



DEPARTAMENTO DE EMBRIOLOGÍA

PROYECTO DOCENTE

SISTEMA URINARIO

2010

SISTEMA URINARIO

El aparato urogenital, se desarrolla a partir del mesodermo intermedio, que se extiende a lo largo de la pared corporal dorsal del embrión. Durante el plegamiento horizontal del embrión, este mesodermo es arrastrado centralmente, pierde su conexión con los somitas y forma una elevación longitudinal llamada, **cresta urogenital**. Una parte de esta estructura se convierte en la **cresta nefrógena** y dará origen al sistema urinario.

En el embrión humano, la primera evidencia del aparato urinario es la aparición de grupos de cordones epiteliales distribuidos en forma segmentaria, que se diferencian del mesodermo intermedio hacia el día 22 de gestación. Durante la vida intauterina, se forman de manera superpuesta y en dirección cráneo-caudal tres sistemas renales, que son: **pronefros**, **mesonefros** y **metanefros**.

PRONEFROS

Estas estructuras son **transitorias y no funcionales**, aparecen comienzos de la cuarta semana y están representadas por siete a diez grupos de agregados celulares y de estructuras tubulares (conductos) en la región cervical. Los conductos se orientan caudalmente y se abren hacia la cloaca. Estos grupos forman unidades vestigiales excretoras, los **nefrotomas**, que degeneran rápidamente; sin embargo, la mayoría de los conductos pronéfricos se mantienen y son utilizados por el siguiente conjunto de riñones. Al final de la cuarta semana desaparecen los nefrotomas por completo.

MESONEFROS

El mesonefros y los conductos mesonéfricos derivan de los segmentos torácicos superiores a lumbares (L3) del mesodermo intermedio. Aparecen a finales de la cuarta semana, en posición caudal respecto al pronefros. La formación, se inicia con la aparición de los primeros túbulos excretores del mesonefros. Éstos se alargan rápidamente y adoptan una forma de "S" y adquieren un ovillo de vasos capilares que constituyen el glomérulo. Los glomérulos se producen a partir de ramas arteriales que surgen de la aorta dorsal. Los túbulos en su extremo medial, constituyen un saco en forma de copa que rodea al glomérulo denominada **cápsula de Bowman**. Ambas estructuras en conjunto (glomérulo y cápsula de Bowman) constituyen un **corpúsculo renal**.

El conjunto de cada túbulo renal y cada corpúsculo renal recibe el nombre de **unidad excretora mesonéfrica**. En el extremo opuesto, el túbulo desemboca en un conducto colector longitudinal denominado **conducto mesonéfrico** o **de Wolff**. A finales de la cuarta semana de gestación, los conductos mesonéfricos, que crecían de manera cefalocaudal, se insertan en la cloaca y se observa una luz continua en cada uno. Los mesonefros están bien desarrollados y funcionan como **riñones provisionales** durante aproximadamente la 10ª semana de gestación, que es cuando degeneran.

METANEFROS

Durante la 5ª semana de gestación aparece un tercer órgano urinario, el metanefros o riñón definitivo. Éste se forma gracias a la inducción que las **yemas ureterales ó divertículos metanéfricos**, ejercen sobre el mesodermo intermedio de la región sacra y brotan como evaginaciones epiteliales cerca de la zona de unión de los conductos mesonéfricos con la cloaca, hacia el vigésimo octavo día de gestación. Estas yemas ureterales crecen hacia la porción posterior del mesodermo intermedio. Las células mesenquimales de dicho mesodermo, se condensan alrededor de los divertículos metanéfricos para formar un **blastema metanefrogénico** de cada lado.

La base morfológica para el desarrollo del riñón metanéfrico es el alargamiento y la ramificación de la yema ureteral primitiva. El crecimiento de la yema ureteral a partir del conducto mesonéfrico o de Wolff se da en respuesta a la secreción de **GDNF (Factor Neurotrópico Derivado de Células Gliales)** por parte del mesénquima indiferenciado del blastema metanefrogénico. Esta señal inductora se asocia al receptor **c-Ret** que se localiza en las membranas plasmáticas de las células epiteliales de la yema ureteral temprana. La síntesis de **GDNF** está regulada por **WT-1**. Posteriormente, y en respuesta a la señal inductora de GDNF por parte del blastema metanéfrico, en las puntas de las yemas ureterales se expresa **Wnt-11** y **BMP-7**, lo cual resulta relevante para una respuesta de ramificación por parte de las yemas. También en respuesta a la inducción de la yema ureteral por el blastema metanefrogénico, las células epiteliales de la yema producen **BMP-7**, **FGF-2** y **Factor Inhibidor de Leucemia**, los cuáles van a inducir al mesénquima metanéfrico circundante para que integre los precursores epiteliales de los túbulos renales. La formación de dichos túbulos exige la presencia de **Wnt-4**, que es producida por el propio blastema. Así, la formación de las distintas estructuras funcionales en el metanefros, implica a tres linajes celulares mesodérmicos:

- Las células epiteliales derivadas de la yema ureteral, de las cuales se derivarán en el riñón adulto:
 - Uréter
 - Pelvis Renal
 - Cálices Mayores
 - Cálices Menores
 - Conductos Colectores

- Las células mesenquimales del blastema metanefrogénico, de las cuales se originarán en el riñón adulto:
 - Túbulo Contorneado Proximal
 - Túbulo Contorneado Distal
 - Asa de Henle
 - Cápsula de Bowman

- Las células endoteliales vasculares
 - Glomérulos

Inicialmente, los riñones metanéfricos se encuentran en la pelvis en posición ventral con respecto al sacro, muy cercanos uno del otro. A medida que crecen el abdomen y la pelvis, los riñones se sitúan progresivamente en el abdomen; esta migración se debe al crecimiento caudal del embrión con

respecto a los riñones. A medida que el riñón asciende, gira medialmente casi 90° ocasionando que el hilio renal se encuentre en posición anteromedial, hacia la novena semana de gestación.

DESARROLLO DE LA VEJIGA URINARIA

De la 4ª a la 7ª semana del desarrollo embrionario, la cloaca se divide en **seno urogenital** por delante, y el **conducto anorrectal** por detrás, por el crecimiento del **tabique uro-rectal**. En el seno urogenital, se pueden distinguir tres porciones: Una *porción vesical* craneal, que constituirá la mayor parte de la **vejiga**, y se continúa con el alantoides, una *porción pélvica* media que se convierte en la porción **prostática de la uretra** en varones y en toda la **uretra** en las mujeres; y una *porción fálica* que crece hacia el tubérculo genital.

La **vejiga** se desarrolla fundamentalmente a partir de la porción vesical del seno urogenital y del endodermo de esta misma región se formará el **epitelio de la vejiga**. El resto de las capas de su pared se forman a partir del mesénquima esplácnico adyacente.

Inicialmente, la vejiga se continúa con el alantoides, una estructura vestigial, que enseguida se constriñe y se convierte en un cordón fibroso grueso, el **uraco**; en el adulto, éste recibe el nombre de **ligamento umbilical medio**. A medida que la vejiga crece, se incorporan a su pared dorsal, las porciones distales de los conductos mesonéfricos. Estos conductos participan en la formación del tejido conjuntivo del **trígono de la vejiga** o **vesical**. Debido en parte a la tracción ejercida por los riñones durante su ascenso, los orificios de los uréteres se mueven superolateralmente y los uréteres entran en sentido oblicuo a través de la base de la vejiga.

Departamento de Embriología, Facultad de Medicina UNAM.

Material preparado por la Dra. Nydia Célica Jaimes Delgadillo y revisado por la Dra. Carmen Méndez