-371.
- Ryan G, Steele-Perkins V, Morris JF, Rauscher FJ, Dressler GR. Repression of *Pax-2* by *WT1* during normal kidney development. *Development*, 1995; 121:867-875.
- Sadler TW. *Langman: Embriología médica con orientación clínica*. 9ª ed. Ed. Médica Panamericana: Buenos Aires; 2004.
- Sánchez MP, Silos-Santiago I, Frisén J, He B, Lira SA, Barbacid M. Renal agenesis and the absence of enteric neurons in mice lacking *GDNF*. *Nature*, 1996; 382:70-73.
- Santos OF, Barros EJ, Yang XM, Matsumoto K, Nakamura T, Park M, Nigam SK. Involvement of hepatocyte growth factor in kidney development. *Dev Biol*. 1994; 163:525-529.
- Shapiro E, Goldfarb DA, Ritchey ML. The congenital and acquired solitary kidney. *Reviews in Urology*. 2003; 5;1:2-8.
- Schuchardt A, D'Agati V, Pachnis V, Constantini F. Renal agenesis and hypodysplasia in *ret-k-* mutant mice result from defects in ureteric bud development. *Development*. 1996; 122:1919-1929.
- Smith C, Mackay S. Morphological development and fate of the mouse mesonephros. *J. Anat*. 174:171-184.
- Solère M, Haegel P. *Embriología. Cuadernos prácticos*. Tomo 2. Cátedra de Embriología de la Facultad de Medicina de París. Pr. Tuchmann-Duplessis. Ed. Toray- Masson. Paris. 1969.

Stark K, Vainio S, Vassileva G, McMahon AP. Epithelial transformation of metanephric mesenchyme in the developing kidney regulated by Wnt-4. Nature, 1994; 372:679-683.

Takano K, Kawasaki Y, Imaizumi T, Matsuura H, Nozawa R, Tannji M, Suyama K, Isome M, Suzuki H, Hosoya M. Development of glomerular endothelial cells, podocytes and mesangial cells in the human fetus and infant. Tohoku J Exp Med. 2007; 212:81-90.

Tang MJ, Worley D, Sanicola M, Dressler GR (1998) The ret-glial cell-derived neurotrophic factor (GDNF) pathway stimulates migration and chemoattraction of epithelial cells. J Cell Biol. 1998; 142: 1337-1345.

Patrocinado por:



Soluciones pensando en ti